



저작자표시-비영리 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공학석사 학위논문

북극해 운항 선박의 기관장치 및 설비의
방한 규정에 관한 연구

A Study on Winterization Rules for Machinery Installations and
Appliance of Ship Operating in Arctic Waters

지도교수 김 중호



2014년 8월

한국해양대학교 대학원
기관시스템공학과

강 봉석

본 논문을 강봉석의 공학석사 학위논문으로
인준함.

위원장 이 상 득 (인)

위 원 장 호 근 (인)

위 원 김 중 호 (인)



2014년 6월 27일

한국해양대학교 대학원

목 차

제 1 장 서론	1
1.1 연구의 배경	1
1.2 연구의 목적 및 내용	3
제 2 장 북극해와 북극항로	4
2.1 북극해와 북극항로의 지리적 현황	4
2.2 북극해의 자연환경	9
2.3 북극의 정치, 경제적 현황[1]	13
2.4 우리나라 관점에서의 북극항로[1]-[2]	14
2.5 방한(Winterization)	16
제 3 장 북극항로 운항선박의 규정	25
3.1 Polar Code(안)	25
3.2 핀란드와 스웨덴 정부, IACS 및 각 선급의 규정 등	28
제 4 장 기관장치와 각종 설비 등에 대한 방한 규정 등	32
4.1 Polar Code(안)에 따른 선박등급	32
4.2 설계서비스온도(DST: Design Service Temperature)	37
4.3 극지서비스온도(PST: Polar Service Temperature)	39
4.4 디젤기관	39
4.5 해수흡입장치	44
4.6 인명구조설비	47
4.7 화재 안전 설비	61
제 5 장 결론	67
참고문헌	70

List of Tables

Table 2.1 Icing Class and Rate	21
Table 2.2 Equipment for Anti-icing & De-icing	23
Table 3.1 Structure of Polar Code(Draft)	27
Table 3.2 Structure of FSICR	28
Table 3.3 Structure of IACS UR I Polar Class	29
Table 4.1 Approximate correspondence of structural strength between ice classes/polar classes for Category A ships	33
Table 4.2 Approximate correspondence of structural strength between ice classes/polar classes for Category B ships	33
Table 4.3 IACS Polar Class Description	34
Table 4.4 Description of DNV Classification Notation Acc. to Ice conditions(Category A)	35
Table 4.5 Description of DNV Classification Notation Acc. to Ice conditions(Category B & Others)	36
Table 4.6 Value of h_o and h	37
Table 4.7 Old/New Comparison Table	49
Table 4.8 Old/New Comparison Table	51
Table 4.9 Old/New Comparison Table	53
Table 4.10 Old/New Comparison Table	53
Table 4.11 Old/New Comparison Table	56
Table 4.12 Old/New Comparison Table	57
Table 4.13 Old/New Comparison Table	57
Table 4.14 Old/New Comparison Table	58
Table 4.15 Personal Survival Kit	60
Table 4.16 Group Survival Kit	60
Table 4.17 Old/New Comparison Table	65
Table 4.18 Old/New Comparison Table	66

List of Figures

Figure 2.1 Arctic Ocean Map(Source: http://geology.com)	4
Figure 2.2 Arctic water(Source: IMO Res.A.1024(26))	5
Figure 2.3 North Pole Route(Source: www.mediakn.com)	7
Figure 2.4 North Pole Route(Source: www.etoday.co.kr)	8
Figure 2.5 Arctic-wide annual mean surface air temperature (SAT) anomalies(Source: Arctic Report Card 2013, NOAA)	9
Figure 2.6 Time series of ice extent anomalies in March and September(Source: Arctic Report Card 2013, NOAA)	11
Figure 2.7 Sea ice in Arctic water, March & September, 2013(Source: Arctic Report Card 2013, NOAA)	12
Figure 2.8 TCG movement due to sea spray icing (Source: Stotail & www.wordpress.com)	17
Figure 2.9 Icing on deck(Source: www.groupocean.com)	17
Figure 2.10 Icing on the machinery and passage (Source: www.groupocean.com)	18
Figure 2.11 Anti-icing for Deck Machinery(Windlass & Winch)	22
Figure 2.12 Anti-icing for Liferaft(Source: ABS)	22
Figure 4.1 Diagram of E/R Ventilation	41
Figure 4.2 Diagram for blow-off line of Diesel Engine (Source: www.wartsila.com)	42
Figure 4.3 Diagram for bypass line of Diesel Engine (Source: www.mandieselturbo.com)	43
Figure 4.4 Graph for control variable bypass (Source: www.mandieselturbo.com)	43
Figure 4.5 Diagram for Sea Chest	45
Figure 4.6 Diagram for Sea Chest	46
Figure 4.7 Liferaft for polar waters(Source: www.etoday.co.kr)	55

A Study on Winterization Rules for Machinery Installations and Appliance of Ship operating in Arctic waters

Bong-Seok Kang

Department of Marine Engineering
Graduate School of Korea Maritime and Ocean University

Abstract

The objective of this study is to provide the technical materials and instructions on how to ensure safety of ships operating in arctic waters.

For this purpose, followings have been investigated through the literatures;

- the geographic characteristics and natural environment of the Arctic Waters and North Pole Route
- the characteristics and problems of ships operating in the Arctic Waters

and Draft of Polar Code have been investigated, which has being established by IMO.

And related requirements of FSICR(Finnish-Swedish Ice Class

Rule), UR(Unified Requirement) of IACS(International Association of Classification Society), Rule of Classification Societies including RMRS(Russia Maritime Register of Shipping) have been investigated.

Based on the above mentioned investigation, the winterization techniques and guidelines on the following machinery installations and appliances have been investigated, and appropriate alternative or future study direction have been provided;

- Design Service Temperature
- Polar Service Temperature
- Scavenge Air of Diesel Engine
- Sea inlet and Cooling Water Systems
- Life Saving Appliance
- Fire Fighting Equipment

KEY WORDS: Arctic Water, Polar Code, Winterization, Polar Class, Ice Class.

제 1 장 서 론

1.1 연구의 배경

지구 온난화에 따라 북극해 해빙이 감소됨에 따라 태평양과 대서양을 연결하는 새로운 해상물류수송로로서 북극해 항로에 대한 관심이 고조되고 있다.¹⁾

또한 북극해에는 천연가스, 석유, 은, 구리, 다이아몬드 등의 다양한 자원이 매장되어 있는 것으로 추정되며 극지 환경에 대한 자연과학의 실험실, 환경변화 연구의 최적지 등으로 알려져 있어 인접국가인 러시아, 덴마크, 노르웨이, 캐나다, 미국뿐만 아니라 우리나라를 비롯한 여러 국가들의 관심이 집중되는 지역이다.

이와 같이 북극해에 대한 상업적인 선박의 운항 실적이 증가함에 따라 해당 선박의 인명의 안전과 해양환경 보호 차원에서 선박의 설계 및 운항과 관련된 통일된 규정 제정의 필요성이 대두되었다.

이와 관련하여 국제해사기구(International Maritime Organization, 이하 'IMO'라 한다)는 2002년 북극해 빙하해역을 항해하는 선박을 위한 지침서(Guidelines for Ships Operating in Arctic Ice-Covered Water)를 제정한 이래, DE소위원회(Ship Design and Equipment)²⁾의 오랜 논의를 거쳐 마침내 2014년 1월에 열린 SDC소위원회(Ship Design and

1) 여름철 북극해의 얼음면적은 1979년 위성관측이 시작된 이래로 약 40% 정도로 줄어들었다. 북극해 얼음의 감소로 베링해협과 유럽을 잇는 북극항로가 열리게 되어 1906년부터 2006년 사이에 북극항로를 지나간 선박은 69척에 불과했으나 2009년 한해에만 24척이 운항한 것으로 밝혀졌다.

2) IMO(International Maritime Organization, 국제해사기구) Sub-Committee 재편성에 따라 DE(Ship Design and Equipment) 와 SLF(Stability and Load Lines on Fishing Vessels Safety)가 통합되어 SDC(Ship Design and Construction)가 새로 생겨 2014년 1월 회의부터 적용되었다.

Construction) 회의에서 2014년 10월에 열릴 해양환경보호위원회(Marine Environment Protection Committee) 67차와 2014년 11월에 열릴 해사 안전위원회 제 94차 회의에서 강제규정인 극지방운항선박 안전코드(이하 'Polar Code(안)이라 한다)를 제정하기로 결정되었다.

그리고 런던보험협회(Institute of London Underwriters)의 선급약관(Institute of Classification Clause)에 등재되어 있는 선급들의 연합인 국제선급연합회(IACS, International Association of Classification Society, www.iacs.org.uk)는 통일 규칙으로서 'Unified Requirement concerning POLAR CLASS' 를 제정하여 운용하고 있다.

통상 북극해 운항 선박은 쇄빙선(Ice Break ship)과 내빙선(Ice Class Ship)으로 구분할 수 있고 항해구역과 운항 계절에 따라 빙하의 두께, 외기 온도 등이 크게 바뀌므로 설계조건도 달라진다.

현재 북극해 운항선박의 선체구조 설계에 대해서는 그 동안 이루어진 많은 연구들의 결과로 각 선급들의 독자적인 규정 또는 통일 규칙이 제정되거나 진행 중에 있다. 그러나 북극해와 같은 저온의 공기, 강한 바람, 낮은 해수 온도에 노출되는 기관장치, 각종 설비, 선원의 안전, 안전한 작업환경 확보 등을 위한 연구는 상대적으로 미비한 것으로 평가되고 있다.

일부 선급에서는 방한(Winterization) 관련 규정을 제정하고 있으나, 대부분의 선급은 권고사항으로 하거나 선주와 조선소에 일임하고 있는 실정이다. 현재 미국선급(ABS), 노르웨이선급(DNV), 영국선급(Lloyd's Register), 러시아선급(RMRS) 등에서는 선급 부기번호로서 방한부호(Winterization notation)을 제정하고 있다.

이와 같이 북극해 운항하는 선박의 기관장치, 각종 설비 등에 대하여 제빙(De-icing)과 방빙(Anti-icing)과 같은 방한기술을 반영한 통일 규칙이나 국제협약을 제정하고 이에 적합하게 선박을 건조하여 운항하게 되면 선박과 선원의 안전이 확보될 수 있을 것이다.

1.2 연구의 목적 및 내용

본 연구에서는 북극해 항로를 운항하는 선박이 조우한 극한 환경에서 기관장치, 각종 설비 등의 방한 대책에 대한 조사 연구를 통하여 선박과 선원의 안전을 확보할 수 있는 각종 기술 자료와 지침 등을 마련하는데에 그 목적이 있다.

이를 위하여 본 연구에서는 여러 문헌에 인용된[1]-[5] 북극해와 북극항로의 지리적 현황, 자연환경, 운항선박의 특징과 문제점 등을 조사 분석하고, 현재 IMO에서 제정 중인 Polar Code의 제정 경과와 주요 내용을 조사 분석하였다.

또한 핀란드 및 스웨덴 정부의 FSICR(Finnish-Swedish Ice Class Rule), 국제선급연합회의 통일 규칙, 러시아선급의 규칙을 비롯한 각 선급의 규칙 등의 주요 내용에 대한 조사를 진행하였다.

상기 조사 분석을 바탕으로 아래 기관장치와 각종 설비 등에 대한 방한 기술과 지침을 조사 연구하고 적절한 대안 내지 향후 연구 방향을 제시하였다.

- 1) 설계서비스온도(DST: Design Service Temperature)
- 2) 극지서비스온도(PST: Polar Service Temperature)
- 3) 디젤기관의 소기
- 4) 해수흡입장치
- 5) 인명구조설비
- 6) 화재 안전 설비

제 2 장 북극해와 북극항로

2.1 북극해와 북극항로의 지리적 현황

2.1.1 북극해 지리

북극해는 그린란드, 북미대륙, 유라시아대륙과 작은 많은 섬들로 둘러싸인 바다로 면적은 약 14,056,000km²이며 러시아와 크기가 거의 비슷하다.



Figure 2.1 Arctic Ocean Map(Source: <http://geology.com>)

북극해 해안선의 길이는 45,390km이며 Figure 2.1에서 보는 것과 같이 배핀 만(baffinbay), 바렌츠 해(barents sea), 보퍼트 해(beaufort

sea), 추크치 해(chukchi sea), 동시베리아 해(east siberian sea), 그리란드 해(greenland sea), 허드슨 만(hudson bay), 허드슨 해협(hudson strait), 카라 해(kara sea), 랍터프 해(laptev sea), 백 해(white sea) 등이 포함되어 있고 베링 해협(bering strait)를 통해 태평양과 연결되어 있고 그리란드 해와 래드라도 해(labrador sea)를 통해 대서양과 연결되어 있다. 북극해와 접해져 있는 나라는 러시아, 노르웨이, 아이스란드, 캐나다와 미국이 있다[1].



Figure 2.2 Arctic water(Source: IMO Res.A.1024(26))

Polar Code(안)에서 북극해의 적용범위는 **Figure 2.2**와 같이 위도 58 ° 00N 경도 64° 37'에서부터 위도, 경도 042 ° 00W, 경도 035 ° 27' W까지 그리고 거기서부터 67 ° 03'9N, 경도 026 ° 33'4 W 나침 방위선까지, 거기서부터 Sørkapp, 얀 마옌과 Bjørnøya의 섬 얀 마옌의 남쪽 해안 방위선까지, 그리고 거기서부터 비외르뇌위아(Bjørnøya)의 섬에서부터 카

닌 노스(Kanin Nos) 꼭대기까지의 큰 원 라인까지 그리고 거기서부터 아시아 대륙의 북부 해안에서 동쪽 베링 해협까지 그리고 거기서부터 베링 해협 서쪽으로부터 가능한 Il'pyrskiy 쪽으로 60°N 위도까지, 그리고 가능한 에톨린 해협(Etolin strait)을 포함한 60도N 평행하게 동쪽으로, 그리고 거기서부터 위도 60°N에 가능한 남쪽으로 북미대륙의 북쪽해안까지, 그리고 거기서부터 위도 60°N, 경도 56°37'1W의 평행선을 따라 동쪽까지, 거기서부터 위도 58°00'0N, 경도 042°00'0W까지의 북쪽 라인의 위치에 있는 바다를 의미한다고 되어 있다.³⁾

2.1.2 북극항로(North Pole Route)[2]

북극해를 경유하여 유럽과 극동을 연결하는 북극항로의 개척은 유럽 국가들이 극동무역에 관심을 갖기 시작한 15세기부터 시작되었으나 북극해의 혹독한 자연환경으로 상업적인 항해는 조선기술과 항해법의 발전이 이루어진 19세기 말부터 가능하게 되었다.

1878년 스웨덴의 노르덴셜드(Nordenskjold)는 베거(Vega)호를 타고 트롬소를 출항한 후 빙해에서 일 년간의 항해를 거쳐 1879년 9월 요코하마에 입항하여 사상 최초로 북동항로를 완주하였으며, 그 후 노르웨이 출신 탐험가 아문센(Amundsen)은 1901년 그린란드 북서해안에서 유아(GJoa)호를 타고 1903년부터 3년에 걸쳐 북서항로를 항해함으로써 북극 지역 2개의 국제항로를 상업적으로 이용할 수 있도록 개척하였다.

현재 북극지역의 국제항로는 **Figure 2.3**에서 보듯이 캐나다 북부해역을

3) SDC 1-3, Section 3. 1.3 Arctic waters means those waters which are located north of a line from the latitude 58° 00'0 N and longitude 042°00'0 W to latitude 64°37'0 N, longitude 035°27'0 W and thence by a rhumb line to latitude 67°03'9 N, longitude 026°33'4 W and thence by a rhumb line to Søkapp, Jan Mayen and by the southern shore of Jan Mayen to the Island of Bjørnøya, and thence by a great circle line from the Island of Bjørnøya to Cap Kanin Nos and hence by the northern shore of the Asian Continent eastward to the Bering Strait and thence from the Bering Strait westward to latitude 60° N as far as Il'pyrskiy and following the 60th North parallel eastward as far as and including Etolin Strait and thence by the northern shore of the North American continent as far south as latitude 60°N and thence eastward along parallel of latitude 60° N, to longitude 56°37'1 W and thence to the latitude 58°00'0 N, longitude 042°00'0 W

따라 대서양에서 태평양을 잇는 북서항로(Northwest Passage)와 시베리아 북부 해안을 대서양 태평양을 잇는 북동항로(Northeast Passage or Northern Sea Route)이 있다.

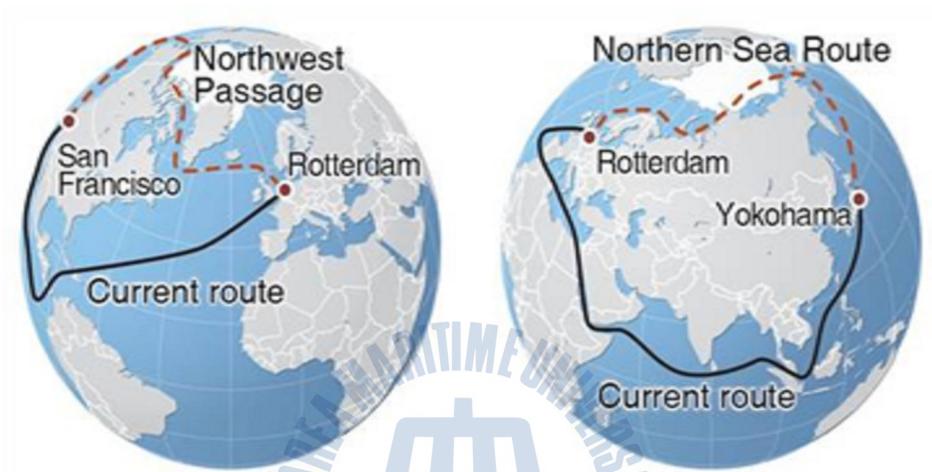


Figure 2.3 North Pole Route(Source: www.mediakn.com)

북서항로는 캐나다의 북쪽 경계인 알라스카 유콘(Alaska-yukon)의 보베트 해(Bearfort sea)와 동쪽의 링거스트 해협(lancaster sound)의 네어스 해협(nares strait) 북쪽 입구에 이르는 항로이다. 이 항로는 북극권에서 북쪽으로 800km 떨어져 있고, 북극에서 1,930km 정도 떨어져 있다. 캐나다의 북극해 섬들 사이로 이어지는 깊은 수로들로 이루어져 있으며, 동서길이는 1,450km에 달한다. 북서항로는 북극해를 가로질러 동양에서 유럽으로 연결하는 최단항로로서 현재 런던과 요코하마간의 14,650마일의 항로가 8,000마일로 단축될 수 있으며, 파나마운하를 통과 하는 캐나다 뉴펀들랜드(Newfoundland) 하이버니아(Hibernia)와 요코하마간의 9,500마일을 6,300마일로 단축될 수 있으며, 밴쿠버에서 로테르담까지의 거리는 14,000마일에서 7,500마일로, 요코하마에서 로테르담까지의 거리를 18,000마일에서 12,000마일로 단축시켜 준다.



Figure 2.4 North Pole Route(Source: www.etoday.co.kr)

북동항로는 러시아의 북쪽 북극해 연안을 따라 서쪽의 무르만스크(Murmansk)에서 동쪽의 베링 해협까지를 연결하는 길이 약 2,200~ 2,900 마일인 해상수송로이다. 이 항로는 유라시아 대륙 해안선을 따라 가며 얼음이 비교적 약한 해역을 골라 많은 섬들 사이의 좁은 해협을 통과하기 때문에 매년 빙상상태에 따라 여러 개의 항로가 존재한다. 부산과 로테르담까지의 거리를 10,850마일에서 6,860마일로 단축할 수 있다.

2.2 북극해의 자연환경

2.2.1 기온

북극지방의 기후는 춥고 긴 겨울과 짧고 시원한 여름이 특징이다. 이 북극지방에서 기후 변화의 크지만, 모든 지역은 여름과 겨울동안 태양 복사의 극단을 경험한다. 북극지방의 일부는 일년 내내 얼음으로 둘러싸여 있고, 거의 모든 지역은 표면에 약간의 얼음의 형태가 나타난다. 1월 평균 온도는 약 $-40 \sim 0^{\circ}\text{C}$ 의 범위이고, 겨울의 온도는 북극의 대부분 지역에 걸쳐 -50°C 밑으로 떨어질 수 있다. 7월 평균 온도는 약 -10°C 에서 $+10^{\circ}\text{C}$ 이고 일부 육지 지역은 가끔 여름에 30°C 를 넘기도 한다.

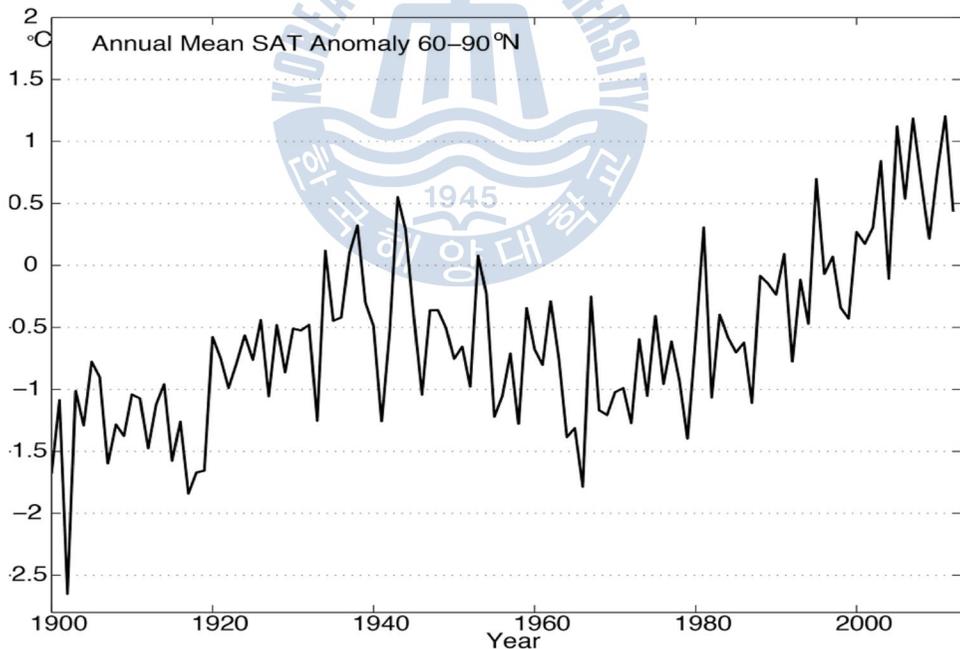


Figure 2.5 Arctic-wide annual mean surface air temperature (SAT) anomalies
(Source: Arctic Report Card 2013, NOAA)

겨울과 봄철의 기온은 극지방 전역에 걸쳐서 과거에 비하여 많이 따뜻해지고 있으며 1960년 중반 이후로 지구 온난화와 함께 북위 60도 에서 연간평균기온은 **Figure 2.5**⁴⁾에서 보는 것과 같이 지속적으로 증가하고 있다[1][2].

2.2.2 강수와 강설[2]

북극지방의 대기 움직임을 보면 저공에서 차가운 공기가 남쪽으로 퍼지고 상공에서 제트기류 북측 공기가 주위로부터 유입된다. 북극권 상공의 지상 3~10km에서는 북극해 중앙을 향해 유입하는 편성풍이 편기 압성 순환을 일으킨다. 해면기압은 북극해 중앙부에서 연평균 1,015.7 hPa 이며 월평균 일년에 걸쳐 1,011~1,020hPa로 약한 고기압부의 상태가 계속되어 일정 수준 이상의 강수현상은 거의 나타나지 않는다.

북극해에는 1년 내내 약한 고기압 속에 있어 바렌츠해나 카라해까지 오는 아이슬란드 저기압을 제외하면 폭풍이 발생하는 경우는 드물다. 월평균 강수량의 경우 전체적으로 여름 강수량이 많지만 40mm를 넘는 곳은 없고, 북극해 지역의 연간 강수량은 180~250mm수준이다.

해빙 위의 적설은 해빙의 성장이나 용해에 영향을 주고 빙해지역을 향해 하는 선박의 빙상 적설은 속력이나 복원성에 영향을 준다. 북극해 해빙의 적설 깊이를 보면 평탄 빙상의 적설 두께는 북극해 항로의 경우 0~10cm정도이다. 다만 다년빙의 적설 깊이는 평탄부를 기준으로 12~18cm 이며 그린란드 지역의 경우 최대 200cm까지도 나타난다.

2.2.3 해빙(Sea ice)[1][3]

해빙은 얼어붙은 바닷물이다. 얼음이 물보다 밀도가 더 낮기 때문에 바다 위에 떠 있다. 해빙은 나이에 따라서 분류할 수 있는데 새로운 빙(new ice), 닐라스(nilas), 영 아이스(young ice), 1년생 빙(first-year sea ice), 2년생 빙(second-year sea ice), 다년생 빙(multi-year ice)으로

4) 북위 60도 기준이며 1981-2010 평균값을 기준으로 1900-2012까지의 연간 지표면 평균 온도 이상(Temperature anomaly)값이다.

분류할 수 있다.

새로운 빙은 아직 단단한 빙이 아니고 최근에 얼어붙은 바닷물에 사용되는 일반적인 용어이고 닐라스는 두께 10cm까지의 해빙을 말하고 영 아이스는 닐라스와 1년생 빙 사이의 단계이며 두께 10~30cm까지이고 1년생 빙은 영 아이스에서 발달하여 겨울을 1회 이상 넘기지 않은 해빙으로 두께가 30~200cm 정도이며 이것은 얇은 1년생 빙(두께 30~70cm), 보통의 1년생 빙(두께 70~120cm)와 두꺼운 1년생 빙(120~200cm)로 나눌 수 있다. 2년생 빙은 적어도 한 번의 여름을 걸치며 녹지 않고 남아있는 해빙과 다년생 해빙은 적어도 두 번의 여름을 걸치며 녹지 않고 남아있는 해빙이다.

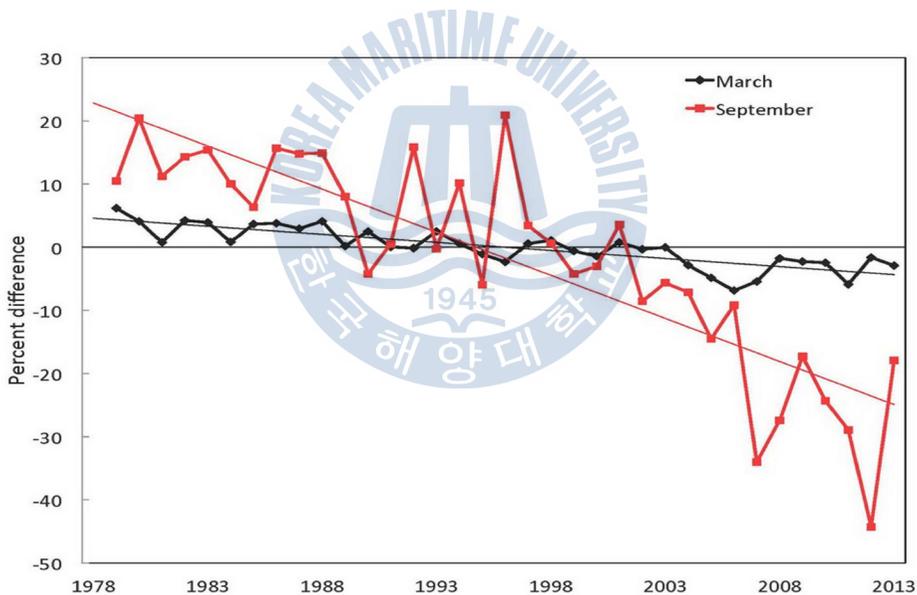


Figure 2.6 Time series of ice extent anomalies in March and September (Source: Arctic Report Card 2013, NOAA)

Figure 2.6은 1981년에서 2010년까지의 3월과 9월의 평균 해빙의 넓이 값을 기준으로 매년 차이를 나타내는 그래프이다. 그림에서 보는 바와 같이 매년 해빙의 넓이는 줄어들고 있으며 3월과 9월 기울기는 10년마다

2.6%와 13.7%로 감소하고 있는 것을 보여준다. 즉 여름철에는 해빙의 면적은 급격하게 줄어들고 있음을 보여준다. 여기서 3월과 9월을 기준으로 잡은 이유는 각각 겨울과 여름의 끝이며 이 시기에 연중 최대와 최소의 해빙의 면적을 나타내기 때문이다.

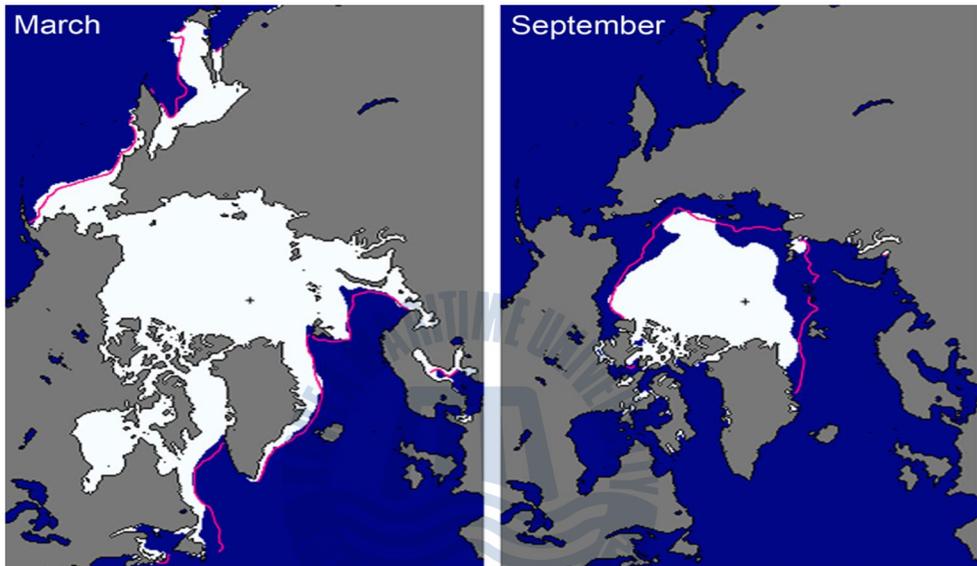


Figure 2.7 Sea ice extent in March 2013 (left) and September 2013 (right), (Source: Arctic Report Card 2013, NOAA)

Figure 2.7은 1981년에서 2010년까지의 해빙의 평균면적을 기준으로 2013년 3월과 9월의 면적을 보여주고 있다.

2.2.4 백야와 극야[2]

북극해에는 베링해협 주변의 작은 해역을 제외하면 거의 전역이 66도 33분 이남쪽으로 속해 있으므로 태양이 24시간 내내 지지 않는 백야와 반대로 태양이 24시간 동안 뜨지 않는 극야 현상이 발생한다.

북위 78도 55분에 위치한 다신기지의 경우 6~8월 중 여름철이 되면 하루 종일 해가 지지 않고 지평선 위를 일정한 각도를 이루며 하루 한

바뀌씩 선회한다. 반면 11월~2월 기간 중 겨울철 극야가 되면 해가 뜨지 않고 밤에서 새벽으로 넘어가는 시점의 환경이 지속된다.

라티프해 해양(북위 72.5도)의 경우 1년 중 백야가 88일간, 극야가 76일간 나타난다. 백야와 극야 기간의 중심은 하지와 동지이며 봄, 가을의 일조시간도 하지와 동지에 따라 대칭되는 변화를 보인다.

2.3 북극의 정치, 경제적 현황[2]

과거의 북극항로에 대한 연안국과 미국 등의 분쟁은 주로 군사방어 지역, 오염 방지지역, 영해와 내수의 권리주장 등에 대한 의견 대립 수준이었으나 유엔해양법협약의 발효에 따른 12해리 영해, 배타적경제 수역제도 등의 확립과 연안국의 해양주권에 관한 법률 등이 강화되면서 분쟁의 핵심은 항로가 경유하는 주요 해협, 국제해협 여부로 집중되는 추세로 변화되었다. 그 이유는 해양법협약에서 국제 해협이 명확하지 않기 때문이다.

북동항로 개설 이후 그동안 러시아는 북동항로에 대하여 자국의 연안 관할권이 미치는 것으로 간주하여 타국의 통항을 방해하여 왔다. 2차 세계대전 이전부터 북극해 연안도시에 물자공급을 위해 북동항로를 이용하여 왔으나, 냉전시절에는 군사안보 차원에서 서방세계에 북동항로의 개방을 전면 금지해 왔다. 냉전종결 이후 1987년 무스만스크에서 북동항로에 대한 개방을 선언함에 따라 북동항로는 국제수송로로서 개발이 가능하게 되었다. 이에 따라 1999년 북극해 항로운항 규칙이 마련되고, 그 다음해 북극해항로위원회가 설치되어 외국선박의 북동항로의 이용에 따른 허가절차 및 기타 규제조항이 만들어졌다.

한편, 최근 들어 지구온난화에 따른 북극해 해빙 가속화로 북극해 영유권 논란이 제기되자, 러시아는 북동항로에 대한 기득권을 강화하기 위해 2008년 북극의 러시아 국경에 관한 법률을 수립할 것을 지시 하는 등 북극에 대한 공세정책을 강화하였다.

1987년 소련의 ‘무르만스크 선언’ 이 계기가 되어, 북극해 연안국은

북극의 환경 변화를 연구하고 생물의 다양성을 유지하는 등 북극을 보호하고 항로·자원 등을 개발하기 위한 협력 메커니즘 도입의 필요성을 공감하게 되어 이에 따라 북극해 연안국 5개국과 북극해 인근의 북유럽 3개 국가(스웨덴, 핀란드, 아이슬란드 등) 총 8개국을 정회원으로 하는 북극이사회(Arctic Council)가 설립되었다.

자원 확보에 대한 관심이 증대하면서, 북극의 자원개발에 대한 북극해연안국과 국제사회의 이해관계가 상충하는 지역으로 거듭나게 되었다. 2008년 미국 지질조사국(United States Geological Survey)이 내놓은 자료에 따르면, 북극해에 매장된 석유는 약 900억 배럴, 액화 천연가스는 440억 배럴로 추정하고 있다. 석유와 가스 이외에도, 북극에는 막대한 양의 금, 다이아몬드, 백금, 은, 구리, 아연, 니켈, 납 등의 자원과 함께 중석, 인회석, 농축광 등의 광물자원이 매장되어 있는 것으로 알려져 있다.

자원개발의 측면과 함께 북극지역의 결빙 감소로 인하여 북극항로에 대한 가능성과 이점도 주목을 받고 있다. 북극항로를 통한 유럽과 동아시아간의 항로거리가 수에즈운하를 경유하는 것에 비해 60% 정도에 불과하다는 거리상의 이점과 함께, 추후 북극해지역의 자원개발이 본격화될 경우 북극해항로를 통한 자원 확보라는 자원전략적인 이점도 존재하고 있다. 아직까지는 북극점 인근에 두꺼운 해빙이 존재하여 쇄빙선의 호송 없이 상선이 단독으로 항해하기는 불가능하다. 그러나 거리상의 이점과 자원 전략적 장점을 가진 북극의 항로는 2009년 북극 이사회의 연구결과에 따르면 약 1조 달러 규모의 경제적 가치를 가지고 있다고 한다.

2.4 우리나라 관점에서의 북극항로[4]

우리나라 관점에서 북극항로는 크게 두 가지 관점으로 볼 수 있을 것이다. 하나는 북극해 주변 지역에서의 지하자원을 통해 에너지 수입 다변화와 수입단가, 운송비 등을 감소시킬 수 있을 것이며 다른 하나는 부산항이 아시아와 유럽항로를 잇는 국제 허브항으로 될 수 있는 기회

이다.

우리나라의 경우 석탄, 철광석, 원유, 천연자원 등 대부분의 에너지 자원과 원료자원을 수입에 의존하고 있는 데, 석탄은 중국, 호주, 남아프리카공화국에서 수입하고 있고, 원유는 중동에서 철광석은 브라질, 천연가스는 중동이나 동남아국가에서 수입하고 있다. 이러한 수입지역보다 북극해 주변지역에서의 천연자원 수입이 경제적일 수 있을 것이다. 에너지 자원과 같은 화물은 대량화물로서 수송에 따른 물류비용의 비중이 높다. 따라서 이들 화물은 수송거리가 짧을수록 물류비용이 싸져서 수입 단가가 낮아지며 이러한 점이 우리나라로서는 상당히 중요한 문제가 될 수 있다.

우리나라가 수입하는 대부분의 천연자원이 북극해 주변에서 개발, 생산되고 있어 북극항로가 개발되고 천연자원개발이 본격적으로 이루어지면 현재보다 저렴한 비용으로 에너지 자원을 수입할 수 있는 장점이 있다. 우리나라는 최근 천연가스 수입지역 다변화를 통해 중동 이외 지역 가스개발을 확대하고 있고 러시아에서 북한을 통과하는 파이프라인 LNG 도입을 추진하고 있으나 대북관계 경색으로 북한을 통과하기 어려우면 LNG선박수송을 추진할 예정이다. 삼척 제4 LNG 생산기지를 2015년까지 2조 7천억원을 들여서 건설할 계획이다. 현재 우리나라는 한해 약 2천 7백만톤의 액상 천연가스를 도입하고 있는데 대부분 중동 등 수송거리가 3천마일 이상인곳에서 도입하고 있다.

LNG 가격이 동일하다고 전제할 경우 북극해를 통한 항로거리를 비교해 보면 중동의 오만-인천까지의 거리가 5,700해리이고, 러시아 페벡(Pevck)-삼척까지의 거리는 3천6백 해리이며, 소요기간은 중동에서는 12일 러시아에서는 7.5일이 걸려 북극항로를 통한 수입이 경제적임을 알 수 있다. 우리나라는 연간 원유를 1억천6백만톤을 중동과 동남아시아에서 도입하고 있으며 최근에는 아프리카지역까지 원거리에서 수송하고 있다. 석탄의 경우 9천만톤의 유연탄과 9백만톤의 무연탄을 호주와 인도네시아, 캐나다, 중국에서 도입하고 있다.

이러한 에너지 자원을 북극항로를 통해 러시아 지역에서 도입할 경우 운송거리의 단축으로 운송비용이 줄어드는 장점이 있다. 아울러 북극항로가 개발되면 이곳을 이용할 수 있는 선박은 기존의 선박보다 훨씬 강화된 선박구조와 장비를 갖추어야 하므로 이는 새로운 조선 산업 및 선박 기자재에 대한 커다란 수요로 나타날 것으로 예상된다. 따라서 세계적인 조선산업을 가지고 있는 우리나라로서는 막대한 관심을 가지지 않을 수 없다

도시국가 싱가포르의 번영을 이야기할 때 아시아-유럽항로가 지나가는 말라카해협에 위치한 지정학적 이점을 빼놓을 수 없다. 지금도 세계 2위 항만이지만 중국의 항만이 부상하기 전엔 독보적인 1위항이었다.

싱가포르는 산유국도 아니고 대형 정유사도 없지만 선박 급유가 활성화되면서 전 세계 석유제품의 거래소 역할도 하고 있다. 선박 운항비의 35~40%를 차지하는 급유비가 싱가포르에 떨어지고, 국가 차원의 전폭적 지원에 힘입어 선박금융 등이 활성화되면서 아시아 금융 중심지인 오늘의 싱가포르를 있게 했다.

부산항은 저렴한 항만 비용, 우수한 서비스, 높은 인지도 등 여러 장점을 갖추고 있다. 북극항로의 활성화가 되면 이런 부산항에 싱가포르가 가지고 있는 지정학적 이점까지 가지게 되어 국제 허브항으로서 발돋움할 수 있는 기회를 잡을 수 있게 된다.

2.5 방한(Winterization)

2.4.1 착빙(Icing)[5]

북극해 운항하는 선박에서의 착빙은 가장 심각한 위험요소 중 하나이다. 이러한 착빙은 안정성의 저하, 노출된 장비의 작동 성능의 감소, 선원들의 주거성 및 작업성에 좋지 않은 영향을 미친다.

노출된 갑판에 착빙 후 선박이 침몰하거나 운항이 불가능하게 되었을 때 많은 선박들과 생명들이 잃었다. **Figure 2.8**과 **2.9**에서 보는 바와

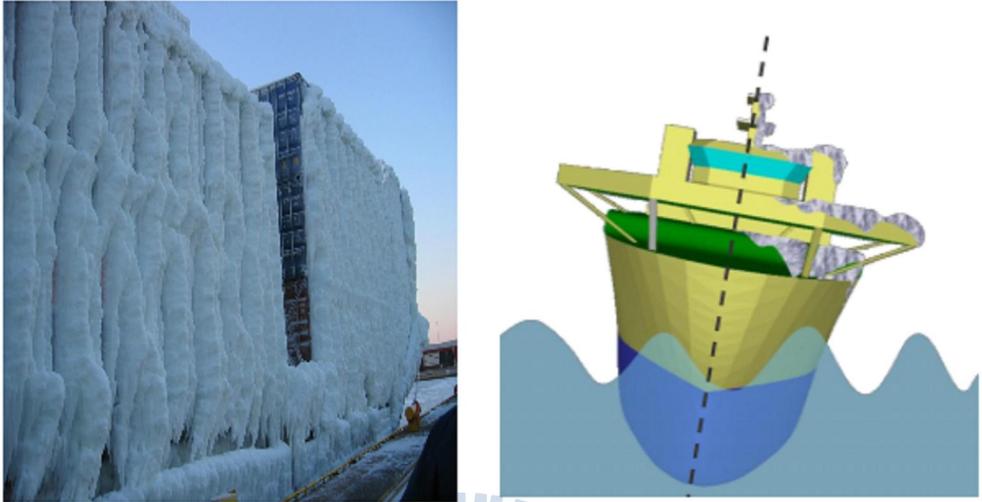


Figure 2.8 TCG movement due to sea spray icing(Source: Stotail & www.wordpress.com)



Figure 2.9 Icing on deck(Source: www.groupocean.com)

같이 착빙으로 인한 부가중량은 건현(Freeboard)를 감소시키고 수직중심(VCG : Vertical center of gravity)의 위치를 증가시켜 복원성

(stability)을 저하시키고 바람이 불어오는 쪽의 착빙은 횡방향 중심(TCG: Transverse center of gravity)를 이동시켜 심한 롤링(Rolling), 피칭(Pitching) 또는 전복(Capsizing)등이 발생하기도 한다.

특히 이 현상은 작은 배일수록 특히 위험하다. 왜냐하면 바다의 물보라(Sea spray)에 상대적으로 많이 노출되어 있고 상대적으로 작은 양의 착빙에도 복원성을 잃을 수 있기 때문이다.

Figure 2.10은 착빙으로 인한 갑판기계의 작동 불가능한 상태를 보여주고 있고 선원들이 작업과 이동이 불가능 또는 어려움을 보여주고 있다.



Figure 2.10 Icing on the machinery and passage(Source: www.groupocean.com)

착빙은 발생 원인에 따라 대기 과정에 의해서 발생하는 서리, 무빙(霧氷, rime), 우빙(雨氷, glaze)와 바람에 의해 발생하는 바다 물보라 착빙(sea spray icing)으로 분류할 수 있다.

서리는 기온이 영하로 내려갈 때, 공기 중의 수증기가 승화하여 지면이나 물체의 표면에 닿아서 얼어붙은 것이며 북극해 지역과 같이 영하의 기온을 가지는 곳에서는 대기 중 수증기가 거의 없기 때문에 북극해 운항하는 선박의 경우 거의 고려할 필요가 없다.

무빙은 대기 중 분리된 물방울은 체적이 매우 작으므로 쉽게 과냉각이 될 수 있으며 어느점이하의 조건을 가지는 표면에 과냉각된 물방울이 맺히게 될 때 형성되는 것을 말한다.

우빙은 과냉각된 비, 이슬비 또는 안개 방울이 어느점이하 온도를 갖는 표면에 부딪칠 때 형성되는 착빙이며 이때 모인 물은 표면을 덮고 상대적으로 충분한 시간을 가지고 천천히 동결이 된다. 냉각되는 시간동안 표면은 거의 젖어 있기 때문에 매우 딱딱한 구조를 갖고 상대적으로 밀도가 높다(약 0.85g/cm^3).

북극해 운항하는 선박에서 가정 빈번하게 발생하고 위험한 바다 물보라에 의해서 발생하는 착빙(sea spray icing)은 노출된 갑판에 차갑고 과도로 인해 발생하는 물보라가 접촉이 되었을 때와 공기 온도가 어느 점 이하로 되었을 때 발생하는데 여기서 환경적인 요소와 선박의 특성 등의 요인이 고려되어야 한다. 착빙에 영향을 주는 환경적인 요소는 다음과 같다.

- 
- ① 바람의 속도
 - ② 대기온도
 - ③ 해수 온도
 - ④ 해수온도의 어느점
 - ⑤ 바람의 방향(선박과 상대적인)
 - ⑥ 스웰(Swell)과 파도의 특성(파도의 크기, 길이와 진행 방향)

잠재적인 착빙을 결정할 때, 환경적인 요소의 ①, ②와 ③은 가장 중요한 요소들이다. 해수온도의 어느점은 거의 일정하고 바람의 방향은 선수의 방향의 변화에 의해 변경되며 스웰과 파도의 특성은 바람의 방향과 관련이 있다. 착빙은 다음과 같은 환경조건이 존재하면 발생할 수 있다.

- ① 빠른 바람 속도 - 보통 9m/s 이상 하지만 가끔은 낮은 속도
- ② 낮은 대기 온도 - 어는점(-1.7℃) 이하
- ③ 낮은 해수 온도 - 보통 7℃ 이하

위 ①과 ②의 조건은 한랭전선이 지난 후 종종 발생하는 차가운 공기의 이류(移流, advection)과 관련이 있다. 이 현상은 늦가을, 겨울 또는 초여름에 대륙 위에서 또는 빙해지역에서 오픈워터로 이동할 때 가장 두드러지게 나타난다.

위에서 언급한 환경적인 요소와 추가적으로 선박의 특성에 의해서도 착빙의 정도가 결정이 된다. 선박의 젖은 노출된 갑판이나 다른 노출된 부분에 물이 있을 때 착빙은 발생할 수 있다. 고려해야 할 선박의 특성 요소는 다음과 같다.

- ① 선박의 속도
- ② 선수의 방향(바람, 파도와 스웰에 관한)
- ③ 선박의 길이
- ④ 선박의 건현(freeboard)
- ⑤ 선박의 조정
- ⑥ Ship Cold Soaking⁵⁾

일반적으로 선속이 빠르고 상대적으로 작은 선박과 낮은 건현의 선박은 같은 환경조건하에서 좀 더 많은 물보라가 선박에 영향을 미칠 것이다.

Overland (1990)는 물보라에 의한 착빙의 정도를 예측할 수 있는 아래와 같은 알고리즘(1)을 개발하였으며 알고리즘을 이용하여 만든 **Table 2.16**은 예상되는 착빙의 등급과 정도를 나타낸 것이다.

5) 선박이 낮은 온도에서 오랜 기간 동안(대부분의 선박은 2~3주)에 있었을 때 대기온도는 따뜻해 집에도 불구하고 선체의 온도는 낮은 상태로 남아있는 것을 의미하며 이 때 착빙은 예상되는 주어진 현재의 환경조건보다 더 심각해 질 것이다.(US Navy, 1989)

6) 여기서 착빙율은 참고용이며 실제 착빙율은 선박의 특성, cold soaking, 물보라에 노출된 정도 등에 의해서 결정되어진다.

$$PPR = \frac{V_a(T_f - T_a)}{1 + 0.3(T_w - T_f)} \quad (1)$$

PPR= 착빙 추정량($m^{\circ}C s^{-1}$)

V_a = 바람 속도(ms^{-1})

T_f = 해수의 어는점(보통 $-1.7^{\circ}C$ 또는 $-1.8^{\circ}C$)

T_a = 대기온도($^{\circ}C$)

T_w = 해수온도($^{\circ}C$)

Table 2.1 Icing Class and Rate(Source: www.groupecan.com)

PPR	<0	0-22.4	22.4-53.3	53.3-83.0	>83.0
착빙 등급	None	Light	Moderate	Heavy	Extreme
착빙율 (cm/hour)	0	<0.7	0.7-2.0	2.0-4.0	>4.0
(inches/hour)		<0.3	0.8-1.6	0.8-1.6	>1.6

2.4.2 제빙(De-icing)과 방빙(Anti-icing)

선박에서의 제빙은 착빙이 되어 있는 갑판, 기기나 장비 등을 적절한 방법으로 제거하여 원래의 기능을 사용할 수 있도록 만드는 것을 의미한다. 제빙의 방법에는 해머링, 스크랩 또는 온수 등을 이용하여 물리적으로 제거하는 방법이 주로 이용이 되며 비상시에 사용하지 않고 충분한 작동 준비 시간을 가질 수 있는 장비에 사용할 수 있을 것이다.

선박에서의 방빙은 착빙이 될 수 없도록 사전에 방지하는 것을 의미하고 착빙과는 관계없이 장비를 연속적으로 사용할 수 있는 상태를 유지해야 거나 언제든지 사용할 수 있는 상태를 유지해야 하는 장비 등에 사용될 것이다.

가장 기본적인 방법 중 하나는 덮개를 이용하여 장비를 보호하여 물의

진입을 막고 얼음을 보다 쉽게 제거하기 위해 사용되고 윈드라스 (Windlass)의 경우 **Figure 2.11**과 같이 구조로 하여 바람에 의해서 또는 선체와 부딪혀서 파도가 날려 생기는 착빙으로부터 보호되어 착빙을 방지할 수 있다.



Figure 2.11 Anti-icing for Deck Machinery(Windlass & Winch)



Figure. 2.12 Anti-icing for Liferaft(Source: www.viking-life.com)

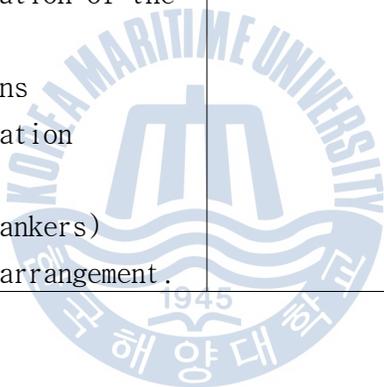
그리고 인명구조장비나 화재안전설비 등은 **Figure 2.12**와 같이 열선 등을 이용해 착빙을 방지하는 방법으로 언제나 사용가능한 상태를 유지할 수 있다.

일부 선급에서는 제빙(De-icing)과 방빙(Anti-icing)에 대하여 추가 부호를 정해 추가적인 규정을 요구하고 있다. DNV 경우, DEICE부호는 낮은 기후의 지역을 운항하는 선박에 대해서 적용이 되며 착빙상태에서 선박이나 그의 장비는 주기능, 운항능력, 복원성 또는 선원 안전등을 유지 하는 데에 목적을 두고 있다고 되어있다. 그리고 방빙(Anti-icing)과 제빙(De-icing)을 적용해야 하는 기기를 **Table 2.2**와 같이 분류하고 있으며 방빙(Anti-icing)과 제빙(De-icing)의 따라 추가 설비와 전력을 요구하고 있다.⁷⁾

Table 2.2 Equipment for Anti-icing & De-icing

Anti-icing 적용 장비 또는 구역	De-icing 적용 장비 또는 구역
- communication equipment (i.e. antennae)	- open deck areas
- scanning equipment (radar)	- gangways and stairways
- navigation lights	- helicopter deck if any
- windows in the wheelhouse	- superstructure
- window wipers	- railings
- equipment necessary for maintaining propulsion (i.e. cooling water sea chests)	- outdoor piping
- special equipment essential for safety, depending on type of vessel	- winches
- fire fighting lines and monitors	- shark jaw and guide pins
- anchors including windlass, chain and hawse pipe	- stern roller
	- deck lighting equipment.

<ul style="list-style-type: none"> - air pipe vent heads for tanks - air horns - lifeboats with davits - pick-up boats including launching area - liferafts, EPIRBs, escape exits - storage facilities for lifesaving outfit, - ventilation inlets to spaces where ventilation is essential for the safe operation of the ship - scuppers and drains - cargo tank ventilation arrangement - ESD valves (gas tankers) - Emergency towing arrangement. 	
---	--



제 3 장 북극항로 운항선박의 규정

3.1 Polar Code(안)

3.1.1 Polar Code(안) 제정 배경 및 현황

지구 온난화와 북극해 빙하의 감소로 인해 북극해 지역이 상업적인 선박의 운항이 고려되어 2002년 12월 23일 IMO의 해상안전위원회와 해양환경보전위원회는 공동회람문서(MSC/Circ. 1056, MEPC/Circ.399)로 북극해 빙하 해역을 항해하는 선박을 위한 지침서(Guide lines for Ships Operating in Arctic Ice-Covered Water)를 채택하였다.

이 지침은 기존의 IMO 규정에 추가하는 권고하는 형식의 문서로서 북극해를 항해하는 선박의 안전과 해양환경보호에 관하여 강제성을 가지고 있지 않는 지침서이다.

2002년에 ATCM(Antarctic Treaty Consultative Meeting, 남극조약협약 당사국회의)에서 북극해 빙하 해역을 항해하는 선박을 위한 지침서(Guide lines for Ships Operating in Arctic Ice-Covered Water)를 개정하여 남극에서도 적용할 수 있도록 요청하면서 IMO DE 소위원회⁸⁾는 2009년 12월 제52차 회의에서 북극해 빙하해역으로 제한을 두지 않고 극지해역(Polar Waters)으로 대체하여 남극해도 포함하는 것으로 결정함으로써 2009년 12월 2일 IMO 총회에서는 Resolution A.1024 (26), 극지해역을 운항하는 선박을 위한 지침서(Guideline for Ships Operating in

8) IMO(International Maritime Organization, 국제해사기구) Sub-Committee 재편성에 따라 DE (Ship Design and Equipment) 와 SLF(Stability and Load Lines on Fishing Vessels Safety)가 통합되어 SDC(Ship Design and Construction)가 새로 생겨 2014년 1월 회의부터 적용되었다.

Polar Waters)를 채택하였다.

또한 DE소위원회 제52차 회의에서는 일부 정부의 요청에 따라 상기 지침서를 강제화할 수 있는 코드 개발의 고려를 동의하였다.

2009년 5월과 6월에 열린 IMO MSC⁹⁾ 86차 회의에서 아르헨티나, 칠레, 덴마크, 미국 등에서 제출한 극지해역 항해 선박을 위한 강제화 코드 개발을 요청을 동의하여 2012년 코드 개발 완료를 목표로 DE 53차 회의 주요 의제로 다루기로 동의하였다.

그러나 각 관련국들의 의견차이로 인해 2014년까지 완료하는 것으로 연기되었으며 2014년 1월에 열린 SDC소위원회 1차 회의에서 2014년 10월에 열릴 MEPC¹⁰⁾ 67차와 2014년 11월에 열릴 MSC 94차 회의에서 각각 관련된 사항을 채택하기로 했다.

3.1.2 Polar Code(안)¹¹⁾ 구성 및 소개

전술한 바와 같이 2014년 11월에 열릴 MSC 94차 회의에서 채택될 예정인 Polar Code(안)은 GBS(Global-Based Standard)¹²⁾ 방식을 적용하여 Part I Safety Measure(안전조치)와 Part II Pollution Prevention Measure(오염방지조치)로 구성되어 있다.

각 Part에는 다시 강제사항인 A부분과 비강제사항인 권고사항 B부분으로 나뉘져 있다.

현재 Polar Code(안)은 **Table 3.1**에서 보는 바와 같이 Part I-A는 총 14장, Part II-A는 총 5장으로 구성되어 있다.

9) MSC : Marine Safety Committee, 해사안전전문위원회

10) MEPC : Marine Environment Protection Committee, 해양환경보호위원회

11) 2013년 9월과 10월에 가진 Intersessional Working Group(회기간 작업반 회의)에서 제출한 POLAR CODE의 초안 기준임.

12) 선박을 위한 규정(Regulations), 법규(Rules)와 표준(Standards)을 통하여 만족되어야 하는 상위 등급의 표준(Standards) 및 절차서(Procedures)이며 적어도 하나의 목표, 그와 관련된 기능적 요구사항(Functional Requirement)과 법규와 규정이 목표를 포함한 기능적 요구사항을 만족하는 지에 대한 적합성 검증(verification of conformity)을 포함한다. MSC.1/Circ. 1394참조.

Table 3.1 Structure of Polar Code(Draft)

Part	Section/ Chapter	Description
Introduction	Section 1	Goal(목표)
	Section 2	Source of hazards(위험의 원인)
	Section 3	Definition(정의)
	Section 4	Structure of the Code(코드의 구성)
Part I-A	Chapter 1	General(일반)
	Chapter 2	Polar Water Operational Manual(극지해역 운항 매뉴얼)
	Chapter 3	Structural integrity(선체구조)
	Chapter 4	Stability(복원성)
	Chapter 5	Watertight and weathertight integrity (수밀구획 및 풍우밀구획)
	Chapter 6	Machinery(기관설비)
	Chapter 7	Operational Safety(운항안전)
	Chapter 8	Fire safety/protection(화재안전/보호)
	Chapter 9	Life-saving appliances and arrangement (구명장치와 설비)
	Chapter 10	Safety of Navigation(항해안전)
	Chapter 11	Communication(통신)
	Chapter 12	Operational requirements of voyage in polar water(극지해역 항해의 운항 요건)
	Chapter 13	Certification and training(증서와 훈련)
	Chapter 14	Emergency control(비상통제)

Part II-A	Chapter 1	Prevention of oil pollution(기름 오염 방지)
	Chapter 2	Prevention of pollution from NLS(유해 액체물질 오염 방지)
	Chapter 3	Pollution by harmful substances in packaged form(유해한 패키지형태에 의한 오염)
	Chapter 4	Prevention of pollution by sewage from ship(선박오수 오염 방지)
	Chapter 5	Prevention of pollution by garbage(쓰레기에 의한 오염 방지)

3.2 핀란드와 스웨덴 정부, IACS 및 각 선급의 규정 등

3.2.1 FSICR

FSICR(Finnish-Swedish Ice Class Rule)은 핀란드 및 스웨덴 정부가 발행한 것이며 이 규정은 발틱 해를 운항하는 선박이 빙해에서 안전하게 항해할 수 능력과 겨울에 안전하고 원활하게 항해할 수 있는지를 보증하는 데에 그 목적이 있다.

Table 3.2 Structure of FSICR

Chapter	Description
1	일반
2	빙등급 흡수
3	주기관 출력
4	선체구조설계
5	러더와 타기 장치
6	추진기관
7	기타 기관장치 요건

이 규정은 **Table 3.2**와 같이 각 빙등급에 속 하는 선박의 선체구조, 최소 추진기관 출력과 러더(Rudder)강도 등을 정의하고 있으며, 현재 대부분의 선급 규칙에서는 FSICR를 인용하고 있다.¹³⁾

3.2.2 IACS 규정

국제선급연합회¹⁴⁾에서는 극지해역을 운항하는 선박에 적용하기 위한 통일 규칙으로서 ‘Unified Requirement concerning Polar Class’를 제정하여 운용하고 있다.

이 규칙은 I1 극지등급 설명과 적용, I2 선체구조요건, I3 기관 장치요건 등으로 구성되어 있으며 그 내용은 **Table 3.3**과 같다.

Table 3.3 Structure of IACS UR I Polar Class

Chapter	Description
I1 극지등급 설명과 적용	I1.1 적용
	I1.2 극지등급들
	I1.3 상/하부 빙 흘수선
I2 선체구조요건	I2.1 적용
	I2.2 선체 구역
	I2.3 설계 빙 하중
	I2.4 선체외판 요건
	I2.5~I2.9 누골
	I2.10 판 구조물
	I2.11 부식/마모 추가 및 강제 교환
	I2.12 재료
	I2.13 종강도
	I2.14 선수재와 선미재
	I2.15 부가물
I2.16 국부 상세	

13) Maritime Safety Regulation, TRAFI/31298/03.04.01.00/2010
(<http://www.trafi.fi/en/maritime>)

14) IACS : 런던보험협회(Institute of London Underwriters)의 선급약관(Institute of Classification Clause)에 등재되어 있는 선급들의 연합, IACS(International Association of Classification Societies, www.iacs.org.uk)

	I2.17 직접적 강도계산
	I2.18 용접
I3 기관장치요건	I3.1 적용
	I3.2 도면 및 시스템 설계
	I3.3 재료
	I3.4 빙과 상용작용 하중
	I3.5 설계
	I3.6 기관장치의 결속 하중 가속도
	I3.7 보조기관장치
	I3.8 해수입구와 냉각수 계통
	I3.9 평형수탱크
	I3.10 통풍장치
	I3.12 대체설계

3.2.3 RMRS(러시아선급) 규칙

러시아선급(RMRS, Russia Maritime Register of Shipping)에서는 IACS와 같이 극지해역을 운항하는 선박에 대한 규칙을 제정하고 있다. 이 규칙은 북극해 항해를 위한 Arc4~Arc9 등급과 북극해가 아닌 해역을 항행하는 선박은 Ice1~Ice3등급으로 각각 구분하여 별도의 규정을 두고 있다.

위 등급과는 별도로 낮은 온도에서 오랫동안 항해하는 선박을 보증하기 위한 Winterization(DAT)를 두어 설계공기온도를 설정하고 그에 맞는 규정을 정의하고 있고 추가적으로 ANTI-ICE 부호를 두어 착빙 방지를 위한 장비들의 요건을 정의하고 있다.¹⁵⁾

3.2.4 기타 선급들의 규칙

전술한 러시아선급과 별개로 대부분의 선급들(ABS, BV, DNV, KR, LR, NK 등)은 IACS 규정과 FSICR을 기초에 두고 각기 독자적인 규칙을 제정하고 있다.

15) RS Rule for the Classification and Construction of Sea-Going Ships

DNV선급은 기본 대빙 요구사항(Basic Ice Strengthening), 북발틱해 대빙 요구사항(Ice Strengthening for the Northern Baltic), 북극항해선박과 쇄빙선 요구사항(Vessel for Arctic and Ice Braking Service), DAT(-X℃) 요구사항과 극해등급 요구사항 등으로 구분하여 아래와 같이 정의하고 있다.¹⁶⁾

- ① 기본 대빙 요구사항(Basic Ice Strengthening)은 가벼운 빙 상태의 해역에서 항해하는 선박을 위한 규칙이다.
- ② 북발틱해 대빙 요구사항(Ice Strengthening for the Northern Baltic)은 겨울동안 북발틱해와 그와 비슷한 빙상태의 지역을 운항하는 선박을 위한 규칙이다.
- ③ 북극항해 선박과 쇄빙선 요구사항(Vessel for Arctic and Ice Braking Service)은 쇄빙선과 북극 또는 남극의 빙이 만연한 지역에서 도움이 없이 운항하는 여객선과 화물선을 위한 규칙이다.
- ④ DAT(-X℃) 요구사항은 낮은 온도의 지역을 오랫동안 운항하는 선박을 위한 규칙이며 여기서 온도는 승인을 위한 기초로 적용되는 설계온도를 의미한다.
- ⑤ 극해등급 요구사항은 IACS 요구사항과 동일하다.

16) DNV Rule for Classification of Ships for Navigation in Ice Part 5 Chapter 1

제 4 장 기관장치와 각종 설비 등에 대한 방한 규정 등

4.1 Polar Code(안)에 따른 선박등급[6]-[8]

Polar Code(안)에서 선박의 등급은 Category A 선박, Category B 선박과 Category C 선박으로 나눈다.

Category A 선박은 결빙이 오래된 빙하를 포함하는 중급의 일년 빙하해역을 운항하기 위해 설계된 선박이고, Category B 선박은 결빙이 오래된 빙하를 포함하는 얇은 일년 빙하해역을 운항하기 위해 설계된 선박이며, Category C 선박은 개방해역 또는 Category A 와 B보다 심하지 않은 빙하해역을 운항하기 위해 설계된 선박이다.

그리고 Polar Code(안)의 Category A 와 B 선박의 등급을 IACS 통일규칙인 ‘Unified Requirement concerning Polar Class ’에 규정된 극지등급(Polar Class), 선급들이 규정한 대빙등급(Ice Class) 등과 비교하여 정리하면 **Table 4.1, 4.2**와 같다.

이 표는 Polar Code(안)에서 일반적인 대빙등급(Ice Class)을 가진 선박의 선수구역(bow shell plate)의 두께를 기초로 하여 작성된 것이며 다른 치수, 재료, 기기, 타기 및 추진기 요구사항은 추가로 고려하도록 규정하고 있다. 그러나 Category C 선박에 해당하는 IACS 및 선급들의 대빙등급(Ice Class)은 규정하지 않고 있다.¹⁷⁾

Category A 와 B 선박은 해당되는 빙조건의 환경에서 선체 구조 및 재료 등이 안전하게 운항할 수 있도록 설계 및 건조되어야 한다고 되어 있다.

17) SDC 1-3, Part I-B, Additional guidance to chapter 3

Table 4.1 Approximate correspondence of structural strength between ice classes/polar classes for Category A ships

Class	Ice Class				
IACS PC	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
ABS		A4	A3	A2	
DNV	POLAR-30	POLAR-20	ICE-15 POLAR-10	ICE-10 ICE-15	ICE-05
GL		Arc3	Arc2	Arc1	
LR		AC2	AC1.5	AC1	
RS		Arc9/Arc8	Arc7	Arc6	

Table 4.2 Approximate correspondence of structural strength between ice classes/polar classes for Category B ships

Class	Ice Class	
IACS PC	PC6	PC7
FSICR	IA Super	IA
ABS	A1	A0
BV	IA Super	IA
CCS	B1*	B1
DNV	Ice 1A*	Ice 1A
GL	E4	E3
KR	IA Super	IA
LR	1AS FS	1A FS
NK	IA Super	IA
RINA	IAS	IA
RS	Arc5	Arc4

이에 상응하는 IACS와 선급들의 극지등급(Polar Class) 및 대빙등급(Ice Class)에서도 각 등급에 해당하는 환경에서의 선체구조의 보강 및 추진력의 정도 등을 요구하고 있다. Category C 선박의 경우 선체구조가 운항하는 조건에 만족하는 것으로 주관청이 인정하는 경우에는 추가적인 대빙요구사항은 없다.

Table 4.1 및 4.2에 있는 IACS Polar Class(PC)는 WMO(World Meteorological Organization) 해빙명명법의 빙 설명에 따라 Table 4.3과 같이 PC1~PC7과 같이 7개 등급으로 나누고 있다¹⁸⁾.

Table 4.3 IACS Polar Class Description

Polar Class	빙 기준
PC1	모든 빙하해역에서 연중 운항하는 선박
PC2	중급정도의 만년 빙하해역에서 연중 운항하는 선박
PC3	만년빙하가 포함된 2년생 빙하가 있는 해역에서 연중 운항하는 선박
PC4	결빙이 오래된 빙하를 포함하는 두꺼운 일년 빙하해역을 연중 운항하는 선박
PC5	결빙이 오래된 빙하를 포함하는 중급의 일년 빙하해역을 연중 운항하는 선박
PC6	결빙이 오래된 빙하를 포함하는 중급의 일년생 빙하해역을 여름/가을기간 동안 운항하는 선박
PC7	결빙이 오래된 빙하를 포함하는 얇은 일년생 빙하해역을 여름/가을기간 동안 운항하는 선박

DNV선급에서는 Category A에 해당하는 선박을 Table 4.4에서 보는 바와 같이 빙조건에 따라 선급부호(Class notation)를 부여하고, 해당 선급 부호별로 아래 사항들을 각각 규정하고 있다¹⁹⁾.

18) IACS UR I1.2

- 저온 대기온도에 노출되는 구조의 재료
- 구획, 비손상 및 손상 복원성
- 선체거더 종강도 및 횡강도
- 빙하중에 노출되는 국부 선체 구조
- 타 및 조타기
- 프로펠러 및 추진기관
- 냉각수 흡입구
- 공기 시동 시스템

Table 4.4 Description of DNV Classification Notation Acc. to Ice conditions (Category A)

선급 부호	조우하는 빙 종류	공칭 빙 강도 σ_{ice} (N/mm ²)	공 칭 빙 두께 h_{ice} (m)	제한 충격 조건
ICE05 ICE10 ICE15	압력봉우리 (pressure ridges)를 갖는 겨울 빙	4.2 5.6 7.0	0.5 1.0 1.5	충격은 기대되지 않음
POLAR 10 POLAR 20 POLAR 30	압력봉우리를 갖는 겨울 빙, 다년생 유빙 및 결정빙 개재	7.0 8.5 10.0	1.0 2.0 3.0	우발 충격
Icebreaker	상동	상동	상동	반복 충격

그리고 DNV선급의 경우 Polar(PL)등급 선박의 노출된 구조에 대한 강제등급은 해당 부재에 대한 설계온도에 기초하여 결정되는데 이 온도는 국제 항해 시에 일반적으로 예기되는 대기온도보다 낮은 온도를 기준으로

19) DNV Rules for Classification of Ships, Part 5 Chapter 1

하여야 하며 또 운항제한부호(항해를 연중 특정지역/시기에 한정)가 없는 경우는 -30°C 보다 더 높지 않도록 규정하고 있다.

DNV선급에서는 Category B에 해당하는 선박과 그 외 대빙등급 선박을 **Table 4.5**에서 보는 바와 같이 빙조건에 따라 선급부호(Class notation)를 부여 하고, 해당 선급 부호별로 아래 사항들을 각각 규정 하고 있다.

- 저온 대기온도에 노출되는 구조의 재료
- 구획, 비손상 및 손상 복원성
- 선체거더 종강도 및 횡강도
- 빙하중에 노출되는 국부 선체 구조
- 타 및 조타기
- 프로펠러 및 추진기관
- 냉각수 흡입구
- 공기 시동 시스템

Table 4.5 Description of DNV Classification Notation Acc. to Ice conditions (Category B & Others)

선급부호	설명
ICE-1A*	쇄빙선의 지원 없이도 힘든 빙 조건에서 운항이 가능한 선박등급
ICE-IA	필요할 때쇄빙선의 지원을 받아 힘든 빙 조건에서 운항이 가능한 선박등급
ICE-IB	필요할 때쇄빙선의 지원을 받아 보통의 빙 조건에서 운항이 가능한 선박등급
ICE-IC	필요할 때 쇄빙선의 지원을 받아 얇은 빙 조건에서 운항이 가능한 선박등급

DNV선급의 경우 대빙 구조보강을 한 선박은 **Table 4.5**와 같이 선급 부호를 부여하고 이 선박들은 **Table 4.6**에 기술된 빙 두께 h_0 를 넘지

얇은 평탄빙이 있는 개방수역을 향해하는 것을 전제로 하고 있다. 그러나 어느 시점이 있어서도 실제의 빙압이 선체에 작용하는 부분(실제 접촉 면적의 유효 높이)의 설계 빙 두께 h 를 넘지 말아야 한다.

Table 4.6 Value of h_o and h

대빙등급	h_o (m)	h (m)
ICE-1A*	1.00	0.35
ICE-IA	0.80	0.30
ICE-IB	0.60	0.25
ICE-IC	0.40	0.22

이상과 같이 DNV선급의 규칙에서는 Polar Code(안)에 규정된 Category A 및 B 선박을 중심으로 저온 대기온도에 노출되는 구조의 재료, 구획, 비손상 및 손상 복원성, 선체거더 종강도 및 횡강도, 빙하중에 노출되는 국부 선체 구조 등을 구체적으로 규정하고 있으나 기관장치 내지 각종 설비에 대해서는 구체적인 규정이 부족한 실정이다.

4.2 설계서비스온도(DST: Design Service Temperature)[6]

Polar Code(안)에서 낮은 대기온도(Low air temperature)는 -10°C 이하의 온도라고 정의하고 있고 설계서비스온도(DST : Design Service Temperature)는 선박설계를 위해 설정된 가장 낮은 대기온도라고 정의하고 있다²⁰⁾.

상기 온도들은 극지방을 향해하는 선박의 사용 재료 및 각종 설비에 대한 안전규정을 개발할 때 가장 중요한 요소 중 하나이며, 특히 각종 설비에 대한 형식승인시험에서 고려되어야 할 중요한 요소이다.

20) SDC 1/3 1.16 & 1.32

Design service temperature means the lowest air temperature selected for the design of the ship.

Low air temperature means air temperature less than or equal to -10°C .

2013년 9월 30일 IMO SDC소위원회회의의 작업반 회의에서는 -10°C 보다 낮은 온도에서 운항하는 선박에 적용할 수 있는 온도 기준점 즉 설계서비스온도가 필요하다고 판단하고 이를 깊이 논의하였으나, 설계서비스온도는 현행과 같이 선주(또는 조선소)에 의해서 설정하도록 결정하였으며 추가로 주관청에서는 설계서비스온도의 적용에 관한 지침을 개발 하는 것으로 결정하였다.

일부 선급에서는 전술한 4.1에서 언급한 극지등급(Polar Class) 및 대빙등급(Ice Class) 등과는 별도로 온도에 대한 부호(DAT-X, Winterization, COLD 등)를 추가로 요구하고 있다.

DNV선급의 경우 장기간 동안 낮은 대기온도 지역을 운항하는 선박과 PL등급을 부여받는 선박에 대해서는 추가로 DAT 부호를 요구하고 있다. 여기서 DAT는 설계대기온도(Design Air Temperature)이며 이는 강제등급 선택을 위한 기준으로 사용되는 참조 온도이다.

이 온도는 선박의 운항지역에서 가장 낮은 일일 평균대기온도의 통계적 평균²¹⁾으로 정의되며 선주(또는 조선소)에 의해서 설정하도록 되어 있다.

만약 설계대기온도에 대해 정해진 것이 없으면 선급부호 PC1에서 PC5까지(Category A선박)은 -35°C , PC6에서 PC7까지(Category B 선박)은 -25°C 로 각각 적용할 수 있도록 규정되어 있다.²²⁾

러시아선급 역시 낮은 기후 상태에서 장시간 운항하는 선박의 안전을 보장하기 위하여 Winterization(DAT) 부호를 추가적으로 요구하고 있다. 여기서 DAT는 DNV선급과 마찬가지로 설계대기온도(Design Ambient Temperature)를 의미하며 선주(또는 조선소)에 의해서 설정하도록 되어 있다. 이 온도는 선체 재료 및 추가적인 보호 장비가 없는 장치들의 설계온도로 이용된다.

21) Lowest Mean Daily Average Temperature: 적어도 20년동안 가장 낮은 일일 평균 온도

22) DNV rule Section 8. 302

4.3 극지서비스온도(PST: Polar Service Temperature)[13]

전술한 바와 같이 2013년 9월 30일 IMO SDC소위원회회의의 작업반 회의에서는 -10°C 보다 낮은 온도에서 운항하는 선박에 적용할 수 있는 온도 기준점 즉 설계서비스온도가 필요하다고 판단하고 이를 깊이 논의 하였으나, 설계서비스온도는 현행과 같이 선주(또는 조선소)에 의해서 설정하도록 결정하였으며 추가로 주관청에서는 설계서비스온도의 적용에 관한 지침을 개발하는 것으로 결정하였다.

그러나 2014년 1월에 개최된 IMO SDC소위원회에서는 아르헨티나가 상기 설계서비스온도 대신에 제안한 극지서비스온도(PST: Polar Service Temperature)를 사용하기로 결정하고 이를 Polar Code(안) 2.14에 규정²³⁾하게 되었다.

Polar Code(안)에서 극지서비스온도는 운항하는 극지해역의 평균일일 최저온도(MLDT: Mean Lowest Daily Low Temperature)²⁴⁾보다 10°C 또는 2σ (표준편차)²⁵⁾만큼 낮은 온도로 정의하였다.

따라서 Polar Code(안)이 적용되는 선박의 시스템과 장치들은 극지 서비스온도에서 완전하게 기능이 작동이 될 수 있도록 되어야 한다. 즉 외부의 낮은 대기온도를 직접 영향을 받는 시스템과 장비들은 극지 서비스온도에서의 완전한 작동이 보증되어야 한다.

4.4 디젤기관[9][10]

Polar Code(안)에서는 중요한 기기를 운전하기 위한 내연기관의 연소공기는 엔진 제조자로부터 제공되는 조건에 맞는 온도를 유지 하여 하고 또한 모든 흡기는 얼음이나 눈으로부터 막히지 않게 설치되는 것을 보증하기 위한 조치가 제공되어야 한다고 규정하고 있다[6].

23) Draft International Code For Ships Operating In Polar Waters, SDC 1/26

24) 연중 또는 항해기간동안의 하루 중 가장 낮은 온도의 평균값이며 적어도 10년 동안의 온도에 의해서 구해진 값이다.

25) 표준편차(Standard Deviation)는 월평균에서의 표준편차를 의미한다.

이 규정은 주 추진 장치를 기동하기 위한 주기관과 발전기를 구동하기 위한 보조기관에 모두 적용된다. SOLAS²⁶⁾ Chapter II-1 35 규칙 ‘Ventilation Systems in Machinery Space’ 에 따르면 A류 기관 구역은 황천 시를 포함한 모든 기상 상태 하에서 이 구역 내의 기관 또는 보일러를 전 부하로 운전하고 있는 경우에 인명의 안전과 쾌적한 환경 및 기관운전을 위한 충분한 공기공급을 유지하기 위하여 충분한 환기가 되어야 한다. 즉 이 규정은 충분한 공기공급을 목적으로 두고 있다. 하지만 Polar Code(안) 규정을 만족하기 위해서는 추가적인 규정이 고려되어야 한다.

여기서 추가적인 규정은 최소한 엔진 제조자로부터 제공되는 온도 조건에 따를 수 있어야 하고 흡입구에 얼음이나 눈으로부터 막히지 않도록 아래와 같은 추가적인 장치 및 방법이 있어야 한다.

첫째, 흡입구에 덮개, 가열수단 등의 장치를 이용해 얼음이나 눈으로 인해 원활한 흡기가 방해가 안 되도록 해야 할 것이며 추가적으로 화재 시 공기차단을 위한 기관실 공기 흡입구의 FIRE DAMPER가 극해지방 환경 내에서 작동할 수 있는지를 반드시 고려해야 할 것이다.

둘째, 내연기관의 연소공기의 온도가 엔진 제조자로부터 제공되는 조건에 따르기 위해서는 추가적인 가열장치를 설치하여 할 수도 있으나 주요 엔진 제조사들은 극해지방 환경 내에서 내연기관을 운전하기 위해 엔진제조사에서는 추가적인 장치로 정상적인 엔진운전 조건을 만족할 수 있게 하고 있다.

위의 내용을 이해하기 위해서는 대기온도, 연소공기온도와 내연기관의 운전조건에 관계에 대해 먼저 이해할 필요가 있다. 일반적으로 연소공기의 온도는 기관실 온도와 관계가 있다고 생각할 수 있다.

그러나 대부분의 기관실에서 연소공기를 흡입을 위한 과급기의 상단에는 기관실 통풍장치의 통풍구가 바로 위치해 있다. 이것은 과급기에 충분한 연소공기를 공급하기 위한 것이다. 따라서 과급기로 들어가는 연

26) SOLAS : International convention for the safety of life at sea, 海上人命安全條約

소공기의 온도는 기관실온도가 아닌 대기온도의 영향을 받게 된다.

정상적인 내연기관 운전상태에서 과급기로 흡입되는 연소공기의 온도는 대기온도보다 단지 약 1~3℃ 높다.

이와 같이 낮은 대기온도에서 과급기로 흡입되는 낮은 연소공기 온도는 높아진 밀도로 인해 정상적인 온도에서의 공기양보다 많은 양이 공급되어질 것이다. 내연기관 실린더내의 좀 더 많은 공기양은 압축압력과 최고 폭발 압력을 증가시킬 것이고 어떤 부분의 압력은 설계압력보다 높아질 것이고 내연기관의 손상의 위험이 생길 것이다.

현재 이에 대한 대책으로서 주요 내연기관 제조사들은 다음과 같은 방법을 제시하고 있다.

- ① 흡기공기의 예열
- ② 소기의 바이패스 시스템
- ③ 배기의 바이패스 시스템

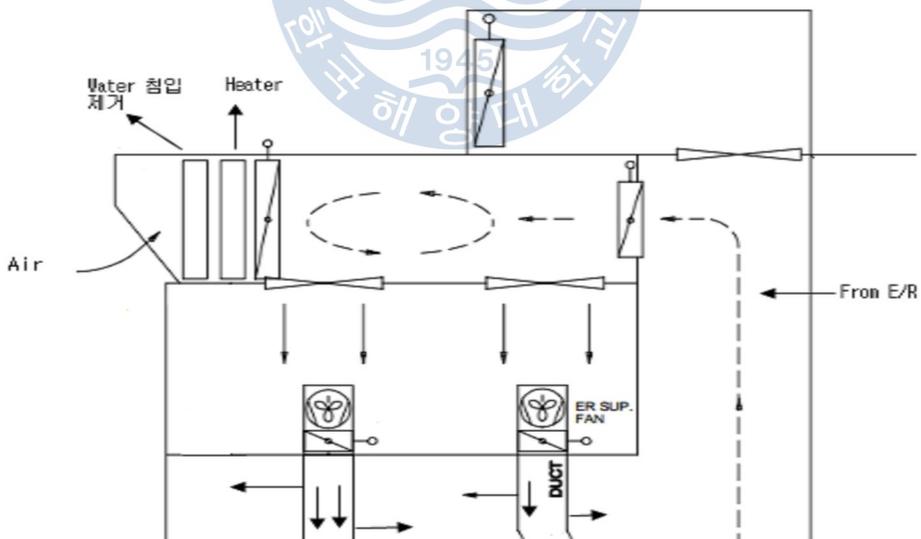


Figure 4.1 Diagram of E/R Ventilation

흡기공기의 예열은 **Figure 4.1**과 같이 통풍장치의 흡입구와 통풍구에 별도의 가열장치를 설치하여 내연기관 제조사에서 정한 온도 범위 내의 공기를 공급하는 것이다.

그림과 같이 외부로부터 들어온 공기는 수분제거장치에 의해 수분이 제거된 후 히터를 거쳐 공급되는 공기는 기관실로부터 가열된 순환되어 되돌아온 공기와 함께 기관실 송풍기(E/R Supply Fan)을 통해 기관실로 공급되어 진다.

그러므로 엔진제조사에서 요구하는 소기온도에 적합한 연소용 공기가 과급기로 공급되어 질 수 있게 된다.

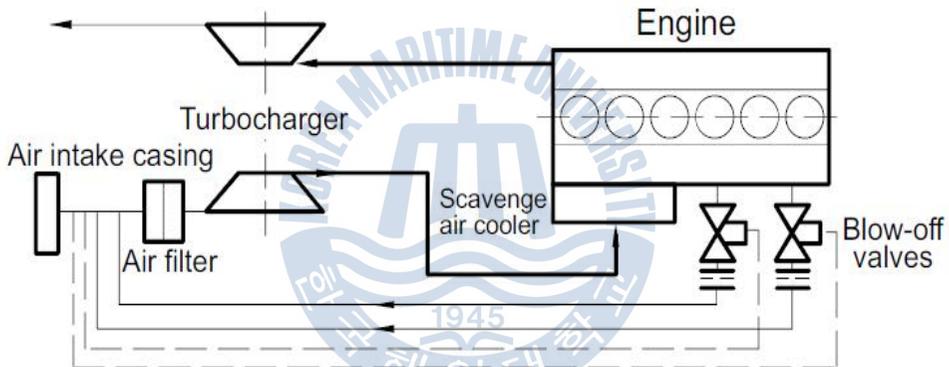


Figure 4.2 Diagram for blow-off line of Diesel Engine
(Source: www.wartsila.com)

소기 바이패스 시스템은 **Figure 4.2**와 같이 소기 리시버(Receiver)에 블로우오프 밸브(BLOW-OFF VALVE)를 설치하여 낮은 대기 온도로 인해 설계보다 많은 공기양이 공급될 시에는 블로우오프 밸브(BLOW-OFF VALVE)를 열어 실린더내로 공급되는 연소공기의 양을 줄여 연소공기의 압력을 줄일 수 있다.

배기 바이패스 시스템은 **Figure 4.3**과 같이 과급기에 들어가는 배기가스를 바이패스 시켜 과급기의 압축기효율을 감소시킴으로서 실린더 내

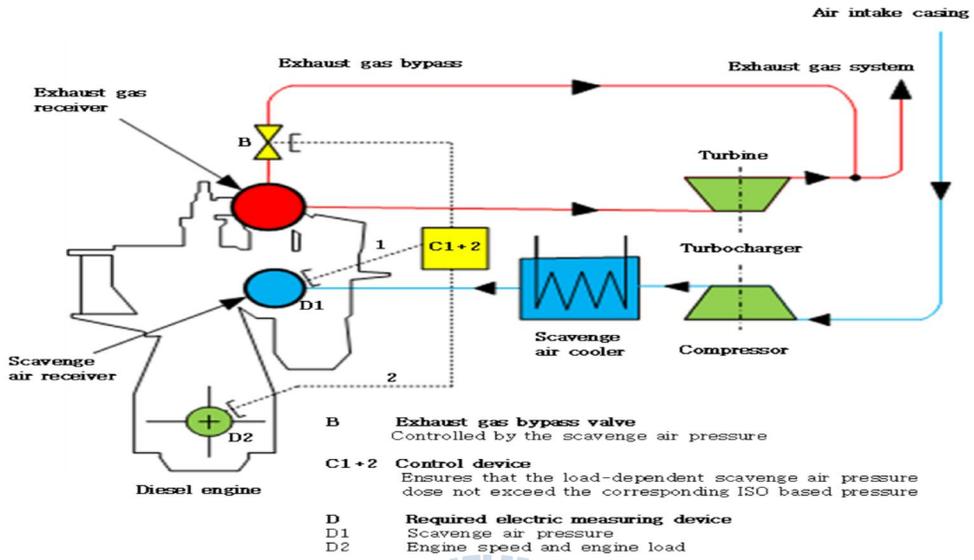


Figure 4.3 Diagram for bypass line of Diesel Engine
(Source: www.mandieselturbo.com)

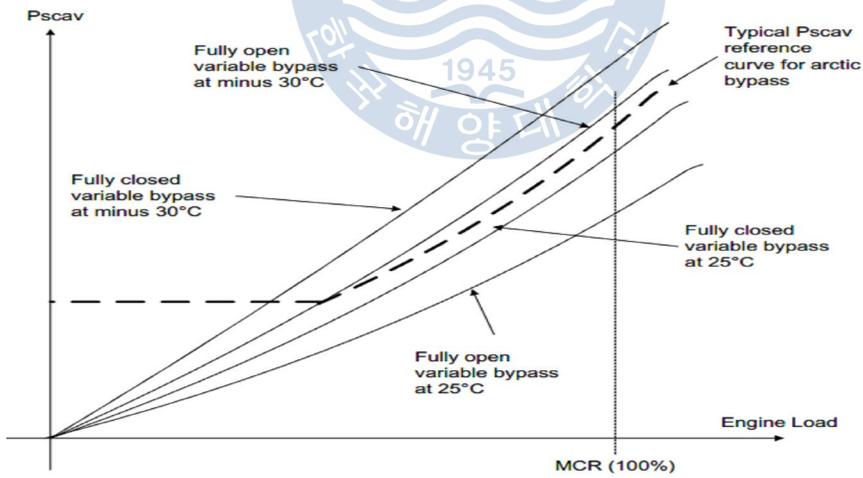


Figure 4.4 Graph for control variable bypass
(Source: www.mandieselturbo.com)

로 공급되는 연소공기의 양을 줄여 연소공기의 압력을 줄일 수 있다.

배기 바이패스 시스템에서 소기공기량은 **Figure 4.4**에서 보는 바와 같이 이상적인 소기압력그래프와 비교하여 바이패스 밸브(bypass valve)를 조정함으로써 소기압력을 감소시키고 그 결과 압축압력과 최고 폭발압력이 설계치 이상 증가되는 것을 방지할 수 있게 된다.

그러므로 위와 같은 방법을 고려하여 연소공기의 온도 및 압력을 조정하여 내연기관 제조사의 운전조건을 만족하여 극해지방 환경내에 서도 정상적인 운전이 가능할 것이다.

참고로 IACS의 통일 규칙과 일부 선급들의 규정에 따르면 기관구역 및 거주구역의 통풍을 위한 공기 흡입구는 선박의 양쪽에 위치하여야 하며 가열수단을 갖추어야 하고 그로부터 기관장치에 공급되는 흡기 공기는 기관장치의 안전한 운전에 적합하여야 한다고 되어 있다.

4.5 해수흡입장치

Polar Code(안)에서는 기관장치들은 낮은 온도, 착빙 그리고 다른 불리한 환경에서 작동할 수 있도록 설계 및 건조되어야 한다고 되어있다[6].

위의 규정처럼 특별히 해수흡입장치에 대한 구체적인 언급은 없으나 기관 장치들이 해수흡입장치의 너무 낮은 해수 온도와 빙으로 인해 막히는 현상으로 인해 원활하게 작동하지 못하는 것을 방지해야 한다.

위의 규정 외에 IMO의 MSC/Circ. 504²⁷⁾을 참고할 수 있다. **Figure 4.5**와 같이 해수 박스에서 얼음과 공기가 분리할 수 있도록 하고 시박스의 낮은 곳에서 시베이(Sea bay) 쪽으로 보내 얼음이 포함 하지 않은 해수를 시베이로부터 공급 받을 수 있고 해수재순환라인을 통해 해수온도도 조정할 수 있다.

그리고 IACS와 선급에서는 해수흡입장치에 대한 구체적인 규정을 요구하고 있다. 한국선급의 규정²⁸⁾을 예로 들면, 해수흡입장치는 빙해

27) MSC/Circ. 504 Guidance on Design and Construction of Sea Inlet Under Slush Ice Condition

28) 3편 선체구조 20장 대빙구조 702. 해수흡입 및 냉각수 장치

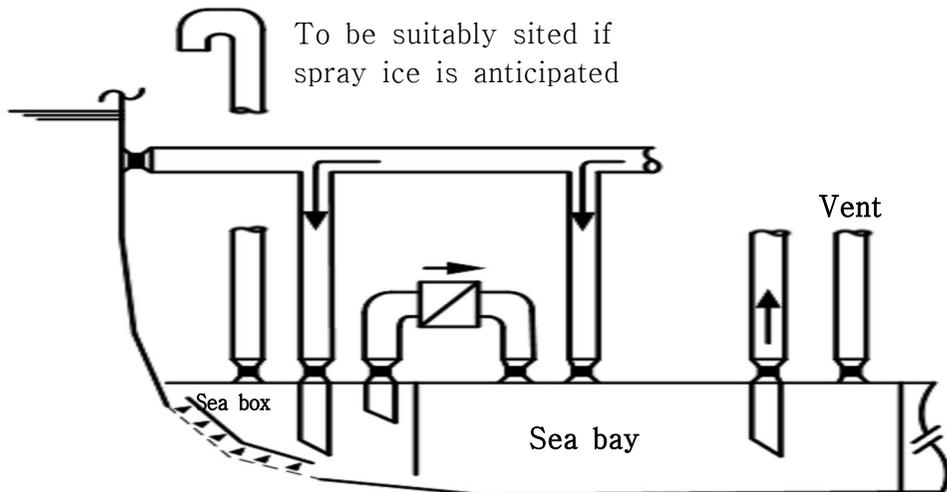


Figure. 4.5 Diagram for Seachest(Source: MSC/Circ. 504)

항해 중에도 냉각수를 충분히 공급할 수 있도록 하기 위하여 적어도 한개의 시체스트를 다음과 같이 설치하도록 하고 있다.

- ① 해수입구는 가능한 한 선미측 선체 중심선 근처에 위치해야 한다.
- ② 시체스트 용적은 선박에 설치되는 합계출력의 750kW당 1m³ 이상이어야 한다.
- ③ 시체스트는 얼음이 해수흡입관보다 상부에 모일 수 있도록 충분한 높이를 가져야 한다. 따라서 시체스트 높이는 다음 값보다 작아서는 안된다. 또한, 흡입관 입구는 시체스트 정부(top)으로부터 h_{min}/3 보다 낮은 곳에 위치하여야 한다.

$$h_{min} \geq 1.5 \sqrt[3]{V_s}$$

$$V_s = \text{시체스트용적}$$

- ④ 시체스트에는 배출되는 냉각수 전량을 순환시킬 수 있도록 냉각수 선외배출관을 연결하여야 한다.
- ⑤ 시체스트에는 흡입관의 4배 이상의 유통단면적을 스트레이너판을 부착하여야 한다.

- ⑥ 상기 ②항과 ③항의 규정을 만족하기 곤란한 경우에는 냉각수의 흡입과 배출을 번갈아 할 수 있도록 2개의 작은 시체스트를 배치할 수 있다.
- ⑦ 열선은 시체스트 상부에 설치 할 수 있다.

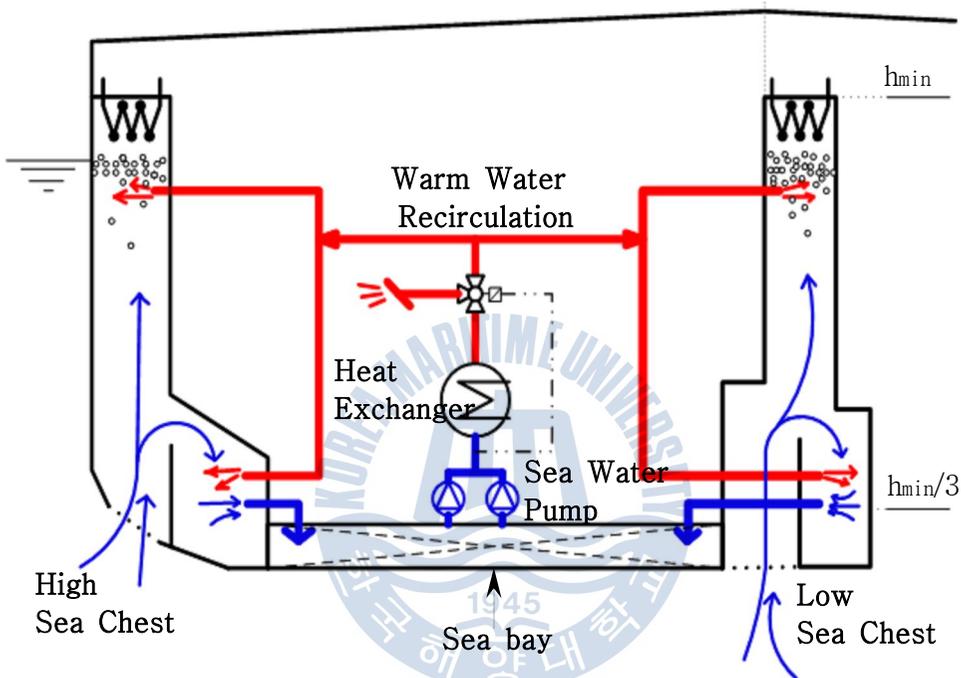


Figure 4.6 Diagram for Sea Chest

Figure 4.6에서 보는 바와 같이 시체스트로부터 들어온 얼음과 해수는 방해판(Baffle plate)에 의해 바로 시베이로 이동하는 것을 방지하고 위로 이동하면서 얼음과 해수가 밀도 차이로 인해 얼음은 위(h_{min})로 이동할 것이며 해수는 밑으로 가라 앉는다. 따라서 시체스트 하부($h_{min}/3$)에 위치 한 시베이로의 흡입관은 얼음이 아닌 해수만을 흡입 할 수 있다. 이렇게 얼음이 분리된 해수는 시베이를 통해 냉각 개통으로 공급되어 진다.

그리고 해수온도가 낮은 지역에서 해수 흡입온도를 일정 온도이상으로 유지하고 시체스트의 제빙(De-Icing)을 위하여 아래의 장치 등을 고려할

필요가 있다.

- ① 선외측으로 배출되는 냉각수를 시체스트 또는 시베이측으로 재순환
- ② 시체스트 상부 즉 얼음이 모이는 상부의 제빙(De-icing)을 위하여 히팅 코일, 증기히터, 증기 스팀 라인(steam blowing line) 등

상기와 관련하여 한국선급의 규정에서는 ‘열선(heating coil)은 시체스트 상부에 설치 할 수 있다’ 고 규정하고 있다. 이 규정에 따르면 전기, 증기 등을 열원으로 사용할 수 있는 것으로 볼 수 있다. 한편 규정에서 열선(heating coil)은 시체스트 상부에 설치하도록 되어 있으나 열원으로 증기를 사용하는 경우 해당 파이프의 손상에 의한 기관실의 해수 침입에 대한 고려가 필요하다.

4.6 인명구조설비

4.6.1 구명정 및 구조정[10]

2014년 1월 SDC소위원회 이전의 Polar Code(안)에서 모든 인명구조 장치와 그와 연관된 장치들은 설계온도와 가능한 불리한 환경조건 아래서 작동되어야 하며 만약 인명구조장비의 권고사항이 낮은 온도에서의 작동에 대한 사항이 없다면 인명구조장비에 대한 시험은 설계서비스온도보다 10도 낮은 온도에서 시행되도록 규정하고 있었다.[6]

그러나 2014년 1월 SDC소위원회에서 개정된 Polar Code(안)에서 모든 인명구조 장치와 그와 연관된 장치들은 극지서비스온도와 가능한 불리한 환경조건 아래서 작동되어야 하며 이를 보증해야 한다고 규정하고 있다 [6].

따라서 POLAR CODE(안)가 발효되는 경우 우리나라의 선박용물건의 형식 승인 시험 및 검정에 관한 기준은 개정될 필요가 있다. 개정 내용에 대해서는 이하에서 별도로 기술하기로 한다.

한편 구명정과 구조정 관련하여 IACS 및 선급의 규정범위가 아니므로 관련규정은 없으나 러시아선급에서 ANTI-ICE 부호 규정으로 구명정의 후크 이탈장치와 생존정의 진수장치에 방빙(Anti-icing)장치를 요구하고 WINTERIZATION 부호를 부여받는 경우 구명정과 구조정에 대한 추가적인 요건을 규정하고 있다.

구명정에 대한 추가적인 요건은 다음과 같다.

- ① 전폐식이어야 한다.
- ② 개인생존장비의 방한복을 입은 선원을 수용할 수 있어야 한다.
- ③ 구명정의 용골(keel)은 빙으로부터 보호하기 위해 추가적인 강 또는 동등한 재료의 strip이 있어야 한다.
- ④ 엔진은 설계대기온도에서 2분이내 기동할 수 있는 장치가 있어야 하고 2가지 독립된 방법의 기동장치가 있어야 한다.
- ⑤ 엔진냉각계통은 설계대기온도에서 작동이 보장되어야 한다.
- ⑥ 프로펠러는 빙으로부터 손상에 대해 보호되어야 한다.
- ⑦ 운전석은 전기적으로 난방이 되어야 한다.
- ⑧ 창문은 운전석으로부터 충분한 시야를 확보할 수 있도록 가열되어 져야 한다.
- ⑨ 설계대기온도에서 작동 가능한 고정식 two-way VHF 장치가 있어야 한다.
- ⑩ 식수는 어는 것 때문에 팽창이 가능한 용기에 보관되어야 한다.
- ⑪ 엔진 연료 및 윤활유는 설계대기온도에서 안전한 엔진 운전을 보장하여야 한다.
- ⑫ 자동이탈장치는 설계대기온도에서 안전하게 이탈장치가 작동할 수 있도록 히팅 또는 다른 장치를 제공해야 한다.
- ⑬ 구명정 근처에 착빙 제거를 위한 적당한 De-icing 장치가 있어야 한다.

구조정은 rigid 타입이어야 하고 설계대기온도에서 안전한 엔진 기동을

할 수 있어야 하며 상기 구조정 요건 ⑨와 ⑪을 요구하고 있다.

현재는 대빙등급에 속하는 선박의 구명정 및 구조정은 내연기관에는 자켓히터(Jacket heater), 히팅코일(F.O. Tank & Battery/F.O Line)과 L.O 히터가 추가로 설치가 되어 저온에서도 내연기관을 운전할 수 있도록 하고, 방빙(Anti-icing)에 대한 조치로 모든 해치와 문 그리고 후크에 히팅코일이 설치하여 비상시에도 추가조치 없이 바로 사용할 수 있도록 하고 있다.²⁹⁾

4.6.1.1 재료시험

이와 관련하여 선박용물건의 형식승인 시험 및 검정에 관한 기준에 따르면 시험체를 -30℃와 65℃의 환경온도 중에 반복하여 각 10회 8시간씩 방치한 후 외관상 구조의 변화 및 재질이 변화가 없어야 한다. 한편 2014년 1월 SDC소위원회 이전의 Polar Code(안)에 의하면 인명 구조장비의 시험은 설계서비스온도보다 10도 낮은 온도에서 수행하도록 규정되어 있다. 따라서 설계서비스 온도가 -20℃보다 낮은 인명 구조장비의 시험온도는 -30℃보다 낮은 온도에서 관련 시험을 수행 하도록 선박용물건의 형식승인 시험 및 검정에 관한 기준이 개정될 필요가 있었다.

그러나 2014년 1월 SDC소위원회 Polar Code(안)의 개정에 따르면 모든 장비는 극저서비스온도에서의 작동이 보증되어야 하기 때문에 선박용 물건의 형식승인 시험 및 검정에 관한 기준³⁰⁾은 아래 Table 4.7과 같이 개정되어야 한다.

Table 4.7 Old/New Comparison Table

현 행	개정 후	비 고
31)온도반복시험(시험체6개) 시험체의 치수는 300mm × 300mm × 사용하는 부력재의	1)온도반복시험(시험체6개) 시험체의 치수는 300mm × 300mm × 사용하는 부력재의	극 저 서 비스 온도 는 Polar

29) www.hdboat.com

30) 선박용물건의 형식승인 시험 및 검정에 관한 기준, <별표1>, II. (III). 10. (1)재료시험, 1)온도반복시험

<p>두께(mm) 이상일 것. 시험개시 전 및 종료 후에 시험체의 치수를 계측한다.</p> <p>가. 시험체 -30℃와 +65℃의 환경온도중에 교대로 각 10회 8시간씩 방치한다. 이교대의 사이클은 각각의 종료 후 즉시 반복할 필요는 없으며 다음의 a)부터 b)까지를 10회 반복하는 방법에 따를 수 있다.</p> <p>a) 제 1일째</p> <p>최소 65℃에서 시험품을 8시간 방치한다. 방치 후 고온 장소로부터 시험품을 꺼내어 익일까지 상온(20℃ ± 3℃)장소에 방치하여 둔다</p> <p>b) 제 2일째</p> <p>최고 -30℃에서 ①의 시험을 종료한 시험품을 8시간 방치한다. 방치 후 저온 장소로부터 시험품을 꺼내어 익일까지 상온(20 ± 3℃) 장소에 방치하여 둔다.</p>	<p>두께(mm) 이상일 것. 시험개시 전 및 종료 후에 시험체의 치수를 계측한다.</p> <p>가. 시험체 <u>극저서비스온도</u>와 +65℃의 환경온도중에 교대로 각 10회 8시간씩 방치한다. 이교대의 사이클은 각각의 종료 후 즉시 반복할 필요는 없으며 다음의 a)부터 b)까지를 10회 반복하는 방법에 따를 수 있다.</p> <p>a) 제 1일째</p> <p>최소 65℃에서 시험품을 8시간 방치한다. 방치 후 고온 장소로부터 시험품을 꺼내어 익일까지 상온(20℃ ± 3℃)장소에 방치하여 둔다.</p> <p>b) 제 2일째</p> <p>최고 <u>극저서비스온도</u>에서 ①의 시험을 종료한 시험품을 8시간 방치한다. 방치 후 저온장소로부터 시험품을 꺼내어 익일까지 상온 (20 ± 3℃)장소에 방치하여 둔다.</p>	<p>Code에 따르며, - 30℃보다 높을 경우에는 -30℃로 한다.</p>
--	--	---

4.6.1.2 내연기관

선박용물건의 형식승인 시험 및 검정에 관한 기준에 따르면 내연기관은 -15℃의 실온에 설치하여 시험을 행하는데 기관 등 각부가 -15℃가 될

때까지 방치하고 기관을 시동을 하여 시험하도록 규정하고 있다.

예를 들어 내연기관의 설계서비스온도가 -15°C 보다 낮거나 정해진 설계서비스온도가 없어서 DNV선급 규칙에서 정의한 것처럼 대해 선급부호 PC1에서 PC5까지(Category A선박)은 -35°C PC6에서 PC7까지(Category B선박)은 -25°C 로 각각 적용한다면³¹⁾ 선박용물건의 형식승인 시험 및 검정에 관한 기준이 개정될 필요가 있었다. 즉 PC1에서 PC5까지(Category A선박)은 -45°C , PC6에서 PC7까지(Category B선박)은 -35°C 와 같이 설계서비스온도보다 10도 낮은 온도에서 시동시험을 수행되어야 한다.

그러나 2014년 1월 SDC소위원회 Polar Code(안)의 개정에 따르면 모든 장비는 극지서비스온도에서의 작동이 보증되어야 하기 때문에 전폐식 생존정 및 구조정의 경우 내연기관은 내부에 있는 것을 고려한 선박용물건의 형식승인 시험 및 검정에 관한 기준³²⁾은 아래 Table 4.8과 같이 개정되어야 한다.

Table 4.8 Old/New Comparison Table

현 행	개정 후	비 고
3)저온시동시험 부속장치 및 동력전달장치가 부착된 기관을 -15°C 의 실내에 설치하여 기관 각부(시동장치를 포함한다)연료, 윤활유 및 냉각수(사용하는 경우)의 온도가 -15°C 가 될 때까지 방치한 후 기관을 1회 시동한다. 2회 시동까지는 기관이 정격 회전수로 운전	3)저온시동시험 부속장치 및 동력전달장치가 부착된 기관을 <u>극지서비스온도보다 15°C 높은 온도의 실내에 설치하여</u> 기관 각부(시동장치를 포함한다)연료, 윤활유 및 냉각수(사용하는 경우)의 온도가 <u>극지서비스온도보다 15°C 높은 온도가 될 때까지</u> 방치한 후 기관을 1회	극지서비스 온도는 Polar Code에 따르며, -30°C 보다 높을 경우에는 -30°C 로 한다.

31) DNV rule Section 8. 302

32) 선박용물건의 형식승인 시험 및 검정에 관한 기준, <별표> II. (III). 10. (1)재료시험, 1)온도반복시험

<p>되는 것이 입증되도록 충분히 운전한 후 기관 각 부, 연료, 윤활유 및 냉각수(사용하는 경우)의 온도가 -15°C가 되도록 방치한다. 3회 시동 후에는 변속장치의 각 기어위치변환을 행하면서 최소한 10분간 운전한다.</p>	<p>시동한다. 2회 시동까지는 기관이 정격 회전수로 운전되는 것이 입증되도록 충분히 운전한 후 기관 각 부, 연료, 윤활유 및 냉각수(사용하는 경우)의 온도가 <u>극지서비스온도보다 15°C 높은 온도</u>가 되도록 방치한다. 3회 시동 후에는 변속장치의 각 기어위치변환을 행하면서 최소한 10분간 운전한다.</p>	
--	---	--

4.6.1.3 탐조등

이와 관련하여 선박용물건의 형식승인 시험 및 검정에 관한 기준에 따르면 고온 시험후 시험체를 3시간 \pm 0.5시간동안 온도 $-40\pm 2^{\circ}\text{C}$, 습도 $93\pm 3\%$ 로 조정 한 후 10~16시간 방치한다. 그 후 온도와 습도를 유지한 채로 2시간이상 작동시키고 시험체를 $-30\pm 3^{\circ}\text{C}$ 에서 10~16시간 방치한 후, $-20\pm 3^{\circ}\text{C}$ 의 상태에서 2시간이상 작동되도록 규정하고 있다. 2014년 1월 SDC소위원회 Polar Code(안)의 개정에 따르면 모든 장비는 극지서비스온도에서의 작동이 보증되어야 하기 때문에 선박용물건의 형식 승인 시험 및 검정에 관한 기준³³⁾은 아래 **Table 4.9**와 같이 개정되어야 한다.

또한 극지방의 극야현상³⁴⁾으로 인해 어두운 시간이 많아질 수 있으므로 탐조등을 계속적으로 사용할 수 있도록 추가적인 설계 및 시험 기준이 고려하도록 규정하고 있다.

33) 선박용물건의 형식승인 시험 및 검정에 관한 기준, <별표> II. (III). 114. 나, (2) 습도시험 & (3) 저온시험

34) 지축이 지구의 공전궤도면에 대해서 기울어 있기 때문에 일어나는 현상이다. 북위 48° 이상의 고위도 지방에서는 겨울철이 되면 태양이 24시간 동안 뜨지 않는 극야현상이 발생한다.

Table 4.9 Old/New Comparison Table

현행	개정 후	비고
<p>(2)습도시험 고온시험 후 시험체를 3시간 ± 0.5시간동안 온도 -40 ± 2℃, 습도 93±3%로 조정 한 후 10~16시간 방치한다. 그 후 온도와 습도를 유지한 채로 2시간이상 작동시킨다</p> <p>(3)저온시험 온도시험 후 시험체를 -30 ± 3℃에서 10~16시간 방치한 후, -20±3℃의 상태에서 2시간이상 작동시킨다.</p>	<p>(2)습도시험 고온시험 후 시험체를 3시간 ± 0.5시간동안 (<u>극지서비스 온도-10</u>) ± 2℃, 습도 93±3%로 조정 한 후 10~16시간 방치한다. 그 후 온도와 습도를 유지한 채로 2시간이상 작동시킨다</p> <p>(3)저온시험 온도시험 후 시험체를 <u>극지서비스온도</u>±3℃에서 10~16시간 방치한 후, -20±3℃의 상태에서 2시간이상 작동시킨다.</p>	<p>극지서비스 온도는 Polar Code에 따르며, -30℃보다 높을 경우에는 -30℃로 한다.</p>

4.6.1.4 그 외 장비

Table 4.10 Old/New Comparison Table

현행	개정 후	비고
<p>(2)온도반복시험 상대습도 90%에서 온도 30℃부터 66℃까지 변화하는 시험을 20회(신호용 화공품은 50회) 반복한 후, 상대습도는 형성되는 상태로 하여 온도를 -30℃부터 0℃까지 변화시키는 시험을 20회(신호용 화공품은 50회) 반복한다.</p>	<p>(2)온도반복시험 상대습도 90%에서 온도 30℃부터 66℃까지 변화하는 시험을 20회(신호용 화공품은 50회) 반복한 후, 상대습도는 형성되는 상태로 하여 온도를 <u>극지서비스온도</u>로부터 0℃까지 변화시키는 시험을 20회(신호용 화공품은 50회) 반복한다.</p>	<p>극지서비스 온도는 Polar Code에 따르며, -30℃보다 높을 경우에는 -30℃로 한다.</p>

선박용물건의 형식승인 시험 및 검정에 관한 기준의 환경시험의 온도반복시험 저온 기준은 -30°C 로 되어 있다. 따라서 극지서비스온도가 -30°C 이하일 경우에는 저온 기준의 온도를 최소한 극지서비스온도를 기준으로 시험을 수행할 수 있도록 관련기준이 Table 4.10과 개정이 되어야 한다.

4.6.1.5 비상식량

선박구명설비기준 별표1에 따라 구명정에 비치해야 하는 구난식량 및 음료수는 각각 정원 1인당 10,00kJ과 3L이다. 하지만 Polar Code (안)에서는 각각 정원 1인 하루당 2,000kJ과 0.5L이며 예상되는 비상 상황에서 쉽게 섭취할 수 있어야 한다. 그러므로 비치해야하는 구난 식량 및 음료수는 최대 예상되는 구조시간을 고려하여 비치해야 하며 최소한 선박구명설비기준 별표1을 만족해야 한다.

4.6.2 팽창식구명뗏목

Polar Code(안)은 모든 인명구조 장치와 그와 연관된 장치들은 극지 서비스온도와 가능한 불리한 환경조건 아래서 작동되어야 하며 이를 보증해야하고, 러시아선급에서는 ANTI-ICE 부호 요건³⁵⁾으로 자동 이탈장치를 포함한 팽창식구명뗏목에는 방빙(anti-icing) 장치가 필요하고 WINTERIZATION 부호 규정³⁶⁾으로 다음과 같은 요건을 요구하고 있다.

- ① 설계대기온도에서 3분 이내 팽창이 되어야 한다.
- ② 용기와 자동이탈장치는 히팅 또는 다른 방법으로 쉽게 설계대기 온도에서 진수, 팽창 또는 이탈이 될 수 있어야 한다.
- ③ 설계대기온도에서 유효성이 입증된 수동팽창펌프는 팽창식구명뗏목 근처 따뜻한 장소에 보관되어야 한다.
- ④ 구명뗏목에는 LSA CODE에서 요구하는 구난식량의 30%를 추가적으로

35) Russian Maritime Register of Shipping Rules for the Classification and Construction of Sea-going Ships Volume 3 Part XVII 4.2.3.9

36) Russian Maritime Register of Shipping Rules for the Classification and Construction of Sea-going Ships Volume 3 Part XVII 7.9.4 Liferaft

제공되어야 한다.

- ⑤ 구명뗏목 근처에 착빙 제거를 위한 적당한 De-icing 장치가 있어야 한다.

본 연구의 범위에서 문헌조사, 전문가의 의견 청취, 제조업체의 의견 등을 고려하면 다음과 같은 대응방안을 제시할 수 있다.

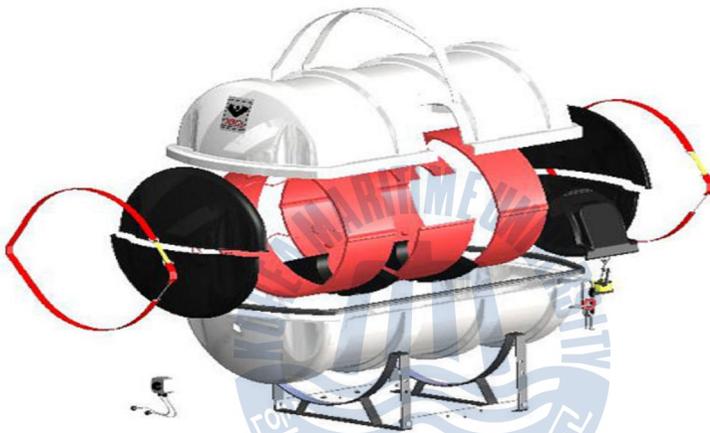


Figure 4.7 Liferaft for polar water(Source: www.viking-life.com)

첫째, 팽창식 구명뗏목을 보관하는 박스에 착빙을 방지하기 위해 박스 내부에 가열장치 등을 설치하여 온도를 유지한다. 어느 제조사에 따르면 **Figure 4.7**과 같이 위 박스내부에 가열장치를 이용해 박스내부 온도를 팽창할 수 있는 최소한의 온도를 유지하면서 박스외부에 착빙도 방지 할 수 있다고 되어 있다[12].

둘째, 모든 장비는 극지서비스온도에서의 작동이 보증되어야 하기 때문에 선박용물건의 형식승인 시험 및 검정에 관한 기준³⁷⁾은 아래와 **Table 4.11, 4.12, 4.13**과 같이 개정되어야 한다.

37) 선박용물건의 형식승인 시험 및 검정에 관한 기준,<별표1> II. (III). 11. 나. (15)저온급흡시험/ 다,(10)저온 과부하시험 / 라.(15)팽창시험

Table 4.11 Old/New Comparison Table

현행	개정 후	비 고
<p>(10)저온 과부하 시험 (대빛진수식 구멍뗏목에 한함) 중심지주로부터 매달린 구멍뗏목에 대한 저온 과부하시험은 고리장치가 적절한 안전율을 가지는지를 확인하기 위하여 다음의 절차에 따라서 시험한다.</p> <p>① 구멍뗏목을 -30℃ 온도의 항온조에 6시간이상 방치한 후, 모든 안전밸브를 작동시킨 상태에서 정원과 의장품을 모두 탑재한 것과 같은 질량의 1.1배에 해당하는 중량물을 탑재한다. (중량물의 탑재는 항온조 내에서 행한다. 이 경우 바닥기실은 팽창시키지 아니한다)</p> <p>② 중량물을 탑재한 구멍뗏목을 5분 이상 매단 상태로 방치한다.(구멍뗏목을 매달기 위해 항온조에서 꺼내는 경우 꺼낸 즉시 매달아야 한다)</p>	<p>(10)저온 과부하 시험 (대빛진수식 구멍뗏목에 한함) 중심지주로부터 매달린 구멍뗏목에 대한 저온 과부하시험은 고리장치가 적절한 안전율을 가지는지를 확인하기 위하여 다음의 절차에 따라서 시험한다.</p> <p>① 구멍뗏목을 극지서비스 온도의 항온조에 6시간이상 방치한 후, 모든 안전밸브를 작동시킨 상태에서 정원과 의장품을 모두 탑재한 것과 같은 질량의 1.1배에 해당하는 중량물을 탑재한다.(중량물의 탑재는 항온조 내에서 행한다. 이 경우 바닥기실은 팽창시키지 아니한다)</p> <p>② 중량물을 탑재한 구멍뗏목을 5분 이상 매단 상태로 방치한다.(구멍뗏목을 매달기 위해 항온조에서 꺼내는 경우 꺼낸 즉시 매달아야 한다)</p>	<p>극지서비스 온도는 Polar Code에 따르며, -30℃보다 높은 경우에는 -30℃로 한다</p>

Table 4.12 Old/New Comparison Table

현행	개정 후	비고
<p>(15)저온굽힘시험 (외부천막용)</p> <p>(7)의 저온굽힘시험방법에 따라 -30°C 이하의 온도에서 시험하고 확대경으로 2배 확대 검사하여 균열여부를 확인한다. 이 경우 시험은 코팅된 면에 대하여 각각 시행한다.</p>	<p>(15)저온굽힘시험 (외부천막용)</p> <p>(7)의 저온굽힘시험방법에 따라 <u>극저서비스온도</u> 이하의 온도에서 시험하고 확대경으로 2배 확대 검사하여 균열여부를 확인한다. 이 경우 시험은 코팅된 면에 대하여 각각 시행한다.</p>	<p>극저서비스온도는 Polar Code에 따르며, -30°C 보다 높을 경우에는 -30°C 로 한다.</p>

Table 4.13 Old/New Comparison Table

현행	개정 후	비고
<p>(15)팽창시험</p> <p>용기에 격납되어 있는 상태에서 구멍뿔목의 페인터를 잡아당겨 팽창시키고 다음사항을 계측한다.</p> <p>① 구멍뿔목에 승정 가능한 상태로 될 때까지의 소요시간,</p> <p>② 천막이 완전히 펼쳐질 때까지의 소요 시간</p> <p>③ 다음의 환경 조건하에서 페인터를 잡아 당겨 팽창할 때의 힘과 구멍뿔목이 완전한 작동압력까지 달하는 시간</p> <p>가) $18^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$의 주변온도 나) -30°C의 주변온도. 이 경우 구멍뿔목은 실온에서</p>	<p>(15)팽창시험</p> <p>용기에 격납되어 있는 상태에서 구멍뿔목의 페인터를 잡아당겨 팽창시키고 다음사항을 계측한다.</p> <p>① 구멍뿔목에 승정 가능한 상태로 될 때까지의 소요시간,</p> <p>② 천막이 완전히 펼쳐질 때까지의 소요 시간</p> <p>③ 다음의 환경 조건하에서 페인터를 잡아 당겨 팽창할 때의 힘과 구멍뿔목이 완전한 작동압력까지 달하는 시간</p> <p>가) $18^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$의 주변온도 나) <u>극저서비스온도</u>의 주변온도. 이 경우 구멍뿔목은</p>	<p>극저서비스온도는 Polar Code에 따르며, -30°C 보다 높을 경우에는 -30°C 로 한다.</p>

<p>24시간 방치하고 다시 -30°C의 항온조에서 24시간 방치한 후 팽창시험을 실시하여야 하며, 구멍뚫목 2개에 대하여 실시한다.</p> <p>다) $+65^{\circ}\text{C}$의 주변온도. 이 경우 구멍뚫목은 실온에서 24시간 방치하고 다시 $+65^{\circ}\text{C}$의 항온조에서 7시간 방치한 후 팽창시험을 실시한다. 즉 기실이 완전한 형태와 직경으로 팽창될 때까지의 소요시간.</p>	<p>실온에서 24시간 방치하고 다시 -30°C의 항온조에서 24시간 방치한 후 팽창시험을 실시하여야 하며, 구멍뚫목 2개에 대하여 실시한다.</p> <p>다) $+65^{\circ}\text{C}$의 주변온도. 이 경우 구멍뚫목은 실온에서 24시간 방치하고 다시 $+65^{\circ}\text{C}$의 항온조에서 7시간 방치한 후 팽창시험을 실시한다. 즉 기실이 완전한 형태와 직경으로 팽창될 때까지의 소요시간.</p>	
--	---	--

4.6.3 기타구멍기구

2014년 1월 SDC소위원회 Polar Code(안)의 개정에 따르면 모든 장비는 극지서비스온도에서의 작동이 보증되어야 하기 때문에 선박용 물건의 형식 승인 시험 및 검정에 관한 기준에 따라 구멍동의, 구멍동의 등, 방수복과 같이 환경시험을 해야 하는 기타구멍기구들은 환경시험 조건을 아래 Table 4.14와 같이 개정되어야 한다.

Table 4.14 Old/New Comparison Table

현행	개정 후	비고
<p>(1)온도반복시험 시험품 1개를 -30°C와 $+65^{\circ}\text{C}$의 환경온도중에 교대로 각 10회 8시간씩 방치한다.</p>	<p>((1)온도반복시험 시험품 1개를 <u>극지서비스온도</u>와 $+65^{\circ}\text{C}$의 환경온도중에 교대로 각 10회 8시간씩 방</p>	<p>극지서비스온도는 Polar Code에 따르며,</p>

<p>이교대의 사이클은 각각의 종료 후 즉시 반복할 필요는 없으며 다음의 ①부터 ②까지를 10회 반복하는 방법에 따를 수 있다.</p> <p>① 제 1일째 최소 65℃에서 시험품을 8시간 방치한다. 방치 후 고온 장소로부터 시험품을 꺼내어 익일까지 상온(20℃±3℃)장소에 방치하여 둔다.</p> <p>② 제 2일째 최고 -30℃에서 ①의 시험을 종료한 시험품을 8시간 방치한다. 방치 후 저온장소로부터 시험품을 꺼내어 익일까지 상온(20℃±3℃)장소에 방치하여 둔다</p>	<p>치한다. 이교대의 사이클은 각각의 종료 후 즉시 반복할 필요는 없으며 다음의 ①부터 ②까지를 10회 반복하는 방법에 따를 수 있다.</p> <p>① 제 1일째 최소 65℃에서 시험품을 8시간 방치한다. 방치 후 고온 장소로부터 시험품을 꺼내어 익일까지 상온(20℃±3℃)장소에 방치하여 둔다.</p> <p>② 제 2일째 최고 극저서비스온도 ①의 시험을 종료한 시험품을 8시간 방치한다. 방치 후 저온장소로부터 시험품을 꺼내어 익일까지 상온(20℃±3℃)장소에 방치하여 둔다.</p>	<p>-30℃보다 높을 경우에는 -30℃로 한다.</p>
---	--	---------------------------------

4.6.4 개인생존장비와 단체생존장비

Polar Code(안)에 따르면 개인생존장비와 단체생존장비를 퇴선 시 집합장소에 최대한 가까운 지정된 장소에 보관해야 하며 단체생존장비의 용기는 어디서든 쉽게 이동할 수 있어야 한다. 그리고 러시아선급 Winterization부호 규정³⁸⁾에 따르면 평균일일온도가 0℃ 이하로 예상되는 곳을 향해할 때는 위 장비를 선박에 비치해야 한다고 되어 있다.

38) Russian Maritime Register of Shipping Rules for the Classification and Construction of Sea-going Ships Volume 3 Part XVII 7.9.6

Table 4.15 Personal Survival Kit

구분	장비	수량
의복	머리 보호장비(진공포장)	1 개
	목/얼굴 보호장비(진공포장)	1 개
	손 보호장비-손가락이 노출된 장갑(진공포장)	1 벌
	손 보호장비 -장갑(진공포장)	1 벌
	발 보호장비- 양말(진공포장)	1 벌
	발 보호장비- 부츠	1 벌
	방한복(진공포장)	1 벌
	승인된 잠수복	1 벌
	보온내의(진공포장)	1 벌
기타	손 난로	240시간용
	선그라스	1 개
	비상 양초	1 개
	성냥	2 상자
	호루라기	1 개
	음료수용 잔	1 개
	주머니 칼	1 개
	핸드북(극지방 생존용)	1 권
	운반용 가방	1 개

현재 Polar Code(안)에는 개인생존장비와 단체생존장비의 목록은 규정되어 있지 않으나 극해지역 운항선박을 위한 지침서(Resolution A.1024 (26))와 러시아 선급 규정에 따르면 Table 4.15, 4.16과 같은 것들이 필요하다고 예상 할 수 있다.

따라서 생존정에는 개인생존장비와 단체생존장비를 수용할 수 있는 충분한 공간을 고려하여 설계할 필요가 있다.

Table 4.16 Group Survival Kit

구분	장비	수량
단체장비	텐트	6인당 1개
	공기 매트리스	2인당 1개
	방한 침낭(진공포장)	2인당 1개
	난로	텐트별 1개
	난로연료	1인당 0.5L

	점토연료	난로별 2개
	성냥	텐트별 2통
	납작한 냄비(뚜껑이 있는 것)	난로별 1개
	농축 건강음료	1인당 5개
	휴대용 손전등	텐트별 1개
	양초 및 촛대	텐트별 5개
	눈치우기 용 삽	텐트별 1개
	논 톱 및 칼	텐트별 1개
	천막	텐트별 1개
	발 보호장비(장화)	개인별 1개
	단체생존장비용 용기	1개
예비 원용 개인장비	머리 보호장비(진공포장)	1개
	목/얼굴 보호장비(진공포장)	1개
	손 보호장비-손가락이 노출된 장갑(진공포장)	1벌
	손 보호장비 -장갑(진공포장)	1벌
	발 보호장비- 양말(진공포장)	1벌
	발 보호장비- 부츠	1벌
	방한복(진공포장)	1벌
	보훈내의	1벌
	손난로	1개
	선그라스	1개
	호르라기	1개
음료수용 잔	1개	

4.7 화재 안전 설비

4.7.1 소화펌프와 해수흡입구

Polar Code(안)에서는 비상소화 펌프와 주소화펌프는 최소한 10도 이상 (또는 얼지 않는) 온도의 격실에 위치해야 하고 그들의 해수흡입구는 얼음 축적과 얼음으로부터 막히는 것을 방지해야 한다고 되어있다.[6]

이와 관련하여 SOLAS협약과 국내법³⁹⁾에 의하면 주소화펌프가 있는

39) 소화펌프와 비상소화 펌프는 SOLAS Chapter II-2 Regulation 10.2.2와 Fire System Code에 따르면 비상소화펌프가 있는 소는 A류 기관구역 또는 주소화펌프가 있는 장소에 인접하지 않아야 한다. 이것이 실행 불가능할 경우, 두 구역 사이의 공통격벽은 9.2.3.3(격벽 및 갑판의 보온

장소와 비상소화펌프가 있는 장소는 인접되어 있지 않아야 하며 비상소화펌프 독립 동력원이 있는 장소는 통풍장치가 있어야 하고 해수연결관은 별도로 되어 있어야 한다. 그리고 비상소화펌프의 구동용으로 사용되는 모든 디젤엔진은 온도가 0℃로 내려가는 한냉조건에서도 손으로 수동 시동할 수 있는 것이어야 한다. 만약, 이것이 불가능 하거나, 온도가 더욱 저온으로 내려갈 것으로 예상될 경우에는, 쉽게 시동할 수 있도록 주관청이 인정한 가열장치의 설치 및 정비유지에 대하여 고려하여야 한다고 되어 있고, 상기 POLAR Code(안)에 규정된 요건이 반영되어 있지 않다.

본 연구의 범위에서 문헌조사, 전문가의 의견 청취, 제조업체의 의견 등을 고려하면 다음과 같은 대응방안을 제시할 수 있다.

첫째, 주소화펌프의 위치는 기관실에 위치하여 주변 온도가 최소 10도(또는 얼진 않는) 온도를 유지하는 것이 별도의 장치 없이 가능하나 통상 비상소화펌프가 있는 격실의 위치가 바우스러스터실(BOW THRUSTER ROOM) 또는 타기실 하부에 위치하여 낮은 온도의 해수 온도의 영향을 직접 받을 수 있어 별도의 가열장치가 필요할 것이다. 그리고 비상소화 펌프의 구동용으로 사용되는 디젤엔진은 별도의 추가 요건 없이 위에 언급한 FSS Code⁴⁰⁾의 요건에 따르면 된다.

둘째, 해수흡입구가 얼음 축적과 얼음으로부터 막히는 것을 방지하기 위해서 별도의 가열장치 및 아이스박스⁴¹⁾를 설치가 필요할 것이다.

4.7.2 주소화관 및 소화전

Polar Code(안)에는 소화전 및 차단밸브는 모든 관련된 상태 하에서 작동으로부터 보호되어야 하고 유용성과 유효성이 보장 되어야 한다고

방열성)에 있는 제어장소에 대하여 요구하는 것과 동등한 방화구조기준(A60)으로 방열되어야 한다. 국내기준인 선박소화설비기준 제2장 제1절 제5조와 제6조에 소화펌프와 비상소화펌프에 대한 기준이 명시되어 있다.

40) Fire Safety System

41) IACS(International Association of Classification Society) UR Requirement Concerning Polar Class I3.8 Sea Inlet and cooling water systems

되어 있고 관련된 IACS 및 선급 규정은 없다.[6]

이와 관련하여 SOLAS협약과 국내법⁴²⁾에 의하면 소화관 및 소화전은 동결의 가능성을 피하도록 설치되어야 한다고 되어 있다.

본 연구의 범위에서 문헌조사, 전문가의 의견 청취, 제조업체의 의견 등을 고려하면 다음과 같은 대응방안을 제시할 수 있다.

소화전, 소화관 및 차단밸브에 동결 뿐만 아니고 착빙을 방지하기 위한 가열장치(열선) 등을 설치한 관한 기준이 필요하다.

4.7.3 고정식 소화장치⁴³⁾

Polar Code(안)에는 현장장치와 기계 조정 장치들은 착빙과 결빙을 방지하기 위해 설치되어야 하며 유용성과 유효성이 보장되어야 한다고 되어 있고 관련된 IACS 및 선급 규정은 없다.[6]

이와 관련하여 SOLAS협약과 국내법에 의하면 탄산가스를 이용하는 고정식가스장치의 경우는 가스저장용기 및 밸브 기타 부속의 압력부품은 설치장소의 최고주위온도를 고려하여 $-20\sim+40^{\circ}\text{C}$ 의 온도범위 내에서 작동 되도록 설계되어야 한다. 고정식포말소화장치의 경우 포말원액은 시험 절차 MSC/Circ.670 ANNEX 3.1 결빙과 해동시험에 따라 BS5117에 따라 측정한 포말원액의 어는점보다 10°C 낮은 온도로 결빙챔버를 24시간이상 유지하고 24시간 이상 해동 후 96시간 이상 대기 온도 ($20\sim25^{\circ}\text{C}$)로 유지한 후 이상 여부를 확인한다.

고정식 가압수분무장치의 경우 온도 관련 규정이 없으며 스프링클러 장치는 결빙의 우려가 있는 부분에는 적절한 보호장치가 강구되어야 한다고 되어 있다.

첫째, 탄산가스를 이용하는 고정식가스장치의 경우, 가스저장용기 및 밸브 기타 부속의 압력부품은 별도의 격실 즉 탄산가스실 등에 설치되

42) SOLAS Chapter II-2 Regulation 10.2와 국내기준인 선박소화설비기준 제2장 제1절 제7조와 제8조

43) 고정식 소화장치는 고정식 가스소화장치, 고정식 고펡창포말소화장치, 고정식가압수분무장치, 스프링클러장치가 있다(SOLAS Chapter II-2 Regulation 10.4.4.1).

므로 외부온도에 직접적으로 영향을 받지 않으나 별도의 히터 등을 설치하여 최소 -20°C 를 유지할 수 있도록 해야할 것이다.

고정식포말소화장치의 경우, 극저서비스온도가 포말원액 결빙과 해동 시험의 온도조건보다 낮을 경우에는 포말용액을 보관하는 저장탱크의 격실에 추가적인 히터를 설치하여 최소한 포말용액의 어는점 보다 10°C 낮은 온도보다 높게 유지해야 할 것이다. 또한 포말방출구등은 착빙으로부터 보호할 수 있는 열선 등이 필요할 것이다

셋째, 고정식가압수분무장치의 경우, 이 장치는 기관실 또는 화물펌프실에 설치되므로 착빙에는 보호가 되므로 결빙을 방지하기 위한 규정 이 필요할 것이다.

넷째, 스프링클러장치의 경우, 이 장치는 실내 거주구역 등에 설치되므로 위의 규정으로 보호될 수 있으며 추가적인 규정이 필요 없을 것이다.

4.7.4 휴대식 소화장치

Polar Code(안)에는 휴대식 소화장치는 모든 관련된 상태 하에서 착빙으로부터 보호되어야 하고 유용성과 유효성이 보장 되어야 하며 부피가 크고 다루기 힘든 옷을 입은 사람을 위한 고려가 되어져야 한다고 되어 있고 관련된 IACS 및 선급 규정은 없다[6].

이와 관련하여 SOLAS협약과 국내법⁴⁴⁾에 의하면 휴대식 소화장치⁴⁵⁾는

44) 휴대식 소화장치는 resolution A.951(23)과 Fire Systems Code의 요구조건을 따라야 하고 Fire System Code에는 resolution A.602(15)에 따라 모든 소화장치는 형식 및 설계는 승인되어야 한다고 명기되어 있다.

위 resolution은 2003년 12월 5일에 채택된 resolution A.951(23) IMPROVED GUIDELINES FOR MARINE PORTABLE FIRE EXTINGUISHERS 로 변경되었다. 이 resolution A.951(23)에 따르면 제조, 성능 및 소화 시험 상세는 제정된 국제기준을 충분히 고려한 해당국국의 승인을 받아야 한다. 여기서 제정된 국제기준은 ISO 7165:1999 Fire fighting-Portable fire extinguishers - Performance and construction 이다. 위 ISO 7165:1999는 ISO 7165:2009가 제정됨에 따라 취소되었다. 결론적으로 휴대식 소화기는 ISO 7165:2009를 고려한 국내기준(선박물건의 형식승인 시험 및 검정에 관한 기준)에 따라 제조 및 성능 시험을 해야 한다.

국내기준인 선박물건의 형식승인 시험 및 검정에 관한 기준 II, (III), 31-36에 휴대식 소화 장치의 기준에 대해 명시하고 있다.

45) 휴대식 소화장치는 손에 의해 휴대 및 작동 할 수 있고 총 중량이 23kg을 넘지 않는 소화장치

사용에 앞서 환경시험, 소화시험, 방사시험, 수압시험, 내식시험 등의 시험을 받도록 되어 있고, 상기 POLAR Code에 규정된 요건이 반영되어 있지 않다.

본 연구의 범위에서 문헌조사, 전문가의 의견 청취, 제조업체의 의견 등을 고려하면 다음과 같은 대응방안을 제시할 수 있다.

첫째, 휴대식 소화장치에 착빙을 방지하기 위해서는 장치에 직접적으로 열선 등을 설치하여 보호를 하던지 별도의 착빙으로부터 보호할 수 있는 보관장치 내에 휴대식 소화장치를 보관하는 방법 등이 있겠다. 하지만 장치에 직접적인 열선 등을 설치하는 것은 장치가 복잡해지고 열선 등을 공급하기 위한 별도의 장치도 마련되어야 하기 때문에 효과적이지 못할 것이다. 그래서 내부에 히터장치가 있거나 또는 다른 방법을 가진 별도의 보관장치 안에 휴대식 소화장치를 보관하여 착빙으로부터 보호하는 방법을 사용할 수 있다.

Table 4.17 Old/New Comparison Table

현행	개정 후	비고
(라)온도시험 상온에서 지시압력계에 사용 압력범위의 상한값을 가한 상태로 -30℃의 환경 중에 30분간 방치한 후 상온으로 환원하고, 다시 60℃의 환경 중에 30분간 방치한 후 상온으로 환원한 다음 이상 유무를 확인한다	(라)온도시험 상온에서 지시압력계에 사용 압력범위의 상한값을 가한 상태로 극지서비스온도의 환경 중에 30분간 방치한 후 상온으로 환원하고, 다시 60℃의 환경 중에 30분간 방치한 후 상온으로 환원한 다음 이상 유무를 확인한다	극지서비스온도는 Polar Code에 따르며, -30℃보다 높은 경우에는 -30℃로 한다.

둘째, Polar 환경하에서 목적에 맞게 작동할 수 있기 위해서는 포소

이며 폼소화기, 분말소화기, 탄산가스소화기 등이 있다.

화기와 분말소화기에 관한 선박용물건의 형식승인 시험 및 검정에 관한 기준⁴⁶⁾을 Table 4.17, 4.18과 같이 각각 개정되어야 한다.

Table 4.18 Old/New Comparison Table

현행	개정 후	비고
(2)온도반복시험 상대습도 90%에서 온도 30℃ 부터 66℃까지 변화하는 시 험을 20회 반복한 후, 상태 습도는 형성되는 상태로 하 여 온도를 -30℃부터 0℃까 지 변화시키는 시험을 20회 반복한다	(2)온도반복시험 상대습도 90%에서 온도 30℃ 부터 66℃까지 변화하는 시 험을 20회 반복한 후, 상태 습도는 형성되는 상태로 하 여 온도를 극지서비스온도 부터 0℃까지 변화시키는 시 험을 20회 반복한다	극지서비 스온도는 Polar Code에 따 르며, -3 0℃보다 높을 경우 에는-30℃ 로 한다.

그리고 ISO 7165:2009에 따라서 제조 및 시험을 할 경우에는 7.1(작동 온도)에 따라 7가지 작동온도 범위(+5~60℃, -5~60℃, -10~60℃, -20~60℃, -30~60℃, -40~60℃, -55~60℃)중에 선택하여 7.3(온도 변화에 저항)과 8.4.5(저온 소화시험) 등의 시험방법에 따라 시험을 하면 설계 서비스 온도 -55℃까지는 휴대식 소화장치의 유용성 및 유효성이 보장될 것이다.

셋째, 낮은 대기 온도로 인해 부피가 크고 다루기 힘든 옷⁴⁷⁾을 입은 사람이 소화기 휴대 및 작동을 위해서 안전핀, 호스 및 작동 손잡이 등이 설계 시 충분히 반영되어 제조 및 시험이 되어야 할 것이다.

46) 선박용물건의 형식승인 시험 및 검정에 관한 기준, <별표> II. (III). 35. 가. (2). (라)온도 시험 / 36. 나. (2)온도반복시험

47) 극해 지방 항해 시에는 체온유지 및 동상 방지를 위해 부피가 큰 polar cloth 및 장갑 등을 착용할 것이다.

제 5 장 결론

본 연구에서는 북극해 운항선박의 기관장치, 각종 설비 등의 방한 대책에 대한 조사 연구를 통하여 선박과 선원의 안전을 확보할 수 있는 각종 기술 자료와 지침 등을 마련하기 위하여 북극해와 북극항로의 현황, 운항선박의 특징과 문제점 등을 조사 분석하고, 현재 IMO에서 제정 중인 POLAR CODE의 제정 경과와 주요 내용을 조사 분석하였다. 또한 핀란드 및 스웨덴 정부의 규정, 국제선급연합회의 통일 규칙, 러시아선급의 규칙을 비롯한 각 선급의 규칙 등의 주요 내용에 대한 조사를 수행하였다.

DNV선급의 규칙에서는 Polar Code(안)에 규정된 Category A 및 B 선박에 해당되는 선박을 중심으로 저온 대기온도에 노출되는 구조의 재료, 구획, 비손상 및 손상 복원성, 선체거더 종강도 및 횡강도, 빙하 중에 노출되는 국부 선체 구조 등을 구체적으로 규정하고 있으나 기관장치 내지 각종 설비에 대해서는 구체적인 규정이 부족한 실정이다.

IMO SDC소위원회회의의 작업반 회의에서는 -10°C 보다 낮은 온도에서 운항하는 선박에 적용할 수 있는 온도 기준점 즉 설계서비스온도가 필요하다고 판단하고 이를 깊이 논의하였으나, 설계서비스온도는 현행과 같이 선주(또는 조선소)에 의해서 설정하도록 결정하였으며 추가로 주관청에서는 설계서비스온도의 적용에 관한 지침을 개발하는 것으로 결정되었으나 2014년 1월에 개최된 IMO SDC소위원회에서는 아래와 같이 결정되었다. Polar Code(안)이 적용되는 선박의 시스템과 장치들은 극지서비스온도에서 완전하게 기능이 작동이 될 수 있도록 되어야 한다. 즉 외부의 낮은 대기온도를 직접 영향을 받는 시스템과 장비들은 극지서비스온도에서의 완전한 작동이 보증되어야 한다.

DAT는 설계대기온도(Design Air Temperature)이며 이는 선급에서 강제 등급 선택을 위한 기준으로 사용되는 참조 온도이다. 이 온도는 선박의 운항 지역에서 가장 낮은 일일 평균대기온도의 통계적 평균으로 정의되며 선주 (또는 조선소)에 의해서 설정하도록 되어 있다.

주요 내연기관 제조사들은 낮은 대기온도에서 과급기로 흡입되는 낮은 연소공기 온도에 대한 대책으로서 ① 흡기공기의 예열, ② 소기의 바이패스 시스템, ③ 배기의 바이패스 시스템 등을 제시하고 있다.

Polar Code(안)에서 해수흡입장치에 대한 구체적인 언급은 없으나 해수흡입장치가 낮은 해수 온도와 빙으로 인해 막히는 현상이 발생하지 않도록 규정하고 있다. 한국선급의 규정에서는 시체스트에 흡입된 빙이 상부에 충분히 모여 빙이 해수장치로 흡입되지 않도록 최소높이를 요구하고 추가적으로 시베이를 요구하고 시체스트 상부에 모인 빙을 제거할 수 있도록 ‘열선(heating coil)은 시체스트 상부에 설치 할 수 있다’ 고 규정하고 있다. 이 규정에 따르면 전기, 증기 등을 열원으로 사용할 수 있는 것으로 볼 수 있다. 한편 규정에서 열선(heating coil)은 시체스트 상부에 설치하도록 되어 있으나 열원으로 증기를 사용하는 경우 해당 파이프의 손상에 의한 기관실의 해수 침입에 대한 고려가 필요하다.

POLAR CODE가 적용되는 시점에서 아래의 구멍설비와 관련된 선박용 물건의 형식승인 시험 및 검정에 관한 기준은 개정되어야 한다.

- ① 구멍정 및 구조정의 재료시험
- ② 구멍정 및 구조정의 내연기관
- ③ 탐조등
- ④ 팽창식구멍뿔목
- ⑤ 개인생존장비와 단체생존장비

주소화펌프의 위치는 기관실에 위치하여 주변 온도가 최소 10도(또는 열진 않는)온도를 유지하는 것이 별도의 장치 없이 가능하나 통상 비상소화펌프가 있는 격실의 위치가 BOW THRUSTER ROOM 또는 타기실 하부에 위치하여 낮은 온도의 해수 온도의 영향을 직접 받을 수 있어

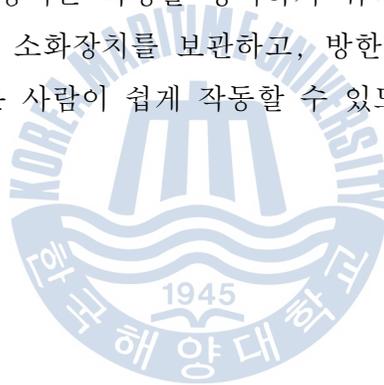
별도의 가열장치가 필요할 것이다. 또 해수흡입구가 얼음 축적과 얼음 으로부터 막히는 것을 방지하기 위해서 별도의 가열장치, 시체스트 및 시베이를 설치할 필요가 있다.

소화전, 소화관 및 차단밸브에 동결 뿐 만 아니고 착빙을 방지하기 위한 가열장치(열선) 등을 설치한 관한 기준이 필요하다.

탄산가스를 이용하는 고정식가스장치의 경우, 가스저장용기 및 밸브 기타 부속의 압력부품은 외부의 온도의 영향을 받지 않고 최소설계온도인 -20°C 이상 유지할 수 있도록 추가적인 히터장치 등이 필요하다.

고정식포말소화장치와 고정식가압수분무장치의 경우, 포방출구 등을 착빙으로부터 보호할 수 있는 열선 등이 필요하다.

끝으로 휴대식 소화장치는 착빙을 방지하기 위해서는 히터장치가 있는 보관장치 안에 휴대식 소화장치를 보관하고, 방한복과 같이 부피가 크고 다루기 힘든 옷을 입은 사람이 쉽게 작동할 수 있도록 고려되어야 한다.



참고문헌

- [1] <http://en.wikipedia.org>
- [2] Korea Maritime Institute, 2009, "The Implication and Strategic Overview for Arctic Shipping, pp. 28-29, 43-44, 91-99.
- [3] <http://www.arctic.noaa.gov>, 2013, "Arctic Report Card".
- [4] The Kukje Daily News, "North Pole Route Report", 2013 (in korean).
- [5] Peter Guset, "Vessel Icing", 2008.
- [6] The IMO Document for Development of A mandatory Code for Ships Operating in Polar Waters, The 1st session of Sub-committee on Ship Design and Construction, 10/10/2013, pp. 3-53.
- [7] International Association of Classification Societies, "Unified Requirement I POLAR CLASS".
- [8] DNV "Rules for Classification of Ships, Part 5 Chapter 1", 2013
- [9] Man Diesel & Turbo, www.mandieselturbo.com, Influence of Ambient Temperature Condition.
- [10] Wartsilar www.wartsila.com, Marine Installation Manual.
- [11] Russia Maritime Register of Shipping, "Rules for the Classification and Construction of Sea-going Ships Volume 3" 2012.
- [12] www.viking-life.com
- [13] The IMO Document for Report to the Maritime Safety Committee, The 1st session of Sub-committee on Ship Design and Construction, SDC 1/26, 11/02/2014.