

鋼船規則

規
則

C 編

船体構造及び船体艤装

2016 年 第 1 回 一部改正

2016 年 6 月 30 日 規則 第 34 号

2016 年 2 月 5 日 技術委員会 審議

2016 年 2 月 22 日 理事会 承認

2016 年 6 月 24 日 国土交通大臣 認可

「鋼船規則」の一部を次のように改正する。

C 編 船体構造及び船体艤装

改正その 1

23 章 ブルワーク，ガードレール，放水設備，舷側諸口，丸窓，角窓，通風口及び歩路

23.6 通風筒

23.6.2 縁材の厚さ

-1.を次のように改める。

-1. 20.1.2 に規定する位置 I 又は位置 II に設けられ，かつ，乾舷甲板下の場所又は閉囲された船楼内に導かれる通風筒の縁材の厚さは，表 C23.7 の欄 1 に掲げる値以上でなければならない。ただし，23.6.1 の規定により縁材の高さを減ずる場合は，適当に参酌して差し支えない。

23.6.5 閉鎖装置

-2.を次のように改める。

-2. 乾舷甲板及び船楼甲板の暴露部における通風筒の開口には，有効な風雨密の閉鎖装置を設けなければならない。ただし，その縁材の甲板上面上の高さが，~~乾舷甲板，低船尾楼甲板及び船首 0.25L 間の船楼甲板~~20.1.2 に規定する位置 I にあつては 4.5m 以上のを超えるもの，~~その他の船楼甲板位置 II にあつては 2.3m 以上の~~を超えるものは，前-1.で要求されるものを除き，閉鎖装置を省略して差し支えない。

23.6.7 を次のように改める。

23.6.7 非常用発電機室の通風筒

非常用発電機室への給気に使用される通風筒の縁材の厚さは，~~甲板上面上の高さが，乾舷甲板，低船尾楼甲板及び船首 0.25L 間の船楼甲板~~20.1.2 に規定する位置 I にあつては 4.5m 以上のを超えるもの，~~その他の船楼甲板位置 II にあつては 2.3m 以上の~~を超えるものとし，風雨密閉鎖装置は取り付けてはならない。ただし，船舶の大きさや配置上の理由でこれが実行不可能な場合，本会の適当と認めるところによる。

附 則（改正その 1）

1. この規則は、2016 年 6 月 30 日から施行する。

1 章 通則

1.1 一般

表 C1.1 を次のように改める。

表 C1.1 各構造部材に対する軟鋼材の使用区分

部材名称		適用範囲	厚さ (mm)					
			15 以下	15 を超 え 20 以下	20 を超 え 25 以 下	25 を超 え 30 以下	30 を超 え 40 以下	40 を超 え 50 以下
(省略)								
倉 口	貨物倉口縁材	長さが0.15Lを 超える縦通縁 材(頂板及びそ のフランジは 含むが、その他 の防撓材は含 まない。☒C1.1 参照)並びに縦 通縁材の端部 肘板及び甲板 室との取り合 い部	中央部 0.4L 間	D			E	
		上記を除く 中央部 0.6L 間	D				E	
		上記以外	D					
	倉口蓋	＝頂板、底板及び主要支持部材	A			B	D	
船 尾 材	スタンフレーム ラダーホーン ラダートランク シャフトブラケット	－	A	B	D		E	
舵	舵板	－	A	B	D		E	
そ の 他	上記以外の構造部材（防撓材を含む）及び上記 適用範囲以外の箇所に使用する部材		A ^{*1*4}					

（注及び備考は省略）

表 C1.2 を次のように改める。

表 C1.2 各構造部材に対する高張力鋼材の使用区分

部材名称		適用範囲		厚さ (mm)					
				15 以下	15 を超え 20 以下	20 を超え 25 以下	25 を超え 30 以下	30 を超え 40 以下	40 を超え 50 以下
(省略)									
倉口	貨物倉口縁材	長さが 0.15L を超える縦通縁材 (頂板及びそのフランジは含むが, その他の防撓材は含まない)並びに縦通縁材の端部肘板及び甲板室との取り合い部	中央部 0.4L 間	DH				EH	
			上記を除く中央部 0.6L 間	DH					EH
			上記以外	DH					
	倉口蓋	＝頂板, 底板及び主要支持部材	AH					DH	
船尾材	スタンプレーム ラダーホーン ラダートランク シャフトブラケット	—	AH			DH		EH	
舵	舵板	—	AH			DH		EH	
その他	上記以外の構造部材 (防撓材を含む) 及び上記適用範囲以外の箇所に使用する部材		AH						

(備考は省略)

2 章 船首材及び船尾材

2.2 船尾材

2.2.5 を次のように改める。

2.2.5 ラダーホーン

-1. ラダーホーン(図 C2.3 参照)の各断面の寸法は、舵に 3.2 に規定する舵力が働いた場合のラダーホーンに加わる曲げモーメント、せん断力及びトルクを考慮するものとし、次の(1)から(3)の算式を適用して定めなければならない。

(1) X 軸まわりの断面係数 Z_x は、次の算式による値以上としなければならない。

$$Z_x = \frac{MK_{rh}}{67} \quad (cm^3)$$

M : 考慮している断面における曲げモーメントで次の算式、本会の適当と認めるところによる。(図 C2.3 参照)

$$M = Bz = (M_{\max} = Bd) \quad (N \cdot m)$$

B : 3.4.1 により求まるピントルベアリングの支持反力 (N)

z : ピントルベアリング長さの中心から考慮している断面までの距離 (m) で図 C2.3 による。

K_{rh} : 3.1.2 の規定により定まるラダーホーン材料係数

(2) Y 方向の部材の合計断面積 A_h は、次の算式による値以上としなければならない。

$$A_h = \frac{BK_{rh}}{48} \quad (mm^2)$$

B : 3.4.1 の規定により定まるピントルベアリングの支持反力 (N)

K_{rh} : 前(1)の規定による。

(3) 等価応力はラダーホーン高さ d 間の範囲内のいかなる断面においても、 $120/K_{rh}$ (N/mm^2) を超えないように定めなくてはならない。

等価応力 σ_e は、次の算式による。

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_b^2 + 3(\tau^2 + \tau_t^2)} \quad (N/mm^2)$$

σ_b, τ 及び τ_t : それぞれラダーホーンに働く曲げ応力、せん断応力及び捩じり応力で、次の算式本会の適当と認めるところによる。

$$\text{曲げ応力} : \sigma_b = \frac{M}{Z_x} \quad (N/mm^2)$$

$$\text{せん断応力} : \tau = \frac{B}{A_h} \quad (N/mm^2)$$

$$\text{捩り応力} : \tau_t = \frac{1000T_h}{2A_t t_h} \quad (N/mm^2)$$

T_h : 考慮している断面における捩じりモーメントで次の算式による。(図 C2.3 参照)

$$T_h = Bc(z) \quad (N \cdot m)$$

A_t : ラダーホーンによって囲まれる水平断面積 (mm^2)

t_h : ラダーホーンの板厚 (mm)

~~M , Z_x , B 及び K_{rh} : 前(1)の規定による。~~

~~A_u : 前(2)の規定による。~~

-2. ラダーホーンと船体構造との結合部においては連続性に十分な考慮を払わなければならない。

-3. ラダーホーンと船体構造とをなめらかなカーブで結合する場合には、曲げ強度に対するラダーホーンの板部材の有効性及び横桁板の応力に十分な考慮をしなければならない。

-4. ラダーホーンの板厚 (mm) は次の値以上としなければならない。

$$2.4\sqrt{LK_{rh}}$$

K_{rh} : 前-1.(1)の規定による。

-5. 船体構造との結合部

力を適切に伝達するため、ラダーホーンの外板は、例えば船側外板、横桁又は縦通桁に接合する等により、適切に船尾構造と接合しなければならない。(図 C2.3 参照)

施工上困難な場合を除き、船側外板に沿ってラダーホーン内に肘板又は桁を設けなければならない。(図 C2.3 参照)

ラダーホーンのトランスウェブは、十分な本数を船殻の隣接する甲板まで達するものとしなければならない。

船殻との十分な接合を確保するため、ラダーホーンのトランスウェブと同一線上に強固な実体肋板を設けなければならない。

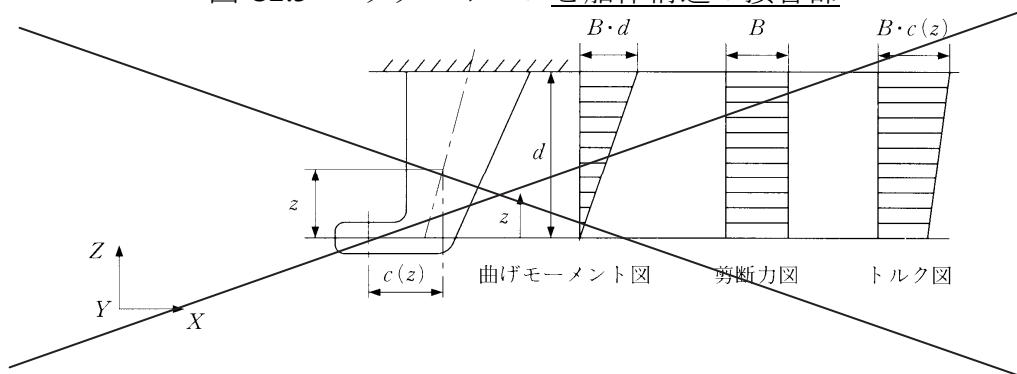
ラダーホーンは、船尾倉の中心線隔壁(制水隔壁)と接合しなければならない。

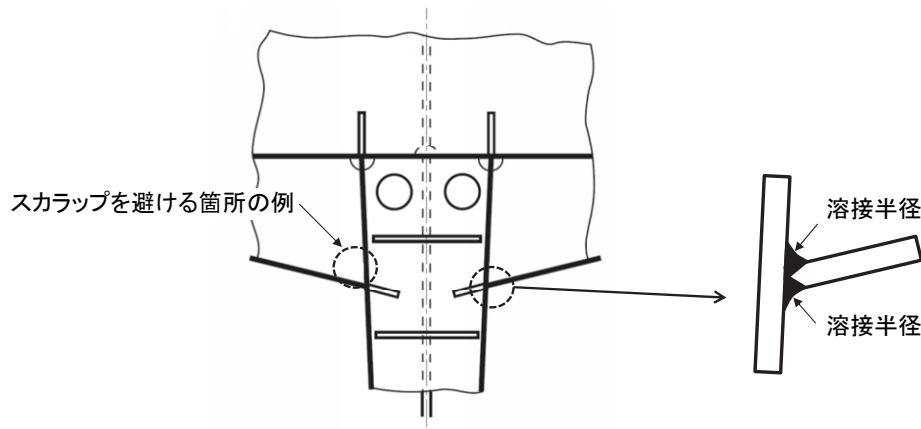
トランスウェブと外板の接続部にはスカラップを設けてはならない。(図 C2.3 参照)

ラダーホーンと船側外板の接続部の溶接は、完全溶け込み溶接としなければならない。溶接半径は実行可能な限り大きなものとしなければならない。これはグラインダによって差し支えない。(図 C2.3 参照)

図 C2.3 を次のように改める。

図 C2.3 ラダーホーンと船体構造の接合部





2.2.6 肋板との固着部

船尾材は、プロペラ柱の箇所で十分上方に延長し、その厚さが次の算式による厚さ以上の船尾肋板に堅固に固着させなければならない。

$$0.035L+8.5 \text{ (mm)}$$

2.2.7 ガジョン

- 1. ガジョンの深さは、ピントルベアリング部の長さ以上としなければならない。
 - 2. ガジョンの厚さは、 $0.25d_{p0}$ 未満としてはならない。ただし、~~3.1.3~~3.1.5 に定める船舶については、その厚さを適当に増さなければならない。
- ここで、 d_{p0} は、ピントルのスリーブ外面での実際の径 (mm)

2.2.8 として次の 1 条を加える。

2.2.8 ラダートランク

-1. 材料、溶接及び船体との結合部

本規定は、船尾骨材下方に延長されたもの及びそうでないもののどちらのトランク構造についても適用する。

ラダートランクに使用する鋼材は、炭素含有量の溶鋼分析値が 0.23%以下で、炭素等量 (CEQ) が 0.41%以下の、溶接に適したものとしなければならない。

ラダートランクと外板又はスケグの底部との溶接接合は、完全溶け込み溶接としなければならない。

すみ肉溶接の肩部の半径 r については、実行可能な範囲で大きくし、次の算式によらなければならない。(図 C2.4 参照)

$$\sigma \geq 40 / K_S \text{ N/mm}^2 \text{ の場合 } r = 60 \text{ mm}$$

$$\sigma < 40 / K_S \text{ N/mm}^2 \text{ の場合 } r = 0.1d_l, \text{ ただし } 30 \text{ mm 以上とすること。}$$

d_l : 3.5.2 に定義される舵頭材の径

σ : ラダートランクの曲げ応力 (N/mm²)

K_S : 3.1.2 の規定により定まる舵頭材の材料係数

研削によって半径を得ても差し支えない。ディスクグラインダ研削を行う場合、溶接方向の研磨傷は避けなければならない。

上記半径は、ゲージを用いて正確に確認しなければならず、少なくとも4つの外形側面について確認しなければならない。確認記録を検査員に提出しなければならない。

ラダートランクに鋼材以外の材料を用いる場合については、本会の適当と認めるところによる。

-2. 寸法

舵頭材を内包し、舵の動きにより応力を受ける構造のラダートランクについては、次による。

(1) 曲げ及びせん断による等価応力は使用材料の $0.35\sigma_Y$ 以下としなければならない。

(2) ラダートランクの溶接部の曲げ応力は次式を満足しなければならない。

$$\sigma \leq 80 / K_S$$

σ : -1.の規定による (N/mm^2)

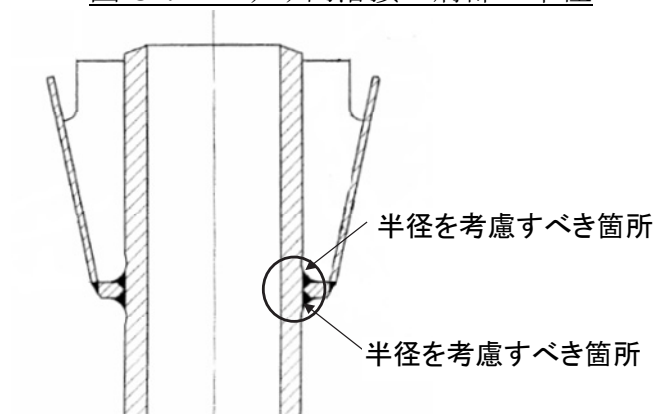
K_S : 3.1.2 の規定により定まる舵頭材の材料係数。ただし、0.7 以上とする。

σ_Y : 使用材料の降伏応力 (N/mm^2)

曲げ応力の計算において、考慮すべき長さは、ラダースtock下部ベアリングの高さの中心と、トランクが外板又はスケグ底に固着される点の間の距離とする。

図 C2.4 として次の図を加える。

図 C2.4 すみ肉溶接の肩部の半径



3 章を次のように改める。

3 章 舵

3.1 一般

3.1.1 適用

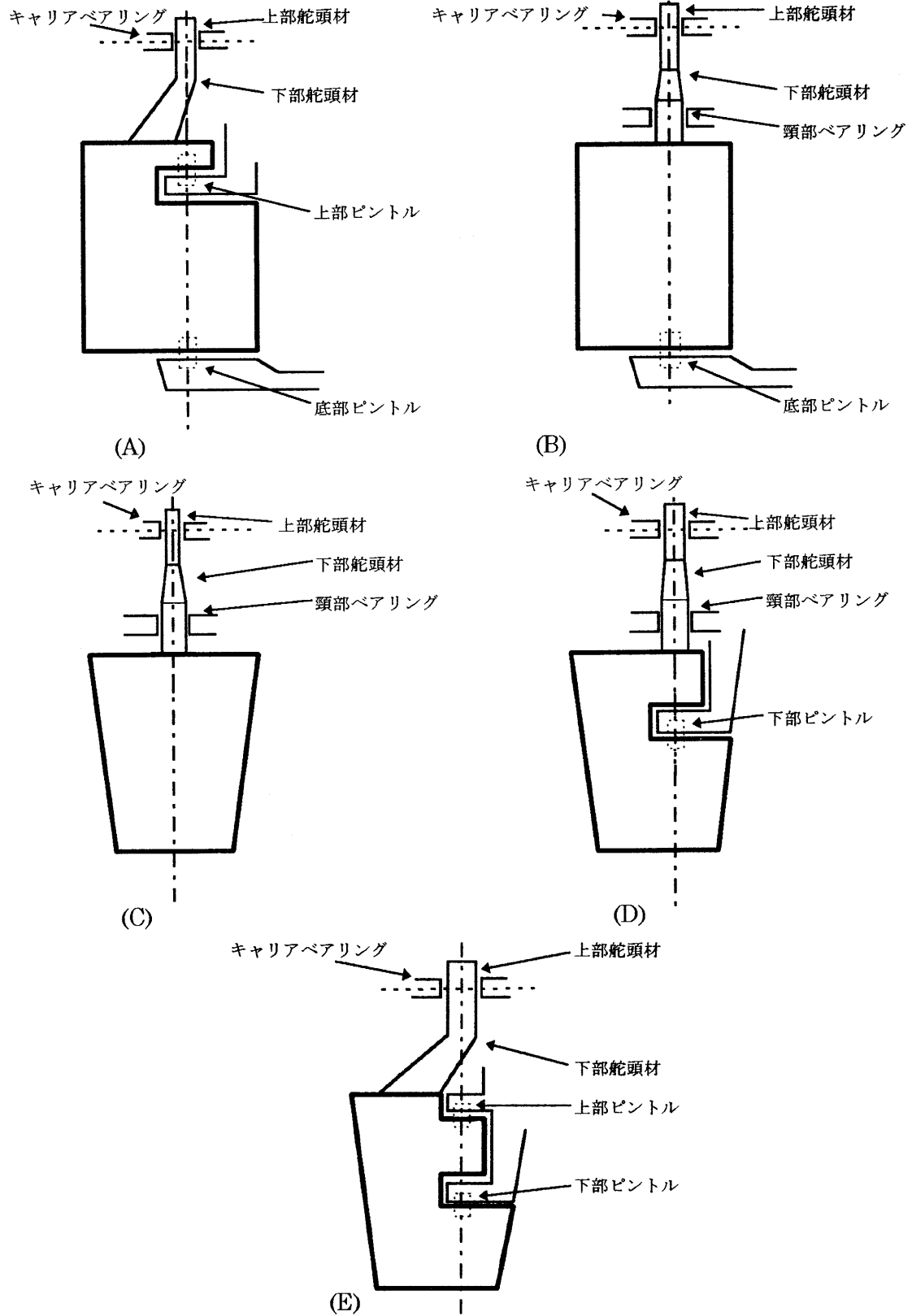
-1. 本章の規定は、流線形断面を持つ普通の形状の複板舵で、次の**(1)**から**(5)**に掲げる舵について定めたものである。

- (1) 上部及び底部にピントルを有する舵（図 **C3.1(A)**参照，以下「*A* 型の舵」という。）
- (2) 底部にピントル，頸部にベアリングを有する舵（図 **C3.1(B)**参照，以下「*B* 型の舵」という。）
- (3) 頸部ベアリングより下方にベアリングを有しない舵（図 **C3.1(C)**参照，以下「*C* 型の舵」という。）
- (4) 下側を固着されたピントル 1 個及び頸部にベアリングを有するマリナー型の舵（図 **C3.1(D)**参照，以下「*D* 型の舵」という。）
- (5) 下側を固着されたピントル 2 個を有するマリナー型の舵（図 **C3.1(E)**参照，以下「*E* 型の舵」という。）

-2. 3 個以上のピントルを有する舵あるいは特殊な断面又は形状を有する舵については、本会の適当と認めるところによる。

-3. 舵角が 35 度を超える場合の舵については、本会の適当と認めるところによる。

図 C3.1 舵の種類



3.1.2 材料

-1. 舵板、舵骨及び舵心材等溶接される舵の部材には **K 編**の規定に適合した船体構造用圧延鋼材を使用しなければならない。

-2. 高張力鋼を使用する場合には、要求寸法を減じることができる。この場合の材料係数 K は、**1.1.7-2.(1)**に規定する値とする。

~~-3. 舵の鋳鋼部分、舵頭材、ピントル、カップリングボルト、キー及びエッジバーの材料は、規則 K 編の規定に適合した圧延鋼材、鍛鋼品または炭素鋼鋳鋼品でなければならない。~~

-4. 舵頭材、ピントル、カップリングボルト及びキーについては、降伏応力が 200N/mm^2 以上のものでなければならない。本章の規定は、降伏応力が 235N/mm^2 の材料を基準としているため、降伏応力が 235N/mm^2 と異なる材料を使用する場合には、次の材料係数 K を使用しなければならない。

$$K = \left[\frac{235}{\sigma_y} \right]^e$$

ただし、

$e=0.75$ ($\sigma_y > 235\text{N/mm}^2$ の場合) 又は

$e=1.00$ ($\sigma_y \leq 235\text{N/mm}^2$ の場合)

σ_y : 使用材料の降伏応力 (N/mm^2) で、 $0.7\sigma_B$ 又は 450N/mm^2 のいずれか小さいものの以下でなければならない。

σ_B : 使用材料の引張強さ (N/mm^2)

~~-5. 降伏応力が 235N/mm^2 を超える材料を使用して舵頭材の径を減ずる場合には、ベアリング部の端部に過度の圧力が発生しないように、舵頭材のたわみについて特別な考慮を払わなければならない。~~

~~-3. 舵板、舵骨及び舵心材等溶接される舵の部材には規則 K 編の規定に適合した船体構造用圧延鋼材を使用しなければならない。高張力鋼を使用する場合には、要求寸法を減じることができる。この場合の材料係数 K は、**1.1.7-2.(1)**に規定する値とする。~~

3.1.3 溶接及び詳細設計

-1. スロット溶接は可能な限り少なくしなければならない。スロット溶接は大きな横方向の面内応力がスロットに作用する箇所又は A 型、 D 型及び E 型舵の切り欠き部に設けてはならない。

スロット溶接を設ける場合、スロットの長さは 75mm 以上とし、幅は舵板の板厚の 2 倍以上としなければならない。スロット端部間の距離は 125mm 以下としなければならない。

(図 C3.2 参照) スロットは周囲を溶接し、エポキシパテのような適切なコンパウンドで埋めなければならない。スロットを溶接で埋めてはならない。

連続スロット溶接をスロット溶接として用いて差し支えない。ルート間隔は 6mm から 10mm としなければならない。開先角度は少なくとも 15 度としなければならない。(図 C3.2 参照)

-2. A 型、 D 型及び E 型舵のラダーホーンリセス部における舵板の R 部半径は板厚の 5 倍又は 100mm のうち、いずれか大きい方の値未満であってはならない。側板の溶接端部は当該 R 部内及び R 部終端を避けること。側板の端部及び R 部との溶接部は滑らかにグラインダがけしなければならない。

-3. 板材と重量部材（鍛鋼，鋳鋼又は極厚板による一体型部材）の溶接部は完全溶け込み溶接としなければならない。A 型，D 型及び E 型舵の切欠き部及び C 型舵の上部のような高応力部には鋳鋼又は溶接構造のリブを設けなければならない。完全溶け込み溶接は通常 2 方向から溶接しなければならない。裏溶接が不可能な場合は，鋼製の裏当て金を用いた片面溶接を原則とする。この場合，裏当て金と重量部材の溶接部は片面連続溶接としなければならない。なお，本会が適当と認めた場合，これと異なる溶接施工を認めることがある。

-4. ラダートランクの溶接部の詳細については 2.2.8 によらなければならない。

-5. 舵頭材と舵が水平フランジによって接合される場合にあっては，溶接及び設計詳細は 3.8.1-5.によらなければならない。

-6. ラダーホーンの溶接及び設計詳細は 2.2.5-5.によらなければならない。

3.1.4 代替設計

-1. 本章の規定に適合しない代替設計であっても，本会が本章の規定に適合するものと同等の効力があると認める場合は，これを本章に適合するものとみなす。

-2. 代替設計の妥当性を確認するための直接解析においては，すべての損傷モードについて個別に考慮しなければならない。これらの損傷モードには降伏，疲労，座屈及び破壊が含まれる。また，キャビテーションにより起こり得る損傷についても考慮しなければならない。

-3. 本会が必要と認めた場合，代替設計の妥当性確認のために実験室試験または実物大試験を要求する場合がある。

3.1.35 特殊な場合の増径

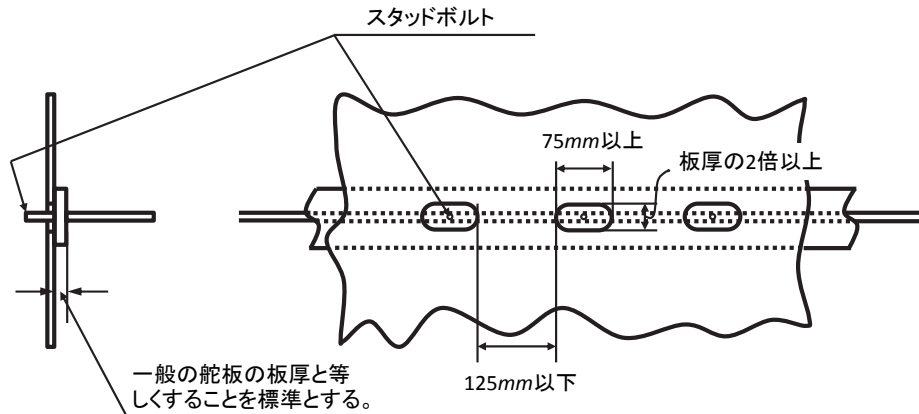
-1. 漁船等で，全速で大角度の操舵をする頻度が特に高いと考えられる船舶の舵については，舵頭材の径，ピントルの径及び舵心材の断面係数は，本章の規定によるものの 1.1 倍以上でなければならない。

-2. 特に操舵時間が短いと考えられる船舶の舵については，本章の規定によるほか，舵頭材の径を適当に増さなければならない。

3.1.46 スリーブ及びブッシュ

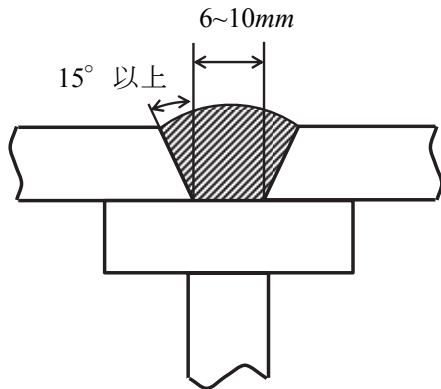
計画最大満載喫水線上相当の高さまでにあるベアリングは，スリーブ及びブッシュを設けなければならない。

図 C3.2 スロット溶接及び連続スロット溶接

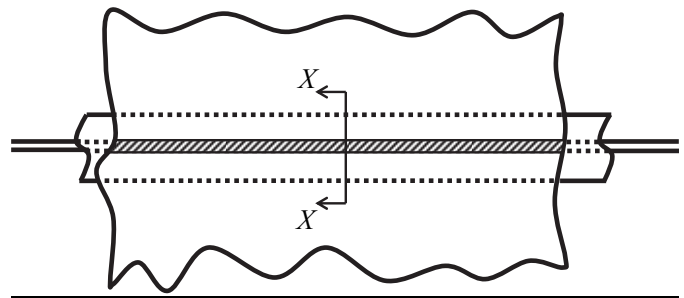


注) スロット溶接の脚長は F_1 を標準とする。

(a) スロット溶接



[X-X 断面]



(b) 連続スロット溶接

3.2 舵力

舵の寸法を決定するために用いられる舵力 F_R は前進及び後進のそれぞれの状態について次の算式による。ただし、特に大きな推力を発生させるプロペラの後方に舵を配置する場合には、舵力を適当に増さなければならない。

$$F_R = 132K_1K_2K_3AV^2 \quad (N)$$

A : 舵の面積 (m^2)

V : 船の速力 (kt)。その速力が $10kt$ 未満の場合には、 V は次の値 V_{min} としなければならない。

$$V_{min} = \frac{V + 20}{3} \quad (kt)$$

後進状態に対しては、後進速力 V_a は次の値とする。ただし、最大後進速力が V_a を超えて計画されている場合にはその速力とする。

$$V_a = 0.5V \quad (kt)$$

K_1 : 舵のアスペクト比 Λ によって定まる係数で、次の算式による。

$$K_1 = \frac{\Lambda + 2}{3}$$

Λ : 次の算式による。ただし、 Λ は、2を超える必要はない。

$$\Lambda = \frac{h^2}{A_t}$$

h : 図 C3.23 の座標系により求められる舵の平均高さ (m)

A_t : 舵の面積 A (m^2)。ただし、舵の平均高さ h の範囲内に舵柱またはラダーホーンがある場合にはそれらを含む合計面積 (m^2) とする。

K_2 : 舵の断面形状の種類によって定まる係数で表 C3.1 による。

K_3 : 舵の設置位置によって定まる係数で次の値とする。

プロペラ後流の外に舵がある場合 : 0.8

プロペラノズルを有し、その後方に舵がある場合 : 1.15

その他の場合 : 1.0

図 C3.23 舵の座標系

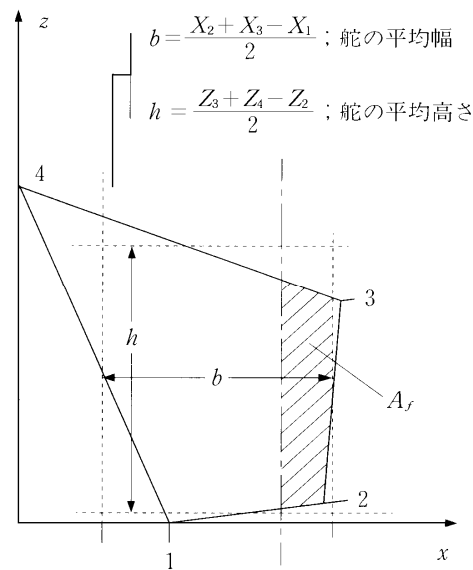
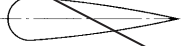
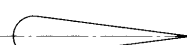
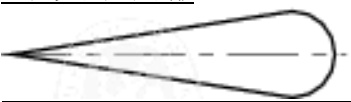
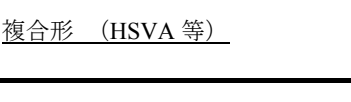


表 C3.1 係数 K_2

断面形状の種類	K_2	
	前進状態	後進状態
NACA-00 ゲッチンゲン形 	1.1	0.80
ホロー形 	1.35	0.90
フラットサイド形 	1.1	0.90

断面形状の種類	K_2	
	前進状態	後進状態
NACA-00 ゲッチンゲン形 	<u>1.10</u>	<u>0.80</u>
フラットサイド形 	<u>1.10</u>	<u>0.90</u>
ホロー形 	<u>1.35</u>	<u>0.90</u>
ハイリフト形 	<u>1.70</u>	特に考慮した値(既知でない場合は1.30とする)
フィッシュテール形 	<u>1.40</u>	<u>0.80</u>
複合形 (HSVA 等) 	<u>1.21</u>	<u>0.90</u>

3.3 舵トルク

3.3.1 B 型及び C 型舵の舵トルク

B 型及び C 型舵の舵トルク T_R は, 前進及び後進のそれぞれの状態について次の算式による。

$$T_R = F_R r \quad (N \cdot m)$$

F_R : 3.2 の規定による。

r : 舵の舵力中心から舵頭材の中心線までの距離で次の算式による。

$$r = b(\alpha - e) \quad (m)$$

ただし、前進状態では、 r は次の値 $r_{\min}$ 未満としてはならない。

$$r_{\min} = 0.1b \quad (m)$$

b : 図 C3.23 の座標系により求められる舵の平均幅 (m)

α : 次の値とする。

前進状態 : 0.33

後進状態 : 0.66

e : 舵のバランス比で次の算式による。

$$e = \frac{A_f}{A}$$

A_f : 舵頭材の中心線より前方にある舵の面積 (m^2)

A : 3.2 の規定による。

3.3.2 A 型、D 型及び E 型舵の舵トルク

A 型、D 型及び E 型舵の舵トルク T_R は、前進及び後進のそれぞれの状態について次の算式による。

$$T_R = T_{R1} + T_{R2} \quad (N \cdot m)$$

ただし、前進状態での T_R は次の算式による値 $T_{R\min}$ 未満としてはならない。

$$T_{R\min} = 0.1F_R \frac{A_1 b_1 + A_2 b_2}{A} \quad (N \cdot m)$$

T_{R1} 及び T_{R2} : それぞれ A_1 及び A_2 部分の舵トルク ($N \cdot m$)

A_1 及び A_2 : それぞれ A_{1f} 及び A_{2f} を含み、 $A = A_1 + A_2$ となるように分割されたそれぞれの四辺形の面積 (m^2) で、図 C3.34 による。 A_{1f} 及び A_{2f} はそれぞれ舵頭材中心より前方の部分を指す。

b_1 及び b_2 : 図 C3.23 を準用して定まる A_1 及び A_2 部分の平均幅 (m)

F_R 及び A : 3.2 の規定による。

A_1 及び A_2 部分の舵トルク T_{R1} 及び T_{R2} : それぞれ次の算式による。

$$T_{R1} = F_{R1} r_1 \quad (N \cdot m)$$

$$T_{R2} = F_{R2} r_2 \quad (N \cdot m)$$

A_1 及び A_2 部分の舵力 F_{R1} 及び F_{R2} : それぞれ次の算式による。

$$F_{R1} = F_R \frac{A_1}{A} \quad (N)$$

$$F_{R2} = F_R \frac{A_2}{A} \quad (N)$$

r_1 及び r_2 : それぞれ A_1 及び A_2 部分の舵力中心から舵頭材の中心線までの距離でそれぞれ次の算式による。

$$r_1 = b_1(\alpha - e_1) \quad (m)$$

$$r_2 = b_2(\alpha - e_2) \quad (m)$$

e_1 及び e_2 : それぞれ A_1 及び A_2 部分のバランス比でそれぞれ次の算式による。

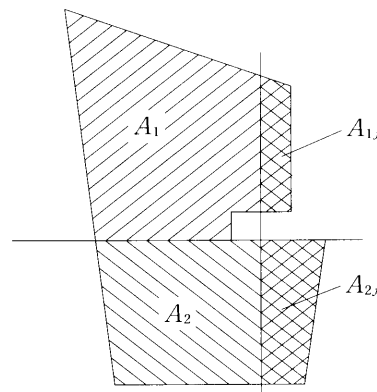
$$e_1 = \frac{A_{1f}}{A_1}, e_2 = \frac{A_{2f}}{A_2}$$

α : 次の値とする。

ラダーホーンのような固定構造物の後方にある舵の部分に対しては、

前進状態： 0.33
 後進状態： 0.66
 ラダーホーンのような固定構造物の後方にある舵の部分に対しては、
 前進状態： 0.25
 後進状態： 0.55

図 C3.34 舵の分割



3.4 舵強度計算

3.4.1 舵強度計算

-1. 舵強度は、3.2 及び 3.3 によって与えられる舵力及び舵トルクに対し、十分なものでなければならない。舵の各部の寸法決定にあたり次のモーメント及び力を考慮しなければならない。

- (1) 舵本体に対し、曲げモーメント及びせん断力
- (2) 舵頭材に対し、曲げモーメント及びトルク
- (3) ピントルベアリング及び舵頭材ベアリングに対し、支持反力

-2. 考慮すべき曲げモーメント、せん断力及び支持反力は本会の適当と認める直接計算法又は簡易計算法を用いて求めなければならない。

3.5 舵頭材

3.5.1 上部舵頭材

上部舵頭材とは、舵トルクを伝達するために要求されるラダーキャリアのベアリング中央より上方の部分の舵頭材をいい、その径 d_u は振り応力が $68/K_S$ (N/mm^2) を超えないように定めなければならない。この場合、舵頭材の径は、次の算式により算出して差し支えない。

$$d_u = 4.2\sqrt[3]{T_R K_S} \quad (mm)$$

T_R : 3.3 の規定による。

K_S : 3.1.2 の規定により定まる舵頭材の材料係数

3.5.2 下部舵頭材

下部舵頭材とは、トルクと曲げモーメントの合成力を受けるラダーキャリアのベアリング中央より下方の部分の舵頭材をいい、その径 d_l は等価応力が $118/K_S$ (N/mm^2) を超えないように定めなければならない。等価応力 σ_e は、次の算式による。

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau_t^2} \quad (N/mm^2)$$

σ_b 及び τ_t : それぞれ舵頭材の考慮している位置に働く曲げ応力及び捩り応力で次の算式による。

$$\text{曲げ応力} : \sigma_b = \frac{10.2M}{d_l^3} \times 10^3 \quad (N/mm^2)$$

$$\text{捩り応力} : \tau_t = \frac{5.1T_R}{d_l^3} \times 10^3 \quad (N/mm^2)$$

M : 舵頭材の考慮している位置における曲げモーメント ($N\cdot m$)

T_R : 3.3 の規定による。

舵頭材の水平断面の形状が円形の場合には、舵頭材の径 d_l は、次の算式により算出して差し支えない。

$$d_l = d_u \sqrt[6]{1 + \frac{4}{3} \left[\frac{M}{T_R} \right]^2} \quad (mm)$$

d_u : 3.5.1 の規定により定まる舵頭材の径 (mm)

3.6 舵板、舵骨及び舵心材

3.6.1 舵板

舵板の厚さ t は、次の算式による値以上としなければならない。

$$t = 5.5S\beta \sqrt{\left(d + \frac{F_R \times 10^{-4}}{A}\right) K_{pl}} + 2.5 \quad (mm)$$

A 及び F_R : 3.2 の規定による。

K_{pl} : 3.1.2 の規定により定まる舵板の材料係数

β : 次の算式による。

$$\beta = \sqrt{1.1 - 0.5\left(\frac{S}{a}\right)^2}, \quad \text{最大} 1.0 \left(\frac{a}{S} \geq 2.5\right)$$

S : 水平舵骨及び垂直舵骨の心距のうちの小さい方の心距 (m)

a : 水平舵骨及び垂直舵骨の心距のうちの大きい方の心距 (m)

一体型部品付近の舵板は 3.7.4 に従い、増厚しなければならない。

3.6.2 舵骨

-1. 舵本体は、曲げを受けるガードとして十分な強度を持つように水平及び垂直舵骨によって防撓しなければならない。

-2. 水平舵骨の心距は、次の算式による値を標準とする。

$$0.2\left(\frac{L}{100}\right)+0.4 \quad (m)$$

-3. 舵心材となる垂直舵骨からその前後に設ける垂直舵骨までの距離は、水平舵骨の心距の 1.5 倍を標準とする。

-4. 舵骨の厚さは **3.6.1** による舵板の厚さの 70% 又は 8mm のうちいずれか大きい方未満としてはならない。

3.6.3 舵心材

-1. 舵心材となる垂直舵骨は、二材の場合は舵頭材中心線の前後に舵の厚さとほぼ等しい間隔に配置し、一材の場合は舵頭材中心線上に設けるものとする。

-2. 舵心材の断面係数は、前-1.に規定する垂直舵骨及びそれに付く舵板について算定するものとする。ただし、算入する舵板の幅については特別な場合を除き次の(1)及び(2)による。

(1) 舵心材となる垂直舵骨が二材の場合は、幅は舵心材の長さの 0.2 倍とする。

(2) 舵心材となる垂直舵骨が一材の場合は、幅は舵心材の長さの 0.16 倍とする。

-3. 舵心材の水平断面の断面係数及びウェブの断面積は、曲げ応力 σ_b 、せん断応力 τ 及び等価応力 σ_e が、それぞれ次の応力を超えないように定めなければならない。

$$\text{曲げ応力:} \quad \sigma_b = \frac{110}{K_m} \quad (N/mm^2)$$

$$\text{せん断応力:} \quad \tau = \frac{50}{K_m} \quad (N/mm^2)$$

$$\text{等価応力:} \quad \sigma_e = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau^2} = \frac{120}{K_m} \quad (N/mm^2)$$

K_m : **3.1.2** の規定により定まる舵心材の材料係数

ただし、A 型、D 型及び E 型舵の切込み部分周辺における舵心材の水平断面の断面係数及びウェブの断面積は、軟鋼又は高張力鋼にかかわらず、曲げ応力 σ_b 、せん断応力 τ 及び等価応力 σ_e が、それぞれ次の応力を超えないように定めなければならない。

$$\text{曲げ応力:} \quad \sigma_b = \frac{75}{K_m} \quad \sigma_b = 75 \quad (N/mm^2)$$

$$\text{せん断応力:} \quad \tau = \frac{50}{K_m} \quad \tau = 50 \quad (N/mm^2)$$

$$\text{等価応力:} \quad \sigma_e = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau^2} = \frac{100}{K_m} \quad \sigma_e = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau^2} = 100 \quad (N/mm^2)$$

K_m : **3.1.2** の規定により定まる舵心材の材料係数

-4. 舵心材の上端部については、その構造が不連続とならないよう、注意しなければならない。

-5. メインテナンス用開口及び A 型、D 型及び E 型舵の舵板の切込み部分については適当な R を付けなければならない。

3.6.4 固着

舵板と舵骨とは、工作に注意の上、欠陥を残さないよう、固着させなければならない。

3.6.5 塗装及び排水装置

舵の内面には有効な塗料を塗り、底部には排水装置を設けなければならない。

3.7 舵板構造と鍛鋼又は鋳鋼の一体型部品との接合

3.7.1 一体型部品のみみ

舵頭材又はピントルのハウジングを構成する鍛鋼又は鋳鋼製の一体型部品は、一般に、みみを備えるものとしなければならない。

ウェブ板厚を次の値未満とする場合、これらのみみを設ける必要は無い。

- ・ A 型、D 型及び E 型舵の下部ピントルのハウジング部一体型部品と溶接するウェブ及び C 型舵の舵頭材カップリング部の一体型部品と溶接する垂直ウェブの場合：
10mm
- ・ その他のウェブの場合： 20mm

3.7.2 一体型部品と舵構造の接合

一体型部品は、一般に、2 本の水平ウェブと 2 本の垂直ウェブにより舵構造に接合しなければならない。

3.7.3 舵頭材ハウジングとの接合部における最小断面係数

舵頭材ハウジングの一体型部品との接合部における、垂直ウェブ及び舵板から成る舵板構造の断面係数 (cm^3) については、次式による値以上としなければならない。

$$c_s d_l^3 \left(\frac{H_E - H_X}{H_E} \right)^2 \frac{K_{pl}}{K_S} 10^{-4} \quad (\text{cm}^3)$$

c_s : 次の係数

舵板に開口が無い場合又は開口が完全溶け込み溶接される板により密閉される場合： $c_s = 1.0$

舵の考慮する断面上に開口がある場合： $c_s = 1.5$

d_l : 3.5.2 に規定する下部舵頭材の直径 (mm)

H_E : 舵板の下端と一体型部品の上端間の垂直距離 (m)

H_X : 考慮する断面と一体型部品の上端間の垂直距離 (m)

K_{pl} : 3.1.2 の規定により定まる舵板の材料係数

K_S : 3.1.2 の規定により定まる舵頭材の材料係数

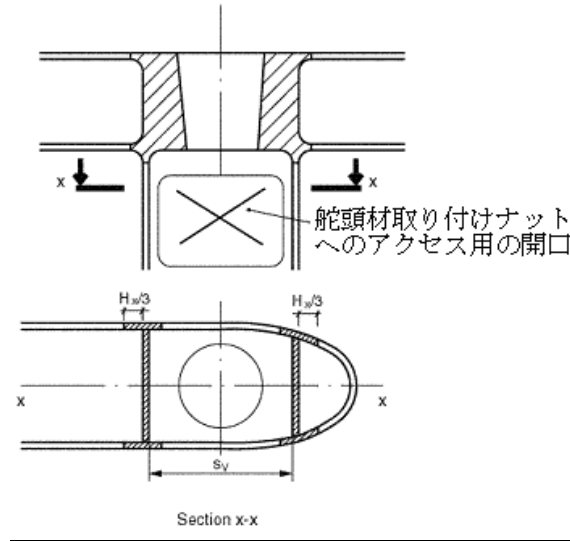
舵板構造の断面における断面係数については、舵の対称軸について算出しなければならない。この断面係数の算出において考慮する舵板の幅は、次式による値 (m) 以下としなければならない。

$$b = s_V + 2 \frac{H_X}{3}$$

s_V : 2 つの垂直ウェブの間隔 (m) (図 C3.5 参照)

舵頭材固定ナットへのアクセス開口を完全溶け込み溶接により密閉しない場合、開口部を差し引かなければならない。(図 C3.5 参照)

図 C3.5 舵板構造と舵頭材ハウジング部との接合部横断面



3.7.4 水平ウェブの板厚

一体型部品近傍の水平ウェブの板厚及び水平ウェブ間の舵板の板厚は、次式による値のうち大きな方の値以上としなければならない。

$$t_H = 1.2t$$

$$t_H = 0.045 \frac{d_s^2}{s_H}$$

t : 3.6.1 の規定による

d_s : 直径 (mm) で、次による。

舵頭材と接合する一体型部品の場合 : d_l

ピントルと接合する一体型部品の場合 : d_p

d_l : 3.5.2 に規定する舵頭材の直径 (mm)

d_p : 3.9.1 に規定するピントルの直径 (mm)

s_H : 2 つの水平ウェブの間隔 (mm)

水平ウェブは少なくとも一体型部品の前方及び後方の次の垂直ウェブまで適切に増厚しなければならない。

3.7.5 舵板及び垂直ウェブの板厚

舵頭材ハウジングの一体型部材と溶接する垂直ウェブ及び当該一体型部材の下方の舵板の板厚については、表 C3.2 による値以上としなければならない。

一体型部品の下方の少なくとも次の水平ウェブまでは、適切に増厚しなければならない。

表 C3.2 舵板及び垂直ウェブの板厚

舵型	垂直ウェブ板厚 (mm)		舵板板厚 (mm)	
	舵板に 開口が 無い場 合	舵板に 開口が ある場 合	舵板に 開口が 無い場 合	開口の ある箇 所
A 型舵及び B 型 舵	1.2t	1.6t	1.2t	1.4t
C 型舵, D 型舵 及び E 型舵	1.4t	2.0t	1.3t	1.6t
t: 3.6.1 の規定による。				

3.78 舵頭材と舵心材との接合部

3.78.1 水平フランジ型カップリング

- 1. カップリングボルトは、リーマボルトとし、その数は 6 未満としてはならない。
- 2. カップリングボルトの径 d_b は、次の算式による値以上としなければならない。

$$d_b = 0.62 \sqrt{\frac{d^3 K_b}{n e_m K_s}} \quad (mm)$$

d : 3.5.1 及び 3.5.2 の規定により定まる舵頭材の径 d_u 及び d_l のうちいずれか大きい方の値 (mm)

n : ボルトの合計数

e_m : ボルトの配置の中心から各ボルトの中心までの平均距離 (mm)

K_s : 3.1.2 の規定により定まる舵頭材の材料係数

K_b : 3.1.2 の規定により定まるボルトの材料係数

~~-3. カップリングボルトのナットには、有効な固定装置を設けなければならない。~~

~~-4.~~ カップリングフランジの厚さ t_f は、次の算式による値以上としなければならない。
ただし、 $0.9d_b$ (mm) 未満としてはならない。

$$t_f = d_b \sqrt{\frac{K_f}{K_b}} \quad (mm)$$

K_f : 3.1.2 の規定により定まるフランジの材料係数

K_b : 前-2.による。

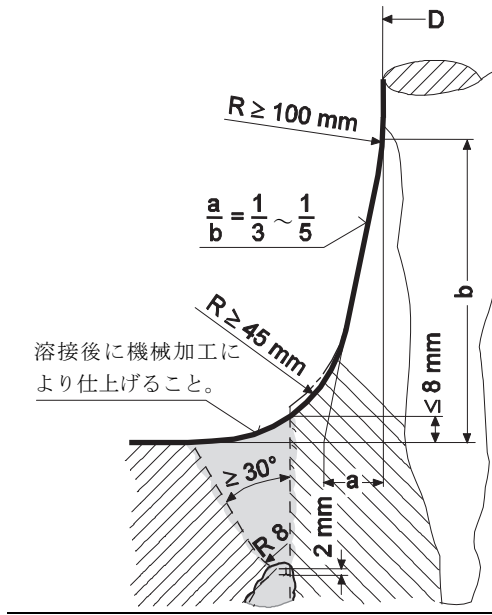
d_b : 8 を超えないボルトの数に対して前-1.により定まるボルトの径 (mm)

~~-5.~~ カップリングフランジのボルト穴の外側の幅外周とフランジの外周の間の幅は $0.67d_b$ 未満としてはならない。

~~-5.~~ 舵頭材とフランジ間の溶接接合については、図 C3.6 又はこれと同等のものとしなければならない。

~~-6. カップリングボルトのナットには、有効な固定装置を設けなければならない。~~

図 C3.6 舵頭材とカップリングフランジ間の溶接接合



3.7.38.2 垂直カップリング

- 1. カップリングボルトは、リーマボルトとし、その数は8未満としてはならない。
- 2. カップリングボルトの径 d_b は、次の値以上としなければならない。

$$d_b = \frac{0.81d}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{K_b}{K_s}} \quad (mm)$$

d : 3.5.1 及び 3.5.2 の規定により定まる舵頭材の径 d_u 及び d_l のうちいずれか大きい方の値 (mm)

n : ボルトの数

K_b : 3.1.2 の規定により定まるボルトの材料係数

K_s : 3.1.2 の規定により定まる舵頭材の材料係数

- ~~3. カップリングボルトのナットには、有効な固定装置を設けなければならない。~~
43. カップリングフランジの中心線に対するボルトの断面の一次モーメント M は、次の算式による値以上としなければならない。

$$M = 0.00043d^3 \quad (cm^3)$$

- ~~54.~~ カップリングフランジの厚さは、ボルトの径以上としなければならない。
~~65.~~ カップリングフランジのボルト穴の~~外側のフランジの幅~~外周とフランジの外周の間の幅は、 $0.67d_b$ 以上としなければならない。
 -6. カップリングボルトのナットには、有効な固定装置を設けなければならない。

3.7.28.3 キー付コーンカップリング

- 1. テーパ及びカップリング長さ

油圧応用機器（オイルインジェクションとハイドロリックナット等）による差し込み及び抜き出しを行わないコーンカップリングはにおいて、直径のテーパ c は~~1.8~~1.8から1:12の勾配としなければならない。ただし、 c は次による。（図 ~~C3.4~~**C3.7** 参照）

$$c = (d_0 - d_e)/\ell$$

~~舵板に差し込み、スラッキングナットにより締め付ける舵頭材においては、舵頭材の取付部のテーパ長さ l は通常、舵の頂部における舵頭材の径 d_u の 1.5 倍未満としなければならない。この場合、舵頭材と舵のカップリングには、キーを備えなければならない。なお、キーの寸法は本会の適当と認めるところによる。~~

コーンカップリングはスラッキングナットにより固定し、スラッキングナットは固定板等で固定しなければならない。

コーンの形状は確実にかみ合うものとし、カップリング長さ l は通常、舵の頂部における舵頭材の径 d_0 の 1.5 倍以上としなければならない。

-2. キーの寸法

舵頭材と舵の間にはキーを備えなければならない。キーのせん断面積 (cm^2) は、次の値以上としなければならない。

$$a_s = \frac{17.55M_Y}{d_k \sigma_{Y1}} \quad (cm^2)$$

M_Y : 舵頭材の設計許容モーメント ($N\cdot m$) で、次による。

$$M_Y = 0.02664 \frac{d_u^3}{K_S}$$

実際に用いる舵頭材の直径 d_{ua} が算出された直径 d_u より大きい場合、 d_u に代わり d_{ua} を用いること。ただし、上記算式においては $1.145d_u$ を超える必要はない。

d_u : 3.5.1 による舵頭材の直径

K_S : 舵頭材の材料係数

d_k : 舵頭材円錐部分のキー取り付け部における平均直径 (mm)

σ_{Y1} : キー材料の最小降伏応力 (N/mm^2)

キーと舵頭材の当たり部及びキーとコーンカップリングの当たり部 (いずれも、曲縁部分は除く。) の有効面積 (cm^2) は、次の値以上としなければならない。

$$a_k = \frac{5M_Y}{d_k \sigma_{Y2}} \quad (cm^2)$$

σ_{Y2} : キー、舵頭材又はカップリング部の材料の最小降伏応力 (N/mm^2) のうちで最も小さいもの

~~23. 前-1.にいうスラッキングナットの寸法は、次によらなければならない。(図 C3.4C3.7 参照)~~

~~ナットのネジ谷における直径 $d_g \geq 0.65d_0$ (mm)~~

~~ナットの長さ高さ $h_n \geq 0.6d_g$ (mm)~~

~~ナットの外径 $d_n \geq 1.2d_e$ 又は $1.5d_g$ のうちいずれか大きい方 (mm)~~

-4. コーンカップリング部の摩擦のみにより設計許容モーメントの 50% を伝達することを確保しなければならない。これは、振りモーメント $M'_Y = 0.5M_Y$ として、3.8.4-2.及び-3.に従って計算する押込み圧力及び押込み長さに関する規定を適用することで立証される。

~~35. 前-1.2.及び-4.にかかわらず、舵頭材と舵のカップリングにキーを備える場合であつて、すべての舵トルクがキーにより伝達されると考えられる場合の舵頭材の押し込みによりカップリング部の摩擦による舵トルクの伝達が考慮できる場合のキーの寸法並びに押し込み力及び押し込み長さは、本会の適当と認めるところによる。~~

~~4. 油圧応用機器 (オイルインジェクションとハイドローリックナット等) による差し~~

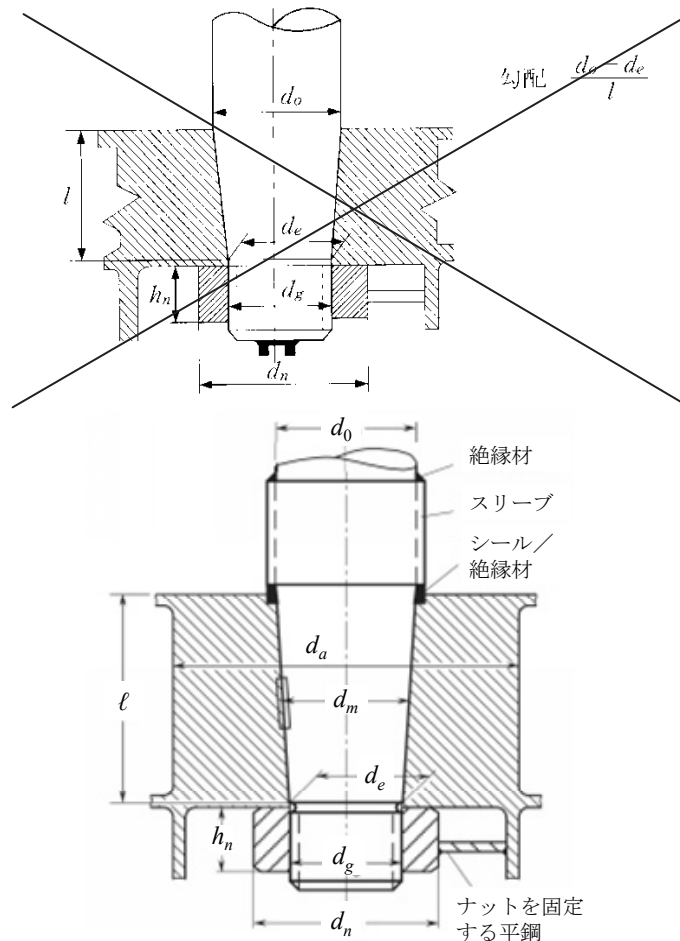
~~込み及び抜き出しを行うコーンカップリングは、直径で 1:12 から 1:20 の勾配としなければならない。(図 C3.4 参照)~~

~~押し込み力及び押し込み長さについては、本会の適当と認めるところによる。~~

~~56. 舵頭材を固着するナットには、有効な固定装置を設けなければならない。~~

~~67. 舵頭材のカップリング部には、適当な腐食防止措置を施さなければならない。~~

図 ~~C3.4~~C3.7 キー付コーンカップリング



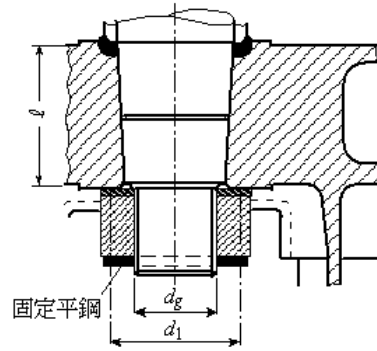
3.8.4 差し込み及び抜き出しのための特別な配置のコーンカップリング

-1. 舵頭材直径が 200mm を超える場合、圧入は、油圧応用機器により結合することを推奨する。この場合、円錐形状はより細くし、テーパ c を 1:12 から 1:20 としなければならない。

油圧結合とする場合、ナットは舵頭材又はピントルに有効に固定しなければならない。

舵頭材と舵本体とのカップリングにおいて振りモーメントを安全に伝達するために、押し込み圧力及び押し込み長さは、-2.及び-3.の規定により決定しなければならない。

図 C3.8 キー無しコーンカップリング



-2. 押込み圧力

押込み圧力は、次の 2 つの値のうち大きな方の値以上としなければならない。

$$p_{req1} = \frac{2M_Y}{d_m^2 \ell \pi \mu_0} 10^3 \quad (N/mm^2)$$

$$p_{req2} = \frac{6M_b}{\ell^2 d_m} 10^3 \quad (N/mm^2)$$

M_Y : 3.8.3-2.による舵頭材の設計許容モーメント (N-m)

d_m : 舵頭材円錐部の平均直径 (mm) (図 C3.7 参照)

ℓ : 舵頭材円錐部の長さ (mm)

μ_0 : 摩擦係数で、0.15 とする。

M_b : コーンカップリング部における曲げモーメント (例えば、C 型舵の場合)
(N-m)

押込み圧力が舵頭材円錐部の許容面圧を超えないことを確保しなければならない。許容面圧については、次式により決定しなければならない。

$$p_{perm} = \frac{0.8\sigma_Y(1-\alpha^2)}{\sqrt{3+\alpha^4}}$$

σ_Y : ガジヨン材料の最小降伏応力 (N/mm²)

$$\alpha = \frac{d_m}{d_a}$$

d_m : 舵頭材円錐部の平均直径 (mm) (図 C3.7 参照)

d_a : ガジヨンの外径 (mm) で、次式による値以上としなければならない。(図 C3.7 参照)

$$d_a = 1.5 d_m \quad (mm)$$

-3. 押込み長さ

押込み長さ $\Delta\ell$ は (mm) 次による。

$$\Delta\ell_1 \leq \Delta\ell \leq \Delta\ell_2$$

$$\Delta \ell_1 = \frac{p_{req} d_m}{E \left(\frac{1 - \alpha^2}{2} \right) c} + \frac{0.8 R_{tm}}{c} \quad (mm)$$

$$\Delta \ell_2 = \frac{1.6 \sigma_Y d_m}{\sqrt{3 + \alpha^4} E c} + \frac{0.8 R_{tm}}{c} \quad (mm)$$

R_{tm} : 平均粗度 (mm) で, 約 0.01mm とする。

c : 3.8.4-1.に規定する直径のテーパ

E : ヤング率 ($2.06 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$)

ただし, 押込み長さは 2mm 以上でなければならない。

備考:

油圧結合とする場合, 舵頭材円錐部の要求押込み力 P_e (N) は, 次式により決定することができる。

$$P_e = p_{req} d_m \pi \ell \left(\frac{c}{2} + 0.02 \right)$$

油圧を使用する場合の摩擦係数については, 参考値として 0.02 を採用しているが, 機械的処理及び細部の粗度によって変化する。

結合手順により舵の重量を原因とする偏った押込みの影響が生ずる場合, 規定押込み長さの決定については, 本会が承認する場合, 斟酌して差し支えない。

3.8.2 ピントル

3.8.2.1 ピントルの径

ピントルの径 d_p は, 次の算式による値以上としなければならない。

$$d_p = 0.35 \sqrt{BK_p} \quad (mm)$$

B : ベアリングの支持反力(N)

K_p : 3.1.2 の規定により定まるピントルの材料係数

3.8.2.2 ピントルの構造

-1. テーパ

ピントルは直径で次の値の範囲を超えない勾配をもつテーパボルトの構造とし, 舵本体の鋳鋼部に取り付けられるものでなければならない。なお, ピントルを固着するナットには, 有効な固定装置を設けなければならない。

(1) スラッキングナットにより締め付ける方法を用いてピントルを組み立てる場合

1:8 から 1:12

(2) 油圧応用機器 (オイルインジェクションとハイドローリックナット等) によりピントルを装着する場合

1:12 から 1:20

-2. ピントルベアリングの押込み圧力

ピントルベアリングに対する要求押込み圧力 (N/mm^2) は, 次式により決定しなければならない。

$$p_{req} = 0.4 \frac{B d_0}{d_m^2 \ell} \quad (N/mm^2)$$

B : 3.9.1 による。

d_m, ℓ : 3.8.4-2 の規定による。

d_0 : ピントル直径 (mm) (図 C3.7 参照)

押込み長さは、ピントルベアリングの押込み圧力及び特性を用いて 3.8.4-3 と同様に算出しなければならない。

~~-23.~~ ピントルのねじ部及びナットの最小寸法は ~~3.7.2-2~~ 3.8.3-3 の規定を準用して定めなければならない。

~~-34.~~ ピントルのテーパ長さはピントルの最大実径未満としてはならない。

~~-45.~~ ピントルには適当な腐食防止措置を施さなければならない。

3.9.10 舵頭材及びピントルのベアリング

3.10.1 スリーブ及びブッシュ

-1. 舵頭材ベアリング

ベアリングには、スリーブ及びブッシュを備えなければならない。

スリーブ及びブッシュの最小厚さは、次による。

- ・ $t_{min} = 8mm$ (金属製材料及び合成材料)
- ・ $t_{min} = 22mm$ (リグナム材)

-2. ピントルベアリング

スリーブ及びブッシュの厚さは次の値以上としなければならない。また、-1.に規定する最小厚さ以上としなければならない。

$$t = 0.01\sqrt{B} \quad (mm)$$

B : 3.9.1 による。

3.9.10.2 最小ベアリング面積

ベアリング面積 A_b (投影面積=長さ×スリーブの外径) は、次の算式による値以上としなければならない。

$$A_b = \frac{B}{q_a} \quad (mm^2)$$

B : 3.8.9.1 の規定による。

q_a : 許容面圧 (N/mm^2) で、種々のベアリングの組合わせに対して、表 C3.23 から許容面圧を選ばなければならない。ただし、試験により確認された場合には、同表に示す値と異なる値を用いて差し支えない。

表 C3.23 許容面圧 q_a

ベアリングの材質	q_a (N/mm ²)
リグナムバイタ	2.5
ホワイトメタル (油潤滑)	4.5
硬さ HSD60~70 の合成材料 (注1) ¹⁾	5.5 ²⁾
鋼 (注2) ³⁾ , 青銅及び青銅-黒鉛の熱圧縮材料	7.0

(備考)

~~(注1)~~ 硬さは 23℃及び 50%湿度において承認された基準で計測された D 形のショア硬さで、材料は本会の適当と認めたもの

2) ベアリング製造者の仕様書及び試験に従い、5.5N/mm² を超える面圧を認めることがある。ただし、10N/mm² を超えてはならない。

~~(注2)~~ ストックライナーとの承認された組合わせで用いられるステンレス及び耐摩耗性鋼

3.9.210.3 ベアリング長さ寸法

ベアリング面の長さ寸法と径の比は ~~1.0~~ 以上としなければならない。ただし、その比は本会が適当と認める場合を除き ~~1.2~~ を超えてはならない。

ベアリング長さ L_p は次の算式による。

$$d_{p0} \leq L_p \leq 1.2d_{p0}$$

d_{p0} : 2.2.7 の規定による。

3.9.310.4 ベアリングクリアランス

金属ベアリングのクリアランスは直径で $d_{bs}/1000+1.0$ (mm) 未満としてはならない。

d_{bs} : ブッシュの内面の直径 (mm)

非金属材料を用いる場合には、材料の膨潤性及び熱膨張性を考慮して、ベアリングクリアランスを特別に定めなければならない。このクリアランスは直径で 1.5mm 未満としてはならない。ただし、ベアリング製造者の推奨する設計仕様に適合し、かつ十分な使用実績があることを書類で確認できる場合、このクリアランスを 1.5mm 未満とすることができる。

3.10 付属装置

3.10.1 ラダーキャリア

舵の形状及び重量に応じて適当なラダーキャリアを設け、かつ、支持部の潤滑を良好にするよう考慮しなければならない。

3.10.2 跳ね上がり防止装置

舵が波浪の衝撃等により跳ね上がるのを防ぐための装置を設けなければならない。

20 章 倉口，機関室口その他の甲板口

20.1 一般

20.1.3 を削る。

~~20.1.3 就航後の切替え板厚~~

~~20.2 の適用を受ける鋼製倉口蓋及び倉口縁材については，図面に，建造時の板厚 ($t_{as\ built}$) に加え，次の算式により定まる切替え板厚 ($t_{renewal}$) を記載しなければならない。ただし，建造時の板厚を特に増している場合については本会の適当と認める値とすることができる。~~

$$\del{t_{renewal} = t_{as\ built} = t_e + 0.5 \text{ (mm)}}$$

~~t_e : 表 C20.1 に規定する腐食予備厚~~

~~ただし， t_e を 1.0 (mm) としたものについては， $t_{renewal} = t_{as\ built} = t_e \text{ (mm)}$ として差し支えない。~~

20.2 倉口

20.2.1 を次のように改める。

20.2.1 適用

(-1.及び-2.は省略)

-3. **CSR-B&T 編**が適用とならない船舶の倉口に **CSR-B&T 編**の関連規定を準用する場合にあっては，**CSR-B&T 編**の規定中，倉口縁材，倉口縁材ステイ及びステイに付く防撓材の腐食予備厚は 1.5mm と読替える。

20.2.3 を次のように改める。

20.2.3 ネット寸法手法

(-1.から-3.は省略)

-4. 鋼製蓋板，鋼製ポンツーン蓋及び鋼製風雨密蓋（以下，「鋼製倉口蓋」という。）の腐食予備厚は，船種，倉口蓋の構造様式及び対象部材に応じて，表 **C20.1** による。なお，倉口縁材を構成する部材のうち，表 **C20.1** に規定されない部材の腐食予備厚については，本会の適当と認めるところによる。

-5. ~~梁解析，骨組解析及び有限要素法解析により強度評価を行う場合のモデルは，ネット寸法としなければならない。~~

表 C20.1 腐食予備厚 t_c

船種	構造様式		腐食予備厚
コンテナ運搬船 自動車運搬船	鋼製倉口蓋（全般）		1.0
	倉口縁材		1.5
本節の適用を受ける船舶であって、上記以外の船舶	単板構造の鋼製倉口蓋		2.0
	二重張構造の鋼製倉口蓋	頂板、側板及び底板	1.5
		内部構造材	1.0
	倉口縁材、倉口縁材ステイ及びステイに付く防撓材		1.5

20.2.4 を次のように改める。

20.2.4 鋼製倉口蓋、倉口梁及び倉口縁材の設計荷重

20.2 の適用を受ける鋼製蓋板、鋼製ポンツーン蓋、鋼製風雨密蓋、倉口梁及び倉口縁材の設計荷重は、次の(1)から(5)による値とする。

- (1) 垂直波浪荷重 P_V (kN/m^2) は、表 C20.2 による。ただし、(3)及び(4)に規定される貨物荷重と同時に考慮する必要はない。特に大きい乾舷を有する船舶については本会の適当と認めるところによる。

表 C20.2 垂直波浪荷重 $P_V^{(*1)(*2)}$ (kN/m^2)

		$L_f \leq 100m$	$L_f > 100m$
位置 I	船首部 $0.25 L_f$ 間	$\frac{9.81}{76} \left\{ (4.28L_f + 28) \frac{x}{L_f} - 1.71L_f + 95 \right\}^{(*3)}$	B 型乾舷船舶の場合 ^(*4) : $9.81 \left\{ (0.0296L'_f + 3.04) \frac{x}{L_f} - 0.0222L'_f + 1.22 \right\}$ B-60 及び B-100 型乾舷船舶の場合 ^(*4) : $9.81 \left\{ (0.1452L'_f - 8.52) \frac{x}{L_f} - 0.1089L'_f + 9.89 \right\}$
	その他	$\frac{9.81}{76} (1.5L_f + 116)$	9.81×3.5
位置 II		$\frac{9.81}{76} (1.1L_f + 87.6)$	$9.81 \times 2.6^{(*5)}$

(備考)

(^{*1}) L_f : A 編 2.1.3 に定義する船の乾舷用長さ (m)

L'_f : L_f (m) , ただし 340m を超える場合は 340m とする。

x : L_f の後端から鋼製倉口蓋の長さ中央位置までの距離 (m)

(^{*2}) 位置 I 及び位置 II 以外の暴露部における倉口に対するそれぞれの荷重は、本会が適当と認めるところによる。

(^{*3}) 乾舷甲板から標準船楼高さ以上上方に位置する倉口に対しては、 $\frac{9.81}{76} (1.5L_f + 116)$ (kN/m^2) として差し支えない。

(^{*4}) 乾舷甲板から標準船楼高さ以上上方に位置する倉口に対しては、 9.81×3.5 (kN/m^2) として差し支えない。

(^{*5}) 位置 II の甲板から標準船楼高さ以上上方に位置する船楼甲板暴露部の倉口に対しては、 9.81×2.1 (kN/m^2) として差し支えない。

- (2) 水平波浪荷重 P_H (kN/m^2) は、次の算式により定まる値とする。ただし、表 C20.3 により定まる値未満としてはならない。なお、移動防止用装置を支持する構造部材を評価する場合を除き、倉口蓋の直接強度計算に水平波浪荷重を考慮する必要はない。

$$P_H = ac(bc_1 - y)$$

a : 次の算式による値

保護されない前端倉口縁材及び前端倉口蓋縁部材の場合 :

$$20 + \frac{L'}{12}$$

表定乾舷よりも標準船楼高さの 1 層分以上上方に位置する乾舷甲板にある, 保護されない前端倉口縁材及び前端倉口蓋縁部材の場合 :

$$10 + \frac{L'}{12}$$

倉口縁材側板及び倉口蓋縁部側板並びに保護された前端倉口縁材及び前端倉口蓋縁部材の場合 :

$$5 + \frac{L'}{15}$$

船体中央より後方にある後端倉口縁材及び後端倉口蓋縁部材の場合 :

$$7 + \frac{L'}{100} - 8 \frac{x}{L_1}$$

船体中央より前方にある後端倉口縁材及び後端倉口蓋縁部材の場合 :

$$5 + \frac{L'}{100} - 4 \frac{x}{L_1}$$

L' : 船の長さ L_1 (m) 。ただし, L_1 が 300m を超えるときは, 300m とする。

L_1 : **A 編 2.1.2** に定める船の長さ (m) と計画最大満載喫水線上における船の全長 (m) の 97% のうちいずれか小さい値

C_1 : 次の算式による値

$$L_1 \leq 300m \text{ の場合 : } 10.75 - \left(\frac{300 - L_1}{100} \right)^{1.5}$$

$$300 < L_1 \leq 350m \text{ の場合 : } 10.75$$

$$350 < L_1 \text{ の場合 : } 10.75 - \left(\frac{L_1 - 350}{150} \right)^{1.5}$$

c_L : 係数で 1.0 とする。

b : 次の算式による値

$$\frac{x}{L_1} \text{ が } 0.45 \text{ 未満の場合 : } 1.0 + \left(\frac{0.45 - \frac{x}{L_1}}{C_{b1} + 0.2} \right)^2$$

$$\frac{x}{L_1} \text{ が } 0.45 \text{ 以上の場合 : } 1.0 + 1.5 \left(\frac{\frac{x}{L_1} - 0.45}{C_{b1} + 0.2} \right)^2$$

x : 考慮している倉口縁材又は倉口蓋縁部材から後部垂線までの距離 (m) 。側板では側板の中央から後部垂線までの距離とする。ただし, 側板の長さが $0.15L_1$ を超える場合には, $0.15L_1$ を超えないようなほぼ等しい区画に分け, それぞれ

の区画の中央から後部垂線までの距離とする。

C_{b1} : 方形係数。ただし、 C_b が 0.6 以下のときは 0.6 とし、0.8 以上のときは 0.8 とする。また、船体中央より前方にある後端倉口縁材及び後端倉口蓋縁部材の b を算定する場合は、 C_{b1} を 0.8 とする。

c : 次の算式による値。ただし、 $\frac{b'}{B'}$ の値が 0.25 未満のときは 0.25 とする。

$$0.3 + 0.7 \frac{b'}{B'}$$

b' : 考慮している位置における倉口縁材の幅 (m)

B' : 考慮している位置における暴露甲板上で測った船の幅 (m)

y : 計画最大満載喫水線から、防撓材の寸法を算定するにあたっては防撓材のスパン中央まで、周縁部材の板の厚さを算定するにあたっては板の中央までの垂直距離 (m)

表 C20.3

	保護されない前端倉口縁材 及び前端倉口蓋縁部材	その他
$L \leq 250$	$25 + \frac{L_1}{10}$	$12.5 + \frac{L_1}{20}$
$L > 250$	50	25

(3) 倉口蓋上に積載される貨物による荷重は次の(a)及び(b)による。なお、部分積付状態についても考慮しなければならない。

(a) 横傾斜していない状態で、船体の上下揺れ及び縦揺れにより倉口蓋に作用する分布荷重 P_{cargo} (kN/m^2) は、次の算式により定まる値とする。

$$P_{cargo} = P_C (1 + a_V)$$

P_C : 一様に分布する静的貨物荷重 (kN/m^2)

a_V : 上下方向の付加加速度で、次の算式による値

$$a_V = \frac{0.11mV'}{\sqrt{L_1}}$$

m : 次の算式による値

$$0 \leq \frac{x}{L_1} \leq 0.2 \text{ の場合 : } m_0 - 5(m_0 - 1) \frac{x}{L_1}$$

$$0.2 < \frac{x}{L_1} \leq 0.7 \text{ の場合 : } 1.0$$

$$0.7 < \frac{x}{L_1} \leq 1.0 \text{ の場合 : } 1 + \frac{m_0 + 1}{0.3} \left(\frac{x}{L_1} - 0.7 \right)$$

m_0 : 次の算式による値

$$m_0 = 1.5 + \frac{0.11V'}{\sqrt{L_1}}$$

V' : A 編 2.1.8 に定める船の速力 (kt)。ただし、 $\sqrt{L_1}$ 未満の場合は $\sqrt{L_1}$ とす

る。

x 及び L_1 : 前(2)による。

- (b) 横傾斜していない状態で、船体の上下揺れ及び縦揺れにより倉口蓋に作用する集中荷重 F_{cargo} (kN) ~~(コンテナ等)~~ は、次の算式により定まる値とする。ただし、コンテナによる荷重に関しては、次の(4)の規定によらなければならない。~~コンテナの部分積付状態を考慮する場合にあっては、本会の適当と認めるところによる。~~

$$F_{cargo} = F_S(1 + a_V)$$

F_S : 貨物による静的集中荷重 (kN)

a_V : ~~付加加速度で、~~前(a)による。

- (4) 倉口蓋上にコンテナを積載する場合については、次の(a)及び(b)から(c)による。

- (a) ~~次の算式により定まる、~~横傾斜している状態で、船体の上下揺れ、縦揺れ及び横揺れによりコンテナスタック最下部の隅金物倉口蓋に作用する動的荷重 (kN) は、次の算式により定まる値とする。~~を考慮しなければならない~~ (図 C20.1 参照)。コンテナの部分積付状態を考慮する場合にあっては、本会の適当と認めるところによる。

$$A_Z = 9.81 \frac{M}{2} (1 + a_V) \left(0.45 - 0.42 \frac{h_m}{b} \right)$$

$$B_Z = 9.81 \frac{M}{2} (1 + a_V) \left(0.45 + 0.42 \frac{h_m}{b} \right)$$

$$B_Y = 2.4M$$

M : コンテナスタックの設計最大質量合計重量 (t) で、次による。

$$M = \sum W_i$$

h_m : コンテナスタックの倉口蓋支持部材の頂板からの設計重心高さ (m) であり、各コンテナの重心を各コンテナの中心とする場合、次による。

$$h_m = \sum \frac{(z_i W_i)}{M}$$

z_i : 倉口蓋の頂板から i 番目のコンテナの中心までの距離 (m)

W_i : i 番目のコンテナ重量 (t)

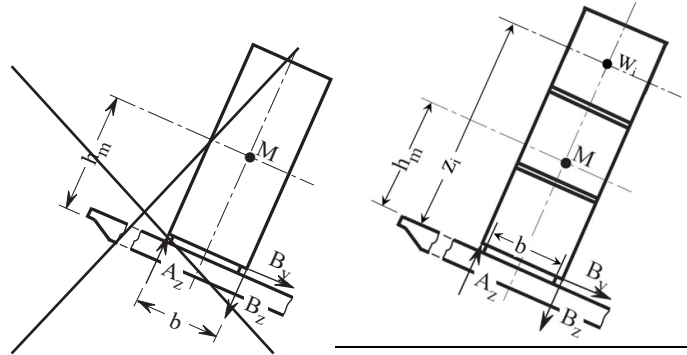
b : 固定用金具の中心間の距離 (m)

A_Z 及び B_Z : ~~倉口蓋上のコンテナ~~コンテナスタック最下部の隅金物に働く上下方向の支持力 (kN)

B_Y : ~~倉口蓋上のコンテナ~~コンテナスタック最下部の隅金物に働く横方向の支持力 (kN)

a_V : ~~付加加速度で、~~前(3)による。

図 C20.1 倉口蓋上のコンテナによる力



(b) 前(a)の適用の詳細は次による。

- i) ~~積載コンテナの最大設計質量 M 及び設計重心高さ h_m は、貨物固縛の計算に使用した値と同じ値とすることを推奨する。それ以外の値を用いる場合には、使用した値が貨物固縛の計算に使用した値以上の値であることを示す資料を提出すること。~~
- ii) ~~シェル要素又は平面ひずみ要素による有限要素法 20.2.5-5 に規定される骨組構造解析により倉口蓋の強度評価を行う場合には、 h_m 及び z_i は倉口蓋の頂板からではなく倉口蓋支持部材から測らなければならない。本解析においては B_y を考慮する必要は無い。 h_m は倉口蓋頂板上から測ったスタックの設計重心高さとして差し支えない。~~
- iii) ~~設計に用いた A_z 及び B_z の値は、提出用承認図面に記載すること。~~
- iv) ~~ラッシングブリッジ又はセルガイドによりコンテナを積み付ける場合、倉口蓋に作用する荷重については本会の適当と認めるところによる。~~
- v) ~~コンテナによる荷重は、本会が適当と認めた場合、本船で用いられる固縛システムの加速度解析より求まる加速度を考慮した値として差し支えない。~~

(c) 横傾斜していない状態で、船体の上下揺れ及び縦揺れにより、コンテナスタック最下部の隅金物に作用する集中荷重 P_{stack} (kN) は、次の算式により定まる値とする。

$$P_{stack} = 9.81 \frac{M}{4} (1 + a_v)$$

a_v : 前(3)による。

M : 前(a)による。

(5) 前(1)から(4)の荷重に加え、船体の弾性変形により生じる荷重が作用する場合、発生する応力は、20.2.5-1.(1)に規定される基準を満足しなければならない。

20.2.5 を次のように改める。

20.2.5 鋼製倉口蓋及び倉口梁の強度基準

-1. 許容応力及び撓み制限

- (1) 鋼製蓋板及び鋼製風雨密蓋の等価応力 σ_E (N/mm^2) は次の(a)及び(b)による基準を満足しなければならない。

(a) ~~梁解析及び骨組構造解析~~により検討する場合

$$\sigma_E = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq 0.8\sigma_F$$

σ : 直応力 (N/mm^2)

τ : せん断応力 (N/mm^2)

σ_F : 使用材料の降伏点又は耐力 (N/mm^2)。ただし、降伏点が $355N/mm^2$ を超える材料を使用する場合については、本会の適当と認める値とする。

(b) 有限要素法解析により検討する場合は以下による。シェル要素又は平面ひずみ要素による場合は、応力は考慮する要素中心での値とする。

20.2.4(1)に規定される設計荷重を用いて検討する場合：

$$\sigma_E = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x\sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau^2} \leq 0.8\sigma_F$$

上記以外の設計荷重を用いて検討する場合：

$$\sigma_E = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x\sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau^2} \leq 0.9\sigma_F$$

σ_x : x 軸方向の直応力 (N/mm^2)

σ_y : y 軸方向の直応力 (N/mm^2)

τ : せん断応力 (N/mm^2)

x, y : 考慮する部材要素の平面における二次元直交座標系でのそれぞれの座標軸

σ_F : 前(a)の規定による。

- (2) 鋼製ポンツーン蓋及び倉口梁の等価応力は σ_E (N/mm^2) は、 $0.68\sigma_F$ を超えてはならない。ただし、 σ_F は、前(1)の規定による。

- (3) 鋼製蓋板及び鋼製風雨密蓋の非対称な面材が付く桁部材にあつては、有限要素法解析により検討する場合、次の(a)又は(b)により等価応力 σ_E (N/mm^2) を求めなければならない。

(a) 詳細メッシュ要素による検討

(b) 考慮する要素の中心での応力の値又は端部での応力の値のうち、いずれか大きい方の値による検討

- (4) 撓み制限は次の(a)及び(b)による。

(a) 鋼製蓋板、鋼製ポンツーン蓋及び鋼製風雨密蓋並びに倉口梁に垂直波浪荷重が作用した場合の桁部材の垂直方向の撓み量は、次による値を超えてはならない。ただし、 l は桁部材の最大支点間距離とする。

鋼製蓋板及び鋼製風雨密蓋の場合： $0.0056l$

鋼製ポンツーン蓋及び倉口梁の場合： $0.0044l$

(b) 鋼製倉口蓋上に多様な積付方法（例えば、2つの 20feet コンテナの上に 40feet コンテナを積載する方法）でコンテナ積載が計画される場合については、鋼製倉口蓋の変形量について特別な注意を払うこと。また、鋼製倉口蓋が変形することによって生じる貨物倉内の貨物と鋼製倉口蓋との接触についても注意を払わなければならない。

-2. 鋼製倉口蓋の頂板のネット板厚

- (1) 鋼製倉口蓋の頂板部材のネット板厚 t_{net} は、次の算式により求まる値以上としなけ

ればならない。ただし、二次防撓材の心距の 1%又は 6mm いずれか大きい方の値以上としなければならない。

$$t_{net} = 15.8 F_p S \sqrt{\frac{P_{HC}}{0.95 \sigma_F}} \quad (mm)$$

F_p : 係数で次による値

1.9 σ/σ_a (桁部材の付く鋼板において、 $\sigma/\sigma_a \geq 0.8$ の場合)

1.5 (桁部材の付く鋼板において、 $\sigma/\sigma_a < 0.8$ の場合)

σ : 桁部材の付く鋼板に生じる直応力の最大値 (N/mm^2) (図 C20.2 参照)。二次防撓材に垂直な隣接する桁部材のウェブからの距離 S の位置又は二次防撓材に平行な隣接する桁部材のウェブからの距離 $S/2$ の位置での値のうち、大きい方の値とする (図 C20.2 参照)。平行な桁間の直応力の分布は、20.2.5 6.(3)(e)の規定による。

σ_a : 許容応力 (N/mm^2) で、次の算式による値。

$$\sigma_a = 0.8 \sigma_F$$

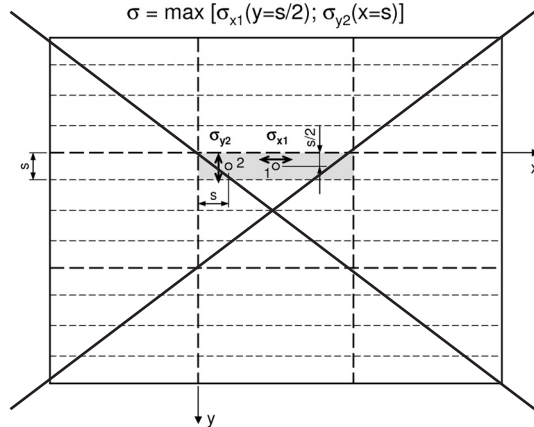
S : 二次防撓材の心距 (m)

P_{HC} : 設計荷重 (kN/m^2) で、20.2.4(1)及び 20.2.4(3)(a)の規定による。

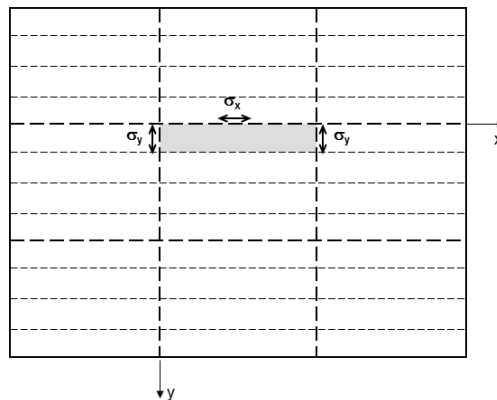
σ_F : 使用材料の降伏点又は耐力 (N/mm^2)

図 C20.2 鋼製倉口蓋頂板の直応力

$$\sigma = \max [\sigma_{x1}(y=S/2); \sigma_{y2}(x=S)]$$



$$\sigma = \max (\sigma_x; \sigma_y)$$



(2) 二重張り構造の鋼製倉口蓋の底板及びボックスガーダのネット寸法は-5.の規定により求めなければならない。この場合、当該部材に作用する応力は **20.2.5-1.(1)** に規定する基準を満足しなければならない。

(3) 二重張り構造の鋼製倉口蓋の底板が強度部材として考慮される場合、底板のネット板厚 t_{net} (mm) は、5mm 以上としなければならない。~~前(2)の規定に加え、次の算式のうち大きい方の値以上としなければならない。~~

~~$$t_{net} = 6.5S$$~~

~~$$t_{net} = 5$$~~

~~S : 前(1)の規定による。~~

(4) 二重張り構造の鋼製倉口蓋の底板が強度部材として考慮されない場合、底板の板厚は本会の適当と認めるところによる。

(5) せん断座屈を引き起こす可能性のある貨物を倉口蓋に積載する場合、二重張り構造の鋼製倉口蓋の底板のネット板厚 t_{net} (mm) は、次の算式による値以上としなければならない。ここで、せん断座屈を引き起こす可能性のある貨物とは、倉口蓋に均等に荷重が分布する貨物（材木、パイプ、スチールコイル）ではなく、倉口蓋に不均等に荷重が分布する特に大きな貨物（クレーン、風力発電設備の部品、タービン等）をいう。

$$t_{net} = 6.5S$$

S : 前(1)による。

-3. 鋼製倉口蓋の二次防撓材

(1) 鋼製倉口蓋の二次防撓材のネット断面係数 Z_{net} は、次の算式により定まる値以上としなければならない。なお、ネット断面係数の算定にあたっては、防撓される板の幅を二次防撓材心距の値として算定しなければならない。

20.2.4(1)の規定による設計荷重を考慮する場合:
$$Z_{net} = \frac{104SP_{HC}l^2}{\sigma_F} \quad (cm^3)$$

20.2.4(3)(a)の規定による設計荷重を考慮する場合:
$$Z_{net} = \frac{93SP_{HC}l^2}{\sigma_F} \quad (cm^3)$$

l : 二次防撓材の支点間距離 (m) で、桁部材とそれに隣接する桁部材又は端部支持材との距離とする。

S : 二次防撓材の心距 (m)

P_{HC} : 鋼製倉口蓋に作用する一様分布荷重 (kN/m^2) で、前-2.(1)の規定による。

σ_F : 使用材料の降伏点又は耐力 (N/mm^2)

(2) 鋼製倉口蓋の二次防撓材ウェブのネット断面積 A_{net} は次の算式により定まる値以上としなければならない。

~~$$A_{net} = \frac{10SP_{HC}l}{\sigma_F} \quad (cm^2)$$~~

20.2.4(1)の規定による設計荷重を考慮場合:
$$A_{net} = \frac{10.8SP_{HC}l}{\sigma_F} \quad (cm^2)$$

20.2.4(3)(a)の規定による設計荷重を考慮する場合: $A_{net} = \frac{9.6SP_{HC}l}{\sigma_F} \text{ (cm}^2\text{)}$

l , S 及び P_{HC} : 前(1)による。

- (3) 平鋼の二次防撓材及び座屈防止用防撓材については、次の算式を満足しなければならない。

$$\frac{h}{t_{W,net}} \leq 15\sqrt{k}$$

h : 防撓材の高さ (mm)

$t_{W,net}$: 防撓材のネット板厚 (mm)

$$k = 235/\sigma_F$$

σ_F : 前(1)による。

- (4) 桁部材に平行で、**20.2.5-5.(2)**の規定による桁部材に取付けられる板の有効幅間に含まれる二次防撓材は、桁部材との交差部で連続としなければならない。この場合、桁部材の断面性能の算出に当該二次防撓材を考慮して差し支えない。
- (5) 桁部材の曲げ及び面外荷重により二次防撓材に作用する合応力は、**20.2.5-1.(1)**の基準を満足しなければならない。
- (6) 圧縮応力が作用する二次防撓材は、**20.2.5-6.(3)**の規定を満足しなければならない。
- (7) 二重張り構造の鋼製倉口蓋の底板の二次防撓材は、前(1)及び前(2)の規定を適用しなくても差し支えない。
- (8) U 型防撓材を除く二次防撓材のウェブのネット板厚は、4mm 以上としなければならない。
- (9) U 型防撓材を除く二次防撓材は、片側溶接で固着してはならない。
- (10) 二重張り構造の鋼製倉口蓋の底板を強度部材として考慮しない場合、底板の二次防撓材に本-3 の規定を適用しなくても差し支えない。

(-4.は省略)

-5. 強度計算

- (1) 鋼製倉口蓋の強度計算は、~~梁解析~~、骨組構造解析又は有限要素法解析のいずれかにより行って差し支えない。二重張り構造の鋼製倉口蓋及びボックスガードを有する鋼製倉口蓋の強度計算は、20.2.5-5.(3)に規定する有限要素法解析によらなければならない。なお、モデル化にあたってはネット寸法を用いなければならない。
- (2) ~~梁解析又は~~骨組構造解析により強度計算を行う場合の有効横断面性能は、次の(a)から(e)によらなければならない。
- (a) 横断面性能は、 l/e の値に応じ、表 C20.5 により定まる取付け板の有効幅 e_m を考慮しなければならない。 l/e の値が表の中間にあるときは、補間法により定める。
- (b) 取付け板の有効幅が片側のみの場合又は非対称の場合は別途検討しなければならない。
- (c) 板部材の有効断面積は面材の断面積以上としなければならない。
- (d) 桁部材に平行な二次防撓材が有効幅内に含まれる場合、二次防撓材の断面積を含めて差し支えない。(図 C20.5 参照)
- (e) 桁部材に取付けられる板部材に圧縮応力が作用する場合で、桁部材のウェブに二次防撓材が直交して取付けられる場合の桁部材に取付けられる板の有効幅

については、**20.2.5-6.(3)**の規定によらなければならない。

表 C20.5 桁部材の板部材の有効幅 e_m

l/e	0	1	2	3	4	5	6	7	8以上
e_{m1}/e	0	0.36	0.64	0.82	0.91	0.96	0.98	1.00	1.00
e_{m2}/e	0	0.20	0.37	0.52	0.65	0.75	0.84	0.89	0.90

(備考)

e_{m1} : 桁部材に等分布荷重が作用する場合又は集中荷重が等間隔で 6 箇所以上に作用する場合の有効幅

e_{m2} : 桁部材に集中荷重が 3 箇所以下作用する場合の有効幅

l : 防撓材の有効長さで、次による値

両端単純支持の場合 : l_0

両端固定支持の場合 : $0.6l_0$

l_0 : 桁部材の支持点間距離

e : 桁部材が支持する板の幅で、隣接する支持されない部分の中央間距離とする。

(3) 有限要素法解析の一般規定は以下による。

- 構造の挙動をできるだけ忠実に再現できるような構造モデルにする。荷重を受ける防撓材、桁板については構造モデルに含めること。ただし、座屈防止用防撓材については省略して差し支えない。
- モデル化は、腐食予備厚を除いたネット寸法を用いること。
- 要素サイズは適切に有効幅を考慮できるものでなければならない。
- パネルの幅は防撓材心距を超えないこと。また、アスペクト比は 1:4 を超えないこと。
- 桁部材のウェブのパネル分割については、深さ方向に 3 分割以上とすること。
- 防撓材はシェル要素、平面応力要素又は梁要素としてモデル化して差し支えない。

-6. 鋼製倉口蓋の座屈強度

鋼製倉口蓋を形成する各構造部材の座屈強度については、次の**(1)**から**(3)**の規定によらなければならない。

(1) 鋼製倉口蓋頂板及び底板の各パネルの座屈強度については、次の基準を満足しなければならない。

$$\left(\frac{|\sigma_x| C_{sf}}{\kappa_x \sigma_F} \right)^{e_1} + \left(\frac{|\sigma_y| C_{sf}}{\kappa_y \sigma_F} \right)^{e_2} - B \left(\frac{\sigma_x \sigma_y C_{sf}^2}{\sigma_F^2} \right) + \left(\frac{|\tau| C_{sf} \sqrt{3}}{\kappa_\tau \sigma_F} \right)^{e_3} \leq 1.0$$

$$\left(\frac{\sigma_x C_{sf}}{\kappa_x \sigma_F} \right)^{e_1} \leq 1.0$$

$$\left(\frac{\sigma_y C_{sf}}{\kappa_y \sigma_F} \right)^{e_2} \leq 1.0$$

$$\left(\frac{|\tau| C_{sf} \sqrt{3}}{\kappa_\tau \sigma_F} \right)^{e_3} \leq 1.0$$

(省略)

C_{sf} : 安全係数で、次による

$C_{sf} = 1.25$: **20.2.4(1)**の規定による設計荷重を用いて検討する場合

$C_{sf} = 1.10$: **20.2.4(2)(3)**から**(5)**の規定による設計荷重を用いて検討する場合
(省略)

((2)は省略)

(3) 鋼製倉口蓋を形成する構造部材に含まれる部分パネル及び集合パネルの座屈強度については、次の**(a)**から**(e)**の規定による。

(a) 縦通及び横式二次防撓材の座屈強度については、**(d)**及び**(e)**の規定による。ただし、U型防撓材においては、**(e)**の規定を省略して差し支えない。

((b)及び(c)は省略)

(d) 二次防撓材の面外座屈については、次の **i)**から **iii)**の規定によらなければならない。

i) 面外荷重が作用する二次防撓材は、次の基準を満足しなければならない。

$$\frac{\sigma_a + \sigma_b}{\sigma_F} C_{sf} \leq 1$$

σ_a : 防撓材の軸方向に一様分布する圧縮応力 (N/mm^2) で、次に算式による値

縦通防撓材の場合 : $\sigma_a = \sigma_x$

横式防撓材の場合 : $\sigma_a = \sigma_y$

σ_b : 防撓材に作用する曲げ応力 (N/mm^2) で、次の算式による値。~~ただし、~~

~~σ_x 、 σ_n 及び τ_{SF} とする。~~

$$\sigma_b = \frac{M_0 + M_1}{Z_{st} 10^3}$$

(以降は省略)

(e) 二次防撓材の捩れ座屈に対しては、次の**(i)**及び**(ii)**の規定によらなければならない。

i) 縦通防撓材については、次の基準を満足しなければならない。

$$\frac{\sigma_x}{\kappa_T \sigma_F} C_{sf} \leq 1.0$$

κ_T : 係数で、次による。

$\lambda_T \leq 0.2$ の場合 : $\kappa_T = 1.0$

$\lambda_T > 0.2$ の場合 : $\kappa_T = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda_T^2}}$

$$\Phi = 0.5(1 + 0.21(\lambda_T - 0.2) + \lambda_T^2)$$

λ_T : 細長比の参照次数で、次式による。

$$\lambda_T = \sqrt{\frac{\sigma_F}{\sigma_{KiT}}}$$

$$\sigma_{KiT} = \frac{E}{I_P} \left(\frac{\pi^2 I_\omega 10^2}{a^2} \varepsilon + 0.385 I_T \right) \quad (N/mm^2)$$

I_P : 図 C20.7 に示す点 C における防撓材のネット断面極二次モーメント (cm^4) で、表 C20.9 による。

I_T : 防撓材のサンブナンのねじり抵抗モーメント (cm^4) で、表 C20.9

による。

I_w : 図 C20.7 に示す点 C における防撓材のネット慣性面積モーメント (cm^6) で、表 C20.9 による。

ε : 固着度に関する係数で、次による。

$$\varepsilon = 1 + 10^{-3} \sqrt{\frac{a^4}{\frac{3}{4} \pi^4 I_w \left(\frac{b}{t^3} + \frac{4h_w}{3t_w^3} \right)}}$$

A_w : ウェブのネット断面積 (mm^2) で、次の算式による値

$$A_w = h_w t_w$$

A_f : 面材のネット断面積 (mm^2) で、次の算式による値

$$A_f = b_f t_f$$

$$e_f = h_w + \frac{t_f}{2} \quad (mm)$$

h_w , t_w , b_f , t_f : 二次防撓材の寸法 (mm) で、図 C20.7 による。

図 C20.7 防撓材の寸法

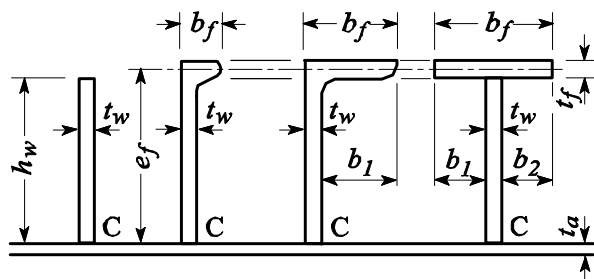


表 C20.9 慣性モーメント

断面	I_p	I_T	I_w
平鋼	$\frac{h_w^3 t_w}{3 \cdot 10^4}$	$\frac{h_w t_w^3}{3 \cdot 10^4} \left(1 - 0.63 \frac{t_w}{h_w} \right)$	$\frac{h_w^3 t_w^3}{36 \cdot 10^6}$
球平鋼，山形鋼 又は T 形鋼	$\left(\frac{A_w h_w^2}{3} + A_f e_f^2 \right) 10^{-4}$	$\frac{h_w t_w^3}{3 \cdot 10^4} \left(1 - 0.63 \frac{t_w}{h_w} \right) + \frac{b_f t_f^3}{3 \cdot 10^4} \left(1 - 0.63 \frac{t_f}{b_f} \right)$	球平鋼，山形鋼の場合： $\frac{A_f e_f^2 b_f^2}{12 \cdot 10^6} \left(\frac{A_f + 2.6 A_w}{A_f + A_w} \right)$ T 形鋼の場合： $\frac{b_f^3 t_f e_f^2}{12 \cdot 10^6}$

❷(ii) 軸圧縮応力が作用し、かつ、縦通防撓材に支持されない横式防撓材にあつては、前(i)の規定に準拠しなければならない。

20.2.9 を次のように改める。

20.2.9 倉口縁材の構造及び強度基準

(-1.は省略)

-2. 倉口縁材の寸法は、以下の各規定による。

((1)から(4)は省略)

(5) 倉口縁材ステイのネット寸法は、次の(a)から~~(d)(c)~~の規定による。~~なお、断面係数の算定にあたっては、ステイ基部を規定位置とする。~~

(a) ~~高さが1.6m未満の単純梁とみなせる~~倉口縁材ステイ(図 C20.8 の例 1 及び例 2 参照)については、ステイ基部における倉口縁材ステイのネット断面係数 Z_{net} 及びウェブのネット板厚 $t_{w,net}$ は、次の算式により定まる値以上としなければならない。

$$Z_{net} = \frac{526H_C^2 SP_H}{\sigma_F} \quad (cm^3)$$

$$t_{w,net} = \frac{2H_C SP_H}{\sigma_F h} \quad (mm)$$

H_C : ステイの高さ (m)

h : ステイの深さ (m)

S : ステイの心距 (m)

σ_F 及び P_H : 前(1)の規定による。

(b) ~~前(a)以外の構造の~~倉口縁材ステイ(図 C20.8 の例 3 参照)は、原則として骨組構造解析または有限要素法解析により応力を求めなければならない。なお、ステイの応力は 20.2.5-1.の基準を満足すること。~~高さが1.6m以上の倉口縁材ステイについては、直接強度計算により寸法を定めなければならない。このときの倉口縁材の有効幅は 20.2.5-5.(2)の規定による。ステイの応力は、20.2.5-1.の基準を満足すること。~~

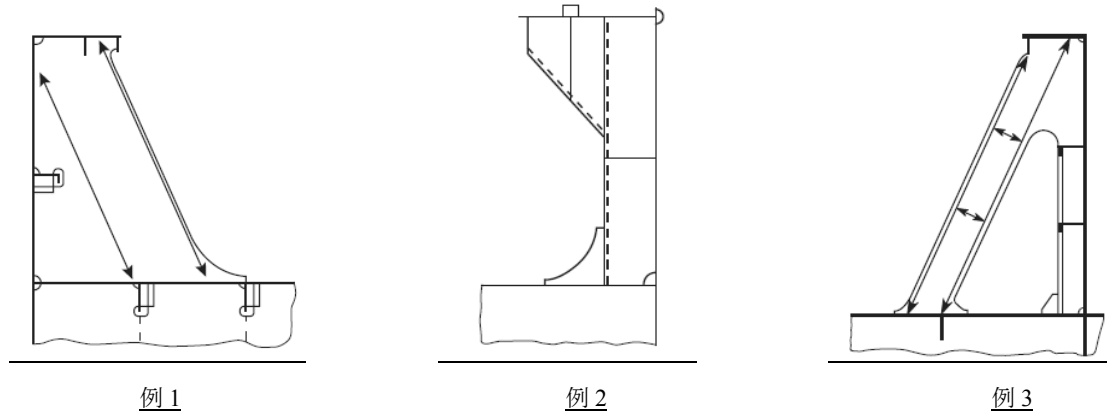
(c) 倉口縁材ステイのネット断面係数の算定にあたっては、当該ステイが甲板に完全溶け込み溶接されており甲板下構造が応力を適切に伝達できるようになっている場合に関し、面材の面積を考慮して差し支えない。

~~(d) 倉口縁材ステイのウェブのネット板厚 $t_{w,net}$ は、次の算式により求まる値以上としなければならない。~~

~~$$t_{w,net} = \frac{2H_C SP_H}{\sigma_F h} \quad (mm)$$~~

~~h : ステイの深さ (m)~~~~H_C 、 S 、 P_H 及び σ_F : 前(a)の規定による。~~

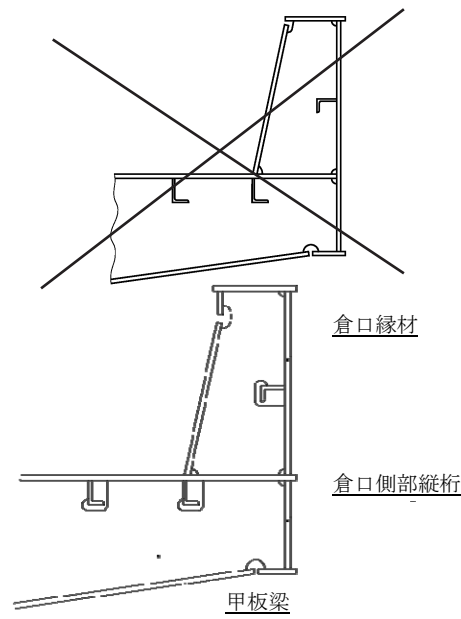
図 C20.8 倉口縁材ステイの例



(-3.及び-4.は省略)

-5. 倉口縁材~~は~~を甲板梁の下端まで連続したものとする~~こと~~か又は倉口側部縦桁を甲板梁の下端まで連続したものとしなければならない(図 C20.9 参照)。甲板梁の下端まで連続した倉口縁材及び倉口側部縦桁の上下縁は、フランジ構造とするか、面材又は半丸鋼を設けて防撓しなければならない(図 C20.8 参照)。ただし、本会が特に認めた場合はこの限りではない。

図 C20.89 倉口縁材の配置例



(-6.は省略)

-7. 倉口縁材及び倉口縁材ステイは、次の詳細要件を満足しなければならない。

(1)及び(2)は省略)

(3) 甲板とステイウェブとの溶接は両面連続溶接とし、溶接のど厚は $0.44t_{w,gross}$ 以上としなければならない。ただし、 $t_{w,gross}$ はステイウェブの板厚で腐食予備厚を含むものとする。

((4)から(10)は省略)

20.2.10 を次のように改める。

20.2.10 閉鎖装置

(-1.は省略)

- 2. 倉口蓋の上に貨物を積載する場合には、船体運動の加速度により倉口蓋に発生する垂直方向の力に対して、倉口蓋の浮き上がり防止のための締付装置を設けなければならない。締付装置を設計する場合、通常想定される非対称な荷重が作用した時の締付装置の等価応力 σ_E (N/mm^2) が次の算式による値を超えてはならない（図 C20.910 参照）。ただし、本会が適当と認める場合には、浮き上がりを防止するための締付装置を省略することができる。

$$\sigma_E = \frac{150}{k_l}$$

k_l : 次の算式による値

$$k_l = \left(\frac{235}{\sigma_F} \right)^e$$

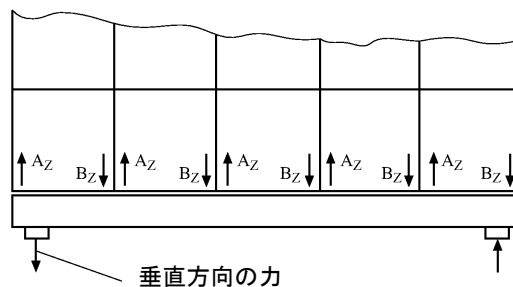
σ_F : 使用材料の降伏点又は耐力 (N/mm^2)

e : 次の値

$\sigma_F > 235$ の場合 : 0.75

$\sigma_F \leq 235$ の場合 : 1.00

図 C20.910 倉口蓋に発生する垂直方向の力



20.2.11 を次のように改める。

20.2.11 倉口蓋の支持部材、移動防止用装置及び支持構造

20.2 が適用となる倉口蓋の支持部材、移動防止用装置及び支持構造は、次の(1)から(3)によらなければならない。

- (1) 移動防止用の締付装置を設ける場合、締付装置の設計は次の算式による水平方向の力 F を考慮しなければならない。なお、縦方向の加速度 a_x 及び横方向の加速度 a_y を同時に考慮する必要は無い。

$$F = ma$$

m : 倉口蓋及び倉口蓋上に積載される貨物の質量の合計

a : 加速度で、次の算式による値。

縦方向の場合： $a_x = 0.2g$

横方向の場合： $a_y = 0.5g$

- (2) 移動防止用装置の寸法を定める場合の設計荷重は、**20.2.4(2)**及び前**(1)**の規定による値のうち大きい方の値を考慮しなければならない。また、移動防止用装置の応力は**20.2.5-1.(1)**の基準を満足しなければならない。
- (3) 倉口蓋の支持部材の詳細は次の**(a)**から**(g)**による。
- (a) 倉口蓋の支持部材に作用する公称表面圧力 (N/mm^2) が次の算式により求まる値を超えてはならない。

$p_{n\max} = dp_n$ ：一般

$p_{n\max} = 3p_n$ ：相対変位のないメタルタッチ構造の場合

d ：次の算式により求まる値。ただし、3を超える場合は3とする。また、積付状態により、次の値以上とする。

$d = 3.75 - 0.015L_1$

$d_{\min} = 1.0$ ：一般

$d_{\min} = 2.0$ ：部分積付状態の場合

L_1 ：A編2.1.2に定める船の長さ (m) と計画最大満載喫水線上における船の全長 (m) の97%のうちいずれか小さい値

p_n ：表C20.10による値

表 C20.10 許容公称表面圧力 p_n

材料	p_n	
	上下方向	水平方向
船体用圧延鋼材	25	40
硬化鋼材	35	50
塑性鋼材樹脂性材料	50	-

- (b) 倉口蓋の支持部材表面において大きな相対変位が予想される場合、磨耗が少なく摩擦に強い材料を使用すること。
- (c) 倉口蓋支持部材の図面を提出すること。図面には、倉口蓋支持部材の材料を製造する材料メーカー作成の長期応力に対する許容最大圧力に関するデータを含めること。
- (d) 倉口蓋支持部材の材料を製造するメーカーが、静的荷重及び動的荷重による最大応力に対して材料が十分な強度を有することを確認した場合、前**(a)**に規定する $p_{n\max}$ を軽減して差し支えない。なお、計算に用いる垂直荷重及び倉口蓋と支持部材の水平方向の相対運動による応力の長期分布は、本会の適当と認めるものとしなければならない。本会が必要と認める場合、倉口蓋の年間総稼動距離を15,000mとした場合に支持部材の表面磨耗が年間0.3mmを超えないことを実験により実証すること。
- (e) 移動防止用装置の配置に関わらず、支持部材は次の算式により定まる水平方向の力 p_h を縦方向及び横方向に伝達することができるものとしなければならない。

$$p_h = \mu \frac{p_v}{\sqrt{d}}$$

p_v : 当該部材に作用する上下方向の支持力

μ : 摩擦係数で、通常 0.5 とする。ただし、非金属又は低摩擦材料を使用する場合の摩擦係数は、本会が適当と認める値として差し支えない。ただし、いかなる場合も 0.35 未満としてはならない。

- (f) 支持部材の応力は、**20.2.5-1.(1)**の基準を満足しなければならない。
- (g) 水平方向の力 p_h が作用する支持部材の二次部材及び隣接する構造については、疲労強度に対し十分な配慮を払わなければならない。

附 則（改正その2）

1. この規則は、2016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ことができる。
- * 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。

IACS PR No.29 (Rev.0, July 2009)

英文（正）

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

Note:

This Procedural Requirement applies from 1 July 2009.

仮訳

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

備考：

1. 本 PR は、2009 年 7 月 1 日から適用する。

鋼船規則検査要領

C 編

船体構造及び船体艤装

要
領

2016 年 第 1 回 一部改正

2016 年 6 月 30 日 達 第 34 号

2016 年 2 月 5 日 技術委員会 審議

2016 年 6 月 30 日 達 第 34 号
鋼船規則検査要領の一部を改正する達

「鋼船規則検査要領」の一部を次のように改正する。

C 編 船体構造及び船体艤装

改正その 1

C20 倉口，機関室口その他の甲板口

C20.3 機関室口

C20.3.5 を次のように改める。

C20.3.5 機関室の出入口以外の開口

規則 C 編 20.3.5-1. の適用上，通風の縁材の甲板上の高さは，~~乾舷甲板，低船尾楼甲板及び船首 0.25 L 間の船楼甲板~~規則 C 編 20.1.2 に規定する位置 I にあつては 4.5m ~~以上~~を超えるもの，~~その他の船楼甲板~~位置 II にあつては 2.3m ~~以上~~を超えるものとし，鋼製風雨密蓋は取り付けないものとする。ただし，規則 C 編 20.3.5-3. で要求する閉鎖装置は別途設ける必要がある。

C23 ブルワーク，ガードレール，放水設備，舷側諸口，丸窓，角窓，通風口及び歩路

C23.6 通風筒

C23.6.7 非常用発電機室の通風筒

規則 C 編 23.6.7 の縁材の高さを満足できない場合，次の(1)または(2)の規定によること。

- (1) 非常用発電機室が閉囲船楼内に設けられる場合，規則 C 編 23.6.1 の規定に従い縁材を設け，さらに風雨密閉鎖装置を設けること。この場合，当該閉鎖装置を閉鎖した時も機器への給気を確保できるように，別の手段を設けること。

(2)を次のように改める。

- (2) 前(1)以外であって甲板下に通じる開口を有さない場合，甲板上面上の高さが，~~舷
舷甲板，低船尾楼甲板及び船首部 0.25 L_f 間の船楼甲板~~規則 C 編 20.1.2 に規定する位置 I にあつては 900mm 以上，~~その他の甲板~~位置 II にあつては 760mm 以上の縁材を設けること。また，通風筒の開口（非常用発電機室の囲壁に開口を設ける場合にはその開口を含む。）には，海水の打ち込みに対しルーバ等の適当な保護を設けること。

附 則（改正その 1）

1. この達は，2016 年 6 月 30 日から施行する。

C23 ブルワーク，ガードレール，放水設備，舷側諸口，丸窓，角窓，通風口及び歩路

C23.5 丸窓及び角窓

C23.5.1 を次のように改める。

C23.5.1 一般適用

- 1. 規則 C 編 23.5 の適用上，面積が $0.16m^2$ を超える丸窓については，角窓として扱う。
- 2. 規則 C 編 23.5.1-1.の適用上，乾舷甲板上第3層目より上方の甲板室及び船楼の前端壁に取り付けられ，かつ， L の前端から $0.5L$ の箇所より前方の位置に取り付けられる窓の設計圧力は，表 C23.5 により定まる最小設計圧力以上とすること。ただし，船首部の最上層の甲板の高さが計画最大満載喫水線上 $22m$ 以上である船舶及び窓の前方の暴露甲板上に常時貨物等を積載する船舶（例えば，コンテナ運搬船）にあつてはこの限りでない。
- ~~-2.~~ 規則 C 編 23.5.1-2.の適用上，乾舷甲板上第3層目までに設けられる航海船橋の窓であつて，かつ，規則 C 編 23.5.6 の規定により角窓とすることが認められるものについては，次の(1)及び(2)によることを条件として， E 級又は F 級以外の角窓を使用して差し支えない。
 - (1) 当該航海船橋は，次のいずれかにより乾舷甲板下の場所及び閉囲された船楼内の場所と仕切られていること。
 - (a) 風雨密閉鎖装置。
 - (b) 2 枚以上の内部仕切り又は戸。この場合，航海船橋側の戸の縁材高さは，当該窓の取り付け場所において風雨密閉鎖装置に要求される値以上とすること。
 - (2) 当該窓の設計圧力は，規則 C 編 23.5.8 による値以上で，窓枠等の構造は当該窓の取り付け場所に応じて E 級又は F 級角窓に準じたものとし，かつ，全体として合理的な風雨密性を有するものとする。

附 則（改正その2）

1. この達は，2016 年 6 月 30 日（以下，「施行日」という。）から施行する。
2. 施行日前にキールが据え付けられる船舶又は特定の船舶として確認できる建造が開始され，かつ，少なくとも 50 トン又は全建造材料の見積重量の 1%のいずれか少ないものが組み立てられた状態にある船舶については，この達による規定にかかわらず，なお従前の例によることができる。

C2 船首材及び船尾材

C2.2 船尾材

C2.2.5 として次の1条を加える。

C2.2.5 ラダーホーン

規則 C 編 2.2.5 の適用上、考慮すべき曲げモーメント、せん断力、トルク及び各応力は直接計算法又は簡易法により求めること。直接計算法に用いるデータは C3.4.1 によること。簡易法は次の(1)又は(2)によること。

(1) 1点弾性支持のラダーホーン

- (a) 考慮している断面における曲げモーメント M は次の算式による。(図 C2.2.5-1.参照)

$$M = Bz \quad (M_{\max} = Bd) \quad (N\cdot m)$$

B : 規則 C 編 3.4.1 により求まるピントルベアリングの支持反力 (N)

- (b) 考慮している断面における捩じりモーメント T_h は次の算式による。(図 C2.2.5-1.参照)

$$T_h = Bc(z) \quad (N\cdot m)$$

- (c) ラダーホーンに働く曲げ応力 σ_b 、せん断応力 τ 及び捩じり応力 τ_t は、次の算式による。

$$\text{曲げ応力: } \sigma_b = \frac{M}{Z_x} \quad (N/mm^2)$$

$$\text{せん断応力: } \tau = \frac{B}{A_h} \quad (N/mm^2)$$

$$\text{捩り応力: } \tau_t = \frac{1000T_h}{2A_t t_h} \quad (N/mm^2)$$

M 、 B 及び T_h : 前(a)及び(b)の規定による

A_t : ラダーホーンによって囲まれる水平断面積 (mm^2)

t_h : ラダーホーンの板厚 (mm)

Z_x : 規則 C 編 2.2.5-1.(1)の規定による。

A_h : 規則 C 編 2.2.5-1.(2)の規定による。

(2) 2点弾性支持のラダーホーン

- (a) 曲げモーメント

ラダーホーンの一般的な断面に作用する曲げモーメント (N) は、次の算式による。

- ラダーホーンの下部支持点と上部支持点の間

$$M = F_{A1}z$$

- ラダーホーン上部支持点より上方

$$M = F_{A1}z + F_{A2}(z - d_{lu})$$

F_{A1} : ラダーホーン下部支持点における支持力 (N) で、図 C3.4.1-7.における B_1 とする。

F_{A2} : ラダーホーン上部支持点における支持力 (N) で、図 C3.4.1-7.における B_2 とする。

z : 図 C2.2.5-2.に規定する距離 (m) で、同図に規定する距離 d (m) 未満とする。

d_{lu} : ラダーホーンの底部ベアリングと上部ベアリング間の距離 (m) (図 C3.4.1-7.においては $t' = 3\sqrt{t_f}$)

(b) せん断力

ラダーホーンの一般的な断面に作用するせん断力 B (N) は、次の算式による。

- ・ ラダーホーン下部ベアリングと上部ベアリングの間

$$B = F_{A1}$$

- ・ ラダーホーン上部ベアリングより上方

$$B = F_{A1} + F_{A2}$$

F_{A1}, F_{A2} : 支持力 (N)

(c) トルク

ラダーホーンの一般的な断面に作用するトルク (N-m) は、次の算式による。

- ・ ラダーホーン下部ベアリングと上部ベアリングの間

$$T_h = F_{A1}e_{(Z)}$$

- ・ ラダーホーン上部ベアリングより上方

$$T_h = F_{A1}e_{(Z)} + F_{A2}e_{(Z)}$$

F_{A1}, F_{A2} : 支持力 (N)

$e_{(Z)}$: 図 C2.2.5-2.に規定する振りモーメントのてこ (m)

(d) せん断応力及び振り応力の計算

- i) ラダーホーン下部ベアリングと上部ベアリングの間の一般的な断面については、応力は次の算式による。

τ : 次式によるせん断応力 (N/mm²)

$$\tau = \frac{F_{A1}}{A_h}$$

τ_t : 中空ラダーホーンについて、次式による振り応力 (N/mm²)

$$\tau_t = \frac{T_h 10^3}{2F_T t_h}$$

中実構造のラダーホーンについては、本会の適当と認めるところによる。

- ii) ラダーホーン上部ベアリングより上方の一般的な断面については、応力は次の算式による。

τ : 次式によるせん断応力 (N/mm²)

$$\tau = \frac{F_{A1} + F_{A2}}{A_h}$$

τ_t : 中空ラダーホーンについて、次式による振り応力 (N/mm²)

$$\tau_t = \frac{T_h 10^3}{2F_T t_h}$$

中実構造のラダーホーンについては、本会の適当と認めるところによる。

F_{A1}, F_{A2} : 支持力 (N)

A_h : Y軸方向に関するラダーホーンの有効せん断面積 (mm^2)

T_h : トルク (N-m)

F_T : ラダーホーン外壁部の平均面積 (m^2)

t_h : ラダーホーン外壁部の板厚 (mm) で、任意のラダーホーンの断面における τ_t の最大値は、 t_h が最小となる位置において算出される。

(e) 曲げ応力の計算

長さ d の範囲内のラダーホーンの一般的な断面における応力は次の算式による。

σ_b : 次式による曲げ応力 (N/mm^2)

$$\sigma_b = \frac{M}{Z_X}$$

M : 考慮する断面における曲げモーメント (N-m)

Z_X : X軸周りの断面係数 (cm^3) (図 C2.2.5-2.参照)

図 C2.2.5-1.として次の図を加える。

図 C2.2.5-1. ラダーホーンの幾何学パラメータ (1点弾性支持)

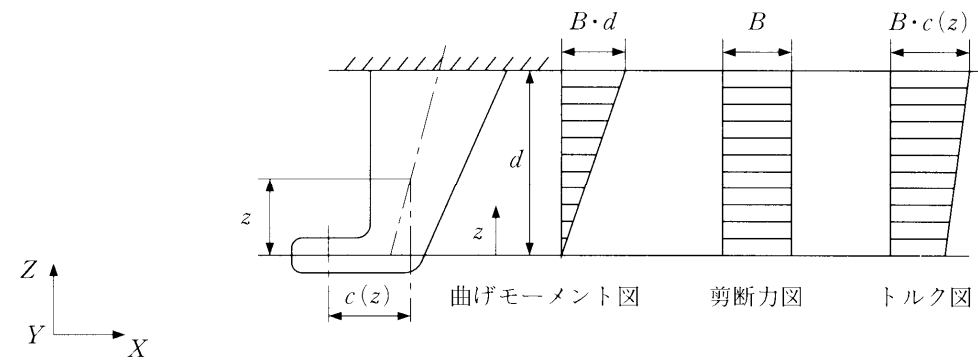
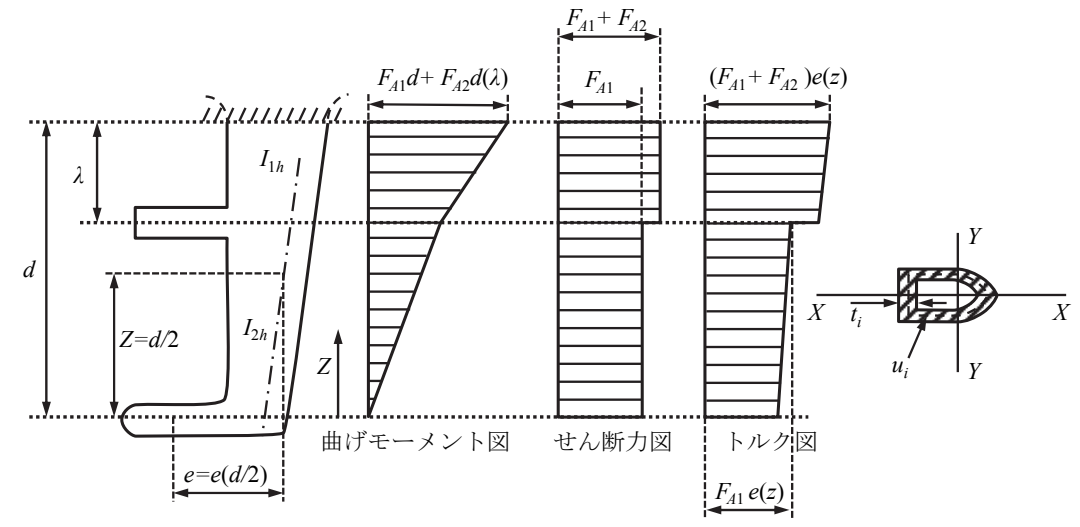


図 C2.2.5-2.として次の図を加える。

図 C2.2.5-2. ラダーホーンの幾何学パラメータ (2点弾性支持)



C3 を次のように改める。

C3 舵

C3.1 一般

C3.1.1 適用

-1. 3 個以上のピントルを有する舵

3 個以上のピントルを有する舵の各部材寸法は規則 C 編 3 章を準用して定める。ただし、各部材に加わるモーメント及び力については、C3.4 を準用し、直接計算法を用いて算出する。

-2. 特殊な断面又は形状を有する舵

~~フラップ付舵、フィッシュテール型舵及びノズル型舵については、それぞれ次の(1)又は(2)による。ただし、実験又は詳細な理論計算により舵力及び舵トルクが求められている場合はこの限りではない。~~

その他の舵については実験又は詳細な理論計算により舵力及び舵トルクを求め規則 C 編 3 章を準用して各部材寸法を定める。なお、実験結果又は理論計算結果は本会に提出しなければならない。

~~(1) フラップ付舵及びフィッシュテール型舵~~

~~フラップ付舵及びフィッシュテール型舵の各部材寸法は規則 C 編 3 章を準用して定める。ただし、この場合規則 C 編 3.2 における係数 K_2 及び同 3.3 における α の値は表 C3.1.1-1. による。~~

~~(2) ノズル型舵~~

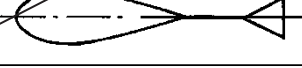
ノズル型舵の各部材寸法は、規則 C 編 3 章の規定を準用して定める。この場合、舵の面積 A 及び舵頭材の中心線より前方にある舵の面積 A_f は、次により算出する。

$$A = 2h(b_1 + b_2) + h'(a_1 + a_2) \quad (m^2)$$

$$A_f = 2hb_2 \quad (m^2)$$

a_1, a_2, b_1, b_2, h 及び h' : 図 C3.1.1-1. による。

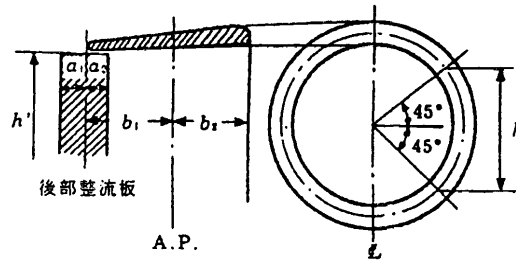
~~表 C3.1.1-1. 係数 K_2, α~~

断 面 形 状	K_2 前進状態	α 前進状態
フラップ付舵 	1.7	0.45
フィッシュテール型舵 	1.4	0.45

~~(注)~~

~~なお、後進状態における K_2 及び α は、本会の適当と認める値とする。~~

図 C3.1.1-1. ノズル型舵の面積



-3. 舵角が 35 度を超える舵

舵角が 35 度を超える舵については、実験又は詳細な理論計算により舵力及び舵トルクを求め、規則 C 編 3 章を準用して各部材寸法を定める。なお、実験結果及び理論計算結果は本会に提出する。

C3.1.2 材料

- 1. 舵頭材の径が小さい場合は、炭素鋼鋳鋼品を使用することはできない。
- 2. 圧延棒鋼 (KSFR45) は、KSF45 と同等に扱って差し支えない。

C3.4 舵強度計算

C3.4.1 舵強度計算

-1. 一般

舵及び舵頭材に働く曲げモーメント、せん断力及び支持反力の評価は図 C3.4.1-1.から図 C3.4.1-57.に示す舵の基本モデルを用いて行うことができる。

-2. 評価すべきモーメント及び力

舵本体に働く曲げモーメント M_R 及びせん断力 Q_1 、ベアリング部に働く曲げモーメント M_b 、舵頭材と舵心材との接合部に働く曲げモーメント M_s 及び支持反力 B_1, B_2, B_3 を求める。求められたモーメント及び力を用いて、規則 C 編 3 章による応力解析を行う。

-3. モーメント及び力の評価法

モーメント及び力の評価法は次の(1)から(3)による。ただし、ラダーホーンにより 2 点弾性支持を受ける D 型舵については、-4.によること。

(1) 一般データ

図 C3.4.1-1.から図 C3.4.1-56.に示す舵の基本モデルのデータは次の通り。

l_{10} 及び l_{50} : モデルの各部材の長さ (m)

I_{10} 及び I_{50} : 各部材の断面二次モーメント (cm^4)

シューピースによって支持される舵では、 l_{20} は舵の下端からシューピースの中心位置までの距離とし、 I_{20} はシューピース内のピントルの断面二次モーメントとする。

h_c : 該当ピントルの長さの中央から舵面積の図心までの垂直距離 (m)

(2) 直接計算法

直接計算法に用いるデータは次の値を標準とする。

舵本体に働く荷重 (B 型及び C 型の舵)

$$P_R = \frac{F_R}{1000l_{10}} \quad (kN/m)$$

舵本体に働く荷重 (C 型の舵)

$$P_R = \frac{F_R}{1000l_{10}} \quad (kN/m)$$

ただし、舵頭材を支持するラダーリンクを備える場合は次の値とする。

$$P_R = \frac{F_R}{1000(l_{10} + l_{20})} \quad (kN/m)$$

舵本体に働く荷重 (A 型の舵)

$$P_{R10} = \frac{F_{R2}}{1000l_{10}} \quad (kN/m)$$

$$P_{R20} = \frac{F_{R1}}{1000l_{30}} \quad (kN/m)$$

舵本体に働く荷重 (D 型及び E 型の舵)

$$P_{R10} = \frac{F_{R2}}{1000l_{10}} \quad (kN/m)$$

$$P_{R20} = \frac{F_{R1}}{1000l_{20}} \quad (kN/m)$$

F_R , F_{R1} , F_{R2} : 規則 C 編 3.2 及び 3.3 による。

k はシューピース又はラダーホーンによる支持点のばね常数で、次による。

シューピースによる支持点の場合: $k = \frac{6.18I_{50}}{l_{50}^3} \quad (kN/m)$ (図 C3.4.1-1. 及び 図 C3.4.1-2.

参照)

I_{50} : Z 軸まわりのシューピースの断面二次モーメント (cm^4)

l_{50} : シューピースの有効長さ (m)

ラダーホーンによる支持点の場合: $k = \frac{1}{f_b + f_t} \quad (kN/m)$ (図 C3.4.1-1., 図 C3.4.1-4.

及び 図 C3.4.1-5. 参照)

f_b : ラダーホーンによる支持点に $1kN$ の単位荷重が働いた場合の支持点の単位変位量で、次による。

$$f_b = 1.3 \frac{d^3}{6.18I_n} \quad (m/kN)$$

I_n : X 軸まわりのラダーホーンの断面二次モーメント (cm^4)

f_t : ねじりによる単位変位量で、次による。

$$f_t = \frac{dc^2 \sum u_i / t_i}{3.14F_T^2} \times 10^{-8} \quad (m/kN)$$

F_T : ラダーホーンの平均断面積 (m^2)

u_1 : ラダーホーンの平均断面積を構成する各板の幅 (mm)

t_1 : 各幅 u_1 内の板厚 (mm)

c , d については、図 C3.4.1-4. 及び 図 C3.4.1-5. を参照のこと。(A 型舵のラダーホーンについてもこれを準用する。)

(3) 簡略法

各型の舵のモーメント及び力は次の算式による値として差し支えない。

(a) A 型舵

$$M_R = \frac{B_1^2(l_{10} + l_{30})}{2F_R} \quad (N\cdot m)$$

$$M_b = \frac{B_3(l_{30} + l_{40})(l_{10} + l_{30})^2}{l_{10}^2} \quad (N\cdot m)$$

$$M_s = B_3 l_{40} \quad (N\cdot m)$$

$$B_1 = \frac{F_R h_c}{l_{10}} \quad (N)$$

$$B_2 = F_R - 0.8B_1 + B_3 \quad (N)$$

$$B_3 = \frac{F_R l_{10}^2}{8l_{40}(l_{10} + l_{30} + l_{40})} \quad (N)$$

(b) B 型舵

$$M_R = \frac{B_1^2 l_{10}}{2F_R} \quad (N\cdot m)$$

$$M_b = B_3 l_{40} \quad (N\cdot m)$$

$$M_s = \frac{3M_R l_{30}}{l_{10} + l_{30}} \quad (N\cdot m)$$

$$B_1 = \frac{F_R h_c}{l_{10} + l_{30}} \quad (N)$$

$$B_2 = F_R - 0.8B_1 + B_3 \quad (N)$$

$$B_3 = \frac{F_R(l_{10} + l_{30})^2}{8l_{40}(l_{10} + l_{30} + l_{40})} \quad (N)$$

(c) C 型舵

$$M_b = F_R h_c \quad (N\cdot m)$$

$$B_2 = F_R + B_3 \quad (N)$$

$$B_3 = \frac{M_b}{l_{40}} \quad (N)$$

ただし、舵頭材を支持するラダートランクを備える場合は次による。

M_R は次のいずれか大きい方の値

$$M_R = F_{R2}(\ell_{10} - CG_{2Z})$$

$$M_R = F_{R1}(CG_{1Z} - \ell_{10})$$

ここで、当該舵においては、下部ベアリングの上下を A_1 及び A_2 部分とし、

記号は以下のとおりとする。（図 C3.4.1-6.参照）

F_{R1} : 舵板の A_1 部分に作用する舵力

F_{R2} : 舵板の A_2 部分に作用する舵力

CG_{1Z} : 舵板の A_1 部分の重心の垂直位置

CG_{2Z} : 舵板の A_2 部分の重心の垂直位置

$$M_b = F_{R2}(\ell_{10} - CG_{2Z})$$

$$B_2 = F_R + B_3$$

$$B_3 = \frac{M_b + M_{FR1}}{\ell_{20} + \ell_{40}}$$

(d) *D* 型舵

$$M_R = \frac{F_{R2} l_{10}}{2} \quad (N \cdot m)$$

$$M_b = \frac{F_R l_{10}^2}{10(l_{20} + l_{30})} \quad (N \cdot m)$$

$$M_s = \frac{2M_R l_{10} l_{30}}{(l_{20} + l_{30})^2} \quad (N \cdot m)$$

$$B_1 = \frac{F_R h_c}{l_{20} + l_{30}} \quad (N)$$

$$B_2 = F_R - B_1, \quad \min B_2 = F_R / 4 \quad (N)$$

$$B_3 = \frac{M_b}{l_{40}} \quad (N)$$

$$Q_1 = F_{R2} \quad (N)$$

(e) *E* 型舵

$$M_R = \frac{F_{R2} l_{10}}{2} \quad (N \cdot m)$$

$$M_b = \frac{F_R l_{10}^2}{10l_{20}} \quad (N \cdot m)$$

$$B_1 = \frac{F_R h_c}{l_{20}} \quad (N)$$

$$B_2 = F_R - B_1, \quad \min B_2 = F_R / 4 \quad (N)$$

$$B_3 = \frac{M_b}{l_{40}} \quad (N)$$

$$Q_1 = F_{R2} \quad (N)$$

-4. モーメント及び力の評価法 (2 点弾性支持の *D* 型舵)

ラダーホーンにより 2 点弾性支持を受ける *D* 型舵のモーメント及び力の評価法は次の(1)及び(2)による。

(1) 一般データ

K_{11}, K_{22}, K_{12} : 舵又は舵頭材を 2 点で弾性支持するラダーホーン (図 C3.4.1-7.) について計算されたラダーホーンの追従定数。2 点弾性支持は、水平変位 y_i を次式により与えることで定義される。

$$\text{下部ラダーホーンベアリング : } y_1 = -K_{12} B_2 - K_{22} B_1$$

$$\text{上部ラダーホーンベアリング : } y_2 = -K_{11} B_2 - K_{12} B_1$$

y_1, y_2 : 下部及び上部ラダーホーンベアリングにおける各々の水平変位 (m)

B_1, B_2 : 下部及び上部ラダーホーンベアリングにおける各々の水平支持力 (kN)

K_{11}, K_{22}, K_{12} : 次式による値 (m/kN)

$$K_{11} = 1.3 \cdot \frac{\lambda^3}{3EI_{1h}} + \frac{e^2 \lambda}{GI_{th}}$$

$$K_{12} = 1.3 \left[\frac{\lambda^3}{3EI_{1h}} + \frac{\lambda^2(d-\lambda)}{2EI_{1h}} \right] + \frac{e^2 \lambda}{GI_{th}}$$

$$K_{22} = 1.3 \left[\frac{\lambda^3}{3EI_{1h}} + \frac{\lambda^2(d-\lambda)}{EI_{1h}} + \frac{\lambda(d-\lambda)^2}{EI_{1h}} + \frac{(d-\lambda)^3}{3EI_{2h}} \right] + \frac{e^2 d}{GI_{th}}$$

d : 図 C3.4.1-7.に規定するラダーホーンの高さ (m) で、ラダーホーン上端 (曲率が変化する点) からラダーホーン下部ピントルの中心線まで下向きに測る。

λ : 図 C3.4.1-7.に規定する長さ (m) で、ラダーホーン上端 (曲率が変化する点) からラダーホーン上部ベアリングの中心線まで下向きに測る。 $\lambda = 0$ の場合、この部分を中空断面と想定すれば、上記算式は 1 点弾性支持のラダーホーンに関するばね定数 Z に収束する。

e : 図 C3.4.1-7.で規定するラダーホーンの振りに関するこの長さ (m) で、 $z = d/2$ の位置でとる値とする。

I_{1h} : ラダーホーン上部ベアリングより上方範囲における、ラダーホーンの X 軸周り慣性振りモーメント (m^4) で、長さ λ (図 C3.4.1-7.参照) 間の平均値とする。

I_{2h} : ラダーホーン上部ベアリングとラダーホーン下部ベアリング間の範囲における、ラダーホーンの X 軸周り慣性振りモーメント (m^4) で、高さが d から λ (図 C3.4.1-7.参照) の範囲における平均値とする。

I_{th} : ラダーホーンの振り剛性係数 (m^4) で、薄壁で形成される任意の閉断面については、次式による。

$$I_{th} = \frac{4F_T^2}{\sum_i \frac{u_i}{t_i}}$$

F_T : ラダーホーン外壁部の平均断面積 (m^2)

u_i : ラダーホーン外壁部の平均断面積を形成する個々の板の長さ (mm)

t_i : ラダーホーン外壁部の平均断面積を形成する個々の板の板厚 (mm)

備考:

I_{th} の値は高さ方向の平均値とし、ラダーホーンのいずれの場所についてもこの値とする。

(2) 直接計算法

直接計算法に用いるデータは次の値を標準とする。

舵本体に対する荷重 (kN/m)

$$p_{R10} = \frac{F_{R2}}{\ell_{10} \cdot 10^3}$$

$$p_{R20} = \frac{F_{R1}}{\ell_{20} \cdot 10^3}$$

F_R, F_{R1}, F_{R2} : 3.3.2 の規定による

図 C3.4.1-1. A 型舵

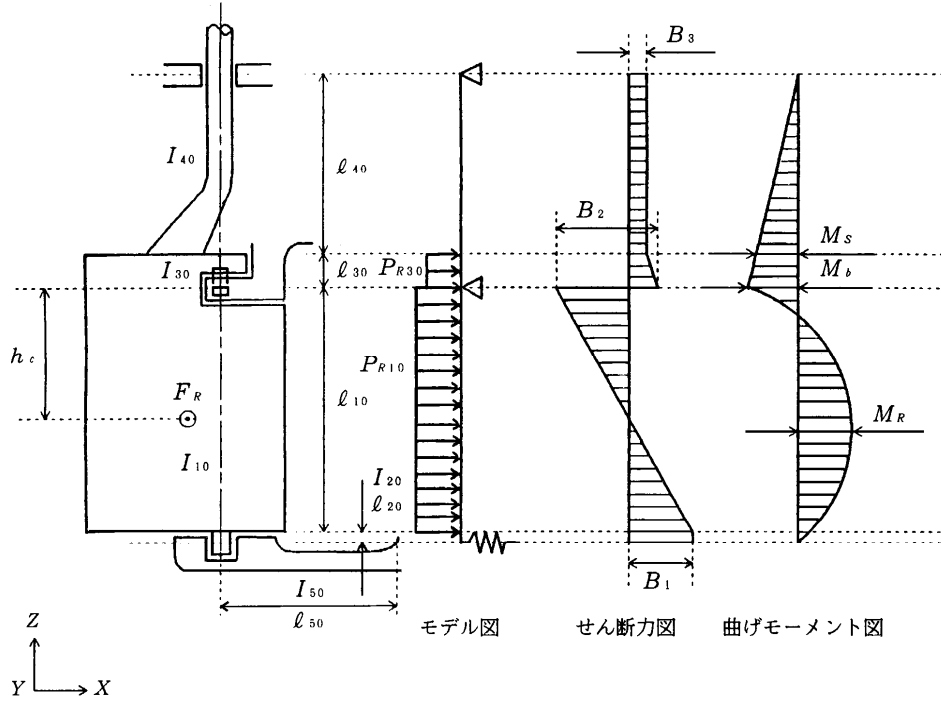


图 C3.4.1-2. B 型舵

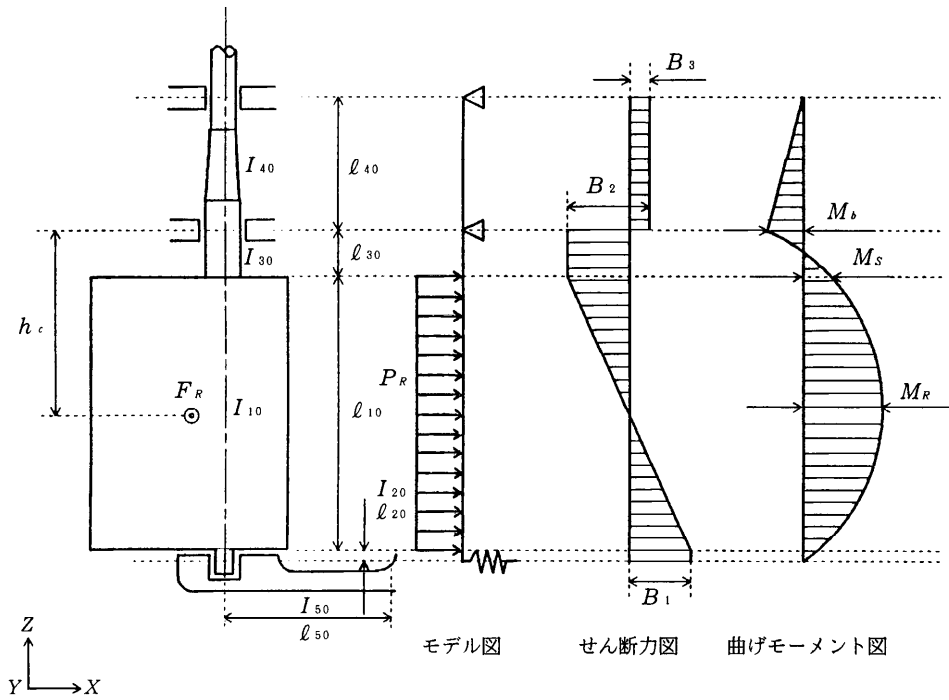


図 C3.4.1-3. C 型舵

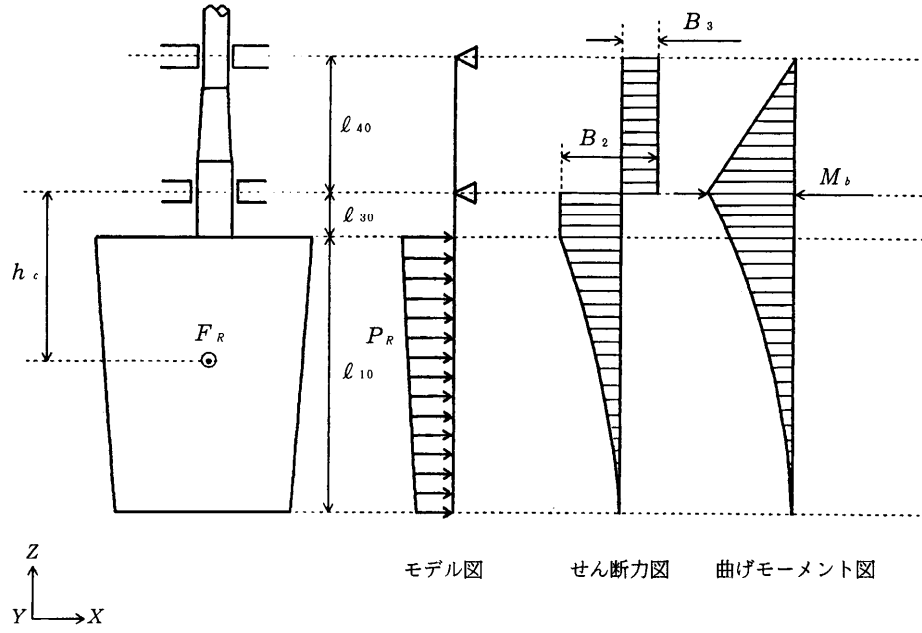


図 C3.4.1-4. D 型舵

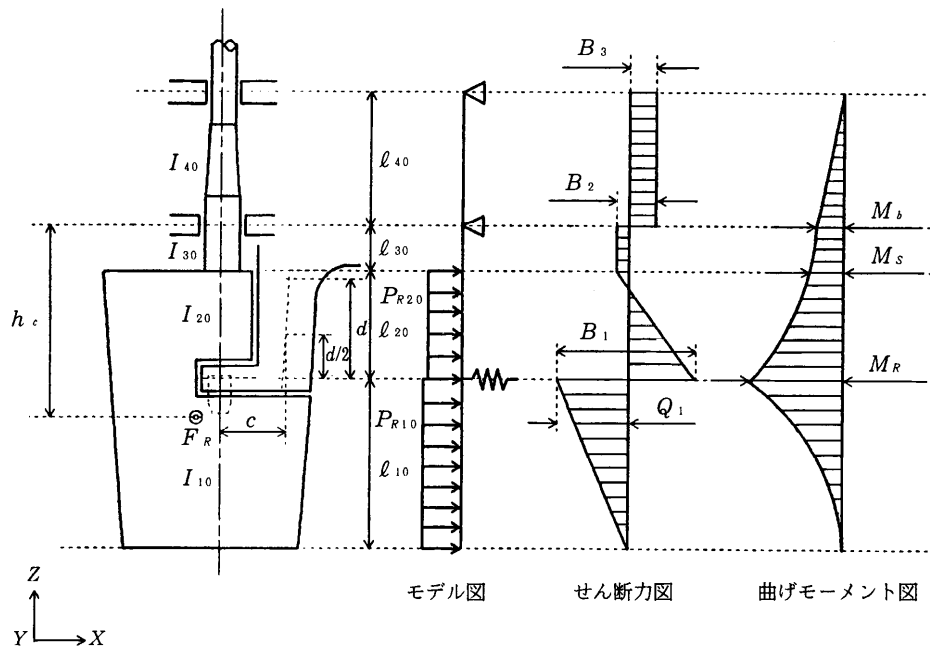


図 C3.4.1-5. E 型舵

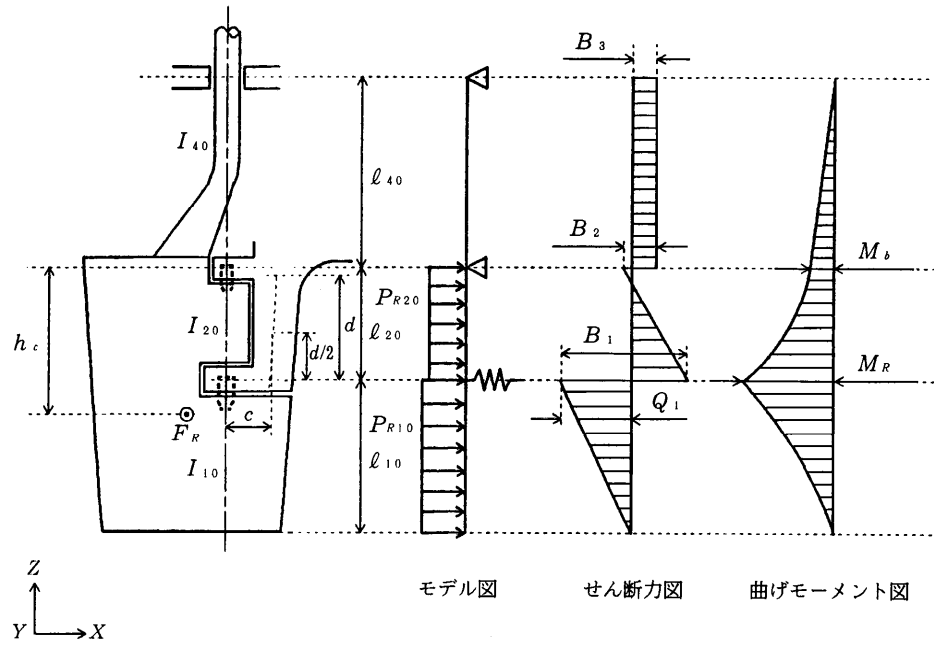


図 C3.4.1-6. 舵頭材を支持するラダートランクを備える C 型舵

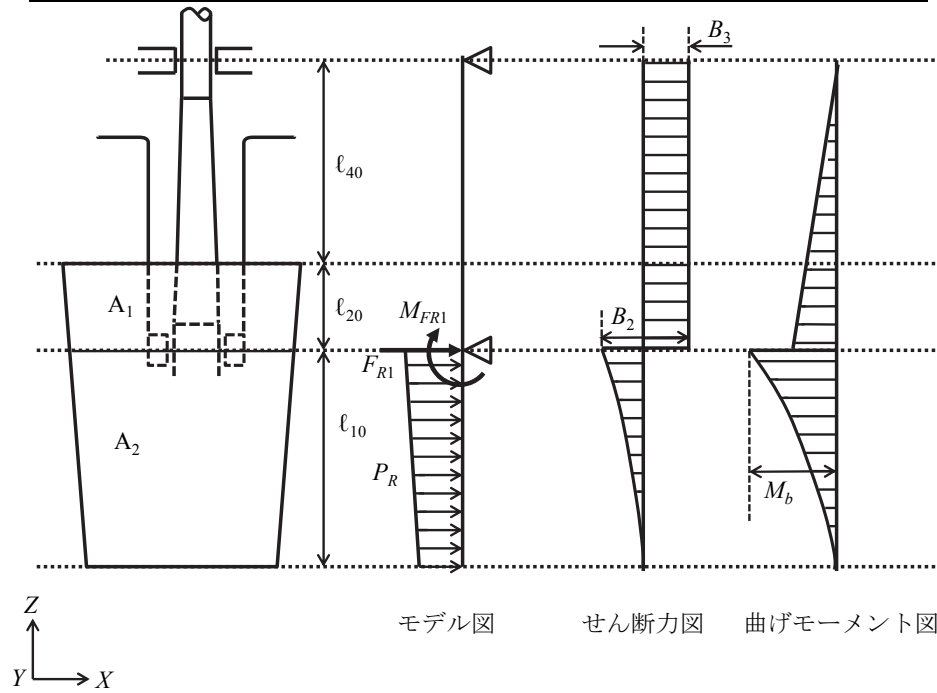
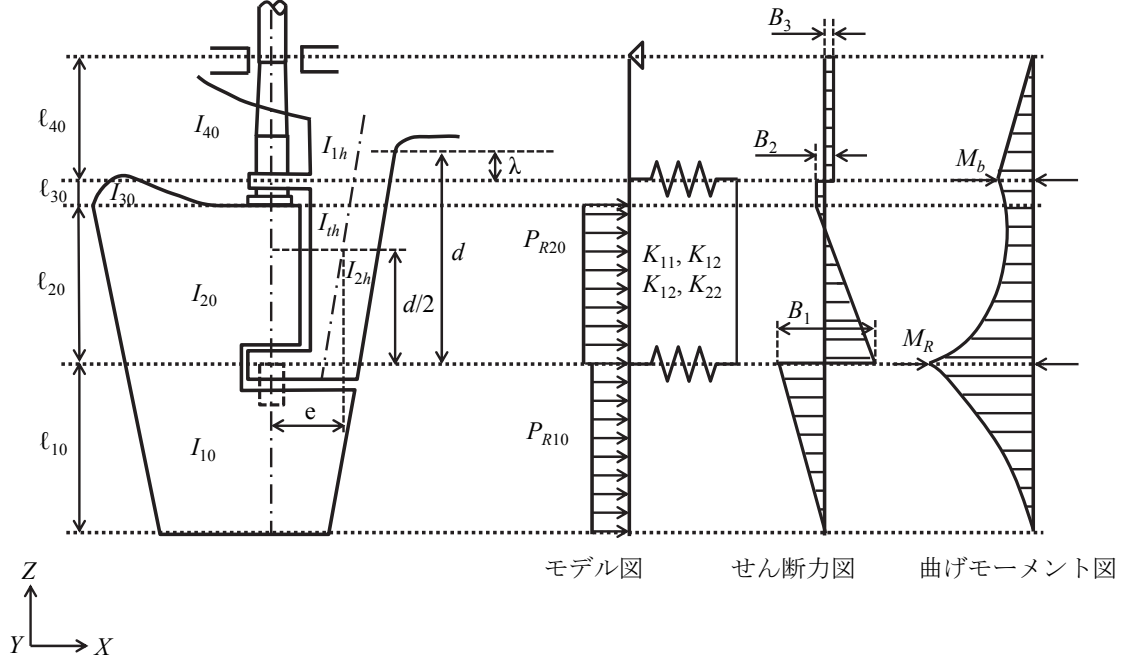


図 C3.4.1-7. 2点弾性支持を受けるD型舵

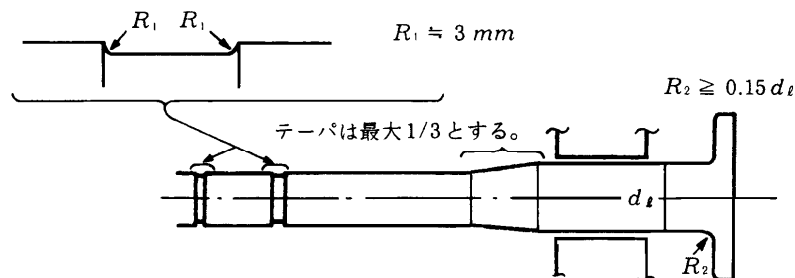


C3.5 舵頭材

C3.5.1 上部舵頭材

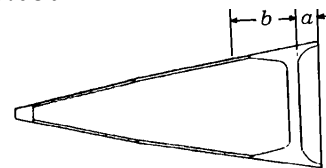
- 1. チラーとの取付け部における上部舵頭材のこう配
チラーの取付け部において上部舵頭材をテーパ形状とする場合には、このこう配は片側で約 1/25（テーパで 1/12.5）以下とすること。
- 2. キーみぞ
 - (1) 舵頭材の径の算出には、キーみぞの深さを考慮する必要はない。
 - (2) キーみぞには、すべてすみに十分な丸みを付けること。
- 3. 規則 C 編 3.5 に規定する B, C 及び D 型舵の舵頭材の各部の構造は、図 C3.5.1-1. を標準とする。

図 C3.5.1-1. B,C 及び D 型舵の舵頭材



C3.6.3 舵心材

-2. 材料係数 K_m は、考慮している断面に使用されている材料に対する K_m のうち最も大きい値を使用する。

$$B_e = a + b$$
$$b = 0.08\ell$$


2. 舵の後端部は、原則としてエッジバーを設ける。ただし、舵の大きさ、形状及び溶接性等を考慮し、エッジバーないしチルプレートを省略して差し支えない。（図 C3.6.4-21 参照）

スタッドボルト

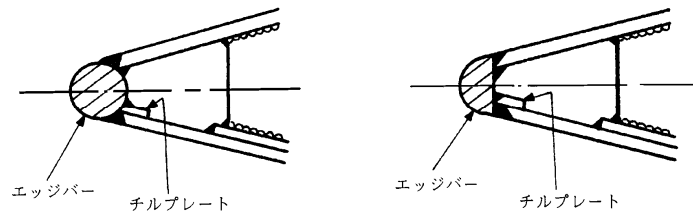
一般の舵板の板厚と等しくする。

$1.5a \leq P \leq 2.5a$

板厚(mm)	寸法 (mm)		脚長
	a	b	
6 以下	65	35	F ₁
7 ~ 18	75	40	
19 以上	85	45	

板厚(mm)	寸法 (mm)		脚長
	a	b	
6 以下	65	35	F ₁
7 ~ 18	75	40	
19 以上	85	45	

図 C3.6.4-21. 舵の後端部の構造



C3.78 舵頭材と舵心材との接合部

C3.78.1 水平フランジ型カップリング

-1. A 型及び E 型舵のカップリングボルトの径

A 型及び E 型舵にあつては、規則 C 編 3.78.1-1.の適用上、 d_l は、下部舵頭材を円筒形と想定して規則 C 編 3.5.2 により求まる値とする。

-2. カップリングボルト用ナットの固定装置

カップリングボルトのナットには、回り止めを施す。この回り止めは、割りピンとすることができる。

C3.78.2 垂直カップリング

-1. A 型及び E 型舵のカップリングボルトの径

A 型及び E 型舵にあつては、規則 C 編 3.78.2-1.の適用上、 d_l は、下部舵頭材を円筒形と想定して規則 C 編 3.5.2 により求まる値とする。

-2. カップリングボルト用ナットの固定装置

カップリングボルトのナットには、回り止めを施す。この回り止めは、割りピンとすることができる。

C3.78.3 キー付コーンカップリング

-1. 一般

(1) 下部舵頭材はスラッシングナット又は油圧応用機器により舵本体に堅固に結合する。なお、造船所はこの結合に関する資料を本会に提出する。

(2) 下部舵頭材の腐食には十分注意する。

(3) 舵本体の鋳鋼部の最小厚さ t_B (図 C3.78.3-1 参照) は、下部舵頭材の規定の径の 0.25 倍以上とする。

(4) 規則 C 編 3.78.3-1.及びから-23.の適用上、 d_0 、 d_g 及び d_e は、それぞれ実際の寸法を用いること。

-2. ~~舵板に差し込み、ナットにより締め付けるコーンカップリングに設けるキー~~規則 C 編 3.8.3-5.の適用上、すべての舵トルクがキーにより伝達される場合のキーの寸法は以下による。

(1) キーのせん断面積 A_K は次の算式による値以上とする。

$$A_K = \frac{30T_R K_K}{d_K} \quad (\text{mm}^2)$$

d_K : キーの長さ方向の中央での舵頭材の直径 (mm)

K_K :規則 C 編 3.1.2 の規定により定まるキーの材料係数

T_R :規則 C 編 3.3 の規定による舵トルク (N-m)

- (2) キーと舵頭材及びキーと舵本体との片面の接触面積 A_C はそれぞれ次の算式による値以上とする。

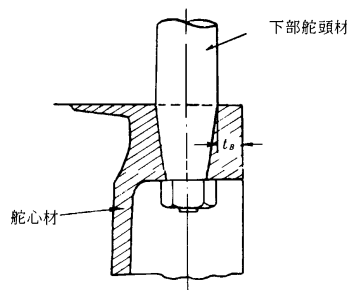
$$A_C = \frac{10T_R K_{max}}{d_K} \quad (mm^2)$$

K_{max} :規則 C 編 3.1.2 の規定によるキー、舵頭材及び舵本体の材料係数のうち接触するキーと舵頭材及びキーと舵本体についてそれぞれ大きい方の値。

d_K 及び T_R : 前(1)による。

~~3. 舵頭材の押込みによりカップリング部の摩擦による舵トルクの伝達が考慮できる場合とは、舵トルクの 50% をカップリング部の摩擦により伝達する場合をいう。この場合、キーのせん断面積並びにキーと舵頭材及びキーと舵本体との片面の接触面積は、それぞれ前 2. により算定される値の半分とすることができる。~~

図 C3.7.28.3-1. 下部舵頭材と舵心材の結合例



C3.82 ピントル

C3.82.2 ピントルの構造

- 1. ピントルを固着するナットの固定装置

ピントルを固着するナットの回り止めに割りピンを使用することは好ましくない。図 C3.82.2-1.のごとくロック用リング又はこれと同等なものを使用する。

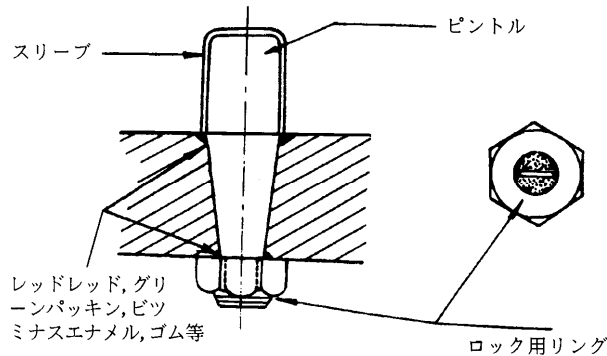
- 2. ピントルの腐食防止

ピントルの腐食防止のため、スリーブの端部には図 C3.82.2-1 のように、船尾材との間にレッドレッド、グリースパッキン、ビツミナスエナメル又はゴム等を充てんする。

- 3. ピントルと舵骨の併用

L が 80m を超える船舶では、ピントルと舵骨を一体とすることは好ましくない。

図 C3.99.2-1. ロック用リング



C3.910 舵頭材及びピントルのベアリング

C3.910.1 最小ベアリング面積

- 1. スリーブは、ブッシュを金属製とする場合、材質をブッシュのそれと変える必要がある。（例:スリーブ BC 3, ブッシュ BC 2）
- 2. 規則 C 編表 C3.2 中の「本会の適当と認めたもの」とは、船用材料・機器等の承認及び認定要領 4 編 5 章に従って承認されたものをいう。

C3.910.3 ベアリングクリアランス

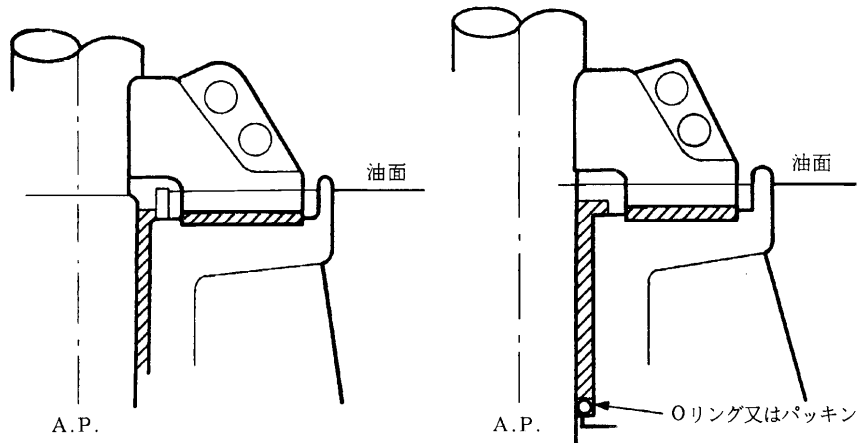
ブッシュに非金属材料を用いる場合のベアリングクリアランスは直径で 1.5mm から 2mm を標準とする。

C3.101 付属装置

C3.101.1 ラダーキャリア

- 1. ラダーキャリア及び中間ベアリングの材料
ラダーキャリア及び中間ベアリングは鋼製とし、鋳鉄製とすることはできない。
- 2. ラダーキャリアのスラスト・ベアリング
 - (1) ベアリングには、BC 又はこれと同等の材料のベアリングディスクを設ける。
 - (2) 計算上のベアリング圧力は、0.98MPa 以下を標準とする。この場合、舵の重量としては、舵本体の浮力を控除しない。
 - (3) ベアリングは、潤滑油滴下式又はグリス自動注入式等の潤滑方式とする。
 - (4) ベアリングは、構造的にベアリング面が常時油面下となるものとする。（図 C3.101.1-1.参照）

図 C3.101.1-1. ラダーキャリア



-3. ラダーキャリア部の水密性

- (1) 海水に通じるラダートランクでは、操舵装置部に海水が浸入してラダーキャリアから潤滑剤が洗い流されることを防ぐために、満載喫水線トリムを考慮したその位置における最上位の喫水線より上方にシール又はスタッフィングボックスを取り付けなければならない。ラダートランク頂部が満載喫水線トリムを考慮したその位置における最上位の喫水線より下方にある場合には、隔離した2つのスタッフィングボックスを設けなければならない。
- (2) スタッフィングボックスのパッキン・グランドには、スタッフィングボックスの位置に応じた舵頭材との間に適当な間隙を設けることを推奨する。間隙の標準は、スタッフィングボックスの位置が頸部又は中間軸受部の場合は $4mm$ 、上部舵頭材軸受の場合は $2mm$ とする。

-4. ラダーキャリアの締め付け

二つ割りのラダーキャリアでは、上下とも少なくとも片側2本のボルトで締め付ける。

-5. ラダーキャリアのすえ付け

- (1) L が $80m$ を超える船舶では、ラダーキャリアは、甲板上に設けた座金の上に直接すえ付けることを推奨する。
- (2) 甲板にはめ込み式に座金を取り付けることは好ましくない。
- (3) ラダーキャリア周辺の船体構造は適当に補強すること。

-6. ラダーキャリア及び中間ベアリングの取付けボルト

- (1) ラダーキャリア及び中間ベアリングの取付けボルトは、少なくともその半数をリーマボルトとする。ただし、ラダーキャリアの移動防止のため甲板取付け部にストッパーを設ける場合は、この限りではない。この場合、くさび打ち込み方向が全数同方向にならないよう注意する。（図 C3.101.1-2.参照）

(2)

- (a) 電動油圧舵取機を備えた場合のラダーキャリア（又はチラー直下のベアリング）と甲板との取付けボルトの総断面積は、次の算式による値以上とする。

$$0.1d_u^2 \text{ (mm}^2\text{)}$$

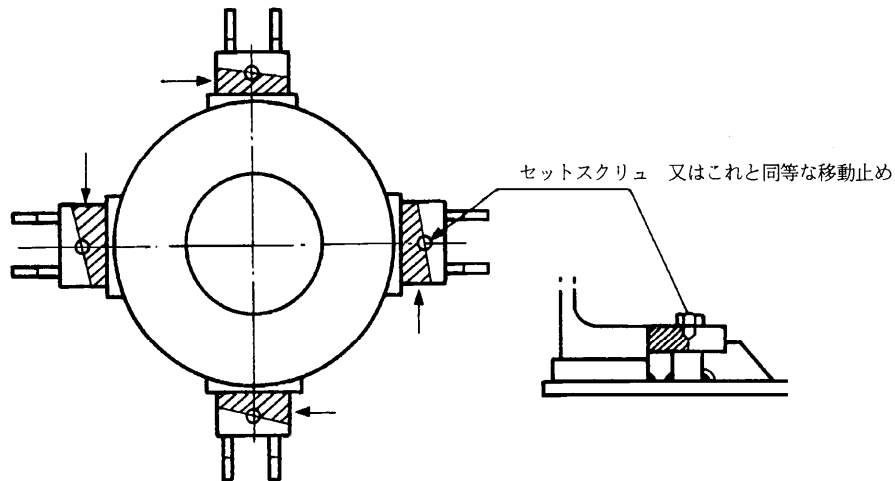
d_u : 上部舵頭材の規定の径 (mm)

- (b) 2 個設けられたチラーの腕のそれぞれに動力装置が連結され、これらの動力装置が同時に作動する形式の場合等、舵頭材に水平方向の力が作用しない場合に

は、ラダーキャリアと甲板との取付けボルトの総断面積、前(a)の規定によるものの 0.6 倍まで減じることができる。

- (c) ラダーキャリアと甲板との取り付けボルトの全数をリーマボルトとする場合には、そのボルトの総断面積は、前(a)及び(b)によるものの 0.8 倍まで減じることができる。

図 C3.101.1-2. ラダーキャリアの甲板取付け部



C3.101.2 跳上がり防止装置

ジャンピングストッパとラダーキャリア当たり面とのすき間は、 $2mm$ を標準とする。動力操舵機を有する船舶では、 $2mm$ 以下とする。

C20 倉口、機関室口その他の甲板口

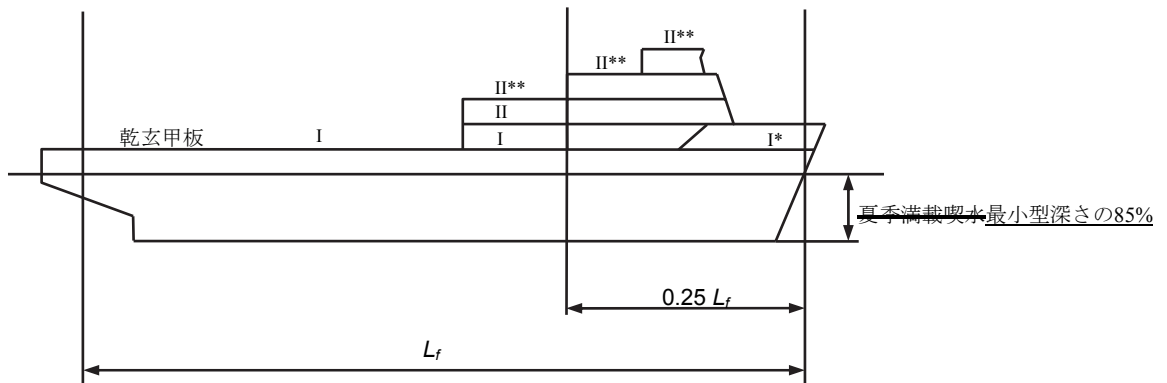
C20.2 倉口

C20.2.4 を次のように改める。

C20.2.4 設計荷重

- 1. 規則 C 編 20.2.4(1)の規定により垂直波浪荷重 P_V を算出する場合は以下による。
- (1) 位置 I 及び II は、図 C20.2.4-1.及び-2.によって差し支えない。
- (2) 乾舷を増した船舶の場合、実際の乾舷甲板に設ける倉口蓋に働く設計荷重は、船楼甲板で算出される値として差し支えない。この場合、実際の乾舷甲板よりも 1 層分の標準船楼高さ（1966 年国際満載喫水線条約第 33 規則に定めるもの）以上下方にある仮想した乾舷甲板（以下、「仮想乾舷甲板」という）は、当該仮想乾舷甲板をもとに計算した形状乾舷の値が、指定された満載喫水線から当該仮想乾舷甲板までの垂直距離以下となるように設定しなければならない。

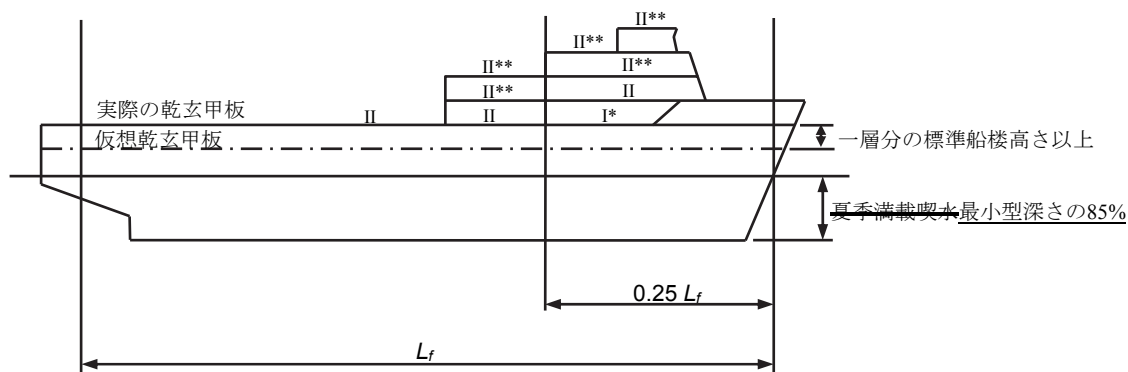
図 C20.2.4-1. 位置 I 及び II の例



* 乾舷甲板より 1 層分の標準船楼高さ以上上方に位置する船楼甲板暴露部

** 乾舷用の船の長さ L_f が 100m 以上の船舶であって、最下方にある位置 II の甲板より 1 層分の標準船楼高さ以上上方に位置する船楼甲板暴露部

図 C20.2.4-2. 乾玄を増した船舶の位置 I 及び II の例

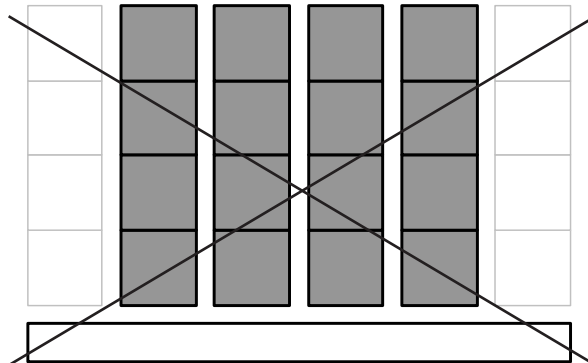


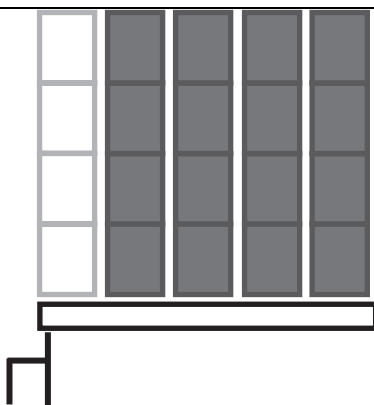
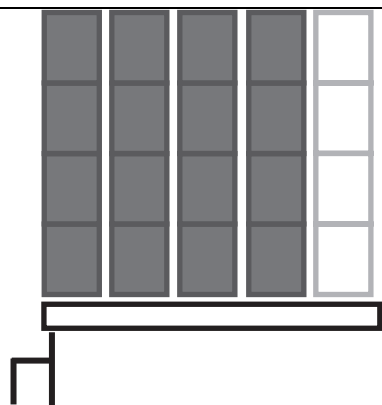
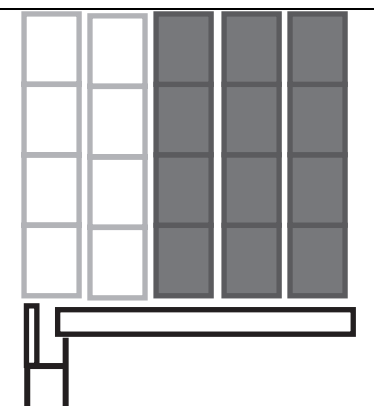
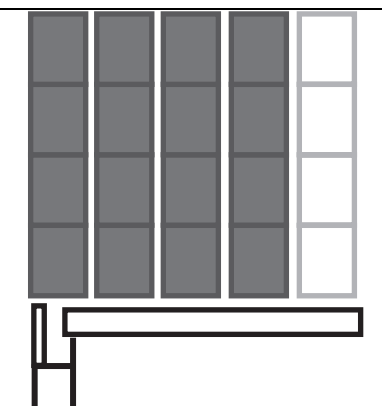
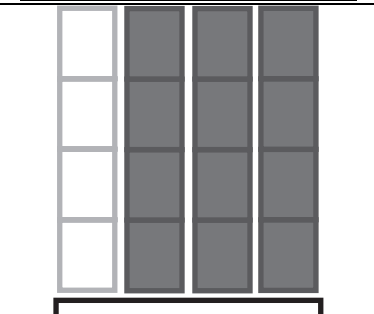
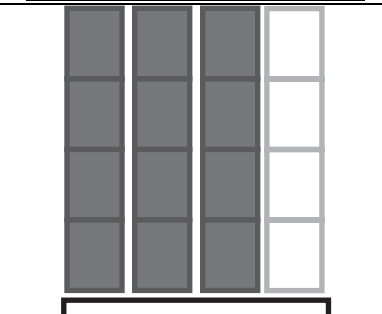
* 乾玄甲板より 1 層分の標準船楼高さ以上上方に位置する船楼甲板暴露部

** 乾玄用の船の長さ L_f が 100m 以上の船舶であって、最下方にある位置 II の甲板より 1 層分の標準船楼高さ以上上方に位置する船楼甲板暴露部

-2. 規則 C 編 20.2.4(3)(a)及び(4)(c)の規定を適用して、図 C20.2.4-3.に示す部分積付状態における倉口蓋上のコンテナによる荷重を考慮する場合については、倉口蓋上のコンテナは簡易的に倉口蓋上の最も外側のスタックに積付しないものとして差し支えない。(図 C20.2.4-3.参照)すること。なお、図 C20.2.4-3.に示す以外の部分積付状態については、本会が適当と認める場合、別途検討すること。

図 C20.2.4-3. 倉口蓋上のコンテナの部分積付状態



横傾斜する方向		
縦通倉口縁材により支持される倉口蓋において、コンテナスタックが倉口蓋のみで支持される場合の部分積付状態		
縦通倉口縁材により支持される倉口蓋において、コンテナスタックが一部倉口蓋及び支柱により支持される場合の部分積付状態		
縦通倉口縁材により支持されない中央に位置する倉口蓋上の部分積付状態		

-3. 規則 C 編 20.2.10-2.に規定する倉口蓋に発生する垂直方向の力が支配的となる部分積付状態にあつては、図 C20.2.4-3.に示す限りではない。

-4. 倉口蓋上に多様な積付方法（例えば、2つの 20feet コンテナの上に 40feet コンテナを積載する方法）でコンテナ積載が計画される場合、倉口蓋の前後端部に作用する集中荷重は40feet コンテナを積載する場合による値を、倉口蓋の中央に作用する集中荷重は20feet コンテナを積載する場合による値を超えないこと。

C32 コンテナ運搬船

C32.3 曲げ振り強度

C32.3.1 を次のように改める。

C32.3.1 一般

-1. 船体の曲げ振り強度に関しては、次の(1)又は(2)による。

(1) 船体の曲げ振り強度に関しては、船首隔壁から機関室前端の水密隔壁までのいずれの断面位置においても、次の関係を満足すること。

$$\sqrt{(0.75\sigma_V)^2 + \sigma_H^2 + \sigma_\omega^2} + \sigma_S \leq \frac{1000}{5.72K}$$

σ_S 、 σ_V 及び σ_H : それぞれ次の算式による値。

ただし、貨物の偏積によって船体に振りモーメントが発生する場合には、この振りモーメントによる船体のそり応力の値を σ_S に加える。

$$\sigma_S = 1000 \frac{|M_S|}{Z_V}$$

$$\sigma_V = 1000 \frac{M_W}{Z_V}$$

$$\sigma_H = 1000 \frac{M_H}{Z_H}$$

~~M_S : 規則 C 編 15.2.1 1.による。~~

~~M_W : 規則 C 編 15.2.1 1.に規定する $M_W(+)$ 又は $M_W(-)$ のうち、 M_S と同符号のも
の。~~

M_S , M_W : 規則 C 編 32.2.3-8.に示すホギング及びサギングの荷重ケースに対する
静水中垂直曲げモーメント及び波浪中垂直曲げモーメント

M_H : 次の算式による値

$$0.45C_1L^2d(C_b + 0.05)C_H \quad (\text{kN-m})$$

C_H : L の後端から考慮している断面位置までの距離 x (m) と L との比
に応じ、表 C32.3.1-1.により定まる係数で、 x/L が表の中間にある
場合には補間により定める。

表 C32.3.1-1. 係数 C_H

x/L	0.0	0.4	0.7	1.0
C_H	0.0	1.0	1.0	0.0

Z_V : 考慮している断面位置の強力甲板における船体垂直曲げに対する断面係数
(cm^3)

Z_H : 考慮している断面位置の倉口側部における船体水平曲げに対する断面係数
(cm^3)

C_1 : 規則 C 編 15.2.1-1.の規定による。

σ_ω : 船体の曲げ振りによるそり応力 (N/mm^2) で、通常の構造の場合は船体中央断面における寸法を用いて次式により算定する。なお、これ以外の値については本会の適当と認めるところによる。

$$0.000318 \frac{\omega l_C M_T}{I_\omega + 0.04 l_C^2 J}$$

M_T : 次式による値

$$7.0 K_2 C_w^2 B^3 \left(1.75 + 1.5 \frac{e}{D_s} \right) \quad (kN \cdot m)$$

C_w : 水線面積係数

e : 次の算式による値

$$e_1 - \frac{d_0}{2}$$

e_1 : 次の算式による値

$$\frac{(3D_1 - d_1)d_1 t_d + (D_1 - d_1)^2 t_s}{3d_1 t_d + 2(D_1 - d_1)t_s + B_1 t_b / 3}$$

d_0 : 二重底の高さ (m)

d_1 : 二重船側の幅 (m)

D_1 : 次の算式による値

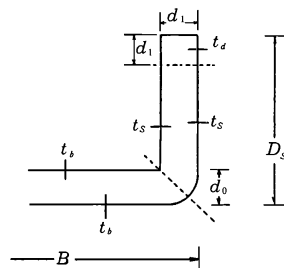
$$D_s - \frac{d_0}{2}$$

B_1 : 次の算式による値

$$B - d_1$$

t_d, t_s 及び t_b : 甲板部、船側部及び船底部の平均板厚さ (m) で、それぞれの範囲は図 C32.3.1-1. による。またこの範囲内に含まれる縦強度部材を含めて平均板厚を求めて差し支えない。

図 C32.3.1-1.



K_2 : 次の算式による値

$$L_1 \text{ が } 300m \text{ 未満の船舶では : } \sqrt{1 - \left(\frac{300 - L_1}{300} \right)^2}$$

L_1 が300m以上の船舶では : 1.0

ω : 次の算式による値

$$\frac{B_1}{2}(D_1 - e_1) + \frac{d_1}{2}(D_1 + e_1)$$

l_C : 船首隔壁から機関室前端の水密隔壁までの距離 (m)

I_ω : 次の算式による値

$$B_1^2 \{d_1 t_d I_d + (D_1 - d_1) t_s I_s + B_1 t_b I_b\}$$

I_d : 次の算式による値

$$(D_1 - e_1) \left\{ \frac{3}{2}(D_1 - e_1) - d_1 \right\} + \frac{d_1^2}{3}$$

I_s : 次の算式による値

$$(D_1 - d_1) \left\{ \frac{1}{3}(D_1 - d_1) - e_1 \right\} + e_1^2$$

I_b : 次の算式による値

$$\frac{e_1^2}{6}$$

J : 次の算式による値。ただし、平均板厚 t'_d , t'_s , t'_b は強力甲板、船側外板、船底外板、内底板及び縦通隔壁のみを用いて計算することとし、他の縦強度部材は含めない。

$$\frac{2\{Bd_0 + 2(D_s - d_0)d_1\}^2}{\frac{3d_1}{t'_d} + \frac{2(D_1 - d_1)}{t'_s} + \frac{B_1}{t'_b}}$$

K : 使用する鋼材の材料強度に応じた係数で、軟鋼材の場合は、1.00、高張力鋼材の場合は、規則 C 編 1.1.7-2.(1)に規定する値とする。

- (2) 「コンテナ運搬船の構造強度に関するガイドライン」の「船体曲げ捩り強度評価ガイドライン」に示す手法により、曲げ捩り強度の評価を行うこと。その際、考慮する波浪中垂直曲げモーメントは、規則 C 編 32.2.3-6.に規定する波浪中垂直曲げモーメントとすること。

-2. 前-1.にかかわらず、~~本会が必要と認める場合~~次の(1)から(3)のいずれかに該当する場合には、前-1.(2)に示す手法により曲げ捩り強度の評価を要求することがある。行うこと。

- (1) 船の長さ L_1 が 290m 以上の船舶
- (2) 船の幅 B が 32.26m を超える船舶
- (3) その他本会が必要と認めた船舶

C35 点検設備

C35.2 油タンカー及びばら積貨物船に対する特別要件

C35.2.3 を次のように改める。

C35.2.3 区画への交通

(-1.から-5.は省略)

-6. 規則 C 編 35.2.3-4.(2), (4), -5.(3)及び(7)の適用上, 隣接する垂直はしごは, 次の(1)から(3)によること。(図 C35.2.3-1., 図 C35.2.3-2.及び表 C35.2.3.参照)

- (1) 隣接する 2 つの垂直はしごの側板は, 各側板の厚さの中心から少なくとも 200mm 離れていること。
- (2) 隣接する上下の垂直はしごは, はしご間の移動が安全なものとなるように, 下方の垂直はしごは, 踊り場から垂直方向に少なくとも 1,500mm 重なるように配置しなければならない。
- (3) 上方の垂直はしごは, その一部であっても, 交通のための開口上に配置してはならない。

図 C35.2.3-1. 踊り場の開口に設ける垂直はしご

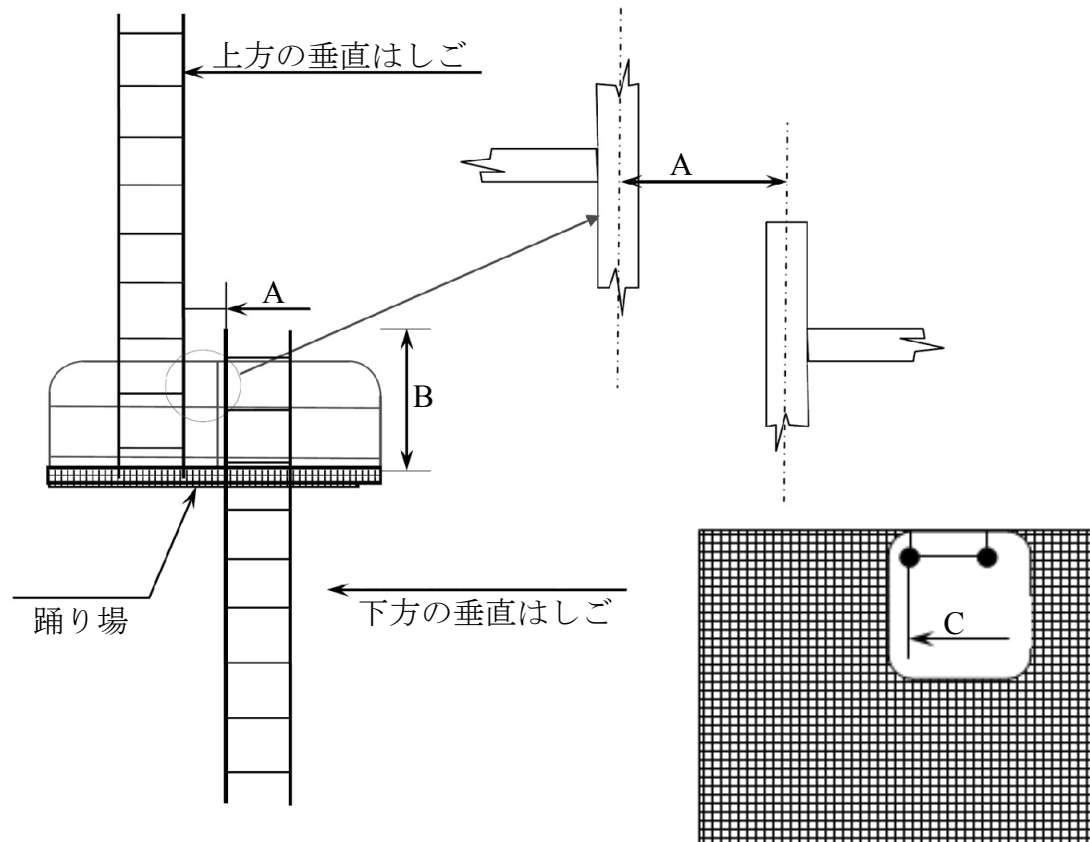


図 C35.2.3-2. 踊り場に近接して設ける垂直はしご

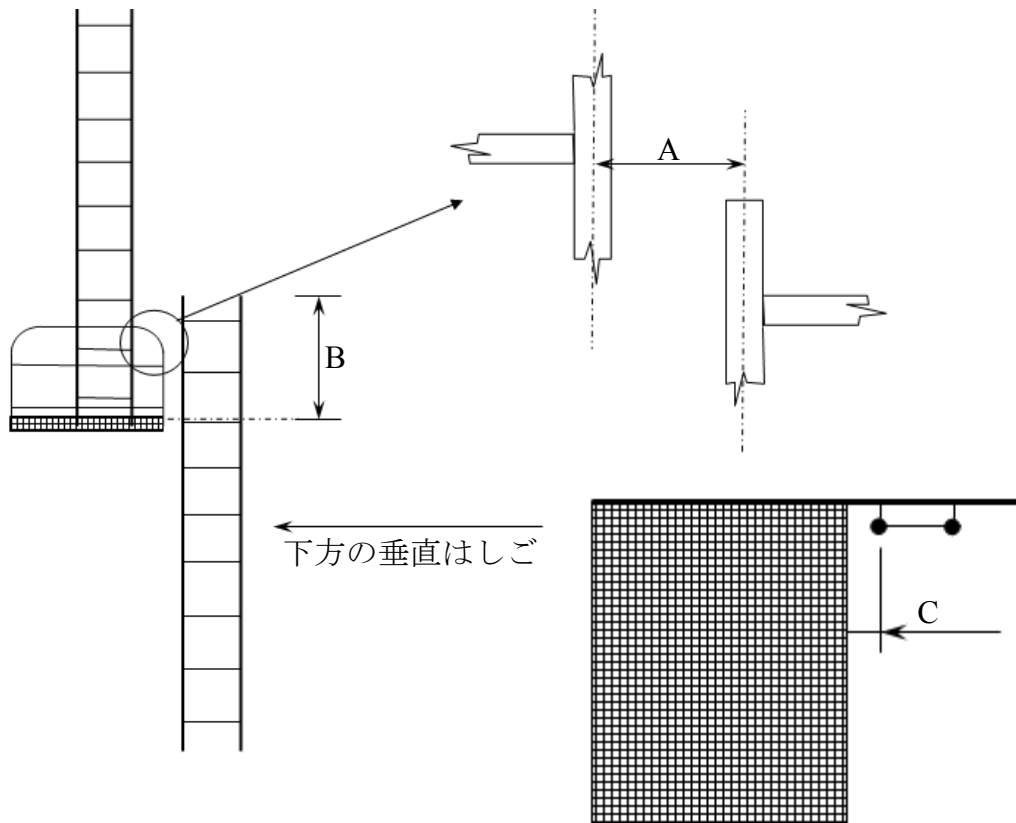


表 C35.2.3 寸法

A	隣接する垂直はしごの側板間の水平距離	$\geq 200mm$
B	踊り場から下方の垂直はしごの上端までの高さ	$\geq 1,500*mm$
C	垂直はしごと踊り場の水平距離	$100mm \leq C < 300mm$
備考		
*: 踊り場の手摺の高さは、少なくとも 1,000mm であること。		

付録 C1 設計に関する参考資料

1.1 の表題を次のように改める。

1.1 キー付コーンカップリングによる舵頭材と舵心材の結合（規則 C 編 3.7.28.3 関連）

1.1.1 を次のように改める。

1.1.1

~~キーを用いず、油圧応用機器（オイルインジェクションとハイドロリックナット）により差し込み及び抜き出しを行うコーンカップリングにおいては、舵頭材と舵のカップリングにキーを備える場合であって、すべての舵トルクがキーにより伝達され则认为られる場合の舵頭材の押し込み力及び押し込み量長さは、次の算式による値を標準とする。~~

$$\text{押し込み力 } F = \frac{2T_R f_{S1}}{\mu_2 d_m} \left(\mu_1 + \frac{1}{2k} \right) \quad (kN)$$

$$\text{押し込み量長さ } \Delta \ell = 4k \left(\frac{T_R f_{S1} \times 10^3}{\pi E \mu_2 d_m \ell (1 - c^2)} + R_t \right) \quad (mm)$$

限界押し込み量長さ

$$\Delta \ell_{perm} = 2k \left(\frac{d_m \sigma_Y}{E \sqrt{3 + c^4} f_{S2}} + 2R_t \right) \quad (mm)$$

d_m : 舵頭材のコーン部の平均直径 (mm)

d_c : コーン部のテーパ中央でのガジヨンの外径 (mm)

c : d_m / d_c

μ_1 : 押し込み摩擦係数で、~~0.02~~0.14 とする。

μ_2 : スリップ摩擦係数で、0.15 とする。

R_t : コーン部における舵頭材の外面及びガジオン内面の表面粗さで、0.01mm とする。

k : 舵頭材のコーン部のテーパの逆数 (12~20)

E : 舵頭材及びガジオンに使用される材料のヤング率で鋼の場合 $2.06 \times 10^5 N/mm^2$ とする。

σ_Y : ガジオンに使用される材料の降伏応力 (N/mm^2)

f_{S1} : ~~スリップに対する安全率係数~~で ~~30.5~~ を標準とする。

f_{S2} : ガジオンの強度に対する安全率で 1.25 を標準とする。ただし、C 型舵等舵トルクに加え大きな曲げモーメントが働くカップリングに対しては特別な考慮を払う必要がある。

ℓ : コーン部のテーパ長さ (mm)

1.1.2 及び 1.1.3 を削る。

~~1.1.2~~

~~キーを備える場合であって、スラッギングナットにより締めつけを行い、キーにより舵トルクのすべてを伝達するコンカップリングにおいては、舵頭材の押し込み力及び押し込み量は、前 1.1.1 の算式を準用する。ただし、この場合 μ_1 を 0.14, f_{s1} を 0.5 と読み替える。~~

~~1.1.3~~

~~キーを備える場合であって、舵頭材の押し込みによりカップリング部の摩擦で舵トルクの 50% を伝達するコンカップリングにおいては、舵頭材の押し込み力及び押し込み量は、前 1.1.1 の算式を準用する。ただし、押し込みの方法により次のように μ_1 及び f_{s1} を読み替える。~~

~~油圧応用機器による場合： f_{s1} を 1.5~~

~~スラッギングナットの締めつけによる場合： μ_1 を 0.14, f_{s1} を 1.5~~

1.2 を次のように改める。

1.2 スリーブ及びブッシュの厚さ（規則 C 編 3.310 関連）

1.2.1

ピントルベアリング部及び頸部ベアリング部に設けるスリーブ及びブッシュの厚さは、スリーブを金属製、ブッシュをリグナムバイタ又は合成樹脂とする場合、次の算式による厚さを標準とする。ただし、スリーブ及びブッシュの最小厚さは、~~それぞれ 7.5mm 及び 10mm とする規則 C 編 3.10.1 による。~~

(1)

- (a) ピントルのスリーブ厚さ: $0.03d_{pO} + 5$ (mm)
 d_{pO} : スリーブの外面で測ったピントルの径 (mm)
- (b) ピントルベアリング部のブッシュ厚さ
 $d_{pO} < 300$ の場合 $0.05d_{pO} + 5$ (mm)
 $d_{pO} \geq 300$ の場合 $0.03d_{pO} + 11$ (mm)
 d_{pO} : (1)(a) による。

(2)

- (a) 頸部ベアリング部の舵頭材のスリーブの厚さ: $0.03d_l + 3$ (mm)
 d_l : 下部舵頭材の径 (mm)
- (b) 頸部ベアリングのブッシュの厚さ
 $d_l < 300$ の場合 $0.05d_l + 2$ (mm)
 $d_l \geq 300$ の場合 $0.03d_l + 8$ (mm)
 d_l : (2)(a) による。

附 則（改正その3）

1. この達は、2016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、この達による規定にかかわらず、なお従前の例によることができる。

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

IACS PR No.29 (Rev.0, July 2009)

英文（正）

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

Note:

This Procedural Requirement applies from 1 July 2009.

仮訳

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

備考：

1. 本 PR は、2009 年 7 月 1 日から適用する。