

선급규칙에서 쇄빙선박 빙하중 산정식의 비교

김대현(한국선급)

1. 서론

최근 북극해 항로의 개방 및 빙해역 유전개발로 인하여 쇄빙상선의 수요가 증가하고 있다. 따라서 조선능력 1위인 우리나라 조선소에서의 쇄빙상선 건조는 당연한 현실이라 생각된다.

이에 여러 조선소 및 연구기관에서는 산학연 협력을 통해 관련 연구를 꾸준히 추진하고 있다. 본 논문에서는 산학연 협동 쇄빙상선 기획연구의 일환으로 각국 선급규칙에서 쇄빙선 관련 사항의 특징을 검토하였다. 여기서는 각 선급들의 선급부기부호(Classification Notation, Ice Category)를 서로 비교하였고, 빙하중 계산식과 그에 관련된 규칙을 검토하였다.

여러 선급이 쇄빙선 관련 규칙을 제정하여 사용하고 있는데 본 논문에서는 미국선급(ABS)[1], 노르웨이선급(DNV)[2], 영국선급(LR)[3] 및 러시아선급(RS)[4]의 규칙에서 극지운항 선박을 기준으로 검토하였다.

2. 선급 부기부호

각 선급에서 정의하는 쇄빙선박의 부기부호는 항행구역, 항해시기 및 빙상상태에 따라 다르게 주어진다. 이러한 선급 부기부호는 각 선급이 보유하고 있는 자체 DB에 근거하여 제정된 규칙에 따라 주어지므로 여러 선급간의 부기부호를 단순 비교한다는 것은 큰 의미가 없는 작업일 수도 있다. 하지만 선급 규칙을 적용하고 이해하는 과정에서 큰 역할

을 할 수도 있다고 생각하여 단편적으로 비교하였다 (Table 1 참조).

일반적으로 극지운항 및 쇄빙 기능을 갖는 선박이란 아북극(Sub-Arctic), 북극 또는 남극 지방의 빙해역에서 외부의 도움 없이 운항하는 쇄빙선, 여객선 및 화물선을 포함한 선박을 지칭한다.

극지운항 선박이란 쇄빙기능을 갖지 않는 선박으로서 얼음이 많은 극지 해역을 운항하는 선박을 지칭하며, 이에 대한 규칙은 IACS UR I2에 규정되어 있으며 한국선급 적용지침 3편 21장[5]에 반영되어 있다.

내빙구조란 발틱해 북부(Northern Baltic) 및 캐나다 북극해역(Canadian Arctic)을 항행하고자 하는 선박의 내빙구조에 적용하는 것을 원칙으로 하며 쇄빙기능은 갖고 있지 않다. 대부분의 선급이 핀란드-스웨덴 빙등급 규정 (Finnish-Swedish Class Rules)을 내빙구조 규칙으로 사용하고 있다.

먼저, ABS의 Ice Category 구분을 보면 Table 2에서 보는 바와 같이 단독항해 혹은 쇄빙선에 의한 유도(escort)항해의 구분, 북극해의 경우 해역을 3개로 나누어 계절별 구분을 두어 빙등급을 결정하고 있다. 그러나 설계 시 사용할 수 있는 빙두께나 해역의 설계온도 등은 따로 지정하지 않고 있다.

LR의 경우 북극해 항해 선박의 Ice Class Notation을 4개로 구분하는데 그 기준으로 빙두께를 사용하고 있다.

Table 1 선급 부기부호에 따른 분류

CLASS	부기부호에 따른 분류						비고
DNV(2005)	Icebreaker ICE05(0.5m)	Icebreaker ICE10(1.0m)	Icebreaker ICE15(1.5m)	Icebreaker PL10(1.0m)	Icebreaker PL20(2.0m)	Icebreaker PL30(3.0m)	*
	ICE05 (0.5m)	ICE10 (1.0m)	ICE15 (1.5m)	PL10 (1.0m)	PL20 (2.0m)	PL30 (3.0m)	**
LR(2005)	AC1(1.0m)		AC1.5(1.5m)		AC2(2.0m)	AC3(3.0m)	&
ABS(2007)	A2			A3	A4	A5	&&
	Ice Breaker Class : Ice Class A2 ~ A5의 요건에 따라 건조된 선박에 A1 Ice Breaker를 부여하며 부기부호의 표시는 (A1 Ice Breaker, Ice Class A5) 예와 같이 표시. 각 Ice Class별 운항지역 및 기간 : ABS 규칙 Pt 6. Ch.1 Sec.1 Table 1 참조.						
RS(2005)	JI JI6 (1.0m)		JI JI7 (1.5m)		JI JI8 (2.0m)	JI JI9 (over 2.0m)	#
	JI Y7(1.4m)		JI Y8(2.1m)		JI Y9(3.5m)		##
UR I2	PC5		PC4		PC3	PC1, PC2	

* Repeated Ramming

** 쇄빙 목적이 아님

PL : 대기온도/설계충격 등이 고려되어 ICE 보다 강화된 조건임

ICE05-15 : No Ramming

PL10-30 : Accidental Ramming

& Icebreaking을 하는 선박은 Icebreaker 부기부호를 붙임

&& Multi-year ice

Icebreaker

Ice Class Ship (RMRS)

DNV의 규칙에서는 얼음의 종류, 빙강도, 빙두께 그리고 얼음과 선체와의 충돌조건이 구분의 기준으로 지정되어 있다 (Table 3 참조). 또한 POLAR 등급 선박에 대해서는 등급별 설계온도를 제시하고 있다.

RS에서 Ice Category는 항해구역, 계절 그리고 항해조건 (단독 또는 쇄빙선 유도)에 따라 구분된다 (Table 4 참조). 또한 쇄빙선 유도항해 시 빙두께에 대한 정의도 계절별로 구분되어 있으며, 단독항해 시 빙두께의 지정과 얼음의 집적도 (Ice Concentration)에 따른 정의 그리고 선속도 지정하고 있다. 특히 집적도에 대한 정의와 이것을 이용한 Ice Category 구분은 RS 규칙의 특징이라 보인다.

선급별로 각기 차이는 있지만, Ice Category는 항해구역, 계절, 항해조건(단독, 쇄빙선 유도), 얼음의

종류, 빙두께, 빙강도 그리고 선박의 속도 등이 구분의 기준이 되는 것으로 보인다. 하지만 이 모든 파라미터가 모든 선급에 공통적으로 적용된 것이 아니기에 한두 가지 파라미터만으로 통일하여 비교하기에는 무리가 있는 것으로 판단된다.

선급별 구분을 보면 RS의 Ice Category 구분이 나머지 3개 선급보다 상세하고 구체적이라고 생각된다. 이는 북극해의 대부분이 러시아의 연근해라는 지리적인 이유인 듯하며, 이에 따른 관련 데이터의 축적이 타 선급보다 용이한데 기인한 것이라고 판단된다.

결국 제3자인 우리가 빙두께 또는 빙강도 자체로부터 Ice Category를 객관적으로 비교하기에는 축적된 데이터가 부족하다고 생각된다.



3. 빙하중 계산식

선급 규칙의 적용 시 부재 치수 계산에 이르는 단편적인 흐름에 앞서 하중 계산이 선행되어야 함은

당연한 순서이므로 빙하중 계산식에 대한 고찰을 수행하고 이어 각 선급의 부재 치수 계산식을 검토하였다.

Table 2 Regions and periods for navigation in ice for selecting ice class

Ice class	Navigating independently or when escorted by an icebreaker of the following ice classes	Polar Waters with Multi-year Ice			Year around navigation in water with first year ice with the ice conditions given in 6-1-1/Table 2
		Central Arctic basin (1)	Arctic offshore shelf (2)	Antarctic ice covered waters	
A5	Independently	Year around	Year around	Year around	Extreme
A4, A3	Escorted by A5 Ice Class Vessel	Year around	Year around	Year around	Extreme
A4	Independently	July through November	Year around	Year around	Extreme
A3, A2	Escorted by A4 or Higher Ice Class Vessel	July through November	Year around	Year around	Extreme
A3	Independently	Short term, short distance entries during July through September	July through December	February through May	Extreme
A2, A1	Escorted by A3 or Higher Ice Class Vessel	Short term, short distance entries during July through September	July through December	February through May	Extreme
A2	Independently	-	August through October	March through April	Extreme
A1, A0	Escorted by A2 or Higher Ice Class Vessel	-	August through October	March through April	Extreme
A1	Independently	-	August through September	-	Very Severe
B0	Escorted by A3 or Higher Ice Class Vessel	-	August through October	March through April	Extreme
A0, B0, C0	Escorted by A1 or Higher Ice Class Vessel	-	August through September	-	Very Severe
A0	Independently	-	-	-	Severe
B0	Independently	-	-	-	Medium
C0	Independently	-	-	-	Light
D0	Independently	-	-	-	Very Light

Table 3 Ice conditions (DNV)

Class notation	Type of ice encountered	Nominal ice strength σ_{ice} (N/mm ²)	Nominal ice thickness h _{ice} (m)	Limiting impact conditions
ICE-05 ICE-10 ICE-15	Winter ice with pressure ridges	4.2 5.6 7.0	0.5 1.0 1.5	No ramming anticipated
POLAR-10 POLAR-20 POLAR-30	Winter ice with pressure ridges and multi-year ice-floes and glacial ice inclusions	7.0 8.5 10.0	1.0 2.0 3.0	Accidental ramming
Icebreaker	As above	As above	As above	Repeated ramming

먼저 빙하중의 작용 범위에 따라 전체 구조강도(Global Strength)에 영향을 미치는 하중과 국부구역(Local Area)에 그 영향이 미치는 하중으로 나눌 수 있다. 또한 빙하중이 작용하는 구역에 따라 살펴보면, 길이 방향으로 크게 Bow section, Mid-body section, Stern section의 세 구역으로 나누어지며, 용도 및 필요에 따라 자세히 분할하기도 한다. 높이 방향의 구역도 결국 선급별 구분은 비슷하지만, 구역별 구분 치수는 Ice Category에 따라 다르게 정의된다. 이는 Ice Category에 따라 부딪치는 얼음의 크기 및 종류의 차이에서 발생하는 빙하중이 작용하는 범위가 다른 데 기인한다고 생각된다. Fig. 1에서는 이와 같은 구역 구분의 예를 보여주고 있다.

빙하중 계산식을 구성하는 주요 파라미터는 선박의 크기(배수량), 선박의 형상, 전달마력(속력) 및 부기부호에 따른 값 등으로 구분될 수 있다. 또한 각 선급만이 가지고 있는 데이터베이스에서 도출되는 계수들이 최종적인 빙하중 값을 결정하는 데 큰 역할을 하는 것으로 보인다.

Ice Category에 따라 결정되는 계수들은 각 선급에서 정의하는 바에 따른다. 이는 각 선급들이 가지고 있는 DB에 기인하며, 수식에서 주요 파라미터 외의 추가된 상수들도 동일하다.

ABS의 빙하중 계산식은 구역별로 구분하여 수식으로 주어진다. 여기서 대표적인 ABS의 선수부 설

계 빙압력(design ice pressure on the bow area)을 고찰해보면 (1)식으로 정의된다.[1]

$$\begin{aligned}
 P_b &= P_0 F_b \\
 P_0 &= A(N/k)^{0.2}(D/m)^{0.15} \\
 F_b &= (F_{b1})(F_{b2})
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

여기서 P_0 는 선박의 크기(D), 전달마력(N), 부기부호에 따르는 압력계수(A , B)와 그 밖의 계수들로 이루어져 있고, F_b 는 선수 형상에 대한 계수 F_{b1} 과 부기부호에 따른 계수 및 선박의 크기를 고려한 F_{b2} 로 구성된다. 선수부 이외의 구역은 선수부 압력을 기준으로 각 위치별 계수 값을 사용하여 하중 값을 감하여 사용하고 있다.[1]

DNV는 하중을 크게 선수 충격하중(ice impact force on the bow), Beaching 하중, 빙압축력 그리고 국부압력 등 4가지로 정의하고 있다.

이중 선수 충격하중은 얼음과 선수가 충돌할 때 받는 힘으로 볼 수 있다. Beaching 하중은 큰 빙판 위에 선체가 없힘으로 인한 발생하는 수직 하중이라고 볼 수 있다. 이 두 가지 하중은 Global Strength에 지배적인 하중이다. 빙압축력은 선박이 유빙에 갇혔을 때를 가정하여 선체의 양측에서 동시에 수평으로 작용하는 선하중(Line Load)이다. 국부압력은 선체의 보강 구역별로 적용되는 하중이다.



Table 4 Service areas and conditions for ships of Arctic categories

Category of ice strengthening	Type of ice navigation	Winter/spring navigation					Summer/autumn navigation				
		The Barents Sea ENHME	The Kara Sea ENHME	The Laptev Sea ENHME	The East Siberian Sea ENHME	The Chuckchee Sea ENHME	The Barents Sea ENHME	The Kara Sea ENHME	The Laptev Sea ENHME	The East Siberian Sea ENHME	The Chuckchee Sea ENHME
JY4	IN	---+	----	----	----	----	++++	--++	---+	---+	---+
	IEN	-*++	---+	----	----	----*	++++	*+++	--++	---+	-*++
JY5	IN	--++	---+	----	----	----	++++	-+++	--++	---+	---+
	IEN	*+++	--*+	---+	---+	--*+	++++	*+++	*+++	*+++	*+++
JY6	IN	*+++	--*+	---+	---+	---+	++++	*+++	-+++	---+	---+
	IEN	++++	**++	-**+	-*++	-*++	++++	++++	++++	++++	++++
JY7	IN	++++	++++	---+	---+	---+	++++	++++	++++	++++	++++
	IEN	++++	++++	*+++	*+++	*+++	++++	++++	++++	++++	++++
JY8	IN	++++	++++	++++	-*++	*+++	++++	++++	++++	++++	++++
	IEN	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
JY9	IN	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
	IEN	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++

IN - independent navigation
 IEN - icebreaker escorted navigation
 + - operation allowed
 - - operation not allowed
 * - operation connected with the increased risk of damage
 EN - extreme navigation (average periodicity once in ten years)
 H, M, E - hard, medium, easy navigation (average periodicity once in three years)

그 중 선수 충격하중은 (2)식으로 정의되어 있다[2]

$$P_{ZR} = P_R F_{EL} (kN) \quad (2)$$

(2)식은 앞서 언급한 대로 주요 파라미터들이 모두 사용되어 계산식이 구성되어 있으며, 특히 Ramming 시의 운동에너지가 주요한 파라미터로 사용된다.

여기서

$$P_R = 28 \left(\frac{C_R E_{IMP}}{\tan \gamma} \right)^{0.6} (\sigma_{ice} \tan \alpha)^{0.4}$$

로서 Ice Category에 대한 계수(σ_{ice}), 충격 시의 운동에너지(E_{IMP}) 그리고 선체 형상(α, γ)을 고려한 파

라미터로 구성된다. 또한 (F_{EL})은

$$F_{EL} = \sqrt{\frac{E_{IMP}}{E_{IMP} + C_L P_R^2}}$$

로 나타내어지고 역시 충격 시의 운동에너지와 중앙단면 형상에 대한 고려가 포함된다.

Beaching 하중은 (3)식과 같다.

$$P_{ZB} = G_B \sqrt{k_b E_{KB} L B} (kN) \quad (3)$$

선체 중앙부에서의 빙압축력(q)는 선하중으로 정의되고 선박이 유빙에 갇혔을 때를 가정한다. 따라서 부기부호에 따른 빙두께를 고려한 산식이라고

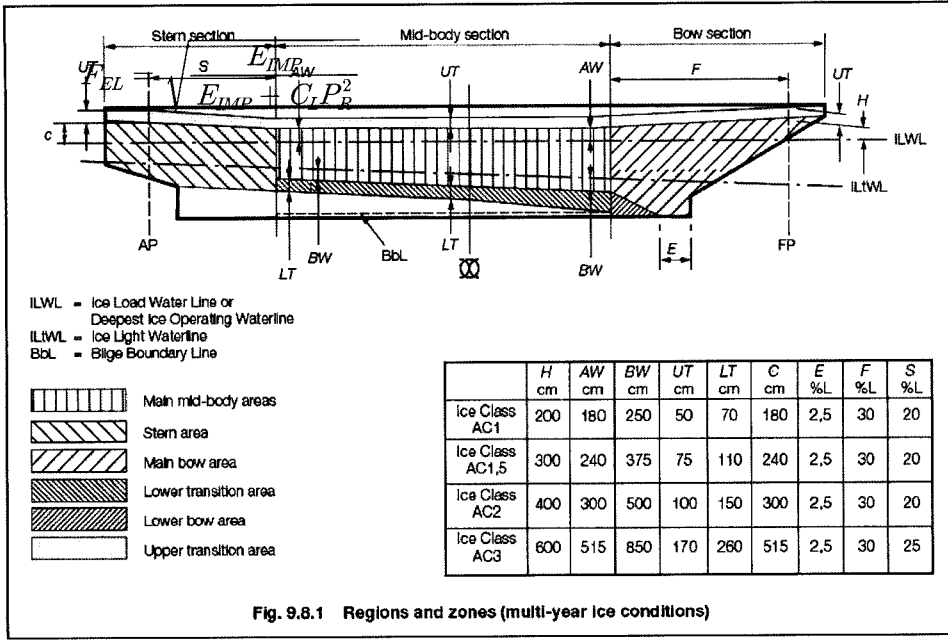


Fig. 9.8.1 Regions and zones (multi-year ice conditions)

Fig. 1 쇠빙선의 빙하중 구역 구분 (LR)

볼 수 있다.

$$g = \frac{165}{\sin \beta} (h_{ice})^{1.5} \quad (kN/m) \quad (4)$$

국부 빙압력은 부기부호에 따르는 빙두께(σ_{ice})와 작용하는 선체 구역(F_A)에 따라 결정된다.

$$p_0 = 1,000 F_A \sigma_{ice} \quad (kN/m^2) \quad (5)$$

LR의 빙압력은 Table 5에 보이는 것처럼 선급 부기부호에 따라 상수로 정해져 있다. 가장 간단한 방식을 취하고 있는 것으로 생각된다.

RS의 빙압력 계산식은 선체의 위치에 따라 제시

Table 5 Design ice pressure (LR)

Class	Design ice pressure, p N/mm ² (kgf/mm ²)
Ice Class AC1	5,89(0,60)
Ice Class AC1,5	5,40(0,55)
Ice Class AC2	4,91(0,50)
Ice Class AC3	3,92(0,40)

되어 있다. 대표적으로 선수부 빙압력을 보면, (6) 식과 같이 정의되어 있다.[4]

$$p_{AI} = 2500 a_1 v_m \sqrt{\frac{\Delta}{1000}} \quad (6)$$

여기서, a_1 은 Ice Category에 따른 변수이며 v_m 은 선수 형상을 반영하기 위한 변수이다. 아울러 v_m 은 길이 방향 위치에 대한 고려가 포함되어 있다. 이미 Ice Category 구분 시에 선박의 속력 및 빙두께들이 고려되어 있으므로 Ice Category 계수(a_1)가 대부분 변수를 포함하는 것으로 생각된다 (Table 6 참조).

하중은 작용하는 선체의 위치에 따라 압력 산식이 변화 되는데 (6)식의 형태를 기본으로 Ice Category 계수를 변화함으로써 빙하중 값을 계산하고 있다. 따라서 Ice Category에 따라 빙압력 계산식이 다양하게 제시되어 있다.

대부분의 선급들은 선수부 이외의 구역의 빙하중은 가장 가혹한 빙조건에 노출되는 선수부의 빙하중을



Table 6 Design ice pressure (RS)

Factor	Ice category								
	J1Y1	J1Y2	J1Y3	J1Y4	J1Y5	J1Y6	J1Y7	J1Y8	J1Y9
a_1	0,36	0,49	0,61	0,79	1,15	1,89	2,95	5,3	7,9
a_2	-	-	-	0,80	1,17	1,92	3,06	5,75	8,95
a_3	-	0,22	0,33	0,50	0,78	1,2	1,84	3,7	5,6
a_4	-	0,5	0,63	0,75	0,87	1	-	-	-

기준으로 중앙부나 선미부위는 적절한 계수의 변화를 주어 사용하는 경향이다.

4. 외판 두께

선체 외판 두께에 관한 계산식을 보면 빙압력, 구조부재의 배치(종, 횡방향), 구조부재 간격, 재료특성치(항복응력) 및 부식 여유가 주요 인자라고 생각된다.

ABS의 외판 두께 계산식은

$$t = 0.60s(P/Y)^{1/2} + Ct_e \text{ mm (Trans. Frame)} \quad (7)$$

$$t = 0.7s(P/Y)^{1/2} + Ct_e \text{ mm (Longi. Frame)} \quad (8)$$

와 같다.

여기서 P는 설계 빙압력, Y는 재료의 최소 항복강도 그리고 Ct_e 는 위치를 고려한 부식 여유이다.

식(9)로 보여지는 DNV의 외판 두께 계산식은 patch의 크기를 기준으로 하고 있다.

$$t = 23k_a \frac{s^{0.75}}{h_o^{0.25}} \sqrt{\frac{k_w p_o}{m_p \sigma_y}} + t_k \text{ (mm)} \quad (9)$$

이 식에서 Aspect ratio, 부재의 배치, 재질 등에 따라 치수가 결정되며, t_k 로 부식 여유를 고려하고 있다.

식(10)의 LR 두께 계산식 및 식(11)의 RS의 두께 계산식도 그 구성면에서 다르지 않다고 보인다.

$$t = 0,5s \alpha_p \beta \gamma \sqrt{\frac{p}{\sigma_o}} + c \text{ mm} \quad (10)$$

여기서 c는 부식 여유이다.

$$S_{sp} = S_{sp0} + \Delta S_{sp0} \quad (11)$$

$$s_{sp0} = 15.8a_0 \sqrt{\frac{p}{R_e H}} \text{ 로서 빙압력 } P \text{와 구조재 배}$$

치 및 간격 관련 a_0 그리고 항복강도 $R_e H$ 로 구성되며, $\Delta s_{sp0} = 0.75Tu$ 는 부식 여유이다.

부식 여유는 부기부호에 따라 달라지는 형태와 (ABS, LR), 선박의 설계수명에 따라 달리 계산하는 RS와 같은 경우도 있다.

ABS의 경우에는 부식 여유가 가장 큰 선수부를 기준으로 선미방향으로 줄어드는 형태이며, 부가적

Table 7 Minimum thickness and abrasion allowance of ice belt plating (ABS)

Ice class	Minimum thickness	t_o^* mm(in.)
A5	22(0.87)	6(0.236)
A4	20(0.79)	6(0.236)
A3	18(0.71)	6(0.236)
A2	16(0.63)	5(0.20)
A1	14(0.55)	4(0.16)
A0	12(0.47)	3(0.118)
B0	10(0.39)	3(0.118)
C0	8(0.315)	3(0.118)
D0	8(0.315)	1(0.04)

Table 8 Corrosion abrasion increment (LR)

Class	Corrosion abrasion increment, c(mm)
Ice Class AC1	5
Ice Class AC1,5	6
Ice Class AC2	7
Ice Class AC3	9

Table 9 Corrosion abrasion (DNV)

Compartment	Structure Shell plating (mm)	Internal structure (mm)
Ballast tank	1.0	1.5
Dry cargo hold which may be used as ballast tank	0.5	1.0
Dry compartment	0.0	0.0

으로 내빙대(Ice Belt)구역에 내마모 코팅(abrasive-resistant coating)을 한 경우는 0.3₀로 감하여 적용할 수 있다. 최대 6mm 부식 추가가 될 수 있다.

RS는 선박의 수명에 따라 부식 여유가 바뀌는 형태로 되어 있고 부재의 위치에 따라 부식 여유를 달리 주고 있다. 설계수명 및 등급에 따라 다르지만 설계수명을 20년으로 한다면 최대 10.5mm 까지 부식 추가가 될 수 있음을 알 수 있다.

상대적으로 선수부의 부식 여유 값을 높게 주는 것은 빙 충격하중이 다른 구역보다 크게 작용하기 때문으로 생각된다.

DNV의 경우는 앞의 세 선급과는 달리 탱크 구획에 따라 최대 1mm 까지 부식 추가를 하도록 하고 있다.

5. 계산 사례

각 선급의 무기부호 차이가 크기 때문에 동일 한 Ice Category를 판단하기는 어렵지만, 한 척의 기준 선박의 정보를 이용하여 계산을 수행하였다.

계산시 기준 Ice Category는 Table 11과 같다.

객관적으로 동일한 Ice Category를 정하긴 어려

Table 10 Corrosion abrasion (RS)

Ice category	u. in mm per year	
	Region lengthwise	
	forward and intermediate(A and A ₁)	midship and after (B and C)
J1Y1	0,2	In accordance with 1.1.5.2
J1Y2	0,25	
J1Y3	0,3	
J1Y4	0,36	0,26
J1Y5	0,38	0,28
J1Y6, J1Y7, J1Y8, J1Y9	0,4	0,3
J1J16	0,4	0,3
J1J17	0,5	0,35
J1J18	0,6	0,4
J1J19	0,7	0,4

Table 11 기준 Ice Category

Class	Ice Category	Remark
ABS	A3	Navigating Independently
DNV	POLAR10	Accidental Ramming
LR	Ice Class AC1	Ice Thickness 1m
RS	LU7	Episodic Ramming

우므로 독립적 항해와 Ramming에 기초하여 정했으며, LR의 경우만 빙두께로 기준을 삼았다.

먼저 선수부를 대상으로 빙하중과 해당 구역의 외판 두께를 계산하였다. 대상선박의 주요 요목은 Table 12와 같다.

Table 13에서 볼 수 있듯이 빙압력은 선급별로 큰 차이를 보이지 않지만, 선체 외판 두께는 큰 차이가 남을 알 수 있다. 특히 RS의 경우가 나머지 선급의 경우와 확연한 차이를 보인다. 이는 RS의 Ice Category가 나머지 선급보다 높게 정해진 계산결과일 수도 있지만, 실제 RS의 경우가 그간 축적된 데이터를 바탕으로 보다 안전한 구조방식을 채택한다고 생각해 볼 수도 있다.



Table 12 대상 선박의 주요 요목

LBP	102.0	m
BREADTH	18.768	m
DEPTH	9.9	m
DRAFT(FWD)	7.5	m
DRAFT(AFT)	7.5	m
DISPLACEMENT	9,000	t
SHAFT POWER	10,000	kW
SHIP SPEED	5.0	knot
YIELD STRENGTH	355	kN/mm ²

Table 13 대상 선박에 대한 계산 결과

Class	Pressure (N/mm ²)	Thickness (mm)	Remark
ABS	6.15	37.63	A3
DNV	7.00	35.49	POLAR10
LR	5.89	29.56	AC1
RS	6.80	67.89	LU7

6. 결론

지금까지 살펴본 바와 같이 선체 두께를 구하는 계산식을 구성하는 주요 인자들은 크게 다르다고는 생각되지 않고 각 선급마다 차이를 보이는 빙압력 및 기타 관련 계수(상수)에 의해 구조 치수가 결정되는 것으로 보인다.

결국 항행구역의 빙 관련 데이터의 수집과 분석을 통하여 빙하중 계산식을 보다 자세하게 정립시키고 선급규칙에 반영하는 것이 제일 중요한 점이라고 볼 수 있다.

또한 선급마다 차이가 있는 빙압력과 함께 부식 여유 값들은 대부분 일정한 표로 제공되며 부기부호

에 따라 적절히 구분하여 적용하는 것을 알 수 있다.

전체 구조강도의 경우는 선급규칙에 명시적으로 빙하중에 대한 고려를 해야 한다고 대부분의 선급이 언급하고 있지만, 추가적인 조사와 검토가 필요할 것으로 생각된다. 이는 최근 건조되거나 건조 추진되는 선박의 기본 제원의 변화와 항행구역의 변화 가능성으로 인하여 빙하중 뿐만 아니라 항해구역의 파랑하중에 대한 검토도 함께 이루어져야 할 것으로 생각되기 때문이다.

참고문헌

1. ABS, 2007, Rules for Building and Classing Steel Vessels, Part 6.
2. DNV, 2005, Rules for Ships, Part 5.
3. LR, 2005, Rules and Regulations for the Classification of Ships, Part 3.
4. RS, Rules for the Classification and Construction of Sea-Going Ships, Volume 1, Part II.
5. 한국선급, 2007, 한국선급 강선규칙 적용지침 3편, 21장. ⚓

김 대 현 | 한국선급 기술연구소 책임연구원



- 1965년생
- 1991년 인하대학교 선박공학과 석사
- 관심분야: 파랑하중 해석, 직접 구조해석
- E-mail: dhkim@krs.co.kr