

舵に関する事項

改正規則等

鋼船規則 C 編及び CS 編
鋼船規則検査要領 C 編及び CS 編
(日本籍船舶用及び外国籍船舶用)

改正理由

IACS 統一規則 (UR) S10 には、舵、シューピース及びラダーホーンに関する要件が規定されており、本会はこれを鋼船規則 C 編及び CS 編に取り入れている。

IACS において、当該 UR について見直しを行った結果、複数の船級から見直すべき点が挙げられたことから、それらに対応すべく、ラダートランクやコーンカップリング等に関する規定を改め、2023 年 2 月に IACS 統一規則 S10(Rev.7)として採択した。

今般、IACS 統一規則 S10(Rev.7)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) 外板又はスケグよりも下に伸びるラダートランクのすみ肉溶接肩部の半径に関する要件を明確にする。
- (2) 舵板及び板材と重量部材（鍛鋼，鋳鋼又は極厚板による一体型部材）の溶接部に関する要件を改める。
- (3) 舵の内側にトランクが伸びている C 型舵のせん断力及び曲げモーメントを改める。
- (4) オイルインジェクションフィッティング（ウェットフィッティング）の場合のピントルコーンカップリングの押し込み圧力及び押し込み長さの要求事項を追加する。
- (5) 直径 200 mm 未満の舵頭材及びピントルに用いるスリーブに関する要求事項を明確にする。

「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

1 編 共通要件

11 章 貨物区域外の構造

11.5 船尾構造

11.5.1 船尾材

11.5.1.8 ラダートランク

-2.を次のように改める。

- 2. 材料、溶接及び船体との結合部は、次の(1)から(4)によらなければならない。
- (1) 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%以下又は炭素当量 (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。
 - (2) 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。
 - (3) 外板又はスケグよりも下に伸びるラダートランクの場合、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 11.5.1-5.参照)

$$r = 0.1d_l / K_{ST}$$

ただし、次の値以上とすること。

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

$$\sigma < 40 / K_{ST} \text{ N/mm}^2 \text{ の場合 } r = 30 \text{ mm}$$

d_l : 13.2.5.2 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_{ST} : 13.2.1.2 の規定により定まる~~舵頭材~~ラダートランクの材料係数

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ない。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。

-3.を次のように改める。

- 3. ラダートランクの寸法は次による。
- (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の算式を満足しなければならない。

$$\sigma \leq 80/K_{ST}$$

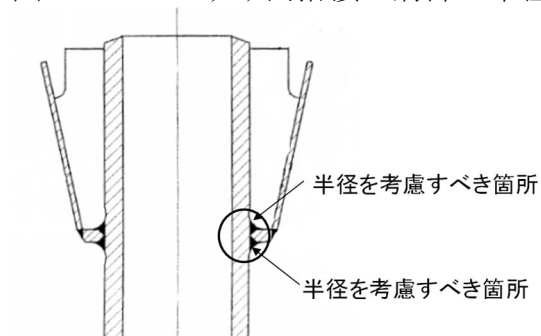
σ ：前-2.の規定による。

K_{ST} ：13.2.1.2の規定により定まる~~舵頭材~~ラダートランクの材料係数。ただし、0.7以上とする。

σ_Y ：使用材料の規格最小降伏応力 (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 11.5.1-5. すみ肉溶接の肩部の半径



13.2 舵

13.2.1 一般

13.2.1.3 溶接及び詳細設計

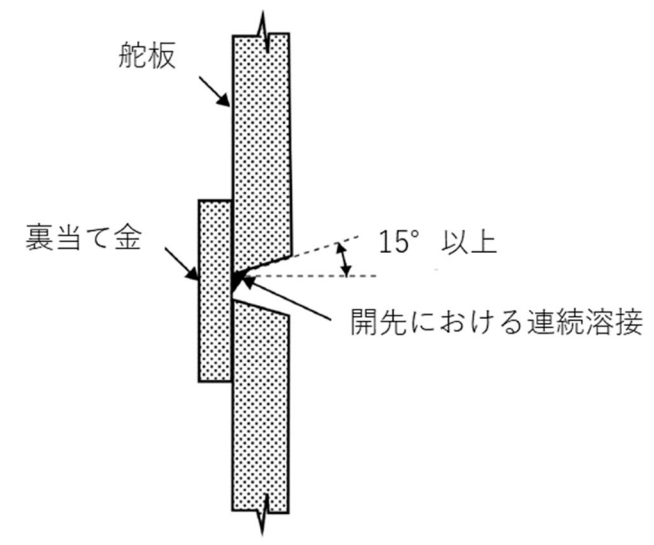
-3.を次のように改める。

-3. 舵の曲げによって大きな応力を受ける舵板の溶接部及び板材と重量部材（鍛鋼，鋳鋼又は極厚板による一体型部材）の溶接部は，次の(1)から(3)によること。

- (1) ~~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。~~
- (2) *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。*
- (3) 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開先の溶接部は片面連続溶接としなければならない。また，開先角度は，片側溶接の場合，少なくとも 15 度としなければならない（図 13.2.1-3.参照）。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。

図 13.2.1-3.として次の図を加える。

図 13.2.1-3. 鋼製の裏当て金を用いた舵板の完全溶け込み溶接



13.2.2 舵力

13.2.2.1 を次のように改める。

13.2.2.1

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。

$$F_R = 132K_1K_2K_3AV^2 \text{ (N)}$$

A : 舵の面積 (m^2)

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

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

後進状態に対しては、▲編 2.1.30に規定する後進速力 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。

$$V_a = 0.5V \text{ (kt)}$$

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 13.2.2-1.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 の範囲内にラダーポスト又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 13.2.2-1.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

13.2.5 舵頭材

13.2.5.2 を次のように改める。

13.2.5.2 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。

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

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。

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

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

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-m)

T_R : 13.2.3 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。

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

d_u : 13.2.5.1 の規定により定まる舵頭材の径 (mm)

舵の内側にトランクが伸びている C 型舵の場合、舵頭材の寸法は、次の 2 ケースを考慮しなければならない。

(1) 舵全体に圧力がかかる場合

(2) ネックベアリングの中央より下の舵部分にのみ圧力がかかる場合

13.2.6 舵板、舵骨及び舵心材

13.2.6.1 を次のように改める。

13.2.6.1 舵板（ラダープレート）

舵板の板厚 t_{gr} は、次の算式による値以上としなければならない。なお、一体型部品付近の舵板は、13.2.7.4 に従い増厚しなければならない。

$$t_{gr} = 5.5S\beta \sqrt{\left(\frac{T_{SC}}{A} + \frac{F_R \times 10^{-4}}{A} \right) K_{pl} + 2.5} \text{ (mm)}$$

T_{SC} : 構造用喫水 (1.4.3.1-5.参照)

A 及び F_R : 13.2.2.1 の規定による。

K_{pl} : 13.2.1.2 の規定により定まる舵板の材料係数

β : 次の算式による。

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

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)

13.2.8 舵頭材と舵心材との接合部

13.2.8.4 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

-2.を次のように改める。

-2. 押込み圧力は、次の要件を満足しなければならない。

(1) 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。

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

$$p_{req2} = \frac{6M_{bc}}{l^2 d_m} \times 10^3 \quad (N/mm^2)$$

M_Y : 13.2.8.3-2.による舵頭材の設計許容モーメント (N-m)

d_m : 円錐部の平均直径 (mm) (図 13.2.8-2.参照)

l : カップリング長さ (mm)

μ_0 : 摩擦係数で、0.15 とする。

M_{bc} : コーンカップリング上部の舵頭材における曲げモーメント (例えば、C 型舵の場合) (N-m)

舵の内側にトランクが伸びている C 型舵の場合、カップリングは、次の 2 ケースを考慮しなければならない。

(a) 舵全体に圧力がかかる場合

(b) ネックベアリングの中央より下の舵部分にのみ圧力がかかる場合

(2) 押込み圧力が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、次の算式により決定しなければならない。

$$p_{perm} = \frac{0.95\sigma_Y(1-\alpha^2)}{\sqrt{3+\alpha^4}} - p_b$$

$$p_b = \frac{3.5M_{bc}}{d_m l^2} \times 10^3$$

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 : 円錐部の平均直径 (mm) (図 13.2.8-2.参照)

d_a : ガジヨンの外径 (mm) (図 13.2.8-2.及び図 13.2.8-3.参照。最小値とすること)。ここで、ガジヨンの外径 d_a は、円錐部の平均直径 d_m をとる水平断面と同一断面における値を用いることを推奨する。

-3. 押込み長さは、次の要件を満足しなければならない。

(1) 押込み長さ Δl は (mm) 次の算式による。

$$\Delta l_1 \leq \Delta l \leq \Delta l_2$$

$$\Delta l_1 = \frac{p_{req} d_m}{E \left(\frac{1-\alpha^2}{2} \right) c} + \frac{0.8R_{tm}}{c} \quad (mm)$$

$$\Delta l_2 = \frac{p_{perm} d_m}{E \left(\frac{1-\alpha^2}{2} \right) c} + \frac{0.8R_{tm}}{c} \quad (mm)$$

R_{tm} : 平均粗度 (mm) で、約 0.01 mm とする。

c : 13.2.8.3-1.に規定する直径のテーパ

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

- (2) 油圧結合とする場合、円錐部の要求押込み力 P_e (N) は、次の算式により決定することができる。ここで、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、機械的处理及び細部の粗度によって変化する。また、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じる場合、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。

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

13.2.9 ピントル

13.2.9.2 ピントルの構造

-2.を次のように改める。

-2. ドライフィッティングの場合のピントルの要求押し込み圧力 (N/mm^2) は、次の算式 p_{req1} により決定しなければならない。オイルインジェクションフィッティング (ウエットフィッティング) の場合のピントルに対する要求押込み圧力 (N/mm^2) は、次の算式 p_{req1} 及び p_{req2} により定まる値のうち大きい方の値により決定しなければならない。また、押込み長さ Δl_1 は、次に示すピントルの押込み圧力及び特性を用いて、13.2.8.4-3.と同様に算出しなければならない。

$$p_{req1} = 0.4 \frac{B d_0}{d_m^2 l} \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$p_{req2} = \frac{6 M_{bp}}{l^2 d_m} \times 10^3 \quad (\text{N/mm}^2)$$

B : 13.2.9.1 による。

d_m, l : 13.2.8.4-2.の規定による。

d_0 : ピントル直径 (mm) (図 13.2.8-2.参照)

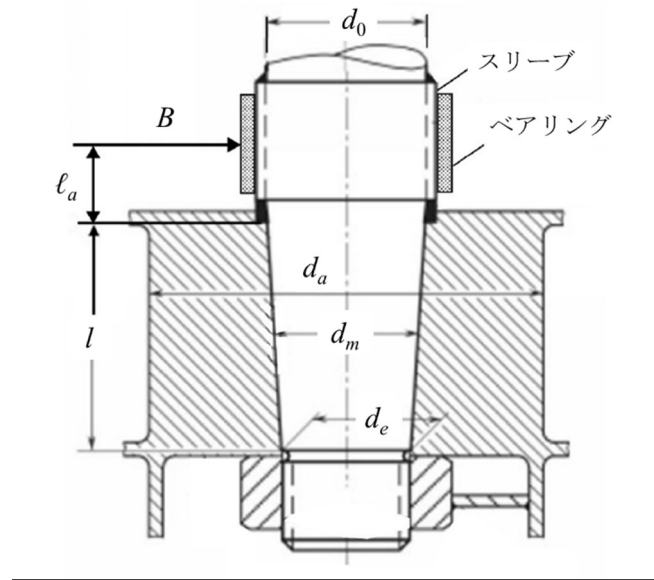
M_{bp} : ピントルコーンカップリング部における曲げモーメント (N-m) で次の算式による。

$$M_{bp} = B \ell_a$$

ℓ_a : ピントルベアリングの中央からコーンカップリングとピントルの接触面の上端までの長さ (m) (図 13.2.9-1.参照)

図 13.2.9-1.として次の図を加える。

図 13.2.9-1. ピントルベアリングの中央からコーンカップリングと
ピントルの接触面の上端までの長さ



13.2.10 舵頭材及びピントルのベアリング

13.2.10.1 を次のように改める。

13.2.10.1 スリーブ及びブッシュ

-1. 舵頭材ベアリングには、スリーブ及びブッシュを備えなければならない。舵頭材及びピントルの直径が 200 mm 未満の場合、ブッシュにスリーブを備える必要はない。スリーブ及びブッシュの最小厚さは、次による。

(1) $t_{\min} = 8 \text{ mm}$ (金属製材料及び合成材料)

(2) $t_{\min} = 22 \text{ mm}$ (リグナム材)

-2. ピントルベアリングの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、前-1.に規定する最小厚さ以上としなければならない。

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

B : 13.2.9.1 による。

13.2.10.3 ベアリング寸法

-2.を次のように改める。（日本籍船舶用）

-2. ピントルベアリング長さ L_p は次の算式による。

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

d_{p0} ： 11.5.1.7 の規定による。

13.2.11 付属装置

13.2.11.1 ラダーキャリア*

-2.を次のように改める。

-2. 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、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付けなければならない。ラダートランク頂部が~~トリムを考慮したその位置における最上位の構造用喫水（トリムなし）に~~における喫水線より下方にある場合には、隔離した2つの水密シール又はスタッフィングボックスを設けなければならない。

CS 編 小型鋼船の船体構造及び船体艤装

2 章 船首材及び船尾材

2.2 船尾材

2.2.7 ラダートランク

-2.を次のように改める。

-2. 材料、溶接及び船体との結合部

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%以下又は炭素等量 (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。

外板又はスケグよりも下に伸びるラダートランクの場合、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 CS2.3 参照）

$$r = 0.1d_l/K_T$$

ただし、次の値以上とすること。

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

$$\sigma < 40/K_{ST} \text{ N/mm}^2 \text{ の場合 } r = 30 \text{ mm}$$

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/mm^2)

K_{ST} : 3.1.2 の規定により定まる舵頭材ラダートランクの材料係数

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。

-3.を次のように改める。

-3. 寸法

ラダートランクの寸法は次による。

(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。

$$\sigma \leq 80/K_{ST}$$

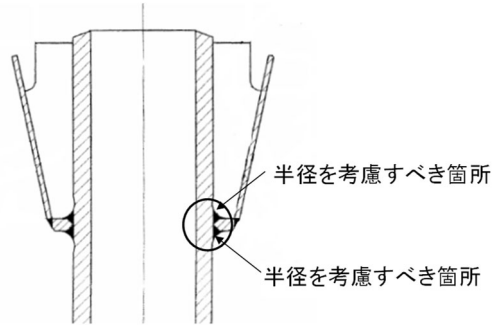
σ : -2.の規定による (N/mm^2)

K_{ST} : 3.1.2 の規定により定まる舵頭材ラダートランクの材料係数。ただし、0.7 以上とする。

σ_Y : 使用材料の規格最小降伏応力 (N/mm^2)

曲げ応力の計算において、考慮すべき長さは、ラダーストック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 CS2.3 すみ肉溶接の肩部の半径



3 章 舵

3.1 一般

3.1.1 を次のように改める。

3.1.1 適用*

- 1. (省略)
- 2. 本章の規定は、15.2.1-1.に規定する L_1 について、 $L_1 \geq 24 \text{ m}$ の船舶の舵に適用する。
- ~~-23.~~ 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。
- ~~-34.~~ 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。

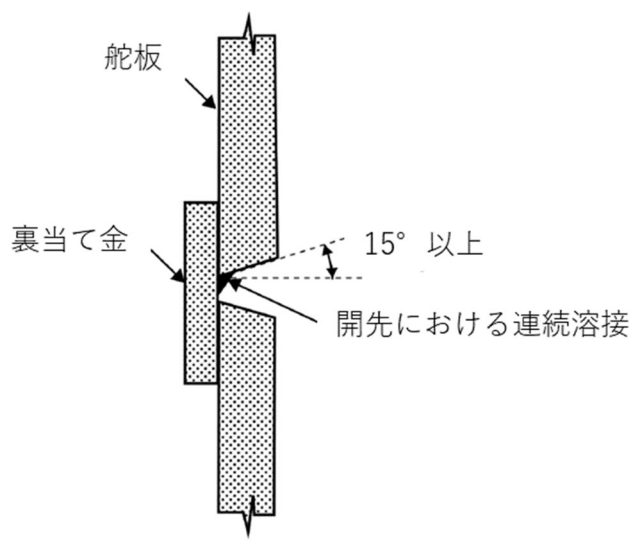
3.1.3 溶接及び詳細設計

-3.を次のように改める。

- 3. 舵の曲げによって大きな応力を受ける舵板の溶接部及び板材と重量部材（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開先の溶接部は片面連続溶接としなければならない。（図 CS3.3 参照）また，開先角度は，片側溶接の場合，少なくとも 15 度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。

図 CS.3.3 として次の図を加える。

図 CS3.3 鋼製の裏当て金を用いた舵板の完全溶け込み溶接



3.2 を次のように改める。

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。

$$F_R = K_1 K_2 K_3 132 A V^2 \text{ (N)}$$

A : 舵の面積 (m^2)

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

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

後進状態に対しては、**A 編 2.1.30** に規定する後進速力 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。

$$V_a = 0.5V \text{ (kt)}$$

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 **CS3.34** 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 **CS3.1** 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 **CS3.34** 舵の座標系
(省略)

3.3 舵トルク

3.3.1 を次のように改める。

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。

$$T_R = F_R r \text{ (N-m)}$$

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 CS3.34 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 を次のように改める。

3.3.2 A 型舵の舵トルク

A 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_{Rmin} 未満としてはならない。

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

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 CS3.45 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目指す。

図 CS3.45 舵の分割

(省略)

b_1 及び b_2 : 図 CS3.34 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} は、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} は、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 は、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 はそれぞれ 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。

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

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

3.5 舵頭材

3.5.2 を次のように改める。

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じり応力で次の算式による。

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

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

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。

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

d_u : 3.5.1 の規定により定まる舵頭材の径 (mm)

舵の内側にトランクが伸びている C 型舵の場合、舵頭材の寸法は、次の 2 ケースを考慮しなければならない。

(1) 舵全体に圧力がかかる場合

(2) ネックベアリングの中央より下の舵部分にのみ圧力がかかる場合

3.6 複板舵における舵板、舵骨及び舵心材

3.6.1 を次のように改める。

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。

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

d_s : 15.2.1-1.に規定する構造用喫水 (m)

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。

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

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。

3.7 舵板構造と鍛鋼又は鋳鋼の一体型部品との接合

3.7.3 を次のように改める。

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。

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

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 CS3.56 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 CS3.56 参照)

図 CS3.56 舵板構造と舵頭材ハウジング部との接合部横断面

(片側にのみ開口を有する場合の例)

(省略)

3.9 舵頭材と舵心材との接合部

3.9.1 水平フランジ型カップリング*

-5.を次のように改める。

-5. 舵頭材とフランジ間の溶接接合については、図 **CS3.67**又はこれと同等のものとしなければならない。

図 CS3.6 を図 CS3.7 に改める。

図 **CS3.67** 舵頭材とカップリングフランジ間の溶接接合
(省略)

3.9.3 を次のように改める。

3.9.3 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において、直径のテーパ c は 1:8 から 1:12 としなければならない。ただし、 c は次による。（図 **CS3.78**及び図 **CS3.910**参照）

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

d_0 及び d_e については図 **CS3.78**を、 ℓ_c については図 **CS3.910**を参照すること。

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. (省略)

-3. 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 **CS3.78**参照）

ネジの谷における直径 $d_g \geq 0.65d_0$ (mm)

高さ $h_n \geq 0.6d_g$ (mm)

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.から-7.は省略)

図 CS3.7 を図 CS3.8 に改める。

図 **CS3.78** キー付コーンカップリング
(省略)

図 CS3.8 を図 CS3.9 に改める。

図 CS3.89 ガジヨン外径
(省略)

図 CS3.9 を図 CS3.10 に改める。

図 CS3.910 円錐部の長さとかップリング長さ
(省略)

3.9.4 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*

図 CS3.10 を図 CS3.11 に改める。

図 CS3.4011 キー無しコーンカップリング
(省略)

-2.を次のように改める。

-2. 押し込み圧力

押し込み圧力は、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。

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

$$p_{req2} = \frac{6M_{\#C}}{\ell^2 d_m} 10^3 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

M_Y : 3.9.3-2.による舵頭材の設計許容モーメント (N-m)

d_m : 円錐部の平均直径 (mm) (図 CS3.78 参照)

ℓ : カップリング長さ (mm)

μ_0 : 摩擦係数で、0.15 とする。

$M_{\#C}$: コーンカップリング上部の舵頭材における曲げモーメント (例えば、C 型舵の場合) (N-m)

舵の内側にトランクが伸びている C 型舵の場合、カップリングは、次の 2 ケースを考慮しなければならない。

(1) 舵全体に圧力がかかる場合

(2) ネックベアリングの中央より下の舵部分にのみ圧力がかかる場合

押し込み圧力が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。

$$p_{perm} = \frac{0.95\sigma_Y(1 - \alpha^2)}{\sqrt{3 + \alpha^4}} - p_b$$

$$p_b = \frac{3.5M_{\#C}}{d_m \ell^2} 10^3$$

σ_Y : ガジヨン材料の規格最小降伏応力 (N/mm²)

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

d_m : 円錐部の平均直径 (mm) (図 CS3.78 参照)

d_a : ガジヨンの外径 (mm) (図 CS3.78 及び図 CS3.89 参照。最小値とすること。)
ガジヨンの外径は $1.25d_0$ (mm) 未満としてはならない。 (d_0 は図 CS3.78 参照)

-3. 押込み長さ

押込み長さ $\Delta\ell$ は (mm) 次による。

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

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

$$\Delta\ell_2 = \frac{p_{perm}d_m}{E\left(\frac{1-\alpha^2}{2}\right)c} + \frac{0.8R_{tm}}{c} \quad (mm)$$

R_{tm} : 平均粗度 (mm) で、約 0.01 mm とする。

c : 3.9.3-1.に規定する直径のテーパ

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

備考:

油圧結合とする場合、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。

3.10 ピントル

3.10.2 ピントルの構造

-2.を次のように改める。

-2. ピントルの押込み圧力

ドライフィッティングの場合のピントルの要求押し込み圧力 (N/mm^2) は、次式 p_{req1} により決定しなければならない。オイルインジェクションフィッティング (ウェットフィッティング) の場合のピントルに対する要求押込み圧力 (N/mm^2) は、次式 p_{req1} 及び p_{req2} により定まる値のうち大きい方の値により決定しなければならない。

$$p_{req1} = 0.4 \frac{Bd_0}{d_m^2\ell} \quad (\text{N/mm}^2)$$

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

B : 3.10.1 による。

d_m, ℓ : 3.9.4-2.の規定による。

d_0 : ピントル直径 (mm) (図 CS3.78 参照)

M_{bp} : ピントルコーンカップリング部における曲げモーメント (N-m) で次の算式

による。

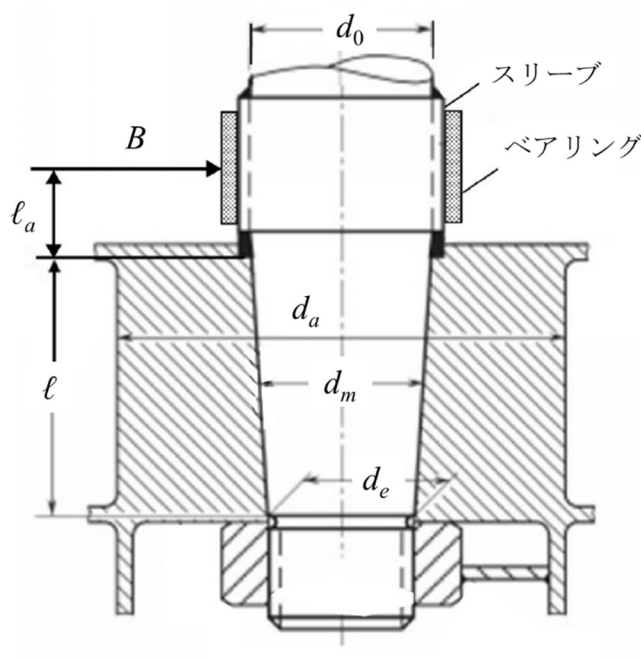
$$M_{bp} = B\ell_a$$

ℓ_a : ピントルベアリングの中央からコーンカップリングとピントルの接触面の上端までの長さ (m) (図 CS3.12 参照)

押込み長さ ΔL_1 は、上記に示すピントルの押込み圧力及び特性を用いて 3.9.4-3.と同様に算出しなければならない。

図 CS3.12 として次の図を加える。

図 CS3.12 ピントルベアリングの中央からコーンカップリングとピントルの接触面の
上端までの長さ



3.11 舵頭材及びピントルのベアリング

3.11.1 スリーブ及びブッシュ

-1.を次のように改める。

-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。舵頭材及びピントルの直径が 200 mm 未満の場合、ブッシュにスリーブを備える必要はない。

スリーブ及びブッシュの最小厚さは、次による。

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

-2. (省略)

3.11.3 を次のように改める。（日本籍船舶用）

3.11.3 ベアリング寸法

ベアリング面の長さ L_p と径 d_p の比は 1.2 を超えてはならない。

ピントルベアリング長さ L_p は次の算式による。

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

d_{p0} : 2.2.6 の規定による。

「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

1 編 共通

C13 舵

C13.2 舵

C13.2.4 舵構造の強度計算

C13.2.4.1 舵構造の強度計算

-3.を次のように改める。

-3. 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)及び(2)は省略)

(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

$$\begin{aligned}M_R &= \frac{B_1^2(\ell_{10} + \ell_{30})}{2F_R} \quad (N\cdot m) \\M_b &= \frac{B_3(\ell_{30} + \ell_{40})(\ell_{10} + \ell_{30})^2}{\ell_{10}^2} \quad (N\cdot m) \\M_s &= B_3\ell_{40} \quad (N\cdot m) \\B_1 &= \frac{F_R h_c}{\ell_{10}} \quad (N) \\B_2 &= F_R - 0.8B_1 + B_3 \quad (N) \\B_3 &= \frac{F_R \ell_{10}^2}{8\ell_{40}(\ell_{10} + \ell_{30} + \ell_{40})} \quad (N)\end{aligned}$$

(b) B 型舵

$$\begin{aligned}M_R &= \frac{B_1^2 \ell_{10}}{2F_R} \quad (N\cdot m) \\M_b &= B_3\ell_{40} \quad (N\cdot m) \\M_s &= \frac{3M_R \ell_{30}}{\ell_{10} + \ell_{30}} \quad (N\cdot m) \\B_1 &= \frac{F_R h_c}{\ell_{10} + \ell_{30}} \quad (N)\end{aligned}$$

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

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

(c) C型舵

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

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

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

舵と舵頭材の接続部には、図 C13.2.4-3.に示すコーンカップリング上部の最大モーメント M_c が適用される。

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次の2つのケースを想定して強度を確認しなければならない。

i) 舵全体にかかる圧力

ii) ネックベアリングの中央より下の舵部分にのみかかる圧力

上記2つのケースのモーメント及び力は、それぞれ図 C13.2.4-6.及び図 C13.2.4-7.による。

~~M_R は次のいずれか大きい方の値~~

$$M_{FR1} = F_{R1}(CG_{1Z} - \ell_{10})$$

$$M_{FR2} = F_{R2}(\ell_{10} - CG_{2Z})$$

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、記号は次のとおりとする。（図 C13.2.4-6.及び図 C13.2.4-7.参照）

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 部分の重心の舵底部からの垂直位置

CG_{2Z} : 舵板の A_2 部分の重心の舵底部からの垂直位置

$$F_R = F_{R1} + F_{R2}$$

$$B_2 = F_R + B_3$$

$$B_3 = \frac{M_{FR2} - M_{FR1}}{\ell_{20} + \ell_{40}}$$

(d) D型舵

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

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

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

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

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

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

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

(e) E 型舵

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

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

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

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

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

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

図 13.2.4-3.を次のように改める。

図 C13.2.4-3. C 型舵

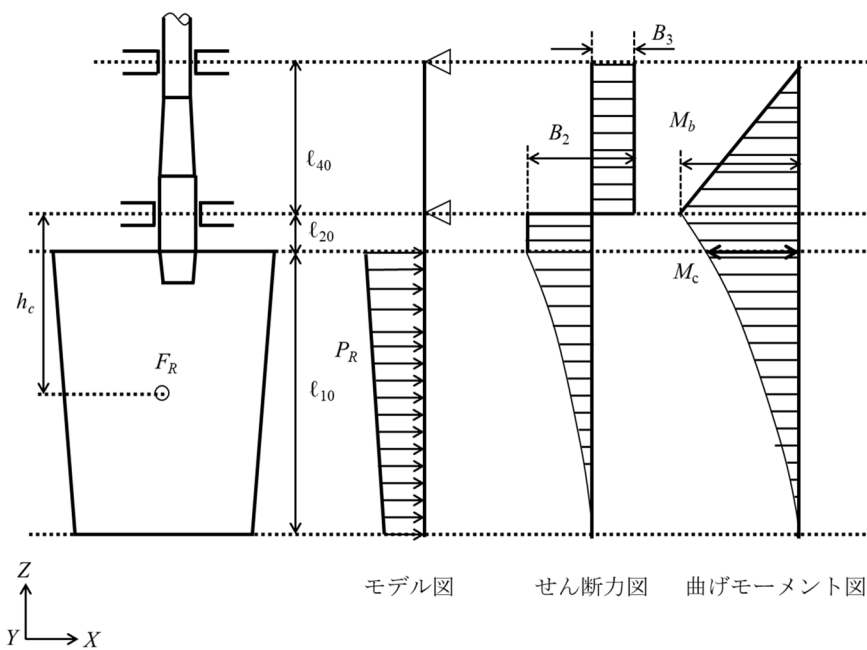
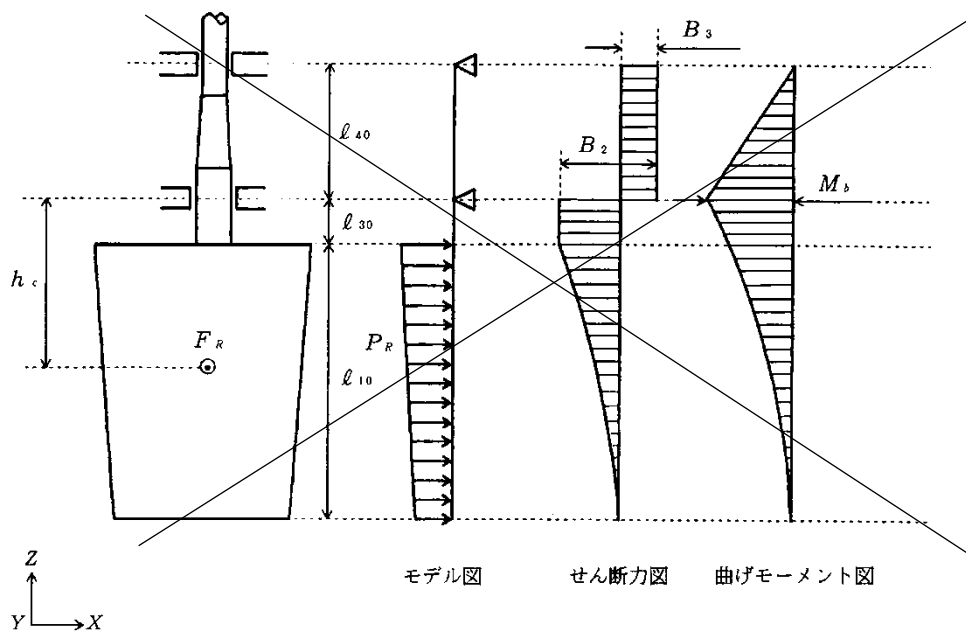


図 C13.2.4-4. D 型舵

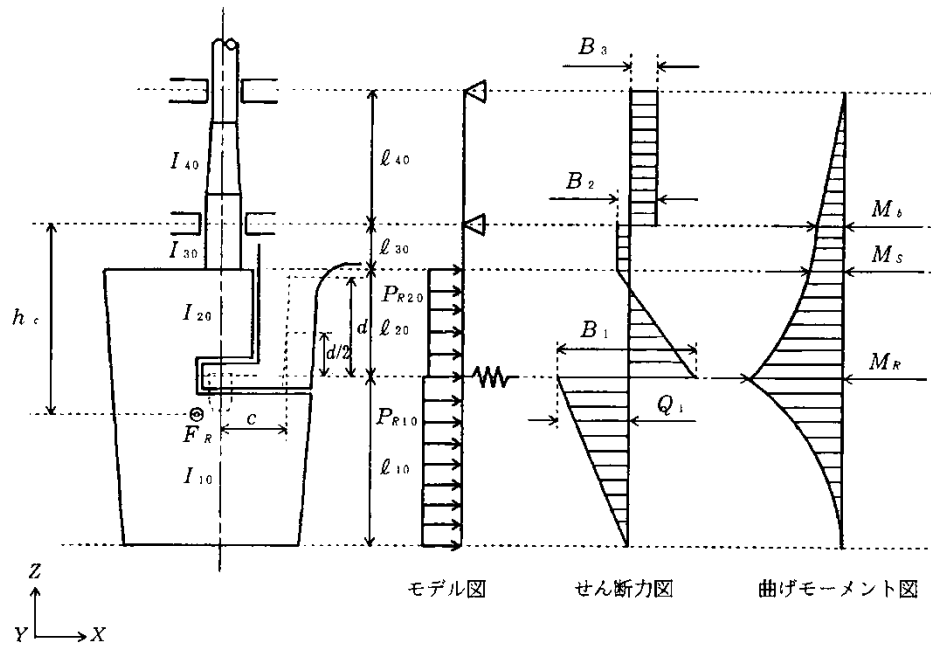


図 13.2.4-6.を次のように改める。

図 C13.2.4-6. 舵頭材を支持するラダートランクを備える C 型舵
(舵全体に圧力がかかる場合)

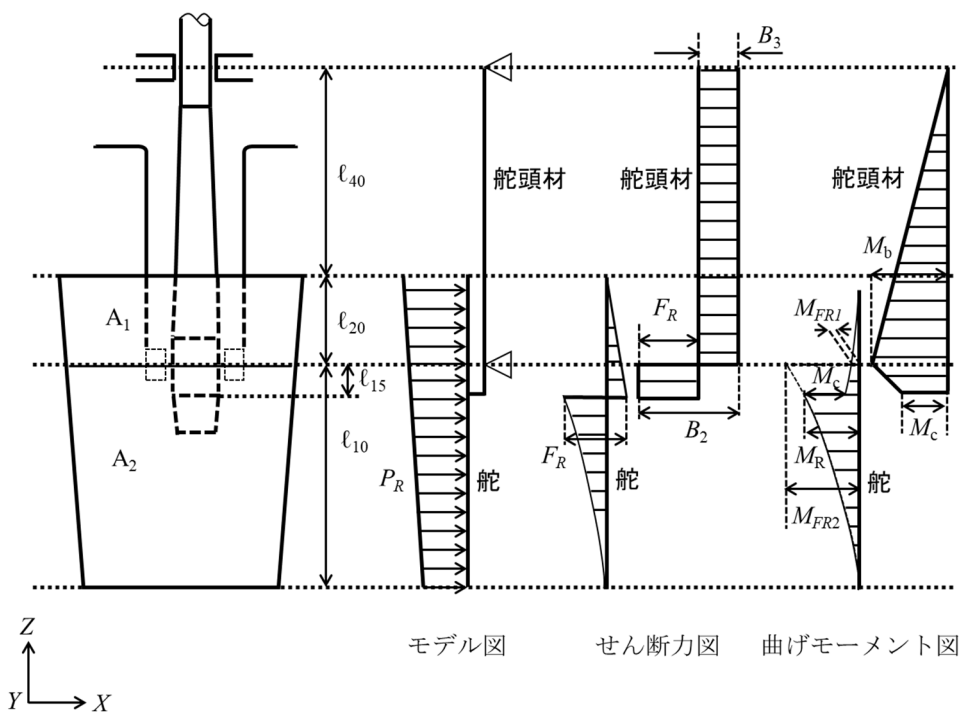
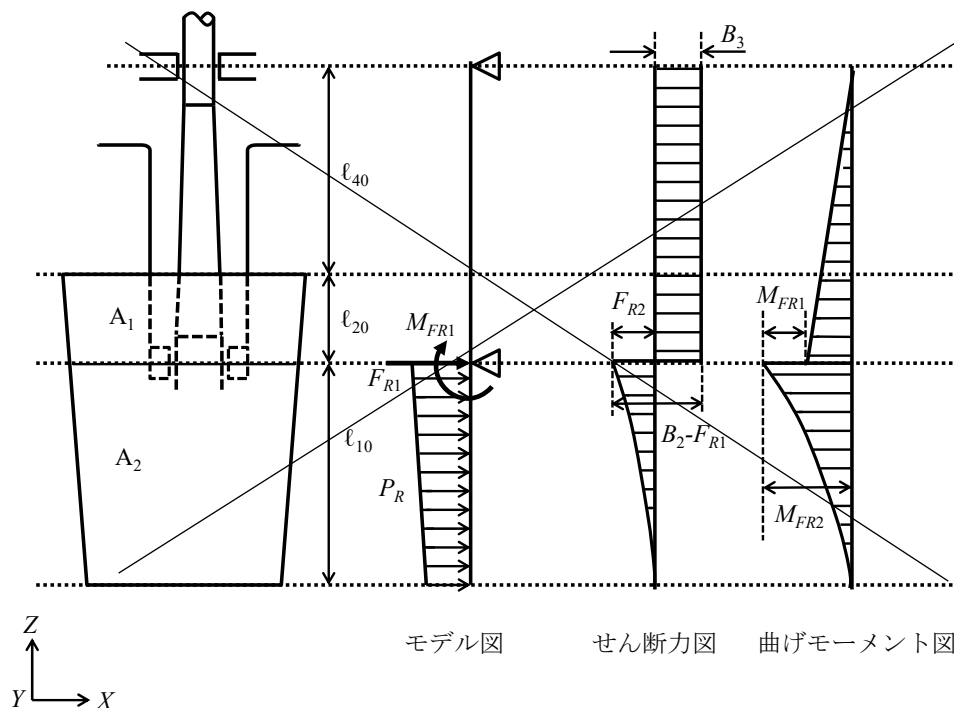


図 13.2.4-7.として次の図を加える。

図 C13.2.4-7. 舵頭材を支持するラダートランクを備える C 型舵
(ネックベアリングの中央より下の舵部分にのみ圧力がかかる場合)

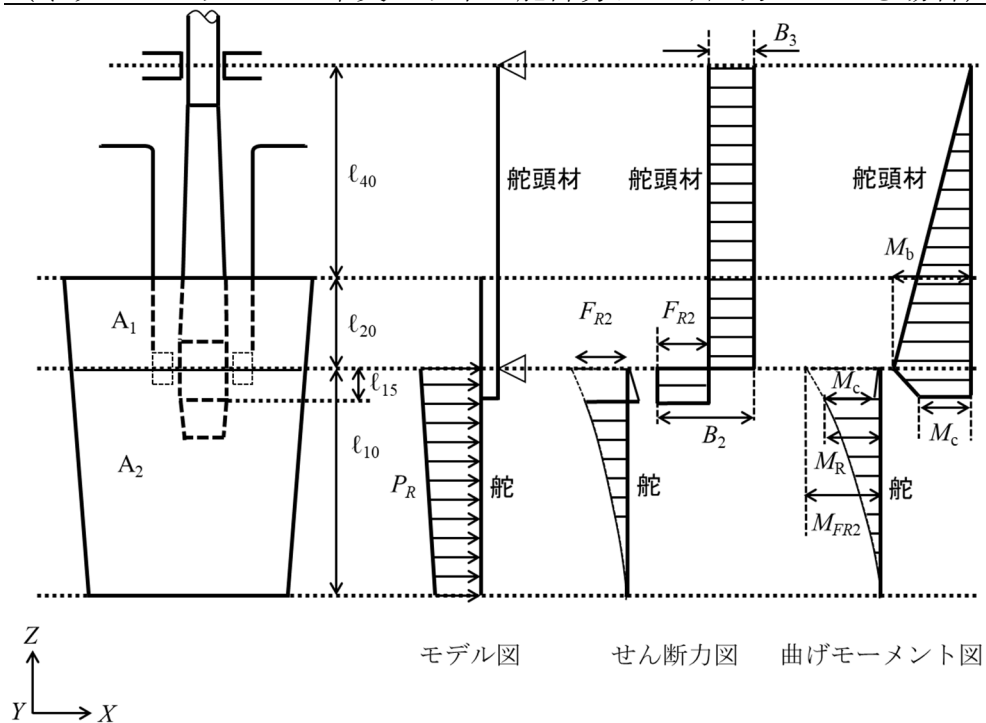


図 13.2.4-7.を図 13.2.4-8.に改める。

図 C13.2.4-7. 2 点弾性支持を受ける D 型舵
(省略)

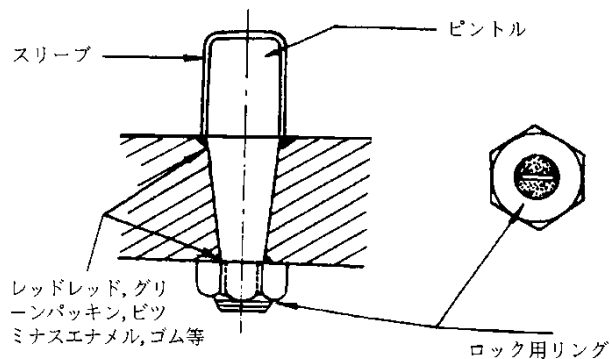
C13.2.9 ピントル

C13.2.9 を次のように改める。

C13.2.9.2 ピントルの構造

- 1. 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推奨しない。図 **C13.2.9-1** に示すように、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のため、スリーブの端部には図 **C13.2.9-1** に示すように、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. ピントルと舵骨を一体とすることは推奨しない。
- 4. 規則 13.2.9.2-2. に規定するベアリングの支持反力の B について、例えば D 型舵の場合、図 C13.2.4-4. で定義される B_1 を用いる。

図 C13.2.9-1. ロック用リング



CS 編 小型鋼船の船体構造及び船体艤装

CS3 舵

CS3.4 舵強度計算

CS3.4.1 舵強度計算

-3.を次のように改める。

-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。

((1)及び(2)は省略)

(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

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

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

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

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

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

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

(b) B 型舵

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

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

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

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

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

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

(c) C 型舵

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

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

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

舵と舵頭材の接続部には、図 C13.2.4-3.に示すコーンカップリング上部の最大モーメント M_c が適用される。

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次の2つのケースを想定して強度を確認しなければならない。

i) 舵全体にかかる圧力

ii) ネックベアリングの中央より下の舵部分にのみかかる圧力

上記2つのケースのモーメント及び力は、それぞれ図 CS3.4.1-4.及び図 CS3.4.1-5.による。

~~M_R は次のいずれか大きい方の値~~

$$M_{FR1} = F_{R1}(CG_{1Z} - \ell_{10})$$

$$M_{FR2} = F_{R2}(\ell_{10} - CG_{2Z})$$

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 CS3.4.1-4.及び図 CS3.4.1-5.参照）

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 部分の重心の舵底部からの垂直位置

CG_{2Z} : 舵板の A_2 部分の重心の舵底部からの垂直位置

$$F_R = F_{R1} + F_{R2}$$

$$B_2 = F_R + B_3$$

$$B_3 = \frac{M_{FR2} - M_{FR1}}{\ell_{20} + \ell_{40}}$$

図 CS3.4.1-3.を次のように改める。

図 CS3.4.1-3. C 型舵

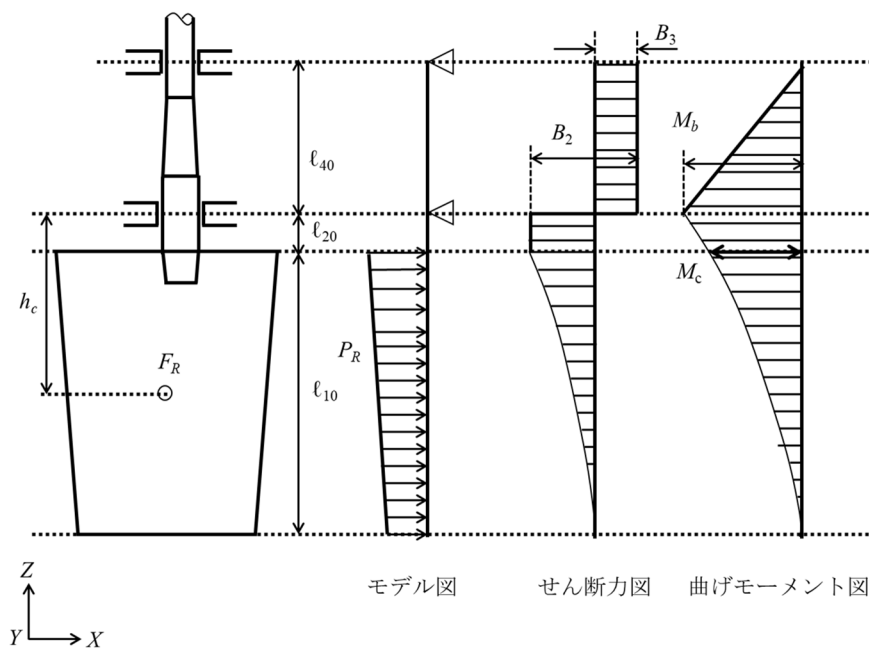
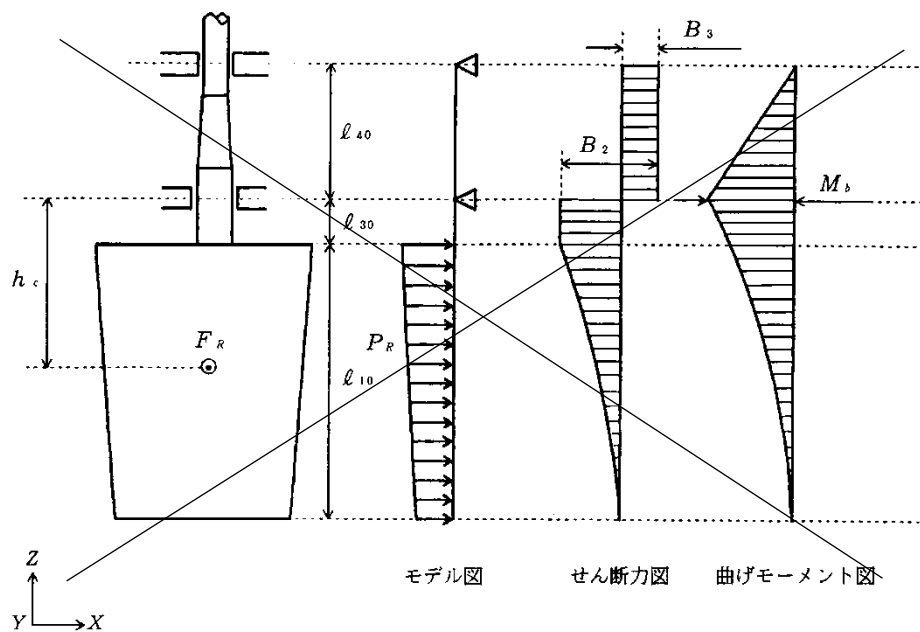


図 CS3.4.1-4.を次のように改める。

図 CS3.4.1-4. 舵頭材を支持するラダートランクを備える C 型舵
(舵全体に圧力がかかる場合)

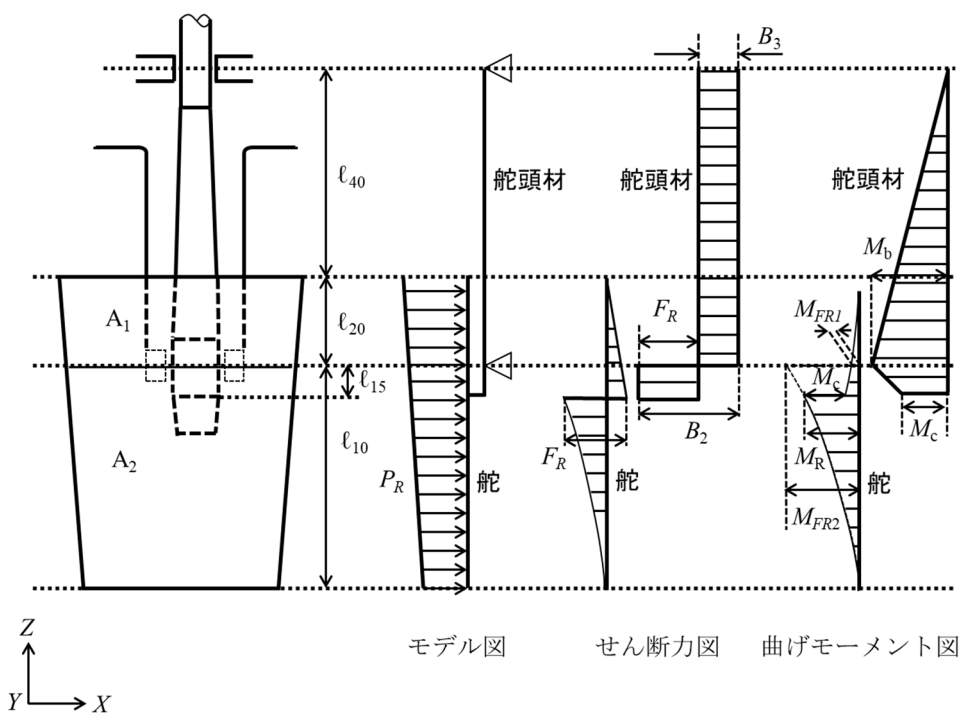
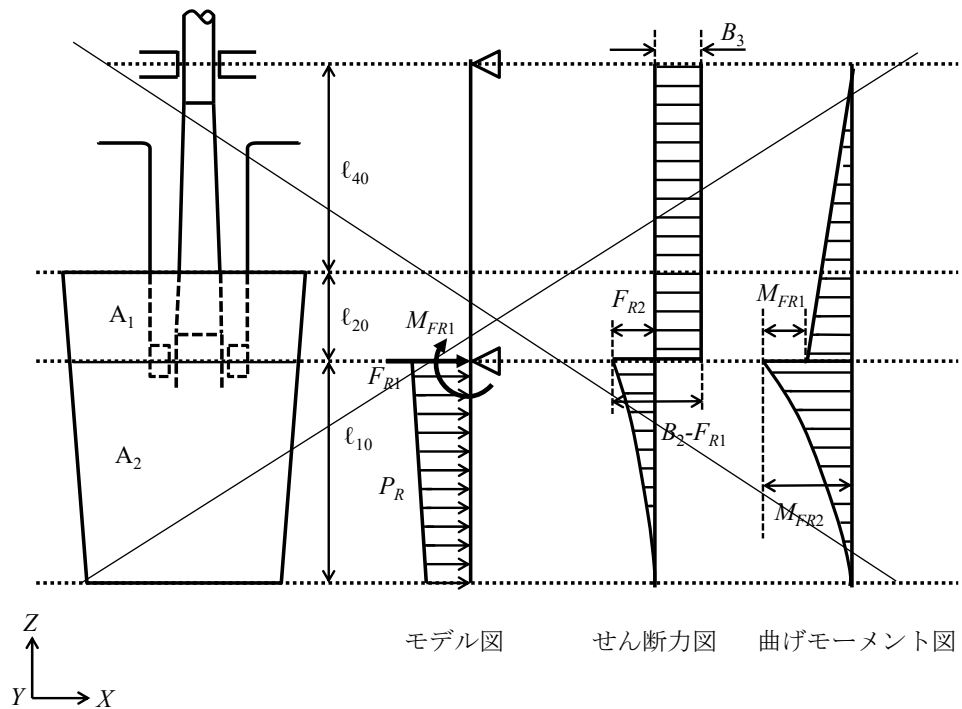
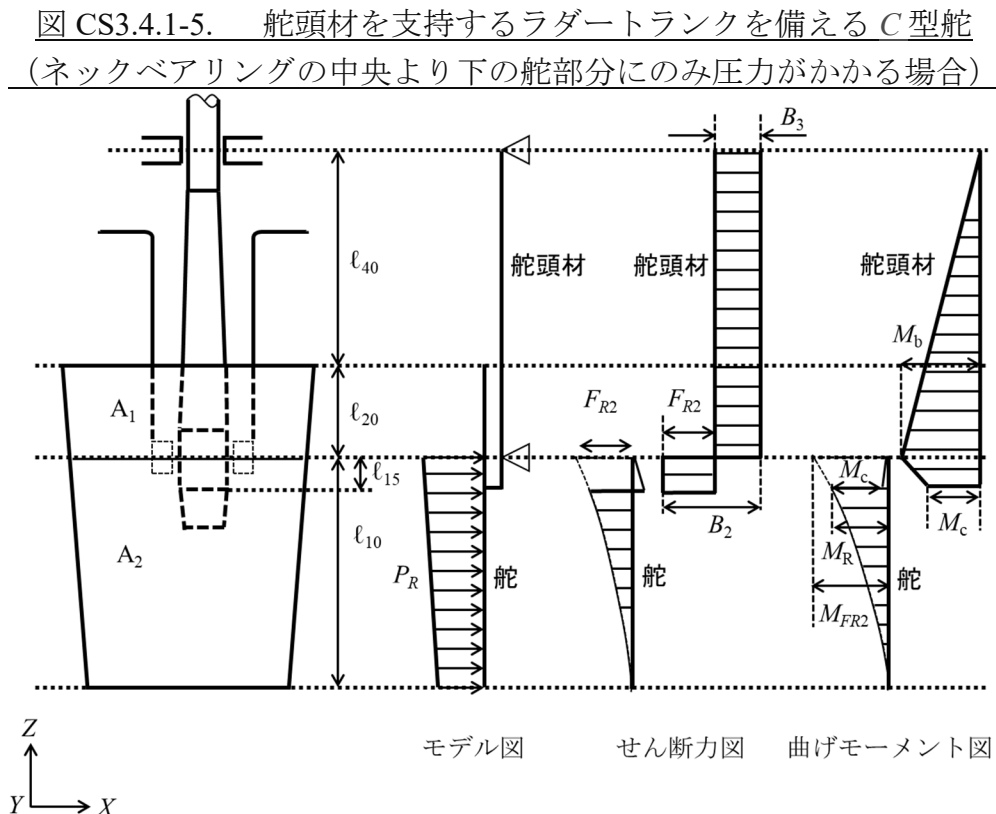


図 CS3.4.1-5.として次の図を加える。



CS3.12 付属装置

CS3.12.1 ラダーキャリア

-3.を次のように改める。

-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、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トリムを考慮したその位置における最上位の構造用喫水（トリムなし）における喫水線より下方にある場合には、隔離した2つの水密シール又は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 4 mm 、上部舵頭材軸受の場合は 2 mm とする。