

Common Structural Rules for Bulk Carriers and Oil Tankers, 1 January 2021, Rule Change Notice 1 に関する事項

改正規則

鋼船規則 CSR-B&T 編

改正理由

IACS において、ばら積貨物船及び油タンカーのための共通構造規則（Common Structural Rules for Bulk Carriers and Oil Tankers）の保守作業の一環として、定期的に規則改正（Rule Change）及び誤記修正（Corrigenda）を行っている。

2021 年 1 月 1 日版のばら積貨物船及び油タンカーのための共通構造規則（Common Structural Rules for Bulk Carriers and Oil Tankers 1 January 2021）に対する規則が Rule Change Notice 1 として採択されたため、関連規定を改めた。

改正内容

Rule Change Notice 1 に従い、関連規定を改めた。

「鋼船規則」の一部を次のように改正する。

CSR-B&T 編 ばら積貨物船及び油タンカーのための共通構造規則

1 編 共通要件

1 章 一般原則

4 節 記号及び定義

2. 記号

2.4 寸法

2.4.1

特に規定がない場合、本規則で使用する寸法に関する記号及び単位は、表 5 による。

表 5 を次のように改める。

表 5 寸法

記号	意味	単位
(省略)		
e_e	L3 断面の局部支持部材におけるウェブの上端からフランジの頂部までの距離	mm
(省略)		

3 章 構造設計の原則

2 節 ネット寸法手法

記号を次のように改める。

記号

本節に規定されない記号については、1 章 4 節による。

(省略)

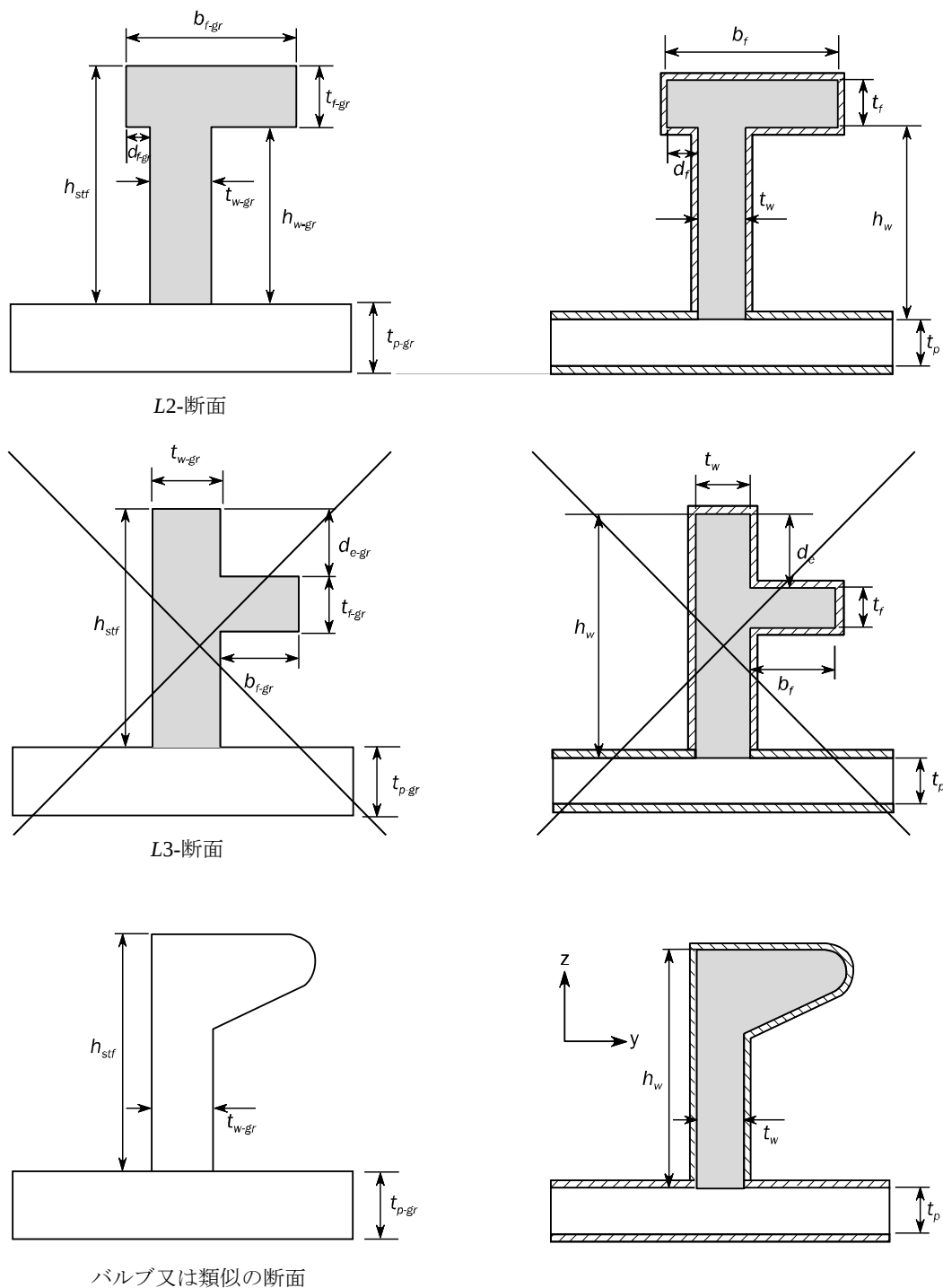
~~d_e : L3-断面におけるウエブの上端からフランジの頂部までの距離 (mm) (図 3 参照)~~

d_f : L2-断面におけるフランジの短い方の突出部の距離 (mm) (図 3 参照)

(省略)

図3を次のように改める。

図3 局部支持部材のネット断面特性（続き）



ネット横断面積， y 軸周りの断面二次モーメント及びその中立軸の位置は，横断面の表面から腐食量 $0.5t_c$ を差し引いて算出しなければならない。

3 節 腐食予備厚

1. 一般

1.2 腐食予備厚の決定

1.2.4 を次のように改める。

1.2.4

該当する腐食予備厚の値が複数ある場合，最も厳しい腐食予備厚を条板全体に適用しなければならない。

ただし，油タンカーの垂直方向に板継ぎのある立て式波形隔壁にあっては，表 1 で定義されるタンク頂板から下方 3m の線の上下の腐食予備厚を，その上下の箇所に対する腐食予備厚の値として差し支えない。

7 節 構造の理想化

1. 防撓材及び主要支持部材の構造の理想化

1.4 防撓材及び主要支持部材の幾何学的性能

1.4.6 を次のように改める。

1.4.6 防撓材の有効塑性ネット断面係数

衝撃荷重に対する評価に用いる防撓材の有効塑性ネット断面係数 Z_{pl} (cm^3) は、次によらなければならない。

$$75^\circ \leq \varphi_w \leq 90^\circ \text{ の場合 : } Z_{pl} = \frac{f_w h_w^2 t_w}{2000} + \frac{(2\gamma-1)A_f h_{f-ctr}}{1000}$$

$$\varphi_w < 75^\circ \text{ の場合 : } Z_{pl} = \frac{f_w h_w^2 t_w \sin \varphi_w}{2000} + \frac{(2\gamma-1)A_f (h_{f-ctr} \sin \varphi_w - b_{f-ctr} \cos \varphi_w)}{1000}$$

f_w : ウェブのせん断応力係数で、次による。

- ・ フランジのある防撓材で、 $n=1$ 又は 2 の場合 : $f_w = 0.75$
- ・ フランジのある防撓材で、 $n=0$ の場合 : $f_w = 1.0$
- ・ 平鋼の場合 : $f_w = 1.0$

n : 各部材の支持端部における塑性ヒンジの数で、 $0, 1$ 又は 2 のいずれかとする。
次の場合、支持端部における塑性ヒンジと考えて差し支えない。

- ・ 防撓材が支持点で連続である場合
- ・ 防撓材が支持部材を貫通し、かつ、終端で隣接する防撓材へカーリング（又は同等構造）によって固着される場合
- ・ 防撓材が曲げに対し有効な隣接防撓材（座屈防撓材ではない）に固着する場合
- ・ 防撓材が曲げに対し有効なブラケットに固着する場合。ブラケットが他の防撓材（座屈防撓材ではない）に固着する場合、当該ブラケットは曲げに対し有効とみなす。

h_w : 防撓材のウェブ深さで、次による。

- ・ T, L （圧延及び組立）及び平鋼の場合 : 3 章 2 節図 2 による。
- ・ ~~L2-断面及び L3-断面~~ の場合 : 3 章 2 節図 3 による。
- ・ バルブプレートの場合 : 1.4.1 による。

γ : 係数で、次による。

$$\gamma = \frac{1 + \sqrt{3 + 12\beta}}{4}$$

β : 係数で、次による。

- ・ $\beta = \frac{t_w^2 f_b \ell_{shr}^2}{80 b_f^2 t_f h_{f-ctr}} 10^6 + \frac{t_w}{2 b_f}$: L -断面で、スパン中央にトリッピングブラケットがない場合。ただし、 0.5 より大きい値としてはならない。
- ・ $\beta = 0.5$: その他の場合

A_f : フランジのネット断面積 (mm^2)

- ・ 平鋼防撓材の場合： $A_f = 0$
 - ・ その他の防撓材の場合： $A_f = b_f t_f$
- b_{f-ctr} ：防撓材のウェブの板厚中心からフランジの中心までの距離 (mm)
- ・ 圧延アングル断面及びバルブプレートの場合： $b_{f-ctr} = 0.5(b_f - t_w)$
 - ・ T-断面の場合： $b_{f-ctr} = 0$
- h_{f-ctr} ：防撓材の高さで、フランジの板厚中心までの距離 (mm)
- ・ ~~L3 断面を除く、~~直角形状のフランジの断面及びバルブプレートの場合：
 $h_{f-ctr} = h_w + 0.5 t_f$
 - ・ ~~L3 断面場合 (3 章 2 節図 3 参照)： $h_{f-ctr} = h_w - d_e - 0.5 t_f$~~
- ~~d_e ：ウェブ上端からフランジの頂部までの距離 (mm) で、L3 断面の場合は 3 章 2 節図 3 参照。~~
- f_b ：係数で、次による。
- ・ 端部ブラケットがあり、フランジが連続構造で主要支持部材を貫通している場合： $f_b = 0.8$
 - ・ 端部ブラケットがあり、フランジが主要支持部材の位置でスニップとなっている、又はフランジが支持部材で止まる場合で支持部材の反対側に構造がない場合： $f_b = 0.7$
 - ・ その他の防撓材の場合： $f_b = 1.0$
- t_f ：フランジのネット板厚 (mm)
- ・ 平鋼防撓材の場合： $t_f = 0$
 - ・ バルブプレートの場合： 1.4.1 による。

3. 防撓材

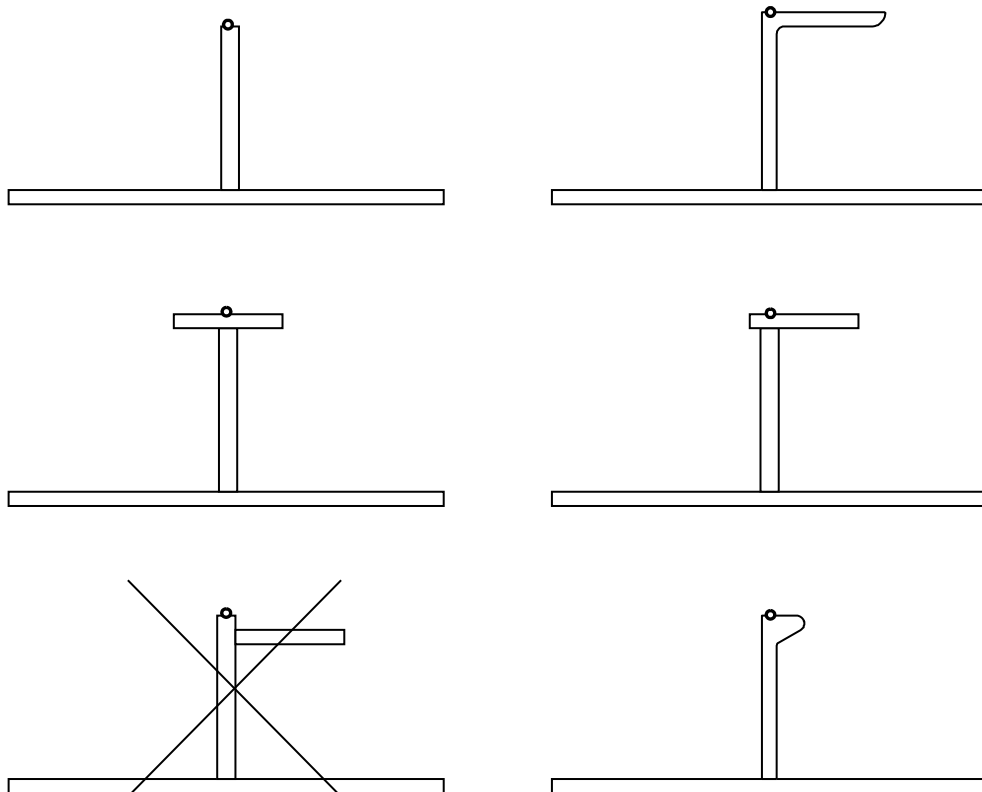
3.1 基準点

3.1.1

防撓材の断面係数の要件は、断面係数が最小となる基準点に対するものとする。代表的な防撓材断面の基準点は、原則として図 23 に示す位置とする。

図 23 を次のように改める。

図 23 局部部材寸法評価のための断面係数及びハルガーダ応力の計算における基準点



4 章 荷重

5 節 外圧

3. 船首部における衝撃圧

3.3 船首衝撃圧

3.3.1 を次のように改める。

3.3.1 設計圧

船首衝撃設計荷重シナリオにおいて考慮する船首衝撃圧 P_{FB} (kN/m^2) は、次の算式による。

$$P_{FB} = 1.025 f_{FB} c_{FB} V_{im}^2 \sin \gamma_{wl}$$

f_{FB} : 縦方向における船首衝撃圧の分布係数で、次による。

$$\begin{aligned} x/L_{CSR} \leq 0.9 \text{ の場合} & \quad f_{FB} = 0.55 \\ 0.9 < x/L_{CSR} \leq 0.9875 \text{ の場合} & \quad f_{FB} = 4(x/L_{CSR} - 0.9) + 0.55 \\ 0.9875 < x/L_{CSR} \leq 1.0 \text{ の場合} & \quad f_{FB} = 8(x/L_{CSR} - 0.9875) + 0.9 \\ x/L_{CSR} > 1.0 \text{ の場合} & \quad f_{FB} = 1.0 \end{aligned}$$

V_{im} : 衝突速度で、次による。

$$V_{im} = 0.514 V_{ref} \sin \alpha_{wl} + \sqrt{L_{CSR}} \text{ (knots)}$$

V_{ref} : 前進速力で、次による。ただし、10 未満としてはならない。

$$V_{ref} = 0.75 V \text{ (knots)}$$

α_{wl} : 考慮する位置における局部水線角 (deg)。ただし、35deg 未満としてはならない。(図 12 参照)

γ_{wl} : 局部船首衝突角度 (deg) で、考慮する位置での外板の法線が通る平面上において水平線と外板の接線が成す角度。ただし、50deg 未満としてはならない。(図 12 参照)

ただし、この値が得られない場合には、次の算式による値として差し支えない。

$$\gamma_{wl} = \tan^{-1} \left(\frac{\tan \beta_{pl}}{\cos \alpha_{wl}} \right)$$

船首衝突角度が 50deg 未満の船舶の船首衝撃圧は、本会の適当と認めるところによる。ただし、いかなる場合も上記算式において局部船首衝突角度が 50deg の場合における要求寸法未満としてはならない。

β_{pl} : 考慮する位置における水平線と正面線図での外板の接線が成す角度 (deg)。ただし、35deg 未満としてはならない。

c_{FB} : 係数で、次による。

考慮する位置が喫水 T_{BAL} から T_{SC} の間の場合 $c_{FB} = 1.0$

考慮する位置が喫水 T_{SC} より上方の場合 $c_{FB} =$

$$\sqrt{1.0 + \cos^2 \left[90 \frac{(h_{fb} - 2h_0)}{h_{fb}} \right]}$$

h_{fb} : 喫水 T_{sc} での水線から船側における最上甲板までの垂直距離 (m) (図 12 参照)

h_0 : 喫水 T_{sc} での水線から考慮する位置までの垂直距離 (m) (図 12 参照)

8 節 積付状態

3. 油タンカー

3.1 油タンカー特有の設計積付状態

3.1.1 を次のように改める。

3.1.1 航海状態

ローディングマニュアルには、少なくとも、次に示す航海中の積付状態を記載しなければならない。

- (a) バラストタンクが満載、部分漲水又は空のヘビーバラスト状態。バラストタンクを部分漲水とする場合、2.2.1 の要件を満たさなければならない。船首バラストタンクが配置されている場合にあっては、当該タンクを満載としなければならない。船首バラストタンクが上下に配置されている場合にあっては、下部の船首バラストタンクは満載としなければならないが、上部の船首バラストタンクについては、満載、部分積載又は空として差し支えない。海上においてバラスト水を積載することのできる貨物タンクを含むすべての貨物タンクは空としなければならない。船首垂線における喫水は、ノーマルバラスト状態におけるものより浅くしてはならない。プロペラは完全に没水しなければならない。トリムは船尾トリムとし、 $0.015L_{LL}$ を超えてはならない。
- (b) タンク洗浄時又はバラスト状態とは異なるその他の運用時の中間状態
- (c) あらゆる不均等積状態
- (d) 最大設計貨物密度を含む高比重貨物を積んだ状態
- (e) 貨物タンク区域におけるすべての分離バラストタンクが満載で、燃料油及び清水タンクを含むその他のタンクがすべて空の設計バラスト状態。この設計状態は、船体強度評価のためのものであり、船舶の運航状態を想定したものではない。~~ローディングマニュアルに記載される関連する状態において、貨物タンク区域内の分離バラストタンクにバラストのみを積載する場合には、IMO 73/78 SBT の条件も満足することになる。~~

8 章 座屈

2 節 細長比要件

図 1 を次のように改める。

図 1 防撓材の寸法パラメータ

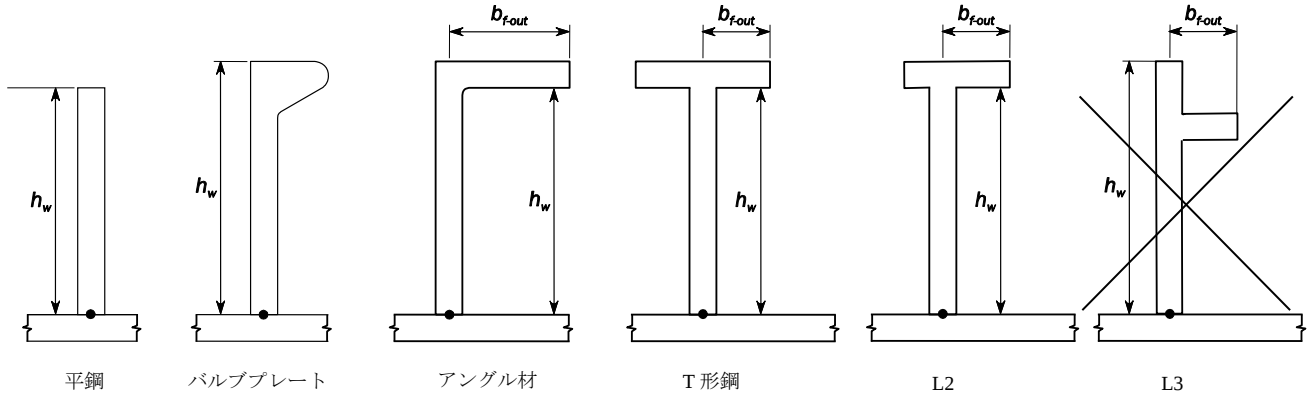


表 1 を次のように改める。

表 1 細長係数

防撓材の形状	C_w	C_f
アングル材、及び L2 材及び L3 材	75	12
T 形鋼	75	12
バルブプレート	45	-
平鋼	22	-

5 節 座屈強度

記号を次のように改める。

記号

(省略)

A_p : 付き板のネット断面積 (mm^2) で、次による

$$A_p = st_p$$

(省略)

d_f : L2-断面におけるフランジの短い方の突出部の距離 (mm) で、3章2節図3による。

~~d_e : ウェブ上端からフランジの頂部までの距離 (mm) で、3章2節図3による。~~

e_f : 付き板からフランジ中央までの距離 (mm) (図1参照) で、次による。

平鋼の場合 : $e_f = h_w$

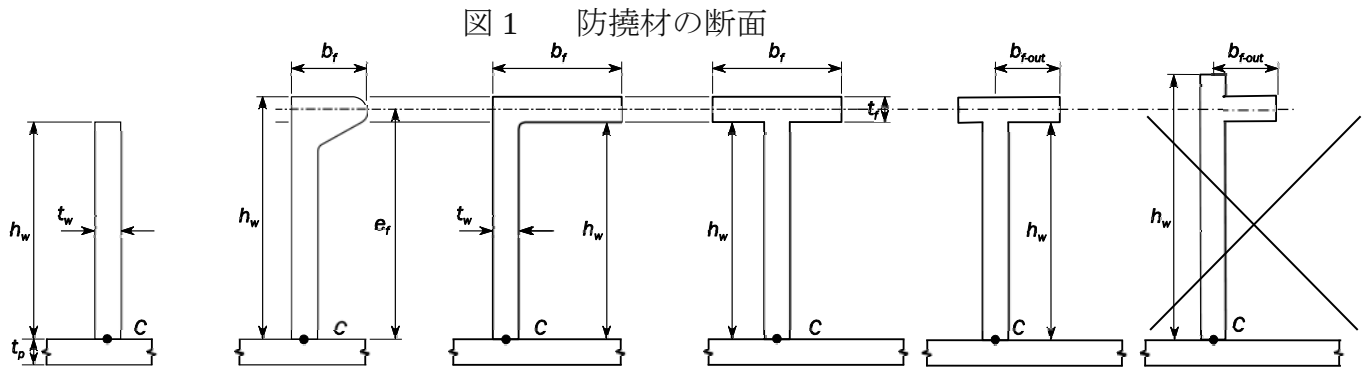
バルブプレートの場合 : $e_f = h_w - 0.5t_f$

山型鋼, L2 材及び T 型鋼の場合 : $e_f = h_w + 0.5t_f$

~~L3 材の場合 : $e_f = h_w - d_e - 0.5t_f$~~

(省略)

図1を次のように改める。



2. 板部材及び防撓材の座屈強度

2.1 防撓パネル全体の耐荷力

2.1.2 を次のように改める。

2.1.2

二軸荷重を受ける防撓パネルの応力の乗数 $\gamma_{GEB,bi}$ は、次による。

$$\gamma_{GEB,bi} = \frac{\pi^2}{L_{B1}^2 L_{B2}^2} \frac{[D_{11}L_{B2}^4 + 2(D_{12} + D_{33})n^2 L_{B1}^2 L_{B2}^2 + n^4 D_{22}L_{B1}^4]}{L_{B2}^2 N_x + n^2 L_{B1}^2 K_{tran} N_y}$$

N_x ：防撓パネルの辺上に作用する x 軸方向の単位長さ当たりの荷重（N/mm）で、次による。

~~$$N_x = \sigma_{x,av}(t_p s + t_w h_w + t_f b_f) / s$$~~

$$N_x = \sigma_{x,av}(A_p + A_s) / s$$

U 型防撓材の防撓パネルにあつては、防撓材の心距 s は次による。

$$s = b_1 + b_2$$

ここで、 b_1 及び b_2 は、2 編 1 章 5 節図 1 による。

(省略)

$D_{11}, D_{12}, D_{22}, D_{33}$ ：防撓パネルの曲げ剛性係数（Nmm）で、原則として次による。

$$\left. \begin{aligned} D_{11} &= \frac{EI_{eff} 10^4}{s} \\ D_{12} &= \frac{Et_p^3 \nu}{12(1 - \nu^2)} \\ D_{22} &= \frac{Et_p^3}{12(1 - \nu^2)} \\ D_{33} &= \frac{Et_p^3}{12(1 + \nu)} \end{aligned} \right\}$$

U 型防撓材の防撓パネルにあつては、 D_{12} 及び D_{22} は次による。

$$D_{22} = \frac{Et_p^3}{12(1 - \nu^2)} \left[1.2 + 4.8 \times \text{Min} \left(1.0, \frac{b_1^2}{h_w(b_1 + b_2)} \right) \times \text{Min} \left(1.0, \left(\frac{t_w}{t_p} \right)^3 \right) \right]$$

$$D_{12} = \nu D_{22}$$

h_w ：U 型防撓材のウェブの幅（mm）で、2 編 1 章 5 節図 1 による。

I_{eff} ：付き板の有効幅を含む防撓材の断面二次モーメント（ cm^4 ）で、**2.3.4** に規定する I と同じものとする。

2.2 板部材の耐荷力

2.2.4 修正係数 F_{long}

表 2 を次のように改める。

表 2 修正係数 F_{long}

構造要素のタイプ			F_{long}	c
非防撓パネル			1.0	N/A
防撓パネル	両端固定以外の防撓材		1.0	N/A
	両端固定の防撓材	平鋼 ⁽¹⁾	$\frac{t_w}{t_p} > 1$ の場合 $F_{long} = c + 1$ $\frac{t_w}{t_p} \leq 1$ の場合 $F_{long} = c \left(\frac{t_w}{t_p} \right)^3 + 1$	0.10
		バルブプレート		0.30
		山型鋼、及び L2 材及び L3 材		0.40
		T 型鋼		0.30
		剛性の高い桁部材（船底横桁等）	1.4	N/A
		ハッチカバーに設ける U 型鋼 ⁽²⁾	・ U 型鋼を設けた板部材で、EPP b_1 及び EPP b_2 を含む ・ $b_2 < b_1$ の場合 $F_{long} = 1$ ・ $b_2 \geq b_1$ の場合 $F_{long} = \left(1.55 - 0.55 \frac{b_1}{b_2} \right) \left[1 + c \left(\frac{t_w}{t_p} \right)^3 \right]$ ・ その他の U 型鋼 : $F_{long} = 1$	0.2

(1) t_w は、2.3.2 に規定する修正を含まないウェブのネット板厚（mm）とする。

(2) b_1 及び b_2 は 2 編 1 章 5 節図 1 の規定による。

2.2.5 を次のように改める。

2.2.5 修正係数 F_{tran}

修正係数 F_{tran} は、次によらなければならない。

- ・ 単船側ばら積貨物船のホップタンク及びトップサイドタンク間の横式に防撓された EPP の場合 :
 - ・ $F_{tran}=1.25$: 2 つの隣接する肋骨が、隣接する板部材の箇所において 1 つのトリッピングブラケットにより支持される場合
 - ・ $F_{tran}=1.33$: 2 つの隣接する肋骨が、隣接する板部材の箇所において 2 つのトリッピングブラケットにより支持される場合
 - ・ $F_{tran}=1.15$: 上記以外の場合
- ・ ハッチカバーにおける U 型防撓材の防撓パネルの場合 :

$$F_{tran} = \text{Max}(3 - 0.08(F_{transo} - 6)^2, 1.0) \leq 2.25$$

ここで、

$$\text{EPP } b_2 \text{ に対して, } F_{tran0} = \text{Min} \left(\frac{b_2}{b_1} + \frac{6b_2^2}{\pi^2 h_w (b_1 + b_2)} \left(\frac{t_w}{t_p} \right)^3, 6 \right)$$

$$\text{EPP } b_1 \text{ に対して, } F_{tran0} = \text{Min} \left(\frac{b_1}{b_2} + \frac{6b_1^2}{\pi^2 h_w (b_2 + b_1)} \left(\frac{t_w}{t_p} \right)^3, 6 \right)$$

b_1, b_2 及び h_w は、2 編 1 章 5 節図 1 による。

表 3 のケース 2 に定義される係数 F は、次の算式に置き換えること。

$$F = \left[1 - \left(\frac{K_y}{0.91 F_{tran}} - 1 \right) / \lambda_p^2 \right] c_1 \geq 0$$

- ・ 上記以外の場合： $F_{tran} = 1$

2.3 防撓材

2.3.4 を次のように改める。

2.3.4 座屈・最終強度

$\gamma = 1$ としたときに $\sigma_a + \sigma_b + \sigma_w > 0$ となる場合、防撓材の座屈・最終強度は、次の相関式に従って評価しなければならない。

$$\frac{\gamma_c \sigma_a + \sigma_b + \sigma_w}{R_{eH}} S = 1$$

(省略)

σ_w ： 捩り変形による応力 (N/mm^2) で、次による。

- ・ 防撓材に起因する崩壊 (SI) の場合：

- ・ $\sigma_a > 0$ の場合

$$\sigma_{ET} - \gamma \sigma_a > 0 \text{ を前提として, } \sigma_w = E \gamma_w \left(\frac{t_f}{2} + h_w \right) \Phi_0 \left(\frac{m_{tor} \pi}{l_{tor}} \right)^2 \left(\frac{1}{1 - \frac{\gamma \sigma_a}{\sigma_{ET}}} - 1 \right)$$

$$\sigma_w = E \gamma_w e_f \Phi_0 \left(\frac{m_{tor} \pi}{l_{tor}} \right)^2 \left(\frac{1}{1 - \frac{\gamma \sigma_a}{\sigma_{ET}}} - 1 \right)$$

- ・ $\sigma_a \leq 0$ の場合

$$\sigma_w = 0$$

- ・ 板に起因する崩壊 (PI) の場合： $\sigma_w = 0$

y_w ： 防撓材の断面中心から防撓材のフランジの自由端までの距離 (mm) で、次による。

$$\text{平鋼の場合： } y_w = \frac{t_w}{2}$$

$$\text{山型鋼及びバルブプレートの場合： } y_w = b_f - \frac{h_w t_w^2 + t_f b_f^2}{2 A_s}$$

$$\text{L2 材の場合： } y_w = b_{f-out} + 0.5 t_w - \frac{h_w t_w^2 + t_f (b_f^2 - 2 b_f d_f)}{2 A_s}$$

$$\text{L3 材の場合： } y_w = b_{f-out} + 0.5 t_w - \frac{(h_w - t_f) t_w^2 + t_f (b_f + t_w)^2}{2 A_s}$$

T 型鋼の場合： $y_w = \frac{b_f}{2}$
(省略)

表 5 を次のように改める。

表 5 慣性モーメント

	平鋼 ⁽¹⁾	バルブプレート，山型鋼，L2 材 ，L3 材 及び T 型鋼
I_P	$\frac{h_w^3 t_w}{3 \times 10^4}$	$\left(\frac{A_w(e_f - 0.5t_f)^2}{3} + A_f e_f^2 \right) 10^{-4}$
I_T	$\frac{h_w t_w^3}{3 \times 10^4} \left(1 - 0.63 \frac{t_w}{h_w} \right)$	$\frac{(e_f - 0.5t_f)t_w^3}{3 \times 10^4} \left(1 - 0.63 \frac{t_w}{e_f - 0.5t_f} \right) + \frac{b_f t_f^3}{3 \times 10^4} \left(1 - 0.63 \frac{t_f}{b_f} \right)$
I_ω	$\frac{h_w^3 t_w^3}{36 \times 10^6}$	バルブプレート，山型鋼，及び L2 材及び L3 材の場合⁽²⁾ $\frac{A_f^3 + A_w^3}{36 \times 10^6} + \frac{e_f^2}{10^6} \left(\frac{A_f b_f^2 + A_w t_w^2}{3} - \frac{(A_f b_f + A_w t_w)^2}{4(A_f + A_w)} \right)$ $\frac{A_f^3 + A_w^3}{36 \times 10^6} + \frac{e_f^2}{10^6} \left(\frac{A_f b_f^2 + A_w t_w^2}{3} - \frac{(A_f(b_f - 2d_f) + A_w t_w)^2}{4(A_f + A_w)} - A_f d_f(b_f - d_f) \right)$ T 型鋼の場合 $\frac{b_f^3 t_f e_f^2}{12 \times 10^6}$
(1) t_w は，ウェブのネット板厚 (mm) を示す。2.3.2 に規定する t_{w_red} は，本表において用いてはならない。 (2) バルブプレート及び山型鋼の場合，d_f は 0 とする。		

2 編 船種特有の要件

1 章 ばら積貨物船

5 節 ハッチカバー

記号を次のように改める。

記号

本節に規定されない記号については、1 編 1 章 4 節による。

(省略)

b_p : 防撓材又は主要支持部材を取り付けた板の有効幅 (mm) で、3 の規定による。

(省略)

1. 一般

1.5 許容応力

1.5.1 を次のように改める。

1.5.1

許容応力 σ_a 及び τ_a (N/mm^2) は表 2 によらなければならない。

表 2 許容応力 (N/mm^2)

ハッチカバーの種類	考慮する荷重	σ_a , (N/mm^2)	τ_a (N/mm^2)
風雨密ハッチカバー	4.1.2 に規定する外圧	$0.80R_{eH}$	$0.46R_{eH}$
風雨密ハッチカバー	4.1.3 から 4.1.6 に規定するその他の荷重	荷重の組合せが S+D の場合 : $0.90R_{eH}$ 荷重の組合せが S の場合 : $0.72R_{eH}$	$0.51R_{eH}$

許容座屈使用係数は、表 3 による。

表 3 許容座屈使用係数

構造部材	考慮する荷重	許容座屈使用係数 η_{all}
主要支持部材の板, 防撓材 及び桁	4.1.2 に規定する外圧	荷重の組合せが S+D の場合 : 0.80
	4.1.3 から 4.1.6 に規定する他の荷重	荷重の組合せが S+D の場合 : $0.8-0.90$ 荷重の組合せが S の場合 : $0.64-0.72$

3. 板材の幅

3.1 防撓材

3.1.1

防撓材を取り付ける板について、防撓材の強度確認において考慮すべき有効幅 b_p (mm) は次の算式によらなければならない。

- ・ 板部材が防撓材の両側までである場合：
 $b_p = s$
- ・ 板部材が防撓材の片側しかない場合：
 $b_p = 0.5 s$

3.2 を削る。

~~3.2 主要支持部材~~

~~3.2.1~~

~~単独の梁又は骨組構造モデルによる解析する主要支持部材の降伏及び座屈評価において考慮すべき有効幅 (mm) は、次の算式によらなければならない。~~

- ~~・ 板部材が桁部材の両側までである場合：~~

~~$b_p = b_{eff}$~~

- ~~・ 板部材が桁部材の片側しかない場合：~~

~~$b_p = 0.5 b_{eff}$~~

~~b_{eff} ：付き板の有効幅 (m) で、1 編 3 章 7 節 1.3.2 の規定による。~~

~~梁又は骨組構造解析を用いる場合、防撓材を主要部材のフランジ面積に含めてはならない。~~

5. 強度評価

5.1 一般

5.1.1 を次のように改める。

5.1.1 適用

ハッチカバーの強度評価は、~~均等面外荷重及び／又は集中荷重~~が作用する、主要支持部材が一方向に配置される構造又は縦桁及び横桁による格子構造の矩形のハッチカバーに適用する。図 1 に示す U 型防撓材を設けるハッチカバーにも適用する。

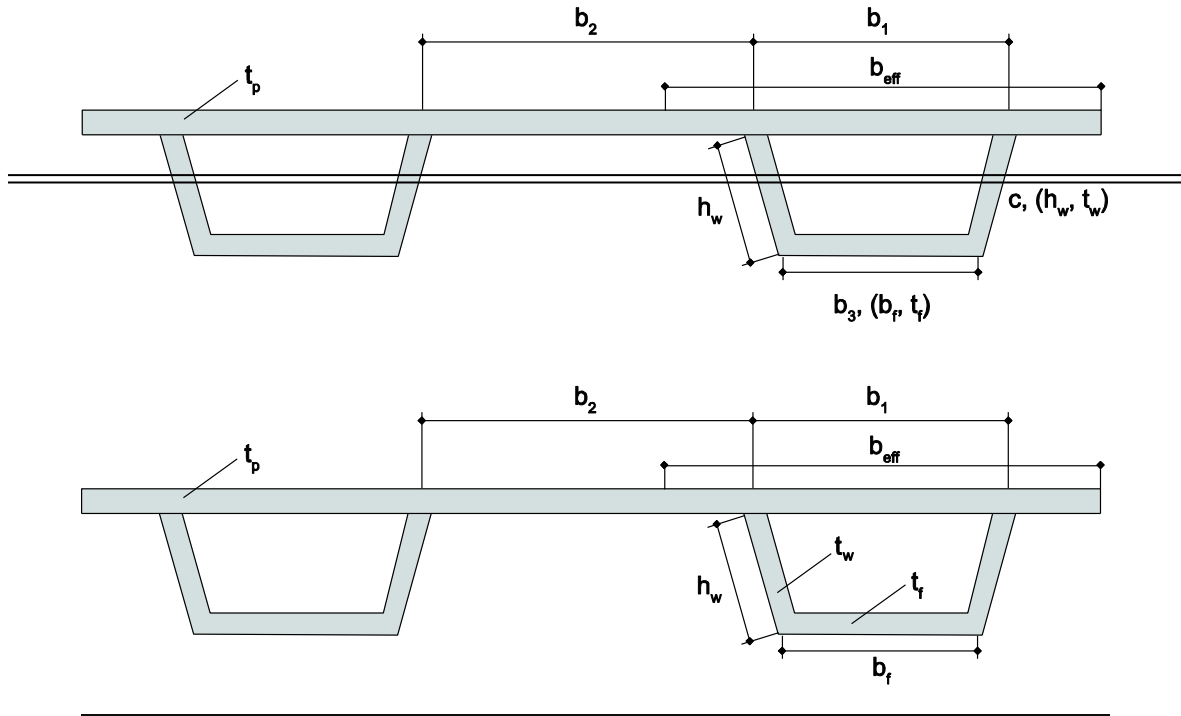
~~格子構造のハッチカバー又は本会が適当と認めた場合、主要支持部材すべての部材の応力は骨組構造解析又は 5.6.1 に規定するモデル要件に従って有限要素法解析により決定しなければならない。~~

~~集中荷重によるすべての部材の応力については、5.4.4 の基準により評価しなければならない。~~
5.6.2 に規定する降伏強度評価要件及び 5.2.3, 5.3.4, 5.4.6, 5.6.3 及び 5.6.4 に規定する座屈強度評価要件に適合しなければならない。

~~有限要素解析を行う場合、有限要素解析により得られた応力のみ考慮し、5.2.3, 5.3.4 及び 5.4.6 に規定する座屈強度評価を行ってもよい。~~

~~図1に示すようにU型防撓材を設けるハッチカバーについては、有限要素解析により評価しなければならない。防撓材の横断面において、U型防撓材のウェブとそのフランジとの接合部及びU型防撓材のウェブとハッチカバーの板部材との接合部に節点を設けなければならない。有限要素解析により得られた応力のみ考慮し、5.2.3、5.3.4及び5.4.6に規定する座屈強度評価を行って差し支えない。~~

図1 U型防撓材を設けるハッチカバーの例



5.2 板部材

5.2.3 を次のように改める。

5.2.3 座屈強度

~~4.1 に規定する積付状態荷重条件におけるハッチカバー頂板の板部材の座屈強度では、次の算式による5.6.3の規定に適合しなければならない。~~

~~$$\eta_{plate} \leq \eta_{all}$$~~

~~η_{plate} ：最大使用係数で、1編8章5節2.2の規定による。~~

~~・梁理論で得られる応力。有限要素法により求まる値ではない。~~

~~・ σ_x 又は σ_y は、主要支持部材に平行な板部材の軸方向における応力とする。~~

~~$$\tau = 0$$~~

~~・有限要素法を実施する場合、 σ_x , σ_y , τ は有限要素法により得られる値とする。~~

~~η_{all} ：許容使用係数で、表3に示す値とする。~~

U型防撓材を設けるハッチカバーについては、座屈パネル b_1, b_2 及び c を別々に評価しな

~~なければならない~~ 5.6.4 の規定に適合しなければならない。

5.3 防撓材

5.3.1 を次のように改める。

5.3.1

~~平鋼の防撓材については、次の算式を満足しなければならない~~防撓材は、1 編 8 章 2 節 3.1.1 及び 3.1.2 に規定する細長比及び寸法要件に適合しなければならない。

$$\frac{h_{eff}}{t_{eff}} \leq 15 \sqrt{\frac{235}{R_{eff}}}$$

5.3.4 を次のように改める。

5.3.4 座屈強度

4.1 に規定する積付状態荷重条件におけるハッチカバーに取り付ける防撓材の座屈強度は次の算式による、5.6.3 の規定に適合しなければならない。

$$\eta_{stiffener} \leq \eta_{eff}$$

~~$\eta_{stiffener}$ ：~~ ~~最大使用係数で、1 編 8 章 5 節 2.3 の規定による。~~

~~・ 梁理論で得られる一軸応力。有限要素法によりもとまる値ではない。~~

~~・ σ_x ： 防撓材の軸応力~~

~~・ $\sigma_y = 0$~~

~~・ $\tau = 0$~~

~~・ 有限要素法により計算される応力で、次による。~~

~~・ σ_x ： 有限要素法により計算される防撓材の軸応力~~

~~・ σ_y ： 防撓材に対し垂直方向の応力~~

~~・ τ ： 防撓材が取り付けられる板部材のせん断応力~~

~~η_{eff} ：~~ ~~許容使用係数で、表 3 に示す値~~

4.1 に規定する積付状態荷重条件における U 型防撓材を設けるハッチカバーの座屈強度は、U 型防撓材を次の T 型鋼と等価とみなし、上記により評価しなければならない 5.6.4 の規定に適合しなければならない。

~~・ 1 編 3 章 6 節図 21 による d と等価なウェブ高さ~~

~~・ $2t_w$ と等価なウェブ板厚~~

~~・ b_2 と等価なフランジ幅で、図 1 による。~~

~~・ t_f と等価なフランジ板厚で、図 1 による。~~

~~・ 付き板の有効幅 b_{eff} は次による~~

$$b_{eff} = C_{x1} b_1 + C_{x2} b_2$$

~~C_{x1} , C_{x2} ：1 編 8 章 5 節表 3 による軽減係数で、ケース 1 に従い EPP b_1 及び b_2 で計算する。~~

5.4 主要支持部材

5.4.1 を次のように改める。

5.4.1適用

~~5.4.3 から 5.4.5 の要件は、梁モデルによる解析を行う主要支持部材に適用する。
梁モデルによる解析を適用できない格子状に配置された桁主要支持部材については、
5.4.4 に規定する基準を用い、直接計算 5.4.2 から 5.4.7 の規定により評価しなければならない。~~

5.4.2 ウェブの最小ネット板厚

主要支持部材のウェブのネット板厚 (mm) は、6mm 以上としなければならない。

5.4.3 を削除する。

5.4.3 梁モデル解析における直応力及びせん断応力 (削除)

~~5.1.1 の規定により、骨組解析又は有限要素法解析による強度評価を行わない場合、桁部材の最大直応力 σ 及び最大せん断応力 τ (N/mm²) は次の算式によらなければならない。~~

$$\sigma = \frac{S(F_S P_S + F_{\text{WT}} P_{\text{WT}}) \ell_{\text{mm}}^2}{f_{\text{bc}} Z}$$
$$\tau = \frac{5S(F_S P_S + F_{\text{WT}} P_{\text{WT}}) \ell_{\text{mm}}}{A_{\text{web}}}$$

~~ℓ_{mm} : 主要支持部材の曲げスパン (m)~~

5.4.4 を削除する。

5.4.4 評価基準 (削除)

~~5.4.3 の規定による計算又は骨組解析若しくは有限要素法解析により算出された直応力 σ 及びせん断応力 τ は、次の算式を満足しなければならない。~~

$$\sigma \leq \sigma_{\text{a}}$$
$$\tau \leq \tau_{\text{a}}$$

5.4.5 撓みの制限

主要支持部材のネット断面二次モーメントは、海水圧による荷重（構造の自重を除く）に対して桁部材の垂直方向の撓み量が $\mu \ell_{\text{max}}$ を超えてはならない。

μ : 係数で次による:

風雨密ハッチカバーの場合、 $\mu = 0.0056$

ℓ_{max} : 主要支持部材の最大スパン (m)

5.4.6 を次のように改める。

5.4.6 主要支持部材のウェブの座屈強度

~~4.1 に規定する積付状態荷重条件における主要支持部材のウェブは次の算式によらなければならない、5.6.3 の規定に適合しなければならない。~~

$$\eta_{\text{plate}} \leq \eta_{\text{a}}$$

~~η_{plate} : 手法 A により算出される板部材の最大使用係数で、1 編 8 章 5 節 2.2 の規~~

~~定による。開口部に隣接するウェブについては、1編8章5節2.4に規定する手法Aにより算出しなければならない。~~

~~・ 梁理論により得られるせん断応力で、5.4.3の規定に倣うか、骨組解析により求める。~~

~~・ 有限要素法により、 σ_x, σ_y, τ を求める。~~

~~η_{all} ：許容使用係数で、表3に示す値~~

5.4.7 細長比の基準

桁部材のウェブの座屈防止用防撓材は、次の算式を満足しなければならない。

$$\frac{h_w}{t_w} \leq 15 \sqrt{\frac{235}{R_{eH}}}$$

5.6 として次の1条を加える。

5.6 有限要素モデル及び座屈評価

5.6.1 有限要素モデル

4.1 に規定する荷重条件における有限要素解析によるハッチカバーの強度評価において、ハッチカバーの形状はできる限り現実に近い形状で理想化しなければならない。いかなる場合も、要素の幅は防撓材の心距より大きくしてはならない。荷重伝達点及びスロット近傍は、可能な範囲でメッシュを詳細化しなければならない。要素長さの比は3以下としなければならない。

主要支持部材のウェブ高さに沿った要素サイズは、ウェブ高さの 1/3 以下としなければならない。面外圧力を受ける板を支持する防撓材は、有限要素モデルの理想化に含めなければならない。防撓材はビーム要素又はシェル/平面要素によりモデル化すること。座屈防撓材は応力計算では考慮しない。

図1に示すU型防撓材を設けるハッチカバーは、有限要素解析により評価しなければならない。U型防撓材の形状は、シェル/平面要素により正確にモデル化しなければならない。節点は、U型防撓材のウェブとハッチカバー頂板/底板との交点及びU型防撓材のウェブと面材との交点に適切に設けなければならない。座屈評価においては、シェル要素によりモデル化された板部材とビーム要素によりモデル化されたU型防撓材とを組み合わせたハイブリッドモデルは使用してはならない。

5.6.2 降伏強度評価

すべてのハッチカバーの構造部材は、次の算式に適合しなければならない。

シェル要素の場合、原則として $\sigma_{vm} \leq \sigma_a$

ロッド又はビーム要素の場合、原則として $\sigma_{axial} \leq \sigma_a$

σ_a ：許容応力で、1.5.1の表2による。

σ_{vm} ：ミーゼス応力 (N/mm^2) で、次による。

$$\sigma_{vm} = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2}$$

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_{xy} ：x-y平面のせん断応力 (N/mm^2)

σ_{axial} : ロッド又はビーム要素の軸応力 (N/mm^2)

x 及び y は考慮する構造要素の平面における 2 次元デカルト座標系の座標の添え字を示す。

シェル要素 (又は平面要素) を用いて FEM 計算を行う場合、応力は各要素の中心の値としなければならない。特に非対称のガーダのフランジにおいて、要素中心の応力の評価は非安全側の結果となる可能性があることに注意すること。このような場合には、十分に詳細なメッシュで評価する又は要素端部の応力が許容応力以下としなければならない。シェル要素を用いる場合、応力は要素の板厚中心で評価しなければならない。

応力集中の評価は、本会の適当と認めるところによる。

5.6.3 座屈強度評価

ハッチカバーの板パネルは、防撓パネル (SP) 又は非防撓パネル (UP) としてモデル化しなければならない。表 4、図 3 及び図 4 に従って、1 編 8 章 1 節 3 に規定する評価手法 A 及び手法 B を適用しなければならない。開口を有するウェブのパネルにあっては、座屈評価において開口の手順に従うこと。

必要に応じて、次の 1 編 8 章 4 節に規定する直接強度解析における座屈要件を参照することができる。

- (1) 1 編 8 章 4 節 2.1.2 に規定するパネルの平均板厚
- (2) 1 編 8 章 4 節 2.3 に規定する不規則パネル
- (3) 1 編 8 章 4 節 2.4 に規定する参照応力
- (4) 1 編 8 章 4 節 2.5 に規定する面外圧力
- (5) 1 編 8 章 4 節 2.6 に規定する座屈評価基準。ただし、2 編 1 章 5 節表 3 に規定する許容座屈使用係数を用いること。

表 4 構造部材及び評価法

構造要素	評価法 ⁽¹⁾⁽²⁾	標準的なパネルの定義
ハッチカバーの頂板/底板 (図 3 参照)		
ハッチカバー頂板/底板	SP-A	長さ方向：横桁間 幅方向：縦桁間
不規則に防撓されたパネル	UP-B	局部防撓材／主要支持部材間の板
ハッチカバーの主要支持部材のウェブのパネル (図 4 参照)		
横桁/縦桁のウェブ	UP-B	局部防撓材／面材／主要支持部材間の板
横桁/縦桁のウェブ (二重張構造)	SP-B ⁽³⁾	長さ方向：主要支持部材間 幅方向：全ウェブ深さ
開口を有するウェブのパネル	開口の手順	ウェブ防撓材／面材／主要支持部材間の板
不規則に防撓されたパネル	UP-B	ウェブ防撓材／面材／主要支持部材間の板
備考 1： SP 及び UP は、それぞれ防撓パネル及び非防撓パネルを表す。		
備考 2： A 及び B は、それぞれ手法 A 及び手法 B を表す。		
備考 3： 横桁/縦桁のウェブに座屈防撓材/ブラケットが不規則に配置される場合、UP-B で評価して差し支えない。		

図 3 ハッチカバーの頂板／底板

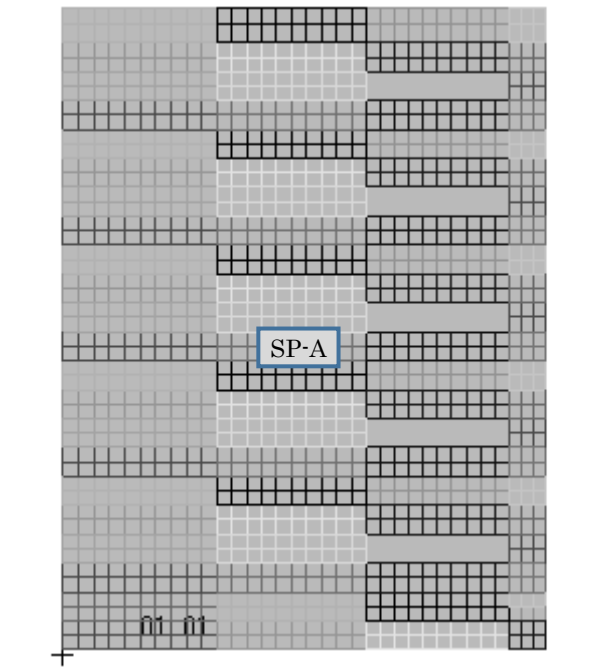
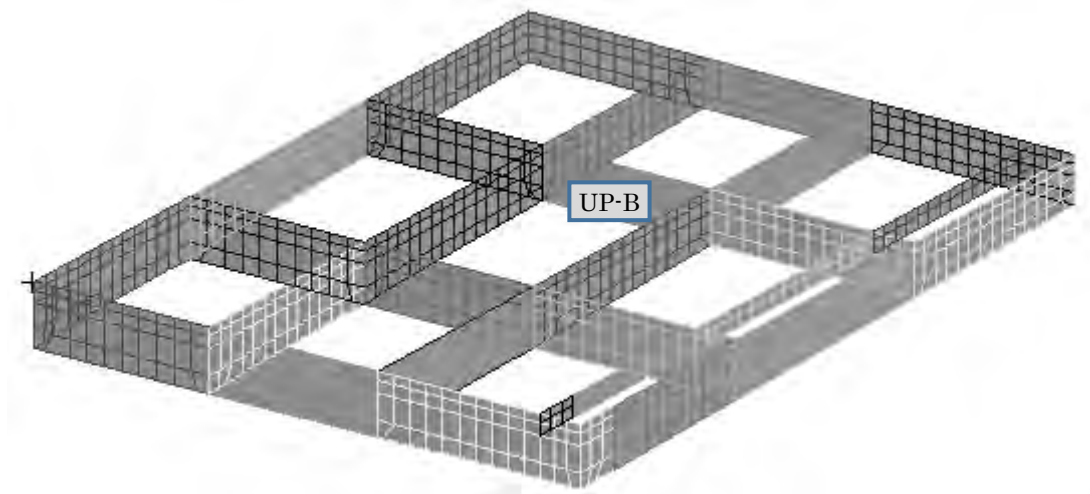


図 4 ハッチカバーの主要支持部材のウェブ



5.6.4 U 型防撓材を有する防撓パネルの座屈評価

U 型防撓材を設けるハッチカバーについては、板パネル EPP b_1, b_2, b_f 及び h_w (図 1 参照) の局部座屈を、次により別々に評価しなければならない。

- 付き板パネルの EPP b_1 及び b_2 は、SP-A により評価しなければならない。ここで、1 編 8 章 5 節表 3 に規定する座屈係数 K_x の計算においては、1 編 8 章 5 節表 2 に規定する U 型防撓材の修正係数 F_{long} を用いること。1 編 8 章 5 節表 3 に規定する座屈係数 K_y の計算においては、1 編 8 章 5 節 2.2.5 に規定する U 型防撓材の修正係数 F_{tran} を用いること。
- 面材及びウェブのパネルの EPP b_f 及び h_w は、 $F_{long} = 1$ 及び $F_{tran} = 1$ として UP-B により評価しなければならない。

U 型防撓材を設けるハッチカバーの防撓材の全体座屈強度及び最終強度は、振り応力 $\sigma_w = 0$ 及び次の仮定に基づき計算した付き板の有効幅を含む断面二次モーメントにより評価しなければならない。

- ・ U 型防撓材の 2 つのウェブのパネルは、板厚を t_w 、高さを付き板と面材間の距離とし、付き板に対して垂直であるとみなす。
- ・ 付き板の有効幅 b_{eff} は、SP-A モデルに従って、EPP b_1 及び b_2 に対してそれぞれ計算した b_{eff} の合計とする。
- ・ せん断遅れによる影響を無視した防撓材の付き板の有効幅 b_{eff1} は、EPP b_1 及び b_2 に対してそれぞれ計算した b_{eff1} の合計とする。

6. ハッチコーミング

6.3 構造寸法

図 3 から図 6 をそれぞれ図 5 から図 8 に改める。

6.3.3 ハッチコーミングステイ

ハッチコーミングステイであって面材を甲板に溶接する設計のもの又は面材の端部をスニップとしブラケットを取り付ける設計のもの（図 ~~35~~ 及び図 ~~46~~ 参照）については、ステイの甲板との結合部におけるネット断面係数 Z (cm^3) 及びネット板厚 t_w (mm) は、次の算式による値以上としなければならない。

(省略)

図 ~~35~~ ハッチコーミングステイ (例 1)
(省略)

図 ~~46~~ ハッチコーミングステイ (例 2)
(省略)

(省略)

例えば図 ~~57~~ 及び図 ~~68~~ に示すような前記以外の設計とする場合、骨組解析又は有限要素法解析により応力を決定し、高応力部分を評価しなければならない。応力は次の算式を満足しなければならない。

図 ~~57~~ ハッチコーミングステイ (例 3)
(省略)

図 ~~68~~ ハッチコーミングステイ (例 4)
(省略)