

鋼 船 規 則 検 査 要 領

C 編

船体構造及び船体艤装

鋼船規則検査要領 C 編

2006 年 第 4 回 一部改正

2006 年 11 月 30 日 達 第 73 号

2006 年 11 月 17 日 技術委員会 審議

ClassNK

財団法人 日本海事協会

2006 年 11 月 30 日 達 第 73 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

C31A 新造ばら積貨物船の追加用件

C31A6 二重船側構造及び貨物倉構造

C31A.6.2 貨物倉構造

-4.として次の 1 項を加える。

-4. 規則 C 編 31A.6.2-1.(3)の適用上、貨物倉に面する構造部材に取り付けられる防撓材は、当該防撓材に作用する圧力及び防撓材の軸方向に作用する圧縮応力を考慮して、次の(1)から(5)に規定する座屈強度基準を満足すること。ただし、本規定に代え、規則 CSR-B 編 6 章 3 節 4.2 に規定する座屈強度基準によっても差し支えない。座屈強度の検討は、代表的な積付状態に対して実施すること。

(1) 対象部材

貨物倉に面する構造部材に取り付けられる防撓材とは、以下の部材をいう。なお、中央部 $0.4L$ 間を除く範囲に設けられる防撓材に対しては、本会が特に必要と認めた場合を除き、当該防撓材に適用すべき他の規定を満足することにより本規定に満足しているものとみなす。

(a) 内底板付き縦通防撓材

(b) トップサイドタンク及びビルジホップタンク斜板付き縦通防撓材

(c) 縦通隔壁（波型隔壁を除く）付き縦通防撓材

(d) 長さが $0.15L$ を超えるハッチサイドコーミングに付く水平防撓材

(e) 横置隔壁（波型隔壁を除く）付き立て防撓材

(f) 横置隔壁の上部スツール及び下部スツールの斜板（垂直板を含む）付き立て防撓材

(g) 倉内肋骨（単船側構造の場合のみ）

(h) 前(a)から(g)に示す以外の部材であって、大きな圧力及び防撓材の軸方向の圧縮応力が同時に作用する防撓材

(2) 防撓材に作用する圧力

考慮すべき圧力 p (kN/m^2) は、考慮する防撓材に応じて次の(a)から(c)による。ここで、圧力の符号は、考慮する防撓材のパネル側から作用する圧力を正、防撓材側から作用する圧力を負とする。

(a) 粒状貨物による圧力 p (kN/m^2) は、次の算式による値とする。

$$p = \gamma(1 + C_1)gK_C h_1$$

γ : 貨物の密度で、次の算式による値

$$\gamma = \frac{M}{V} \quad (\text{t/m}^3)$$

M : 当該貨物倉における最大貨物質量 (t)

V : 倉口部分を除く当該貨物倉の容積 (m^3)

C_1 : 係数で、船の長さ L (m) に応じ、表 C31.6.2-1.により定まる値。 L が表に掲げる値の間にあるときは補間法により定める。

g : 重力加速度 (m/s^2)

K_C : 係数で、考慮する防撓材に応じて次の算式による値

ハッチサイドコーミング、トップサイドタンク斜板及び張出している上部スツール斜板（垂直板を除く、図 C31A.6.2-1.参照）に設けられる防撓材及び倉内肋骨 : $K_C = 0$

その他の防撓材 : $K_C = \cos^2 \alpha + (1 - \sin \psi) \sin^2 \alpha$

α : 考慮するパネルの水平面に対する貨物倉に面しない側の傾斜角 (deg)

ψ : 安息角 (deg) で、貨物の種類に応じて表 C31.6.2-2.に示す値を標準として用いて差し支えない。

h_1 : 考慮している防撓材のスパン中央の位置から船体中心線における上甲板までの垂直距離 (m)

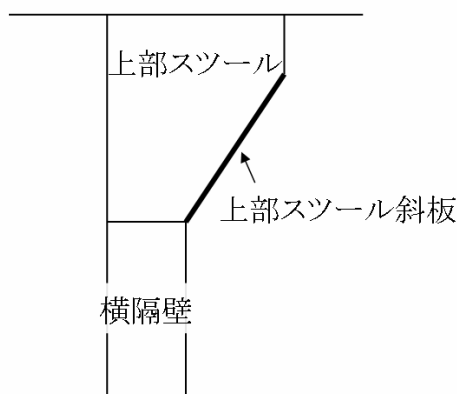
表 C31.6.2-1. 係数 C_1

L (m)	150	200	250	300 以上
C_1	0.525	0.4	0.35	0.3

表 C31.6.2-2. 安息角

貨物の種類	安息角 ψ
一般	30°
鉄鉱石、石炭	35°
セメント	25°

図 C31A.6.2-1.



(b) バラストによる圧力 p (kN/m^2) は、次の算式による値とする。

バラスト兼用倉以外のタンク： $p = 1.025(1 + C_2)gh_2$

バラスト兼用倉： $p = 1.025(1 + C_2)gh_3$

C_2 ：係数で、船の長さ L (m) に応じ、表 C31.6.2-3.により定まる値。 L が表に掲げる値の間にあるときは補間法により定める。

g ：重力加速度 (m/s^2)

h_2 ：考慮している防撓材のスパン中央の位置からタンク頂板上、オーバーフロー管の上端までの距離の 1/2 の点までの垂直距離 (m)

h_3 ：考慮している防撓材のスパン中央の位置から当該貨物倉のハッチコーミング頂部までの垂直距離 (m)

表 C31.6.2-3. 係数 C_2

L (m)	150	200	250	300 以上
C_2	0.4	0.3	0.25	0.2

(c) 静水压及び波浪変動圧の合圧力 p (kN/m^2) は、次の算式による値とする。

$$p = 1.025gh_4$$

h_4 ：考慮している倉内肋骨又はハッチサイドコーミング付き水平防撓材のスパン中央の位置から竜骨上面上 $d + 0.05L'$ の点までの垂直距離 (m)。ハッチサイドコーミング付き防撓材の位置が、竜骨上面上 $d + 0.05L'$ の点よりも上方にある場合にはゼロとする。

L' ：船の長さ (m)。ただし、 L が $230m$ を超える場合は、 $230m$ とする。

(3) 参照応力

考慮すべき参照応力 σ_{ref} (N/mm^2) は、考慮する防撓材に応じて次の(a)から(e)による。

(a) 縦通防撓材に対する参照応力は、考慮している防撓材の位置に応じて次の i) 及び ii) のうちのいずれか大きい方の値とする。

i) 縦曲げモーメントにより生じる圧縮応力で、次の算式による値。ただし、 $30/K$ 未満としてはならない。この場合、船体横断面の水平中性軸から上方の部材に対してはサギング状態、下方の部材に対してはホギング状態を考慮する。

$$\sigma_v = \frac{M_s + M_w}{I} z \times 10^5 \quad (N/mm^2)$$

M_s ：許容静水中縦曲げモーメント ($kN\cdot m$)。ただし、バラスト状態にあつては次の 1) 及び 2) の値のうち、いずれか大きい方の値を M_s として用いて差支えない。この場合、サギング状態及びホギング状態のそれぞれに対して M_s を算定すること。

1) ローディングマニュアルに記載されるバラスト状態（附属書 C34.1.2 の 1.3.1-2. 及び 3. に規定する中間状態を含む。ただし、中間状態において、部分積付となるバラストタンクを有するバラスト状態にあつては、当該タンクを満載又は空とした状態を考慮する必要はない。）における縦曲げモーメントの 120% の値。ただし、許容静水中縦曲げモーメントを超える必要はない。

2) 許容静水中縦曲げモーメントの 50%の値

M_w : 波浪縦曲げモーメント ($kN\cdot m$) で, 規則 C 編 15.2.1 の規定による。

z : 船体横断面の水平中性軸から考慮している防撓材の位置までの垂直距離 (m)

I : 船体横断面のグロス断面二次モーメント (cm^4) 。

ii) 水平曲げモーメントにより生じる圧縮応力で, 次の算式による値。

$$\sigma_H = C_3 \frac{2y}{B} \quad (N/mm^2)$$

C_3 : 次の算式により求まる値。 L (m) が中間にある場合には補間法により定める。

$$L \leq 230 m \text{ の場合 : } C_3 = \frac{6}{a} g$$

$$L \geq 400 m \text{ の場合 : } C_3 = \frac{10.5}{a} g$$

a : 船の中央部の船体横断面において, 船側外板の 80%以上にわたって高張力鋼を使用する場合は $\sqrt{K}$ とする。その他の場合は 1.0 とする。

K : 船側外板に使用する鋼材の種類に応じた係数で, 軟鋼は 1.00, 高張力鋼は, 規則 C 編 1.1.7-2.の規定による値。

y : 船体横断面の中心線から考慮している防撓材までの水平距離 (m)

(b) ハッチサイドコーミング付き水平防撓材に対する参照応力は, 考慮する部材に応じて, 次の i) 又は ii) による。

i) ハッチサイドコーミングが連続する場合, 縦通防撓材として, 前(a)を適用する。

ii) ハッチサイドコーミングが連続しない場合, 上甲板における縦曲げ応力とし, 前(a)による。

(c) 上部スツール及び下部スツールの斜板 (垂直板を含む) 並びに横置隔壁 (波型隔壁を除く) に設けられる立て防撓材に対する参照応力は, 積付状態及び貨物倉の積載状態に応じて, 次の i) 又は ii) による。ただし, 直接計算により, 防撓材のスパン中央において防撓材の軸方向に作用する応力が求まっている場合には, その値を用いて差し支えない。この場合, $30/K$ 未満としてはならない。

(図 C31A.6.2-2.参照)

i) 隔倉積付状態における空倉, 又は, ヘビーバラスト状態におけるバラスト兼用倉の隣接倉に面する横置隔壁及びスツールのよう, 防撓材の軸方向に圧縮応力が加わる場合は, 次の算式による。

$$\sigma_{ref} = 145 / K \quad (N/mm^2)$$

ii) その他の場合は, 次の算式による。

$$\sigma_{ref} = 30 / K \quad (N/mm^2)$$

K : 防撓材が取り付けられる鋼板の種類に応じた係数で, 軟鋼は 1.00, 高張力鋼は, 規則 C 編 1.1.7-2.の規定による値。

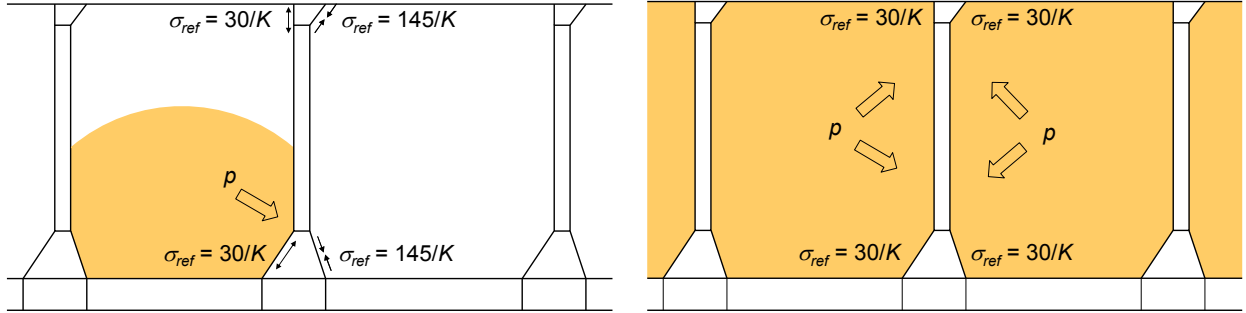
(d) 倉内肋骨に対する参照応力は, 次の算式による。

$$\sigma_{ref} = 30 / K \quad (N/mm^2)$$

K ：前(c)の規定による。

- (e) 前(a)から(d)に示す以外の部材に対する参照応力は、本会が適当と認めるところによる。

図 C31A.6.2-2. 上下部スツールで考慮する参照応力の例



(4) 座屈応力

座屈応力 σ_{Uxp} (N/mm^2) は、防撓材に作用する圧力の大きさに応じて次の(a)又は(b)による。座屈応力を求める場合、(a)及び(b)に定める算式中で用いられている t_b , t_w 及び t_f については、表 C31.6.2-4.に示すように、該当する部材の部位毎に厚さを減じた値とすること。

- (a) $0 \leq p \leq p_{cr}$ 又は $-p_{cr} \leq p \leq 0$ の場合

$$\sigma_{Uxp} = \min[\sigma_{PI}, \sigma_{SI}]$$

$$\sigma_{PI} = \frac{A_e}{2A} \left\{ P_C \left(\frac{1}{A_e} + \frac{y_p}{I_e} \left(w_s + \frac{5\ell^4 s |p|}{384 \times 10^3 EI_e} \right) \right) + \sigma_Y - \frac{p\ell^2 s}{8 \times 10^3} \frac{y_p}{I_e} \right. \\ \left. - \sqrt{\left(P_C \left(\frac{1}{A_e} + \frac{y_p}{I_e} \left(w_s + \frac{5\ell^4 s |p|}{384 \times 10^3 EI_e} \right) \right) + \sigma_Y - \frac{p\ell^2 s}{8 \times 10^3} \frac{y_p}{I_e} \right)^2 - 4 \left(\sigma_Y - \frac{p\ell^2 s}{8 \times 10^3} \frac{y_p}{I_e} \right) \frac{P_C}{A_e}} \right\}$$

$$\sigma_{SI} = \frac{A_e}{2A} \left\{ P_C \left(\frac{1}{A_e} + \frac{y_s}{I_e} \left(w_s + \frac{\ell^4 s |p|}{384 \times 10^3 EI_e} \right) \right) + \sigma_Y + \frac{p\ell^2 s}{24 \times 10^3} \frac{y_s}{I_e} \right. \\ \left. - \sqrt{\left(P_C \left(\frac{1}{A_e} + \frac{y_s}{I_e} \left(w_s + \frac{\ell^4 s |p|}{384 \times 10^3 EI_e} \right) \right) + \sigma_Y + \frac{p\ell^2 s}{24 \times 10^3} \frac{y_s}{I_e} \right)^2 - 4 \left(\sigma_Y + \frac{p\ell^2 s}{24 \times 10^3} \frac{y_s}{I_e} \right) \frac{P_C}{A_e}} \right\}$$

- (b) $p \geq p_{cr}$ 又は $p \leq -p_{cr}$ の場合

$$\sigma_{Uxp} = \sigma_{HI}$$

$$\sigma_{HI} = -\frac{\sigma_{HI}^*}{p_{st} - p_{cr}} (|p| - p_{cr}) + \sigma_{HI}^*$$

$$\sigma_{HI}^* = \min[\sigma_{PI(p=p_{cr})}, \sigma_{SI(p=p_{cr})}]$$

上記(a)及び(b)で用いられる記号の定義は以下による。

p ：防撓材に作用する圧力 (kN/m^2) で、考慮する部材に応じて前(2)の規定による値

p_{cr} : 防撓材が取り付けられる鋼板の塑性崩壊荷重で、次の算式による値とする。

$$p_{cr} = \frac{12}{\ell^2 s} \frac{I}{y_{s0}} \sigma_Y \times 10^3 \quad (\text{kN/m}^2)$$

p_{st} : 防撓材の塑性崩壊荷重で、次の算式による値とする。

$$p_{st} = \frac{16}{\ell^2 s} Z_p \sigma_Y \times 10^3 \quad (\text{kN/m}^2)$$

P_C : オイラーの座屈強度で、次の算式による値とする。

$$P_C = \frac{\pi^2 EI_e}{\ell^2} \quad (\text{N})$$

I : 防撓材（取り付けられる鋼板を含む）の断面二次モーメント (mm^4)

I_e : 防撓材（取り付けられる鋼板を含む）の有効断面二次モーメント (mm^4)

Z_p : 防撓材（取り付けられる鋼板を含む）の塑性断面係数 (mm^3)

y_p : 防撓材の中性軸から取り付けられる鋼板の板厚中心までの垂直距離 (mm)

y_s : 防撓材（有効幅を考慮した取り付けられる鋼板を含む）の中性軸から防撓材の面材の上面までの距離 (mm)

y_{s0} : 防撓材（全幅を考慮した取り付けられる鋼板を含む）の中性軸から防撓材の面材の上面までの距離 (mm)

σ_Y : 防撓材（取り付けられる鋼板を含む）の降伏強度 (N/mm^2) で、次による値。

$$\sigma_Y = \{st_p \sigma_{Yp} + ((h_w - t_f)t_w + b_f t_f) \sigma_{Ys}\} / A$$

σ_{Yp} : 防撓材が取り付けられる鋼板の降伏強度 (N/mm^2)

σ_{Ys} : 防撓材の降伏強度 (N/mm^2)

ℓ : 防撓材のスパン (mm)。防撓材の端部に肘板が設けられる場合には、 α_p 、 m_1 及び P_C 以外の値を算定する場合に限り、当該肘板の形状に応じて、次の

i) 又は **ii)** によりスパンを修正して差し支えない。（図 C31A.6.2-3.参照）

i) 端部肘板の深さが当該防撓材のウェブの深さの半分となる点の間の長さ

ii) 防撓材の面材が肘板の縁に沿って連続している場合、肘板の深さが当該防撓材のウェブの深さの 4 分の 1 に等しくなる点の間の長さ

A : 防撓材が取り付けられる鋼板を含む防撓材の断面積 (mm^2) で、次の算式による。

$$A = st_p + (h_w - t_f)t_w + b_f t_f$$

A_e : 防撓材が取り付けられる鋼板の有効幅分を含む防撓材の断面積 (mm^2) で、防撓材の形状に応じ、次の算式による値

$$\text{山型鋼及び } T \text{ 型鋼の場合 : } A_e = s_e t_p + (h_w - t_f)t_w + b_f t_f$$

$$\text{平鋼の場合 : } A_e = s_e t_p + (h_w - t_f)t_e$$

s : 防撓材の幅（スペース） (mm)

t_p : 防撓材が取り付けられる鋼板の厚さ (mm)

h_w : 防撓材のウェブの深さ (mm)

t_w : 防撓材のウェブの厚さ (mm)

b_f : 防撓材の面材の幅 (mm)

t_f : 防撓材の面材の厚さ (mm) 。なお，球平鋼の場合は，平均厚さとする。

t_e : 防撓材が取り付けられる鋼板の有効板厚 (mm) で，次の算式による値。

$$t_e = t_w \left(1 - \frac{2\pi^2}{3} \left(\frac{h_w}{s} \right)^2 \left(1 - \frac{s_e}{s} \right) \right)$$

s_e : 防撓材が取り付けられる鋼板の有効幅 (mm) で，次の算式による値。

$$s_e = \left(\frac{\sigma_{crx}}{\sigma_{yp}} (1 - \alpha_p) + \alpha_p \right) s$$

$$\frac{\sigma_{crx}}{\sigma_{yp}} = \frac{1}{2} \left(\frac{\sigma_{crex}}{\sigma_{yp}} + 1 - \sqrt{\left(\frac{\sigma_{crex}}{\sigma_{yp}} - 1 \right)^2 + 0.01} \right)$$

$$\sigma_{crex} = \kappa_x \sigma_{crex(p)}$$

$$\sigma_{crex(p)} = \frac{E\pi^2}{3(1-\nu^2)} \left(\frac{t_p}{s} \right)^2$$

$$\kappa_x = c_x \left(\frac{t_w}{t_p} \right)^3 + 1$$

c_x : 係数で，防撓材の形状に応じ，次の値とする。

山型鋼及び T 型鋼の場合 : $c_x = 0.07$

平鋼の場合 : $c_x = 0.02$

$$\alpha_p = \frac{1 + (\ell / m_1 s)^4}{3 + (\ell / m_1 s)^4}$$

m_1 : $\sqrt{(m_1 - 1)m_1} \leq \ell / s \leq \sqrt{m_1(m_1 + 1)}$ を満たす整数

w_s : 防撓材の最大初期撓み量 (mm) で， $\ell / 1000$ を標準とする。

E : 材料のヤング率で，鋼に対しては， 2.06×10^5 (N/mm²)

表 C31.6.2-4. 板厚を減じる量

部材	減じる厚さ (mm)	減じる限度 (mm)	
		最小値	最大値
1. 乾貨物をばら積みする区画及び空所の部材 2. 片面がバラストあるいは液体貨物に接する垂直及び水平線からの傾斜角度が 25 度を超える部材 3. ハッチサイドコーミング	0.05t	0.5	1.0
1. 片面がバラストあるいは液体貨物に接する水平及び水平線からの傾斜角度が 25 度以下の部材 2. 両面がバラストあるいは液体貨物に接する垂直及び水平線からの傾斜角度が 25 度を超える部材	0.10t	2.0	3.0
1. 両面がバラストあるいは液体貨物に接する水平及び水平線からの傾斜角度が 25 度以下の部材	0.15t	2.0	4.0

(注) t は，考慮している部材の各部位の板厚 (mm)

図 C31A.6.2-3. 防撓材のスパンの修正法

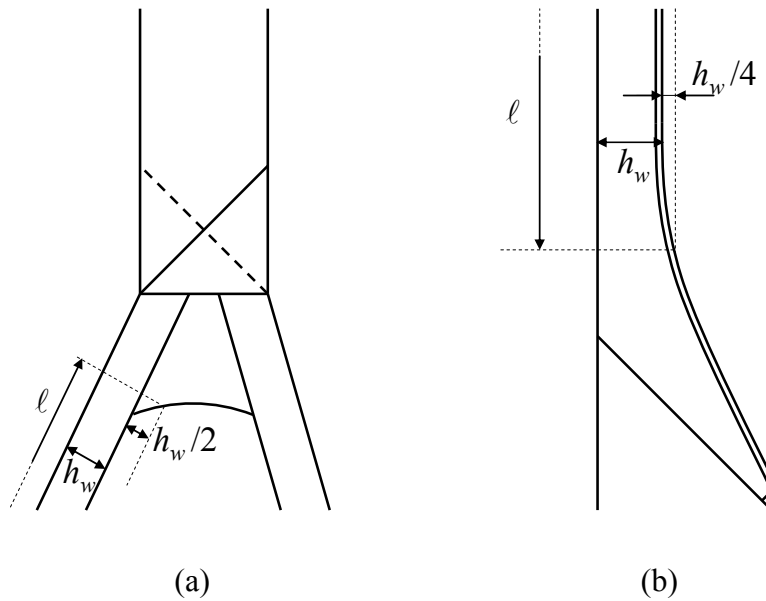
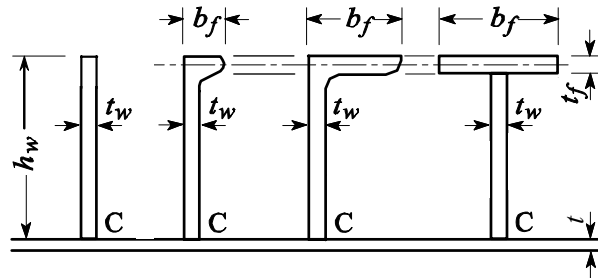


図 C31A.6.2-4. 防撓材の寸法



(5) 評価基準

前(1)に示す防撓材の座屈強度は、次の算式を満足すること。

$$\frac{\sigma_{Uxp}}{\sigma_{ref}} \geq 1.15$$

σ_{ref} : 防撓材に作用する参照応力 (N/mm^2) で、考慮する防撓材に応じ、前**(3)**の規定による値

σ_{Uxp} : 防撓材の座屈応力 (N/mm^2) で、考慮する防撓材に応じ、前(4)の規定による値

附 則（改正その 1）

1. この達は、2006 年 7 月 1 日(以下、「施行日」という。)から施行する。
2. 施行日前にキールが据え付けられる船舶又は特定の船舶として確認できる建造が開始され、かつ、少なくとも 50 トン又は全建造材料の見積重量の 1%のいずれか少ないものが組み立てられた状態にある船舶については、この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。

C31A 新造ばら積貨物船の追加要件

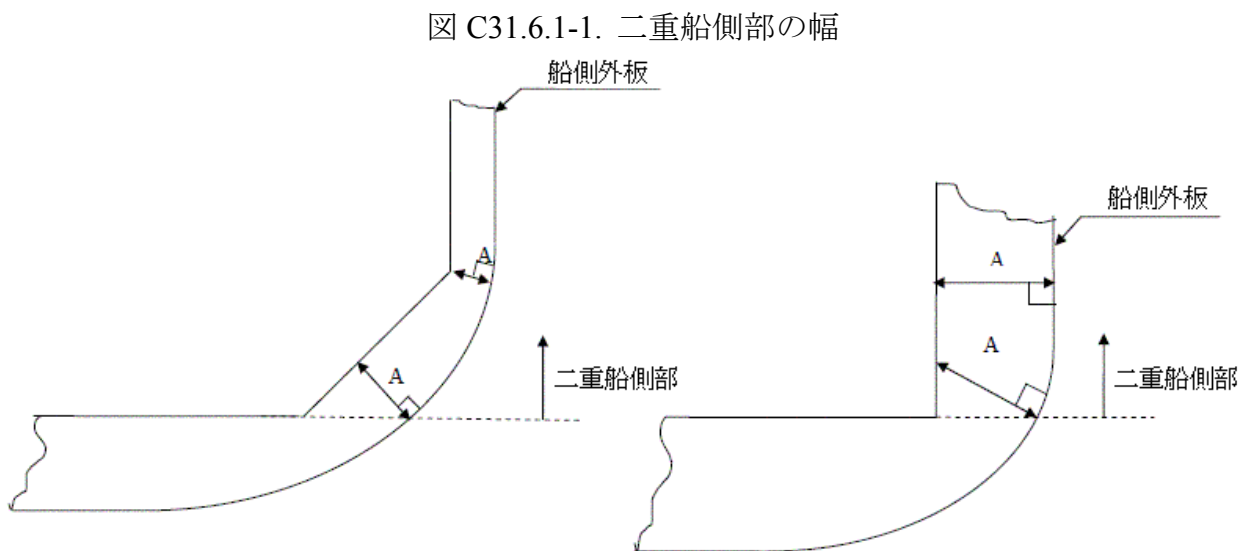
C31A.6 二重船側構造及び貨物倉構造

C31A.6.1 二重船側構造

現行規定を-2.と改め，-1.として次の1項を加える。

- 1. 規則C編31A.6.1-1.(2)に規定する船側外板と二重船側部縦通隔壁の距離については，図C31A.6.1-1.によること。

図C31A.6.1-1.として次図を加える。



附 則（改正その2）

1. この達は，2006年11月30日から施行する。