

鋼 船 規 則

規
則

I 編

極地氷海船等

2007 年 9 月 27 日 規則 第 43 号

2007 年 7 月 2 日 技術委員会 審議

2007 年 7 月 24 日 理事会 承認

2007 年 9 月 20 日 国土交通大臣 認可

「鋼船規則」の一部を次のように改正する。

改正その 1

鋼船規則 I 編を制定する

1 章 通則

1.1 一般

1.1.1 適用

- 1. 本編の規定は、氷で覆われた水域（氷水域）での運航を計画する船舶に適用する。
- 2. *IMO Resolution MSC/Circ.1056* 及び *MEPC/Circ.399 “Guideline for ships operating in Arctic ice-covered waters”*にある極地氷海船階級を有する船舶として登録を受けようとする船舶（以下、本編において「極地氷海船」という。）の材料、構造、艤装及び機関については、他の編の該当規定によるほか、本編 **1 章**から **4 章**の規定によらなければならない。
- 3. *Finnish-Swedish Ice Class Rules, 2002* の適用のある北バルト海の氷水域を航行する船舶又は *Arctic Shipping Pollution Prevention Regulations* の適用のあるカナダの氷水域を航行する船舶として登録を受けようとする船舶（以下、本編において「耐氷船」という。）の構造、艤装及び機関については、他の編の該当規定によるほか、本編 **1 章**及び **5 章**の規定によらなければならない。

1.1.2 提出図面への記載事項

- 1. **1.2.2** に定義する極地氷海船階級及び **1.2.3** に定義する耐氷船階級は、**B 編 2.1.2** に規定される一般配置図、中央横断面図、船首尾倉及びその他付近の防撓構造及び外板展開図、プロペラ関係の図面に記載されなければならない。
- 2. 極地氷海船にあつては、**1.2.4-1.**に定義する最大氷海喫水線及び **1.2.4-2.**に定義する最小氷海喫水線並びに **1.2.5-1.**に定義する船体区域が、**B 編 2.1.2** に規定される外板展開図に記載されなければならない。また、**2.3** に規定する予備厚が、中央断面図、船首尾の構造図及び外板展開図に記載されなければならない。
- 3. 耐氷船にあつては、**1.2.4-1.**に定義する最大氷海喫水線及び **1.2.4-2.**に定義する最小氷海喫水線並びに **1.2.5-2.**に定義する船体区域が、**B 編 2.1.2** に規定される外板展開図に記載されなければならない。また、**5.4.1** で定義される主機出力、最大氷海喫水線における型排水量及び主機出力を算定するために必要な寸法は、**B 編 2.1.2** に規定される一般配置図に記載されなければならない。

1.1.3 低温に対する考慮

本編の規定を適用する船舶の安全及び航行に必要な構造、艤装及び諸施設の計画に際しては、航行水域の空気温度が低いことを考慮しなければならない。特に、油圧系統の機能、水管及び水タンクの氷結、非常用ディーゼル機関の始動等に対して配慮しなければならない。

1.1.4 同等効力

本編の規定に該当しない船体構造、機関等並びにこれらの配置及び寸法については、本会が本編の規定に適合するものと同等の効力があると認める場合、これを本編に適合するものとみなす。

1.2 定義

1.2.1 適用

本編における用語の定義及び記号は、他の編において特に定める場合を除き、本節の定めるところによる。

1.2.2 極地氷海船階級

極地氷海船階級とは、表 I1.1 に示すように 7 つの階級に分類され、登録申込者が選択するものとする。

表 I1.1 極地氷海船階級

極地氷海船階級	記号	氷の状況及び季節
Polar Class 1	PC1	全ての極地氷水域を通年航行する極地氷海船。
Polar Class 2	PC2	中程度の厳しさの多年氷が存在する氷水域を通年航行する極地氷海船。
Polar Class 3	PC3	多年氷が一部混在する二年氷の中を通年航行する極地氷海船。
Polar Class 4	PC4	多年氷が一部混在する厚い一年氷の中を通年航行する極地氷海船。
Polar Class 5	PC5	多年氷が一部混在する中程度の厚さの一年氷の中を通年航行する極地氷海船。
Polar Class 6	PC6	多年氷が一部混在する中程度の厚さの一年氷の中を夏季又は秋季に航行する極地氷海船。
Polar Class 7	PC7	多年氷が一部混在する薄い一年氷の中を夏季又は秋季に航行する極地氷海船。

(備考)

ここで、多年氷、二年氷及び一年氷とは、世界気象機関（World Meteorological Organization）の海水用語に基づくもので、次による。

多年氷：二年目の発達サイクルを終えて存続した浮氷

二年氷：一年氷が夏季に解けることなく二年目の発達サイクルに達した浮氷

一年氷：最初の年間発達サイクルにある浮氷

1.2.3 耐氷船階級

耐氷船階級とは、以下の 5 つの階級に分類され、耐氷船の就航目的に応じ、登録申込者が選択するものとする。

- (1) IA Super
- (2) IA
- (3) IB
- (4) IC
- (5) ID

1.2.4 喫水線

-1. 最大氷海喫水線（UIWL）とは、氷水域を航行する際の船首、中央及び船尾のそれぞれにおける最大喫水から定まる喫水線をいう。

-2. 最小氷海喫水線（LIWL）とは、氷水域を航行する際の船首尾における最小喫水より定まる喫水線とする。最小氷海喫水線は氷水域でのバラスト航海時の航行能力（例えばプロペラの没水等）を考慮して決定される。

1.2.5 船体区域

-1. 極地氷海船の船体区域とは、設計氷荷重の大きさに応じて区分される船体構造の範囲をいい、次のように分類する（図 II.1 参照）。ただし、特殊な砕氷船尾構造及び推進機構を備え、氷水域を後進により航行する極地氷海船については本会の適当と認めるところによる。

(1) 船首域

(a) 極地氷海船階級が PC1 から PC4 の極地氷海船の船首域

最大氷海喫水線上で水線面外板角が 10° となる位置（船首域の後縁）より前方の船体区域のうち、船首域の後縁上で最大氷海喫水線から上方に $1.5m$ の点と、船首材上で最大氷海喫水線から上方に $2.0m$ の点を結ぶ線の下方に位置する船体区域とする。

(b) 極地氷海船階級が PC5 から PC7 の極地氷海船の船首域

最大氷海喫水線上で水線面外板角が 10° となる位置より前方の船体区域のうち、船首域の後縁上で最大氷海喫水線から上方に $1.0m$ の点と、船首材上で最大氷海喫水線から上方に $2.0m$ の点を結ぶ線の下方に位置する船体区域とする。ただし、船首域の後縁は、いかなる場合にも船首材の延長線と船の基線との交点より前方としてはならない。また、船首域の後縁は、船首垂線から船尾方向に最大氷海喫水線での船の長さの 0.45 倍の位置よりも後方とする必要はない。

(2) 船首中間域

(a) 極地氷海船階級が PC1 から PC4 の極地氷海船の船首中間域

船首域の後縁から、最大氷海喫水線上で水線面外板角が 0° となる点より最大氷海喫水線での船の長さの 0.04 倍後方の位置（船首中間域の後縁）より前方の船体区域のうち、最大氷海喫水線から上方に $1.5m$ の線より下方に位置する船体区域とする。

(b) 極地氷海船階級が PC5 から PC7 の極地氷海船の船首中間域

船首域の後縁から、最大氷海喫水線上で水線面外板角が 0° となる点より最大氷海喫水線での船の長さの 0.04 倍後方の位置より前方の船体区域のうち、最大氷海喫水線から上方に $1.0m$ の線より下方に位置する船体区域とする。

(3) 船尾域

(a) 極地氷海船階級が PC1 から PC4 の極地氷海船の船尾域

最大氷海喫水線上で船尾垂線から船の幅が最大になる位置までの距離の 0.7 倍を船尾垂線から船首方向に向かって計測した点（船尾域の前縁）より後方に位置する船体区域のうち、最大氷海喫水線から上方に $1.5m$ の線より下方に位置する船体区域とする。

(b) 極地氷海船階級が PC5 から PC7 の極地氷海船の船尾域

最大氷海喫水線上で船尾垂線から船の幅が最大になる位置までの距離の 0.7 倍を船尾垂線から船首方向に向かって計測した点より後方に位置する船体区域のうち、最大氷海喫水線から上方に $1.0m$ の線より下方に位置する船体区域とする。

ただし、船尾垂線から船尾域の境界点までの距離は最大氷海喫水線での船の長さの 0.15 倍以上としなければならない。

(4) 中央域

(a) 極地氷海船階級が PC1 から PC4 の極地氷海船の中央域

船首中間域の後縁から，船尾域の前縁までの間の船体区域のうち，最大氷海喫水線から上方に $1.5m$ の線より下方に位置する船体区域とする。

(b) 極地氷海船階級が $PC5$ から $PC7$ の極地氷海船の中央域

船首中間域の後縁から，船尾域の前縁までの間の船体区域のうち，最大氷海喫水線から上方に $1.0m$ の線より下方に位置する船体区域とする。

(5) 船底域

船底域とは船首中間域，中央域及び船尾域において，船底外板が水平より 7° 傾斜する位置（船底域の上縁）より船体中心線側に位置する外板区域をいう。

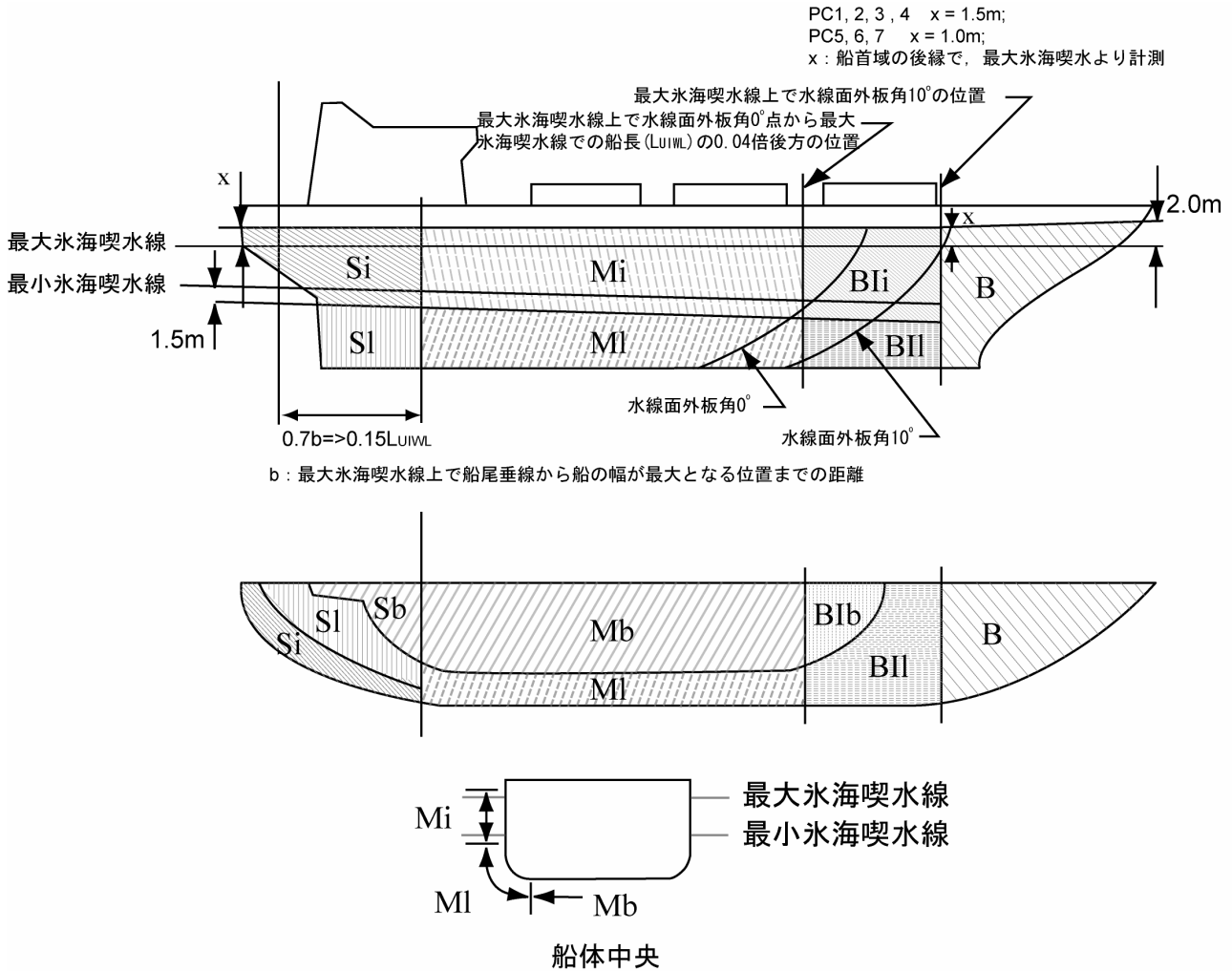
(6) 下部域

下部域とは船首中間域，中央域及び船尾域において，船底域の上縁から最小氷海喫水の $1.5m$ 下方の線（下部域の上縁）までの外板区域をいう。

(7) 耐氷帯域

耐氷帯域とは船首中間域，中央域及び船尾域において，下部域の上縁から，極地氷海船階級が $PC1$ から $PC4$ の極地氷海船にあつては最大氷海喫水の $1.5m$ 上方，極地氷海船階級が $PC5$ から $PC7$ の極地氷海船にあつては最大氷海喫水の $1.0m$ 上方の線までの外板区域をいう。

図 II.1 極地氷海船の船体区域



(備考)

ここで、図中の記号は以下の通りとする。

- B: 船首域
- BIi: 船首中間耐氷帯域
- BII: 船首中間下部域
- BIb: 船首中間船底域
- Mi: 中央耐氷帯域
- Ml: 中央下部域
- Mb: 中央船底域
- Si: 船尾耐氷帯域
- Sl: 船尾下部域
- Sb: 船尾船底域

-2. 耐氷船の長さ方向にわたって、耐氷船階級 *IA Super*, *IA*, *IB* 及び *IC* を選択する耐氷船にあっては、前方域、中央域及び後方域を、また、耐氷船階級 *ID* を選択する耐氷船にあっては前方域を、それぞれ、次のように区分する。

(1) 前方域

船首端と船体平行部の前縁から後方 $0.04L$ の距離にある線との間。ただし、船体平行部の前縁からこの前方域の後縁までの距離は、耐氷船階級が *IA Super* 及び *IA* の耐氷船の場合は 6m 、耐氷船階級が *IB*, *IC* 及び *ID* の耐氷船の場合は 5m をそれぞ

れ超える必要はない。

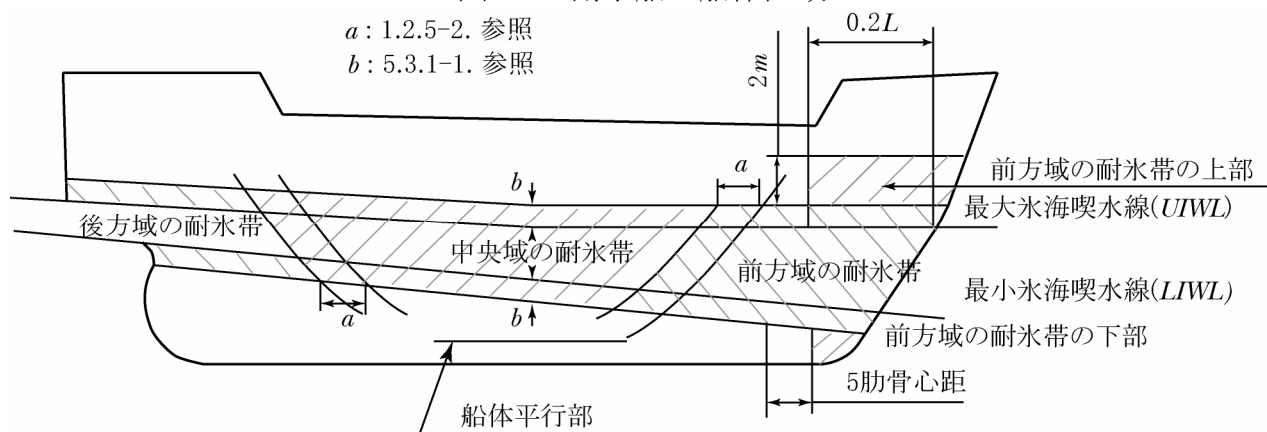
(2) 中央域

前方域の後縁と、船体平行部の後縁から後方 $0.04L$ の距離にある線との間。ただし、船体平行部の後縁から後方への距離は、耐氷船階級が *IA Super* 及び *IA* の耐氷船の場合は $6m$ 、耐氷船階級が *IB* 及び *IC* の耐氷船の場合は $5m$ をそれぞれ超える必要はない。

(3) 後方域

中央域の後縁と船尾端との間。

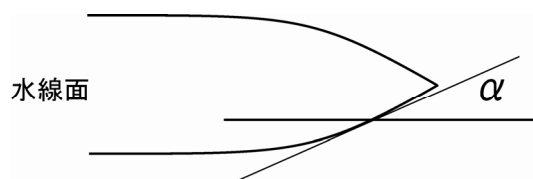
図 I1.2 耐氷船の船体区域



1.2.6 水線面外板角

水線面外板角とは、各喫水面における船体外板の接線と船長方向のなす角をいう。（図 I1.3 参照）

図 I1.3 水線面外板角 α



1.2.7 主機出力

主機出力 (H) は、主機の連続最大出力時の出力とする。ただし、主機出力が技術的な理由又は適用規則により制限される場合は、その制限された出力とする。

2 章 材料及び溶接

2.1 材料

2.1.1 船体構造用材料

船体構造用材料は、**K 編 3 章**の規定に適合するものでなければならない。

2.1.2 材料区分

- 1. 船体構造に使用される船体構造用材料の構造部材の分類及び材料区分は、**表 I2.1**によらなければならない。
- 2. **表 I2.1**に規定する構造部材のうち、風雨曝露部及び、海水と接する構造部材並びに、これらに取り付けられる部材の材料区分は**表 I2.2**によらなければならない。
- 3. 設計温度を設定して設計する極地氷海船にあっては、その船体に使用する鋼材の材料区分は**C 編 1.1.12**の規定によらなければならない。
- 4. 板厚が 50mm を超える圧延鋼材及び降伏強度が 390N/mm^2 以上の圧延鋼材の使用区分は、本会の適当と認めるところによる。

表 I2.1 材料の使用区分

構造部材の分類	材料区分	
	中央部 0.4L 間	中央部 0.4L 間以外
二次部材 A1. 縦通隔壁の板、ただし、一次部材に該当するものを除く。 A2. 曝露甲板、ただし、一次部材又は特殊部材に該当するものを除く。 A3. 船側外板	I	$A/AH^{(9)}$
一次部材 B1. 船底外板及び竜骨板 B2. 強力甲板、ただし、特殊部材に該当するものを除く。 B3. 貨物倉口縁材以外の強力甲板上の縦通連続構造部材 B4. 縦通隔壁の最上部の板一条 B5. 垂直の板一条（倉口桁板）及びトップサイドタンクの斜板の強力甲板に隣接する板一条	II	$A/AH^{(9)}$
特殊部材 C1. 強力甲板の舷側板 ^{(1),(8)} C2. 強力甲板の梁上側板 ^{(1),(8)} C3. 縦通隔壁板に隣接する甲板の板一条 ^{(2),(8)} C4. コンテナ船及び同様な倉口配置の船舶の強力甲板の貨物倉口隅部 ⁽³⁾ C5. ばら積貨物船、鉱石運搬船、兼用船及び同様な倉口配置の船舶の強力甲板の貨物倉口隅部 ⁽⁴⁾ C6. ビルジ外板 ^{(5),(6),(8)} C7. 長さが $0.15L$ を超える貨物倉口の縦通縁材 ⁽⁷⁾ C8. 並びに縦通縁材の端部肘板及び甲板室との取り付け部 ⁽⁷⁾	III	II 中央部 $0.6L$ 間以外については I

(備考)

- (1) 船の長さが 250m を超える場合、中央部 $0.4L$ 間においては E/EH 以上の鋼材とする
- (2) 二重船側部を形成する縦通隔壁付近の甲板は除く
- (3) 貨物区域内は材料区分 III とする
- (4) 中央部 $0.6L$ 間は材料区分 III とする、貨物区域内は材料区分 II 以上とする
- (5) 二重船底構造で船の長さが 150m 以下のものについては材料区分 II とすることができる
- (6) 船の長さが 250m を超える場合、中央部 $0.4L$ 間においては D/DH 以上の鋼材とする

- (7) D/DH 以上の鋼材とする
- (8) 船の中央部 $0.4L$ 間において材料区分 III の鋼材，若しくは E/EH 級鋼材の一条の幅は， $5L+800(mm)$ 以上とすること。ただし， $1800mm$ を超える必要はない。
- (9) A は材料記号 KA ， AH は材料記号 $KA32$ 及び $KA36$ を示す

表 I2.2 極地氷海船の構造部材に対する材料の使用区分

構造部材の分類	材料区分
船首域及び船首中間耐氷帯域 (B, B_{II})内の外板	II
表 I2.1 の二次部材又は一次部材で，中央部 $0.4L$ 間以外に位置するもの	I
船首域及び船尾骨材，ラダーホーン，舵，プロペラノズル，張出し軸受け，アイスクラグ，アイスナイフ及び氷衝撃荷重を受ける他の付加物用の板材	II
船殻部材に取り付けられるすべての内部材及び外板から 600 mm 以内の箇所にある内部材	I
氷水域を航行中に貨物倉ハッチを開けた場合，大気に曝される板部材及びそれに取り付けられる防撓材	I
表 I2.1 の特殊部材， FP から $0.2L$ 以内に位置する構造部材	II

2.1.3 鋼種

-1. 最小氷海喫水線の $0.3m$ 下方の線より下方に位置する船殻部材及び付加物並びにこれらに取り付けられる防撓材に使用する鋼材は，極地氷海船階級に関わらず，表 I2.1 及び表 I2.2 の構造部材の分類及び材料区分に応じ表 I2.3 に規定する鋼種以上のものとしなければならない。

表 I2.3 最小氷海喫水線の $0.3m$ 下方の線より下方に使用する鋼材の鋼種

鋼材の厚さ $t(mm)$	材料区分 I		材料区分 II		材料区分 III	
	MS	HT	MS	HT	MS	HT
$t \leq 15$	A	AH	A	AH	A	AH
$15 < t \leq 20$	A	AH	A	AH	B	AH
$20 < t \leq 25$	A	AH	B	AH	D	DH
$25 < t \leq 30$	A	AH	D	DH	D	DH
$30 < t \leq 35$	B	AH	D	DH	E	EH
$35 < t \leq 40$	B	AH	D	DH	E	EH
$40 < t \leq 50$	D	DH	E	EH	E	EH

-2. 最小氷海喫水線の $0.3m$ 下方の線より上方に位置する風雨曝露部の船殻構造及び付加物に使用する鋼材は，表 I2.1 及び表 I2.2 の構造部材の分類及び材料区分に応じ表 I2.4 に規定する鋼種以上のものとしなければならない。

表 I2.4 風雨曝露部に使用する鋼材の鋼種

鋼材の厚さ $t(mm)$	材料区分 I				材料区分 II				材料区分 III					
	PC1-5		PC6&7		PC1-5		PC6&7		PC1-3		PC4&5		PC6&7	
	MS	HT	MS	HT	MS	HT	MS	HT	MS	HT	MS	HT	MS	HT
$t \leq 10$	B	AH	B	AH	B	AH	B	AH	E	EH	E	EH	B	AH
$10 < t \leq 15$	B	AH	B	AH	D	DH	B	AH	E	EH	E	EH	D	DH
$15 < t \leq 20$	D	DH	B	AH	D	DH	B	AH	E	EH	E	EH	D	DH
$20 < t \leq 25$	D	DH	B	AH	D	DH	B	AH	E	EH	E	EH	D	DH
$25 < t \leq 30$	D	DH	B	AH	E	EH	D	DH	E	EH	E	EH	E	EH

30<math>t\leq 35	<i>D</i>	<i>DH</i>	<i>B</i>	<i>AH</i>	<i>E</i>	<i>EH</i>	<i>D</i>	<i>DH</i>	<i>E</i>	<i>EH</i>	<i>E</i>	<i>EH</i>	<i>E</i>	<i>EH</i>
35<math>t\leq 40	<i>D</i>	<i>DH</i>	<i>D</i>	<i>DH</i>	<i>E</i>	<i>EH</i>	<i>D</i>	<i>DH</i>	-	<i>FH</i>	<i>E</i>	<i>EH</i>	<i>E</i>	<i>EH</i>
40<math>t\leq 45	<i>E</i>	<i>EH</i>	<i>D</i>	<i>DH</i>	<i>E</i>	<i>EH</i>	<i>D</i>	<i>DH</i>	-	<i>FH</i>	<i>E</i>	<i>EH</i>	<i>E</i>	<i>EH</i>
45<math>t\leq 50	<i>E</i>	<i>EH</i>	<i>D</i>	<i>DH</i>	<i>E</i>	<i>EH</i>	<i>D</i>	<i>DH</i>	-	<i>FH</i>	-	<i>FH</i>	<i>E</i>	<i>EH</i>

(備考)

最小氷海喫水線の 0.3*m* 下方の位置からの、幅 1.8*m* 以内の船側外板の板一条については鋼種 *D*, *DH* 以上とする

-3. 風雨曝露部の船殻部材に取り付けられる防撓材及び船殻部材から 600*mm* 以内にある構造部材（例えば、隔壁及び甲板並びにそれらに取り付けられる防撓材）に使用する材料は、極地氷海船階級に応じ、表 12.5 に規定する鋼種以上のものとしなければならない。

表 12.5 風雨曝露部の船殻部材に取り付けられる船側肋骨部材の鋼種

鋼材の厚さ <i>t</i> (mm)	<i>PC1 - PC5</i>		<i>PC6</i> 及び <i>PC7</i>	
	<i>MS</i>	<i>HT</i>	<i>MS</i>	<i>HT</i>
$t \leq 20$	<i>B</i>	<i>AH</i>	<i>B</i>	<i>AH</i>
20 < $t \leq 35$	<i>D</i>	<i>DH</i>	<i>B</i>	<i>AH</i>
35 < $t \leq 45$	<i>D</i>	<i>DH</i>	<i>D</i>	<i>DH</i>
45 < $t \leq 50$	<i>E</i>	<i>EH</i>	<i>D</i>	<i>DH</i>

(備考)

1. 表 12.3, 表 12.4 及び表 12.5 中, *MS* は、軟鋼を、*HT* は高張力鋼を意味し、*A*, *B*, *D*, *E* 及び *AH*, *DH*, *EH*, *FH* は以下の材料記号を示す。

A : *KA*

B : *KB*

D : *KD*

E : *KE*

AH : *KA32* 及び *KA36*

DH : *KD32* 及び *KD36*

EH : *KE32* 及び *KE36*

FH : *KF32* 及び *KF36*

2.1.4 圧延鋼材以外の材料

圧延鋼材以外の材料は、使用される温度に適した化学成分を有するものでなければならない。

2.1.5 海水に触れる機関の材料

-1. プロペラ羽根、プロペラボス及び羽根取付けボルトのような海水に触れる材料は、**K 編**に規定する *U14A* 号試験片による伸び率が 15%以上のものでなければならない。また、青銅及びオーステナイト鋼以外の材料にあっては、**K 編**に規定する *U4* 号試験片による吸収エネルギー値が-10℃において 20*J* 以上の値を有するものでなければならない。

2.1.6 海水温度に曝される機関の材料

海水温度に曝される材料は、鋼又はその他の承認された延性材料であって、**K 編**に規定する *U4* 号試験片による吸収エネルギー値が-10℃において 20*J* 以上の値を有するものでなければならない。

2.1.7 低温空気に曝される機関の材料

低温空気に曝される重要な部品の材料は、鋼又はその他の承認された延性材料であって、**K 編**に規定する *U4* 号試験片による吸収エネルギー値が使用される温度より 10℃低い温度において 20J 以上の値を有するものでなければならない。

2.2 溶接

2.2.1 一般

- 1. 溶接については **M 編**の規定による。
- 2. 氷荷重に対し補強される箇所全てのすみ肉溶接は、**C 編 表 C1.4** に規定する *F2* 以上の脚長を有する二重連続方式としなければならない。
- 3. 全ての構造接合部、特に氷荷重に対し補強される箇所とその他の構造区域の境界において強度の連続性が確保されなければならない。

2.3 防食措置及び耐摩耗措置

2.3.1 外板の保護

外板の腐食及び氷との接触により生ずる摩耗を低減するために、外板の全外面に対し効果的な保護を施すことを推奨する。

2.3.2 外板の予備厚

外板に対する予備厚 t_s は、極地氷海船階級に応じ**表 12.6** に掲げる値以上としなければならない。外板の予備厚は、船体外板と氷との衝突による船体部材の磨耗及び腐食による衰耗を考慮して、あらかじめ寸法に加えられる予備厚とする。

表 12.6 外板の予備厚

船体区域	予備厚 t_s (mm)					
	効果的な保護 ⁽¹⁾ あり			効果的な保護なし		
	<i>PC1 - PC3</i>	<i>PC4</i> 及び <i>PC5</i>	<i>PC6</i> 及び <i>PC7</i>	<i>PC1 - PC3</i>	<i>PC4</i> 及び <i>PC5</i>	<i>PC6</i> 及び <i>PC7</i>
船首耐氷耐域、船首中間耐氷帯域	3.5	2.5	2.0	7.0	5.0	4.0
船首中間下部域、中央耐氷帯域、船尾耐氷帯域	2.5	2.0	2.0	5.0	4.0	3.0
中央下部域、船尾下部域、船底域	2.0	2.0	2.0	4.0	3.0	2.5
その他の区域	2.0	2.0	2.0	3.5	2.5	2.0

(備考)

- (1) 氷海塗料等の氷水域での使用を考慮した塗装若しくは本会がこれと同等とみなす措置が施されている場合、効果的な保護があるとみなす。
- (2) 耐氷補強部については計測板厚が $t_{\text{net}}+0.5\text{mm}$ を下回った時点で切替が要求される。

2.3.3 防撓材の腐食予備厚

外板に隣接する板部材、防撓材ウェブ及びフランジを含む氷荷重に対する補強箇所内の全内部構造部材の腐食予備厚(t_s)は、1.0 mm 以上としなければならない。

3 章 船体構造

3.1 適用

3.1.1 一般

- 1. 本章に規定する設計氷荷重は砕氷船首形状を有する極地氷海船に適用する。
- 2. 砕氷船首形状以外の船首形状の船舶については、本会の適当と認める設計氷荷重とすること。

3.1.2 荷重シナリオ

本章に規定する設計氷荷重は、氷が船首に衝突する衝突荷重シナリオに基づくもので、次の(1)から(4)を考慮して算定される。

- (1) 高さ b と幅 w の矩形の荷重作用面に一様分布する平均圧力 P_{avg} を設計氷荷重とする。
- (2) 全ての船舶の船首域並びに、極地氷海船階級が $PC6$ 及び $PC7$ の船舶の船首中間耐氷帯域において、設計氷荷重算定のための荷重変数は、船首形状の関数として取り扱う。平均圧力 P_{avg} 並びに荷重作用面の高さ b 及び幅 w は、船首域の分割領域に対する形状係数 fa_i 、衝突力 F_i 、線荷重 Q_i 、及び圧力 P_i を用いて算定される。
- (3) 全ての船舶の中央域、船尾域、船首中間下部域、船首中間船底域及び極地氷海船階級が $PC1$ から $PC5$ の船舶の船首中間耐氷帯域において、平均圧力 P_{avg} 並びに荷重作用面の高さ b_{NonBow} 及び幅 w_{NonBow} は、船体形状に関わらず荷重作用面のアスペクト比の固定値 ($AR=3.6$) に基づいて決定される。
- (4) 氷が船体に衝突する荷重を直接受けない船体構造であっても、氷が船首に衝突したときに生ずる加速度により、積載貨物及び艀装品等の慣性荷重が無視できない場合、本会が適当と認める慣性荷重を考慮しなければならない。

3.2 復原性

3.2.1 非損傷時復原性

-1. 極地氷海船の非損傷時復原性については、**U 編**の規定に適合するほか、次の(1)及び(2)に掲げる事項を確認するため、復原性計算が実施されなければならない。また、大気曝露部への着氷の影響を考慮しなければならない。

- (1) 船舶の旋回又はその他の要因による横揺、縦揺、上下揺又は横傾斜において、十分な正の復原力を有していること。
- (2) 船体が船首材の下端部まで氷に乗り上げ、モーメントが平衡している状況で、正の復原性を有していること。

ここで、十分な正の復原性とは、船舶が少なくとも $150mm$ の正のメタセンタ高さを有し、正の平衡状態にあり、かつ、**V 編**に定める乾舷甲板の端部から $150mm$ 下方の線が没水していない状態のことをいう。

-2. 船体が氷に乗り上げた状態での復原性計算については、本会の適当と認める手法による。

-3. 運航形態や船型等を考慮して、船体が氷に乗り上げる運航形態が無いと本会が認め

る極地氷海船については-1.(2)の状態の復原性を考慮する必要はない。

3.2.2 損傷時復原性

-1. 極地氷海船は次の(1)から(4)に掲げる寸法の損傷箇所の貫通によって生ずる浸水に対し、十分な安定状態を確保しなければならない。

- (1) 最大氷海喫水線上で船の幅が最大になる点より前方に損傷箇所の中心が位置している場合、船長方向の損傷範囲は最大氷海喫水線での船の長さの 0.045 倍とする。
- (2) 最大氷海喫水線上で船の幅が最大になる点より後方に損傷箇所の中心が位置している場合、船長方向の損傷範囲は最大氷海喫水線での船の長さの 0.015 倍とする。
- (3) 鉛直高さ方向の損傷範囲は、最大氷海喫水の 0.2 倍及び船長方向の損傷範囲のうちいずれか小さいほうの長さとする。
- (4) 損傷範囲の奥行きは、損傷の全範囲に亘って船体外板に対し垂直に計測し 760mm とする。

-2. 氷との接触による損傷範囲の中心は、船底キール部から最大氷海喫水の 1.2 倍の高さの位置にまで生ずると想定しなければならない。

-3. 極地氷海船階級が PC5、PC6 及び PC7 の極地氷海船であって、汚染物質又は危険物質の輸送に用いない船舶にあつては、損傷範囲を水密隔壁間に制限して差し支えない。ただし、水密隔壁が損傷範囲の寸法より短い間隔で配置されている場合は除く。

3.3 区画

3.3.1 一般

極地氷海船の区画は、他編の該当規定及び条約の規定に適合するほか、本節の規定に適合しなければならない。

3.3.2 二重底構造

-1. 極地氷海船は、船首隔壁から船尾隔壁までの全船長方向及び全幅方向にわたり二重底構造としなければならない。

-2. 砕氷船船首形状を有し、船首部が短い極地氷海船にあつては、船首材とキールとの取り合い箇所の隔壁と船首隔壁との間に汚染物質を積載しない場合において、船首材が傾斜している箇所の二重底を省略することができる。

3.3.3 汚染物質の積載

-1. 極地氷海船は、船体外板と直接接する区画に汚染物質を積載してはならない。

-2. あらゆる汚染物質は、船体外板から 760mm 以上離れた区画に積載されなければならない。

-3. 極地氷海船階級が PC6 及び PC7 の極地氷海船にあつては、船体中央部より後方に位置する船底が平らな箇所の二重底タンクに燃料油を積載することができる。ただし、他編の該当規定及び条約にて禁止されている場合を除く。

3.4 設計氷荷重

3.4.1 衝突荷重特性

衝突荷重特性に関する係数は表 I3.1 による。

表 I3.1 衝突荷重特性に関する係数

極地氷海船階級	破砕係数 (CF_C)	曲げ破壊係数 (CF_F)	荷重作用面係数 (CF_D)	排水量係数 (CF_{DIS})	縦強度係数 (CF_L)
PC1	17.69	68.60	2.01	250	7.46
PC2	9.89	46.80	1.75	210	5.46
PC3	6.06	21.17	1.53	180	4.17
PC4	4.50	13.48	1.42	130	3.15
PC5	3.10	9.00	1.31	70	2.50
PC6	2.40	5.49	1.17	40	2.37
PC7	1.80	4.06	1.11	22	1.81

3.4.2 船首域

-1. すべての極地氷海船の船首域並びに極地氷海船階級が PC6 及び PC7 の極地氷海船の船首中間耐氷帯域において、衝突荷重シナリオに関連する衝突力 F 、線荷重 Q 、圧力 P 及び荷重作用面のアスペクト比 AR は最大氷海喫水線上の水線面外板角を用いて計算しなければならない。船首角度の影響は、考慮する個所の船首形状係数 f_a を用いて計算しなければならない。

-2. 船首部は一般に最大氷海喫水線上において、等しい長さの 4 つの小区域に分割する。それぞれの小区域の長さ中央において、力 F 、線荷重 Q 、圧力 P 及び荷重作用面アスペクト比 AR を計算しなければならない。各小区域における各値の最大値を用いて氷荷重変数 P_{avg} 、 b 及び w を計算しなければならない。

-3. 形状係数 fa_i は、以下の 2 つの式より得られる値のうち最小値としなければならない。ただし、形状係数 fa_i が 0.6 以上の場合、0.6 とする。

$$fa_{i,1} = \left\{ 0.097 - 0.68 \left(\frac{x}{L'} - 0.15 \right)^2 \right\} \frac{\alpha_i}{\sqrt{\beta'_i}}$$

$$fa_{i,2} = \frac{1.2 \times CF_F}{\sin(\beta'_i) \times CF_C \times \left(\frac{\Delta_1}{1000} \right)^{0.64}}$$

ここで、

i : 対象とする小区域

L' : 最大氷海喫水線での船の長さ (m)

x : 船首垂線から対象箇所までの距離 (m)

α : 水線面外板角 (deg) , 図 I3.1 参照

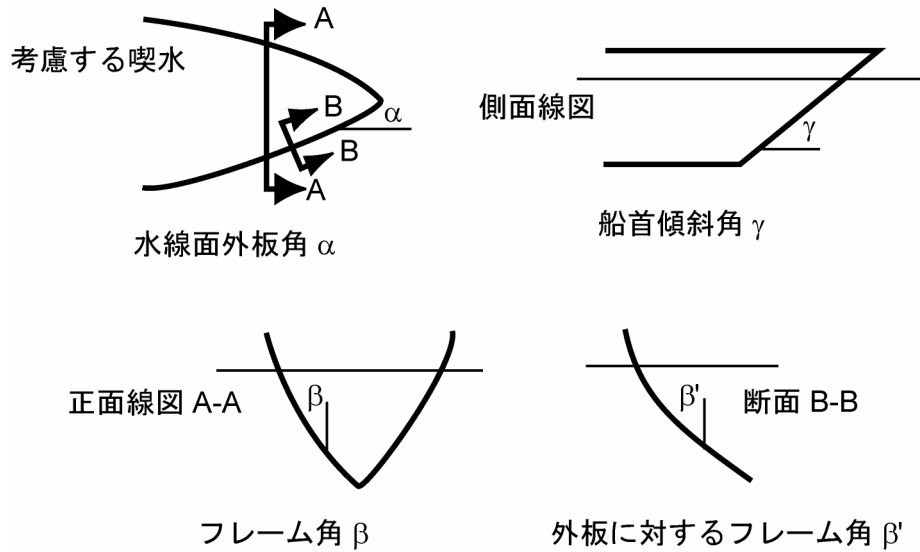
β' : 外板に対するフレーム角 (deg) , 図 I3.1 参照

Δ_1 : 最大氷海喫水での排水量 (t) ただし 5000t 未満としてはならない

CF_C : 表 I3.1 による破砕係数

CF_F : 表 I3.1 による曲げ破壊係数

図 I3.1 船体角度の定義



(備考)

β' : 外板に対するフレーム角 (deg)

α : 水線面外板角 (deg)

γ : 船首傾斜角 (水平方向を基準に計測する) (deg)

$\tan(\beta) = \tan(\alpha)/\tan(\gamma)$

$\tan(\beta') = \tan(\beta) \cos(\alpha)$

- 4. 力 F は以下の算式による。

$$F_i = fa_i \times CF_C \times \left(\frac{\Delta_1}{1000} \right)^{0.64} \times 1000 \quad (kN)$$

ここで

i : 対象とする小区域

fa_i : 小区域 i の形状係数で、前-3.による。

CF_C : 表 I3.1 による破砕係数

Δ_1 : 最大氷海喫水での排水量 (t) ただし、5000t 未満としてはならない

- 5. 荷重作用面アスペクト比 AR_i は以下の算式による。ただし、 AR_i の値が、1.3 未満となる場合、1.3 とする。

$$AR_i = 7.46 * \sin(\beta'_i)$$

ここで

i : 対象とする小区域

β'_i : 小区域の外板に対するフレーム角 (deg)

- 6. 線荷重 Q は以下の算式による。

$$Q_i = \left(\frac{F_i}{1000} \right)^{0.61} \times \frac{CF_D}{AR_i^{0.35}} \times 1000 \quad (kN/m)$$

ここで

i : 対象とする小区域

F_i 及び AR_i は、それぞれ前-4.及び-5.による。

CF_D : 表 I3.1 よる荷重作用面係数

- 7. 圧力 P は以下の算式による。

$$P_i = \left(\frac{F_i}{1000} \right)^{0.22} \times CF_D^2 \times AR_i^{0.3} \times 1000 \quad (kN/m^2)$$

ここで

i : 対象とする小区域

CF_D : 表 I3.1 よる荷重作用面係数

F_i 及び AR_i は、それぞれ-4.及び-5.による。

- 8. 船首域並びに、極地氷海船階級が $PC6$ 及び $PC7$ の極地氷海船の船首中間耐氷帯域において、設計荷重作用面は次により定義する幅 w_{Bow} 及び高さ b_{Bow} の寸法とする。

$$w_{Bow} = F_{Bow} / Q_{Bow} \quad (m)$$

$$b_{Bow} = Q_{Bow} / P_{Bow} \quad (m)$$

ここで

F_{Bow} は、船首域における最大の F_i (kN)

Q_{Bow} は、船首域における最大の Q_i (kN/m)

P_{Bow} は、船首域における最大の P_i (kN/m^2)

- 9. 設計荷重作用面内の平均圧力 P_{avg} は以下の通りとする。

$$P_{avg} = F_{Bow} / (b_{Bow} \times w_{Bow}) \quad (kN/m^2)$$

3.4.3 船首域以外の船体区域

- 1. 中央域、船尾域、船首中間下部域、船首中間船底域並びに、極地氷海船階級が $PC1$ から $PC5$ の極地氷海船の船首中間耐氷帯域において、荷重作用面の寸法 b_{NonBow} , w_{NonBow} 及び設計圧力 P_{avg} の決定に用いる荷重 F_{NonBow} 及び線荷重 Q_{NonBow} は次の算式による。

(a) 荷重 F_{NonBow}

$$F_{NonBow} = 0.36 \times CF_C \times DF \times 1000 \quad (kN)$$

ここで

CF_C : 表 I3.1 よる破砕係数

DF : 排水量係数で、次による。

$$\frac{\Delta_2}{1000} \leq CF_{DIS} \text{ の場合, } DF = \left(\frac{\Delta_2}{1000} \right)^{0.64}$$

$$\frac{\Delta_2}{1000} > CF_{DIS} \text{ の場合, } DF = CF_{DIS}^{0.64} + 0.10 \times \left(\frac{\Delta_2}{1000} - CF_{DIS} \right)$$

ここで、

Δ_2 は最大氷海喫水での排水量 (t) とし、10000 t 未満としてはならない。

CF_{DIS} : 表 I3.1 よる排水量係数。

(b) 線荷重 Q_{NonBow}

$$Q_{NonBow} = 0.639 \times \left(\frac{F_{NonBow}}{1000} \right)^{0.61} \times CF_D \times 1000 \quad (kN/m)$$

ここで

F_{NonBow} : (a)より得られる荷重 (kN)

CF_D : 表 I3.1 による荷重作用面係数

- 2. 中央域、船尾域、船首中間下部域、船首中間船底域並びに、極地氷海船階級が $PC1$ から $PC5$ の極地氷海船の船首中間耐氷帯域において、設計荷重作用面は次により定義する

幅, w_{NonBow} 及び高さ b_{NonBow} の寸法とする。

$$w_{NonBow} = F_{NonBow} / Q_{NonBow} \quad (m)$$

$$b_{NonBow} = w_{NonBow} / 3.6 \quad (m)$$

ここで

F_{NonBow} : 3.4.3-1.(a)より求められる荷重 (kN)

Q_{NonBow} : 3.4.3-1.(b)より求められる線荷重 (kN/m)

-3. 設計荷重作用面内の平均圧力 P_{avg} は以下の算式による。

$$P_{avg} = F_{NonBow} / (b_{NonBow} \times w_{NonBow}) \quad (kN/m^2)$$

ここで

F_{NonBow} , b_{NonBow} 及び w_{NonBow} はそれぞれ前-1.及び-2.による。

3.4.4 局部圧力

荷重作用面内に圧力の集中した高い領域が存在し、一般に小さな作用面ほど高い局部圧力を受ける。局部構造部材の圧力を表すための局部圧力係数は表 I3.2 による。

表 I3.2 局部圧力係数

構造部材		局部圧力係数(PPF_i)
板材	横式構造	$PPF_p = (1.8 - s)$, ただし, 1.2 以上とする。
	縦式構造	$PPF_p = (2.2 - 1.2 * s)$, ただし, 1.5 以上とする。
横式構造の防撓材	荷重伝達桁が有る場合	$PPF_t = (1.6 - s)$, ただし, 1.0 以上とする。
	荷重伝達桁が無い場合	$PPF_t = (1.8 - s)$, ただし, 1.2 以上とする。
荷重伝達桁, 船側肋骨及び船底肋骨及び特設肋骨等		$S_w \geq 0.5 * w$ の場合, $PPF_s = 1.0$ $S_w < 0.5 * w$ の場合, $PPF_s = 2.0 - 2.0 * S_w / w$
ここで	s = 肋骨心距 (m) S_w = 特設肋骨の心距 (m) w = 氷荷重作用面の幅 (m)	

3.4.5 船体区域係数

-1. 考慮する船体区域に対し、その区域に想定される荷重の相対的大きさに応じて与えられる区域係数 AF は、表 I3.3 による。

-2. 考慮する構造部材が船体区域の境界にまたがる場合には、最大となる船体区域係数をその部材寸法決定に用いなければならない。

-3. アジマススラスト又はポッド付きプロペラを装備する船舶の船尾耐氷帯域 Si 及び船尾下部域 SI については本会の適当と認めるところによる。

表 I3.3 区域係数 AF

船体区域		区域	極地氷海船階級						
			$PC1$	$PC2$	$PC3$	$PC4$	$PC5$	$PC6$	$PC7$
船首域 (B)	全域	B	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
船首中間域 (BI)	耐氷帯域	BI_i	0.90	0.85	0.85	0.80	0.80	1.00*	1.00*
	下部域	BI_l	0.70	0.65	0.65	0.60	0.55	0.55	0.50
	船底域	BI_b	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
中央域 (M)	耐氷帯域	M_i	0.70	0.65	0.55	0.55	0.50	0.45	0.45
	下部域	M_l	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.25
	船底域	M_b	0.30	0.30	0.25	**	**	**	**
船尾域 (S)	耐氷帯域	S_i	0.75	0.70	0.65	0.60	0.50	0.40	0.35
	下部域	S_l	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.25	0.25
	船底域	S_b	0.35	0.30	0.30	0.25	0.15	**	**

(備考)

* 3.1.2(2)参照

** 氷荷重に対する補強の必要が無い事を示す

3.5 局部強度

3.5.1 船体外板

-1. 船体外板の板厚 t は次の算式による値以上としなければならない。

$$t = t_{net} + t_s \quad (mm)$$

ここで

t_{net} : -2.に規定するネット板厚 (mm)

t_s : 2.3.2 に規定する外板の予備厚 (mm)

-2. 船体外板のネット板厚 t_{net} は、構造形式（防撓材の取り付け角度）に応じ、次の(1)から(3)による値以上としなければならない。

(1) 横式構造 ($\Omega \geq 70 \text{ deg}$) の場合

$$t_{net} = 500s \times \sqrt{\frac{AF \times PPF_p \times \left(\frac{P_{avg}}{1000}\right)}{\sigma_y}} \times \frac{1}{1 + \frac{s}{2b}} \quad (mm)$$

(2) 縦式構造 ($\Omega \leq 20 \text{ deg}$) の場合

$$b \geq s \text{ のとき} \quad t_{net} = 500s \times \sqrt{\frac{AF \times PPF_p \times \left(\frac{P_{avg}}{1000}\right)}{\sigma_y}} \times \frac{1}{1 + \frac{s}{2l}} \quad (mm)$$

$$b < s \text{ のとき} \quad t_{net} = 500s \times \sqrt{\frac{AF \times PPF_p \times \left(\frac{P_{avg}}{1000}\right)}{\sigma_y}} \times \frac{1}{\sqrt{s - \left(\frac{b}{s}\right)^2} + \frac{s}{2l}} \quad (mm)$$

ここで

Ω : 図 I3.2 に示す喫水線と肋骨との最小角度 (deg)

s : 横肋骨式船舶における横式構造肋骨心距又は縦肋骨式船舶における縦式構造肋骨心距 (m)

AF : 表 I3.3 より得られる船体区域係数

PPF_p : 表 I3.2 より得られる局部圧力係数

P_{avg} : 3.4.3-3.による平均作用面圧力 (kN/m^2)

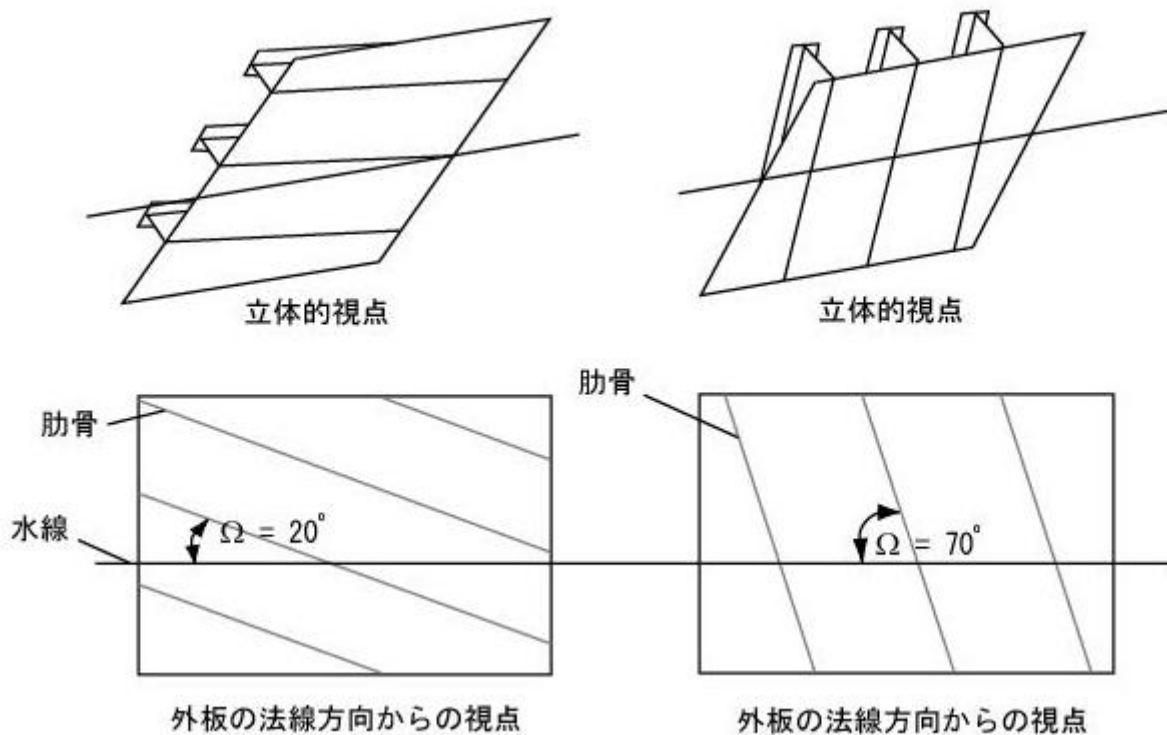
σ_y : 材料の降伏応力 (N/mm^2)

b : 設計荷重作用面の高さ (m)。ただし横式構造の場合 ($a-s/4$) 以下としなければならない。

l : 肋骨支持間の距離 (m) で、肋骨スパンとする。荷重分担桁が取り付けられる場合、 l は桁から最も離れた支持構造までの距離以上とする必要はない。

- (3) $70\ deg > \Omega > 20\ deg$ の状態に配置される防撓板材の場合、そのネット寸法は線形補間により求めなければならない。

図 I3.2 外板の防撓材角度 Ω



3.5.2 肋骨構造

-1. 桁部材、防撓部材などの肋骨部材は 3.4 に定義する氷荷重に対し適切に配置されなければならない。

-2. 肋骨部材がその支持部材を貫通して連続しているか又は固着肘板付き支持型鋼が取り付けられるかのいずれかの場合に固着度があると見なす。その他の場合では、その固着によって効果的に回転を抑制できることが実証できない限り単純支持と見なされる。耐氷補強部の範囲内で終端する任意の肋骨と支持部材との固着度は十分に確保されなければならない。

-3. 肋骨部材のネットせん断面積 A_w は次の算式による。

$$A_w = \frac{ht_{wn} \sin \varphi_w}{100} \quad (cm^2)$$

ここで

h : 肋骨部材の高さ (mm) , 図 I3.3 参照

t_{wn} : ウェブ材のネット板厚 (mm) で, $t_{wn} = t_w - t_c$ とする

t_w : ウェブ材の建造時板厚 (mm) , 図 I3.3 参照

t_c : 腐食予備厚 (mm) で, ウェブ材又は面材の板厚からの控除する量 (他の規則で定められている場合は, その値とするが 2.3.3 にて要求される t_s 未満としてはならない)

ϕ_w : 防撓材の長さ中央にて計測した外板と防撓ウェブ材との最小角度, 図 I3.3 参照。この角度 ϕ_w は 75° 以上の場合, 90° と見なして差し支えない。

- (1) 肋骨に取り付けられる板の断面積が肋骨構造の断面積を超える場合, そのネット塑性断面係数 Z_p は次の算式による。

$$Z_p = \frac{A_{pn} t_{pn}}{20} + \frac{h_w^2 t_{wn} \sin \phi_w}{2000} + \frac{A_{fn} (h_{fc} \sin \phi_w - b_w \cos \phi_w)}{10} \quad (cm^3)$$

ここで,

s : 肋骨心距 (m)

A_{pn} : 取付け板材のネット断面積 (cm^2) で, $A_{pn} = t_{pn} \times s \times 10$ とする。ただし, 肋骨構造のネット断面積以上としてはならない。

t_{pn} : 3.5.1-2.の要求値 t_{net} を満たす取付け板材のネット板厚 (mm) 。

h_w : 肋骨構造のウェブの高さ (mm) , 図 I3.5 参照

A_{fn} : 面材のネット断面積 (cm^2)

h_{fc} : 面積中心から計った肋骨の高さ (mm) , 図 I3.5 参照

b_w : 肋骨構造のウェブ材から面材の面積中心までの距離 (mm) , 図 I3.5 参照

- (2) 肋骨に取り付けられる板の断面積が, 肋骨構造の断面積より小さい場合, 取付け面材外に位置する塑性中性軸 z_{na} は次の算式による。

$$Z_{na} = \frac{100 A_{fn} + h_w t_{wn} - 1000 t_{pn} s}{2 t_{wn}} \quad (mm)$$

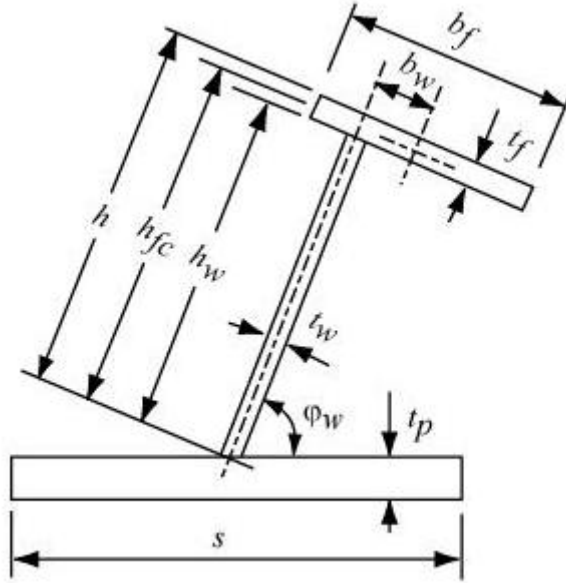
ただし,

s : 肋骨心距 (m)

この場合, ネット有効塑性断面係数 Z_p は次の算式による。

$$Z_p = t_{pn} s z_{na} \sin \phi_w + \left(\frac{((h_w - z_{na})^2 + z_{na}^2) t_{wn} \sin \phi_w}{2000} + \frac{A_{fn} ((h_{fc} - z_{na}) \sin \phi_w - b_w \cos \phi_w)}{10} \right) \quad (cm^3)$$

図 I3.3 防撓材の寸法



3.5.3 横式の船側構造及び船底構造

-1. 船首中間船底域，中央船底域及び船尾船底域にある横式構造の船側部肋骨及び船底肋骨のせん断強度及び曲げ強度は，当該部材のスパン中央において，その部材の塑性強度を超えてはならない。

-2. 3.5.2-3.に定義される肋骨構造のネット有効断面積 A_w は，次の算式による A_t 以上としなければならない。

$$A_t = \frac{100^2 \times 0.5 \times LL \times s \times AF \times PPF_t \times \frac{P_{avg}}{1000}}{0.577 \sigma_y} \quad (cm^2)$$

ここで

LL : スパン長のうち荷重がかかる部分の長さ (m) で，次の a , b のうち小さい方の値とする。

a : 防撓材のスパン長さ (m)

b : 3.5.1-2.による設計氷荷重作用面の高さ (m)

s : 横式肋骨の心距 (m)

AF : 表 I3.3 より得られる船体区域係数

PPF_t : 表 I3.2 からの局部圧力係数

P_{avg} : 3.4.3-3.による荷重作用面内の平均圧力 (kN/m^2)

σ_y : 材料の降伏応力 (N/mm^2)

-3. 3.5.2-3.に定義される，板－防撓材構造のネット有効塑性断面係数 Z_p は，次の算式による Z_{pt} 以上としなければならない。

$$Z_{pt} = \frac{100^3 \times LL \times Y \times s \times AF \times PPF_t \times \frac{P_{avg}}{1000} \times a \times A_t}{4 \sigma_y} \quad (cm^3)$$

ここで

AF , PPF_t , P_{avg} , LL , b , s , a 及び σ_y は 3.5.3-2.参照

$$Y = 1 - 0.5 * (LL / a)$$

A_l : 次の(a)及び(b)の最大値とする

(a) 氷荷重が横式肋骨のスパン中央において作用する場合

$$A_l = \frac{1}{1 + \frac{j}{2} + \frac{k_w \times j}{2(\sqrt{1 - a_1^2} - 1)}}$$

(b) 氷荷重が支持構造付近に作用する場合

$$A_l = \frac{1 - \frac{1}{2 \times a_1 \times Y}}{0.275 + 1.44 \times k_z^{0.7}}$$

j : 耐氷補強部の外部に一つの単純支持を持つ肋骨の場合 $j = 1$
 単純支持を持たない肋骨の場合 $j = 2$

$$a_l = A_l / A_w$$

A_l : 3.5.3-2.による横式肋骨の最小断面積 (cm^2)

A_w : 3.5.2-3.による横式肋骨のネット断面積 (cm^2)

$k_w = 1 / (1 + 2 * A_{fn} / A_w)$ ただし A_{fn} は 3.5.2-3.(1)による

k_z : 断面係数比

一般的な場合 : $k_z = z_p / Z_p$

防撓材に端部ブラケットが取り付けられている場合 : $k_z = 0.0$

z_p : フランジ及び外板の塑性断面係数の合計 (cm^3)

$$z_p = (b_f * t_{fn}^2 / 4 + b_{eff} * t_{pn}^2 / 4) / 1000$$

b_f : フランジ幅 (mm) , 図 I3.3 参照

t_{fn} : ネットフランジ厚 (mm)

$$t_{fn} = t_f - t_c \quad (t_c \text{ は 3.5.2-3.による})$$

t_f : 建造時フランジ厚 (mm) , 図 I3.3 参照

t_{pn} : 取り付け外板のネット板厚 (mm) , ただし, 3.5.1 の t_{net} 未満としてはならない。

b_{eff} : 外板フランジの有効幅 (mm)

$$b_{eff} = 500 \text{ s}$$

Z_p : 横式肋骨のネット有効塑性断面係数 (cm^3) (3.5.2-3.(1)及び(2)による)

3.5.4 縦式構造の肋骨

-1. 縦式構造の肋骨は, スパン中央での荷重がその部材の塑性強度を超えない寸法としなければならない。

-2. 3.5.2-3.に定義される防撓材のネット有効断面積 A_w は, 次の算式による A_L 以上としなければならない。

$$A_L = \frac{100^2 \left(AF \times PPF_s \times \frac{P_{avg}}{1000} \right) \times 0.5 b_1 a}{0.577 \phi_y} \quad (cm^2)$$

ここで

AF : 表 I3.3 による船体区域係数

PPF_s : 表 I3.2 による局部圧力係数

P_{avg} : 3.4.3-3.による荷重作用面内平均圧力 (kN/m^2)

$$b_1 = k_o * b_2 \quad (m)$$

$$k_o = 1 - 0.3 / b'$$

$$b' = b / s$$

b : 3.4.2-8.又は 3.4.3-2.より得られる設計氷荷重作用面の高さ (m)

s : 縦式肋骨の心距 (m)

b_2 : 次による。

$$b' < 2 \text{ の場合, } b_2 = b (1 - 0.25 * b') \quad (m)$$

$$b' \geq 2 \text{ の場合, } b_2 = s \quad (m)$$

a : 縦式肋骨の設計スパン (m)

σ_y : 材料の降伏応力 (N/mm^2)

-3. 3.5.2-3.(1)にて定義される防撓板構造のネット有効塑性断面係数 Z_p は、次の算式による Z_{pL} 以上としなければならない。

$$Z_{pL} = \frac{100^3 \left(AF \times PPF_s \times \frac{P_{avg}}{1000} \right) \times b_1 \times a^2 \times A_4}{8\sigma_y} \quad (cm^3)$$

ここで

AF , PPF_s , P_{avg} , b_1 , a 及び σ_y は 3.5.4-2.参照

$$A_4 = \frac{1}{2 + k_{wl} \left(\sqrt{1 - a_4^2} - 1 \right)}$$

$$a_4 = A_L / A_w$$

A_L : 3.5.4-2.による最小断面積 (cm^2)

A_w : 縦通材のネット有効断面積 (cm^2) で 3.5.2-3.による。

$k_{wl} = 1 / (1 + 2 * A_{fn} / A_w)$ ただし、 A_{fn} は 3.5.2-3.(1)による。

3.5.5 特設肋骨及び荷重伝達桁

-1. 特設肋骨及び荷重伝達桁は、3.4 に定義する区画の氷荷重に耐えるように設計しなければならない。この場合、荷重作用面はこれらの部材のせん断と曲げの組み合わせによる耐荷力が最小となる位置に作用させなければならない。

-2. 特設肋骨及び荷重伝達桁の強度は、部材の塑性強度を超えない寸法としなければならない。これらの部材が格子構造の一部を形成する場合、有限要素法などの適切な解析手法により構造応答を確認しなければならない。これらの部材が格子構造の一部を形成しない構造配置の場合、表 I3.2 からの適切な局部圧力係数 PPF を用い、3.5.2 から 3.5.4 の規定を準用して評価しなければならない。

-3. 交差部材近傍にある軽目孔及びカットアウト部分でのせん断容量に特別な注意を払わなければならない。

3.5.6 構造安定性

-1. 全ての肋骨部材及び桁材の局部座屈を防止するため、任意の肋骨ウェブ材の正味厚さ t_w に対するウェブ高さ h_w の比率が次の値を超えてはならない。

$$\text{平鋼形材の場合 : } \frac{h_w}{t_{wn}} \leq \frac{282}{\sqrt{\sigma_y}}$$

$$\text{球形材, T形材及び山形材の場合 : } \frac{h_w}{t_{wn}} \leq \frac{805}{\sqrt{\sigma_y}}$$

ここで

h_w : ウェブ材の高さ

t_{wn} : ウェブのネット厚さ

σ_y : 材料の降伏応力 (N/mm^2)

-2. **3.5.6-1.**の規定を満たすことができない肋骨部材（例えば、荷重伝達桁又はウェブの深い肋骨）については、それらのウェブ材を有効に防撓しなければならない。特設防撓材の寸法は肋骨部材の構造安定性を確保するものであること。防撓材の最小ネットウェブ厚さは次の**(a)**及び**(b)**の大きい方の値以上とすること。

$$(a) \quad t_{wn} = 2.63 \times 10^{-3} \times c_1 \sqrt{\frac{\sigma_y}{5.34 + 4 \times (c_1 / c_2)^2}} \quad (mm)$$

ここで

$$c_1 = h_w - 0.8 * h \quad (mm)$$

h_w : 桁材若しくは肋骨のウェブ高さ (mm) (図 I3.4 参照)

h : 対象部材を貫通する肋骨部材の高さ（当該肋骨が無い場合 0 とする。）(mm) (図 I3.4 参照)

c_2 : 対象部材に対して直角に向けられた支持構造間の心距 (mm) (図 I3.4 参照)

σ_y : 材料の降伏応力 (N/mm^2)

$$(b) \quad t_{wn} = 0.35 \times t_{pn} \sqrt{\frac{\sigma_y}{235}} \quad (mm)$$

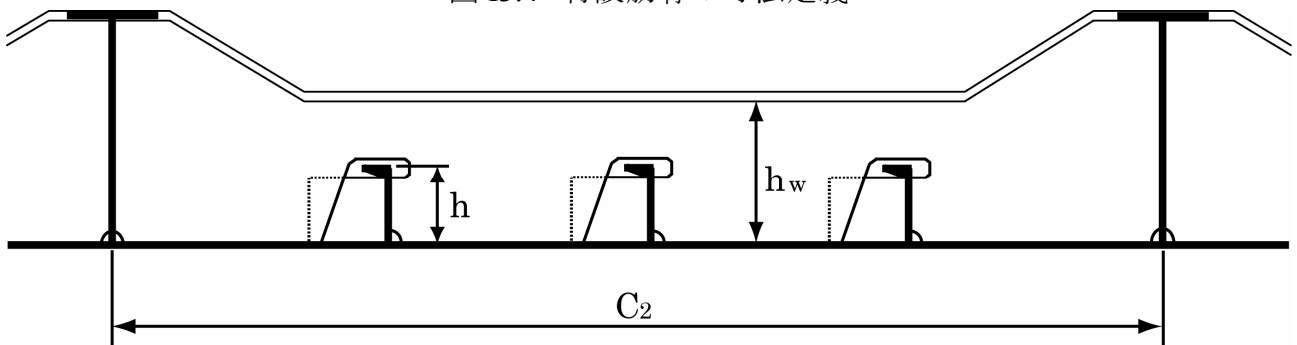
ここで

σ_y : 材料の降伏応力 (N/mm^2)

t_{wn} : ウェブ材のネット板厚 (mm)

t_{pn} : 防撓材付近の外板のネット板厚 (mm)

図 I3.4 特設肋骨の寸法定義



-3. 溶接により取り付けられた面材の局部座屈を防止するために、フランジの寸法は、次の**(1)**及び**(2)**を満足しなければならない。

(1) フランジ幅 b_f (mm) はウェブ材のネット厚さ t_{wn} の 5 倍より小さくしてはならない。

(2) フランジの張り出し幅は次の要件を満たすものとする。

$$\frac{b_{out}}{t_{fn}} \leq \frac{155}{\sqrt{\sigma_y}}$$

ここで

t_{fn} : フランジのネット厚さ (mm)

σ_y : 材料の降伏応力 (N/mm²)

3.5.7 板構造

- 1. 船殻に取り付けられ、かつ、氷荷重を受ける補強板構造の板部材であって、次のうちのいずれか小さい方の距離だけ船内側にある部材は、適当に補強しなければならない。
 - (1) 隣接して平行な特設肋骨又は縦材のウェブ高さ
 - (2) 板構造と交差する肋骨の深さの 2.5 倍の値
- 2. 板材の厚さ及び取り付けられた防撓材の寸法は外板肋骨に必要な端部固着度が確保されなければならない。

3.5.8 船首及び船尾骨材

船首及び船尾骨材は、本会の適当と認める規定に従い設計しなければならない。極地氷海船階級が PC6 及び PC7 の極地氷海船にあつては、5 章の船首材及び船尾材規定についても考慮する必要がある。

3.5.9 ビルジキール

- 1. ビルジキールと船体との接合部は、ビルジキールが損傷を受けた際の船体の損傷を最小限に抑えるよう設計し、取り付けられなければならない。
- 2. ビルジキールは幾つかの独立した部分に分割することを推奨する。

3.5.10 付加物

- 1. すべての付加物は船殻構造への取り付け位置又は船体区域内のそれらの位置に応じた荷重に耐えるようにしなければならない。
- 2. 付加物に関する荷重定義及び強度基準は本会の適当と認めるところによる。

3.5.11 局部詳細

- 1. 局部設計の詳細は本会の適当と認めるところによる。
- 2. 耐氷補強区域のロンジ貫通部カットアウト個所には、原則としてカラープレーンを設置しなければならない。
- 3. 桁部材及びそのブラケットの近傍にカットアウト箇所がある場合、適切に補強されなければならない。

3.5.12 直接計算

- 1. 直接計算は規定に定める寸法算式に対する代替として利用してはならない。
- 2. 構造応答を確認するために直接計算を用いる場合、3.4 に規定する荷重作用面を用いること。

3.6 縦強度

3.6.1 一般

- 1. 氷水域を航行する際の縦強度の検討に用いる荷重は、氷荷重と静荷重との組み合わせとして差し支えない。
- 2. 組合せ荷重に関し、船の長さ方向に沿った、異なる位置における許容曲げ応力及び許容せん断応力との比較を行わなければならない。
- 3. 局部座屈強度についても、考慮しなければならない。

3.6.2 船首部における設計垂直氷荷重

- 1. 設計垂直氷荷重 F_{IB} は次の $F_{IB,1}$ 及び $F_{IB,2}$ のうち小さいほうの値とする。

$$F_{IB,1} = 1000 \times 0.534 \times K_I^{0.15} \times \sin^{0.2}(\gamma_{stem}) \times \sqrt{\frac{\Delta_2}{1000} \times \frac{K_h}{1000}} \times CF_L \quad (kN)$$

$$F_{IB,2} = 1000 \times 1.20 \times CF_F \quad (kN)$$

ここで

K_I は、船首形状に関する係数で、 $K_I = \frac{K_f}{K_h} \times 1000$ とする。

ここで、

(a) 丸みを帯びた船首形状の場合

$$K_f = \left(\frac{2 \times C \times B^{1-e_b}}{1 + e_b} \right)^{0.9} \times \tan(\gamma_{stem})^{-0.9 \times (1+e_b)}$$

(b) 楔型船首形状で $\alpha_{stem} < 80 \text{ deg}$ の場合 ($e_b = 1$ の場合)

$$K_f = \left(\frac{\tan(\alpha_{stem})}{\tan^2(\gamma_{stem})} \right)^{0.9}$$

$$K_h = 10 \times A_{wp} \quad (kN/m)$$

CF_L : 表 I3.1 による縦強度係数

e_b : 水線面を最も良く代表する船首形状指数 (図 I3.5 及び図 I3.6 参照)

単純な楔型船首形状の場合 $e_b = 1.0$

スプーン型船首形状の場合 e_b は 0.4 から 0.6 までの値を取る

揚陸艇型船首形状の場合 $e_b = 0$

e_b : 図 I3.6 を参考求めて良い

γ_{stem} : 最大氷海喫水上で、水平軸と船首材接線との間で計測される船首傾斜角 (deg) (図 I3.1 のように船首傾斜角は船体中心線上で計測される)

$$C = \frac{1}{2 \times \left(\frac{L_B}{B} \right)^{e_b}}$$

B : 船の型幅 (m)

L_B : 船首長さ (m) (図 I3.5 及び図 I3.6 参照)

Δ_2 : 最大氷海喫水での排水量 (t) で 10000t 未満としてはならない

A_{wp} : 船の水線面積 (m²)

CF_F : 表 I3.1 による曲げ破壊係数

積付状態毎の各喫水に応じた値で計算すること。

図 I3.5 船首部形状

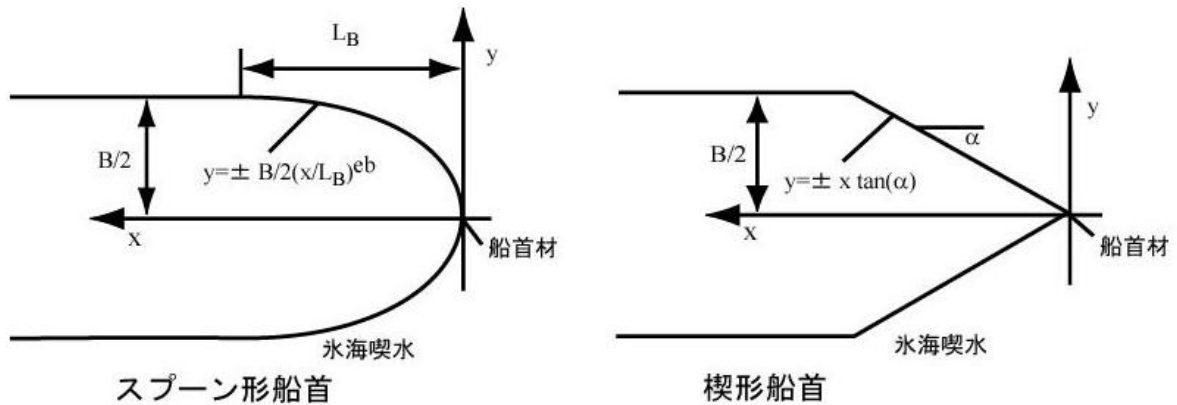
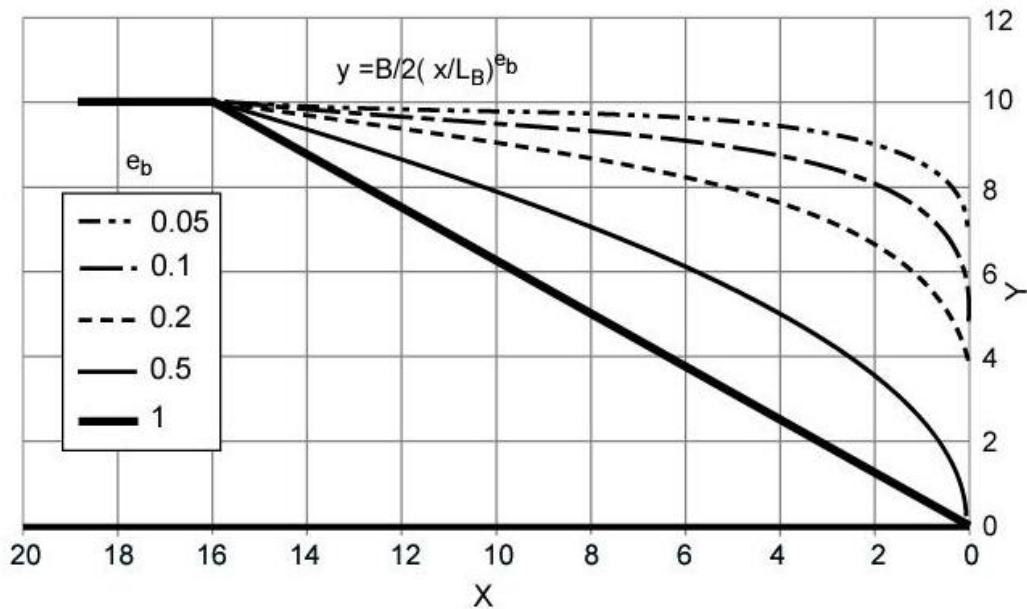


図 I3.6 $B=20$, $L_B=16$ での e_b と船首形状



3.6.3 設計垂直せん断力

-1. 設計垂直せん断力 F_I は次の算式による。

$$F_I = C_f \times F_{IB} \quad (kN)$$

ここで

C_f は、縦方向の分布係数で次の通りとする。

(a) 正方向のせん断力

$C_f = 0.0$ 船尾端から船尾より $0.6L$ の箇所までの間

$C_f = 1.0$ 船尾より $0.9L$ の箇所から船首端までの間

(b) 負方向のせん断力

$C_f = 0.0$ 船尾端

$C_f = -0.5$ 船尾より $0.2L$ の箇所から船尾より $0.6L$ の箇所の間

$C_f = 0.0$ 船尾より $0.8L$ の箇所から船首端の間

中間領域の値は線形補間を用いて決定すること

-2. 垂直せん断応力 τ_a は **C 編 15.4.2-2.**と同様な方法で、設計垂直氷せん断力を用いて決定しなければならない。

3.6.4 設計垂直氷曲げモーメント

-1. 船体梁に沿った設計垂直氷曲げモーメント M_I は次の算式による。

$$M_I = 0.1 \times C_m \times L \times \sin^{-0.2}(\gamma_{stem}) \times F_{IB} \quad (kNm)$$

ここで

L : **A 編 2.1.2** に定義する船の長さ (m)

γ_{stem} : **3.6.2-1.**による

F_{IB} : **3.6.2-1.**による設計垂直氷荷重 (kN)

C_m : 次の通り定める設計垂直氷曲げモーメントの縦方向分布係数で

船尾端において $C_m = 0.0$

船尾より $0.5L$ の個所と $0.7L$ の個所との間 $C_m = 1.0$

船尾より $0.95L$ の箇所において $C_m = 0.3$

船首端において $C_m = 0.0$

上記範囲の中間値は線形補間を用いて決定すること。

積付状態に応じた喫水毎に計算すること。

-2. 垂直曲げ応力 σ_a は、**C 編 15.4.2-1.**と同様な方法で、設計垂直氷曲げモーメントを用いて決定しなければならない。

3.6.5 縦強度規準

-1. 縦強度は表 **I3.4** に示す基準を満足しなければならない。作用応力は許容応力を超えてはならない。

表 I3.4 縦強度規準

破壊モード	応力	$\sigma_y / \sigma_u \leq 0.7$ での許容応力	$\sigma_y / \sigma_u > 0.7$ での許容応力
引張	σ_a	$0.8 * \sigma_y$	$0.8 * 0.41 (\sigma_u + \sigma_y)$
せん断	τ_a	$0.8 * \sigma_y / \sqrt{3}$	$0.8 * 0.41 (\sigma_u + \sigma_y) / \sqrt{3}$
座屈	σ_a	σ_c 板材及び防撓材のウェブ材 $\sigma_c / 1.1$ 防撓材	
	τ_a	τ_c	

ここで σ_a : 垂直曲げ応力 (N/mm²)

τ_a : 垂直せん断応力 (N/mm²)

σ_y : 材料の降伏応力 (N/mm²)

σ_u : 材料の引張強度 (N/mm²)

σ_c : **C 編 15.4** の規定による圧縮における臨界座屈応力 (N/mm²)

τ_c : **C 編 15.4** の規定によるせん断における臨界座屈応力 (N/mm²)

4 章 機関

4.1 一般

4.1.1 適用

本章の規定は、人命及び船舶の安全に重要な主推進装置、操舵装置、非常設備及び重要な補機に適用する。

4.1.2 図面及び資料

本章の規定に関連する提出図面及び資料は、一般に次のとおりとする。

- (1) 使用する環境条件の詳細及び機関に要求される極地氷海船階級（機関の極地氷海船階級が船体構造の極地氷海船階級と異なる場合のみ）
- (2) 主推進機関の詳細図及び資料（重要な負荷制御機能に関する資料を含む）
- (3) 主推進装置、操舵装置、非常設備及び重要な補機の操作上の制限に関する資料
- (4) 凍結、氷及び雪による悪影響を回避するための機器又は装置の配置並びに保護方法を示した詳細な資料
- (5) 使用する環境条件において運転するために必要となる性能を示した資料
- (6) 本章の規定に適合していることを示した計算書及び資料
- (7) その他本会が必要と認める図面及び資料

4.1.3 システム設計

-1. 機関の火災安全対策に関する追加要件として、**R 編 5.2.3, 7.4, 10.2.1-2., 10.5.3-1. 及び 10.5.5-2.**に定める定期的に無人の状態に置かれる機関区域に対する規定を準用しなければならない。

-2. 重要な装置の制御システム、警報システム及び安全システムについては、**自動化設備規則 4 章**の規定に準じて設計しなければならない。

-3. 水の凍結により損傷を受けるおそれのある装置については、水分が滞留しないようにしなければならない。

-4. 極地氷海船階級が *PC1* から *PC5* の極地氷海船のうち 1 軸船にあつては、可変ピッチプロペラのボス内の変節機構の損傷を含むプロペラの損傷時に十分な操船能力を確保するための措置を講じなければならない。

4.2 設計荷重

4.2.1 一般

-1. プロペラ、軸系及び動力伝達装置の強度は、次の**(1)**から**(8)**の荷重について考慮しなければならない。

- (1) プロペラ羽根後方荷重
- (2) プロペラ羽根前方荷重
- (3) プロペラ羽根のスピンドルトルク
- (4) プロペラアイストルク
- (5) プロペラアイススラスト

- (6) 推進軸系の設計トルク
- (7) 最大スラスト
- (8) プロペラ羽根損傷荷重

-2. 前-1.に定める荷重は次の(1)から(4)による。

- (1) 船尾の位置に取付けられるプロペラに作用する荷重について適用する。ただし、船首プロペラ及びプリング型（トラクター型）のプロペラに作用する荷重については特別に考慮しなければならない。
- (2) 当該荷重は船舶の全航行において通常の運転時に発生する最大荷重であって、通常の運転以外の条件において発生する荷重（例えば、プロペラ停止状態においてプロペラが氷の中を引きずられるときに発生する荷重）については考慮しない。
- (3) 旋回式推進装置に作用する荷重についても適用する。ただし、旋回部ケーシングに作用する荷重については特別に考慮しなければならない。
- (4) 当該荷重は特に規定されない限り氷が作用する間に発生する全荷重であって、プロペラ、軸系及び動力伝達装置の強度計算のみに使用できる。ただし、それぞれの荷重は単独に作用させなければならない。

4.2.2 プロペラ羽根後方荷重

-1. プロペラ回転時に氷の作用によってプロペラ羽根に作用する船尾方向の荷重（以下、「プロペラ羽根後方荷重」という。）は、次の算式による。

- (1) ノズルを有さないプロペラにあっては次式による値

$D < D_{limit}$ の場合

$$F_b = 27 \cdot S_{ice} \cdot \left(\frac{n}{60} \cdot D \right)^{0.7} \cdot \left(\frac{EAR}{Z} \right)^{0.3} \cdot D^2 \quad (kN)$$

$D \geq D_{limit}$ の場合

$$F_b = 23 \cdot S_{ice} \cdot (H_{ice})^{1.4} \cdot \left(\frac{n}{60} \cdot D \right)^{0.7} \cdot \left(\frac{EAR}{Z} \right)^{0.3} \cdot D \quad (kN)$$

ただし、 $D_{limit} = 0.85 \cdot (H_{ice})^{1.4} \quad (m)$

- (2) ノズルを有するプロペラにあっては次式による値

$D < D_{limit}$ の場合

$$F_b = 9.5 \cdot S_{ice} \cdot \left(\frac{n}{60} \cdot D \right)^{0.7} \cdot \left(\frac{EAR}{Z} \right)^{0.3} \cdot D^2 \quad (kN)$$

$D \geq D_{limit}$ の場合

$$F_b = 66 \cdot S_{ice} \cdot (H_{ice})^{1.4} \cdot \left(\frac{n}{60} \cdot D \right)^{0.7} \cdot \left(\frac{EAR}{Z} \right)^{0.3} \cdot D^{0.6} \quad (kN)$$

ただし、 $D_{limit} = 4 \cdot H_{ice} \quad (m)$

ここで、

H_{ice} : 氷の厚さであって、表 I4.1 に掲げる値 (m)

S_{ice} : 氷荷重に対する氷の強度指数であって、表 I4.1 に掲げる値

D : プロペラ直径 (m)

EAR : 展開面積比

n : プロペラ回転数 (rpm)。ただし、可変ピッチプロペラの場合は連続最大出力で自由航走をしているときの回転数とし、固定ピッチプロペラの場合は連続最大出力で自由航走をしているときの回転数に 0.85 を乗じた値とする。

表 I4.1 H_{ice} 及び s_{ice} の値

極地氷海船階級	H_{ice}	S_{ice}
PC1	4.0	1.2
PC2	3.5	1.1
PC3	3.0	1.1
PC4	2.5	1.1
PC5	2.0	1.1
PC6	1.75	1
PC7	1.5	1

-2. プロペラ羽根後方荷重 F_b は、次の荷重ケースについてプロペラ羽根の表面に等分布荷重として作用させなければならない。

- (1) ノズルを有さない場合
 - (a) 前-1.(1)に定める荷重 F_b を羽根の半径位置 $0.6R$ から先端の部分であって、かつ、前縁から翼弦長さの 0.2 倍までの部分に作用させる。(表 I4.2 のケース 1 参照)
 - (b) 前-1.(1)に定める荷重 F_b の 50% に相当する荷重を羽根の半径位置 $0.9R$ から先端の部分に作用させる。(表 I4.2 のケース 2 参照)
 - (c) 後進時にプロペラが逆転する場合にあつては、前-1.(1)に定める荷重 F_b の 60% に相当する荷重を羽根の半径位置 $0.6R$ から先端の部分であって、かつ、後縁から翼弦長さの 0.2 倍までの部分に作用させる。(表 I4.2 のケース 5 参照)
- (2) ノズルを有する場合
 - (a) 前-1.(2)に定める荷重 F_b を羽根の半径位置 $0.6R$ から先端の部分であって、かつ、前縁から翼弦長さの 0.2 倍までの部分に作用させる。(表 I4.3 のケース 1 参照)
 - (b) 後進時にプロペラが逆転する場合にあつては、前-1.(2)に定める荷重 F_b の 60% に相当する荷重を羽根の半径位置 $0.6R$ から先端の部分であって、かつ、後縁から翼弦長さの 0.2 倍までの部分に作用させる。(表 I4.3 のケース 5 参照)

4.2.3 プロペラ羽根前方荷重

-1. プロペラ回転時に氷の作用によってプロペラ羽根に作用する船首方向の荷重（以下、「プロペラ羽根前方荷重」という。）は、次の算式による。

- (1) ノズルを有さないプロペラにあつては次式による値

$D < D_{limit}$ の場合

$$F_f = 250 \cdot \left(\frac{EAR}{Z} \right) \cdot D^2 \quad (kN)$$

$D \geq D_{limit}$ の場合

$$F_f = 500 \cdot H_{ice} \cdot \left(\frac{EAR}{Z} \right) \cdot \left(\frac{1}{1 - \frac{d}{D}} \right) \cdot D \quad (kN)$$

$$\text{ただし, } D_{limit} = \frac{2}{\left(1 - \frac{d}{D} \right)} \cdot H_{ice} \quad (m)$$

- (2) ノズルを有するプロペラにあつては次式による値

$D \leq D_{\text{limit}}$ の場合

$$F_f = 250 \cdot \left(\frac{EAR}{Z} \right) \cdot D^2 \quad (kN)$$

$D > D_{\text{limit}}$ の場合

$$F_f = 500 \cdot H_{ice} \cdot \left(\frac{EAR}{Z} \right) \cdot \left(\frac{1}{1 - \frac{d}{D}} \right) \cdot D \quad (kN)$$

$$\text{ただし, } D_{\text{limit}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{d}{D} \right)} \cdot H_{ice} \quad (m)$$

ここで,

H_{ice} , D 及び EAR : **4.2.2-1.**による。

d : プロペラボスの直径 (m)

Z : プロペラ羽根の数

-2. プロペラ羽根前方荷重 F_f は, 次の荷重ケースについてプロペラ羽根表面に等分布荷重として作用させなければならない。

(1) ノズルを有さない場合

- (a) 前-**1.(1)**に定める荷重 F_f を羽根の半径位置 $0.6R$ から先端の部分であって, かつ, 前縁から翼弦長さの 0.2 倍までの部分に作用させる (表 **I4.2** のケース 3 参照)
- (b) 前-**1.(1)**に定める荷重 F_f の 50% に相当する荷重を羽根の半径位置 $0.9R$ から先端の部分に作用させる (表 **I4.2** のケース 4 参照)
- (c) 後進時にプロペラが逆転する場合にあつては, 前-**1.(1)**に定める荷重 F_f の 60% に相当する荷重を羽根の半径位置 $0.6R$ から先端の部分であって, かつ, 後縁から翼弦長さの 0.2 倍までの部分に作用させる (表 **I4.2** のケース 5 参照)

(2) ノズルを有する場合

- (a) 前-**1.(2)**に定める荷重 F_f を羽根の半径位置 $0.6R$ から先端の部分であって, かつ, 前縁から翼弦長さの 0.5 倍までの部分に作用させる (表 **I4.3** のケース 3 参照)
- (b) 後進時にプロペラが逆転する場合にあつては, 前-**1.(2)**に定める荷重 F_f の 60% に相当する荷重を羽根の半径位置 $0.6R$ から先端の部分であって, かつ, 前縁から翼弦長さの 0.2 倍までの部分に作用させる (表 **I4.3** のケース 5 参照)

表 I4.2 ノズルを有さないプロペラに作用させる荷重

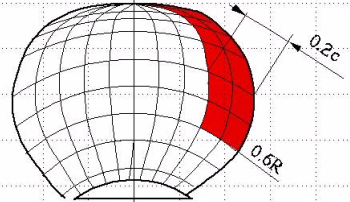
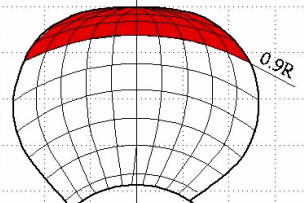
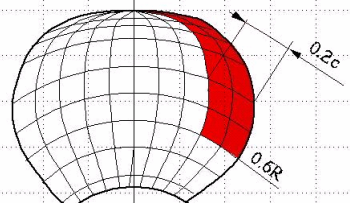
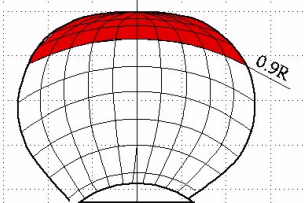
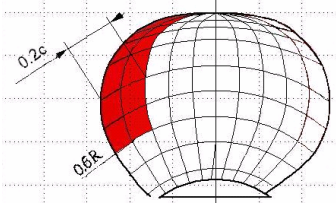
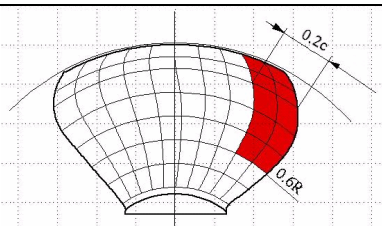
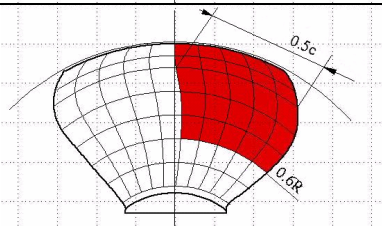
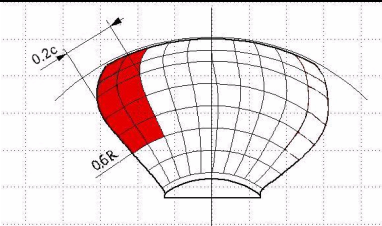
	荷重	荷重領域	後方から見た右回りプロペラの羽根
ケース 1	F_b	羽根後進面側の半径位置 $0.6R$ から先端の部分であって、かつ、前縁から翼弦長さの 0.2 倍までの部分に作用させた等分布荷重	
ケース 2	F_b の 50%	羽根後進面側の半径位置 $0.9R$ から先端の部分に作用させた等分布荷重	
ケース 3	F_f	羽根前進面側の半径位置 $0.6R$ から先端の部分であって、かつ、前縁から翼弦長さの 0.2 倍までの部分に作用させた等分布荷重	
ケース 4	F_f の 50%	羽根前進面側の半径位置 $0.9R$ から先端の部分に作用させた等分布荷重	
ケース 5	F_f 又は F_b の 60% のうち、いずれか大きい方	羽根前進面側の半径位置 $0.6R$ から先端の部分であって、かつ、後縁から翼弦長さの 0.2 倍までの部分に作用させた等分布荷重	

表 I4.3 ノズルを有するプロペラに作用させる荷重

	荷重	荷重領域	後方から見た右回りプロペラの羽根
ケース 1	F_b	羽根後進面側の半径位置 $0.6R$ から先端の部分であって、かつ、前縁から翼弦長さの 0.2 倍までの部分に作用させた等分布荷重	
ケース 3	F_f	羽根前進面側の半径位置 $0.6R$ から先端の部分であって、かつ、前縁から翼弦長さの 0.5 倍までの部分に作用させた等分布荷重	
ケース 5	F_f 又は F_b の 60% のうち、いずれか大きい方	羽根前進面側の半径位置 $0.6R$ から先端の部分であって、かつ、後縁から翼弦長さの 0.2 倍までの部分に作用させた等分布荷重	

4.2.4 プロペラ羽根のスピンドルトルク

プロペラ羽根の回転軸まわりのトルク（プロペラ羽根スピンドルトルク）は、4.2.2 及び 4.2.3 に定める F_b 及び F_f のそれぞれのケースについて計算しなければならない。ただし、次の値を下回る場合にあっては次の値を用いること。

$$Q_{s \max} = 0.25 \cdot F \cdot C_{0.7} \quad (kNm)$$

ここで、

$C_{0.7}$: 半径位置 $0.7R$ における翼弦長さ (m)

F : 4.2.2-1.に定める F_b 又は 4.2.3-1.に定める F_f のうち、いずれか大きい方 (kN)

4.2.5 プロペラアイストルク

氷の衝撃によりプロペラに作用するトルクは、次の算式による。

(1) ノズルを有さないプロペラにあっては次式による値

$D < D_{\text{limit}}$ の場合

$$Q_{\max} = 105 \cdot S_{qice} \cdot \left(1 - \frac{d}{D}\right) \cdot \left(\frac{P_{0.7}}{D}\right)^{0.16} \cdot \left(\frac{t_{0.7}}{D}\right)^{0.6} \cdot \left(\frac{n}{60} \cdot D\right)^{0.17} \cdot D^3 \quad (kNm)$$

$D \geq D_{\text{limit}}$ の場合

$$Q_{\max} = 202 \cdot S_{qice} \cdot (H_{ice})^{1.1} \cdot \left(1 - \frac{d}{D}\right) \cdot \left(\frac{P_{0.7}}{D}\right)^{0.16} \cdot \left(\frac{t_{0.7}}{D}\right)^{0.6} \cdot \left(\frac{n}{60} \cdot D\right)^{0.17} \cdot D^{1.9} \quad (kNm)$$

ただし、 $D_{\text{limit}} = 1.81 \cdot H_{ice}$ (m) とする。

(2) ノズルを有するプロペラにあっては次式による値

$D \leq D_{\text{limit}}$ の場合

$$Q_{\max} = 74 \cdot S_{qice} \cdot \left(1 - \frac{d}{D}\right) \cdot \left(\frac{P_{0.7}}{D}\right)^{0.16} \cdot \left(\frac{t_{0.7}}{D}\right)^{0.6} \cdot \left(\frac{n}{60} \cdot D\right)^{0.17} \cdot D^3 \quad (kNm)$$

$D > D_{\text{limit}}$ の場合

$$Q_{\max} = 141 \cdot S_{qice} \cdot (H_{ice})^{1.1} \cdot \left(1 - \frac{d}{D}\right) \cdot \left(\frac{P_{0.7}}{D}\right)^{0.16} \cdot \left(\frac{t_{0.7}}{D}\right)^{0.6} \cdot \left(\frac{n}{60} \cdot D\right)^{0.17} \cdot D^{1.9} \quad (kNm)$$

ただし、 $D_{\text{limit}} = 1.8 \cdot H_{ice}$ (m) とする。

ここで、

H_{ice} 、 D 及び d : 4.2.2-1. 及び 4.2.3-1. による。

S_{qice} : アイストルクに対する氷の強度指数であって、表 I4.4 に掲げる値

$P_{0.7}$: 半径位置 0.7R におけるピッチ (m)。ただし、可変ピッチプロペラの場合にあっては、ボラードプル状態における連続最大出力時のピッチとし、当該値が不明の場合は連続最大出力で自由航走しているときのピッチに 0.7 を乗じた値とする。

$t_{0.7}$: 半径位置 0.7R における最大羽根厚さ (m)

n : ボラードプル状態におけるプロペラ回転数 (rpm)。ただし、当該回転数が不明である場合は表 I4.5 に掲げる値を用いなければならない。

表 I4.4 S_{qice} の値

極地氷海船階級	S_{qice}
PC1	1.15
PC2	1.15
PC3	1.15
PC4	1.15
PC5	1.15
PC6	1
PC7	1

表 I4.5 プロペラ回転数

プロペラの型式	n
可変ピッチプロペラ	n_n
タービン又は電動モータ駆動の固定ピッチプロペラ	n_n
ディーゼル機関駆動の固定ピッチプロペラ	$0.85 n_n$

(備考)

n_n : 連続最大出力で自由航走しているときのプロペラ回転数 (rpm)

4.2.6 プロペラアイススラスト

プロペラの位置で軸に作用する最大アイススラストは、次の算式による。

- (1) 船首方向アイススラスト

$$T_f = 1.1 \cdot F_f \quad (kN)$$

- (2) 船尾方向アイススラスト

$$T_b = 1.1 \cdot F_b \quad (kN)$$

ここで、

F_f : 4.2.3-1.により求めたプロペラ羽根前方荷重 (kN)

F_b : 4.2.2-1.により求めたプロペラ羽根後方荷重 (kN)

4.2.7 推進軸系の設計トルク

-1. 軸系の動的解析に用いるプロペラアイス起振トルク（以下、「起振トルク」という。）は、次によらなければならない。

- (1) 起振トルクは半正弦波の形で羽根に発生する連続した氷の衝撃によって表現されなければならない。また、起振トルクは1枚の羽根に作用するトルクをプロペラ回転角を考慮して全ての羽根について合計するものとし、羽根と氷塊1個の衝撃によるトルクは次の算式による。（図 I4.1 参照）

- (a) $\varphi = 0 \dots \alpha_i$ (deg.) のとき

$$Q(\varphi) = C_q \cdot Q_{\max} \cdot \sin(\varphi(180/\alpha_i))$$

- (b) $\varphi = \alpha_i \dots 360$ (deg.) のとき

$$Q(\varphi) = 0$$

ここで、

$Q_{\max}$: 4.2.5 による値

C_q 及び α_i : 表 I4.6 に掲げる値

- (2) プロペラが連続して砕氷する間のプロペラの総回転数及び衝撃回数は次の算式による。ただし、船首プロペラにあっては特別に考慮しなければならない。

- (a) プロペラの総回転数

$$N_Q = 2 \cdot H_{ice}$$

- (b) 衝撃回数

$$Z \cdot N_Q$$

ここで、

H_{ice} : 表 I4.1 に掲げる値

Z : プロペラ羽根の数

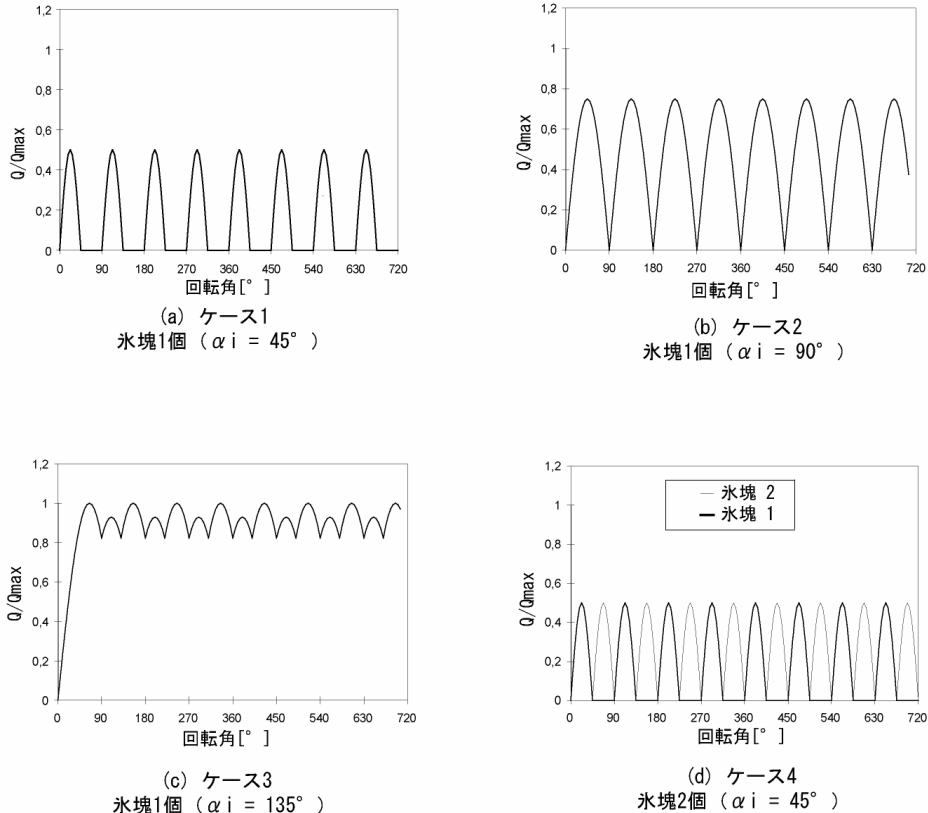
-2. 応答トルクは前-1.に定めるプロペラの起振トルク、考慮している回転数における機関のトルク及び質量弾性系を考慮して解析しなければならない。

-3. 軸系の設計トルクは、表 I4.6 に定める起振トルクの全てのケースについて軸系のねじり振動解析によって求めなければならない。また、応答は考慮しているプロペラ回転数におけるボラードプル状態での平均流体力学的トルク（氷による衝撃のない場合のトルク）に加えなければならない。

表 I4.6 c_q 及び α_i の値

起振トルク	プロペラー氷相互作用	C_q	α_i
ケース 1	1 個の氷塊	0.5	45
ケース 2	1 個の氷塊	0.75	90
ケース 3	1 個の氷塊	1.0	135
ケース 4	2 個の氷塊	0.5	45

図 I4.1 プロペラに作用するアイス起振トルクの例（4 翼の場合）



4.2.8 最大スラスト

プロペラ軸系に沿った最大スラストは次の算式による。

- (1) 船首方向軸スラスト

$$T_r = T_n + \alpha \cdot T_f \quad (kN)$$

- (2) 船尾方向軸スラスト

$$T_r = \beta \cdot T_b \quad (kN)$$

ここで、

T_n : ボラードプル状態におけるプロペラスラスト (kN)。ただし、当該値が不明の場合は表 I4.7 の値を用いなければならない。

T_f 及び T_b : 4.2.6 により求めたプロペラアイススラスト (kN)

α 及び β : 縦振動による動的拡大係数であって次の値とする。ただし、次の値の代わりに動的解析によって求めた値を用いて差し支えない。

$$\alpha = 2.2$$

$$\beta=1.5$$

表 I4.7 T_n の値

プロペラの型式	T_n
可変ピッチプロペラ (ノズルを有さない場合)	$1.25 T$
可変ピッチプロペラ (ノズルを有する場合)	$1.1 T$
タービン又は電動モータ駆動の固定ピッチプロペラ	T
ディーゼル機関駆動の固定ピッチプロペラ (ノズルを有さない場合)	$0.85 T$
ディーゼル機関駆動の固定ピッチプロペラ (ノズルを有する場合)	$0.75 T$

T : 開水域を連続最大出力で自由航走しているときのプロペラスラスト (kN)

4.2.9 プロペラ羽根損傷荷重

-1. プロペラ羽根の損傷荷重は、次の算式による。

$$\frac{0.3 \cdot c \cdot t^2 \cdot \sigma_{ref}}{0.8 \cdot D - 2 \cdot r} 10^3 \quad (kN)$$

ここで、

σ_{ref} : $0.7 \cdot \sigma_u$ 又は $0.6 \cdot \sigma_{0.2} + 0.4 \cdot \sigma_u$ のうち、いずれか小さい方 (MPa)

ただし、

σ_u : 羽根材料の引張強さ (MPa)

$\sigma_{0.2}$: 羽根材料の降伏応力又は 0.2%耐力 (MPa)

c , t 及び r : 羽根の根元すみ肉部より先端側の部分のうち最も弱い部分 (通常は羽根すみ肉端部) におけるそれぞれ翼弦長さ、羽根厚さ及び円筒断面の半径 (m)

-2. 前-1.に定める損傷荷重は、羽根の半径位置 $0.8R$ において羽根の最も弱い方向に作用するものとし、荷重作用点から羽根の回転軸までの距離は、羽根の回転軸と半径位置 $0.8R$ における前縁又は後縁までの距離のいずれか大きい方の値の $2/3$ としなければならない。

4.3 軸系の設計

4.3.1 一般

プロペラ、軸系及び動力伝達装置は次の(1)から(3)について考慮して設計しなければならない。

- (1) 4.2 に定める設計荷重に対して十分な強度を有しなければならない。
- (2) プロペラ羽根に塑性変形が生じた場合においても他の推進軸系の部品に損傷が発生しないようにしなければならない。
- (3) 十分な疲労強度を有するものでなければならない。

4.3.2 旋回式推進装置

旋回式推進装置を有する場合にあつては 4.3.1 の要件に加え、次の(1)から(4)について考

慮して設計しなければならない。

- (1) 推進装置に作用する特有の荷重ケースについて考慮しなければならない。当該荷重ケースは船舶及び推進装置の運転を考慮したものでなければならない。
- (2) プロペラ羽根に損傷が発生した場合であっても推進装置が損傷しないように設計しなければならない。
- (3) プロペラ羽根の塑性変形は、考慮する部品に対して最大荷重を発生させるような羽根の位置に生じるものとして考えなければならない。
- (4) **3.5.10** に定める旋回部ケーシングに作用する氷荷重についても考慮しなければならない。

4.3.3 プロペラ羽根の強度

-1. **4.2.2** 及び **4.2.3** に定める荷重により羽根に生じる応力を有限要素法又はこれと同等の方法により求めなければならない。ただし、プロペラ羽根前方荷重及び後方荷重はそれぞれ独立して作用させなければならない。

-2. 前-1.により得られる最大の応力 σ_{calc} は次を満足しなければならない。

$$\sigma_{calc} < \frac{\sigma_{ref}}{S}$$

ここで、

$$S=1.5$$

σ_{ref} : **4.2.9-1.**による値 (MPa)

4.3.4 プロペラ羽根の厚さ

-1. プロペラ羽根の前縁、後縁及び先端部分（半径位置 $\geq 0.975R$ ）の厚さは、次の算式による値以上でなければならない。ただし、後縁の厚さの規定についてはノズルを有さないプロペラが逆転する場合についてのみ適用する。

$$x \cdot S \cdot S_{ice} \sqrt{\frac{3 p_{ice}}{\sigma_{ref}}} \quad (mm)$$

x : 翼弦長さの 2.5% (mm)。羽根の先端部分（半径位置 $\geq 0.975R$ ）については、半径位置 $0.975R$ における断面長さの 2.5%とする。ただし、45mm を超えてはならない。

S : 安全率であって以下の値

$S=2.5$ (後縁)

$=3.5$ (前縁)

$=5.0$ (先端)

S_{ice} : 表 **14.1** による値

p_{ice} : 氷圧であって 16MPa とする。

σ_{ref} : **4.2.9-1.**による値

-2. 前-1.において羽根の先端部の厚さは、半径位置 $0.975R$ から先端までの最大実厚さという。また、羽根の先端部と $0.975R$ における前縁又は後縁の間の厚さは、滑らかな曲線となるように補間しなければならない。

4.3.5 可変ピッチプロペラ及び組立形プロペラ

可変ピッチプロペラのボス内の変節機構並びに可変ピッチプロペラ及び組立形プロペ

ラの羽根取付け用ボルトの強度は、**4.2.4** 及び **4.2.9** に定める荷重が作用することによって生じる応力について評価しなければならない。ただし、安全率については本会が適当と認める値としなければならない。

4.3.6 推進軸系

-1. 軸系の強度はプロペラに氷が衝突することにより発生する曲げ、ねじり及び軸方向の力について考慮しなければならない。ただし、降伏及び疲労に対する安全率については本会が適当と認める値としなければならない。

-2. スラスト軸、中間軸、プロペラ軸及び船尾管軸の強度は、軸系に作用する最大の曲げモーメント及び応答トルクを考慮してミーゼスの等価応力により評価しなければならない。

-3. プロペラ軸及びプロペラ取付け部の強度は、プロペラ羽根に **4.2.9** に掲げる荷重が作用することによって生じる応力についても評価しなければならない。

4.4 原動機

4.4.1 主機

可変ピッチプロペラを備える船舶の主機にあつては、プロペラの翼角が最大の状態で始動及び運転ができなければならない。

4.4.2 非常発電装置の始動

非常発電装置は船舶の極地氷海船階級に適した環境温度において容易に始動できるものでなければならない。また、非常発電装置には当該温度における容易な始動を確保するために加熱措置を講じなければならない。

4.5 固定負荷加速度

4.5.1 機関の固定負荷加速度

重要な装置及び主推進機関の支持部は、次の(1)から(3)に掲げる船体への氷の衝突によって生じる加速度に適したものでなければならない。ただし、それぞれの加速度はそれぞれ独立して作用するものとして考えなければならない。

(1) 船体梁に沿った任意の位置における縦衝撃加速度

$$a_l = \left(\frac{F_{IB}}{\Delta} \right) \left\{ [1.1 \tan(\gamma + \phi)] + \left[\frac{7H}{L} \right] \right\} \quad (m/s^2)$$

(2) 船体梁に沿った任意の位置における垂直衝撃加速度

$$a_v = 2.5 \left(\frac{F_{IB}}{\Delta} \right) F_X \quad (m/s^2)$$

ただし、

$F_X = 1.3$ (船首垂線の位置)

$= 0.2$ (船体中央)

$= 0.4$ (船尾垂線の位置。ただし、砕氷後進を行う極地氷海船にあつては 1.3 とする。)

中間の値については直線補間により求めるものとする。

(3) 船体梁に沿った任意の位置における横衝撃加速度

$$a_i = 3F_i \frac{F_x}{\Delta} \quad (m/s^2)$$

ただし、

$F_x = 1.5$ (船首垂線の位置)

$= 0.25$ (船体中央)

$= 0.5$ (船尾垂線の位置。ただし、砕氷後進を行う極地氷海船にあつては 1.5 とする。)

中間の値については直線補間により求めるものとする。

ここで、

ϕ : 鋼と氷の間の最大摩擦角であつて、通常は 10° とする。 (deg.)

γ : 最大氷海喫水線と船首材のなす角度 (deg.)

Δ : 最大氷海喫水線に対する排水量 (t)

L : A 編 2.1.2 に定義される船の長さ (m)

H : 最大氷海喫水線から対象となる位置までの距離 (m)

F_{IB} : 3.6.2-1.で定義される垂直衝撃力 (kN)

F_i : 3.4.2-4.で定義される力 (kN)

4.6 補助装置及び管装置

4.6.1 補助装置

-1. 機関は氷若しくは雪の浸入又は蓄積による有害な影響から保護されなければならない。また、連続運転が必要な場合にあっては、蓄積した氷又は雪を除去するための措置を講じなければならない。

-2. 液体を搭載するタンクについては凍結による損傷を避けるための措置を講じなければならない。

-3. ベント管、吸入管及び排出管並びにこれらの管系については、凍結又は氷及び雪の蓄積により管が閉塞することがないように設計しなければならない。

4.6.2 海水取入口及び冷却水管装置

-1. シーチェストの取入口を含む推進及び船舶の安全のために重要な機器の冷却水管装置については、極地氷海船階級に応じた環境条件を考慮して設計しなければならない。

-2. シーチェストの構造は次の(1)から(4)によらなければならない。

(1) 極地氷海船階級が PC1 から PC5 の極地氷海船にあつては、少なくとも 2 つのアイスボックスを設置しなければならない。

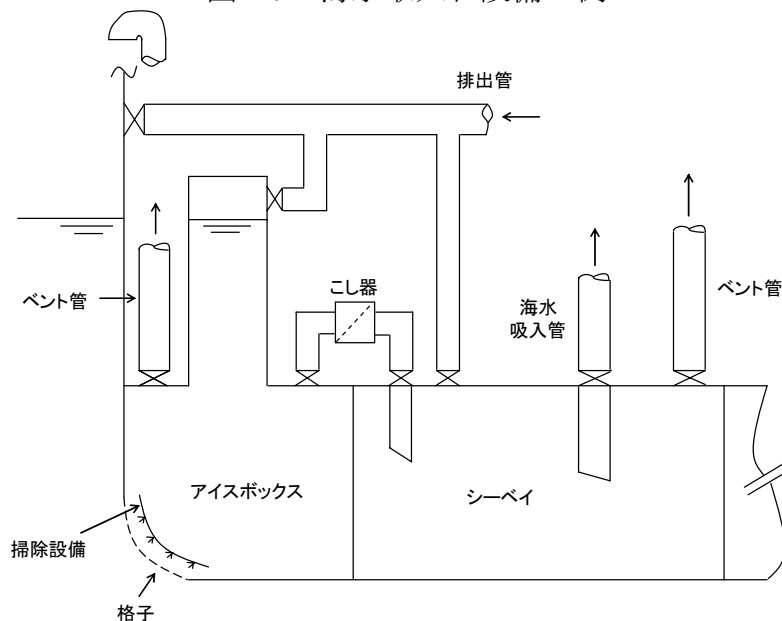
(2) 極地氷海船階級が PC6 及び PC7 の極地氷海船にあつては、少なくとも 1 つのアイスボックスをできるだけ船体中心線に隣接して設置しなければならない。

(3) それぞれのアイスボックスの体積は、全ての搭載される機関の合計出力 $750kW$ につき $1m^3$ 以上としなければならない。

(4) アイスボックスは有効に氷の分離及び空気抜きができるものでなければならない。(図 I4.2 の例参照)

- 3. 海水吸入弁はアイスボックス又は氷を取り除いた海水を溜めるシーベイに直接取り付けること。ただし、当該弁は全量式のものでなければならない。
- 4. アイスボックス及びシーベイにはベント管を設けるとともに、遮断弁を取付けなければならない。
- 5. シーベイ、アイスボックス、外板に取付ける弁及び最小氷海喫水線より上に位置する取付け物の凍結を防ぐための措置を講じなければならない。
- 6. 冷却用海水をアイスボックスに再循環させるための有効な措置を講じなければならない。また、循環用の管の合計面積は冷却水排出管の合計面積以上としなければならない。
- 7. アイスボックスには上側から接近できるように取外し可能な格子又はマンホールを備えなければならない。ただし、マンホールは最大氷海喫水線より上に設けなければならない。
- 8. アイスボックスの船体外板側の開口には、格子、穴又はスロットを設けなければならない。これらの通過面積は吸入管の面積の5倍以上とし、穴の直径及びスロットの幅は20mm以上としなければならない。
- 9. アイスボックスの格子には掃除設備を設けなければならない。また、掃除用管には、ねじ締め逆止弁を設けなければならない。

図 I4.2 海水取入れ設備の例



4.6.3 バラストタンク

最小氷海喫水線より上に位置する船首尾タンク、舷側タンク及びその他必要なタンクについては、凍結を防止するための有効な措置を講じなければならない。

4.7 通風装置

4.7.1 機関区域及び居住区の通風装置

- 1. 機関区域の通風装置の通気口及び居住区の通気口は船舶の両舷に設けなければな

らない。

- 2. 前-1.の通気口には加熱措置を講じなければならない。
- 3. 機関区域の空気取入口から機関に供給される空気の温度は、機関の安全な作動に適したものでなければならない。

4.8 舵及び操舵装置

4.8.1 舵及び操舵装置

- 1. 氷による荷重から舵を保護するためのアイスナイフを設けなければならない。また、アイスナイフは最小氷海喫水線下まで延長させなければならない。
- 2. 操舵装置を保護するための回転止めを設けなければならない。
- 3. 操舵装置の構造部分の寸法は、舵に氷が衝突することによって舵頭材に発生するトルクに耐えるように決定しなければならない。
- 4. 油圧式操舵装置の圧力逃し弁は有効なものでなければならない。

5 章 耐氷船

5.1 一般

5.1.1 適用

- 1. 本章の規定は、耐氷船の構造、艤装及び機関等に適用する。
- 2. 本章の規定は、*Finnish-Swedish Ice Class Rules 2002* の適用のある北バルト海の氷水域を航行する船舶又は *Arctic Shipping Pollution Prevention Regulations* の適用のあるカナダの氷水域を航行する耐氷船について定めたものである。

5.1.2 最大喫水及び最小喫水の確保

- ~~-14.~~ 船舶が ~~BWL~~ 最小氷海喫水線を確保するために必要なバラストタンクを ~~BWL~~ 最小氷海喫水線より上方に配置する場合には、当該タンクのバラスト水の氷結による損傷を防止するために、適当な措置を施さなければならない。
- ~~-25.~~ プロペラは完全に没水するようにし、可能な限り氷面下にあるようにしなければならない。
- ~~-36.~~ 船首部最小喫水は、次の算式による値（ただし、 $4h_0$ を超える必要はない。）以上としなければならない。

$$(2.0 + 0.00025\Delta)h_0 \quad (m)$$

Δ : ~~最大喫水線~~ 最大氷海喫水線に対する型排水量 (t)

h_0 : 耐氷船階級に応じ、表 I5.1 に掲げる値

表 I5.1 h_0 の値

耐氷船階級	h_0
IA Super	1.0
IA	0.8
IB	0.6
IC	0.4
ID	0.4

5.2 設計氷圧

5.2.1 設計氷圧

- 1. 設計氷圧 p は、次の算式による値以上としなければならない。

$$C_d C_1 C_a p_0 \quad (MPa)$$

C_d : 次の算式による値

$$\frac{ak + b}{1000}$$

k : 次の算式による値

$$\frac{\sqrt{\Delta H}}{1000}$$

Δ : 5.1.2-6.に定義される排水量 (t)

H : 主機出力 (kW)

a 及び b : 考慮する位置及び k の値に応じ、表 I5.2 に掲げる値

c_1 : 係数で、耐氷船階級及び考慮する位置に応じ、表 I5.3 に掲げる値

p_0 : 公称氷圧で、5.6MPa とする。

c_a : 次の算式による値で、1.0 を超える必要はない。ただし、0.6 未満のときは 0.6 とする。

$$\frac{47 - 5l_a}{44}$$

l_a : 対象部材の種類に応じ、表 I5.4 に掲げる値

-2. h は、前-1.に規定する設計氷圧 p が作用する範囲 (m) で、耐氷船階級に応じて、表 I5.5 に掲げる値とする。

表 I5.2 a 及び b の値

	前方域		中央域及び後方域	
	$k \leq 12$	$k > 12$	$k \leq 12$	$k > 12$
a	30	6	8	2
b	230	518	214	286

表 I5.3 係数 C_1

耐氷船階級	前方域	中央域	後方域
IA Super	1.00	1.00	0.75
IA	1.00	0.85	0.65
IB	1.00	0.70	0.45
IC	1.00	0.50	0.25
ID	1.00	-	-

表 I5.4 l_a の値

構造部材	肋骨配置	l_a
外板	横式	肋骨の心距
	縦式	肋骨の心距の 2 倍
肋骨	横式	肋骨の心距
	縦式	肋骨の支点間距離
耐氷縦桁	—	縦桁の支点間距離
特設肋骨	—	特設肋骨の心距の 2 倍

(注)

肋骨の心距及び支点間距離は、通常、船体中心線に平行な垂直平面において測った値とする。ただし、船体側面とこの垂直面がなす角度が 20 度を超える場合、これらの距離は船体側面に沿って測った値とすること。

表 I5.5 h の値

耐氷船階級	h
IA Super	0.35
IA	0.30
IB	0.25
IC	0.22
ID	0.22

5.3 船体構造及び艤装

5.3.1 外板

-1. 耐氷帯の上下方向の範囲は、耐氷船階級に応じ、表 I5.6 に掲げる範囲とし、次の(1)から(4)についても考慮しなければならない。

(1) 前方域の耐氷帯の下部

耐氷船階級が *IA Super* の耐氷船にあっては、船首材が竜骨から立ち上がる箇所から 5 主肋骨心距後方の箇所より前方の耐氷帯の下方の外板は、少なくとも中央域の耐氷帯に対して要求される板厚以上の厚さとする。

(2) 前方域の耐氷帯の上部

耐氷船階級が *IA Super* 又は *IA* であって、氷の無い状態における船の速力が 18 ノット以上の船舶にあっては、前部垂線から後方 $0.2L$ の箇所より前方で、かつ、耐氷帯上縁から上方 $2m$ の箇所までの外板は、少なくとも中央域の耐氷帯に対して要求される板厚以上の厚さとする。なお、モデル試験等により船首部に高波を被ることが明らかである場合は、速力が 18 ノット未満の船舶であっても同様の補強を施す必要がある。

(3) 耐氷帯には舷窓を設けてはならない。

(4) 曝露甲板が耐氷帯上縁より下方にある場合、ブルワーク及び放水口周辺構造の強度は、耐氷帯の外板に対して要求される強度と同等以上とすること。

表 I5.6 耐氷帯の上下方向の範囲

耐氷船階級	UIWL の上方	LIWL の下方
<i>IA Super</i>	0.6m	0.75m
<i>IA</i>	0.5m	0.6m
<i>IB</i>	0.4m	0.5m
<i>IC</i>	0.4m	0.5m
<i>ID</i>	0.4m	0.5m

-2. 前-1.に定める耐氷帯内における外板の厚さは、肋骨の配置に応じて次の算式による値以上としなければならない。

$$\text{横肋骨式構造： } 667s \sqrt{\frac{f_1 p_{PL}}{\sigma_y}} + t_C \quad (mm)$$

$$\text{縦肋骨式構造： } 667s \sqrt{\frac{p_{PL}}{f_2 \sigma_y}} + t_C \quad (mm)$$

s : 肋骨心距 (m)

p_{PL} : 次の算式による値 (MPa)

$$0.75p$$

p : 5.2.1-1.の規定による値

f_1 : 次の算式による値。ただし、1.0 を超える場合は、1.0 とする。

$$1.3 - \frac{4.2}{(h/s + 1.8)^2}$$

f_2 : h/s の値に応じ、次の算式による値

$$h/s < 1.0 \text{ の場合} : 0.6 + \frac{0.4}{h/s}$$

$$1.0 \leq h/s < 1.8 \text{ の場合} : 1.4 - 0.4 (h/s)$$

h : 5.2.1-2.の規定による値。

σ_y : 材料の降伏応力 (N/mm^2) で軟鋼の場合は, $235N/mm^2$ を用いる。

t_c : $2mm$ とする。ただし, 氷による摩耗に対して有効な特殊加工が表面に施され, かつ, 維持される場合は $2mm$ 未満として差し支えない。

5.3.2 肋骨に関する一般規定

-1. 肋骨を補強する上下方向の範囲は, 耐氷船階級及び当該肋骨の船の長さ方向の位置に応じて, 少なくとも表 I5.7 に掲げる範囲としなければならない。ただし, 5.3.1-1.に規定する前方域の耐氷帯の上部に対する規定が適用される場合, 肋骨の補強範囲は少なくとも当該耐氷帯の上端まで延長しなければならない。なお, 補強する範囲が甲板又はタンク頂部から 250 mm を超えない場合は, 補強する範囲を甲板又はタンク頂部までとして差し支えない。

表 I5.7 肋骨を補強する上下方向範囲

耐氷船階級	肋骨の位置		UIWL 上(m)	LIWL 下(m)
IA Super	前方域	船首から $0.3L$ の箇所より前方	1.2	二重底又は肋板の頂部まで
		船首から $0.3L$ の箇所より後方	1.2	1.6
	中方域		1.2	1.6
	後方域		1.2	1.2
IA IB IC	前方域	船首から $0.3L$ の箇所より前方	1.0	1.6
		船首から $0.3L$ の箇所より後方	1.0	1.3
	中方域		1.0	1.3
	後方域		1.0	1.0
ID	前方域	船首から $0.3L$ の箇所より前方	1.0	1.6
		船首から $0.3L$ の箇所より後方	1.0	1.3

-2. 補強する範囲の肋骨は, すべての支持部材に肘板より有効に固着しなければならない。縦通肋骨については, 特設肋骨又は隔壁に肘板により固着しなければならない。横肋骨については, その端部が縦桁又は甲板に固着されている場合, 固着部に肘板又は同様の部材を設けなければならない。また, 肋骨がそれを支持する構造部材を貫通する場合, 肋骨のウェブ両側を直接又はカラープレートを紹介して構造部材に溶接しなければならない。肘板を設ける場合, 肘板は肋骨のウェブ以上の板厚とし, かつ, 遊辺を座屈に対して適当に補強しなければならない。

-3. 耐氷船階級が IA Super の耐氷船にあつては前方域, 中央域及び後方域において, 耐氷船階級が IA の耐氷船にあつては前方域及び中央域において, また, 耐氷船階級が IB, IC 及び ID の耐氷船にあつては前方域において, 次の(1)から(4)によらなければならない。

(1) 肋骨のウェブと外板のなす角が小さい場合には, 肋骨に $1300mm$ を超えない間隔で,

- 肘板，カーリング，縦通材又は他の類似の方法で倒れ止めを施すこと。
- (2) 肋骨は，外板と両面連続溶接により固着すること。また，外板の継手部と交叉する場合を除き，スカラップを設けてはならない。
 - (3) 肋骨のウェブの厚さは，外板の板厚の 1/2 以上とし，かつ，いかなる場合でも 9mm 以上とすること。
 - (4) 肋骨の代りに甲板，タンク頂板又は隔壁を設ける場合，これらの板厚は，隣接する肋骨の高さに相当する深さまで前(3)の規定による値以上とすること。

5.3.3 横肋骨

-1. 5.3.2-1.に定める範囲内における主横肋骨又は中間横肋骨の断面係数は，次の算式による値以上としなければならない。

$$\frac{pshl}{m_t \sigma_y} \times 10^6 \quad (cm^3)$$

p : 5.2.1-1.の規定による値

s : 肋骨心距 (m) (表 I5.4 の (注) を参照)

h : 5.2.1-2.の規定による値

l : 肋骨の支点間距離 (m) (表 I5.4 の (注) を参照)

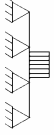
m_t : 次の算式による値

$$\frac{7m_0}{7-5h/l}$$

σ_y : 5.3.1-2.の規定による値

m_0 : 表 I5.8 に掲げる値

表 I5.8 m_0 の値

境界条件	m_0	例
	7.0	トップサイドタンクを有するばら積貨物船の肋骨
	6.0	二重底頂部から単層甲板に達する肋骨
	5.7	数個の甲板または縦通材間にわたって連続している肋骨
	5.0	二つの甲板間にのみ設けられる肋骨

(備考)

この境界条件は主肋骨及び中間肋骨に対するものである。荷重は，支点間距離の中央に加えられるものとする。

-2. 前-1.にかかわらず，耐氷帯の範囲内に位置する部分が肋骨支点間距離の 15%未満で

ある場合には、当該肋骨は通常の肋骨寸法として差し支えない。

-3. 主肋骨及び中間肋骨の上端は、**5.3.5**に規定する耐氷縦桁又は甲板に固着しなければならない。ただし、肋骨が、耐氷帯の上縁より上方に位置する縦桁又は甲板より上方に延長されている場合、この部分の肋骨は、次の**(1)**及び**(2)**によることができる。

(1) 肋骨に対する通常の規定寸法として差し支えない。

(2) 肋骨の上端は、耐氷帯の上縁より上方に位置する縦桁又は甲板より上方の甲板に固着すること。中間肋骨については、主肋骨と同じ寸法を有する水平部材により隣接する主肋骨に固着することとして差し支えない。また、前方域以外の範囲の中間肋骨であって、耐氷帯の上縁より上方に位置する縦桁又は甲板より上方の甲板が耐氷帯上縁から 1.8 m の範囲より上方にある場合については、当該肋骨の上端の処理は適当に斟酌して差し支えない。

-4. 主横肋骨及び中間横肋骨の下端は、二重底頂板、肋板の頂部、耐氷縦桁又は甲板に固着されなければならない。ただし、中間横肋骨が、耐氷帯の下縁より下方に位置する縦通材又は甲板より下に延長されている場合、その下端は、主肋骨と同等の強度を有する水平部材により隣接する主肋骨に結合して差し支えない。

5.3.4 縦通肋骨

-1. **5.3.2-1**に定める範囲内の縦通肋骨の肋骨心距は、耐氷船階級が *IA Super* 及び *IA* の耐氷船では 0.35 m 以下とし、耐氷船階級が *IB*, *IC* 及び *ID* の耐氷船では 0.45 m 以下としなければならない。ただし、本会が必要と認める場合、より大きな肋骨心距として差し支えない。

-2. **5.3.2-1**に定める範囲内の縦通肋骨の断面係数及びせん断面積は、それぞれ次の算式による値以上としなければならない。

$$\text{断面係数: } \frac{f_3 f_4 p h l^2}{m \sigma_y} \times 10^6 \quad (\text{cm}^3)$$

$$\text{せん断面積: } \frac{\sqrt{3} f_3 p h l}{2 \sigma_y} \times 10^4 \quad (\text{cm}^2)$$

f_3 : 隣接した肋骨との荷重分布を考慮に入れた係数で、次の算式による値
($1 - 0.2h/s$)

h : **5.2.1-2**の規定による値

s : 骨心距 (m) (表 **I5.4** の (注) を参照)

f_4 : 支持点における集中荷重を考慮に入れた係数で、 0.6 とする。

p : **5.2.1-1**の規定による値

l : 肋骨の支点間距離 (m) (表 **I5.4** の (注) を参照)

m : 境界条件を表す係数で、連続梁と見なせる場合は 13.3 とする。境界条件が連続梁と著しく異なると認められる場合、この値を適当な値まで減じること。

σ_y : **5.3.1-2**の規定による値

5.3.5 耐氷縦桁

-1. 耐氷帯の範囲内にある縦桁の断面係数及びせん断面積は、それぞれ次の算式による値以上としなければならない。

$$\text{断面係数: } \frac{f_5 p h l^2}{m \sigma_y} \times 10^6 \quad (\text{cm}^3)$$

$$\text{せん断面積} : \frac{\sqrt{3}f_5 phl}{2\sigma_y} \times 10^4 \quad (cm^2)$$

f_5 : 横肋骨の荷重分布を考慮に入れた係数で、通常の構造では 0.9 とする。

p : 5.2.1-1.の規定による値

h : 5.2.1-2.の規定による値

ただし、 p と h の積は 0.3 以上とすること。

l : 縦桁の支点間距離 (m)

m : 境界条件を表す係数で、5.3.4-2.による。

σ_y : 5.3.1-2.の規定による。

-2. 耐氷帯の範囲外の位置にあり、補強された肋骨を支持する縦桁の断面係数及びせん断面積は、それぞれ次の算式による値以上としなければならない。

$$\text{断面係数} : \frac{f_6 phl^2}{m \sigma_y} (1 - h_s / l_s) \times 10^6 \quad (cm^3)$$

$$\text{せん断面積} : \frac{\sqrt{3}f_6 phl}{2\sigma_y} (1 - h_s / l_s) \times 10^4 \quad (cm^2)$$

f_6 : 横肋骨の荷重分布を考慮に入れた係数で、0.95 とする。

p : 5.2.1-1.の規定による値

h : 5.2.1-2.の規定による値

ただし、 p と h の積は 0.3 以上とすること。

l : 縦桁の支点間距離 (m)

h_s : 考慮する縦桁から耐氷帯までの最短距離 (m)

l_s : 隣接する耐氷縦桁までの距離 (m)

m : 境界条件を表す係数で、5.3.4-2.による。

σ_y : 5.3.1-2.の規定による値

-3. 幅の狭い倉口側線外の甲板であって、耐氷縦桁としての役割を果たす甲板は、前-1.及び-2.に規定される断面係数及びせん断面積の規定にそれぞれ適合したものでなければならない。長大な倉口を有する場合は、 p と h の積を 0.3 未満として差し支えない。ただし、この場合であっても 0.2 未満としてはならない。また、長大な倉口を有する場合は、曝露甲板、倉口蓋及びそれらの付属品の設計の際には、氷圧による船側のたわみに注意を払わなければならない。

5.3.6 特設肋骨

-1. 耐氷縦桁及び縦通肋骨から特設肋骨に伝達される荷重 (F) は、次の算式による値以上としなければならない。

$$phs \quad (MN)$$

p : 5.2.1-1.の規定による氷圧 (MPa)

ただし、規定の算式の適用にあたり、 c_a を計算する際に l_a は、 $2s$ とすること。

h : 5.2.1-2.の規定による値

ただし、 p と h の積は 0.3 以上とすること。

s : 特設肋骨の心距 (m)

-2. 特設肋骨が支持する耐氷縦桁が耐氷帯の外にある場合、特設肋骨に伝達される荷重 (F) は、**-1.**にかかわらず、次の算式によることができる。

$$phs \cdot (1 - h_s / l_s) \quad (MN)$$

h_s 及び l_s : **5.3.5-2.**の規定による値

-3. 特設肋骨が図 **I5.2** に示す構造モデルに置き換えられる場合、断面係数及びせん断面積は、それぞれ次の算式による値以上としなければならない。

$$\text{せん断面積} : \frac{\sqrt{3} \cdot \alpha Q}{\sigma_y} \times 10^4 \quad (cm^2)$$

$$\text{断面係数} : \frac{M}{\sigma_y} \cdot \sqrt{\frac{1}{1 - (\gamma A / A_a)^2}} \times 10^6 \quad (cm^3)$$

Q : 耐氷縦桁及び縦通肋骨から伝達される荷重 (F) による最大せん断力で、次の算式による値。

$$Q = k_1 \cdot F$$

M : 耐氷縦桁及び縦通肋骨から伝達される荷重 (F) による最大モーメントで、次の算式による値。

$$M = k_2 \cdot F \cdot l$$

k_1 : 次の2つの算式による値のうちのいずれか大きい方の値。ただし、 l_F は、特設肋骨の耐氷帯内の下部においては最も小さい値を用いるものとし、また、耐氷帯内の上部においては最も大きい値を用いること。

$$1 + 0.5(l_F / l)^3 - 1.5(l_F / l)^2$$

$$1.5(l_F / l)^2 - 0.5(l_F / l)^3$$

k_2 : 次の算式による値

$$0.5(l_f / l)^3 - 1.5(l_f / l)^2 + (l_f / l)$$

F : 前**-1.**又は**-2.**の規定による値

l : 特設肋骨のスパン (m)

l_F : 特設肋骨の下端から荷重作用点までの距離 (m)

α 及び γ : 特設肋骨の断面形状に応じ、表 **I5.9** により定まる係数で、 A_f / A_w の値が表の中間にあるときは、補間法による。

A : 次の算式による k_1 の値を用いて本**-3.**により定まるせん断面積 (cm^2)

$$1 + 0.5(l_F / l)^3 - 1.5(l_F / l)^2$$

A_a : 実際の特設肋骨の断面積 (cm^2)

A_f : 面材の断面積 (cm^2)

A_w : ウェブの断面積 (cm^2)

σ_y : **5.3.1-2.**の規定による値

-4. 前**-3.**に示す特設肋骨以外の特設肋骨及び境界条件が異なる特設肋骨については、直接強度計算により寸法を定めなければならない。この場合、特設肋骨に作用する集中荷重の大きさは**-1.**により定め、集中荷重の作用点は、縦通材及び縦通肋骨の配置を考慮して、最大せん断力及び最大曲げモーメントの生じる位置をそれぞれ選ばなければならない。なお、許容応力は応力の種類に応じて表 **I5.10** に掲げる値とする。

図 I5.2 特設肋骨の構造モデル

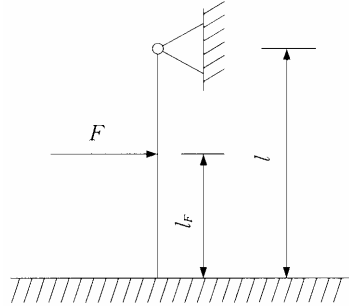


表 I5.9 α 及び γ の値

A_f / A_w	0.00	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
α	1.50	1.23	1.16	1.11	1.09	1.07	1.06	1.05	1.05	1.04	1.04
γ	0.00	0.44	0.62	0.71	0.76	0.80	0.83	0.85	0.87	0.88	0.89

表 I5.10 許容応力

応力の種類	許容応力
せん断応力(τ)	$\sigma_y / \sqrt{3}$
曲げ応力(σ_b)	σ_y
等価応力($\sigma_c = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau^2}$)	σ_y

(備考)

σ_y : 5.3.1-2.の規定による値

5.3.7 船首材

-1. 船の長さが 150m 未満の場合には、図 I5.3 に示す鋭角端の船首材とすることを推奨する。

-2. 成型した鋼板船首材及び水平面において船体中心線と外板のなす角度が、 30° を超えるような外板の板厚は、5.3.1-2.に規定する算式に次に示す値を用いて定まる値以上としなければならない。

s : 外板の支持部材の間隔 (m)

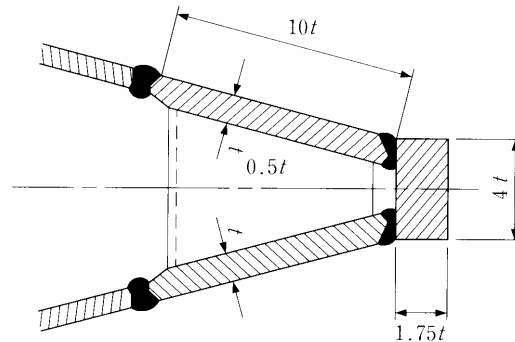
p_{PL} : 5.2.1 の規定により求められる値 (MPa)

l_a : 垂直方向の支持部材の間隔 (m)

-3. 前-2.に規定する船首材及び外板の部分の板の厚さは、少なくとも船首材の板の厚さの 1/2 以上の肋板又は肘板により 0.6m を超えない間隔で支持されなければならない。

-4. 船首材を補強する範囲は、竜骨から最大氷海喫水線上 0.75m の位置までとする。ただし、5.3.1-1.の規定により前方域の耐氷帯の上部まで補強が要求される場合は、その上限までとしなければならない。

図 I5.3 耐氷船首材



5.3.8 曳航装置

- 1. 船首部のブルワークの船体中心線上には、高さ 250mm 、幅 300mm 以上の開口を有し、かつ、長さ 150mm 以上で内径 100mm 以上のムアリングパイプを設けなければならない。
- 2. 引綱の破断荷重に耐え得る強度を有する、ビット等の引綱を固定する装置を設けなければならない。
- 3. 排水量が $30,000$ トン未満の船舶において、少なくとも最大氷海喫水線から 5m 上方及び船首材から 3m 後方までの範囲の船首部は、フォーク曳航により生じる応力に対する補強のため、中間肋骨を設け、肋骨を縦桁又は甲板により支持しなければならない。

5.3.9 船尾材

- 1. プロペラ翼の先端に過大な応力が発生することを防止するため、プロペラ翼の先端と船尾材との間隔は、十分なものとしなければならない。
- 2. 2 軸船及び 3 軸船の場合、外板及び肋骨を補強する範囲は、サイドプロペラの前後 1.5m の間において二重底まで拡張しなければならない。
- 3. 2 軸船及び 3 軸船の場合、サイドプロペラの軸系及び船尾管は、ボス外板により囲まれたものでなければならない。ただし、張出し軸受構造とする場合には、その設計、補強方法及び船体との固着方法について特別に考慮しなければならない。
- 4. トランサム型船尾を有する船舶においては、氷水域における後進能力の低下を防ぐために、トランサムを最大氷海喫水線下まで延すことはできる限り避けなければならない。止むを得ずトランサムを最大氷海喫水線下まで延す場合には、その幅をできる限り小さくし、耐氷帯内にあるトランサムは、中央域と同程度の補強を施さなければならない。
- 5. 旋回式推進装置、ポッド式プロペラ等の新形式の推進装置を採用する場合には、操縦性の向上をもたらす反面、船体後部及び船尾領域において氷荷重が増加することがあるので、船尾部の設計について特別に配慮しなければならない。

5.3.10 ビルジキール

- 1. ビルジキールと船体との接合部は、ビルジキールが損傷を受けたときに船体の損傷を最小限に抑えるように設計しなければならない。
- 2. ビルジキールを幾つかの独立した部分に分割することを推奨する。

5.4 機関及びプロペラ等

5.4.1 主機出力

-1. 主機出力 (H) は、最大氷海喫水及び最小氷海喫水の状態において次の算式により得られるそれぞれの値のうち、いずれか大きい値以上としなければならない。ただし、耐氷船階級が *IA Super* の耐氷船については $2,800 \text{ kW}$ 、耐氷船階級が *IA*, *IB*, *IC* 又は *ID* の耐氷船については $1,000 \text{ kW}$ を下回ってはならない。

$$H = K_e \cdot \frac{(R_{CH} / 1000)^{3/2}}{D_P}$$

H : 主機出力 (kW)

K_e : 表 **I5.11** に掲げる係数

D_P : プロペラ直径 (m)

R_{CH} : 砕け氷と凍結密氷域がある水路中の抵抗 (N) で、次式による値。

$$R_{CH} = C_1 + C_2 + C_3 \cdot C_\mu \cdot (H_F + H_M)^2 \cdot (B + C_\psi \cdot H_F) + C_4 \cdot L_{PAR} \cdot H_F^2 + C_5 \cdot (LT/B^2)^3 \cdot (A_{wf}/L)$$

L : 最大氷海喫水線における船舶の垂線間長 (m)

B : 最大氷海喫水線における船舶の最大幅 (m)

T : 氷水域での喫水 (m) で、通常、**1.2.4-1.**に規定する最大氷海喫水線における L_f の中央での喫水 (最大喫水) 及び **1.2.4-2.**に規定する最小氷海喫水線における L_f の中央での喫水とする。

ただし、いずれの場合も、 $(LT/B^2)^3$ の値は 5 以上、20 以下とすること。

L_{PAR} : 船体平行部分の長さ (m) で、それぞれの喫水線における船体平行部前端と後端の水平距離とする。(図 **I5.4** 参照)

L_{BOW} : 船首部の長さ (m) で、それぞれの喫水線における船体平行部前端と最大氷海喫水線における船首垂線との水平距離とする。(図 **I5.4** 参照)

A_{wf} : それぞれの喫水線上の船首部面積 (m^2) (図 **I5.4** 参照)

ψ : 次の算式による値 (deg)

$$\psi = \arctan(\tan \phi_2 / \sin \alpha)$$

ϕ_1 , ϕ_2 , α : それぞれの喫水線において船体と喫水面のなす角度 (deg) で図 **I5.4** による。ただし、 ϕ_1 及び ϕ_2 の値は、 90 (deg) を超える場合、 90 (deg) とする。

C_1 及び C_2 : 凍結した砕け氷の上層を考慮した係数で、次の算式による。

(1) 耐氷船階級が *IA Super* の耐氷船の場合

$$C_1 = f_1 \cdot B \cdot L_{PAR} / (2T/B + 1) + (1 + 0.021\phi_1) \cdot (f_2 \cdot B + f_3 \cdot L_{BOW} + f_4 \cdot BL_{BOW})$$

$$C_2 = (1 + 0.063\phi_1) \cdot (g_1 + g_2 \cdot B) + g_3 \cdot (1 + 1.2T/B) \cdot B^2 / \sqrt{L}$$

(2) 耐氷船階級が *IA*, *IB*, *IC* 及び *ID* の耐氷船の場合

$$C_1 = 0$$

$$C_2 = 0$$

C_3 , C_4 及び C_5 : 表 **I5.12** に掲げる値

C_μ : 次の算式による値。ただし、 0.45 以上とすること。

$$C_\mu = 0.15 \cdot \cos \phi_2 + \sin \psi \cdot \sin \alpha$$

C_ψ : 次の算式による値。ただし、 $\psi \leq 45^\circ$ の場合は 0 とすること。

$$C_{\psi} = 0.047 \cdot \psi - 2.115$$

$f_1, f_2, f_3, f_4, g_1, g_2$ 及び g_3 : 表 I5.12 に掲げる値

H_M : 水路内の砕け氷層の厚さ (m) で、次による。

(1) 耐氷船階級が *IA Super* 及び *IA* の耐氷船の場合

$$H_M = 1.0$$

(2) 耐氷船階級が *IB* の耐氷船の場合

$$H_M = 0.8$$

(3) 耐氷船階級が *IC* の耐氷船の場合

$$H_M = 0.6$$

(4) 耐氷船階級が *ID* の耐氷船の場合

$$H_M = 0.5$$

H_F : 船首により排除される砕け氷層の厚さ (m) で、次の算式による。

$$H_F = 0.26 + (H_M \cdot B)^{0.5}$$

図 I5.4 各部寸法のとり方

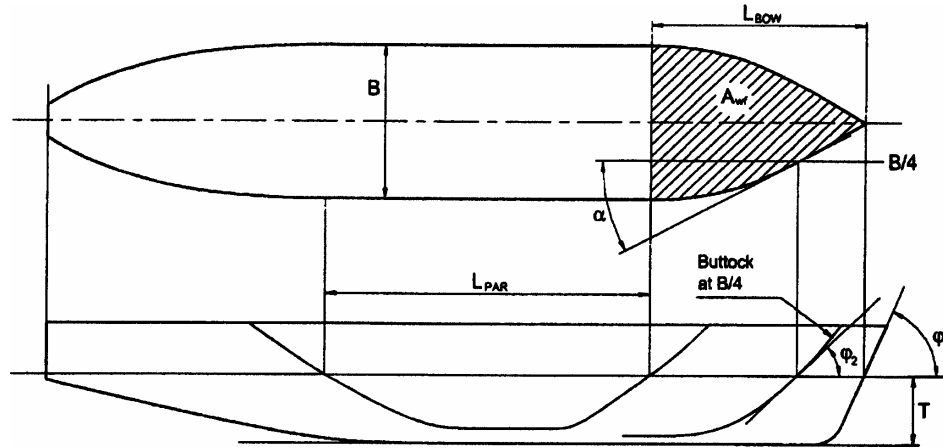


表 I5.11 係数 K_e

推進方式	可変ピッチプロペラ又は 電気推進/油圧推進	固定ピッチ プロペラ
1 軸船	2.03	2.26
2 軸船	1.44	1.60
3 軸船	1.18	1.31

表 I5.12 $f_1, f_2, f_3, f_4, g_1, g_2, g_3, C_3, C_4, C_5$ の値

f_1 :	23.0 (N/m ²)	g_1 :	1,530 (N)	C_3 :	845 (N/m ³)
f_2 :	45.8 (N/m)	g_2 :	170 (N/m)	C_4 :	42 (N/m ³)
f_3 :	14.7 (N/m)	g_3 :	400 (N/m ^{1.5})	C_5 :	825 (N/m)
f_4 :	29.0 (N/m ²)				

-2. 現存船に対する特別規定

2003 年 9 月 1 日前に建造開始段階にある船舶であって、耐氷船階級が *IA Super* 又は *IA* の耐氷船の主機出力 (H) は、2005 年 1 月 1 日又は建造後経過年数が 20 年に達する年の 1

月1日のいずれか遅いほうの期日までに**-1.**の規定又は同等の規定に適合しなければならない。なお、計算に必要な船体パラメータの値が特定し難い場合には、次の算式を使用して差し支えない。この場合、算式に示す船の寸法は**1.2.4-1.**に規定される最大氷海喫水線において測られる値とする。

$$H = K_e \cdot \frac{(R_{CH} / 1000)^{3/2}}{D_p}$$

H : 主機出力 (kW)

K_e : 表 **I5.11** に掲げる係数

D_p : プロペラ直径 (m)

R_{CH} : 砕け氷と凍結密氷域がある水路中の抵抗 (N)

$$R_{CH} = C_1 + C_2 + C_3 \cdot (H_F + H_M)^2 \cdot (B + 0.658H_F) + C_4 \cdot L \cdot H_F^2 + C_5 \cdot (LT/B^2)^3 \cdot (B/4)$$

L : 船舶の垂線間長 (m)

B : 船舶の最大幅 (m)

T : 氷水域での喫水 (m)

ただし、 $5 \leq (LT/B^2)^3 \leq 20$ とすること。

C_1 及び C_2 : 砕け氷と凍結密氷域の上層を考慮した係数で、次の算式による。

(1) 耐氷船階級が **IA Super** であつて、球状船首を持つ耐氷船

$$C_1 = f_1 \cdot B \cdot L / (2T/B + 1) + 2.89(f_2 \cdot B + f_3 \cdot L + f_4 \cdot B \cdot L)$$

$$C_2 = 6.67(g_1 + g_2 \cdot B) + g_3 \cdot (1 + 1.2T/B) \cdot B^2 / \sqrt{L}$$

(2) 耐氷船階級が **IA Super** であつて、球状船首を持たない耐氷船

$$C_1 = f_1 \cdot B \cdot L / (2T/B + 1) + 1.84(f_2 \cdot B + f_3 \cdot L + f_4 \cdot B \cdot L)$$

$$C_2 = 3.52(g_1 + g_2 \cdot B) + g_3 \cdot (1 + 1.2T/B) \cdot B^2 / \sqrt{L}$$

(3) 耐氷船階級が **IA** の耐氷船

$$C_1 = 0$$

$$C_2 = 0$$

$f_1, f_2, f_3, f_4, g_1, g_2, g_3, C_3, C_4$ 及び C_5 : 表 **I5.13** に掲げる値

H_M : 水路内の砕け氷層の厚さ (m) で、次による。

$$H_M = 1.0$$

H_F : 船首により排除される砕け氷層の厚さ (m) で、次の算式による。

$$H_F = 0.26 + (H_M \cdot B)^{0.5}$$

表 **I5.13** $f_1, f_2, f_3, f_4, g_1, g_2, g_3, C_3, C_4, C_5$ の値

f_1 :	10.3 (N/m^2)	g_1 :	1,530 (N)	C_3 :	845 (N/m^3)
f_2 :	45.8 (N/m)	g_2 :	170 (N/m)	C_4 :	42 (N/m^3)
f_3 :	2.94 (N/m)	g_3 :	400 ($N/m^{1.5}$)	C_5 :	825 (N/m)
f_4 :	5.8 (N/m^2)				

-3. 氷海航行能力の向上が期待できる船型を有する船舶又は**-1.**に規定する算式中のパラメータが表 **I5.14** に示す範囲を超える船舶については、本会が適当と認める場合、次に掲げる厚さの氷がある水路において 5 ノット以上の速力を与えられることを条件に、**-1.**に規定する出力未満の主機出力としても差し支えない。

- (1) 耐氷船階級が *IA Super* の耐氷船：1.0 m の砕け氷及び 0.1 m の凍結密氷域
- (2) 耐氷船階級が *IA* の耐氷船：1.0 m の砕け氷
- (3) 耐氷船階級が *IB* の耐氷船：0.8 m の砕け氷
- (4) 耐氷船階級が *IC* の耐氷船：0.6 m の砕け氷
- (5) 耐氷船階級が *ID* の耐氷船：0.5 m の砕け氷

表 I5.14 船体パラメータの許容範囲

船体パラメータ	下限値	上限値
α (deg)	15	55
φ_1 (deg)	25	90
φ_2 (deg)	10	90
L (m)	65.0	250.0
B (m)	11.0	40.0
T (m)	4.0	15.0
L_{BOW}/L	0.15	0.40
L_{PAR}/L	0.25	0.75
D_P/T	0.45	0.75
$A_{wf}/(L \cdot B)$	0.09	0.27

5.4.2 耐氷トルク

- 1. プロペラ，軸系及び動力伝達装置の強度は，プロペラの羽根に作用する氷による衝撃荷重（以下，「耐氷トルク」という。）を考慮したものでなければならない。
- 2. 5.4.3 及び 5.4.5 で規定する歯車装置及びプロペラの算式に使用する耐氷トルク (M) は，次の算式による値以上でなければならない。

$$mD_p^2 \quad (kN \cdot m)$$

D_p ：プロペラの直径 (m)

m ：表 I5.15 に掲げる値

- 3. 耐氷船階級が *IB*，*IC* 及び *ID* の耐氷船であって，バラスト状態でプロペラが十分に水没しない場合には，耐氷船階級 *IA* の耐氷トルクを使用しなければならない。

表 I5.15 m の値

耐氷船階級	m
<i>IA Super</i>	21.09
<i>IA</i>	15.70
<i>IB</i>	13.05
<i>IC</i>	11.97
<i>ID</i>	11.97

5.4.3 プロペラ

- 1. プロペラの材料は，**K 編**に規定する U14A 号試験片による伸び率が 19%以上，U4 号試験片による吸収エネルギー値が-10℃において 21J 以上の値を有するものでなければならない。

-2. プロペラ羽根の各半径位置における厚さ及び幅は、次の算式によらなければならない。

(1) 固定ピッチプロペラの場合

$$\text{半径位置 } 0.125D_p \text{ において： } wt^2 = \frac{26490}{\sigma_b(0.65 + 0.7P/D_p)} \left(27.2 \frac{H_s}{ZR} + 2.24M \right)$$

$$\text{半径位置 } 0.3D_p \text{ において： } wt^2 = \frac{9320}{\sigma_b(0.65 + 0.7P/D_p)} \left(27.2 \frac{H_s}{ZR} + 2.85M \right)$$

(2) 可変ピッチプロペラの場合

$$\text{半径位置 } 0.175D_p \text{ において： } wt^2 = \frac{21090}{\sigma_b(0.65 + 0.7P/D_p)} \left(27.2 \frac{H_s}{ZR} + 2.34M \right)$$

$$\text{半径位置 } 0.3D_p \text{ において： } wt^2 = \frac{9320}{\sigma_b(0.65 + 0.7P/D_p)} \left(27.2 \frac{H_s}{ZR} + 2.85M \right)$$

w ：各半径位置における羽根の円筒断面の展開幅 (cm)

t ：各半径位置における羽根の厚さ (cm)

P ：各半径位置におけるピッチ (m)。可変ピッチプロペラの場合は、公称値の 70% とする。

D_p ：プロペラの直径 (m)

H_s ：軸当りの主機出力 (kW)

Z ：プロペラ羽根の数

R ：主機の連続最大出力時におけるプロペラの回転数 (rpm)

σ_b ：プロペラ材料の規格最低引張強さ (N/mm²)

-3. プロペラ羽根先端の厚さは、次の算式による値以上でなければならない。

$$(1) \text{ 耐氷船階級 LA Super の場合 } (20 + 2D_p) \sqrt{\frac{490}{\sigma_b}} \quad (mm)$$

$$(2) \text{ (1) 以外の場合 } (15 + 2D_p) \sqrt{\frac{490}{\sigma_b}} \quad (mm)$$

D_p 及び σ_b ：前-2.の規定による。

-4. 任意の半径位置におけるプロペラ羽根の厚さは、前-2.及び-3.の規定により算出されるそれぞれの厚さを結ぶ滑らかな曲線によって求めるものとする。

-5. プロペラ羽根の前縁及び後縁の厚さは、前-3.に規定する羽根先端の厚さの 50% 以上としなければならない。この場合、厚さの測定点は固定ピッチプロペラでは前後縁から、可変ピッチプロペラでは前縁からそれぞれ規定羽根先端厚さの 1.25 倍の値の位置とする。

-6. 可変ピッチプロペラのボス内の変節機構の強度は、羽根の半径位置 $0.45D_p$ で、かつ、羽根の強度が最も低くなる方向に荷重がかかった場合における羽根の強度の 1.5 倍以上としなければならない。

5.4.4 軸系

-1. 船尾管軸受部におけるプロペラ軸の径は、次の算式による値以上でなければならない。

$$10.83 \sqrt{\frac{\sigma_b wt^2}{\sigma_y}} \quad (mm)$$

w : 半径位置 $0.125D_p$ におけるプロペラ羽根の円筒断面の展開実幅 (cm)

t : 半径位置 $0.125D_p$ におけるプロペラ羽根の最大実厚さ (cm)

σ_b : プロペラの材料の規格最低引張強さ (N/mm^2)

σ_y : プロペラ軸材の規格降伏点 (N/mm^2)

-2. 前-1.にかかわらず、プロペラボスの直径が $0.25D_p$ より大きい場合には、船尾管軸受部におけるプロペラ軸の径は、次の算式による値以上でなければならない。

$$11.53 \sqrt{\frac{\sigma_b w t^2}{\sigma_y}} \quad (mm)$$

w : 半径位置 $0.175D_p$ におけるプロペラ羽根の円筒断面の展開実幅 (cm)

t : 半径位置 $0.175D_p$ におけるプロペラ羽根の最大実厚さ (cm)

σ_b 及び σ_y : 前-1.の規定による。

-3. 前-1.又は-2.によって算出される値が **D 編 6.2.4** で規定する値より小さい場合は、**D 編**による値としなければならない。

-4. 耐氷船階級が *IA Super* の耐氷船にあつては、機関の外部に軸受を有するスラスト軸及び中間軸の外径は、**D 編 6.2.2** 及び **6.2.3** に規定する値の 1.1 倍以上としなければならない。

5.4.5 減速歯車装置

主機関とプロペラとの間に減速歯車装置を有する船舶にあつては、**D 編 5.3.3** の規定中の K_1 にかえて次の算式による値を外的荷重倍加係数として用いなければならない。

$$\frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{1 + J_1 / J_h} \cdot \frac{M}{M_0}}$$

K_1 : **D 編 5.3.3** に規定する係数

M : **5.4.2** に規定する耐氷トルク ($kN \cdot m$)

M_0 : プロペラ軸の平均トルクであつて、次の算式による値

$$M_0 = 9.55 H_S / R \quad (kN \cdot m)$$

H_S : 軸当りの主機出力 (kW)

R : 主機の連続最大出力時におけるプロペラの回転数 (rpm)

J_1 : 歯車装置の出力歯車、プロペラ及び推進軸系の合計質量慣性モーメント。ただし、プロペラに対して、水の付加質量慣性モーメントとして 30%を加えるものとする。

J_h : 主機、フライホイール、減速歯車（出力歯車を除く。）の合計質量慣性モーメント。ただし、プロペラ軸と回転数の異なるものについては、各々についてプロペラ軸との減速比によって補正を行い、等価質量慣性モーメントとする。

5.4.6 主機の始動装置

-1. 空気タンクの容量は、後進のために主機を逆転する場合には 12 回以上、後進のために主機を逆転しない場合には 6 回以上、途中で充気しないで主機を連続始動できる十分なものでなければならない。

-2. 空気タンクは、主機の始動以外にも使用される場合、それらのための十分な容量を

加えたものでなければならない。

-3. 空気圧縮機の容量は、1 時間以内に空気タンクを大気圧状態から最高圧力まで充気できるものでなければならない。ただし、耐氷船階級が *IA Super* であって後進のために主機を逆転する耐氷船の場合には、空気圧縮機の容量は、30 分以内に空気タンクを充気できるものでなければならない。

5.4.7 海水吸入口及び冷却水装置

-1. 冷却水管装置は、氷海航行中に冷却水を十分に供給できるものでなければならない。

-2. 前-1.のために、少なくとも 1 つの冷却水吸入用シーチェストは、次の(1)から(5)の要件によらなければならない。ただし、耐氷船階級が *ID* の耐氷船にあっては、次の(2)、(3)及び(5)の要件に適合しなくてもよい。

(1) 海水吸入口は、船体中心線に隣接し、できるだけ船尾に設けること。

(2) シーチェストの体積は、船舶の航行に必要な補機の出力も含めて、機関出力 $750kW$ につき $1m^3$ 以上を標準とする。

(3) シーチェストは、氷が吸入口の上方に集積するように、十分に深いものであること。

(4) シーチェストは、冷却水の全量を排出できる排出管を連結したものであること。

(5) 海水吸入口の格子の通過面積は、吸入管の面積の 4 倍以上とすること。

-3. 複数個のシーチェストを設ける場合には、前-2.(2)及び(3)によらないことができる。この場合、冷却水の吸入及び排出は互いに切り換えて使用できるよう装置しなければならない。また、このシーチェストは、前-2.(1)、(4)及び(5)の要件も満足しなければならない。

-4. ヒーティングコイルは、シーチェストの上部に装備して差し支えない。

5.4.8 舵及び操舵装置

-1. 舵柱、舵頭材、ピントル及び操舵装置等は、**C 編 3 章**及び**D 編 15 章**の規定を適用するにあたって寸法算定に用いる速力は、耐氷船階級に応じ、**表 15.16**に掲げる値未満としてではない。

表 15.16 最小速力

耐氷船階級	最小速力(<i>kt</i>)
<i>IA Super</i>	20
<i>IA</i>	18
<i>IB</i>	16
<i>IC</i>	14
<i>ID</i>	14

-2. 耐氷船階級が *IA Super* 及び *IA* の耐氷船の舵頭材及び舵の上縁は、アイスナイフ又はこれと同等の方法で氷の圧力から保護しなければならない。

-3. 耐氷船階級が *IA Super* 及び *IA* の耐氷船においては、氷水域を後進する際に氷によって舵に作用する荷重に耐えるよう次の(1)から(3)によらなければならない。

(1) 油圧式操舵装置の圧力逃し弁は有効なものでなければならない。

(2) 操舵装置の構造部分の寸法は、舵頭材に生じるトルクに耐えるよう決定しなければならない。

(3) 跳ね上がり防止装置は舵板又はその上部に備えることを推奨する。

附 則 (改正その1)

1. この規則は、2008年3月1日(以下、「施行日」という。)から施行する。
2. 施行日前に建造契約*が行われた船舶にあっては、この規則による規定にかかわらず、なお従前の例によることができる。

*建造契約とは、IACS Procedural Requirement(PR) No.29(Rev.4)に定義されたものをいう。

IACS PR No.29(Rev.4)

英文 (正)

1. The date of “contract for construction” of a vessel is the date on which the contract to build the vessel is signed between the prospective owner and the shipbuilder. This date and the construction numbers (i.e. hull numbers) of all the vessels included in the contract are to be declared to the classification society by the party applying for the assignment of class to a newbuilding.
2. The date of “contract for construction” of a series of vessels, including specified optional vessels for which the option is ultimately exercised, is the date on which the contract to build the series is signed between the prospective owner and the shipbuilder. For the purpose of this Procedural Requirement, vessels built under a single contract for construction are considered a “series of vessels” if they are built to the same approved plans for classification purposes. However, vessels within a series may have design alterations from the original design provided:
 - (1) such alterations do not affect matters related to classification, or
 - (2) If the alterations are subject to classification requirements, these alterations are to comply with the classification requirements in effect on the date on which the alterations are contracted between the prospective owner and the shipbuilder or, in the absence of the alteration contract, comply with the classification requirements in effect on the date on which the alterations are submitted to the Society for approval.The optional vessels will be considered part of the same series of vessels if the option is exercised not later than 1 year after the contract to build the series was signed.
3. If a contract for construction is later amended to include additional vessels or additional options, the date of “contract for construction” for such vessels is the date on which the amendment to the contract, is signed between the prospective owner and the shipbuilder. The amendment to the contract is to be considered as a “new contract” to which 1. and 2. above apply.
4. If a contract for construction is amended to change the ship type, the date of “contract for construction” of this modified vessel, or vessels, is the date on which revised contract or new contract is signed between the Owner, or Owners, and the shipbuilder.

Notes:

1. This Procedural Requirement applies to all IACS Members and Associates.
2. This Procedural Requirement is effective for ships “contracted for construction” on or after 1 January 2005.
3. Revision 2 of this Procedural Requirement is effective for ships “contracted for construction” on or after 1 April 2006.
4. Revision 3 of this Procedural Requirement was approved on 5 January 2007 with immediate effect.
5. Revision 4 of this Procedural Requirement was adopted on 21 June 2007 with immediate effect.

仮訳

1. 船舶の「建造契約日」とは、予定所有者と造船所との間で建造契約のサインが交わされた日をいう。なお、この契約日及び契約を交わす全ての船舶の建造番号(船番等)は、新造船に対し船級登録を申込む者によって、船級協会に申告されなければならない。
2. オプションの行使権が契約書に明示されている場合、オプション行使によるシリーズ船の「建造契約日」は、予定所有者と造船所との間で建造契約のサインが交わされた日をいう。本 Procedural Requirement の適用において、1つの建造契約書に基づく船舶が同一の承認図面によって建造される場合は、シリーズ船と見なす。しかしながら、以下の条件を満たす設計変更にあっては、シリーズ船は原設計から設計変更を行うことができる。
 - (1) 設計変更が船級要件に影響を及ぼさない、又は、
 - (2) 設計変更が船級規則の対象となる場合、当該変更が予定所有者と造船所との間で契約された日に有効な船級規則に適合している、又は設計変更の契約が無い場合は承認のために図面が船級協会に提出された日に有効な船級規則に適合している。

オプションによる建造予定船は、シリーズ船の建造契約が結ばれてから1年以内にオプションが行使される場合、シリーズ船として扱われる。

3. 建造契約の後に追加の建造船又は追加のオプションを含める契約の変更がなされた場合、建造契約日は予定所有者と造船所との間で契約変更がなされた日をいう。この契約変更は前 1. 及び 2. に対して、「新しい契約」として扱わなければならない。

4. 船舶の種類の変更による建造契約の変更があった場合、改造された船舶の「建造契約日」は、予定所有者と造船所との間で契約変更又は新規契約のサインが交わされた日をいう。

備考:

1. 本 PR は、全ての IACS メンバー及び準メンバーに適用する。
2. 本 PR は、2005 年 1 月 1 日以降に“建造契約”が行われた船舶に適用する。
3. 本 PR の Rev.2 は、2006 年 4 月 1 日以降に“建造契約”が行われた船舶に適用する。
4. 本 PR の Rev.3 は、2007 年 1 月 5 日に承認され、これは直ちに効力が生じる。
5. 本 PR の Rev.4 は、2007 年 6 月 21 日に採択され、これは直ちに効力が生じる。

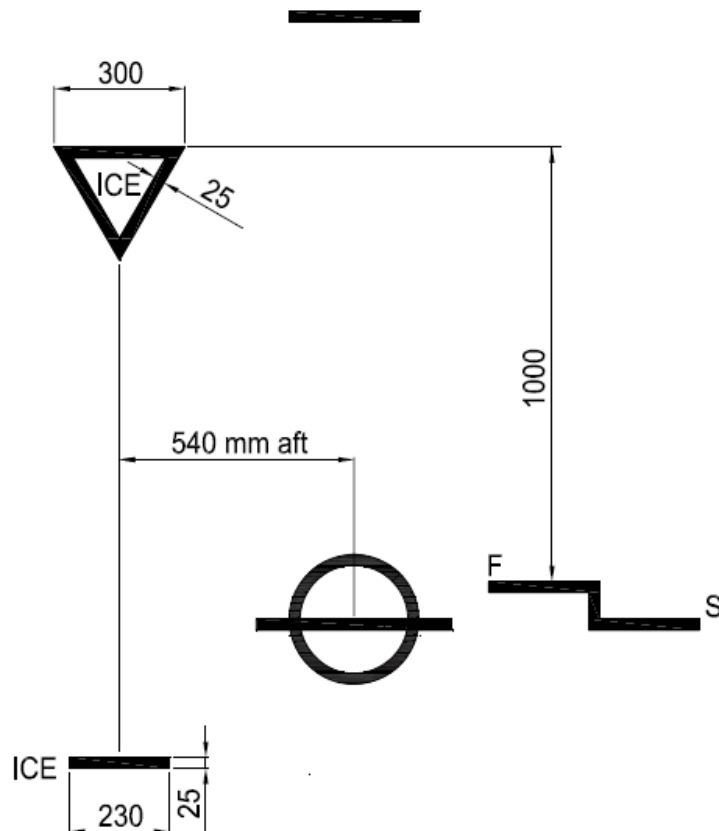
5 章 耐氷船

5.1 適用

5.1.2 最大喫水及び最小喫水

- 1. 氷水域を航行する際の船首部及び船尾部での喫水は、最大氷海喫水線及び最小氷海喫水線に基づき制限される。
- 2. 氷水域を航行する際の喫水制限が明示された資料を作成し、船長が利用できるように船上に保管されなければならない。
- 3. 夏期淡水満載喫水線が最大氷海喫水線より上方にある場合、船体中央部での最大氷海喫水線に対応する喫水及び、注意標識を船側部に標示しなければならない。（図 I5.1 参照）

図 I5.1 喫水の標示



（備考）

1. 注意標識は一辺 300mm の下向きの正三角形とし、氷水域を航行する際の最大氷海喫水線表示の直上で、注意標識の上端が夏期淡水満載喫水線標示の上端から 1000mm の高さの位置に標示すること。ただし、デッキラインを超える必要はない。
2. 氷水域を航行する際の最大氷海喫水線標示の位置は満載喫水線の標示より 540mm 後方とするこ

と。ただし、木材満載喫水線を標示する船舶については、その木材満載喫水線の標示の垂線部分より 540mm 後方とする。

3. 標示は 5mm から 8mm の板材を切断して作成したものを船側外板に溶接し、視認性を高めるために赤又は黄色の反射塗装を施すこと。

4. 全ての標示は、満載喫水線の標示と等しい寸法とすること。

附 則（改正その 2）

1. この規則は、2007 年 7 月 1 日（以下、「施行日」という。）から施行する。
2. 施行日前にキールが据え付けられる船舶又は特定の船舶として確認できる建造が開始され、かつ、少なくとも 50 トン又は全建造材料の見積重量の 1%のいずれか少ないものが組み立てられた状態にある船舶については、この規則による規定にかかわらず、なお従前の例によることができる。

鋼船規則検査要領

I 編

極地氷海船等

要 領

2007 年 9 月 27 日 達 第 45 号
2007 年 7 月 2 日 技術委員会 審議

「鋼船規則検査要領」の一部を次のように改正する。

鋼船規則検査要領Ⅰ編を制定する

鋼船規則検査要領Ⅰ編 極地氷海船等

Ⅱ 通則

Ⅱ.1 一般

Ⅱ.1.1 適用

専ら氷水域において、他の船舶のエスコート又はアイスマネージメント作業を行う砕氷船については、**鋼船規則Ⅰ編**の規定に適合することに加え、本会が適当と認める追加の要件が要求される場合がある。

Ⅱ.1.2 提出図面等への記載事項

- 1. 極地氷海船にあつては、**規則Ⅰ編 1.1.2-1.**及び**-2.**の適用上、最大氷海喫水及び最小氷海喫水（船首、中央及び船尾における値）を船級登録原簿に注記する。
- 2. 耐氷船にあつては、**規則Ⅰ編 1.1.2-1.**及び**-3.**の適用上、最大氷海喫水及び最小氷海喫水（船首、中央及び船尾における値）並びに主機出力を船級登録原簿に注記する。

Ⅱ.2 定義

Ⅱ.2.2 極地氷海船階級

- 1. 船体構造に適用する極地氷海船階級と機関構造に適用する極地氷海船階級が異なる場合は、低い方の極地氷海船階級を船級符号に付記する。ただし、船級登録原簿には、それぞれの極地氷海船階級を注記する。
- 2. **規則Ⅰ編表Ⅱ.1**中の氷の状況に関する用語は以下による。
 - (1) 厚い一年氷
厚さ 120-250cm 程度の一年氷。強度の高いこの氷は強い圧力を受けた場合に限り氷上に高さ 150-250cm 程度の氷丘を形成する。
 - (2) 中程度の厚さの一年氷
厚さ 70-120cm 程度の一年氷。極地以外の氷水域では、この種の一年氷は発達 of 極限段階であり、最も厳しい冬期に形成される。交差した氷丘脈が多く、氷丘の高さは 170cm に達することもある。この種の氷は夏期には融けてほぼ完全に消滅する。
 - (3) 薄い一年氷
厚さ 30-70cm 程度の一年氷。この種の氷上に見られる氷丘は平均で 30-75cm であり、直線状の氷丘脈を形成する。薄い一年氷を第 1 段階の薄い一年氷（厚さ 30-50cm）と第 2 段階の薄い一年氷（厚さ 50-70cm）とに細分する場合もある。

11.2.3 耐氷船階級

- 1. 規則Ⅰ編 1.2.3 に定める耐氷船階級と *Finnish-Swedish Ice Class Rules 2002* に定める階級の対応を表 11.2.3-1. に示す。
- 2. 規則Ⅰ編 1.2.3 に定める耐氷船階級と *Arctic Shipping Pollution Prevention Regulations* に定める階級の対応を表 11.2.3-2. に示す。

表 11.2.3-1. *Finnish-Swedish Ice Class Rules 2002* における階級と本会の耐氷船階級との対応

<i>Finnish-Swedish Ice Class Rules 2002</i> における階級	本会の耐氷船階級
IA Super	IA Super
IA	IA
IB	IB
IC	IC
II	ID 耐氷船階級なし

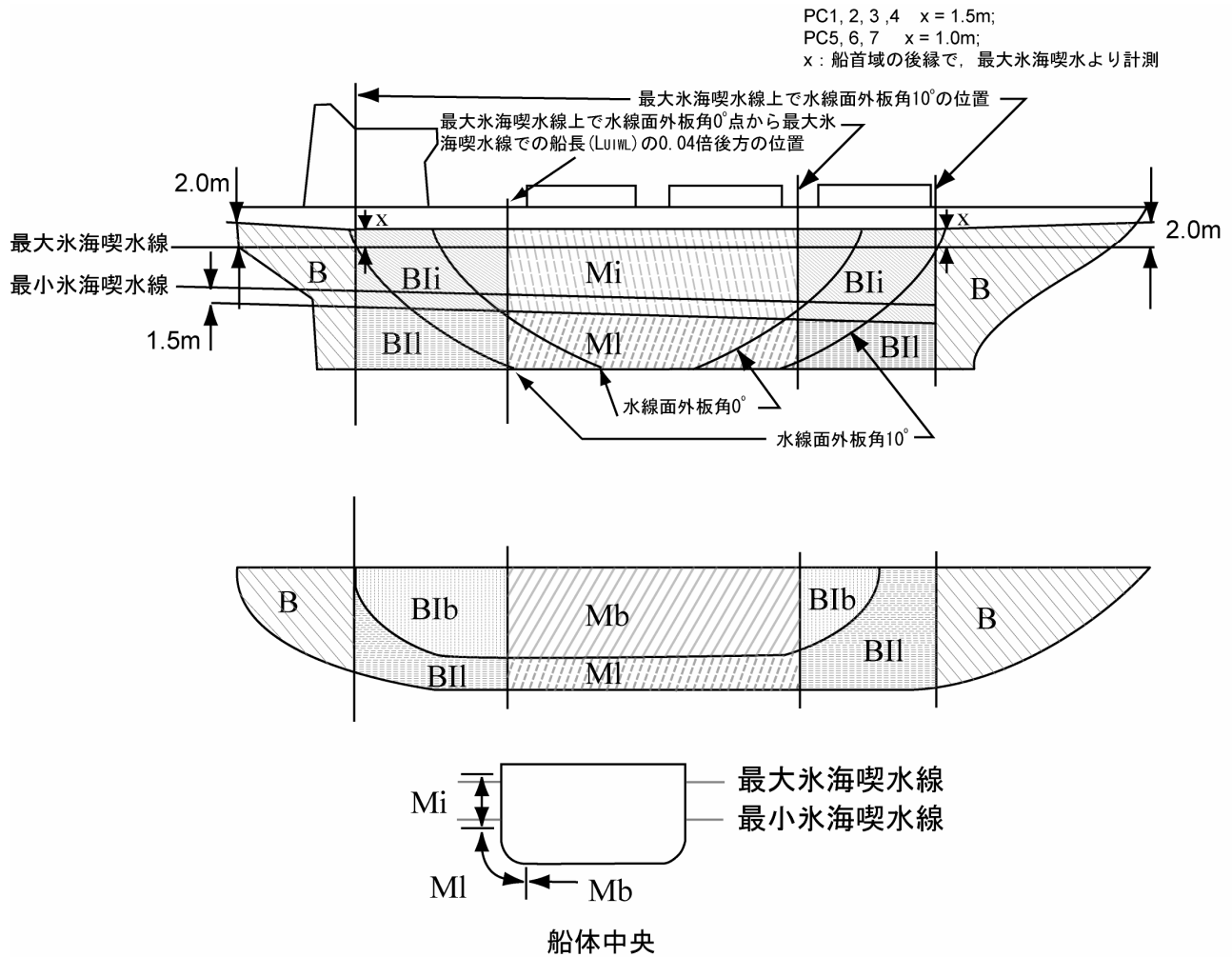
表 11.2.3-2. *Arctic Shipping Pollution Prevention Regulations* における階級と本会の耐氷船階級との対応

<i>Arctic Shipping Pollution Prevention Regulations</i> における階級	本会の耐氷船階級
Type A	IA Super
Type B	IA
Type C	IB
Type D	IC ID
Type E	耐氷船階級なし

11.2.5 船体区域

- 1. 規則Ⅰ編 1.2.5-1. のただし書きに該当する特殊な砕氷船尾構造及び推進機構を備え、氷水域を後進により航行する極地氷海船の船体区域は、図 11.2.5-1 を参考とする。
- 2. 規則Ⅰ編 5 章の適用上、それぞれの喫水線における船首尾垂線については、 L_f にならう。規則Ⅰ編 1.2.4-1. に規定する最大氷海喫水線は、通常、船首尾で喫水の異なる折れ線となる。

図 II.2.5-1 船体区域



(備考)

ここで、図中の記号は以下の通りとする。

B : 船首域

BIi : 船首中間耐氷帯域

BII : 船首中間下部域

BIb : 船首中間船底域

MI : 中央耐氷帯域

MI : 中央下部域

Mb : 中央船底域

I2 材料及び溶接

I2.1 材料

I2.1.2 材料区分

- 1. ステンレスクラッド鋼を船殻に用いる場合、板厚を母材厚さとして規則 I 編表 I2.3 から表 I2.5 を適用する。
- 2. 規則 I 編 2.1.2-3.に基づき、設計温度を設定する船舶に対する構造の使用区分は、C1.1.12-1.によらなければならない。ただし、設計温度に関わらず、規則 I 編に規定する鋼種より低いものを使用してはならない。

I3 船体構造

I3.2 復原性

I3.2.1 着氷

-1. 極地氷海船の復原性計算に当たって、少なくとも次の**(1)**及び**(2)**に示す着氷影響について考慮すること。

(1) 曝露甲板上等の風雨曝露部の水平構造面においては、 30kg/m^2 の着氷影響を最小とする。

(2) 風雨曝露部の垂直構造面については、 7.5kg/m^2 の着氷影響を最小とする。

-2. 更に厳しい着氷の影響が考慮される船舶について、その復原性計算に用いる着氷影響は設計者によって定める値とする。

I5 耐氷船

I5.1 一般

I5.1.1 適用

-1. *Finnish-Swedish Ice Class Rules 2002* の適用のある北バルト海を航行する船舶に対して、同規則中に次のような規制等がある旨記載されている。

- (1) フィンランド政府及びスウェーデン政府（以下、本 **I5.1.1-1.**において政府と言う。）は、冬期において両国内の港に向かう船舶に対して砕氷船の支援を用意する。この場合、氷の状態に応じて、砕氷船の支援を受ける資格のある船舶の寸法と耐氷船階級について規制を行う。
- (2) 前(1)の制限下で支援を受ける資格のある船舶は、*ice bound waters* を航行するとき、砕氷船からの指令に従うことが求められ、その必要に応じて支援を受ける。
- (3) 政府は、寸法及び耐氷船階級についての制限、又は砕氷船からの指令を無視して *ice bound waters* に入った船舶の安全に対しては責任をとることはできない。
- (4) 本規程を満たしているというだけで、砕氷船の支援なしで氷中を航行したり、ひどい氷の *jamming* に耐えられる能力があることを保証されているのだと考えてはならない。
- (5) 小さな船は、同じ耐氷船階級のより大きな船に較べて、氷中を航行する能力が若干下回ることに注意しなければならない。
- (6) 極端に通常と異なる寸法比、船型、推進装置又は他の特性のために、氷中を航行する能力が著しく劣ることが判明した場合、政府は、その船舶に対して耐氷船階級を下げることもある。
- (7) 中型船舶（排水量が 30,000 トン以下）に対しては、フォーク曳航が多くの場合、氷水中で最も有効な支援方法であることに注目すべきである。
- (8) 前部垂線から前方に 2.5 m 以上突き出ているバルブを持つ船舶は、通常、フォーク曳航が困難である。
- (9) 耐氷船は、氷厚 h_0 を超えない平坦氷のある開放水面を航行することを前提としている。しかしながら、いかなる時点においても実際の氷圧が船体に作用する部分の設計厚さ h は、氷厚 h_0 の一部にすぎないと考えられる。 h_0 及び h の値を表 **I5.1.1-1.**に示す。

-2. 耐氷船として登録を受けようとする船舶に搭載する主推進機関にあつては、規則 **D 編 2.1.2(2)**に定める参考用図面及び資料のほか、主機出力計算書を提出すること。

表 I5.1.1-1.

耐氷船階級	$h_0(m)$	$h(m)$
IA Super	1.00	0.35
IA	0.80	0.30
IB	0.60	0.25
IC	0.40	0.22

I5.3 船体構造及び艤装

I5.3.2 肋骨に関する一般規定

- 1. 規則 I 編 5.3.2-2. の適用上, 縦通肋骨については, 本会が止むを得ないと認める場合, 端部肘板を省略することができる。この場合, 当該肋骨端部及び特設肋骨貫通部には, 当該肋骨の荷重を適切に伝達するよう, 肋骨支持部材のウェブに適切な防撓材を設けること。また, 規則 I 編 5.3.4-2. に規定する係数 m については, いかなる場合も 11 以下とすること。
- 2. 規則 I 編 5.3.4-1. のただし書きにより, より大きな肋骨心距とする縦通肋骨において, 規則 I 編 5.3.2-3.(3) に規定するウェブ厚さについては, 同じ強さの材料の外板において肋骨心距を $0.45 m$ とした時に要求される板厚の $1/2$ より大きなものとする必要はない。

I5.3.4 縦通肋骨

- 1. 規則 I 編 5.3.4 の適用上, 縦通肋骨の上下方向の補強範囲については, 本会が特に必要と認める場合を除き, 規則 I 編 5.3.1-1. に規定する耐氷帯の範囲内並びにその上縁直上及び下縁直下の縦通肋骨として差し支えない。ただし, 耐氷帯上縁とその直上の肋骨又は耐氷帯下縁とその直下の肋骨との距離が規則 I 編 5.3.4-1. に規定する肋骨心距の 50% 未満の場合, 耐氷帯直上の肋骨と上記肋骨補強範囲直上の肋骨及び耐氷帯直下の肋骨と上記肋骨補強範囲直下の肋骨の心距については, 規則 I 編 5.3.4-1. によること。
- 2. 規則 I 編 5.3.4-2. の適用上, 当該縦通肋骨が連続梁と見なせない場合, 係数 m は次によること。
 - (1) 両端固定と見なせる場合は 12 とする
 - (2) 両端支持と見なせる場合は 8 とする
 - (3) (1)又は(2)以外の場合については, 単純梁モデルにより m の値を決めること。ただし, いかなる場合も 13.3 を超えないこと。

I5.3.5 耐氷縦桁

規則 I 編 5.3.5 の適用上, 当該耐氷縦桁が連続梁と見なせない場合の係数 m は, I5.3.4-2. によること。

I5.4 機関及びプロペラ等

I5.4.3 プロペラ

- 1. 可変ピッチプロペラ及び組立形プロペラの羽根取付け用ボルトの所要径 d は, 次式によること。

$$d = 1.5 \sqrt{\frac{1}{\sigma_0^n} \left(\frac{(A + \pi M \times 10^5) K_3}{L} + F_C \right)} \quad (mm)$$

σ_0 : ボルト材料の降伏点又は 0.2% 耐力 (N/mm^2)。ただし, $\sigma_0 > 0.69\sigma_B + 110.5$ の場合には $0.69\sigma_B + 110.5$ とする。また, $\sigma_0 > 662.5 N/mm^2$ の場合には $662.5 N/mm^2$ にとどめる。

M : 規則 I 編 5.4.2-2. に定める耐氷トルク ($kN \cdot m$)

その他の記号 : 規則 D 編 7.2.2-2. の算式で使用されるものと同じ。

-2. キーを用いずに、プロペラを圧入によってプロペラ軸に取り付けるときの押込量の下限値は、規則 D 編 7.3.1-1 において F_V に替えて次式により与えられる F'_V により算出される値とする。

$$F'_V = F_V + 4.46 \frac{M}{R_0} \times 10^5 \quad (N)$$

M : 規則 I 編 5.4.2-2.に定める耐氷トルク ($kN \cdot m$)

R_0 : プロペラ軸のテーパ部の軸方向長さの中央部におけるプロペラ軸の半径 (mm)

F_V : 規則 D 編 7.3.1-1.により与えられるテーパ接触部における接触方向力 (N)

附 則

1. この達は、2008年3月1日(以下、「施行日」という。)から施行する。
2. 施行日前に建造契約*が行われた船舶にあっては、この達による規定にかかわらず、なお従前の例によることができる。
*建造契約とは、IACS Procedural Requirement(PR) No.29(Rev.4)に定義されたものをいう。

IACS PR No.29(Rev.4)

英文 (正)

1. The date of “contract for construction” of a vessel is the date on which the contract to build the vessel is signed between the prospective owner and the shipbuilder. This date and the construction numbers (i.e. hull numbers) of all the vessels included in the contract are to be declared to the classification society by the party applying for the assignment of class to a newbuilding.
2. The date of “contract for construction” of a series of vessels, including specified optional vessels for which the option is ultimately exercised, is the date on which the contract to build the series is signed between the prospective owner and the shipbuilder. For the purpose of this Procedural Requirement, vessels built under a single contract for construction are considered a “series of vessels” if they are built to the same approved plans for classification purposes. However, vessels within a series may have design alterations from the original design provided:
 - (1) such alterations do not affect matters related to classification, or
 - (2) If the alterations are subject to classification requirements, these alterations are to comply with the classification requirements in effect on the date on which the alterations are contracted between the prospective owner and the shipbuilder or, in the absence of the alteration contract, comply with the classification requirements in effect on the date on which the alterations are submitted to the Society for approval.The optional vessels will be considered part of the same series of vessels if the option is exercised not later than 1 year after the contract to build the series was signed.
3. If a contract for construction is later amended to include additional vessels or additional options, the date of “contract for construction” for such vessels is the date on which the amendment to the contract, is signed between the prospective owner and the shipbuilder. The amendment to the contract is to be considered as a “new contract” to which 1. and 2. above apply.
4. If a contract for construction is amended to change the ship type, the date of “contract for construction” of this modified vessel, or vessels, is the date on which revised contract or new contract is signed between the Owner, or Owners, and the shipbuilder.

Notes:

1. This Procedural Requirement applies to all IACS Members and Associates.
2. This Procedural Requirement is effective for ships “contracted for construction” on or after 1 January 2005.
3. Revision 2 of this Procedural Requirement is effective for ships “contracted for construction” on or after 1 April 2006.
4. Revision 3 of this Procedural Requirement was approved on 5 January 2007 with immediate effect.
5. Revision 4 of this Procedural Requirement was adopted on 21 June 2007 with immediate effect.

仮訳

1. 船舶の「建造契約日」とは、予定所有者と造船所との間で建造契約のサインが交わされた日をいう。なお、この契約日及び契約を交わす全ての船舶の建造番号(船番等)は、新造船に対し船級登録を申込む者によって、船級協会に申告されなければならない。
2. オプションの行使権が契約書に明示されている場合、オプション行使によるシリーズ船の「建造契約日」は、予定所有者と造船所との間で建造契約のサインが交わされた日をいう。本 Procedural Requirement の適用において、1つの建造契約書に基づく船舶が同一の承認図面によって建造される場合は、シリーズ船と見なす。しかしながら、以下の条件を満たす設計変更にあっては、シリーズ船は原設計から設計変更を行うことができる。
 - (1) 設計変更が船級要件に影響を及ぼさない、又は、
 - (2) 設計変更が船級規則の対象となる場合、当該変更が予定所有者と造船所との間で契約された日に有効な船級規則に適合している、又は設計変更の契約が無い場合は承認のために図面が船級協会に提出された日に有効な船級規則に適合している。オプションによる建造予定船は、シリーズ船の建造契約が結ばれてから1年以内にオプションが行使される場合、シリーズ船として扱われる。
3. 建造契約の後に追加の建造船又は追加のオプションを含める契約の変更がなされた場合、建造契約日は予定所有者と造船所との間で契約変更がなされた日をいう。この契約変更は前 1. 及び 2. に対して、「新しい契約」として扱わなければならない。
4. 船舶の種類の変更による建造契約の変更があった場合、改造された船舶の「建造契約日」は、予定所有者と造船所との間で契約変更又は新規契約のサインが交わされた日をいう。

備考:

1. 本 PR は、全ての IACS メンバー及び準メンバーに適用する。
2. 本 PR は、2005 年 1 月 1 日以降に“建造契約”が行われた船舶に適用する。
3. 本 PR の Rev.2 は、2006 年 4 月 1 日以降に“建造契約”が行われた船舶に適用する。
4. 本 PR の Rev.3 は、2007 年 1 月 5 日に承認され、これは直ちに効力が生じる。
5. 本 PR の Rev.4 は、2007 年 6 月 21 日に採択され、これは直ちに効力が生じる。