

2024年6月27日 一部改正
2024年1月30日 技術委員会 審議
2024年5月31日 国土交通大臣 認可

極地氷海船の機関

改正対象

鋼船規則 I 編

改正理由

IACS 統一規則 I3(Corr.1)では、極地氷海船の機関に関する要件を規定しており、本会は当該要件を既に鋼船規則 I 編附属書 1 中 4 章に取り入れている。

しかしながら、当該統一規則では、将来的な検討として留保された段落が多数含まれており、機関に関する要件に不足が生じていた。

このため、IACS では当該統一規則についての全面的な見直しを行い、プロペラ羽根、軸系、軸系の部品、操舵装置等に対する設計要件の他、碎氷船に対する要件について検討を行った。また、Finnish-Swedish Ice Class Rules (FSICR) に規定される各種設計要件との整合も見据えた検討も行い、2023 年 1 月に IACS 統一規則 I3(Rev.2)として採択した。

今般、IACS 統一規則 I3(Rev.2)に基づき、関連規定を改める。

改正内容

主な改正内容は次のとおり。

- (1) 機関の材料における分類を明確化する。
- (2) 設計荷重における各種荷重の取扱いを明確化する。
- (3) プロペラ羽根及び推進軸系の疲労設計に関わる取扱いを明確化する。
- (4) 羽根取付け用ボルト、プロペラボス、可変ピッチ機構、軸系の部品、主機の始動装置、非常電源装置及び操舵装置のラダー・アクチュエータに関する設計要件を規定する。

施行及び適用

2024 年 7 月 1 日以降に建造契約が行われる船舶に適用

ID: DD23-31

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>鋼船規則 I 編 極海航行船、極地氷海船及び耐氷船</p> <p>附属書 1 極地氷海船の材料、構造、 艤装及び機関の特別要件</p> <p>2 章 材料及び溶接</p> <p>2.1 材料</p> <p>2.1.5 海水に触れる機関の材料</p> <p>-1. プロペラ羽根、プロペラボス及び鉄製の推進装置本体のような海水に触れる材料は、規則 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ぬ。</p> <p>-2. 青銅及びオーステナイト鋼以外の材料にあっては、規則 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°Cにおいて 20J 以上の値を有するものでなければならない。</p> <p>-3. 耐氷構造を施した船舶として登録される船舶に適用される規則 K 編 5 章又は 6 章の関連規定にもよらなければならぬ。</p> <p>2.1.6 海水温度に曝される機関の材料</p> <p>-1. 青銅及びオーステナイト鋼を除き、海水温度に曝される材料は、規則 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°Cにおいて 20J 以上の値を有するものでなければならない。なお、耐氷構造を施した船舶として登録される</p>	<p>鋼船規則 I 編 極海航行船、極地氷海船及び耐氷船</p> <p>附属書 1 極地氷海船の材料、構造、 艤装及び機関の特別要件</p> <p>2 章 材料及び溶接</p> <p>2.1 材料</p> <p>2.1.5 海水に触れる機関の材料</p> <p>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、規則 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。</p> <p>また、青銅及びオーステナイト鋼以外の材料にあっては、規則 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°Cにおいて 20J 以上の値を有するものでなければならない。</p> <p>(新規)</p> <p>2.1.6 海水温度に曝される機関の材料</p> <p>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、規則 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°Cにおいて 20J 以上の値を有するものでなければならない。</p>	<p>UR I3(Rev.2) Para. 3 Para. 3.1</p> <p>Para. 3.2</p>

「極地氷海船の機関」 新旧対照表

新	旧	備考
<p><u>船舶に適用される規則K編5章又は6章の関連規定にもよらなければならない。</u></p> <p><u>-2. 本条の規定は、羽根取付け用ボルト、可変ピッチ機構、軸継手ボルト、プロペラ軸、ストラットとポッドとの接続ボルト等の部品に適用するが、これに限るものではない。</u></p> <p><u>-3. 本条の規定は、表面硬化処理を行った軸受、歯車の歯等の部品並びに海水冷却系統（熱交換器、配管、弁、取付け物等）には適用しない。</u></p> <p><u>-4. 海水温度に曝される機関に対する構造的な境界に関する定義については、2.1.3 に規定する最小氷海喫水線の 0.3m 下方の線とする。</u></p> <p>2.1.7 低温空気に曝される機関の材料</p> <p><u>-1. 青銅及びオーステナイト鋼を除き、低温空気に曝される機関及び基礎に使用される材料は、鋼又はその他の承認された延性材料であって、規則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°C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。</u></p> <p><u>-2. 本条の規定は、軸受、歯車の歯等の表面硬化処理された部品には適用しない。低温空気に曝される機関に対する構造的な境界に関する定義については、2.1.3 に規定する最小氷海喫水線の 0.3m 下方の線とする。</u></p>	<p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>2.1.7 低温空気に曝される機関の材料</p> <p>低温空気に曝される<u>重要な部品</u>の材料は、鋼又はその他の承認された延性材料であって、規則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°C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。</p> <p>(新規)</p>	Para. 3.3

「極地氷海船の機関」 新旧対照表

新	旧	備考
4章 機関	4章 機関	
4.1 一般	4.1 一般	
4.1.1 適用	4.1.1 適用	Para. 1
-1. 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。	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。	
-2. 船舶の航行条件は、 <u>1章の規定による</u> 。	(新規)	
-3. 本章の規定は、開水域を航行する船舶に適用する要件への追加要件である。	(新規)	
4.1.2 図面及び資料	4.1.2 図面及び資料	Para. 2.1
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。	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) 想定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）	(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) <u>主推進装置、操舵装置、非常設備及び補機の詳細図及び資料（主推進装置の重要な負荷制御機能に関する資料を含む）</u>	(2) <u>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）</u>	
(3) 主推進装置、操舵装置、非常設備及び補機の操作上の制限に関する資料	(3) 主推進装置、操舵装置、非常設備及び <u>重要な補機</u> の操作上の制限に関する資料	
(4) <u>主、非常用及び補助のシステムの配置並びにこれら装置の凍結、氷及び雪による悪影響を回避するための保護方法を示した詳細な資料</u>	(4) 凍結、氷及び雪による悪影響を回避するための <u>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</u>	
(5) 想定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	(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	(6) 本章の規定に適合していることを示した計算書及び	

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>資料 (7) その他本会が必要と認める図面及び資料</p> <p>4.1.3 システム設計</p> <p>-1. 機関の火災安全対策に関する追加要件として、規則 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。</p> <p>-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。</p> <p>-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。</p> <p>-4. 極地氷海船階級が PC1 から PC5 の極地氷海船にあっては、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。</p> <p><u>-5. 十分な操船能力とは、修理が可能なセーフヘイブン(安全な場所)に到達できることをいう。なお、援助が得られるものと想定され、本会が承認した場合には、海上での一時的な修理又は曳航によることができる。</u></p> <p><u>-6. 固着したプロペラを逆回転により解放する手段を設けなければならない。これは、一方向のみの回転を想定した推進装置であっても可能でなければならない。</u></p> <p><u>-7. プロペラは最小氷海喫水線においても、完全に海水に浸かるものでなければならない。</u></p>	<p>資料 (7) その他本会が必要と認める図面及び資料</p> <p>4.1.3 システム設計</p> <p>-1. 機関の火災安全対策に関する追加要件として、規則 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。</p> <p>-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。</p> <p>-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。</p> <p>4. 極地氷海船階級が PC1 から PC5 の極地氷海船のうち 1 軸船にあっては、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。</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p>	Para 2.2

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>4.2 材料</p> <p>4.2.1 一般</p> <p>-1. 機関の材料は、2.1.5, 2.1.6 及び 2.1.7 の規定によらなければならない。</p> <p>-2. 機関の材料は、承認された延性材料としなければならない。</p> <p>-3. ボルト以外の部品については、フェライト系球状黒鉛鋳鉄を使用することができる。この場合、2.1.5, 2.1.6 及び 2.1.7 に規定する試験温度における吸収エネルギー値を 10J として適用する。</p>	<p>(新規)</p> <p>(新規)</p>	<p>Para. 3</p>
<p>4.3 定義</p> <p>4.3.1 記号の定義</p> <p>記号の定義は表 4.3.1-1.による。</p>	<p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p>	<p>Para 4</p> <p>Para 4.1</p> <p>Table 1</p>

表 4.3.1-1. 記号の定義

記号	単位	定義
c	m	翼弦長さ
$c_{0.7}$	m	プロペラ半径 0.7R の位置における翼弦長さ
D	m	プロペラ直徑
d	m	プロペラハブの外径（平滑部）
d_{pin}	mm	シャビンの直徑
D_{limit}	m	プロペラ直徑の制限値
EAR	$-$	展開面積比
F_b	kN	全航行期間における最大のプロペラ羽根後方荷重
F_{ex}	kN	プロペラ羽根損傷荷重であって、塑性曲げの羽根損傷によって生じる極限の羽根荷重
F_f	kN	全航行期間における最大のプロペラ羽根前方荷重

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新			旧	備考
F_{ice}	kN	プロペラ羽根に作用する氷荷重		
$(F_{ice})_{max}$	kN	全航行期間における氷荷重の最大値		
h_0	m	最小氷海喫水線からプロペラ中心線までの高さ		
(H_{ice})	m	氷の厚さ		
I	kgm^2	考慮する構成要素の主機側の全部品の等価質量慣性モーメント		
I_t	kgm^2	推進系全体の等価質量慣性モーメント		
k	-	Weibull 分布の形状母数		
m	-	SN 曲線の両対数グラフにおける傾き		
M_{BL}	kNm	羽根の曲げモーメント		
MCR	-	連続最大出力		
N	-	氷荷重の繰り返し数		
n	rpm	ボラードプル状態におけるプロペラ回転数		
n_u	rpm	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回転数		
N_{class}	-	極地氷海船階級別のプロペラ回転数毎の氷による衝撃の基準数		
N_{ice}	-	全航行期間におけるプロペラ羽根に作用する氷荷重の繰り返し数		
N_R	-	等価疲労応力における氷荷重の繰り返し数の基準数 (10^8)		
N_q	-	一連のミリングにおけるプロペラ回転数		
$P_{0.7}$	m	半径位置 $0.7R$ におけるプロペラ翼のピッチ		
$P_{0.7u}$	m	開水域を連続最大出力で自由航走しているときの半径位置 $0.7R$ におけるプロペラ翼のピッチ		
$P_{0.7b}$	m	ボラードプル状態における連続最大出力のときの半径位置 $0.7R$ におけるプロペラ翼のピッチ		
PCD	m	ピッチ円直径		
$Q(\varphi)$	kNm	トルク		
Q_{Amax}	kNm	解析結果に基づく最大応答トルク振幅		
Q_{emax}	kNm	最大主機トルク		
$Q_F(\varphi)$	kNm	周波数解析におけるアイス起振トルク		
Q_{fr}	kNm	可変ピッチ機構における摩擦トルク (スピンドルトルクの低減値)		
Q_{max}	kNm	プロペラと氷の相互作用によるプロペラに作用する最大トルク		

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新			旧	備考
Q_{motor}	kNm	電動モータのピークトルク		
Q_n	kNm	開水域を連続最大出力で自由航走しているときの定常トルク		
$Q_r(t)$	kNm	推進軸系の応答トルク		
Q_{peak}	kNm	推進軸系の応答トルクの最大値		
Q_{smax}	kNm	全航行期間におけるプロペラ羽根に作用する最大スピンドルトルク		
Q_{sex}	kNm	塑性曲げの羽根損傷によって生じるプロペラ羽根損傷荷重に対応する極限のスピンドルトルク		
Q_{vib}	kNm	開水域における、周波数領域でのトルク振動計算から得られる、対象の部品での振動トルク		
R	m	プロペラ半径		
S	-	安全係数		
S_{fat}	-	疲労に対する安全係数		
S_{ice}	-	プロペラ羽根の氷荷重に対する氷の強度指数		
r	m	翼断面の半径		
T	kN	ボラードプル状態における流体力学的なプロペラスラスト		
T_b	kN	全航行期間における最大の後方プロペラアイスラスト		
T_f	kN	全航行期間における最大の前方プロペラアイスラスト		
T_n	kN	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		
T_r	kN	推進軸系の最大応答スラスト		
T_{kmax}	kNm	弾性継手の最大トルク容量		
T_{kmax2}	kNm	1荷重サイクルにおける弾性継手の最大トルク容量		
T_{max1}	kNm	5×10^4 荷重サイクルにおける弾性継手の最大トルク容量		
T_{kp}	kNm	10^6 荷重サイクルにおける振動トルク振幅		
ΔT_{kmax}	kNm	5×10^4 荷重サイクルにおける弾性継手の最大トルク容量の最大範囲		
t	m	最大の翼断面厚さ		
Z	-	プロペラ羽根の数		
Z_{pin}	-	シヤビンの数		
α_i	Deg	回転角度で表したプロペラ羽根と氷の作用時間		
γ_e	-	疲労に関する減少率（ばらつき及び試験片寸法による効果）		

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新		旧	備考
γ_v	-	疲労に関する減少率 (変動振幅荷重による効果)	
γ_m	-	疲労に関する減少率 (平均応力による効果)	
ρ	-	疲労に関する減少率 (最大応力振幅を 10^8 荷重サイクルの等価疲労応力に換算するためのもの)	
$\sigma_{0.2}$	Mpa	羽根材料の降伏応力又は 0.2%耐力	
σ_{exp}	Mpa	海水中での 10^8 荷重サイクルにおけるプロペラ羽根材料の平均疲労強度	
σ_{fat}	Mpa	10^8 荷重サイクルにおける等価疲労氷荷重振幅	
σ_f	Mpa	プロペラ羽根材料の固有疲労強度	
σ_{ref1}	Mpa	基準強さで、次式とする。 $\Sigma_{ref1} = 0.6\sigma_{0.2} + 0.4\sigma_u$	
σ_{ref2}	Mpa	基準強さで、次式のいずれか小さい方とする。 $\Sigma_{ref2} = 0.7\sigma_u$ 又は $\sigma_{ref2} = 0.6\sigma_{0.2} + 0.4\sigma_u$	
σ_{st}	Mpa	F_b 又は F_f によって生じる最大応力	
σ_u	Mpa	羽根材料の引張強さ	
$(\sigma_{ice})_{hmax}$	Mpa	後方荷重によって生じる主応力	
$(\sigma_{ice})_{fmax}$	Mpa	前方荷重によって生じる主応力	
σ_{mean}	Mpa	平均応力	
$(\sigma_{ice})_A(N)$	Mpa	プロペラ羽根の応力振幅分布	
4.3.2 荷重の定義		(新規)	
荷重の定義は表 4.3.2-1. による。		Para 4.2	

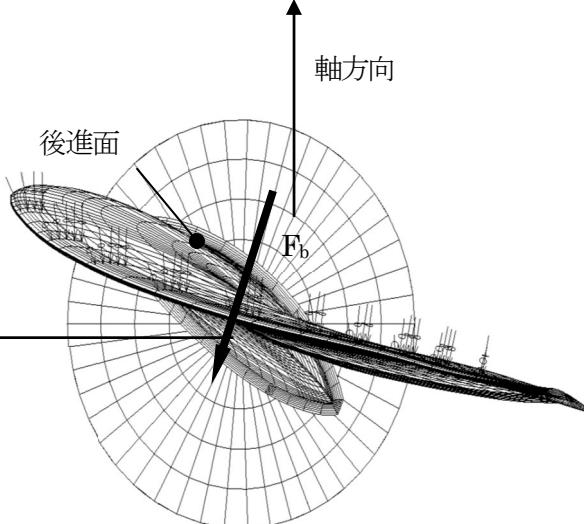
「極地氷海船の機関」新旧対照表

新		旧	備考
表 4.3.2-1. 荷重の定義		(新規)	Table 2
F_b	<p><u>定義</u></p> <p>全航行期間における最大のプロペラ羽根後方荷重であって、プロペラ羽根に作用する流体力学的な荷重を含めた、プロペラと氷の相互作用により生じるもの。荷重の方向は、$0.7R$ の翼弦長さに垂直方向とする。(図 4.3.2-1.参照)</p>	<p><u>設計過程における荷重の用途</u></p> <p>プロペラ羽根の強度計算のための設計荷重</p>	
F_f	<p>全航行期間における最大のプロペラ羽根前方荷重であって、プロペラ羽根に作用する流体力学的な荷重を含めた、プロペラと氷の相互作用により生じるもの。荷重の方向は、$0.7R$ の翼弦長さに垂直方向とする。</p>		
Q_{sma}	<p>全航行期間における最大のプロペラスピンドルトルクであって、プロペラ羽根に作用する流体力学的な荷重を含めた、プロペラと氷の相互作用により生じるもの。</p>	<p>プロペラ羽根の強度計算においては、プロペラ羽根の荷重が前縁又は先端部分に分布荷重として作用することから、自動的に考慮される。</p>	
T_b	<p>全航行期間における最大のプロペラスラスト(すべてのプロペラ羽根)であって、プロペラと氷の相互作用により生じるもの。荷重の方向は、プロペラ軸に沿った方向であり、流体力学的なスラストと反対の方向とする。</p>	<p>推進軸に沿った最大応答スラストの算定に用いる。また、軸方向の振動解析における起振の推定にも用いる。ただし、軸方向の振動解析は本章では要求しない。</p>	
T_f	<p>全航行期間における最大のプロペラスラスト(すべてのプロペラ羽根)であって、プロペラと氷の相互作用により生じるもの。荷重の方向は、プロペラ軸に沿った方向であり、流体力学的なスラストと同じ方向とする。</p>		
Q_{ma}	最大の氷起振トルクであって、1	推進軸に沿った応答トルクの推	

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新		旧	備考
	一つのプロペラ羽根に作用する流体力学的な荷重を含めた、プロペラと氷の相互作用により生じるもの。	定及びねじり振動計算における加振として用いる。	
F_{ex}	プロペラ羽根損傷荷重であって、塑性曲げの羽根損傷によって生じる極限の羽根荷重。プロペラ羽根の根元に塑性曲げのヒンジが生じるようなプロペラ羽根の完全な損傷を生じるための荷重であって、 $0.8R$ の位置に作用する。	羽根ボルト、可変ピッチ制御機構、プロペラ軸、プロペラ軸受、スラスト軸受の寸法を決めるために用いる。(プロペラ羽根の全損傷が他の部品に損傷を生じさせないことを担保するため。)	
Q_{sex}	塑性曲げの羽根損傷によって生じるプロペラ羽根損傷荷重に対応する極限のスピンドルトルク。	可変ピッチ機構の選択強度原則を担保するために用いる。	
Q_x	プロペラに作用する氷起振(ねじり振動)及び流体力学的平均トルクに対する推進軸系の動的挙動を考慮した、プロペラ軸に沿った最大応答トルク。	プロペラ軸系部品の設計トルク	
T_x	プロペラに作用する氷起振(総振動)及び流体力学的平均スラストに対する推進軸系の動的挙動を考慮した、推進軸に沿った最大応答スラスト。	推進軸系部品の設計スラスト	

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p><u>図 4.3.2-1. 0.7R における翼弦と垂直方向に働く プロペラ羽根後方荷重の方向 (小さい矢印: 前縁における氷との接触荷重)</u></p> 	旧 (新規)	Figure 1
<p>4.4 設計荷重</p> <p>4.4.1 一般</p> <p>-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。</p> <ul style="list-style-type: none"> (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) プロペラアイスラスト 	<p>4.2 設計荷重</p> <p>4.2.1 一般</p> <p>-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。</p> <ul style="list-style-type: none"> (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) プロペラアイスラスト 	Para 5

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
(6) 推進軸系の設計トルク (7) 軸スラスト (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(5)による。 (1) 船尾の位置に取付けられるプロペラ <u>(可変ピッチ又は固定ピッチプロペラであって、ノズルを有する又は有さないもの。旋回式プロペラを含む。)</u> に作用する荷重について適用する。ただし、船首の位置に取り付けられる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。	(6) 推進軸系の設計トルク (7) <u>最大スラスト</u> (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。	Para 5.1
(2) 当該荷重は船舶の全航行において通常の運転時に一度だけ発生する最大荷重(該当する場合、回転方向の変化に起因する荷重も含む)とする。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。	(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) 当該荷重は、歯車による動力伝達機構又は統合された電動機(歯車式及びポッド式推進器)を有する旋回式推進装置及び固定式推進装置におけるプロペラと氷の相互作用にも適用する。ただし、回転した旋回式推進装置のプロペラに対し、プロペラの半径方向に氷が衝突する際のプロペラと氷の相互作用による荷重及び氷塊がプリング型(トラクター型)のプロペラボスに衝突する際の荷重は含まない。旋回部ケーシングへの氷の衝突から生じる荷重については特別に考慮しなければならない。	(3) <u>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。</u>	
(4) 当該荷重は特に規定されない限り氷が干渉する際に生じる氷の作用荷重及び流体力学的荷重を含めた全荷重であって、特に定める場合を除きそれぞれの荷	(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	

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>重は単独に作用するものとし、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。</p> <p>(5) 前-1.(1)の荷重は、船舶の全航行において、プロペラが前進方向に回転しながら氷塊を粉碎する際に、プロペラ羽根を後方に曲げる最大荷重である。また、前-1.(2)の荷重は、船舶の全航行において、プロペラが前進方向に回転しながら氷塊を粉碎する際に、プロペラ羽根を前方に曲げる最大荷重である。これらの荷重は、プロペラと氷の相互作用における異なる現象に由来するものであり、同時に作用するものではない。このため、これらの荷重については別々に適用しなければならない。</p> <p>4.4.2 極地氷海船階級に関する係数</p> <ul style="list-style-type: none"> -1. 極地氷海船の階級毎の氷の厚さ H_{ice} (m) 及び氷荷重に対する氷の強度指数 S_{ice} は表 4.4.2-1. による。 -2. 考慮する氷塊の設計寸法は次の算式による。 $H_{ice} \times 2H_{ice} \times 3H_{ice} \text{ (m)}$ <ul style="list-style-type: none"> -3. 氷塊の設計寸法 H_{ice} 及び氷の強度指数 S_{ice} は、プロペラ羽根の氷荷重の推定に使用する。 	<p>れの荷重は単独に作用させなければならない。</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p>	Para 5.2

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考																								
<p>表 4.4.2-1. H_{ice} 及び S_{ice} の値</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>極地氷海船階級</th> <th>H_{ice}</th> <th>S_{ice}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><u>PC1</u></td> <td>4.0</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td><u>PC2</u></td> <td>3.5</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td><u>PC3</u></td> <td>3.0</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td><u>PC4</u></td> <td>2.5</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td><u>PC5</u></td> <td>2.0</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td><u>PC6</u></td> <td>1.75</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td><u>PC7</u></td> <td>1.5</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	極地氷海船階級	H_{ice}	S_{ice}	<u>PC1</u>	4.0	1.2	<u>PC2</u>	3.5	1.1	<u>PC3</u>	3.0	1.1	<u>PC4</u>	2.5	1.1	<u>PC5</u>	2.0	1.1	<u>PC6</u>	1.75	1	<u>PC7</u>	1.5	1	(新規)	Table 3
極地氷海船階級	H_{ice}	S_{ice}																								
<u>PC1</u>	4.0	1.2																								
<u>PC2</u>	3.5	1.1																								
<u>PC3</u>	3.0	1.1																								
<u>PC4</u>	2.5	1.1																								
<u>PC5</u>	2.0	1.1																								
<u>PC6</u>	1.75	1																								
<u>PC7</u>	1.5	1																								

4.4.3 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
 $D < D_{limit}$ の場合

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

$D \geq D_{limit}$ の場合

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

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

- (2) ノズルを有するプロペラにあっては次式による
 $D < D_{limit}$ の場合

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

$D \geq D_{limit}$ の場合

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

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
 $D < D_{limit}$ の場合

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

$D \geq D_{limit}$ の場合

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

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

- (2) ノズルを有するプロペラにあっては次式による
 $D < D_{limit}$ の場合

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

$D \geq D_{limit}$ の場合

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

Para 5.3.1

Para 5.3.4

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考																								
<p>ただし, $D_{\text{limit}} = 4H_{\text{ice}}$ (m)</p> <p>ここで, (削除)</p> <p>(削除)</p> <p>D : プロペラ直径 (m)</p> <p>EAR : 展開面積比</p> <p>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<u>開水域を連続最大出力で自由航走をしているときの回転数</u>とし, 固定ピッチプロペラの場合は, <u>機関の種類によらず, 連続最大出力で自由航走しているときの回転数に0.85を乗じた値</u>とする。</p> <p>(削除)</p> <p>-2. 船級符号に “Icebreaker” (略号 ICB) を付記する極地氷海船にあっては, 前-1.に掲げるプロペラ羽根後方荷重 F_b に1.1を乗じた値を適用する。</p> <p>-3. プロペラ羽根後方荷重 F_b は, 表 4.4.5-1.及び表 4.4.5-2.</p>	<p>ただし, $D_{\text{limit}} = 4H_{\text{ice}}$ (m)</p> <p>ここで,</p> <p><u>H_{ice} : 氷の厚さであって, 表 4.2.2-1.に掲げる値 (m)</u></p> <p><u>S_{ice} : 氷荷重に対する氷の強度指数であつて, 表 4.2.2-1.に掲げる値</u></p> <p>D : プロペラ直径 (m)</p> <p>EAR : 展開面積比</p> <p>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しているときの回転数に0.85を乗じた値とする。</p>	<p>表 4.2.2-1. H_{ice} 及び S_{ice} の値</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">極地氷海船階級</th> <th style="text-align: center;">H_{ice}</th> <th style="text-align: center;">S_{ice}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">PC_1</td><td style="text-align: center;">4.0</td><td style="text-align: center;">1.2</td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">PC_2</td><td style="text-align: center;">3.5</td><td style="text-align: center;">1.1</td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">PC_3</td><td style="text-align: center;">3.0</td><td style="text-align: center;">1.1</td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">PC_4</td><td style="text-align: center;">2.5</td><td style="text-align: center;">1.1</td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">PC_5</td><td style="text-align: center;">2.0</td><td style="text-align: center;">1.1</td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">PC_6</td><td style="text-align: center;">1.75</td><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">PC_7</td><td style="text-align: center;">1.5</td><td style="text-align: center;">1</td></tr> </tbody> </table> <p>(新規)</p> <p>-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</p>	極地氷海船階級	H_{ice}	S_{ice}	PC_1	4.0	1.2	PC_2	3.5	1.1	PC_3	3.0	1.1	PC_4	2.5	1.1	PC_5	2.0	1.1	PC_6	1.75	1	PC_7	1.5	1
極地氷海船階級	H_{ice}	S_{ice}																								
PC_1	4.0	1.2																								
PC_2	3.5	1.1																								
PC_3	3.0	1.1																								
PC_4	2.5	1.1																								
PC_5	2.0	1.1																								
PC_6	1.75	1																								
PC_7	1.5	1																								
		表 4.4.2-1.に移設																								

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>に掲げる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。</p> <p>(1) ノズルを有さない場合</p> <p>(a) 表 4.4.5-1. のケース 1</p> <p>(b) 表 4.4.5-1. のケース 2</p> <p>(c) プロペラが逆転する場合にあっては、表 4.4.5-1. のケース 5</p> <p>(2) ノズルを有する場合</p> <p>(a) 表 4.4.5-2. のケース 1</p> <p>(b) プロペラが逆転する場合にあっては、表 4.4.5-2. のケース 5</p> <p>4.4.4 プロペラ羽根前方荷重</p> <p>-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。</p>	<p>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ぬ。</p> <p>(1) ノズルを有さない場合</p> <p>(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つて、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 4.2.2-2. のケース 1 参照）</p> <p>(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 4.2.2-2. のケース 2 参照）</p> <p>(c) 後進時にプロペラが逆転する場合にあっては、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つて、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 4.2.2-2. のケース 5 参照）</p> <p>(2) ノズルを有する場合</p> <p>(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つて、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 4.2.2-3. のケース 1 参照）</p> <p>(b) 後進時にプロペラが逆転する場合にあっては、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つて、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 4.2.2-3. のケース 5 参照）</p> <p>4.2.3 プロペラ羽根前方荷重</p> <p>-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。</p>	<p>Para 5.3.2</p> <p>Para 5.3.5</p>

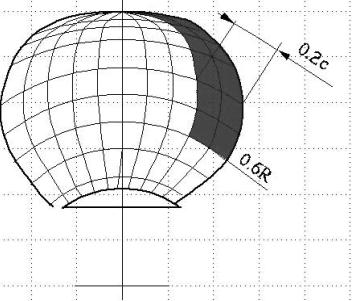
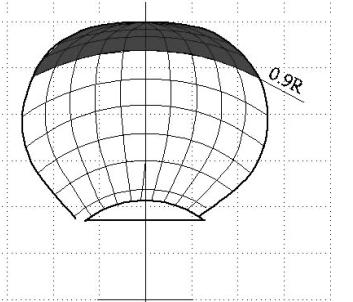
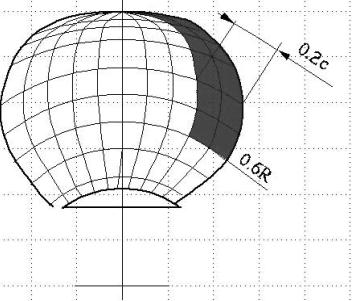
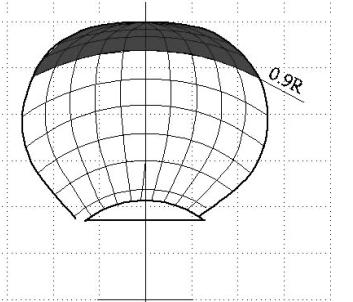
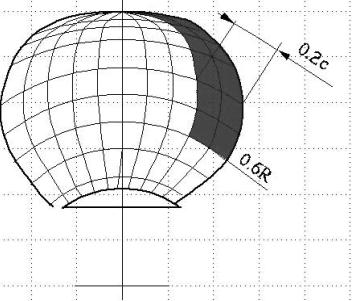
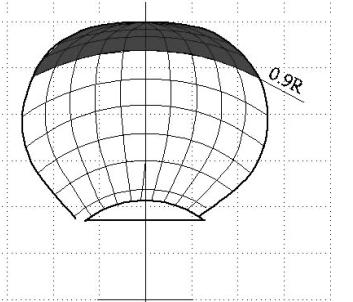
「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>(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</p> $F_f = 250 \left(\frac{EAR}{Z} \right) D^2 \text{ (kN)}$ <p>$D \geq D_{limit}$ の場合</p> $F_f = 500H_{ice} \left(\frac{EAR}{Z} \right) \left(\frac{1}{1-\frac{d}{D}} \right) D \text{ (kN)}$ <p>ただし, $D_{limit} = \frac{2}{\left(1-\frac{d}{D}\right)} H_{ice}$ (m)</p> <p>(2) ノズルを有するプロペラにあっては次式による値 $D \leq D_{limit}$ の場合</p> $F_f = 250 \left(\frac{EAR}{Z} \right) D^2 \text{ (kN)}$ <p>$D > D_{limit}$ の場合</p> $F_f = 500H_{ice} \left(\frac{EAR}{Z} \right) \left(\frac{1}{1-\frac{d}{D}} \right) D \text{ (kN)}$ <p>ただし, $D_{limit} = \frac{2}{\left(1-\frac{d}{D}\right)} H_{ice}$ (m)</p> <p>ここで, (削除) d : プロペラボスの直径 (m) Z : プロペラ羽根の数</p> <p>-2. プロペラ羽根前方荷重 F_f は、<u>表 4.4.5-1.</u> 及び<u>表 4.4.5-2.</u> に掲げる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。</p> <p>(1) ノズルを有さない場合 (a) 表 4.4.5-1. のケース 3</p>	<p>(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</p> $F_f = 250 \left(\frac{EAR}{Z} \right) D^2 \text{ (kN)}$ <p>$D \geq D_{limit}$ の場合</p> $F_f = 500H_{ice} \left(\frac{EAR}{Z} \right) \left(\frac{1}{1-\frac{d}{D}} \right) D \text{ (kN)}$ <p>ただし, $D_{limit} = \frac{2}{\left(1-\frac{d}{D}\right)} H_{ice}$ (m)</p> <p>(2) ノズルを有するプロペラにあっては次式による値 $D \leq D_{limit}$ の場合</p> $F_f = 250 \left(\frac{EAR}{Z} \right) D^2 \text{ (kN)}$ <p>$D > D_{limit}$ の場合</p> $F_f = 500H_{ice} \left(\frac{EAR}{Z} \right) \left(\frac{1}{1-\frac{d}{D}} \right) D \text{ (kN)}$ <p>ただし, $D_{limit} = \frac{2}{\left(1-\frac{d}{D}\right)} H_{ice}$ (m)</p> <p>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</p> <p>-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。</p> <p>(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 4.2.2-2. のケ</p>	

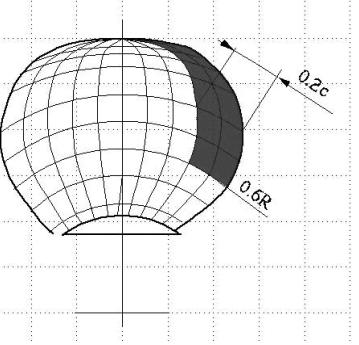
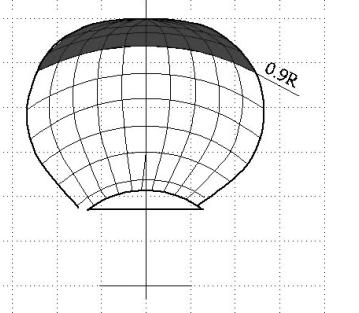
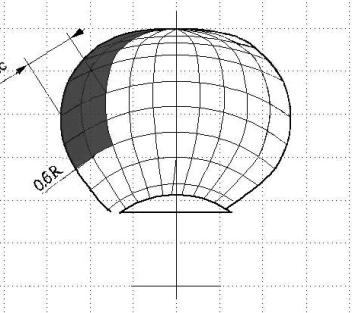
「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>(b) 表 4.4.5-1. のケース 4</p> <p>(c) プロペラが逆転する場合にあっては、表 4.4.5-1. のケース 5</p> <p>(2) ノズルを有する場合</p> <p>(a) 表 4.4.5-2. のケース 3</p> <p>(b) 表 4.4.5-2. のケース 5</p>	<p>ース 3 参照)</p> <p>(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 4.2.2-2. のケース 4 参照)</p> <p>(c) 後進時にプロペラが逆転する場合にあっては、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 4.2.2-2. のケース 5 参照)</p> <p>(2) ノズルを有する場合</p> <p>(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 4.2.2-3. のケース 3 参照)</p> <p>(b) 後進時にプロペラが逆転する場合にあっては、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 4.2.2-3. のケース 5 参照)</p>	

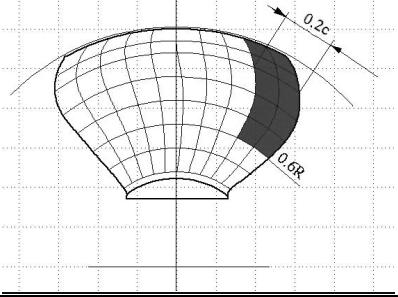
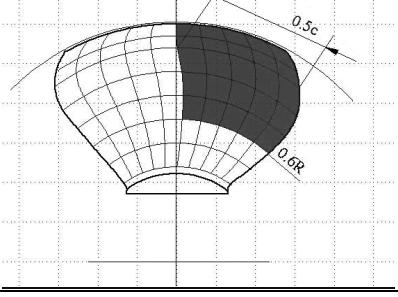
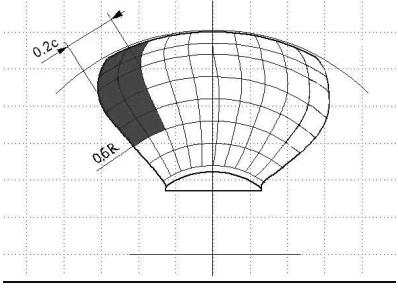
「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考									
<p>4.4.5 プロペラ羽根の荷重領域</p> <p>-1. プロペラ羽根前方荷重及びプロペラ羽根後方荷重の荷重領域は、表 4.4.5-1.及び表 4.4.5-2.による。</p> <p>表 4.4.5-1. ノズルを有さないプロペラに作用させる荷重</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center; width: 10%;">荷重</th> <th style="text-align: center; width: 10%;">荷重領域</th> <th style="text-align: center; width: 80%;">後方から見た右回りプロペラの羽根</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"><u>ケー ス1</u></td><td style="text-align: center;"><u>F_b</u></td><td> <p>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</p>  </td></tr> <tr> <td style="text-align: center;"><u>ケー ス2</u></td><td style="text-align: center;"><u>F_b の 50%</u></td><td> <p>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</p>  </td></tr> </tbody> </table>	荷重	荷重領域	後方から見た右回りプロペラの羽根	<u>ケー ス1</u>	<u>F_b</u>	<p>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</p> 	<u>ケー ス2</u>	<u>F_b の 50%</u>	<p>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</p> 	<p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p>	<p>Para 5.3.3</p> <p>Table 4</p>
荷重	荷重領域	後方から見た右回りプロペラの羽根									
<u>ケー ス1</u>	<u>F_b</u>	<p>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</p> 									
<u>ケー ス2</u>	<u>F_b の 50%</u>	<p>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</p> 									

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新			旧	備考
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, いす 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		

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新			旧	備考
表 4.4.5-2. ノズルを有するプロペラに作用させる荷重			表 4.4.5-2. (新規)	Table 5
	荷重	荷重領域		
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、いづれか大きい方	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		

「極地氷海船の機関」 新旧対照表

新	旧	備考
<p>4.4.6 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、4.4.3 及び 4.4.4 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。</p> $Q_{smax} = 0.25FC_{0.7} \text{ (kNm)}$ <p>ここで、 $C_{0.7}$: 半径位置 $0.7R$ における翼弦長さ (m) F : 4.4.3-1.に定める F_b 又は 4.4.4-1.に定める F_f のうち、いずれか大きい方 (kN)</p> <p>4.4.7 プロペラ羽根の荷重の頻度分布 -1. プロペラ羽根の疲労設計は、氷荷重 (F_{ice} が $(F_{ice})_{max}$ を超える確率の頻度分布) として図 4.4.7-1.に示す Weibull 分布により評価しなければならない。</p> $P\left(\frac{F_{ice}}{(F_{ice})_{max}} \geq \frac{F}{(F_{ice})_{max}}\right) = \exp\left(-\left(\frac{F}{(F_{ice})_{max}}\right)^k \ln(N_{ice})\right)$ <p>ここで、 F_{ice} : プロペラ羽根に作用する氷荷重 (kN) で、 $0 \leq F_{ice} \leq (F_{ice})_{max}$ の関係を満たす任意の変数 $(F_{ice})_{max}$: 全航行期間における氷荷重の最大値 (kN) k : Weibull 分布の形状母数で、次による。 ノズルを有さないプロペラの場合 : 0.75 ノズルを有するプロペラの場合 : 1.0 N_{ice} : 全航行期間におけるプロペラ羽根に作用する氷</p>	<p>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。</p> $Q_{smax} = 0.25FC_{0.7} \text{ (kNm)}$ <p>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)</p> <p>(新規) (新規)</p>	Para 5.3.7 Para 5.3.8

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p style="text-align: center;"><u>荷重の繰り返し数</u></p> <p>-2. 前-1.に基づくプロペラ羽根の応力振幅分布は、次の算式による。</p> $(\sigma_{ice})_A(N) = (\sigma_{ice})_{Amax} \cdot \left(1 - \frac{\log(N)}{\log(N_{ice})}\right)^{\frac{1}{k}}$ <p>ここで、</p> $(\sigma_{ice})_{Amax} = \frac{(\sigma_{ice})_{fmax} - (\sigma_{ice})_{bmax}}{2}$ <p style="text-align: center;"><u>図 4.4.7-1. 疲労設計に用いられる Weibull 分布 (F_{ice} が $(F_{ice})_{max}$ を超える確率)</u></p> <p style="text-align: center;">Probability of exceeding for N=1E7</p> <p style="text-align: center;">Fice/(Ficemax)</p> <p>Weibull distribution/k=1 Weibull distribution/k=0.75</p>	(新規)	
<p style="text-align: center;"><u>4.4.8 変動荷重の繰り返し数</u></p> <p>-1. プロペラ羽根1枚当たりに作用する変動荷重の繰り返し数は、次の算式による。</p> $N_{ice} = k_1 k_2 N_{class} \frac{n_n}{60}$ <p>ここで、</p>	<p style="text-align: center;">(新規)</p> <p style="text-align: center;">(新規)</p>	Figure 2 Para 5.3.9

「極地氷海船の機関」 新旧対照表

新	旧	備考																
<p><u>N_{class}</u>: 極地氷海船の階級毎のプロペラ回転数に応じた氷による衝撃の基準数で、表 4.4.8-1.による。</p> <p><u>n_n</u>: 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回転数 (rpm)</p> <p><u>k_1</u>: プロペラの配置に関する係数で、表 4.4.8-2.による。</p> <p><u>k_2</u>: 没水係数で、次の算式による。</p> $0.8 - f \quad : f < 0$ $k_2 = 0.8 - 0.4f \quad : 0 \leq f \leq 1$ $0.6 - 0.2f \quad : 1 < f \leq 2.5$ $0.1 \quad : f > 2.5$ <p>ここで、</p> $f = \frac{h_0 - H_{ice}}{D/2} - 1$ <p><u>h_0</u>: 最小氷海喫水線からプロペラ中心線までの高さ (m)。ただし、<u>h_0</u>が不明な場合は、<u>$h_0 = 2/D$</u>とする。</p> <p>表 4.4.8-1. 極地氷海船階級に対する荷重の基準数 N_{class}</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;"><u>極地 氷海 船階 級</u></td> <td style="text-align: center;"><u>$PC1$</u></td> <td style="text-align: center;"><u>$PC2$</u></td> <td style="text-align: center;"><u>$PC3$</u></td> <td style="text-align: center;"><u>$PC4$</u></td> <td style="text-align: center;"><u>$PC5$</u></td> <td style="text-align: center;"><u>$PC6$</u></td> <td style="text-align: center;"><u>$PC7$</u></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><u>N_{class}</u></td> <td style="text-align: center;">$\frac{21}{10^6}$</td> <td style="text-align: center;">$\frac{17}{10^6}$</td> <td style="text-align: center;">$\frac{15}{10^6}$</td> <td style="text-align: center;">$\frac{13}{10^6}$</td> <td style="text-align: center;">$\frac{11}{10^6}$</td> <td style="text-align: center;">$\frac{9}{10^6}$</td> <td style="text-align: center;">$\frac{6}{10^6}$</td> </tr> </table>	<u>極地 氷海 船階 級</u>	<u>$PC1$</u>	<u>$PC2$</u>	<u>$PC3$</u>	<u>$PC4$</u>	<u>$PC5$</u>	<u>$PC6$</u>	<u>$PC7$</u>	<u>N_{class}</u>	$\frac{21}{10^6}$	$\frac{17}{10^6}$	$\frac{15}{10^6}$	$\frac{13}{10^6}$	$\frac{11}{10^6}$	$\frac{9}{10^6}$	$\frac{6}{10^6}$	(新規)	Table 6
<u>極地 氷海 船階 級</u>	<u>$PC1$</u>	<u>$PC2$</u>	<u>$PC3$</u>	<u>$PC4$</u>	<u>$PC5$</u>	<u>$PC6$</u>	<u>$PC7$</u>											
<u>N_{class}</u>	$\frac{21}{10^6}$	$\frac{17}{10^6}$	$\frac{15}{10^6}$	$\frac{13}{10^6}$	$\frac{11}{10^6}$	$\frac{9}{10^6}$	$\frac{6}{10^6}$											

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考								
<p><u>表 4.4.8-2. プロペラの配置に関する係数 k_l</u></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>係数</td><td>センタープロペラ (前進)</td><td>ウイングプロペラ (前進)</td><td>リング型 (トラクタ一型) のプロペラ (センター及びウイング) 船首プロペラ又は後進</td></tr> <tr> <td>k_l</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> </table>	係数	センタープロペラ (前進)	ウイングプロペラ (前進)	リング型 (トラクタ一型) のプロペラ (センター及びウイング) 船首プロペラ又は後進	k_l	1	2	3	(新規)	
係数	センタープロペラ (前進)	ウイングプロペラ (前進)	リング型 (トラクタ一型) のプロペラ (センター及びウイング) 船首プロペラ又は後進							
k_l	1	2	3							
<p>-2. 船級符号に “Icebreaker” (略号 ICB) を付記する極地氷海船にあっては、前-1.に掲げる変動荷重の繰り返し数に 3 を乗じた値を適用する。</p> <p>-3. すべてのプロペラ羽根に生じるプロペラと氷の相互作用による荷重について、当該荷重の影響を受ける部品にあっては、前-1.に掲げる変動荷重の繰り返し数(N_{ice})にプロペラ羽根の枚数(Z)を乗じた値を適用する。</p>	(新規)									
<p>4.4.9 プロペラ羽根損傷荷重</p> <p>-1. 曲げ荷重 F_{ex}</p> <p>(1) 曲げ荷重 F_{ex} は、次の算式による。</p> $F_{ex} = \frac{0.3ct^2\sigma_{ref1}}{0.8D-2r} \times 10^3 \quad (kN)$ <p>ここで、</p> $\sigma_{ref1} : 0.6\sigma_{0.2} + 0.4\sigma_u \quad (MPa)$ <p>ただし、</p> <p>σ_u : 羽根材料の最小引張強さ (MPa)</p> <p>$\sigma_{0.2}$: 羽根材料の最小降伏応力又は 0.2%耐力 (MPa)</p> <p>c, t 及び r : 羽根の根元すみ肉部より先端側の部分</p>	<p>4.2.9 プロペラ羽根損傷荷重</p> <p>-1. プロペラ羽根の損傷荷重は、次の算式による。</p> <p>(新規)</p> $\frac{0.3ct^2\sigma_{ref}}{0.8D-2r} \times 10^3 \quad (kN)$ <p>ここで、</p> $\sigma_{ref} : 0.6\sigma_{0.2} + 0.4\sigma_u \quad (MPa)$ <p>ただし、</p> <p>σ_u : 羽根材料の引張強さ (MPa)</p> <p>$\sigma_{0.2}$: 羽根材料の降伏応力又は 0.2%耐力 (MPa)</p> <p>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</p>	<p>Para 5.4</p> <p>Para 5.4.1</p>								

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>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)</p> <p>(2) 前<u>1.1</u>に定める曲げ荷重は、プロペラ羽根損傷荷重であって、極限の羽根荷重、すなわち塑性変形によってプロペラ羽根に損傷が生じるための最小荷重を意味する。当該荷重は、羽根の半径位置 0.8Rにおいてプロペラ羽根の最も弱い方向に作用するものとし、プロペラ羽根の根元から半径方向に 0.5R の位置まで繰り返し計算することにより求める。</p> <p>(3) プロペラ羽根の損傷荷重は、実際のプロペラ羽根の非線形な材料の塑性挙動を反映した応力解析によることもできる。当該解析を行う場合、羽根損傷の領域は根元部の外側となる場合がある。プロペラ羽根が曲がり、先端の変位がプロペラ直径(D)の 10%を超えた場合、プロペラ羽根は損傷したものとみなす。</p>	<p>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)</p> <p>-2. 前<u>1.1</u>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ざれか大きい方の値の 2/3 としなければならない。</p> <p>(新規)</p>	
<p>-2. スピンドルトルク Q_{sex}</p> <p>(1) 半径位置 0.8R で作用するプロペラ羽根損傷荷重による最大スピンドルトルクを決定しなければならない。プロペラ羽根の損傷を引き起こす力は、プロペラの中心から前縁及び後縁に向かって移動するにつれて、一般的に減少する。プロペラ羽根の回転の中心から一定の距離において、最大スピンドルトルクが発生する。最大スピンドルトルクは、適当な応力解析又は次の算式による。</p> $Q_{sex} = \max(C_{LE0.8}; 0.8C_{TE0.8})C_{spex}F_{ex} \quad (kNm)$ <p>ここで、</p> $C_{spex} = C_{sp}C_{fex} = 0.7 \left(1 - \left(\frac{4EAR}{z}\right)^3\right)$	<p>(新規)</p> <p>(新規)</p>	Para 5.4.2

「極地氷海船の機関」 新旧対照表

新	旧	備考
<p><u>C_{sp} : スピンドルアームを考慮した無次元パラメータ</u></p> <p><u>C_{fex} : 最大スピンドルトルクの位置における、プロペラ羽根を損傷させる力を考慮した無次元パラメータ</u></p> <p><u>$C_{LE0.8}$: 半径位置 $0.8R$ の翼弦長さにおけるスピンドル軸から前縁までの距離</u></p> <p><u>$C_{TE0.8}$: 半径位置 $0.8R$ の翼弦長さにおけるスピンドル軸から後縁までの距離</u></p> <p><u>なお、C_{spex} が 0.3 未満の場合は、C_{spex} の値として 0.3 を用いること。</u></p> <p>(2) <u>図 4.4.9-1.に、翼弦長さ全体にわたる、プロペラ羽根損傷荷重により生じるスピンドルトルクを図示する。</u></p>	(新規)	

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p><u>図 4.4.9-1. 半径位置 $0.8R$ の翼弦の異なる位置で力が作用するときのプロペラ羽根損傷荷重及び関連するスピンドルトルク</u></p> <p>半径位置 $0.8R$ における翼弦での力の位置</p> <hr/> <p>4.4.10 プロペラアイスラスト プロペラに作用する最大アイスラストは、次の算式による。<u>ただし、氷塊がプリング型のプロペラハブに衝突するようなプロペラと氷の相互作用による荷重は考慮していない。</u></p> <p>(1) 船首方向アイスラスト $T_f = 1.1 F_f \text{ (kN)}$</p> <p>(2) 船尾方向アイスラスト $T_b = 1.1 F_b \text{ (kN)}$ ここで、 F_f: 4.4.4-1.により求めたプロペラ羽根前方荷重 (kN) F_b : 4.4.3-1.により求めたプロペラ羽根後方荷重 (kN)</p>	<p>(新規)</p>	<p>Figure 3</p>

4.2.6 プロペラアイスラスト

プロペラの位置で軸に作用する最大アイスラストは、次の算式による。

- (1) 船首方向アイスラスト

$$T_f = 1.1 F_f \text{ (kN)}$$

- (2) 船尾方向アイスラスト

$$T_b = 1.1 F_b \text{ (kN)}$$

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)

Para 5.5.1

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>4.4.11 軸スラスト</p> <p>-1. プロペラ軸系に沿った<u>設計</u>スラストは次の算式によるものとし、いざれか大きい方の値を<u>設計荷重</u>とする。</p> <p>(1) 船首方向軸スラスト $T_r = T + \underline{2.2}T_f \text{ (kN)}$</p> <p>(2) 船尾方向軸スラスト $T_r = 1.5T_b \text{ (kN)}$ 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、当該値が不明な場合は表 4.4.11-1 の値を用いなければならない。 T_f 及び T_b : 4.4.10 により求めたプロペラアイススラスト (kN) $\underline{2.2}$ 及び $\underline{1.5}$: 縦振動による動的拡大係数</p> <p>-2. プリング型のプロペラハブにおけるプロペラと氷の相互作用による荷重は、上記に追加して考慮しなければならない。</p>	<p>4.2.8 最大スラスト</p> <p>プロペラ軸系に沿った<u>最大</u>スラストは次の算式による。</p> <p>(1) 船首方向軸スラスト $T_r = T_n + \underline{\alpha}T_f \text{ (kN)}$</p> <p>(2) 船尾方向軸スラスト $T_r = \underline{\beta}T_b \text{ (kN)}$ 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 4.2.8-1 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つて次の値とする。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。 $\alpha = \underline{2.2}$ $\beta = \underline{1.5}$</p> <p>(新規)</p>	Para 5.5.2

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考																								
<p>表 4.4.11-1. T の値</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">プロペラの型式</th><th style="text-align: center;">T</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>可変ピッチプロペラ（ノズルを有さない場合）</td><td>$1.25T_n$</td></tr> <tr> <td>可変ピッチプロペラ（ノズルを有する場合）</td><td>$1.1T_n$</td></tr> <tr> <td>タービン又は電動モータ駆動の固定ピッチプロペラ</td><td>T_n</td></tr> <tr> <td>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）</td><td>$0.85T_n$</td></tr> <tr> <td>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）</td><td>$0.75T_n$</td></tr> </tbody> </table> <p>(備考) T_n : 開水域を連続最大出力で自由航走しているときの公称プロペラスラスト (kN)</p>	プロペラの型式	T	可変ピッチプロペラ（ノズルを有さない場合）	$1.25T_n$	可変ピッチプロペラ（ノズルを有する場合）	$1.1T_n$	タービン又は電動モータ駆動の固定ピッチプロペラ	T_n	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）	$0.85T_n$	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）	$0.75T_n$	<p>表 4.2.8-1. T_n の値</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">プロペラの型式</th><th style="text-align: center;">T_n</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>可変ピッチプロペラ（ノズルを有さない場合）</td><td>$1.25T$</td></tr> <tr> <td>可変ピッチプロペラ（ノズルを有する場合）</td><td>$1.1T$</td></tr> <tr> <td>タービン又は電動モータ駆動の固定ピッチプロペラ</td><td>T</td></tr> <tr> <td>ディーゼル機関駆動の固定ピッチプロペラ（ノズルを有しない場合）</td><td>$0.85T$</td></tr> <tr> <td>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）</td><td>$0.75T$</td></tr> </tbody> </table> <p>(備考) 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)</p>	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）	$1.25T$	可変ピッチプロペラ（ノズルを有する場合）	$1.1T$	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（ノズルを有しない場合）	$0.85T$	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）	$0.75T$	<p>Table 7</p>
プロペラの型式	T																									
可変ピッチプロペラ（ノズルを有さない場合）	$1.25T_n$																									
可変ピッチプロペラ（ノズルを有する場合）	$1.1T_n$																									
タービン又は電動モータ駆動の固定ピッチプロペラ	T_n																									
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）	$0.85T_n$																									
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）	$0.75T_n$																									
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）	$1.25T$																									
可変ピッチプロペラ（ノズルを有する場合）	$1.1T$																									
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（ノズルを有しない場合）	$0.85T$																									
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）	$0.75T$																									

4.4.12 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

$$Q_{\max} = k_{\text{open}} \left(1 - \frac{d}{D}\right) \left(\frac{P_{0.7}}{D}\right)^{0.16} \left(\frac{n}{60}D\right)^{0.17} D^3 \quad (\text{kNm})$$

$D \geq D_{\text{limit}}$ の場合

$$Q_{\max} = 1.9k_{\text{open}} \left(1 - \frac{d}{D}\right) (H_{\text{ice}})^{1.1} \left(\frac{P_{0.7}}{D}\right)^{0.16} \left(\frac{n}{60}D\right)^{0.17} D^{1.9} \quad (\text{kNm})$$

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

ここで、

k_{open} : ノズルを有さないプロペラの極地氷海船階級に応じた係数で、次による。

PC1 から PC5 $k_{\text{open}} = 14.7$

PC6 及び PC7 $k_{\text{open}} = 10.9$

- (2) ノズルを有するプロペラにあっては次式による値
 $D < D_{\text{limit}}$ の場合

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

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

$D \geq D_{\text{limit}}$ の場合

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

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

(新規)

Para 5.6.1

Para 5.6.2

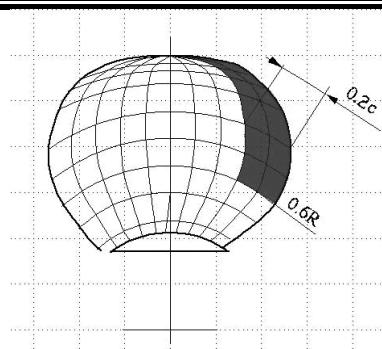
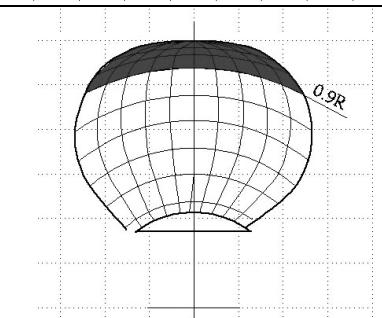
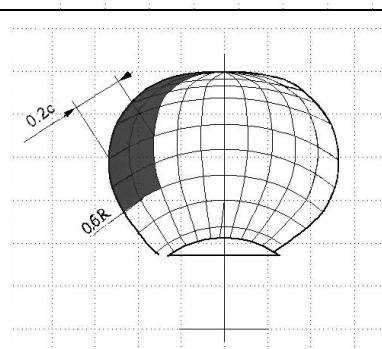
「極地氷海船の機関」 新旧対照表

新	旧	備考
$Q_{\max} = k_{ducted} \left(1 - \frac{d}{D}\right) \left(\frac{P_{0.7}}{D}\right)^{0.16} \left(\frac{n}{60} D\right)^{0.17} D^3 \quad (kNm)$ <p><u>$D \geq D_{limit}$ の場合</u></p> $Q_{\max} = 1.9 k_{ducted} \left(1 - \frac{d}{D}\right) (H_{ice})^{1.1} \left(\frac{P_{0.7}}{D}\right)^{0.16} \left(\frac{n}{60} D\right)^{0.17} D^{1.9} \quad (kNm)$ <p>ただし, $D_{limit} = 1.8 H_{ice}$ (m) とする。</p> <p>ここで, <u>k_{ducted}: ノズルを有するプロペラの極地氷海船 階級に応じた係数で, 次による。</u> <u>PC1 から PC5 $k_{ducted} = 10.4$</u> <u>PC6 及び PC7 $k_{ducted} = 7.7$</u> (削除) (削除)</p> <p>$P_{0.7}$: 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開水域を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。 (削除)</p> <p>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 4.2.5-2. に掲げる値を用い</p>	$Q_{\max} = 74 S_{qice} \left(1 - \frac{d}{D}\right) \left(\frac{P_{0.7}}{D}\right)^{0.16} \left(\frac{t_{0.7}}{D}\right)^{0.6} \left(\frac{n}{60} D\right)^{0.17} D^3 \quad (kNm)$ <p><u>$D > D_{limit}$ の場合</u></p> $Q_{\max} = 141 S_{qice} (H_{ice})^{1.1} \left(1 - \frac{d}{D}\right) \left(\frac{P_{0.7}}{D}\right)^{0.16} \left(\frac{t_{0.7}}{D}\right)^{0.6} \left(\frac{n}{60} D\right)^{0.17} D^{1.9} \quad (kNm)$ <p>ただし, $D_{limit} = 1.8 H_{ice}$ (m) とする。</p> <p>ここで, (新規)</p> <p><u>H_{ice}, D 及び d : 4.2.2-1. 及び 4.2.3-1. による。</u> <u>S_{qice} : アイストルクに対する氷の強度指数で あって, 表 4.2.5-1. に掲げる値</u></p> <p>$P_{0.7}$: 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。 <u>$t_{0.7}$: 半径位置 $0.7R$ における最大羽根厚さ (m)</u> <u>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 4.2.5-2. に掲げる値を用い</u></p>	

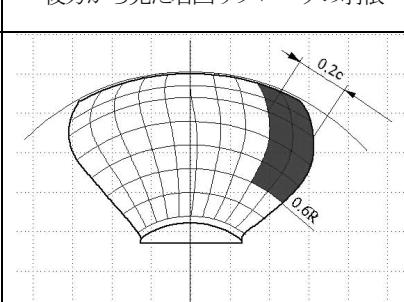
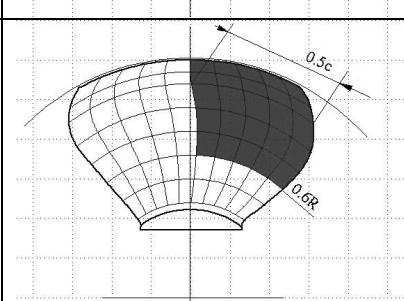
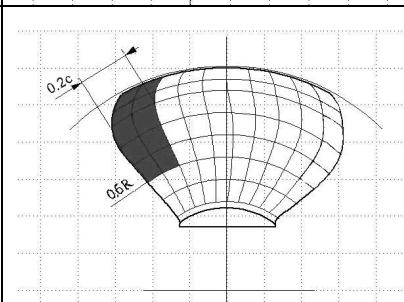
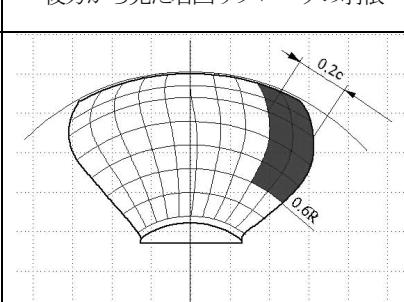
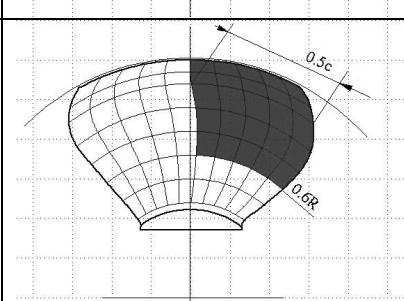
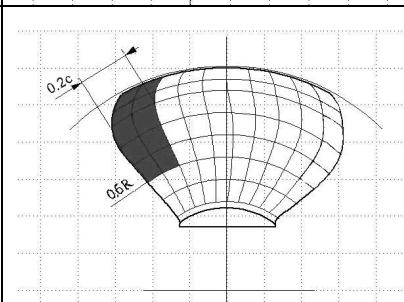
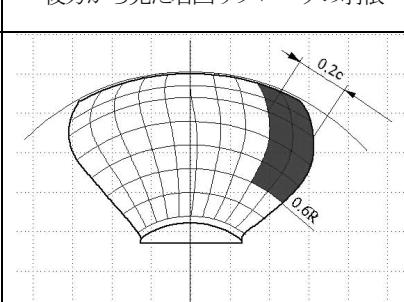
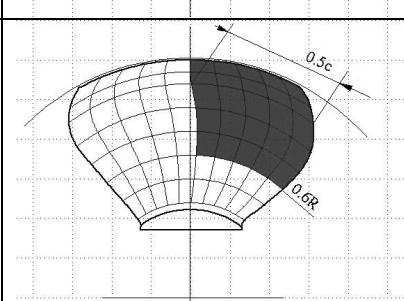
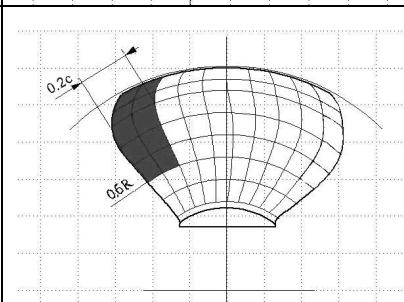
「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧			備考												
<p>ある場合は表 4.4.12-1.に掲げる値を用いなければならない。</p> <p>(削除)</p>	<p>なければならない。</p> <p>表 4.2.2-2. ノズルを有さないプロペラに作用させる荷重</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>荷重</th> <th>荷重領域</th> <th>後方から見た右回りプロペラの羽根</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケース1</td> <td>F_b</td> <td>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</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ケース2</td> <td>F_b の 50%</td> <td>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</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				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		表 4.4.5-1.に移設
	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														

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧			備考
	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、いづれか大きい方	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	

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧			備考																
(削除)	<p>表 4.2.2-3. ノズルを有するプロペラに作用させる荷重</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>荷重</th> <th>荷重領域</th> <th>後方から見た右回りプロペラの羽根</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケース1</td> <td>F_b</td> <td>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</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ケース3</td> <td>F_f</td> <td>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</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ケース5</td> <td>F_f 又は F_b の 60% のうち、いづれか大きい方</td> <td>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</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				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、いづれか大きい方	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 4.4.5-2.に移設
	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、いづれか大きい方	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																		

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考																																
(削除)	<p>表 4.2.5-1. S_{qice} の値</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>極地氷海船階級</th><th>S_{qice}</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PC_1</td><td>1.15</td></tr> <tr> <td>PC_2</td><td>1.15</td></tr> <tr> <td>PC_3</td><td>1.15</td></tr> <tr> <td>PC_4</td><td>1.15</td></tr> <tr> <td>PC_5</td><td>1.15</td></tr> <tr> <td>PC_6</td><td>1</td></tr> <tr> <td>PC_7</td><td>1</td></tr> </tbody> </table> <p>表 4.2.5-2. プロペラ回転数</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>プロペラの型式</th><th>n</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>可変ピッチプロペラ</td><td>n_n</td></tr> <tr> <td>タービン又は電動モータ駆動の固定ピッチプロペラ</td><td>n_n</td></tr> <tr> <td>ディーゼル機関駆動の固定ピッチプロペラ</td><td>$0.85n_n$</td></tr> </tbody> </table> <p>(備考) n_n : 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回転数 (rpm)</p> <p>表 4.4.12-1. プロペラ回転数</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>プロペラの型式</th><th>n</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>可変ピッチプロペラ</td><td>n_n</td></tr> <tr> <td>タービン又は電動モータ駆動の固定ピッチプロペラ</td><td>n_n</td></tr> <tr> <td>ディーゼル機関駆動の固定ピッチプロペラ</td><td>$0.85n_n$</td></tr> </tbody> </table> <p>(備考) n_n : 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回転数 (rpm)</p>	極地氷海船階級	S_{qice}	PC_1	1.15	PC_2	1.15	PC_3	1.15	PC_4	1.15	PC_5	1.15	PC_6	1	PC_7	1	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	$0.85n_n$	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	$0.85n_n$	Table 8
極地氷海船階級	S_{qice}																																	
PC_1	1.15																																	
PC_2	1.15																																	
PC_3	1.15																																	
PC_4	1.15																																	
PC_5	1.15																																	
PC_6	1																																	
PC_7	1																																	
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	$0.85n_n$																																	
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	$0.85n_n$																																	

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>4.4.13 アイス起振トルク</p> <p>-1. 一般</p> <p>(1) 与えられた起振は、船舶の全航行期間において一度だけ経験する可能性のある最大トルクを推定するために使用する。本条で掲げる荷重ケースは、プロペラと氷が相互作用したとき及びそれに対応する装置全体の反応を航行中に推進装置に生じる荷重に反映するためのものである。氷の衝突と装置の反応により、軸系の個々の機器に荷重が生じる。アイス起振トルク Q_{max} は、全速度範囲において、変動しない値とみなして差し支えない。また、特定の軸の速度に対して考慮する場合、該当する Q_{max} は対応する速度を用いて計算することで差し支えない。</p> <p>(2) 弹性継手を有しないディーゼル機関にあっては、時間領域での計算を行う場合、氷が機関の起振に対し最も不利な位相角となるような状態で、機関の点火パルス（当該パルスとして標準的な、定常状態の高調波を使用して差し支えない）を考慮して計算すること。周波数領域では、氷及び燃焼ガスによる起振の間の位相角を考慮する必要は無い。また、失火について考慮する必要は無い。</p> <p>(3) 翼通過周波数での共振が、連続最大出力時の速度をわずかに上回る速度で生じる場合には、連続最大出力時の速度の 105% の回転速度まで計算に含めなければならない。</p> <p>(4) 4.4.15 の規定も参照すること。</p> <p>-2. 時間領域での起振</p> <p>(1) 軸系の過渡状態における動的解析（時間領域）に用いるプロペラアイス起振トルクは、半正弦波の形で羽</p>	<p>(新規) (新規)</p> <p>(新規)</p>	<p>Para 5.6.3</p> <p>Para 5.6.3.1</p>

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>根に発生する連続した氷の衝撃として評価する。連続した氷との相互作用時におけるプロペラ回転角に従う羽根と氷塊 1 個の衝撃によるトルクは次の算式による。</p> <p>(a) $0^\circ \leq \varphi - 360x \leq \alpha_i^\circ$ の場合 $Q(\varphi) = C_q Q_{max} \sin(\varphi(180/\alpha_i))$</p> <p>(b) $\alpha_i^\circ \leq \varphi - 360x \leq 360^\circ$ の場合 $Q(\varphi) = 0$ ここで, φ : 最初に衝撃が生じてからの回転角度 x : 最初に衝撃が生じてからの総回転数 (整数) C_q : 表 4.4.13-1. に掲げる値 α_i : 回転角度で表したプロペラ羽根と氷の作用時間で表 4.4.13-1. に掲げる値 ($^\circ$)</p>		<p style="text-align: center;">(新規)</p> <p>Table 9</p>

表 4.4.13-1. 係数 C_q 及び α_i

起振トルクのケース	プロペラと氷の相互作用の概要	C_q	α_i (deg)			
			Z=3	Z=4	Z=5	Z=6
ケース 1	氷塊 1 個	0.75	90	90	72	60
ケース 2	氷塊 1 個	1.0	135	135	135	135
ケース 3	氷塊 2 個 (位相のずれ $360/(2 \cdot Z)^\circ$)	0.5	45	45	36	30
ケース 4	氷塊 1 個	0.5	45	45	36	30

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
(2) 起振トルクの合計値は、位相のずれ $360/Z$ 度を考慮した 1 枚の羽根のトルクの合計とする。		Para 5.6.3.1
(3) 計算する範囲の内、連続して碎氷している間の始めと終わりにおいては、 C_q をプロペラ 1 回転で最大値にまで上昇させるため、また、逆に C_q をゼロにするために直線的な傾斜を用いること。		
(4) プロペラが連続して碎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。 (a) プロペラの総回転数 $N_Q = 2H_{ice}$ (b) 衝撃回数 ZN_Q ここで、 Z : プロペラ羽根の枚数 また、図 4.4.13-1 及び図 4.4.13-2 に、プロペラ羽根の枚数ごとの、すべての起振トルクのケースについて示す。		
(5) 共振振動の応答を得るため、仕様上の連続最大出力、ボラードプル状態における連続最大出力及び各共振速度（主機 1 次及び翼 1 次の共振）をわずかに上回る速度のすべての起振トルクのケースに対して動的解析を実施しなければならない。固定ピッチプロペラの推進装置にあっては、動的解析は、機関の最大出力に対応する回転数でのボラードプル状態を含まなければならない。		
(6) 主機が停止するまでの速度低下が発生するということは、主機の出力が、想定される航行に対して十分でないということである。負荷の考慮にあっては、速度		

「極地氷海船の機関」 新旧対照表

新	旧	備考
<p><u>低下のプロセス中に生じる最大トルクを適用しなければならない。この場合、起振は軸の回転数に従うものとする。</u></p>		

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>図 4.4.13-1. 極地氷海船階級 PC7 ($H_{ice} = 1.5$) における プロペラ羽根毎のねじり荷重による起振トルク ($Z=3$ 及び $Z=4$)</p> <p>Number of blades $Z = 3$ Number of blades $Z = 4$</p> <p>Case 1 Case 2 Case 3 Case 4</p> <p>Q/Q_{max}</p> <p>Rotation angle [°]</p>	<p>(新規)</p>	Appendix

「極地氷海船の機関」 新旧対照表

新	旧	備考
<p>図 4.4.13-2. 極地氷海船階級 PC7 ($H_{ice} = 1.5$) における プロペラ羽根毎のねじり荷重による起振トルク ($Z=5$ 及び $Z=6$)</p> <p>Number of blades Z = 5 Number of blades Z = 6</p> <p>Case 1 Q/Q_{max}</p> <p>Case 2 Q/Q_{max}</p> <p>Case 3 Q/Q_{max}</p> <p>Case 4 Q/Q_{max}</p> <p>Rotation angle [°]</p>	旧 (新規)	Appendix

「極地氷海船の機関」 新旧対照表

新	旧	備考
<p>-3. 周波数領域での起振</p> <p>(1) 周波数領域での計算にあっては、次の算式による。起振は、時間領域において半正弦波の衝撃が連続的に生じ、翼通過周波数及びその2倍の周波数のフーリエ級数成分が得られているという仮定に基づき導出される。周波数領域における解析は、考慮する速度範囲に翼通過周波数による1次の共振がある場合には、時間領域におけるシミュレーションと比較し、一般的に安全側と考えられる。</p> $Q_F(\varphi) = Q_{max}(C_{q0} + C_{q1}\sin(ZE_0\varphi + \alpha_1) + C_{q2}\sin(2ZE_0\varphi + \alpha_2)) \text{ (kNm)}$ <p>ここで、</p> <p>C_{q0}: 平均トルクのパラメータで、表4.4.13-2.による</p> <p>C_{q1}: 翼通過周波数での起振のパラメータで、表4.4.13-2.による</p> <p>C_{q2}: 翼通過周波数の2倍の周波数での起振のパラメータで、表4.4.13-2.による</p> <p>α_1, α_2: 起振成分の位相角で、表4.4.13-2.による</p> <p>φ: 回転角度</p> <p>E_0: 接触する氷塊の個数で、表4.4.13-2.による</p> <p>Z: プロペラ羽根の枚数</p>	(新規)	Para 5.6.3.2

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新							旧	備考
							(新規)	
表 4.4.13-2. C_{q0} , C_{ql} , α_l , C_{q2} , α_2 , E_0 の値								Table 10
プロペラ羽根の枚数 <u>Z</u>	起振トルクのケース	<u>C_{q0}</u>	<u>C_{ql}</u>	<u>α_l</u>	<u>C_{q2}</u>	<u>α_2</u>	<u>E_0</u>	
3	ケース1	0.375	0.36	-90	0	0	1	
	ケース2	0.7	0.33	-90	0.05	45	1	
	ケース3	0.25	0.25	-90	0	0	2	
	ケース4	0.2	0.25	0	0.05	-90	1	
4	ケース1	0.45	0.36	-90	0.06	-90	1	
	ケース2	0.937	0	-90	0.0625	-90	1	
	ケース3	0.25	0.25	-90	0	0	2	
	ケース4	0.2	0.25	0	0.05	-90	1	
5	ケース1	0.45	0.36	-90	0.06	-90	1	
	ケース2	1.19	0.17	-90	0.02	-90	1	
	ケース3	0.3	0.25	-90	0.048	-90	2	
	ケース4	0.2	0.25	0	0.05	-90	1	
6	ケース1	0.45	0.36	-90	0.05	-90	1	
	ケース2	1.435	0.1	-90	0	0	1	
	ケース3	0.3	0.25	-90	0.048	-90	2	
	ケース4	0.2	0.25	0	0.05	-90	1	

「極地氷海船の機関」 新旧対照表

新	旧	備考
<p>(2) ねじり振動応答は、すべての起振ケースについて、計算しなければならない。</p> <p>(3) 最も過酷な回転速度における関連する起振ケースの結果は、次のように使用する。ここでは、(システム内の様々な集中質量間の)最も高い応答トルクをピーケトルク Q_{peak} とする。一連の衝撃の中で最も大きいトルク振幅は、最大トルクから最小トルクまでの範囲の半分として決定され、Q_{Amax} とする。Q_{Amax} を図 4.4.13-3.に図示する。また、Q_{Amax} は次の式により算出される。</p> $Q_{Amax} = \left(\frac{\max(Q_r(\text{time})) - \min(Q_r(\text{time}))}{2} \right) (\text{kNm})$ <p><u>図 4.4.13-3. トルク曲線における Q_{Amax} の解釈</u></p> <p style="text-align: right;">(新規)</p>		Para 5.6.3.2

Figure 4

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考										
<p>4.4.14 推進軸系の設計トルク</p> <p>-1. 支配的なねじり共振がボラードプル状態における最大運転回転数の上下20%以内及び運転回転数の範囲に含まれない場合にあっては、次の最大応答トルクの値を用いることができる。なお、すべてのトルク及び慣性モーメントは、検証する部品の回転速度に減速されなければならない。</p> <p>可撓継手を使用しない、直結した2ストロークディーゼル機関にあっては</p> $Q_{peak} = Q_{emax} + Q_{vib} + Q_{max} \frac{I}{I_t} \quad (kNm)$ <p>その他の機関にあっては</p> $Q_{peak} = Q_{emax} + Q_{max} \frac{I}{I_t} \quad (kNm)$ <p>Q_{peak}: 応答トルクの最大値 (kNm) Q_{emax}: 最大主機トルク (kNm)。不明な場合は、表4.4.14-1の値を用いてよい。 Q_{vib}: 開水域における、周波数領域でのトルク振動計算から得られる、対象の部品での振動トルク I: 考慮する構成要素の主機側の全部品の等価質量慣性モーメント (kNm^2) I_t: 推進系全体の等価質量慣性モーメント (kNm^2)</p> <p>表 4.4.14-1. 最大主機トルク Q_{emax}</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">プロペラ型式</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Q_{emax}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">電動モータ駆動のプロペラ</td> <td style="padding: 2px;">Q_{motor}</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">電動モータ駆動以外の可変ピッチプロペラ</td> <td style="padding: 2px;">Q_n</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">ターピン駆動の固定ピッチプロペラ</td> <td style="padding: 2px;">Q_n</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">ディーゼル機関駆動の固定ピッチプロペラ</td> <td style="padding: 2px;">$0.75 Q_n$</td> </tr> </tbody> </table> <p>(備考)</p> <p>Q_{motor}: 電動モータのピークトルク (kNm) Q_n: 連続最大出力で自由航走する時の公称トルク (kNm)</p>	プロペラ型式	Q_{emax}	電動モータ駆動のプロペラ	Q_{motor}	電動モータ駆動以外の可変ピッチプロペラ	Q_n	ターピン駆動の固定ピッチプロペラ	Q_n	ディーゼル機関駆動の固定ピッチプロペラ	$0.75 Q_n$	<p>4.2.7 推進軸系の設計トルク (新規)</p>	Para 5.6.4 Table 11
プロペラ型式	Q_{emax}											
電動モータ駆動のプロペラ	Q_{motor}											
電動モータ駆動以外の可変ピッチプロペラ	Q_n											
ターピン駆動の固定ピッチプロペラ	Q_n											
ディーゼル機関駆動の固定ピッチプロペラ	$0.75 Q_n$											

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>-2. 支配的なねじり共振がボラードプル状態における最大運転回転数の上下20%以内又は運転回転数の範囲に含まれる場合にあっては、部品の設計トルクは時間領域又は代替として周波数領域における推進軸系の動的ねじり振動解析によって評価されなければならない。なお、機関は連続使用禁止範囲における有害な運転を避けるべく適切に設計されること。</p> <p>(削除)</p>	<p>(新規)</p> <p>-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。</p> <p>(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すべ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4.2.7-1参照)</p> <p>(a) $\varphi = 0 \dots \alpha_i \text{ (deg)}$ のとき $Q(\varphi) = C_q Q_{\max} \sin(\varphi(180/\alpha_i))$</p> <p>(b) $\varphi = \alpha_i \dots 360 \text{ (deg)}$ のとき $Q(\varphi) = 0$ ここで, $Q_{\max} : 4.2.5 \text{ による値}$ $C_q \text{ 及び } \alpha_i : \text{表4.2.7-1に掲げる値}$</p> <p>(2) プロペラが連続して碎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。</p> <p>(a) プロペラの総回転数 $N_Q = 2H_{ice}$</p> <p>(b) 衝撃回数 ZN_Q</p>	

「極地氷海船の機関」 新旧対照表

新	旧	備考																				
(削除)	<p style="text-align: center;"><u>ここで,</u></p> <p style="text-align: center;"><u>H_{ice} : 表 4.2.2-1.に掲げる値</u></p> <p style="text-align: center;"><u>Z : プロペラ羽根の数</u></p> <p style="text-align: center;"><u>-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。</u></p> <p style="text-align: center;"><u>-3. 軸系の設計トルクは, 表 4.2.7-1.に定める起振トルクのすべ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。</u></p>																					
(削除)	<p style="text-align: center;"><u>表 4.2.7-1. C_q 及び α_i の値</u></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">起振トルク</th> <th style="width: 25%;">プロペラ-氷相互作用</th> <th style="width: 25%;">C_q</th> <th style="width: 25%;">α_i</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケース 1</td> <td>1 個の氷塊</td> <td>0.5</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>ケース 2</td> <td>1 個の氷塊</td> <td>0.75</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>ケース 3</td> <td>1 個の氷塊</td> <td>1.0</td> <td>135</td> </tr> <tr> <td>ケース 4</td> <td>2 個の氷塊</td> <td>0.5</td> <td>45</td> </tr> </tbody> </table>	起振トルク	プロペラ-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	
起振トルク	プロペラ-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																			

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
(削除)	<p><u>図 4.2.7-1. プロペラに作用するアイス起振トルクの例 (4翼の場合)</u></p> <p>(a) ケース1 氷塊1個 ($\alpha_i = 45^\circ$)</p> <p>(b) ケース2 氷塊1個 ($\alpha_i = 90^\circ$)</p> <p>(c) ケース3 氷塊1個 ($\alpha_i = 135^\circ$)</p> <p>(d) ケース4 氷塊2個 ($\alpha_i = 45^\circ$)</p>	Para 5.7

4.4.15 ねじり振動計算

-1. ねじり振動計算の目的は、安全な運転に資する軸系の寸法を決定するため、船舶の全航行期間にわたって軸系の個々の機器のねじり荷重を推定する事である。解析モデルは、減衰を含む、通常の定質量の弾性ねじり振動モデル（周波数領域）から得ることとして差し支えない。ガスによる力を考慮するため、標準的な高周波を使用して差し支えない。また、実際の機関の、トルク-回転数曲線を使用すること。

-2. 時間領域での解析にあっては、モデルは、プロペラにおける水による起振及びその他の関連する起振、主機からの

「極地氷海船の機関」 新旧対照表

新	旧	備考
<p>平均トルク、プロペラにおける平均流体力学的トルクを含むこと。計算には、主機と直結する推進軸系における重要な要素である、氷による起振と主機による起振間との位相の変化を含めること。</p> <p>-3. 周波数領域での計算にあっては、荷重は、継続的な半正弦波である荷重を表すフーリエ級数の成分の解析として推定すること。また、1次及び2次のプロペラ羽根成分を、起振に対して用いること。なお、当該計算には、全ての関連する回転速度の範囲を含めること。関連するねじり振動共振における応答の分析は、開水域（氷による起振無し）の場合と氷による起振について別々に行うことができる。得られた最大トルクは、直結された主機に対して次に記す重ね合わせによって求めることができる。</p> $Q_{peak} = Q_{emax} + Q_{opw} + Q_{ice} \frac{l}{l_t} \quad (kNm)$ <p>ここで、</p> <p>Q_{emax}: 考慮する回転速度における最大主機トルク (kNm)</p> <p>Q_{opw}: 考慮する回転速度における開水域を航行する場合の主機起振の最大応答トルク。周波数解析により推定する。(kNm)</p> <p>Q_{ice}: 考慮する回転速度における氷起振トルクのケース1からケース4について、周波数領域での解析により計算されたトルクであって、氷起振による最大応答トルク (kNm)</p>	(新規)	

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>4.5 設計</p> <p>4.5.1 設計原理</p> <p>-1. 推進軸系は、その強度に関して選択強度原則に従って設計されなければならない。これは、プロペラ羽根に損傷が発生した場合であっても他の推進軸系の部品に重大な損傷が発生しないことを意味する。</p> <p>-2. 推進軸系の構成部品は、関連する安全マージンをもつて、最大荷重及び疲労運転荷重に耐えるものでなければならぬ。当該荷重は、軸系アライメント及び通常の運転状態におけるその他の計算（例えば、規則D編8章に規定する軸系ねじり振動）において考慮する必要はない。</p> <p>4.5.2 疲労設計一般</p> <p>-1. 設計荷重は、一連の羽根衝撃（4.4.13-2.）として記述された氷の起振及び必要な場合には（軸の）動的解析に基づくものでなければならない。軸応答トルクは、4.4.14に従って決定されなければならない。</p> <p>-2. 次に定義する線形弾性マイナー則を用いて関連する荷重を考慮する場合、推進軸系の部品は、累積疲労破壊を防止するように設計されなければならない。</p> $D = \frac{n_1}{N_1} + \frac{n_2}{N_2} + \cdots + \frac{n_k}{N_k} \leq 1$ <p>または、</p> $D = \sum_{j=1}^{j=k} \frac{n_j}{N_j} \leq 1$ <p>ここで、</p> <p><u>k : 応力レベルの数</u></p> <p><u>$N_{l,k}$: 個々の応力レベル区分の破壊までの荷重サイクル数</u></p>	<p>4.3 軸系の設計</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p>	Para 6 Para 6.1 Para 6.2

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p><u>$n_{l,k}$: 考慮する応力レベル区分の累積荷重サイクル数</u></p> <p><u>D : マイナー則における累積疲労被害度</u></p> <p><u>-3. 荷重分布は、最低 10 個の荷重ブロック（最大荷重の 10%ごと）を持つ荷重の頻度分布に分割しなければならない（5 個の荷重ブロックでの計算では、過剰に安全側な結果となることが確認された）。最大許容荷重は、プロペラ羽根では σ_{ref2}、その他の機器では降伏強度とする。荷重分布（スペクトル）は Weibull 分布に従わなければならない。</u></p> <p>4.5.3 プロペラ羽根</p> <p><u>-1. 静荷重によるプロペラ羽根応力の計算は次による。</u></p> <p>(1) <u>4.4.3 から 4.4.8 に定める荷重により羽根に生じる応力は、有限要素解析により算定しなければならない。</u></p> <p>(2) <u>半径比 $r/R < 0.5$ の場合、プロペラ羽根の付け根部分の応力は、以下の式により算定することができる。</u></p> $\sigma_{st} = C_1 \frac{M_{BL}}{100ct^2} \text{ (MPa)}$ <p><u>ここで、</u></p> <p><u>C_1 : 有限要素解析による応力</u> <u>梁の理論に基づく式による応力</u> による。</p> <p><u>ただし、有限要素解析の値が利用できない場合は、C_1 は 1.6 としなければならない。</u></p> <p><u>M_{BL} : 羽根の曲げモーメント (kNm) で、半径比 $r/R < 0.5$ の場合、次式による。</u></p> $M_{BL} = (0.75 - r/R)RF$ <p><u>ここで、</u></p> <p><u>F : F_b 又は F_f の絶対値のうち、いずれか大きい荷重とする。</u></p> <p><u>-2. 前-1.により得られる応力 σ_{st} は、次に示す静荷重の許</u></p>	<p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p>	<p>Para 6.3 Para 6.3.1</p> <p>Para 6.3.2</p>

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p><u>容基準を満足するものでなければならない。</u></p> <p>$\frac{\sigma_{ref2}}{\sigma_{st}} \geq 1.3$</p> <p><u>ここで、</u></p> <p><u>σ_{st} : F_b 又は F_f によって生じる最大応力 (MPa)。応力の推定に有限要素解析を使用する場合は、ミーゼス等価応力を使用する。</u></p> <p><u>σ_{ref2} : 基準強さ (MPa) で、次式による値のうち、いずれか小さい方とする。</u></p> <p>$\sigma_{ref2} = 0.7\sigma_u \text{ 又は } \sigma_{ref2} = 0.6\sigma_{0.2} + 0.4\sigma_u$</p> <p>-3. プロペラ羽根の疲労設計</p> <p>(1) 一般</p> <p>(a) 2つの勾配で表される SN 線図 (図 4.5.3-1.参照) を有する材料が以下の基準を満足する場合にあっては、本項による疲労計算は要求されない。</p> <p>$\sigma_{exp} \geq B_1 \sigma_{ref2}^{B_2} \log(N_{ice})^{B_3}$</p> <p><u>ここで、</u></p> <p><u>σ_{exp} : 海水中での 10^8 サイクルにおける羽根材料の平均疲労強度 (MPa) であって、表 4.5.3-4.掲げる値。</u></p> <p><u>B_1, B_2 及び B_3 : 表 4.5.3-1.に掲げる係数</u></p> <p style="text-align: right;">(新規)</p>		<p>Para 6.3.3 Para 6.3.3.1</p> <p style="text-align: right;">(新規)</p>

表 4.5.3-1. 係数 B_1 , B_2 及び B_3

係数	ノズルを有さないプロペラ	ノズルを有するプロペラ
B_1	0.00328	0.00223
B_2	1.0076	1.0071
B_3	2.101	2.471

Table 12

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>(b) 前(a)に掲げる基準を満たさない場合は、以下に定める疲労要件を適用する。</p> <p>i) プロペラ羽根の疲労設計は、船舶の全航行期間において評価された荷重の頻度分布及び羽根材料のSN線図に基づかなければならぬ。予想される荷重の頻度分布と同じ疲労損傷を与える等価応力 σ_{fat} をマイナーフレクンシー計算しなければならない。また、等価応力は、10^8 回の繰り返し数に対して標準化されたものとし、本項で与えられる疲労に関する許容基準を満足しなければならない。</p> <p>ii) 疲労解析のために選択された様々な荷重レベルでのプロペラ羽根応力は、4.4.3 から 4.4.8 で与えられる最大荷重に対して計算された応力に比例するものでなければならない。ピーク主応力 σ_f 及び σ_b は、有限要素解析により F_f 及び F_b から推定される。ピーク応力の範囲 $\Delta\sigma_{max}$ 及び最大応力振幅 σ_{Amax} は、荷重ケース 1 及び 3 並びに荷重ケース 2 及び 4 に基づき次式より算定される。</p> $\Delta\sigma_{max} = 2\sigma_{Amax} = (\sigma_{ice})_{fmax} + (\sigma_{ice})_{bmax} $ <p>iii) 一般的に、後方荷重に対する荷重の頻度分布は、前方荷重に対する荷重の頻度分布よりもサイクル数が少ないとされる。疲労解析においてこれを考慮すると、関係するすべての不確実性を考慮しても正当化できない複雑さが生じる。等価応力の算出においては、以下の 2 種類の SN 線図のいずれかを用いなけれ</p>		Para 6.3.3.1

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>ばならない。</p> <p>1) 2つの勾配で表される SN 線図 (勾配 4.5 及び 10) (図 4.5.3-1.参照)</p> <p>2) 一定勾配の SN 線図 (図 4.5.3-2.参照)</p> <p>iv) SN 線図の種類は羽根の材料の特性に応じて選択されなければならない。SN 線図が不明な場合は、2つの勾配で表される SN 線図を用いなければならない。</p> <p>図 4.5.3-1. 2つの勾配で表される SN 線図</p> <p>(新規)</p>		Figure 5

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>図 4.5.3-2. 一定勾配の SN 線図</p>	<p>(新規)</p>	<p>Figure 6</p>
<p>(2) 等価疲労応力</p> <p>(a) プロペラ羽根の等価疲労応力を求めるよりも一般的な方法は、4.5.5 に規定する方法であり、4.4.3 から 4.4.8 に従い、マイナー則を用いた主応力が考慮される。荷重ブロックの総数が $nbl > 100$ となる場合、いずれの方法でも同じ結果が得られることから、同等とみなされる。</p> <p>(b) 等価応力は荷重の頻度分布と同じ疲労損傷を生じさせる 10^8 回の応力の繰り返し数に対する疲労応力振幅で、次による。</p> $\sigma_{fat} = \rho(\sigma_{ice})_{max}$ <p>ここで、</p> $(\sigma_{ice})_{max} = 0.5((\sigma_{ice})_{fmax} - (\sigma_{ice})_{bmax})$ <p>$(\sigma_{ice})_{max}$: 検討する場所における前方及び後方の羽根荷重によって生じる主応力振幅の平均値</p> <p>$(\sigma_{ice})_{fmax}$: 前方荷重によって生じる主応力</p>	<p>Para 6.3.3.2</p>	

「極地氷海船の機関」 新旧対照表

新	旧	備考
<p>$(\sigma_{ice})_{bmax}$: 後方荷重によって生じる主応力</p> <p>(c) $(\sigma_{ice})_{max}$ の算定においては、荷重ケース 1 及び 3 または荷重ケース 2 及び 4 がそれぞれ $(\sigma_{ice})_{fmax}$ 及び $(\sigma_{ice})_{bmax}$ として考慮される。荷重ケース 5 は疲労解析から除外する。</p> <p>(d) 2 つの勾配を有する SN 線図に対する変数 ρ の計算</p> <p>i) 荷重サイクル数 N_{ice} の範囲は次によること。 当該範囲であれば、変数 ρ を決定する ii) に定める方法の誤差は十分に小さい。 $5 \times 10^6 \leq N_{ice} \leq 10^8$</p> <p>ii) 変数 ρ は、最大応力振幅を 10^8 回の応力サイクルに対する等価疲労応力に換算するための疲労に関する減少率であり、以下の式による。</p> $\rho = C_1 (\sigma_{ice})_{max}^{C_2} \sigma_{fl}^{C_3} \log(N_{ice})^{C_4}$ <p>ここで、 σ_{fl} : 10^8 回の応力サイクルにおける羽根材料の固有疲労強度 (MPa)。4.5.3-3.(3) を参照。 C_1, C_2, C_3 及び C_4 : 係数で、表 4.5.3-2. による。</p>		

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考															
<p>表 4.5.3-2. 係数 C_1, C_2, C_3 及び C_4</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 2px;">係数</td> <td style="padding: 2px;"><u>ノズルを有さないプロペラ</u></td> <td style="padding: 2px;"><u>ノズルを有するプロペラ</u></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">C_1</td> <td style="padding: 2px;">0.000747</td> <td style="padding: 2px;">0.000534</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">C_2</td> <td style="padding: 2px;">0.0645</td> <td style="padding: 2px;">0.0533</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">C_3</td> <td style="padding: 2px;">-0.0565</td> <td style="padding: 2px;">-0.0459</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">C_4</td> <td style="padding: 2px;">2.22</td> <td style="padding: 2px;">2.584</td> </tr> </table> <p>(e) 一定勾配の SN 線図に対する ρ の計算</p> <p>i) 一定勾配の SN カーブ (図 4.5.3-2. 参照) を有する材料については、ρ は次の式による。</p> $\rho = \left(G \frac{N_{ice}}{N_R} \right)^{1/m} (\ln(N_{ice}))^{-1/k}$ <p>ここで、</p> <p>k : Weibull 分布の形状母数で、次による。</p> <p>ノズルを有するプロペラの場合 : 1.0 ノズルを有さないプロペラの場合 : 0.75</p> <p>N_R : 荷重サイクルの基準数 ($=10^8$)</p> <p>m : 対数で表示された SN 線図の勾配</p> <p>$G : m/k$ の値に対する表 4.5.3-3. による値。m/k の値が表 4.5.3-3. に無い場合は、線形補間により求めて差し支えない。</p>	係数	<u>ノズルを有さないプロペラ</u>	<u>ノズルを有するプロペラ</u>	C_1	0.000747	0.000534	C_2	0.0645	0.0533	C_3	-0.0565	-0.0459	C_4	2.22	2.584	(新規)	Table 13
係数	<u>ノズルを有さないプロペラ</u>	<u>ノズルを有するプロペラ</u>															
C_1	0.000747	0.000534															
C_2	0.0645	0.0533															
C_3	-0.0565	-0.0459															
C_4	2.22	2.584															

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新				旧				備考
表 4.5.3-3. m/k に対する係数 G の値								Table 14
m/k	G	m/k	G	m/k	G	m/k	G	
3	6	5.5	287	8	4032	10.5	11.8	(新規)
			9		0		99E6	
3.5	11.6	6	720	8.5	1192	11	39.9	
					92		17E6	
4	24	6.5	1871	9	3628	11.5	136	
					80		843E	
4.5	52.3	7	5040	9.5	1.13	12	479	
					3E6		002E	
5	120	7.5	1403	10	3.62		6	
			4		9E6			

(3) 疲労に関する許容基準として、羽根のすべての位置における等価疲労応力は、次の許容基準を満足するものでなければならない。

$$\frac{\sigma_{fl}}{\sigma_{fat}} \geq 1.5$$

ここで、

σ_{fat} : 10^8 荷重サイクルにおける疲労限度

σ_{fl} : 次の算式による。

$$\sigma_{fl} = \gamma_{\epsilon 1} \gamma_{\epsilon 2} \gamma_v \gamma_m \sigma_{exp}$$

$\gamma_{\epsilon 1}$: ばらつきに関する減少率（1標準偏差に等しい）

$\gamma_{\epsilon 2}$: 供試体の寸法効果に関する減少率で、次の算式による。

Para 6.3.3.3

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
$\gamma_{\varepsilon 2} = 1 - a \cdot \ln \left(\frac{t}{0.025} \right)$ <p><u>ここで,</u></p> <p><u>a : 表 4.5.3-4.に掲げる値</u></p> <p><u>t : 考慮する点のプロペラ羽根の最大厚さ</u></p> <p><u>γ_v : 変動振幅荷重に関する減少率</u></p> <p><u>γ_m : 平均応力に関する減少率で、次の算式による。</u></p> $\gamma_m = 1 - \left(\frac{1.4\sigma_{mean}}{\sigma_u} \right)^{0.75}$ <p><u>σ_{exp} : 海水中での 10^8 サイクルにおける羽根材料の平均疲労強度 (MPa) で、表 4.5.3-4.に掲げる値を用いること。</u></p> <p><u>実際の値が得られない場合は、次の値を減少率として用いること。</u></p> <p><u>$\gamma_{\varepsilon 1} = 0.67$</u></p> <p><u>$\gamma_v = 0.75$</u></p> <p><u>$\gamma_m = 0.75$</u></p>		

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新		旧		備考																			
表 4.5.3-4. 異なる材料の平均疲労強度 σ_{exp}		(新規)		Table 15																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">銅合金 ($a=0.01$)</th> <th colspan="2">ステンレス鋼 ($a=0.05$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><u>Mn 銅</u> (KHBsC1)</td><td><u>84 MPa</u></td> <td><u>フェライト (12Cr-1Ni 系)</u> (KSCSP1)</td><td><u>144 MPa⁽²⁾</u></td> </tr> <tr> <td><u>Mn-Ni 銅</u> (KHBsC2)</td><td><u>84 MPa</u></td> <td><u>マルテンサイト (13Cr- 4Ni 系)</u> (KSCSP2)</td><td><u>156 MPa</u></td> </tr> <tr> <td><u>Ni-Al 銅</u> (KAIBC3)</td><td><u>120 MPa</u></td> <td><u>マルテンサイト (16Cr- 5Ni 系)</u> (KSCSP3)</td><td><u>168 MPa</u></td> </tr> <tr> <td><u>Mn-Al 銅</u> (KAIBC4)</td><td><u>113 MPa</u></td> <td><u>オーステナイト (19Cr- 11Ni 系)</u> (KSCSP3)</td><td><u>132 MPa</u></td> </tr> </tbody> </table>		銅合金 ($a=0.01$)		ステンレス鋼 ($a=0.05$)		<u>Mn 銅</u> (KHBsC1)	<u>84 MPa</u>	<u>フェライト (12Cr-1Ni 系)</u> (KSCSP1)	<u>144 MPa⁽²⁾</u>	<u>Mn-Ni 銅</u> (KHBsC2)	<u>84 MPa</u>	<u>マルテンサイト (13Cr- 4Ni 系)</u> (KSCSP2)	<u>156 MPa</u>	<u>Ni-Al 銅</u> (KAIBC3)	<u>120 MPa</u>	<u>マルテンサイト (16Cr- 5Ni 系)</u> (KSCSP3)	<u>168 MPa</u>	<u>Mn-Al 銅</u> (KAIBC4)	<u>113 MPa</u>	<u>オーステナイト (19Cr- 11Ni 系)</u> (KSCSP3)	<u>132 MPa</u>		
銅合金 ($a=0.01$)		ステンレス鋼 ($a=0.05$)																					
<u>Mn 銅</u> (KHBsC1)	<u>84 MPa</u>	<u>フェライト (12Cr-1Ni 系)</u> (KSCSP1)	<u>144 MPa⁽²⁾</u>																				
<u>Mn-Ni 銅</u> (KHBsC2)	<u>84 MPa</u>	<u>マルテンサイト (13Cr- 4Ni 系)</u> (KSCSP2)	<u>156 MPa</u>																				
<u>Ni-Al 銅</u> (KAIBC3)	<u>120 MPa</u>	<u>マルテンサイト (16Cr- 5Ni 系)</u> (KSCSP3)	<u>168 MPa</u>																				
<u>Mn-Al 銅</u> (KAIBC4)	<u>113 MPa</u>	<u>オーステナイト (19Cr- 11Ni 系)</u> (KSCSP3)	<u>132 MPa</u>																				

(備考)

(1) 当該値は、荷重サイクルが 10^7 回、生存確率 50%における応力比-1 の定振幅負荷疲労試験の結果から荷重サイクルが 10^8 回として拡張した値。本会が適用と認める場合、当該表に掲げる値以外を用いることができる。SN 線図の特性は、2 つの勾配に基づいていおり、第 1 の勾配 4.5 は荷重サイクルが 1000 回から 10^8 回迄であり、第 2 の勾配 10 は 10^8 回以上となる。最大許容応力は、1 荷重サイクル又は低荷重サイクルでは、45.3.2.に定める範囲に制限される。疲労強度は、 10^8 回における疲労限度となる。

(2) ガルバニック腐食に対する完全な保護が有効な場合に当該値を使用する。その他の場合は、当該値から 30MPa 減じた値を使用する。

Para 6.3.3.3

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>4.5.4 羽根ボルト、プロペラボス及び可変ピッチ機構</p> <p>-1. 一般</p> <p>(1) 羽根取付け用ボルト、可変ピッチ機構、プロペラボス及びプロペラのプロペラ軸への取付具は、4.4.3から4.4.8及び4.5.3に定める最大荷重及び疲労荷重に耐え得るよう、別に定める場合を除き、次の(a)及び(b)に掲げる安全係数より大きい値で設計しなければならない。</p> <p>(a) 降伏に対する安全係数：1.5</p> <p>(b) 疲労に対する安全係数：1.5</p> <p>(2) 4.4.9-1.に定めるプロペラ羽根の塑性変形を伴う曲げ荷重に対しては、降伏に対する安全係数1.0より大きい値で設計しなければならない。</p> <p>(3) 局所的な応力集中を考慮して計算された応力が降伏強さ未満又は各材料の引張強さ σ_u の最大70%未満である場合、詳細な疲労解析は必要無い。それ以外のすべての場合、構成部品の累積疲労について解析しなければならない。この場合、軸評価に使用するアプローチを適用することができる（4.5.5参照）。</p> <p>-2. 羽根取付け用ボルト</p> <p>(1) 羽根取付け用ボルトは、該当する根元部の翼弦方向に平行な、ボルトピッチ円上の接線（非円形継手の場合はその他の関連する軸）まわりにおいて、次に記す曲げモーメントに耐えるものでなければならない。</p> $M_{bolt} = SF_{ex} \left(0.8 \frac{D}{2} - r_{bolt} \right) (kNm)$ <p>ここで、</p> <p>r_{bolt}：ボルト面におけるプロペラ半径</p> <p>S：安全係数で1.0とする。</p>	<p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p>	<p>Para 6.4 Para 6.4.1</p> <p>Para 6.4.2</p>

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>(2) 羽根取付け用ボルトのプレテンションは、ノズルを有さないプロペラ及びノズルを有するプロペラのそれぞれについて、4.4.3から4.4.8に規定する最大前方氷荷重及び最大後方氷荷重が作用した場合に、合わせ面間の分離を回避するのに十分なものでなければならない。一般的な配置の場合、次の算式による。</p> $d_{bb} = 41 \sqrt{\frac{F_{ex} \cdot (0.8D - d) \cdot S \cdot \alpha}{\sigma_{0.2} \cdot Z_{bb} \cdot PCD}} \text{ (mm)}$ <p>ここで、</p> <p>α : ボルトの締め付け法による係数で、次による。ただし、本会が適当と認める場合、他の係数を用いることができる。</p> <p>トルク法による場合 : 1.6 伸び計測法による場合 : 1.3 回転角度法による場合 : 1.2 その他の追加手段を用いた伸び計測法による場合 : 1.1</p> <p>d_{bb} : 羽根取付け用ボルトのねじの有効径 Z_{bb} : 羽根取付け用ボルトの数 S : 安全係数で 1.0 とする。</p> <p>-3. 可変ピッチ機構</p> <p>(1) プロペラ羽根の損傷を生じるスピンドルトルク O_{sex} <u>(4.4.9)</u>又は氷の相互作用におけるスピンドルトルク O_{smax} (<u>4.4.6</u>)のうちいずれか大きい方のスピンドルトルクに耐えるために、ダウエルピン等の別の手段を設けなければならない。可変ピッチ機構の他の構成部品は、最大スピンドルトルク (O_{smax} 又は O_{sex}) によって損傷してはならない。解析による根拠が記されない限り、スピンドルトルクの 3 分の 1 は摩擦によ</p>	(新規)	Para 6.4.3

「極地氷海船の機関」 新旧対照表

新	旧	備考
<p>って消費されると仮定する。</p> <p>(2) プロペラ羽根とプロペラ羽根キャリア間のフィットピン(ダウエルピン等)の直径 d_{fp} は、次の算式による。</p> $d_{fp} = 66 \sqrt{\frac{(Q_s - Q_{fr})}{PCD \cdot z_{pin} \cdot \sigma_{0.2}}} \text{ (mm)}$ <p>ここで、</p> $Q_s = \max(S \cdot Q_{smax}; S \cdot Q_{sex}) \text{ (kNm)}$ <p><u>S: 安全係数で、Q_{smax}に対して 1.3, Q_{sex}に対して 1.0 とする</u></p> <p><u>Q_{fr}: 連結面間の摩擦で、$0.33Q_s$ とする。ただし、摩擦係数を 0.15 と仮定し、F_{ex} 又は F_f 及び F_b のうちいずれか該当する方の反力による代替の算式と</u>することができる。この場合の、ピンに働く応力は、次の算式による。</p> $\sigma_{vMises} = \sqrt{\left(\frac{F \cdot h_{pin}}{\frac{\pi}{32}}\right)^2 + 3 \left(\frac{F}{\frac{\pi}{4} d_{pin}^2}\right)^2} \text{ (MPa)}$ <p>ここで、</p> $F = \frac{Q_s - Q_{fr}}{l_m} \text{ (kN)}$ <p><u>l_m: 羽根のピッチ中心からピンの中心線までの水平距離 (m)</u></p> <p><u>h_{pin}: ピンの高さ (mm)</u></p> <p><u>d_{pin}: ピンの直径 (mm)</u></p> <p><u>Q_{fr}: F_{ex} 又は F_f 及び F_b のうちいずれか該当する方の反力によって生じる、プロペラ羽根軸受の摩擦トルク。スピンドルトルク Q_s の 3 分の 1 の値とす</u></p>		

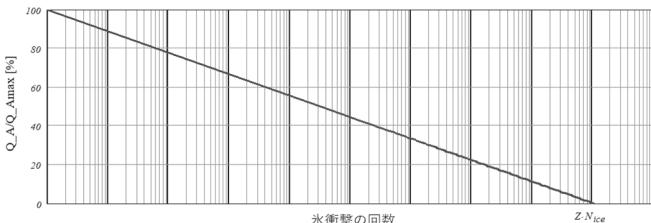
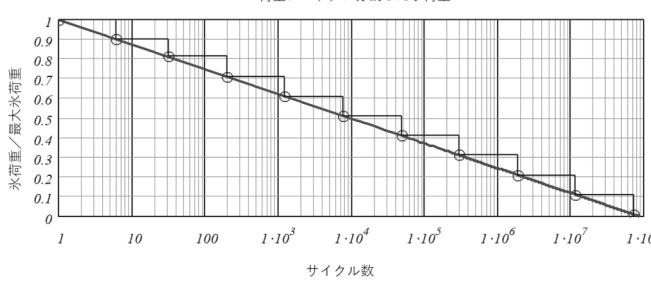
「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>る。</p> <p>(3) プロペラ羽根の損傷を生じるスピンドルトルク Q_{sex} は可変ピッチ機構のいかなる損傷に繋がるものであつてはならない。一枚のプロペラ羽根に作用する氷の相互作用におけるスピンドルトルクを考慮し、プロペラ羽根からサーボ装置にスピンドルトルクを伝達する部品の疲労強度について考慮しなければならない。この場合における最大振幅は、次の算式による。</p> $Q_{samax} = \frac{Q_{sb} + Q_{sf}}{2} \text{ (kNm)}$ <p>ここで、</p> <p>Q_{sb} : F_bによるスピンドルトルク (kNm)</p> <p>Q_{sf} : F_fによるスピンドルトルク (kNm)</p> <p>4. サーボ圧力</p> <p>(1) サーボ装置の設計圧力は、Q_{max} 又は、油圧アクチュエータ側の逃し弁により保護されていない場合における Q_{sex} によって生じる圧力から、それぞれの氷荷重によって生じる軸受の摩擦損失分を減じた圧力をとする。</p> <p>(2) 設計圧力は、いかなる場合も逃し弁の設定圧力を下回ってはならない。</p> <p>4.5.5 推進軸系の部品</p> <p>-1. 一般</p> <p>(1) 4.4.9 に規定するプロペラ羽根全体の損傷から算出するプロペラ羽根損傷荷重 F_{ex} は、軸荷重及び曲げ荷重の組み合わせから構成される。降伏に対する最小安全係数は、すべての軸系部品に対して 1.0 とする。</p> <p>(2) 軸及び軸受、軸継手、フランジ等の軸系構成部品は、</p>	(新規)	Para 6.4.4
	(新規) (新規)	Para 6.5

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>航行中におけるプロペラと氷の相互作用による荷重に耐えるように設計されなければならない。</p> <p>(3) 与えられた荷重は、軸系アライメント計算に使用することを意図したものではない。累積疲労計算は、マイナー則に従って実施しなければならない。最大応力が 10^8 荷重サイクルにおける疲労強度を下回る場合、疲労計算は必要ない。</p> <p>(4) 推進軸系におけるトルク及び推力の振幅分布（頻度分布）は、Weibull 分布の形状母数を $k=1.0$ として、次の算式による。また、当該算式に基づく、累積トルク分布を図 4.5.5-1.に示す。</p> $Q_A(N) = Q_{Amax} \left(1 - \frac{\log(N)}{\log(Z \cdot N_{ice})} \right)$ <p>ここで、</p> <p>ZN_{ice}：荷重の頻度分布における荷重サイクル数</p> <p>(5) Weibull 分布の形状母数は、ダクトを有さないプロペラ及びダクトを有すプロペラのそれぞれにおけるトルク及び曲げ荷重に対して $k=1.0$ とする。荷重分布は累積荷重の頻度分布であり、マイナー則を使用する場合は、荷重分布は最低 10 個の荷重ブロックに分割しなければならない。使用する荷重分布は、100% 負荷のサイクル数を隣接するブロック（例えば 90% 負荷）におけるサイクル数を超えるサイクル数として計上する。これにより、計算が安全側となり、荷重ブロックが少ないほど、計算上の安全マージンはより安全側となる。図 4.5.5-2.に軸系に対する荷重ブロックの分布（頻度分布）の一例を示す。</p> <p>(6) 荷重分布は、マイナー則において、nbl 個の荷重ブロックに分割する。それぞれの荷重ブロックにおけるサイクル数は、次の算式による。</p>		

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
$n_i = N_{ice}^{1 - \left(1 - \frac{i}{n_{bl}}\right)^k} - \sum_{i=1}^i n_{i-1}$ <p>ここで、 i : 個々の荷重ブロック n_{bl} : 荷重ブロックの数</p> <p>図 4.5.5-1. 累積トルク分布 累積トルク分布</p> 	(新規)	Figure 7
<p>図 4.5.5-2. 軸に対する荷重ブロックの頻度分布 ($k=1.0$) の一例 荷重ブロックに分割した氷荷重</p> 	(新規)	Figure 8
<p>-2. プロペラの取付け</p> <p>(1) キーレス構造</p> <p>(a) 0°Cにおける摩擦力は、ハブにおいて許容される応力を超えることなく、応答トルクの最大値</p>	(新規)	Para 6.5.1 Para 6.5.1.1

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p><u>(Q_{peak}) に対して少なくとも安全係数 (S) で 2.0 以上としなければならない。</u></p> <p><u>(b) 必要な面圧 $P_{0^{\circ}C}$ は、次式による。</u></p> $P_{0^{\circ}C} = \frac{2 \cdot S \cdot Q_{peak}}{\pi \cdot \mu \cdot D_s^2 \cdot L \cdot 10^3} \quad (MPa)$ <p><u>ここで、</u></p> <p><u>μ : 本規定のみに適用する金属材料間の摩擦係数で、次による。ただし、グリセリンを用いてウェットフィッティングを行う場合には、0.04 を加えた値とする。</u></p> <p><u>鋼及び鋼の場合 : 0.15</u></p> <p><u>鋼及び銅合金の場合 : 0.13</u></p> <p><u>D_s : プロペラ軸のテーパ部の軸方向長さの中央におけるプロペラ軸の直径 (m)</u></p> <p><u>L : プロペラボス内面テーパ部軸方向全長 (m)</u></p> <p><u>S : 安全係数で 2.0 以上の値</u></p> <p><u>(2) キー付構造は認められない。</u></p> <p><u>(3) フランジ構造</u></p> <p><u>(a) フランジの厚さは、プロペラ軸後部の所要径 (D 編 6.2.4-1 及び 2. 参照) の少なくとも 25% 以上としなければならない。</u></p> <p><u>(b) ボルト頭部用の座ぐりのように応力上昇の原因となるものは、フランジ厚さをそれに応じて増加しない限り、フランジ継手根元の丸味にかかるないようにしなければならない。</u></p> <p><u>(c) フランジ継手根元の丸味の半径は、プロペラ軸の</u></p>		<p>Para 6.5.1.2</p> <p>Para 6.5.1.3</p>

「極地氷海船の機関」 新旧対照表

新	旧	備考
<p><u>所要径の少なくとも 10%以上としなければならない。</u></p> <p><u>(d) シヤピンの直径は、以下の式に従って計算しなければならない。</u></p> $d_{pin} = 66 \sqrt{\frac{Q_{peak} \cdot S}{PCD \cdot z_{pin} \cdot \sigma_{0.2}}} \quad (mm)$ <p><u>ここで、</u></p> <p><u>d_{pin} : シヤピンの直径 (mm)</u></p> <p><u>z_{pin} : シヤピンの数</u></p> <p><u>S : 安全係数で 1.3 とする。</u></p> <p><u>(e) ボルトは、後方へのプロペラ羽根損傷荷重 F_{ex} (4.4.9) がボルトの降伏を引き起こさないように設計されなければならない。以下の算式を適用する。</u></p> $d_b = 41 \sqrt{\frac{F_{ex} \left(0.8 \cdot \frac{D}{PCD} + 1 \right) \cdot \alpha}{\sigma_{0.2} \cdot z_b}} \quad (mm)$ <p><u>ここで、</u></p> <p><u>α : ボルトの締付け法による係数で、次による。ただし、本会が適当と認める場合、他の係数を用いることができる。</u></p> <p><u>トルク法による場合 : 1.6</u></p> <p><u>伸び計測法による場合 : 1.3</u></p> <p><u>回転角度法による場合 : 1.2</u></p> <p><u>その他の追加手段を用いた伸び計測法による</u></p>		

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>場合 : 1.1</p> <p><u>d_b : 軸継手ボルトの直径 (mm)</u></p> <p><u>Z_b : 軸継手ボルトの数</u></p> <p><u>-3. プロペラ軸</u></p> <p>(1) プロペラ羽根損傷荷重 F_{ex}</p> <p>(a) 軸に平行に (前方又は後方に) 加えられるプロペラ羽根損傷荷重 F_{ex} (4.4.9) は、降伏を引き起こすものであってはならない。なお、曲げモーメントは他の荷重と組み合わせる必要はない。船尾管の後端の軸受部におけるプロペラ軸の直径 d_p は、以下の値を下回ってはならない。</p> $d_p = 160^3 \sqrt{\frac{F_{ex} \cdot D}{\sigma_{0.2} \cdot \left(1 - \frac{d_i^4}{d_p^4}\right)}} \text{ (mm)}$ <p>ここで、</p> <p><u>d_p : プロペラ軸の直径 (mm)</u></p> <p><u>d_i : プロペラ軸の内径 (mm)</u></p> <p>(b) 船尾管の後端の軸受より前方においては、実際の曲げモーメントを直接計算するか、又は、F_{ex}による曲げモーメントが次の軸受で 25%まで線形に減少し 3 番目の軸受でゼロまで線形に減少するという仮定に基づいて、軸の直径を減少させることができる。</p> <p>(c) 最大のプロペラ羽根後方及び前方荷重 F_b 及び F_fによる曲げは、結果として生じる応力レベルがプロペラ羽根損傷荷重による応力よりはるかに低いため考慮しない。</p> <p>(2) ピークトルク Q_{peak}</p>	(新規)	<p>Para 6.5.2 Para 6.5.2.1</p>

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>(a) ピークトルク Q_{peak} による応力は、軸の曲がりを避けるため、降伏に対する最小安全係数を平滑部で 1.5、応力集中部で 1.0 としなければならない。</p> <p>(b) 最小直径は、次の算式による。なお、平滑でない軸の直径は、いかなる場合も平滑な軸の所要径を下回ってはならない。</p> <p>平滑な軸の場合：</p> $d_p = 210^3 \sqrt{\frac{Q_{peak} \cdot S}{\sigma_{0.2} \cdot \left(1 - \frac{d_i^4}{d^4}\right)}} \quad (\text{mm})$ <p>平滑でない軸の場合：</p> $d_p = 210^3 \sqrt{\frac{Q_{peak} \cdot S \cdot \alpha_t}{\sigma_{0.2} \cdot \left(1 - \frac{d_i^4}{d^4}\right)}} \quad (\text{mm})$ <p>ここで、</p> <p>α_t :ねじりにおける局所応力集中係数</p> <p>(3) トルク振幅 (4.4.13) 及び対応する荷重サイクル数が、安全係数を 1.5 とした累積疲労評価において用いられなければならない。機関が起振する大きなねじり振動がある場合 (例：直結 2 ストローク機関)，当該ねじり振動についても考慮しなければならない。</p> <p>(4) 疲労強度</p> <p>(a) 軸材料の疲労強度 σ_F 及び τ_F (300 万荷重サイクル) は、材料の降伏強度又は 0.2%耐力に基づき、次の算式により評価しなければならない。</p> $\sigma_F = 0.436 \cdot \sigma_{0.2} + 77 = \tau_F \cdot \sqrt{3} \quad (\text{MPa})$ <p>なお、当該算式は研磨された小さな試料 (切り欠きなし) で応力比-1 の条件に基づいている</p>		Para 6.5.2.2
		Para 6.5.2.3
		Para 6.5.2.4

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>(“VDEH 1983 Bericht Nr. ABF11 Berechnung von Wöhlerlinien für Bauteile aus Stahl” 参照)。</p> <p>(b) 高サイクル疲労 (HCF) は、前(a)に規定する疲労強度、切り欠き係数(すなわち、幾何学的応力集中係数及び切り欠き感度)、寸法効果、平均応力の影響並びに要求される安全係数(300万荷重サイクルで1.6、10^9荷重サイクルで1.8)に基づいて評価しなければならない。</p> <p>(c) 10^4 荷重サイクルに相当する低サイクル疲労(LCF)は、降伏点又は引張強さの$\sqrt{3}$分の1の0.7倍のうち、いずれか小さい方の値に基づかなければならぬ。この基準には1.25の安全係数を用いる。</p> <p>(d) 前(b)及び(c)にいう HCF 及び LCF は、S-N 線図における傾きの変化点の上側及び下側を表す。なお、これらの値には、必要な安全係数が含まれているため、マイナーティールにおける累積疲労被害度が1であっても許容される。</p> <p>4. 中間軸は、-3.(2)から(4)に適合するよう設計しなければならない。</p> <p>-5. 軸継手</p> <p>(1) 焼きばめ継手(キーレス)は4.5.5-2.(1)による。ただし、安全係数は1.8とする。</p> <p>(2) キー付継手は認められない。</p> <p>(3) フランジ継手</p> <p>(a) フランジの厚さは、中間軸の所要径(D編6.2.4-1及び2.参照)の少なくとも20%以上としなければならない。</p> <p>(b) ボルト頭部用の座ぐりのように応力上昇の原因</p>	(新規)	Para 6.5.3
	(新規)	Para 6.5.4 Para 6.5.4.1
		Para 6.5.4.2
		Para 6.5.4.3

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>となるものは、フランジ厚さをそれに応じて増加しない限り、フランジ継手根元の丸味にかからないようしなければならない。</p> <p>(c) フランジ継手根元の丸味の半径は、中間軸の所要径の少なくとも 8%以上としなければならない。</p> <p>(d) リーマボルトの直径は、プレストレスを考慮し、安全係数1.9でピークトルクを伝達するものとして選定しなければならない。</p> <p>(e) ピンは、降伏に対して安全係数 1.5 でピークトルクを伝達するものでなければならない。 (-2.(3)(d) 参照)。</p> <p>(f) ボルトは、後方へのプロペラ羽根損傷荷重 F_{ex} (4.4.9) がボルトの降伏を引き起こさないように設計されなければならない。</p> <p>(4) スライインによる継手は、軸荷重及び曲げ荷重が発生しない場合に適用できる。Q_{peak} から生じ、許容される接触応力及びせん断応力に対して、1.5 の安全係数を適用しなければならない。</p> <p>-6. 動力伝達装置</p> <p>(1) 動力伝達装置の軸は、中間軸と同じ安全レベルを満たさなければならない。ただし、必要な場合は、曲げ応力及びねじり応力を組み合わせなければならない（例えば、静的荷重についてはミーゼス等価応力による）。十分な歯当たりを維持するため、最大許容たわみを、歯車軸の関連部品について考慮しなければならない。</p> <p>(2) 歯車</p> <p>(a) 歯車は次の 3 つの許容基準を満足するものでなければならない。</p>	(新規)	Para 6.5.4.4 Para 6.5.4.5 Para 6.5.4.6 Para 6.5.4.7

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>i) 歯元の応力</p> <p>ii) 歯面のピッキング</p> <p>iii) スカッフィング</p> <p>(b) 前(a)に加えて、必要に応じて表面下疲労について考慮しなければならない。</p> <p>(c) 歯幅にわたる荷重分布の影響を考慮しなければならない。(メッシュ、軸、歯車本体の) 弹性たわみ、精度公差、ねじれ角修正、軸受の作動位置(特に多入力单出力歯車の場合)など、関連するすべてのパラメータを考慮しなければならない。</p> <p>(d) 荷重の頻度分布(-1.参照)は、出力側の大歯車の荷重サイクル数に、(大歯車上の小歯車の数/プロペラ羽根の枚数)から得られる係数を乗じて適用しなければならない。より高い速度で作動する小歯車と出力側の大歯車の荷重サイクル数は、歯数比との乗算によって求めなければならない。また、ピークトルク(Q_{peak})も計算において考慮しなければならない。</p> <p>(e) 円筒歯車は、ISO 6336 シリーズ(すなわち、ISO 6336-1:2019, ISO 6336-2:2019, ISO 6336-3:2019, ISO 6336-4:2019, ISO 6336-5:2016 及び ISO 6336-6:2019 の method B)に基づいて評価しなければならない。ただし、本会が同等とみなす場合、D編附属書5.3.1を適用して差し支えない。</p> <p>(f) かさ歯車については、本会が適当と認めるところによる。</p> <p>(g) 歯元の安全性は、累積疲労解析によって、ピークトトルク、トルク振幅(適切な平均トルクを伴う)、及び通常荷重(開水域を連続最大出力で自由航走</p>		

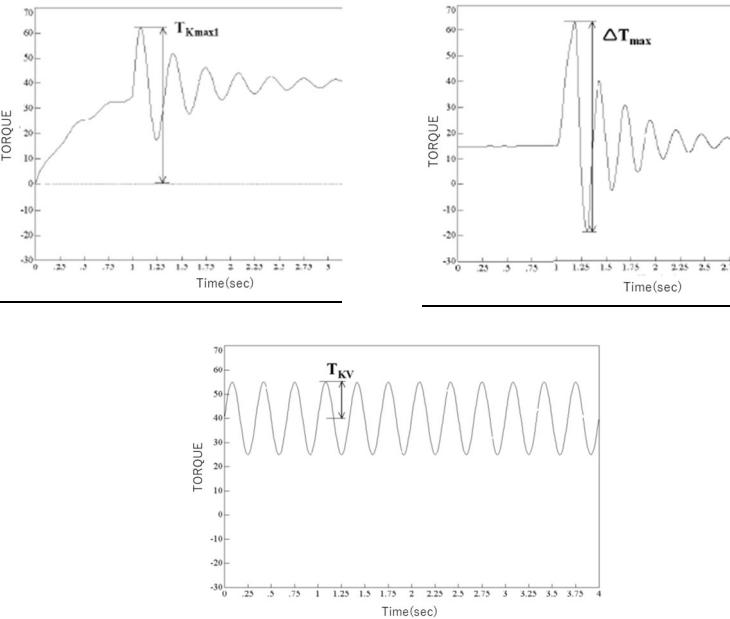
「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>する場合) に対して評価しなければならない。結果として得られる安全係数は少なくとも 1.5 でなければならない。</p> <p>(h) ピッキングに対する安全性は、歯元応力と同じ方法で評価しなければならない。ただし、結果として得られる安全係数は少なくとも 1.2 でなければならない。</p> <p>(i) ピークトルクに基づくスカッフィングに対する安全性は(引火温度法 - ISO/TR 13989-1:2000 及び ISO/TR 13989-2:2000 参照), 油の FZG クラスが仕様より 1 段階低いと仮定した場合において少なくとも 1.2 でなければならない。</p> <p>(j) 表面硬化歯車における歯面の表面下疲労(アクティブ歯面から反対側の歯元への斜め破壊)に対する安全性は、本会が適当と認めるところによる。(高過負荷は、早期破壊につながる表面下疲労による亀裂を生じる可能性があることに注意しなければならない。)</p> <p>(3) 軸受は、-10.によること。</p> <p>(4) 大歯車の車軸の継手におけるトルク能力は、継手部の 80% 降伏点における許容応力を超えることなく、応答トルクの最大値 O_{peak} (考慮する回転速度において) の少なくとも 1.8 倍でなければならない。</p> <p>-7. クラッチ</p> <p>(1) クラッチの静止摩擦トルクは応答トルクの最大値 O_{peak} の 1.3 倍以上、動摩擦トルクは静止摩擦トルクの 3 分の 2 以上でなければならない。</p> <p>(2) 作動圧力などの故障後のクラッチの緊急操作は、合理的に短時間で可能でなければならない。これがボ</p>	(新規)	<p>Para 6.5.4.8 Para 6.5.4.9</p> <p>Para 6.5.5</p>

「極地氷海船の機関」 新旧対照表

新	旧	備考
<p>ルトにより備えられる場合、エンジンを回転させることによってすべてのボルトにアクセスできるよう^{に、クラッチのエンジン側に配置されなければなら}ない。</p> <p>-8. 弹性継手</p> <p>(1) ピークトルクとねじれ限度に達するトルクの間に は、少なくとも 20%のマージンを設けなければならない。 $Q_{peak} < 0.8T_{Kmax}(N = 1) \text{ (kNm)}$</p> <p>(2) 応答トルクの最大値 Q_{peak} (図 4.4.13-3.参照) と、少な くとも 1 回の荷重サイクル ($N=1$) において有効な機 械的ねじれの限度及び弾性継手の許容最大トルクに 達するトルクとの間には、少なくとも 20%のマージ ンを設けなければならない。</p> <p>(3) 設計トルクレベル $Q_r(N=x)$ 及び $Q_A(N=x)$において、十 分な疲労強度があることを検証しなければならな い。これは、Weibull トルク分布 (図 4.5.5-1.と同様) に基づき、それぞれ次の算式による。</p> $Q_r(N=x) = 1 - \frac{\log(x)}{\log(Z \cdot N_{ice})}$ $Q_A(N=x) = 1 - \frac{\log(x)}{\log(Z \cdot N_{ice})}$ <p>ここで、</p> <p>$Q_r(N=1)$ は Q_{peak}, $Q_A(N=1)$ は Q_{Amax} にそれぞれ対応す る。</p> $Q_r(N = 5E4) \cdot S < T_{Kmax}(N = 5E4) \text{ (kNm)}$ $Q_r(N = 1E6) \cdot S < T_{KV} \text{ (kNm)}$ $Q_A(N = 5E4) \cdot S < \Delta T_{max}(N = 5E4) \text{ (kNm)}$ <p>ここで、</p> <p>S : は疲労に対する一般的な安全係数で 1.5</p>	(新規)	Para 6.5.6

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>(4) トルク振幅(又は範囲Δ)は、疲労亀裂を生じさせるものであってはならない。すなわち、許容振動トルクを超えてはならない。許容トルクは、Weibull トルク分布における補間により、決定しなければならない。ここで、T_{Kmax1} 及び ΔT_{max} はそれぞれ 5×10^4 荷重サイクル、T_{KV} は 10^6 荷重サイクルとする(図 4.5.5-1. 参照)。</p> $T_{Kmax1} \geq Q_r (5 \times 10^4 \text{ 荷重サイクル}) \text{ (kNm)}$ <p style="text-align: center;"><u>図 4.5.5-1. T_{Kmax1}, ΔT_{max} 及び T_{KV} の一例</u></p> 	<p>(新規)</p>	<p>Figure 9 - 11</p>

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p><u>-9. クランク軸</u> <u>機関の前方（推進軸系の反対側）に大きな慣性（フライホイール、チューニングホイール、動力取出し装置等）を持つクランク軸には、特別な配慮を行わなければならない。</u></p> <p><u>-10. 軸受</u></p> <p>(1) 船尾管の後端の軸受及びその次の軸受は、船舶の航行能力を維持できるように、4.4.9に規定する F_{ex} に耐えるものでなければならない。</p> <p>(2) 転がり軸受は、ISO 281:2007 に従った $L10a$ の寿命が、少なくとも 40,000 時間以上のものでなければならない。</p> <p>(3) スラスト軸受及びそのハウジングは、4.4.11 に規定する軸スラスト及び 4.4.9 に規定するプロペラ羽根損傷荷重 F_{ex} から生じる軸荷重に安全係数 1.0 で耐えられるよう設計されなければならない。計算の目的上、F_{ex} を除き、軸は定格速度で回転すると仮定する。リング型のプロペラの場合は、プロペラハブと氷の相互作用による荷重を特別に考慮しなければならない。</p> <p><u>-11. シール装置</u></p> <p>(1) シール装置は汚染物質の排出を防止し、使用温度に適したものでなければならない。故障時の汚染物質の排出を防止するための緊急時対応計画を文書化しなければならない。</p> <p>(2) シール装置は、意図された用途に適したものでなければならない。検討のため、製造者は同様の用途における使用実績及び／又は試験結果に関する資料を提供しなければならない。</p>	(新規)	Para 6.5.7
	(新規)	Para 6.5.8
	(新規)	Para 6.5.9

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
(削除)	<p>4.3.1 一般</p> <p>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。</p> <p>(1) <u>4.2に定める設計荷重に対して十分な強度を有さなければならない。</u></p> <p>(2) <u>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。</u></p> <p>(3) <u>十分な疲労強度を有するものでなければならぬ。</u></p>	
<p>4.5.6 旋回式推進装置</p> <p>旋回式推進装置を有する場合にあっては 4.5.5 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。</p> <p>(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。 <u>(プリング型の推進装置のプロペラハブに氷塊が衝突することによって生じる荷重など)。また、推進装置が流れに対して斜めの角度で作用する荷重についても考慮しなければならない。</u></p> <p>(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<u>(操舵機構、装置の取付部、推進装置本体含む)</u>が損傷しないように設計しなければならない。</p> <p>(3) プロペラ羽根の<u>損傷</u>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。<u>一般に、プロペラ羽根が上から下に動く際に於いて、推進装置本体に最大の曲げ荷重を与える。</u></p> <p>(4) 推進装置本体と氷の相互作用によって生じる推定荷</p>	<p>4.3.2 旋回式推進装置</p> <p>旋回式推進装置を有する場合にあっては 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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(3) プロペラ羽根の<u>塑性変形</u>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。</p> <p>(4) <u>3.4.10 に定める旋回部ケーシングに作用する氷荷重</u></p>	Para 6.6

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>重について考慮した設計としなければならない。推進装置本体は、船舶が典型的な氷上運転速度にあるときに、4.4.2に規定した設計上の最大氷塊が衝突したとき得られる荷重に耐えるものでなければならない。また、氷床が船体に沿って滑走し、推進装置本体を押圧する状況も考慮するものでなければならない。この場合の氷床の厚さは、4.4.2で定義するプロペラに入る最大氷塊の厚さとする。</p> <p>(削除)</p>	<p>についても考慮しなければならない。</p> <p>4.3.3 プロペラ羽根の強度</p> <p>-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。</p> <p>-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。</p> $\sigma_{calc} < \frac{\sigma_{ref}}{S}$ <p>ここで、</p> $S = 1.5$ <p>σ_{ref} : 0.7σ_u又は$0.6\sigma_{0.2} + 0.4\sigma_u$のうち、いずれか小さい方 (MPa)</p> <p>σ_u及び$\sigma_{0.2}$: 4.2.9-1による値 (MPa)</p> <p>4.3.4 プロペラ羽根の厚さ</p> <p>-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。</p>	
(削除)		

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
(削除)	$S \times S_{ice} \sqrt{\frac{3 p_{ice}}{\sigma_{ref}}} \text{ (mm)}$ <p> <u>x</u> : 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。 <u>S</u> : 安全率であって以下の値 $S = 2.5$ (後縁) $= 3.5$ (前縁) $= 5.0$ (先端) <u>S_{ice}</u> : 表 4.2.2-1.による値 p_{ice} : 氷圧であって $16 MPa$ とする。 <u>σ_{ref}</u> : 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をいう。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。 </p> <p>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。</p>	
(削除)	<p>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</p>	

「極地氷海船の機関」 新旧対照表

新	旧	備考
<p>4.6 原動機</p> <p>4.6.1 主機</p> <p>-1. ボラード状態で始動し、プロペラを動かすことができなければならない。</p> <p>-2. 可変ピッチプロペラを備える船舶の主機にあっては、機械的ストッパーにより制限される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。</p> <p>4.6.2 始動装置</p> <p>-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、途中で充気を行わずに主機を連続始動できなければならない。主機の始動以外の用途に使用される場合にあっては、それらの用途のための十分な容量を加えたものでなければならない。</p> <p>-2. 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、極地氷海船階級がPC6からPC1であって後進のために主機を逆転する船舶の場合、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。</p>	<p>本会が適當と認める値としなければならない。</p> <p>-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。</p> <p>-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。</p> <p>4.4 原動機</p> <p>4.4.1 主機</p> <p>(新規)</p> <p>可変ピッチプロペラを備える船舶の主機にあっては、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。</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p>	<p>Para 7</p> <p>Para 7.1</p> <p>Para 7.2</p>

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>4.6.3 非常発電装置</p> <p>-1. 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、<u>冷間状態から容易に始動できるよう</u>、加熱措置を講じなければならない。</p> <p>-2. 非常発電装置は、前-1.に規定する温度で少なくとも連続3回の始動が可能な蓄積エネルギー能力を持つ始動装置を装備しなければならない。蓄積エネルギー源は、独立した第2の始動手段を備え無い限り、自動始動装置による致命的な枯渇を防ぐために保護されなければならない。手動始動が効果的であることが証明されない限り、30分以内にさらに3回始動できるように、第2のエネルギー源を設けなければならない。</p>	<p>4.4.2 非常発電装置の始動</p> <p>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<u>ものでなければならぬ</u>。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。</p> <p>(新規)</p>	Para 7.3
<p>4.7 固定負荷加速度</p> <p>4.7.1 機関の固定負荷加速度</p> <p>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。</p> <p>(1) 船体梁に沿った任意の位置における縦衝撃加速度</p> $a_l = \left(\frac{F_{IB}}{\Delta}\right) \left\{ [1.1\tan(\gamma + \phi)] + \left[\frac{7H}{L}\right] \right\} \quad (m/s^2)$ <p>(2) 船体梁に沿った任意の位置における垂直衝撃加速度</p> $a_v = 2.5 \left(\frac{F_{IB}}{\Delta}\right) F_X \quad (m/s^2)$ <p>ただし,</p>	<p>4.5 固定負荷加速度</p> <p>4.5.1 機関の固定負荷加速度</p> <p>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。</p> <p>(1) 船体梁に沿った任意の位置における縦衝撃加速度</p> $a_l = \left(\frac{F_{IB}}{\Delta}\right) \left\{ [1.1\tan(\gamma + \phi)] + \left[\frac{7H}{L}\right] \right\} \quad (m/s^2)$ <p>(2) 船体梁に沿った任意の位置における垂直衝撃加速度</p> $a_v = 2.5 \left(\frac{F_{IB}}{\Delta}\right) F_X \quad (m/s^2)$ <p>ただし,</p>	<p>Para 8</p> <p>Para 8.1</p> <p>Para 8.2</p> <p>Para 8.3</p>

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>$F_X=1.3$ (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、碎氷後進を行う極地氷海船にあっては 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。</p> <p>(3) 船体梁に沿った任意の位置における横衝撃加速度</p> $a_t = 3F_i \frac{F_X}{\Delta} \text{ (m/s}^2)$ <p>ただし,</p> <p>$F_X=1.5$ (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、碎氷後進を行う極地氷海船にあっては 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。</p> <p>ここで, ϕ : 鋼と氷の間の最大摩擦角であって、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 : 規則 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} : 3.5.2 で定義される垂直衝撃力 (kN) F_i : 3.3.1-1.(3)(b)で定義される力 (kN)</p>	<p>$F_X=1.3$ (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、碎氷後進を行う極地氷海船にあっては 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。</p> <p>(3) 船体梁に沿った任意の位置における横衝撃加速度</p> $a_t = 3F_i \frac{F_X}{\Delta} \text{ (m/s}^2)$ <p>ただし,</p> <p>$F_X=1.5$ (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、碎氷後進を行う極地氷海船にあっては 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。</p> <p>ここで, ϕ : 鋼と氷の間の最大摩擦角であって、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 : 規則 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} : 3.5.2 で定義される垂直衝撃力 (kN) F_i : 3.3.1-1.(3)(b)で定義される力 (kN)</p>	Para 8.4

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>4.8 補助装置及び管装置</p> <p>4.8.1 補助装置</p> <p>-1. 機関は氷も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。</p> <p>-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。</p> <p>-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がないように設計しなければならない。</p> <p>4.8.2 海水取入口及び冷却水管装置</p> <p>-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。</p> <p>-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。</p> <p>(1) 極地氷海船階級が PC1 から PC5 の極地氷海船にあっては、少なくとも 2 つのアイスピックスを設置しなければならない。</p> <p>(2) 極地氷海船階級が PC6 及び PC7 の極地氷海船にあっては、少なくとも 1 つのアイスピ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。</p> <p>(3) それぞれのアイスピックスの体積は、すべての搭載される機関の合計出力 750kW につき 1m³ 以上としなければならない。</p> <p>(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 4.8.2-1.の例参照)</p>	<p>4.6 補助装置及び管装置</p> <p>4.6.1 補助装置</p> <p>-1. 機関は氷も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。</p> <p>-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。</p> <p>-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がないように設計しなければならない。</p> <p>4.6.2 海水取入口及び冷却水管装置</p> <p>-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。</p> <p>-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。</p> <p>(1) 極地氷海船階級が PC1 から PC5 の極地氷海船にあっては、少なくとも 2 つのアイスピックスを設置しなければならない。</p> <p>(2) 極地氷海船階級が PC6 及び PC7 の極地氷海船にあっては、少なくとも 1 つのアイスピ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。</p> <p>(3) それぞれのアイスピックスの体積は、すべての搭載される機関の合計出力 750kW につき 1m³ 以上としなければならない。</p> <p>(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 4.6.2-1.の例参照)</p>	<p>Para 9</p> <p>Para 10</p>

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>-3. 海水吸入弁はアイスピ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。</p> <p>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。</p> <p>-5. シーベイ、アイスピックス、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。</p> <p>-6. 冷却用海水をアイスピ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。</p> <p>-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。</p> <p>-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、吸入管の断面積の5倍以上とし、穴の直径及びスロットの幅は20 mm以上としなければならない。</p> <p>-9. アイスボックスの格子には掃除設備（低圧蒸気を使用するものとする。）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。</p>	<p>-3. 海水吸入弁はアイスピ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。</p> <p>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。</p> <p>-5. シーベイ、アイスピックス、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。</p> <p>-6. 冷却用海水をアイスピ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。</p> <p>-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。</p> <p>-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、吸入管の断面積の5倍以上とし、穴の直径及びスロットの幅は20 mm以上としなければならない。</p> <p>-9. アイスボックスの格子には掃除設備（低圧蒸気を使用するものとする。）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。</p>	

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>図 4.8.2-1. 海水取り入れ設備の例</p>	<p>図 4.6.2-1. 海水取り入れ設備の例</p>	<p>Para 11</p>
<p>4.8.3 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、玄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。</p> <p>4.9 通風装置</p> <p>4.9.1 機関区域及び居住区の通風装置</p> <ul style="list-style-type: none"> -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の手動による除氷が可能な位置に設けなければならない。 -2. 前-1.の通気口には、手動による除氷と同等と本会が認めるその他の防水対策を行うことができる。 -3. 非常用発電機を備える区画には、できるだけ離れた位置に複数の空気取入口を設けなければならない。 -4. 吸入空気の温度は、次の目的に適するものでなければならない。また、必要に応じて、居住区域及び空気取入口に 	<p>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、玄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。</p> <p>4.7 通風装置</p> <p>4.7.1 機関区域及び居住区の通風装置</p> <ul style="list-style-type: none"> -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。 (新規) 	<p>Para 12</p>

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>は、暖房手段を講じなければならない。</p> <p>(1) 機関の安全な運転 (2) 居住区域の温熱環境の快適性</p> <p>4.10 舵及び操舵装置</p> <p>4.10.1 舵及び操舵装置</p> <p>-1. 氷による荷重から<u>中心線上の舵</u>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。</p> <p>-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。<u>舵にかかる設計氷荷重は、操舵装置を損傷することなく回転止めに伝達されなければならない。</u></p> <p>-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。</p> <p>-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。</p> <p>4.10.2 ラダー・アクチュエータ</p> <p>-1. ラダー・アクチュエータは、D編 15.2.2(1)の規定を満足するトルクに、表 4.10.2-1.に示す係数を乗じて得られる保持トルクに基づき設計されなければならない。ただし、船の最高速力は 18 ノットとする。</p> <p>-2. ラダー・アクチュエータの寸法を決めるための設計圧力は、前-1.に規定する保持トルクに対応する最大使用圧力の少なくとも 1.25 倍でなければならない。</p> <p>-3. ラダー・アクチュエータに過度の圧力上昇が生じないよう、表 4.10.2-2.に示す転舵速度 (deg/s) を想定したトルク逃</p>	<p>4.8 舵及び操舵装置</p> <p>4.8.1 舵及び操舵装置</p> <p>-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。</p> <p>-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。</p> <p>-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。</p> <p>-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。</p>	<p>Para 13</p> <p>Para 13.1</p> <p>Para 13.2</p>
	<p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p>	

「極地氷海船の機関」 新旧対照表

新	旧	備考
<p>し装置により保護しなければならない。ただし、舵及びラダー・アクチュエータがこのような急激な荷重に耐えられるように設計されている場合は、この限りでない。</p> <p><u>4. 船級符号に “Icebreaker” (略号 ICB) を付記する極地氷海船にあっては、舵が回転止めを振り切り、片舷いっぱいに急激に強く押し出される場合にラダー・アクチュエータを効果的に保護するために、ファストアクティングトルク逃し装置を取り付けなければならない。</u></p> <p><u>-5. 油圧式操舵装置におけるファストアクティングトルク逃し装置は、表 4.10.2-3.に示す速度で舵が強制的に回転しているときに、操舵機室内の予想される最低周囲温度における油の粘度を考慮して、安全弁の設定圧力の 115%を超えないように設計しなければならない。</u></p> <p><u>-6. 代替の操舵装置の場合、ファストアクティングトルク逃し装置は、油圧式操舵装置に要求されるものと同等の保護を与えるものでなければならない。</u></p> <p><u>-7. いずれのファストアクティングトルク逃し装置も、操舵能力を速やかに回復できるように設計しなければならない。</u></p>	(新規)	

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考								
<p>表 4.10.2-1. 保持トルクに対する係数</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th><th><u>PC1 及び PC2</u></th><th><u>PC3 から PC5</u></th><th><u>PC6 及び PC7</u></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>係数</td><td style="text-align: center;"><u>5</u></td><td style="text-align: center;"><u>3</u></td><td style="text-align: center;"><u>1.5</u></td></tr> </tbody> </table>		<u>PC1 及び PC2</u>	<u>PC3 から PC5</u>	<u>PC6 及び PC7</u>	係数	<u>5</u>	<u>3</u>	<u>1.5</u>	(新規)	
	<u>PC1 及び PC2</u>	<u>PC3 から PC5</u>	<u>PC6 及び PC7</u>							
係数	<u>5</u>	<u>3</u>	<u>1.5</u>							
<p>表 4.10.2-2. 操舵装置の旋回速度（トルク逃し装置）</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th><th><u>PC1 及び PC2</u></th><th><u>PC3 から PC5</u></th><th><u>PC6 及び PC7</u></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>転舵速度 (deg/s)</td><td style="text-align: center;"><u>10</u></td><td style="text-align: center;"><u>7.5</u></td><td style="text-align: center;"><u>6</u></td></tr> </tbody> </table>		<u>PC1 及び PC2</u>	<u>PC3 から PC5</u>	<u>PC6 及び PC7</u>	転舵速度 (deg/s)	<u>10</u>	<u>7.5</u>	<u>6</u>	(新規)	Table 17
	<u>PC1 及び PC2</u>	<u>PC3 から PC5</u>	<u>PC6 及び PC7</u>							
転舵速度 (deg/s)	<u>10</u>	<u>7.5</u>	<u>6</u>							
<p>表 4.10.2-3. 操舵装置の旋回速度 (ファストアクティングトルク逃し装置)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th><th><u>PC1 及び PC2</u></th><th><u>PC3 から PC5</u></th><th><u>PC6 及び PC7</u></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>転舵速度 (deg/s)</td><td style="text-align: center;"><u>40</u></td><td style="text-align: center;"><u>20</u></td><td style="text-align: center;"><u>15</u></td></tr> </tbody> </table>		<u>PC1 及び PC2</u>	<u>PC3 から PC5</u>	<u>PC6 及び PC7</u>	転舵速度 (deg/s)	<u>40</u>	<u>20</u>	<u>15</u>	(新規)	Table 18
	<u>PC1 及び PC2</u>	<u>PC3 から PC5</u>	<u>PC6 及び PC7</u>							
転舵速度 (deg/s)	<u>40</u>	<u>20</u>	<u>15</u>							
<p>4.11 代替設計</p> <p>4.11.1 代替設計</p> <p>本章の代替として、統合的な設計の検討資料を提出の上、 合意された試験プログラムに基づく検証によることができる。</p>	(新規) (新規)	Para 14 Para 14.1								

附 則

1. この規則は、2024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。

「極地氷海船の機関」新旧対照表

新	旧	備考
<p>* 建造契約とは、最新の IACS Procedural Requirement (PR) No.29 に定義されたものをいう。</p> <p style="text-align: center;">IACS PR No.29 (Rev.0, July 2009)</p> <p>英文 (正)</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> (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. <p>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.</p>	<p>仮訳</p> <p>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請する者によって、船級協会に申告されなければならない。</p> <p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> (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。 <p>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。</p>	

「極地氷海船の機関」 新旧対照表

新	旧	備考
<p>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.</p> <p>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.</p> <p>Note: This Procedural Requirement applies from 1 July 2009.</p> <p>備考： 1. 本PRは、2009年7月1日から適用する。</p>	<p>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。</p> <p>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。</p>	