

リサイクル燃料備蓄センター設工認
設 2-補-009
2021 年 12 月 13 日

リサイクル燃料備蓄センター
設計及び工事の計画の変更認可申請書
(補足説明資料)

放射性廃棄物の廃棄施設について

令和 3 年 1 2 月

リサイクル燃料貯蔵株式会社

目次

1. 概要	
1.1 本資料について	1
1.2 漂流防止設備の挙動	1
2. 適用規格・基準	2
3. 漂流防止設備の構造	3
4. 漂流防止設備の維持評価	9
4.1 計算条件	9
4.1.1 計算条件	9
4.1.2 記号の説明	10
4.1.3 数値の丸め方	16
4.2 評価方針	17
4.3 設計荷重	18
4.4 ドラム缶及びパレットに発生する荷重	20
4.4.1 静的荷重	20
4.4.2 動的荷重	22
4.4.3 設計荷重	23
4.5 漂流防止設備の各部材に作用する荷重及び応力	24
4.5.1 漂流防止材	25
4.5.2 床面側固定材	31
4.5.3 基礎部	37
5. 評価結果	42
5.1 設計荷重	42
5.2 漂流防止材	42
5.3 床面側固定材	43
5.4 基礎部	45

1. 概要

使用済燃料貯蔵施設では、平常時に発生する放射性廃棄物はない。ただし、搬入した金属キャスクの表面に汚染が確認された場合等には、除染に使用した水、ウエス、ゴム手袋等が放射性廃棄物として発生する。

廃棄物貯蔵室は、これらの使用済燃料貯蔵施設内で発生した液体廃棄物及び固体廃棄物を保管廃棄するための施設であり、使用済燃料貯蔵建屋受入れ区域の独立した区域に設け、廃棄物はドラム缶に封入して保管廃棄する。

仮想的大規模津波（以下「津波」という。）による使用済燃料貯蔵建屋の損傷に備え、廃棄物貯蔵室内に保管廃棄しているドラム缶が廃棄物貯蔵室外、敷地内及び敷地外への漂流を防止するため漂流防止対策を講じ、津波による波力を受けても機能維持が可能となる検討、評価を行い、その評価方針と評価結果を「添付13-1-1 漂流防止設備の評価方針」及び「添付13-1-2 漂流防止設備の評価結果」で示している。

1.1 本資料について

本資料は、「添付 13-1-1 漂流防止設備の評価方針」及び「添付 13-1-2 漂流防止設備の評価結果」で示した評価対象部材ごとの評価式、条件について補足し、全ての評価対象部材の評価結果を示し、その中で、ロープが最も裕度が小さいことを説明する資料である。

現設計の構成部材の評価結果より、ドラム缶（自重 27kg）に保管する内容物の限界重量は 25kg であり、本資料「5. 評価結果」ではドラム缶重量 52kg の評価結果を示す。

また、ドラム缶 1 本当たりの重量を限界重量以下に設定し、保管することを保安規定に定め運用する。

1.2 漂流防止設備の挙動

漂流防止設備は、パレットに積載したドラム缶 4 本を 3 段積みにした状態をネットで包み込む構造としており、最下段のパレットにネットを接続し、同パレットに取り付けるロータリーアイボルトに装着するシャックルを介して、ロープで床面側固定材と連結する構造とする。

津波が襲来した際は、ドラム缶 12 本分の浮力により浮上し、ネットに包まれた鋼製のパレット 3 枚も浮上すると同時に津波の下流側に流れる。その後、最下段のパレットと床面側固定材間に接続したロープが有効長 18m で展張する状態になる。

2. 適用規格・基準

以下の規格・基準に準拠する。

- ・ 日本産業規格 JIS
- ・ 鋼構造塑性設計指針（一社）日本建築学会 2017 改訂
- ・ 鋼構造設計規準 - 許容応力度設計法（一社）日本建築学会 2005 改訂
- ・ 各種合成構造設計指針・同解説（一社）日本建築学会 2010 改訂
- ・ 鉄筋コンクリート構造 計算規準・同解説（一社）日本建築学会 2010 改訂
- ・ 発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2012 年版）〈第 I 編 軽水炉規格〉
（一社）日本機械学会
- ・ 発電用原子力設備規格 材料規格（2012 年版）（一社）日本機械学会
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG 4601・補-1984
（一社）日本電気協会
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1991 追補版（一社）日本電気協会

3. 漂流防止設備の構造

漂流防止設備は、漂流防止材、床面側固定材の構成とする。

漂流防止材、床面側固定材は以下の要素からなる構造とする。

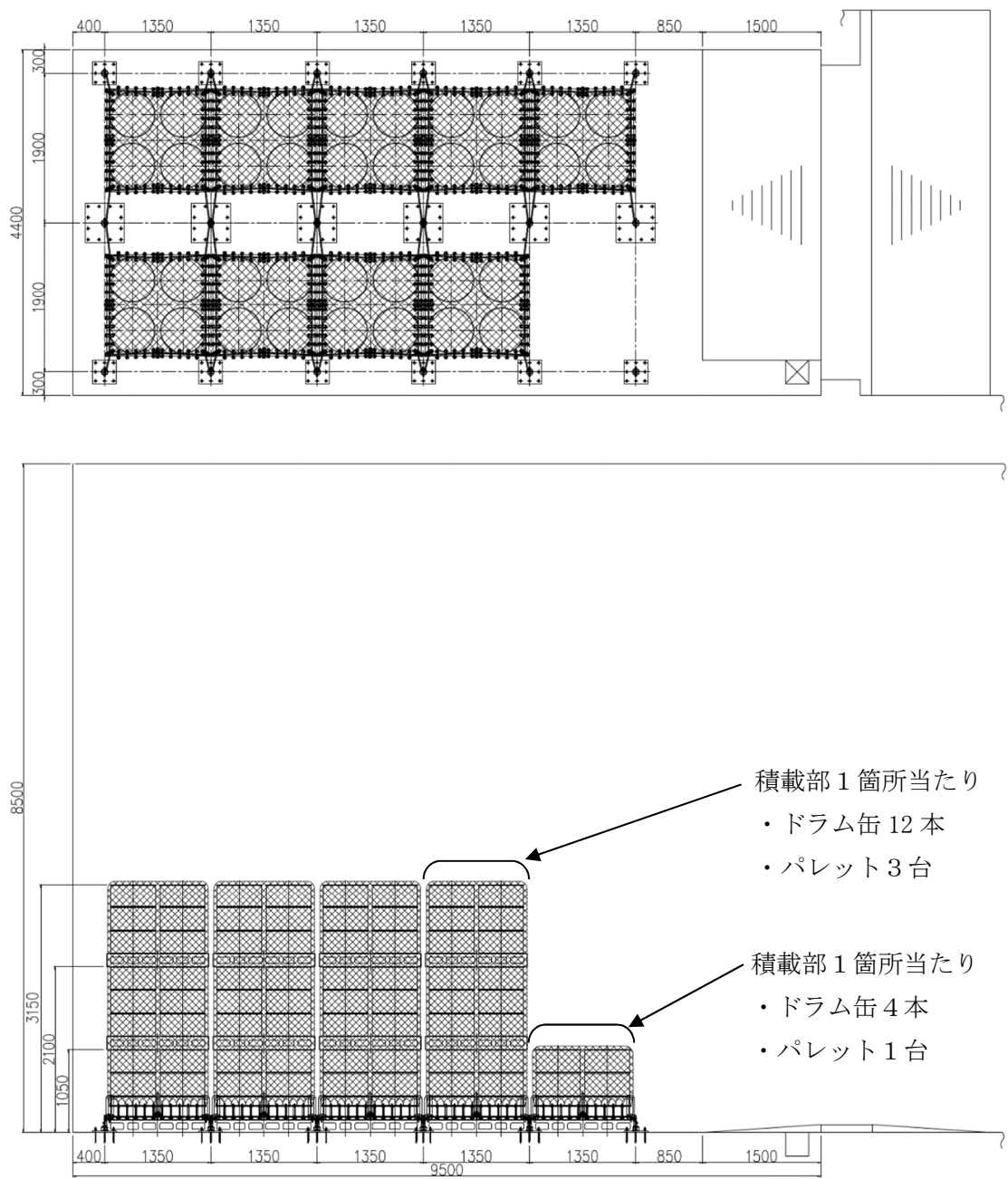
漂流防止材（ネット、スリング、シャックル、ロータリーアイボルト、ロープ）

床面側固定材（フレノ・リンクボルト、アンカープレート）

その他（パレット）

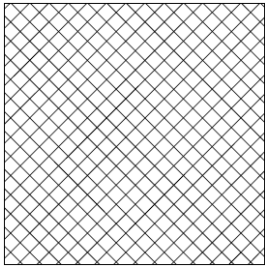


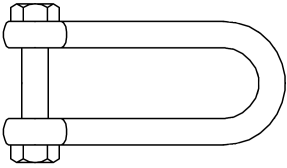
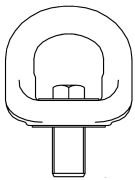
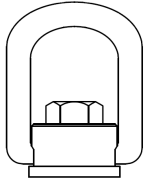
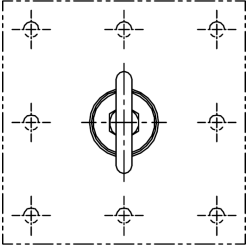
また、床面側固定材をコンクリートの基礎部でアンカーボルトにて固定する構造とする。

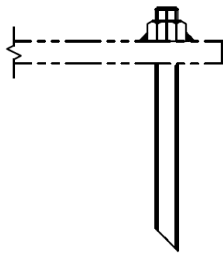
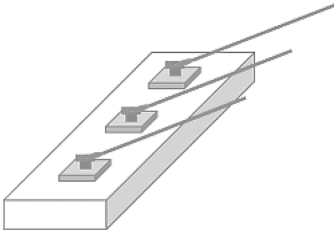
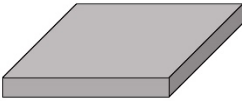
漂流防止設備の外形図を第 3-1 図に、漂流防止設備の構成要素を第 3-1 表に、積載部模式図を第 3-2 図に、漂流防止設備の最下段のパレット及びアンカー部の構成を第 3-3 図に示す。

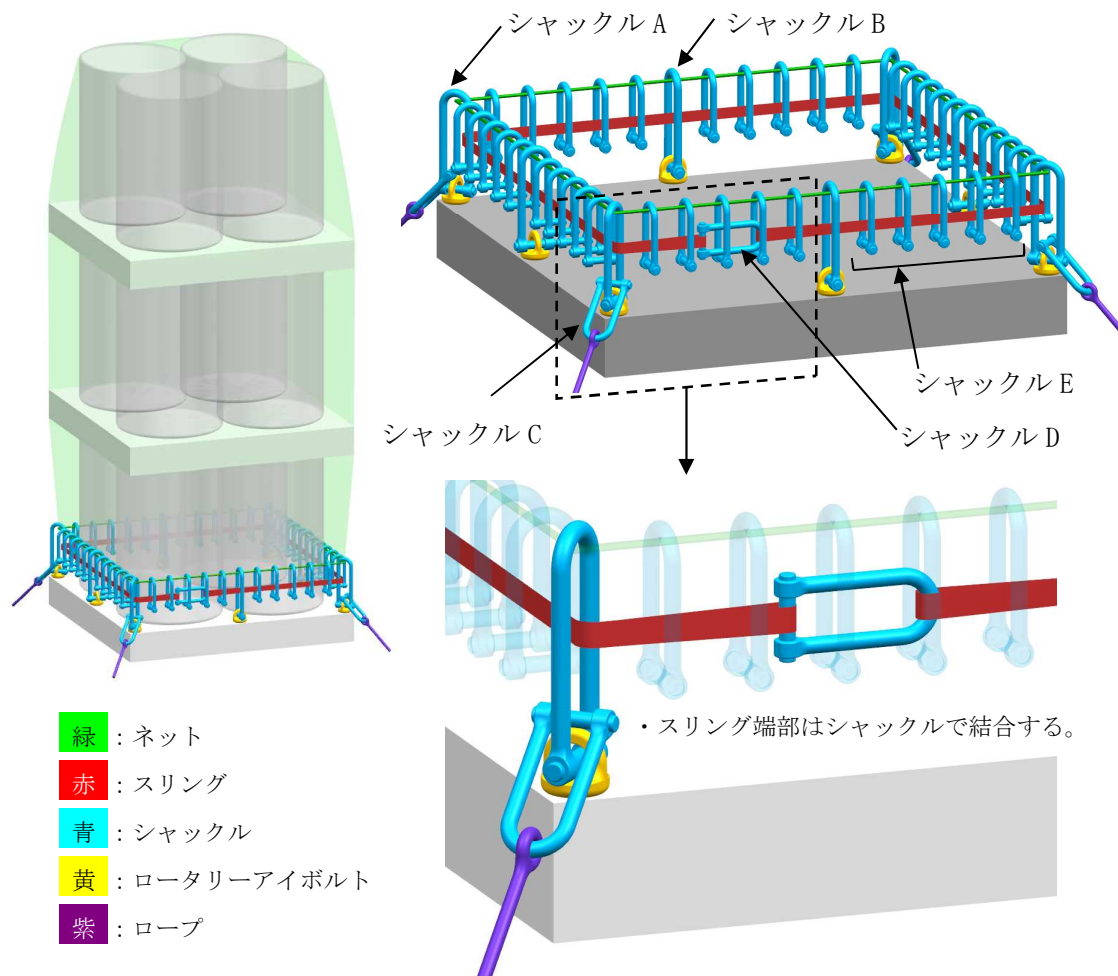


第 3-1 図 漂流防止設備の外形図

第 3-1 表 漂流防止設備の構成要素

構成要素名称		模式図	用途
漂流防止材	ネット		ドラム缶及びパレットをネットで被覆し、ロープ、スリング、シャックル、ロータリーアイボルトを用いて、フレノ・リンクボルトに接続することで、ドラム缶及びパレットの漂流を防止する。
	ロープ		
	スリング		
	シャックル		
	ロータリーアイボルト		
床面側固定材	フレノ・リンクボルト		アンカープレートに溶接し、ロープと接続する。
	アンカープレート		基礎部に取り付け、基礎部と漂流防止材と接続する。

構成要素名称		模式図	用途
基礎部	接着系 アンカーボルト		アンカープレートと基礎部を定着させる。
	コンクリート		漂流防止材と連結し、コンクリートの重量によって、ドラム缶及びパレットの漂流を防止する。
その他	パレット		ドラム缶を積載する。(漂流防止機能に直接影響しないため強度評価は実施しない)

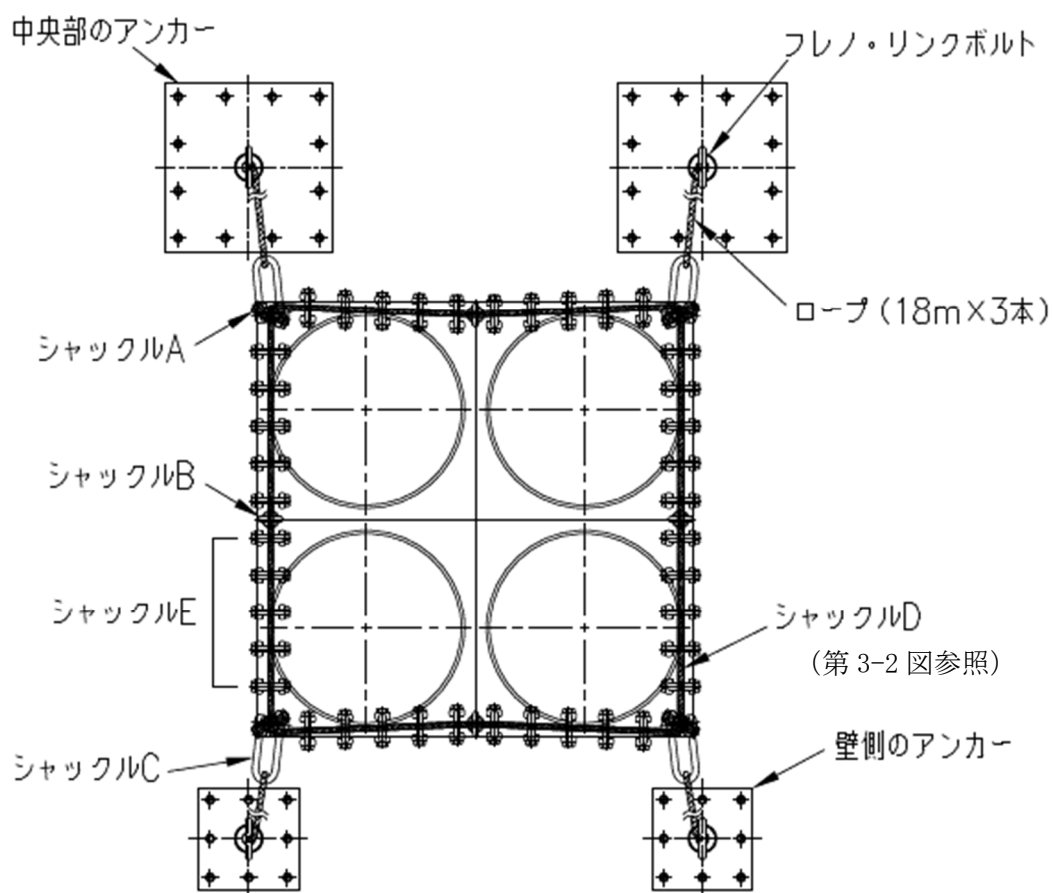


第 3-2 図 積載部模式図

3.1 各部材の取り付け

- 最下段のパレットの四辺と四隅に取付けた 8 個のロータリーアイボルトに、シヤックル A とシヤックル B を取付ける。
- 四隅のシヤックル A には別途シヤックル C を取付ける。
- シヤックル C にロープを取付け、ロープの反対側はアンカー部（床面側固定材）のフレノ・リンクボルトに接続する。（第 3-3 図参照）
- シヤックル A とシヤックル B の中にスリングを通して 1 周させ、スリング端部はシヤックル D で結合する。
- ネットの四隅をパレット四隅のシヤックル A に取付け、ネットの各辺の中心をシヤックル B に取付ける。
- ネットの隙間からのドラム缶抜け落ち防止のために、スリングにシヤックル E を 1 辺当たり 10 個取り付け、4 辺で 40 個取り付ける。
- ネットの残りの部分をシヤックル E に固定する。

最下段のパレット及びアンカー部の構成を第 3-3 図に示す。



【積載部 1 箇所当たりの部材の数】

- ロータリーアイボルト：8 個
- シヤックル：53 個
 - (シヤックル A：4 個)
 - (シヤックル B：4 個)
 - (シヤックル C：4 個)
 - (シヤックル D：1 個)
 - (シヤックル E：40 個)
- スリング：1 本
- ロープ：12 本
 - (アンカー 4 箇所 に 3 本 ずつ 連結)
- ネット：3 枚

【アンカー 1 箇所当たりの部材の数】

- フレノ・リンクボルト：1 個
 - (アンカープレートに溶接)
- アンカープレート：1 枚
- アンカーボルト
 - 中央部：12 本
 - 壁側：8 本

第 3-3 図 最下段のパレット及びアンカー部の構成

4. 漂流防止設備の維持評価

4.1 計算条件

4.1.1 計算条件

評価条件を以下に示す。

(1) 津波条件

a. 水深

津波の高さは T.P. +23mの津波であり，貯蔵建屋の設置位置で一様に7mの浸水深となる。

b. 津波の流速

津波の流速は「添付 6-1-2 仮想的大規模津波の設定」の「第 2-3 図 仮想的大規模津波と等価なモデルにおける貯蔵建屋周りの水位及び流速の分布」のうち貯蔵建屋周りの最大流速の 10 m/s とする。

(2) 波力を受ける部材

ドラム缶及びパレットが受ける波力により評価を行う。

(3) 波力を受ける方向

廃棄物貯蔵室の北側の壁がない前提で，北側または南側のどちらか一方向から波力を受ける条件で評価を行い，保守的に，津波上流側となる漂流防止材のみで荷重を受け持つこととする。（下流側となるアンカー部に接続されたロープは展張しない。）

(4) 浮力

ドラム缶は浮力により水面に浮上する条件とする。

(5) ドラム缶の重量

ドラム缶の重量は，ドラム缶自重に実運用上想定される内容物量を足した条件で評価を行う。

(6) ドラム缶及びパレットの数量

最も厳しい条件として，ネット内に含まれるドラム缶 12 本とパレット 3 枚に作用する荷重を設計荷重とする。

4.1.2 記号の説明

算出に用いる記号の説明を以下に示す。

第 4.1.2-1 表 設計荷重の算出に用いる記号

記号	記号の説明	単位
v	津波の流速	m/s
ρ	海水密度	kg/m ³
$_{DR}M$	ドラム缶の重量 (内容物を含む)	kg
$_{DR}D$	ドラム缶の直径	m
$_{DR}H$	ドラム缶の高さ	m
A	ドラム缶の表面積	m ²
V	ドラム缶の水面下の体積	m ³
S	ドラム缶の水面下平面部の面積	m ²
F'	ドラム缶平面部全体に作用する荷重	N
C	抗力係数	—
S'	ドラム缶平面部と水面下平面部の面積比	—
$_{DR}F$	ドラム缶 1 本に作用する荷重	N
$_{PL}W$	パレットの幅	m
$_{PL}H$	パレットの高さ	m
S	パレットの見付面積	m ²
$_{PL}F$	パレット 1 台に作用する荷重	N
F	ドラム缶及びパレット全体の静的荷重	N
F_i	ドラム缶及びパレット全体の動的荷重	N
m	積載部 1 箇所当たりの総質量	kg
x_{RP}	ロープの変位	m
k	ロープの等価剛性	N/m
$_{RP}E$	ロープの弾性係数	MPa
$_{RP}A$	ロープの断面積	mm ²
$_{RP}L$	ロープの長さ	m
P	設計荷重	N

第 4.1.2-2 表 漂流防止材の強度評価に用いる記号

記号	記号の説明	単位
P	ドラム缶及びパレットに作用する設計荷重	N
${}_N P$	ネット全体に作用する荷重	N
${}_T P_a$	荷重点側の網糸 1 本あたりに作用する荷重	N
${}_T P_b$	シャックル側の網糸 1 本あたりに作用する荷重	N
${}_{LN} P$	連結材に作用する荷重	N
${}_{RP} P$	ロープ 1 本あたりに作用する荷重	N
${}_{SL} P$	スリングに作用する荷重	N
${}_{SH} P_a$	ロープに接続されるシャックルに作用する荷重	N
${}_{SH} P_b$	スリング結合用のシャックルに作用する荷重	N
${}_{EB} P$	ロータリーアイボルトに作用する荷重	N
${}_{LN} L$	連結材の長さ	mm
${}_N L$	ネットの長さ	mm
${}_{EB} L$	ロータリーアイボルト中心点間の距離	mm
${}_{FB} L$	フレノ・リンクボルト中心点間のy方向距離	mm
${}_{AP} t$	アンカープレート板厚	mm
h	アンカープレート板厚芯から フレノ・リンクボルト中心までの高さ	mm
H_1	フレノ・リンクボルト中心から荷重点までの高さ	mm
${}_{LN} L'$	ロータリーアイボルト中心と フレノ・リンクボルト中心点間線分の距離	mm
${}_{LN} L''$	連結材のxy平面投影長さ	mm
H_2	フレノ・リンクボルトから ロータリーアイボルト中心までの高さ	mm
${}_N \theta$	ネットとxy平面のなす角度	deg
${}_{LN} \theta$	連結材のなす角度	deg
θ_V	連結材とxy平面のなす角度	deg
θ_H	連結材のxy平面投影線とx軸のなす角度	deg

第 4.1.2-3 表 床面側固定材の強度評価に用いる記号

記号	記号の説明	単位
LN^P	連結材に作用する荷重	N
FB^P	フレノ・リンクボルトに作用する荷重	N
FB^P_x	フレノ・リンクボルトに作用する x 方向の荷重	N
FB^P_y	フレノ・リンクボルトに作用する y 方向の荷重	N
FB^P_z	フレノ・リンクボルトに作用する z 方向の荷重	N
θ_V	ロープと xy 平面のなす角度	deg
θ_H	ロープの xy 平面投影線と x 軸のなす角度	deg
h	アンカープレート板厚芯から フレノ・リンクボルト中心までの高さ	mm
M_x	FB^P_x による y 軸回りのモーメント	N・mm
M_y	FB^P_y による x 軸回りのモーメント	N・mm
M	アンカープレートに作用する曲げモーメント	N・mm
Q	アンカープレートに作用するせん断力	N
Z_p	アンカープレートの塑性断面係数	mm ³
Z	溶接部の断面係数	mm ³
M_p	アンカープレートの全塑性モーメント	N・mm
Q_p	アンカープレートの許容せん断力	N
σ	フレノ・リンクボルト溶接部に作用する引張応力	MPa
τ	フレノ・リンクボルト溶接部に作用するせん断応力	MPa
f_t	許容引張応力	MPa
f_s	許容せん断応力	MPa
L	アンカープレートのボルト芯間の距離	mm
B	アンカープレートの幅	mm
APt	アンカープレートの厚さ	mm
wL	脚長	mm
wa	のど厚	mm
FB^D	フレノ・リンクボルトの外径	mm
wL_e	溶接部の有効長さ	mm
wA_e	溶接部の有効面積	mm ²
$AP\sigma_y$	アンカープレートの降伏応力度で、 基準強度値 APF を 1.1 倍した値	MPa
APF	アンカープレートの材料の基準強度	MPa

記号	記号の説明	単位
A_{PA}	アンカープレートの断面積	mm ²
F	フレノ・リンクボルト溶接部母材（アンカープレート）の材料の基準強度	MPa
S_y	アンカープレートの設計降伏点	MPa
S_u	アンカープレートの設計引張強さ	MPa

第 4. 1. 2-4 表 基礎部の強度評価に用いる記号

記号	記号の説明	単位
$_{FB}P_x$	フレノ・リンクボルトに作用する x 方向の荷重	N
$_{FB}P_y$	フレノ・リンクボルトに作用する y 方向の荷重	N
$_{FB}P_z$	フレノ・リンクボルトに作用する z 方向の荷重	N
T	接着系アンカーボルトに作用する引張力	N
T_V	z 方向荷重により接着系アンカーボルトに作用する引張力	N
$T_{Hx(y)}$	$x(y)$ 方向荷重により接着系アンカーボルトに作用する引張力	N
Q	接着系アンカーボルトに作用するせん断力	N
P_{a1}	接着系アンカーボルトの降伏により決定される許容引張力	N
P_{a3}	接着系アンカーボルトの付着力により決定される許容引張力	N
P_a	接着系アンカーボルトの短期許容引張力	N
Q_{a1}	接着系アンカーボルトのせん断強度により決定される許容せん断力	N
Q_{a2}	定着したコンクリート躯体の支圧強度により決定される許容せん断力	N
Q_{a3}	定着したコンクリート躯体のコーン状破壊により決定される許容せん断力	N
Q_a	接着系アンカーボルトの許容せん断力	N
L	アンカープレートのボルト芯間の距離	mm
n	一組のアンカープレートにおけるアンカーボルト本数	本
n'	一組のアンカープレートにおける引張側アンカーボルト本数	本
ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3	低減係数	—
$s\sigma_{pa}$	接着系アンカーボルトの引張強度	MPa
$s\sigma_y$	接着系アンカーの規格降伏点強度	MPa
S_y	アンカーボルトの材料の設計降伏点	MPa
S_u	アンカーボルトの材料の設計引張強さ	MPa
sca	接着系アンカーボルトの断面積 軸部断面積とねじ部有効断面積の小さい方とする。	mm ²
τ_a	接着系アンカーボルトの引張力に対する付着強度	MPa
$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$	付着強度の低減係数	—
c_1, c_2, c_3	へりあき寸法, 又は, アンカーボルトピッチ L の 1/2	mm
l_{ce}	接着系アンカーボルトの強度算定用埋込み長さ	mm
l_e	接着系アンカーボルトの有効埋込み長さ	mm

記号	記号の説明	単位
l	接着系アンカーボルトの埋込み深さ	mm
d_a	接着系アンカーボルトの呼び径	mm
τ_{bavg}	接着系アンカーボルトの基本平均付着強度	MPa
$s\sigma_{qa}$	接着系アンカーボルトのせん断強度	MPa
$c\sigma_{qa}$	コンクリートの支圧強度	MPa
$c\sigma_t$	コーン状破壊に対するコンクリートの引張強度	MPa
E_c	コンクリートのヤング率	MPa
F_c	コンクリートの設計基準強度	MPa
γ	基礎自重算定用のコンクリートの単位体積重量	kN/m ³
A_{qc}	せん断力に対するコーン状破壊面の有効投影面積	mm ²
c	へりあき寸法	mm
P_{b1}	コーン状破壊により決定されるコンクリートの許容引張荷重	N
P_{b2}	支圧破壊により決定されるコンクリートの許容引張荷重	N
P_b	コンクリートの許容引張力	N
Q_{b1}	アンカーボルト周辺の圧壊により決定されるコンクリートの許容せん断力	N
Q_{b2}	へり側のコーン状破壊により決定されるコンクリートの許容せん断力	N
Q_b	コンクリートの許容せん断力	N
K_1, K_2	コンクリートの引張耐力の低減係数	—
K_3, K_4	コンクリートのせん断耐力の低減係数	—
A_c	引張荷重によるコーン状破壊面の有効投影面積	cm ²
α	支圧面積と有効投影面積から定まる係数	—
A_0	支圧面積	cm ²
A_b	アンカーボルトの谷径断面積	cm ²
A'_c	せん断荷重によるコーン状破壊面の有効投影面積	cm ²

4.1.3 数値の丸め方

数値は原則として安全側に丸めて使用する。

また、規格、基準等により決まる数値については丸めず、規格、基準等を内挿して使用する場合は、原則として安全側に処理する。

ただし、計算途中の数値については、計算機の保有の数値を使用する。

表示する数値の丸め方を第4.1.3-1表に示す。

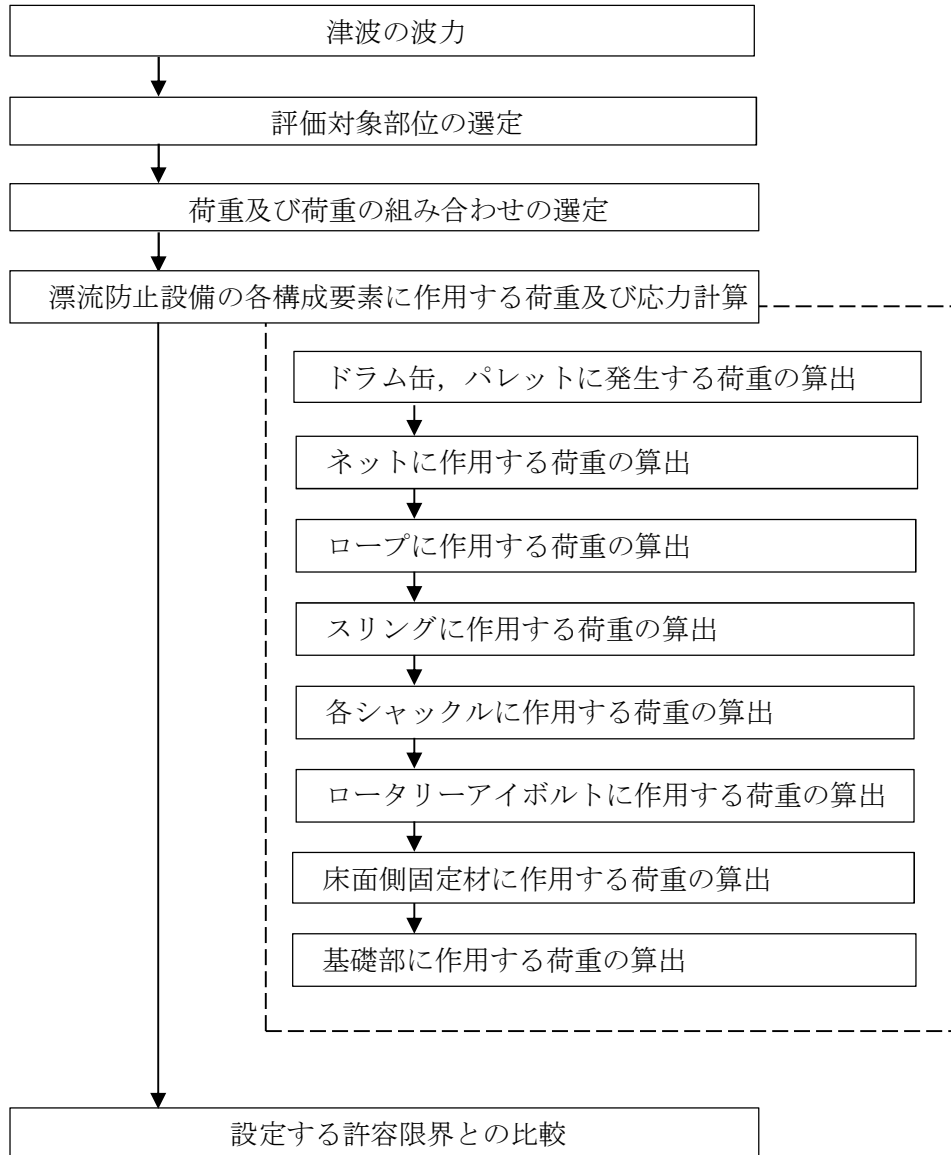
第4.1.3-1表 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
面積	mm ²	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁
断面係数	mm ³	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁
モーメント	N・mm	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁
力	N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁
算出応力	N/mm ²	小数点以下第1位	切り上げ	整数位
許容応力	N/mm ²	小数点以下第1位	切り捨て	整数位

4.2 評価方針

漂流防止設備の強度評価は、漂流防止設備を構成している要素を評価対象部位とし、津波の波力によってドラム缶及びパレットに発生する設計荷重が、評価対象部材に作用する荷重及び応力等が部材の許容限界に収まることを評価する。

漂流防止設備の強度評価フローを第 4. 2-1 図に示す。



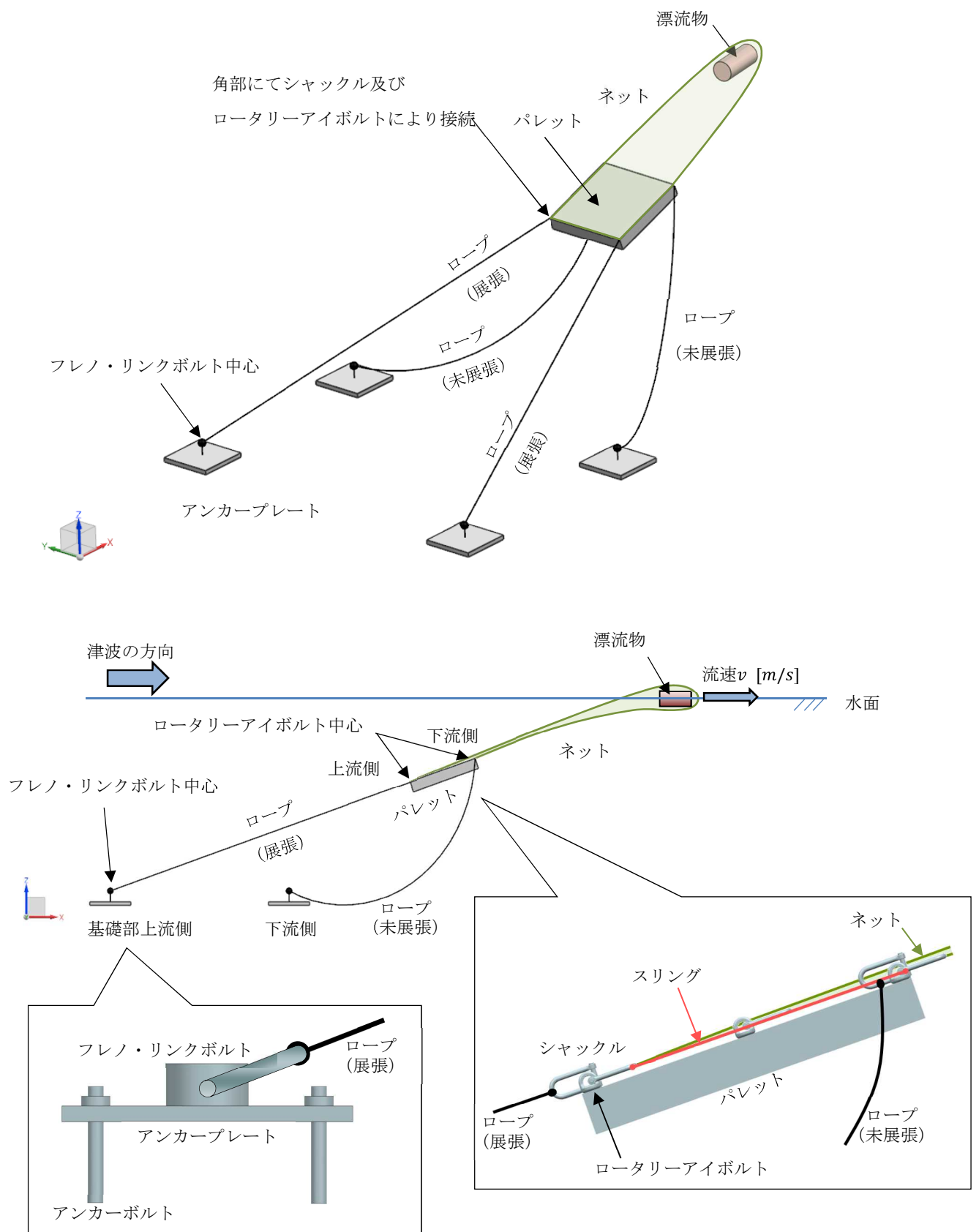
第 4. 2-1 図 漂流防止設備の強度評価フロー

4.3 設計荷重

津波の波力により、ドラム缶及びパレットに発生する荷重を検討し、漂流防止材及び基礎部に作用する荷重を算出する。漂流防止設備の作動時の模式図を第 4.3-1 図に示す。

ドラム缶及びパレットが波力を受けると、ドラム缶及びパレットが移動を開始する。ネット→ロープの順で展張した後、第 4.3-1 図に示すように、各部材が直線に並び、漂流防止設備によりドラム缶及びパレットが停止して、漂流防止状態を維持する。この際、津波の波力によりドラム缶及びパレットに荷重が発生し、ネット、スリング、シャックル、ロータリーアイボルト、ロープ、フレノ・リンクボルトのそれぞれに荷重が作用する。また、それらの部材を介して、基礎部に津波荷重の反力が作用する。

この状態において、「4.1.1 計算条件」に示す条件の下、漂流防止設備の各部材に発生する荷重、応力を算出し、強度評価を行う。



第 4. 3-1 図 漂流防止設備の作動時の模式図

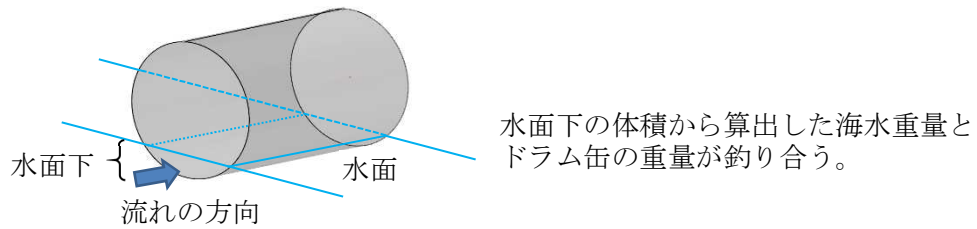
4.4 ドラム缶及びパレットに発生する荷重

4.4.1 静的荷重

(1) ドラム缶

ドラム缶は浮上するため、浮遊時の姿勢については、横倒しになっていると考えられる。そのため、平面部で津波の波力を受けるものとする。

内容物を含むドラム缶の重量を ${}_{DR}M$ [kg]とすると、その重量と釣り合う体積分が水面下に存在する。



ドラム缶の径 ${}_{DR}D$ 、ドラム缶の高さ ${}_{DR}H$ 、海水密度 ρ とすると、浮力と釣り合うために必要な体積 V は、

$$V = {}_{DR}M/\rho \quad [m^3] \quad \dots (i)$$

(i)から、水面下のドラム缶平面部の面積 S は

$$S = V/{}_{DR}H \quad [m^2]$$

ドラム缶平面部全体に発生する荷重 F' は、

$$F' = 1/2 \cdot \rho \cdot v^2 \cdot A \cdot C \quad [N] \quad \dots (ii)$$

ρ : 密度 [kg/m³]

v : 津波の流速 [m/s]

A : ドラム缶平面部の面積 [m²]

C : 抗力係数[-]

(ii)式から、発生荷重は面積に比例するので、面積比によって荷重を算出することができる。面積比を S' とすると、

$$S' = S/\{({}_{DR}D/2)^2 \cdot \pi\}$$

よって、ドラム缶1本に発生する荷重 ${}_{DR}F$ は、

$${}_{DR}F = F' \times S' \quad [N]$$

(2) パレット

パレットの側面で津波の波力を受けたときの荷重を算出する。保守的に開口部が存在しない面にて荷重を受けるものとする。

パレットの幅を ${}_{PL}W$ [mm], 高さを ${}_{PL}H$ [mm]とすると, 見付面積 s は,

$$s = {}_{PL}W \times {}_{PL}H \text{ [m}^2\text{]}$$

よって, パレット 1 台に発生する荷重 ${}_{PL}F$ は,

$${}_{PL}F = 1/2 \cdot \rho \cdot v^2 \cdot s \cdot C \text{ [N]}$$

(3) ドラム缶及びパレット全体の静的荷重

一つのネット内に, ドラム缶 12 本・パレット 3 台が設置されている。

よって, ドラム缶及びパレット全体の静的荷重 F は

$$F = {}_{DR}F \times 12 + {}_{PL}F \times 3 \text{ [N]}$$

4.4.2 動的荷重

津波の波力によってドラム缶及びパレットが移動する際、ロープが完全に展張すると急制動により停止し、漂流防止材には制動荷重の反力として動的荷重が作用する。制動荷重はドラム缶及びパレットが有していた速度 v [m/s]が0 (=停止) になったとし、ドラム缶及びパレットが損失した運動量と力積の関係によって算出することができ、動的荷重も制動荷重の反力であるから同様に算出できる。

ドラム缶及びパレットが停止したときには、ロープを弾性体として、弾性的な荷重が作用するモデルにて評価し、ドラム缶及びパレットが損失した運動量による制動荷重の反力が、動的荷重として作用すると考え、以下の手順によって動的荷重を算出する。

積載部1箇所当たりのドラム缶、パレット及び漂流防止材の総重量を m [kg]とすると、運動量は mv である。漂流防止設備が作動し始めて Δt の間に停止したとすると、動的荷重 F_i と運動量の関係は、(iii)式に示すとおりとなる。

$$\int_0^{\Delta t} F_i(t) dt = m \cdot v \quad \dots (iii)$$

ロープの等価剛性を k として、ロープに張力が作用し、ドラム缶及びパレットの速度が0になったとすると、振幅 B として、ロープの変位 x_{RP} は、(iv)式で表される。

$$x_{RP} = B \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot t\right) \quad \dots (iv)$$

$$k = \frac{{}_{RP}E \cdot {}_{RP}A}{{}_{RP}L} \quad : \text{ロープの等価剛性 [N/m]}$$

${}_{RP}E$: ロープの弾性係数 [MPa]

${}_{RP}A$: ロープの断面積 [mm²]

${}_{RP}L$: ロープの長さ [m]

また、フックの法則によりロープに作用する動的荷重 F_i は、(v)式となる。

$$F_i(t) = k \cdot x_{RP} = k \cdot B \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot t\right) \quad \dots (v)$$

(v)式を(iii)式に代入して積分し、初期条件を考慮して、振幅について解くと(vi)式となる。

初期条件 : $t = 0$ のときドラム缶及びパレットの速度 *v , $t = \Delta t$ のとき $v = 0$

* : 保守的にドラム缶及びパレットは初期時点から津波の水流と同じ流速とする。

$$B = v \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \dots (vi)$$

また、動的荷重 F_i は、(v)式の正弦関数が1のときに最大値(= $k \cdot B$)となり、連結材の変位も最大となる。よって動的荷重 F_i は、

$$F_i = k \cdot v \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

4.4.3 設計荷重

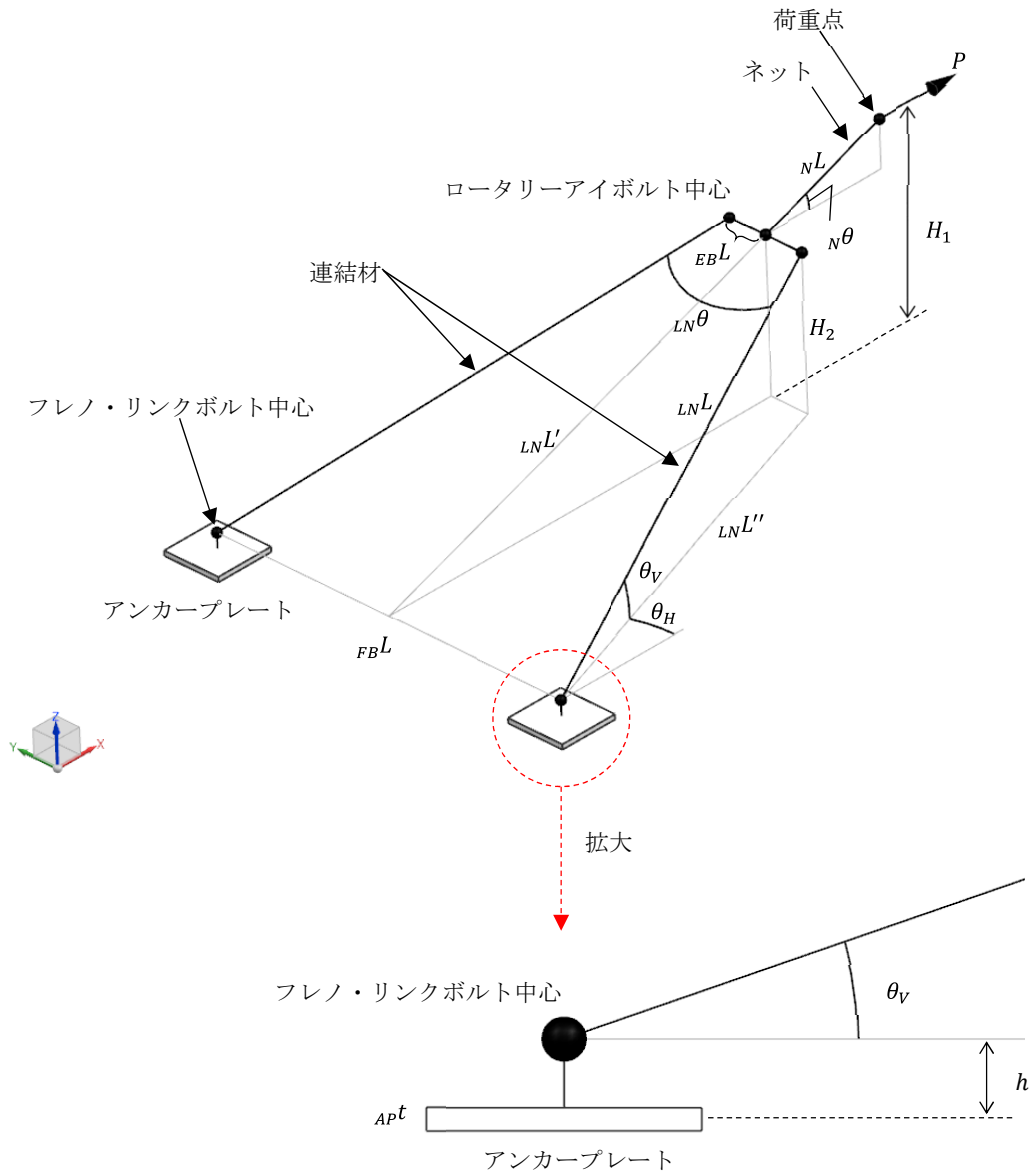
ドラム缶及びパレットに発生する静的荷重 F 及び動的荷重 F_i を足し合わせた荷重を、設計荷重 P とする。

$$P = F + F_i$$

4.5 漂流防止設備の各部材に作用する荷重及び応力

設計荷重 P によって漂流防止設備の各部材に作用する荷重及び応力を算出する。評価モデルの概要図を第4.5-1図に示す。

- ・フレノ・リンクボルト中心からロータリーアイボルト中心間を「連結材」と称す。
- ・荷重点を中心に y 方向対称モデルである。



第4.5-1図 漂流防止材の評価モデルの概要図

4.5.1 漂流防止材

(1) ネットに作用する荷重の算出

ネット全体に作用する荷重 N^P は、以下の通り算出できる。

$$N^P = \frac{P}{\cos_N \theta}$$

網糸1本あたりに作用する荷重は、「a. 荷重点側： T^P_a 」と「b. シャックル側： T^P_b 」で異なるが、以下の検討により、 $T^P_a < T^P_b$ であるため、シャックル側の評価に包絡される。従い、評価はシャックル側のみ行うこととする。

a. 荷重点側

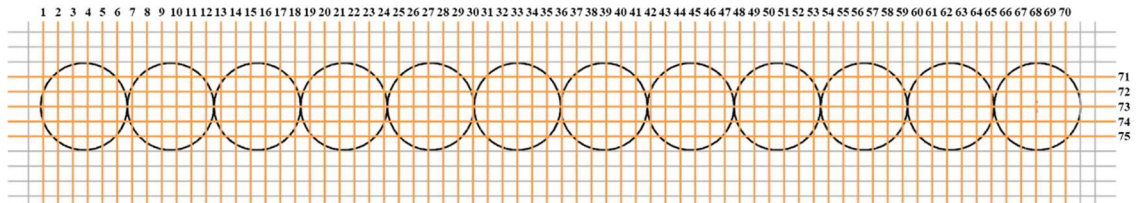
荷重点側の網糸1本あたりに作用する荷重 T^P_a について、以下のように検討する。

- ・ドラム缶の角がネットと接触しても、ドラム缶を包み込むようにネットが変形するため、網糸1本に集中荷重としてかかることはない。
- ・ドラム缶平面部がネットと接触した状態を考慮し、ドラム缶に作用する荷重をドラム缶平面部と接触する網糸で受け持つものとする。
- ・網糸に接触するドラム缶は12本とする。
- ・第4.5.1-1図に示すように、i～ivの4パターンのドラム缶配列を考慮し、保守的に、ドラム缶と接触する網糸本数が最も少ない(iii)41本にて、荷重を受け持つものとする。

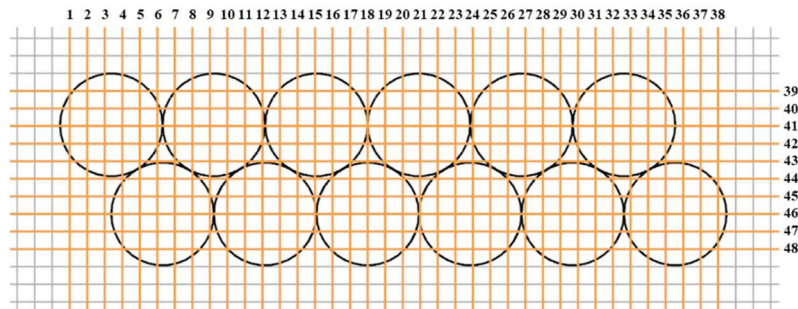
ネットは3重掛けのため、荷重点側の網糸1本あたりに作用する荷重 T^P_a は、以下の通りである。

$$T^P_a = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{41} \cdot N^P$$

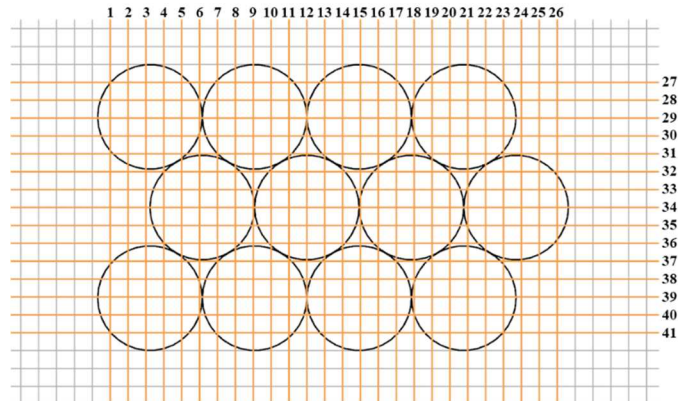
(i) ドラム缶 1 列の場合 綱糸本数 : 75 本



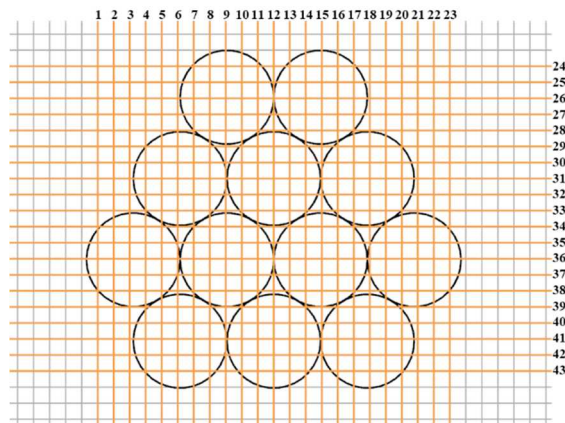
(ii) ドラム缶 2 列の場合 綱糸本数 : 48 本



(iii) ドラム缶 3 列の場合 綱糸本数 : 41 本



(iv) ドラム缶 4 列の場合 綱糸本数 : 43 本



橙線 : ドラム缶と接触する綱糸

第 4.5.1-1 図 ドラム缶平面部と接触する綱糸本数

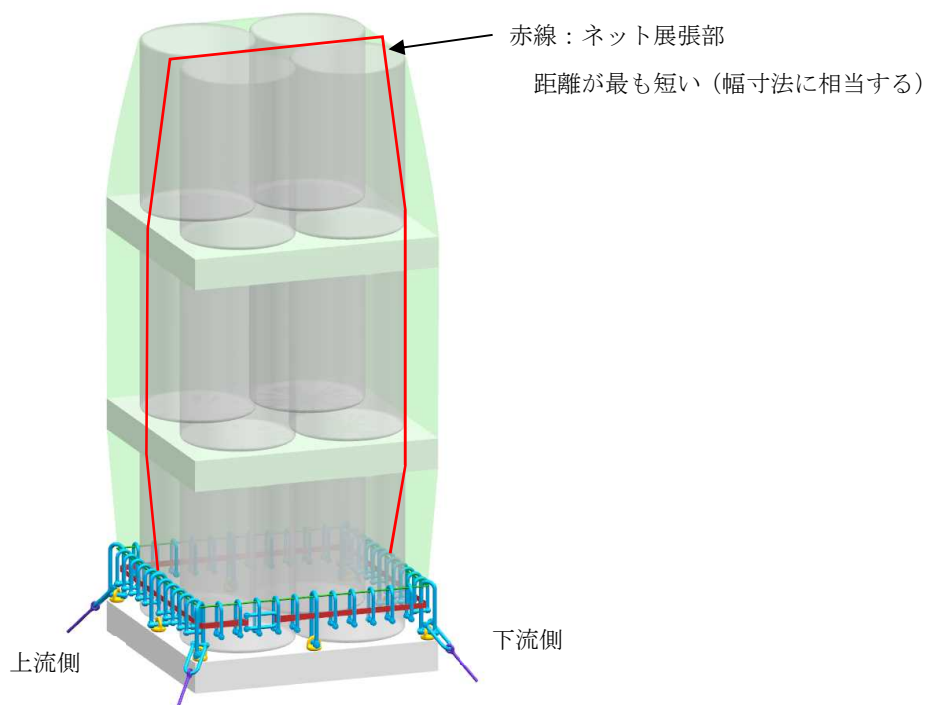
b. シャックル側

シャックル側の網糸1本あたりに作用する荷重 rP_b について、以下のように検討する。

- ネットは、第4.5.1-2図に示すように、パレット辺中央部のシャックルに接続される箇所の間（赤線）の距離が最も短い。
- 従い、この赤線部がネット展張部となるため、パレット辺中央部のシャックルに接続される網糸が荷重を受ける。
- パレット辺中央部のシャックル1箇所あたりに、ネットの網目10マス以上を束ねて接続する。保守的に10マスを束ねるとすると、第4.5.1-3図に示すように、荷重を受ける網糸本数は1箇所あたり20本である。
- 保守的に、上流側と下流側の2箇所のみで荷重を受け持つものとする、荷重を受け持つ網糸本数は40本である。

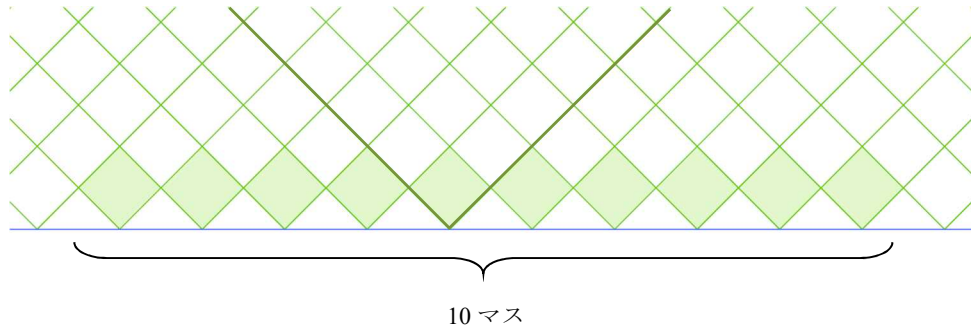
ネットは3重掛けのため、シャックル側の網糸1本あたりに作用する荷重 rP_b は、以下の通りである。

$$rP_b = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{40} \cdot nP$$



第4.5.1-2図 ネット展張部

1マス当たり網糸2本のため、10マス分は20本である。



第4.5.1-3図 10マス分の網糸本

(2) ロープに作用する荷重の算出

連結材に作用する荷重 $_{LN}P$ は、展張する上流側のみで受け持つとして、ネット全体に作用する荷重 $_N P$ の分力であり、以下の通り算出できる。

$$_{LN}P = _N P \cdot \frac{1}{2 \cos\left(\frac{_{LN}\theta}{2}\right)}$$

ロープは、アンカー1箇所につき3本接続されているため、ロープ1本当たりに作用する荷重 $_{RP}P$ は、以下の通りである。

$$_{RP}P = \frac{1}{3} \cdot _{LN}P$$

ネット及びロープに作用する荷重の算出に用いる条件を第4.5.1-1表に示す。

第4.5.1-1表 ネット及びロープに作用する荷重の算出に用いる条件

記号	定義	単位
P	漂流物に作用する設計荷重	N
$_{LN}L$	連結材の長さ	mm
$_N L$	ネットの長さ	mm
$_{EB}L$	ロータリーアイボルト中心点間の距離	mm
$_{FB}L$	フレノ・リンクボルト中心点間のy方向距離	mm
$_{AP}t$	アンカープレート板厚	mm

記号	定義	単位
h	アンカープレート板厚芯から フレノ・リンクボルト中心までの高さ： $h = 22.5 + \frac{APt}{2}$ フレノ・リンクボルト中心高さ22.5	mm
H_1	フレノ・リンクボルト中心から荷重点までの高さ： $H_1 = 7000 - \left(h + \frac{APt}{2} \right)$ 水面高さ 7000	mm
H_2	フレノ・リンクボルトから ロータリーアイボルト中心までの高さ： $H_2 = LN'L' \cdot \sin_N\theta$	mm
$LN'L'$	ロータリーアイボルト中心と フレノ・リンクボルト中心点間線分の距離： $LN'L' = \sqrt{LN'L^2 - \left(\frac{FBL}{2} - EBL \right)^2}$	mm
$LN'L''$	連結材のxy平面投影長さ： $LN'L'' = LN'L \cdot \cos\theta_V$	mm
${}_N\theta$	ネットとxy平面のなす角度： ${}_N\theta = \sin^{-1} \left(\frac{H_1}{LN'L' + {}_NL} \right)$	deg
$LN\theta$	連結材のなす角度： $LN\theta = 2\cos^{-1} \left(\frac{LN'L'}{LN'L} \right)$	deg
θ_V	連結材とxy平面のなす角度： $\theta_V = \sin^{-1} \left(\frac{H_2}{LN'L} \right)$	deg
θ_H	連結材のxy平面投影線とx軸のなす角度： $\theta_H = \sin^{-1} \left(\frac{\frac{FBL}{2} - EBL}{LN'L''} \right)$	deg

(3) スリングに作用する荷重の算出

スリングは、ネット全体に作用する荷重 $_N P$ を全て張力として受け持つものとする。従い、スリングに作用する荷重 $_{SL} P$ は、ネット全体に作用する荷重 $_N P$ と同等である。

$$_{SL} P = _N P$$

(4) シャックルに作用する荷重の算出

・ロープに接続されるシャックル (シャックルC)

シャックルCは、保守的に、展張するロープに接続される2箇所のみで受け持つものとする。従い、シャックルCに作用する荷重 $_{SH} P_c$ は、連結材に作用する荷重 $_{LN} P$ と同等である。

$$_{SH} P_c = _{LN} P$$

・スリング結合用のシャックル (シャックルD)

シャックルDに作用する荷重 $_{SH} P_d$ は、スリングに作用する荷重 $_{SL} P$ と同等である。

$$_{SH} P_d = _{SL} P$$

(5) ロータリーアイボルトに作用する荷重の算出

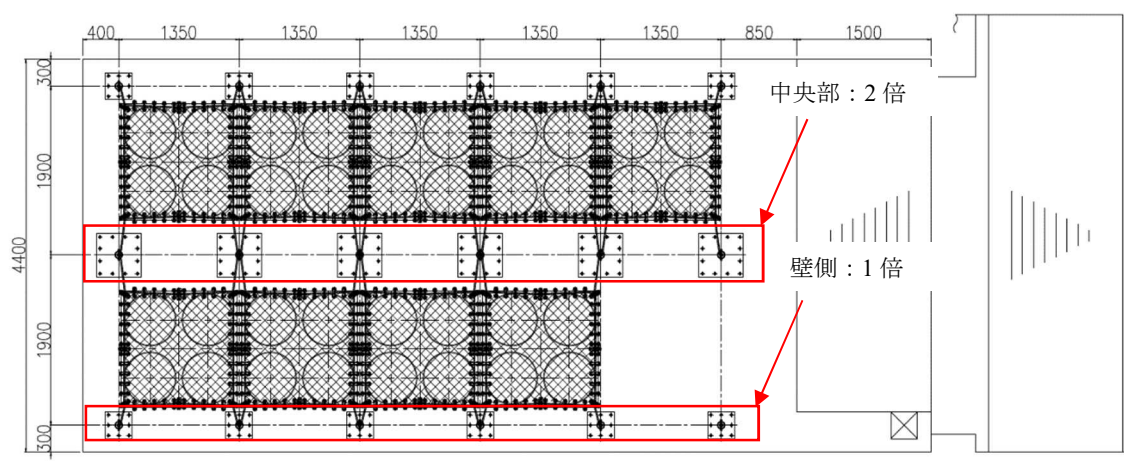
ロータリーアイボルトは、保守的に、シャックルを介して展張するロープに接続される2箇所のみで受け持つものとする。従い、ロータリーアイボルトに作用する荷重 $_{EB} P$ は、連結材に作用する荷重 $_{LN} P$ と同等である。

$$_{EB} P = _{LN} P$$

4.5.2 床面側固定材

(1) フレノ・リンクボルト

フレノ・リンクボルトに作用する荷重は，連結材に作用する荷重 $LN P$ と同等であるが，第4.5.2-1図に示す中央部のアンカーについては，2列分の漂流防止設備を共有して固定するため，発生荷重を2倍する。



第4.5.2-1図 各アンカー部の荷重係数

$$\text{アンカー中央部} : F_B P = LN P \times 2 \quad \dots \text{①}$$

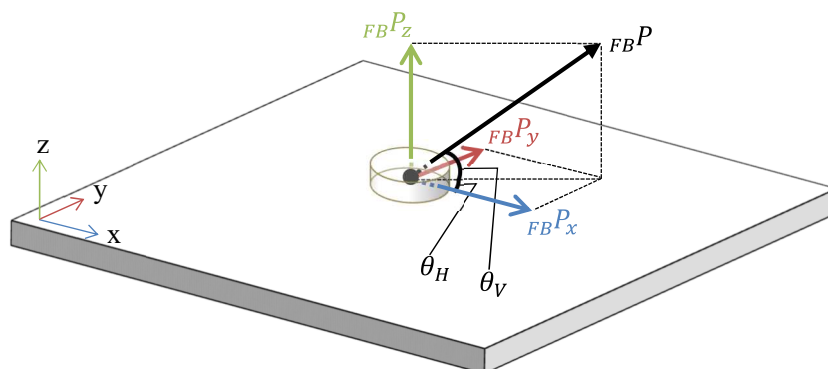
$$\text{アンカー壁側} : F_B P = LN P \quad \dots \text{②}$$

以降に示す部材の評価は，フレノ・リンクボルトに作用する荷重を用いて評価するため，中央部のアンカーは①，壁側のアンカーは②の荷重値を用いる。

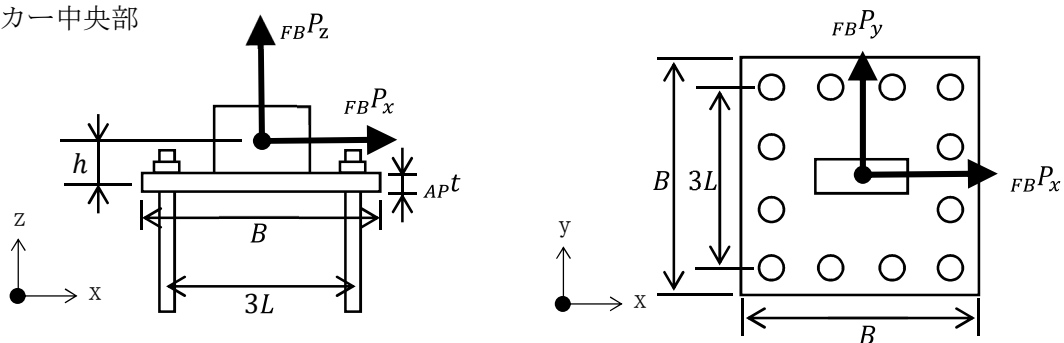
(2) アンカープレート

アンカープレートは、フレノ・リンクボルトを介して荷重を受けるため、フレノ・リンクボルトの角度により、第 5.2.2-2 図に示す x, y, z 方向にフレノ・リンクボルトに作用する荷重 $_{FB}P$ の分力として荷重 $_{FB}P_{x,y,z}$ が作用する。

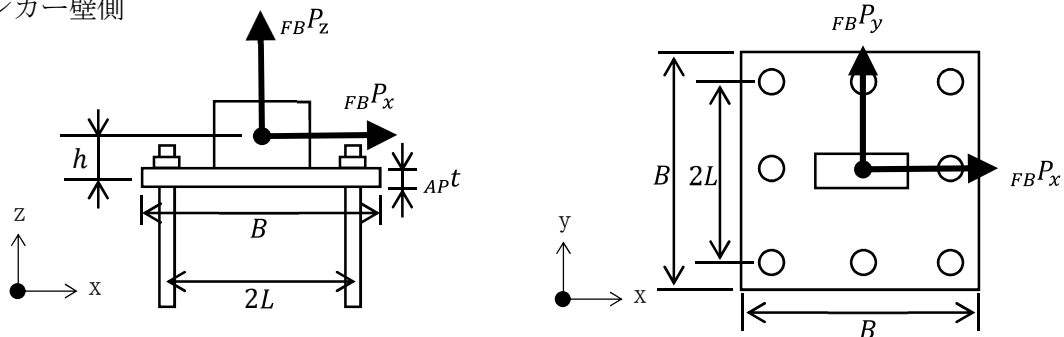
アンカープレートに、 x, y, z 方向に荷重 $_{FB}P_{x,y,z}$ が作用した場合の、曲げ及びせん断に対する評価を行う。



アンカー中央部



アンカー壁側



第 4.5.2-2 図 アンカープレートの評価モデルの概要図

アンカープレートの評価項目と算出式を第 4.5.2-1 表に示す。

第 4.5.2-1 表 アンカープレートの評価項目と算出式

評価項目	算出項目	アンカー	算出式	単位
荷重	x 方向に作用する荷重	全箇所	${}_{FB}P_x = {}_{FB}P \cdot \cos \theta_V \cdot \cos \theta_H$	N
	y 方向に作用する荷重	全箇所	${}_{FB}P_y = {}_{FB}P \cdot \cos \theta_V \cdot \sin \theta_H$	N
	z 方向に作用する荷重	全箇所	${}_{FB}P_z = {}_{FB}P \cdot \sin \theta_V$	N
曲げ	${}_{FB}P_x$ による y 軸まわりの曲げモーメント	全箇所	$M = \frac{{}_{FB}P_x \cdot h}{2}$	N・mm
	${}_{FB}P_y$ による x 軸まわりの曲げモーメント	全箇所	$M = \frac{{}_{FB}P_y \cdot h}{2}$	N・mm
	${}_{FB}P_z$ による $x(y)$ 軸まわりの曲げモーメント	中央部	$M = \frac{{}_{FB}P_z \cdot 3L}{4}$	N・mm
		壁側	$M = \frac{{}_{FB}P_z \cdot 2L}{4}$	N・mm
せん断	${}_{FB}P_x$ によるせん断力	中央部	$Q = \frac{M}{3L} = \frac{{}_{FB}P_x \cdot h}{3L}$	N
		壁側	$Q = \frac{M}{L} = \frac{{}_{FB}P_x \cdot h}{2L}$	N
	${}_{FB}P_y$ によるせん断力	中央部	$Q = \frac{M}{3L} = \frac{{}_{FB}P_y \cdot h}{3L}$	N
		壁側	$Q = \frac{M}{L} = \frac{{}_{FB}P_y \cdot h}{2L}$	N
	${}_{FB}P_z$ によるせん断力	全箇所	$Q = \frac{{}_{FB}P_z}{2}$	N
許容限界	塑性断面係数	全箇所	$Z_p = \frac{B \cdot {}_{AP}t^2}{4}$	mm ³
	断面積	全箇所	${}_{AP}A = B \cdot {}_{AP}t$	mm ²
	許容モーメント (全塑性モーメント)	全箇所	$M_p = Z_p \cdot {}_{AP}\sigma_y$	N・mm
	許容せん断力	全箇所	$Q_p = \frac{{}_{AP}\sigma_y}{\sqrt{3}} \cdot {}_{AP}A$	N

(3) フレノ・リンクボルト溶接部

フレノ・リンクボルト溶接部に、 x, y, z 方向に荷重 $_{FB}P_{x,y,z}$ が作用した場合の、引張及びせん断に対する評価を行う。

フレノ・リンクボルト溶接部の評価モデルの概要図を第 4.5.2-3 図に、引張及びせん断に対する有効面積を第 4.5.2-4 図に示す。

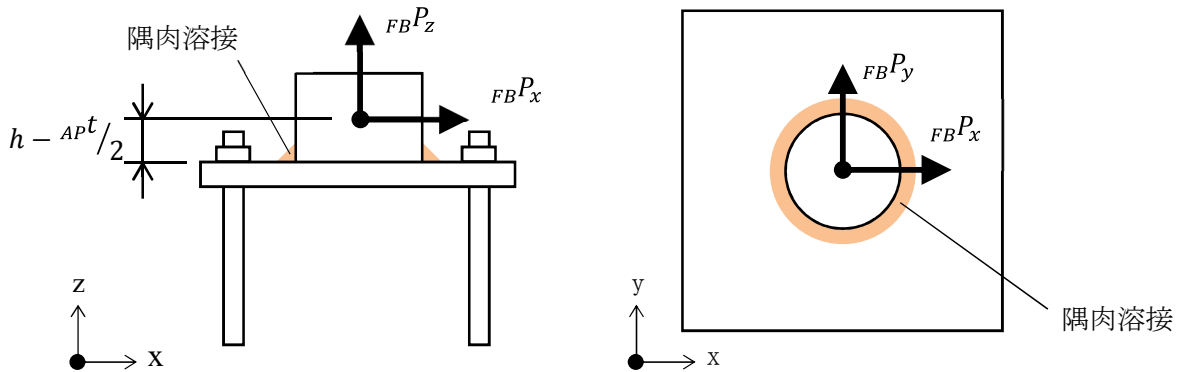
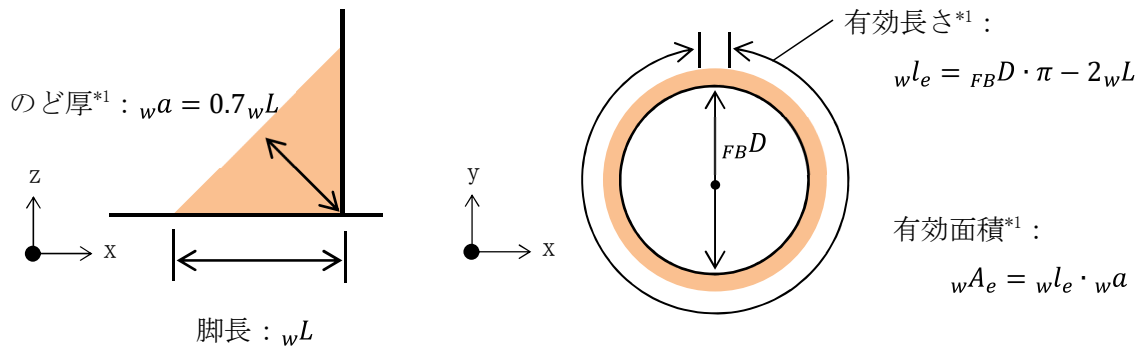


図 4.5.2-3 フレノ・リンクボルト溶接部の評価モデルの概要図



第 4.5.2-4 図 引張及びせん断に対する有効面積

フレノ・リンクボルト溶接部の評価項目と算出式を第 4.5.2-2 表に、アンカープレート及びフレノ・リンクボルト溶接部の評価に用いる条件を第 4.5.2-3 表に示す。

第 4.5.2-2 表 フレノ・リンクボルト溶接部の評価項目と算出式

評価項目	算出項目	アンカー	算出式	単位
荷重	x方向に作用する荷重	全箇所	$_{FB}P_x = _{FB}P \cdot \cos \theta_V \cdot \cos \theta_H$	N
	y方向に作用する荷重	全箇所	$_{FB}P_y = _{FB}P \cdot \cos \theta_V \cdot \sin \theta_H$	N
	z方向に作用する荷重	全箇所	$_{FB}P_z = _{FB}P \cdot \sin \theta_V$	N
引張	$_{FB}P_x$ によるy軸まわりのモーメント	全箇所	$M_x = _{FB}P_x \cdot \left(h - \frac{APt}{2} \right)$	N・mm
	$_{FB}P_y$ によるx軸まわりのモーメント	全箇所	$M_y = _{FB}P_y \cdot \left(h - \frac{APt}{2} \right)$	N・mm
	溶接部の断面係数	全箇所	$Z = \frac{\pi \{ (_{FB}D + 2 \times wa)^4 - _{FB}D^4 \}}{32 (_{FB}D + 2 \times wa)}$	mm ³
	引張応力	全箇所	$\sigma = \frac{_{FB}P_z}{wA_e} + \frac{M_x + M_y}{Z}$	MPa
せん断	せん断応力	全箇所	$\tau = \frac{\sqrt{_{FB}P_x^2 + _{FB}P_y^2}}{wA_e}$	MPa
許容 限界	許容引張応力	全箇所	$f_t = \frac{F}{1.5} \times 1.5$	MPa
	許容せん断応力	全箇所	$f_s = \frac{F}{1.5 \times \sqrt{3}} \times 1.5$	MPa

第 4.5.2-3 表 アンカープレート及びフレノ・リンクボルト溶接部の評価に用いる条件

記号	定義	アンカー	単位
h	アンカープレート板厚芯から フレノ・リンクボルト中心までの高さ： $h = 22.5 + \frac{APt}{2}$ フレノ・リンクボルト中心高さ22.5	全箇所	mm
L	アンカーボルト芯間の距離	中央部	mm
		壁側	
B	アンカープレートの幅	中央部	mm
		壁側	
APt	アンカープレートの厚さ	全箇所	mm
wL	脚長	全箇所	mm
wa	のど厚： $wa = 0.7 \times wL$	全箇所	mm
$FB D$	フレノ・リンクボルトの外径	全箇所	mm
wL_e	溶接部の有効長さ： $wL_e = FB D \cdot \pi - 2wL$	全箇所	mm
wA_e	溶接部の有効面積： $wA_e = wL_e \cdot wa$	全箇所	mm ²
$AP\sigma_y$	アンカープレートの降伏応力度で、 基準強度値 APF を 1.1 倍した値	全箇所	MPa
APF	アンカープレートの材料の基準強度： $APF = \min(S_y, 0.7S_u)$	全箇所	MPa
F	フレノ・リンクボルト溶接部母材（アンカープレート）の 材料の基準強度： $F = \min(S_y, 0.7S_u)$	全箇所	MPa
S_y	アンカープレートの材料の設計降伏点	全箇所	MPa
S_u	アンカープレートの材料の設計引張強さ	全箇所	MPa

4.5.3 基礎部

(1) アンカーボルト

接着系アンカーボルトに生ずる荷重などを算出し、「各種合成構造設計指針・同解析」に基づき、評価を行う。

アンカーボルトの評価項目と算出式を第4.5.3-1表に、アンカーボルトの評価に用いる条件を第4.5.3-2表に示す。

第4.5.3-1表 アンカーボルトの評価項目と算出式

評価項目	算出項目		アンカー	算出式	単位
引張	x方向荷重による引張力		中央部	$T_{Hx} = \frac{FBP_x \cdot h}{3L \cdot n'}$	N
			壁側	$T_{Hx} = \frac{FBP_x \cdot h}{2L \cdot n'}$	N
	y方向荷重による引張力		中央部	$T_{Hy} = \frac{FBP_y \cdot h}{3L \cdot n'}$	N
			壁側	$T_{Hy} = \frac{FBP_y \cdot h}{2L \cdot n'}$	N
	z方向荷重による引張力		全箇所	$T_V = \frac{FBP_z}{n}$	N
	引張力		全箇所	$T = T_{Hx} + T_{Hy} + T_V$	N
せん断	せん断力		全箇所	$Q = \frac{\sqrt{FBP_x^2 + FBP_y^2}}{n}$	N
許容 限界	引張	降伏により決定される 許容引張力	全箇所	$P_{a1} = \phi_1 \cdot s\sigma_{pa} \cdot sca$	N
		付着力により決定される 許容引張力	全箇所	$P_{a3} = \phi_3 \cdot \tau_a \cdot \pi \cdot d_a \cdot l_{ce}$	N
		短期許容引張力	全箇所	$P_a = \min(P_{a1}, P_{a3})$	N
	せん断	せん断強度により 決定される許容せん断力	全箇所	$Q_{a1} = \phi_1 \cdot s\sigma_{qa} \cdot sca$	N
		許容せん断力	全箇所	$Q_a = (Q_{a1})$	N
	引張力とせん断力の組み合わせ		全箇所	$\left[\frac{T}{P_a}\right]^2 + \left[\frac{Q}{Q_a}\right]^2 \leq 1$	—

第 4.5.3-2 表 アンカーボルトの評価に用いる条件

記号	定義	アンカー	単位												
h	アンカープレート板厚芯から フレノ・リンクボルト中心までの高さ： $h = 22.5 + \frac{Apt}{2}$ フレノ・リンクボルト中心高さ22.5	全箇所	mm												
L	アンカーボルト芯間の距離	中央部	mm												
		壁側													
n	一組のアンカープレートにおけるアンカーボルト本数	中央部	本												
		壁側	本												
n'	一組のアンカープレートにおける引張側アンカーボルト本数	中央部	本												
		壁側	本												
ϕ_1	低減係数	全箇所	—												
ϕ_2	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>ϕ_1</th> <th>ϕ_2</th> <th>ϕ_3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>長期荷重用</td> <td>2/3</td> <td>1/3</td> <td>1/3</td> </tr> <tr> <td>短期荷重用</td> <td>1.0</td> <td>2/3</td> <td>2/3</td> </tr> </tbody> </table>		ϕ_1	ϕ_2	ϕ_3	長期荷重用	2/3	1/3	1/3	短期荷重用	1.0	2/3	2/3	全箇所	—
	ϕ_1	ϕ_2	ϕ_3												
長期荷重用	2/3	1/3	1/3												
短期荷重用	1.0	2/3	2/3												
ϕ_3	許容応力状態IVAS においては、短期荷重用を用いる。	全箇所	—												
$s\sigma_{pa}$	接着系アンカーボルトの引張強度： $s\sigma_{pa} = s\sigma_y$	全箇所	MPa												
$s\sigma_y$	接着系アンカーボルトの規格降伏点強度： $s\sigma_y = \min(S_y, 0.7S_u)$	全箇所	MPa												
S_y	アンカーボルトの材料の設計降伏点	全箇所	MPa												
S_u	アンカーボルトの材料の設計引張強さ	全箇所	MPa												
$s_c a$	接着系アンカーボルトの断面積 軸部断面積とねじ部有効断面積の小さい方とする。	全箇所	mm ²												
τ_a	接着系アンカーボルトの引張力に対する 付着強度： $\tau_a = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \tau_{bavg}$	中央部	MPa												
		壁側	MPa												
$\alpha_{1\sim3}$	付着強度の低減係数： $\alpha_n = 0.5 \left(\frac{c_n}{l_e} \right) + 0.5 \quad (n = 1\sim3)$ ただし、 $\left(\frac{c_n}{l_e} \right) \geq 1.0$ の場合は、 $\left(\frac{c_n}{l_e} \right) = 1.0$ とする。	中央部	—												
		壁側	—												

記号	定義	アンカー	単位
$c_{1\sim3}$	アンカーボルトピッチの 1/2 (最も小さい寸法となる 3 面までを考慮)	中央部	mm
		壁側	mm
l_{ce}	接着系アンカーボルトの強度算定用埋込み長さ： $l_{ce} = l_e - 2d_a$	全箇所	mm
l_e	接着系アンカーボルトの有効埋込み長さ： $l_e = l - d_a$	全箇所	mm
l	接着系アンカーボルトの埋込み深さ	全箇所	mm
d_a	接着系アンカーボルトの呼び径	全箇所	mm
τ_{bavg}	接着系アンカーボルトの基本平均付着強度 カプセル方式有機系の場合： $\tau_{bavg} = 10\sqrt{F_c/21}$	全箇所	MPa
$s\sigma_{qa}$	接着系アンカーボルトのせん断強度： $s\sigma_{qa} = 0.7 \cdot s\sigma_y$	全箇所	MPa
F_c	コンクリートの設計基準強度	全箇所	MPa
γ	基礎自重算定用のコンクリートの単位体積重量	全箇所	kN/m ³

(2) コンクリート

コンクリートはアンカーボルトに作用する荷重を算出し、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1991 追補版」に基づき、引張及びせん断に対する評価を行う。

コンクリートの評価項目と算出式を第 4.5.3-3 表に、コンクリートの評価に用いる条件を第 4.5.3-4 表に示す。

第 4.5.3-3 表 コンクリートの評価項目と算出式

評価項目	算出項目		アンカー	算出式	単位
引張	アンカーボルト 1 本当たりの引張力		全箇所	$T = T_{Hx} + T_{Hy} + T_V$	N
せん断	アンカーボルト 1 本当たりのせん断力		全箇所	$Q = \frac{\sqrt{F_B P_x^2 + F_B P_y^2}}{n}$	N
許容限界	引張	コーン状破壊により決定される許容引張力	全箇所	$P_{b1} = K_1 \cdot A_c \cdot \sqrt{F_c} \times 9.80665$	N
		許容引張力	全箇所	$P_b = (P_{b1}) \times 0.8$	N
	せん断	アンカーボルト周辺の圧壊により決定される許容せん断力	全箇所	$Q_{b1} = K_3 \cdot 0.5A_b \cdot \sqrt{E_c \cdot F_c} \times 9.80665$	N
		許容せん断力	全箇所	$Q_b = (Q_{a1}) \times 0.8$	N
	引張力とせん断力の組み合わせ		全箇所	$\left[\frac{T}{P_b}\right]^2 + \left[\frac{Q}{Q_b}\right]^2 \leq 1$	—

第 4.5.3-4 表 コンクリートの評価に用いる条件

記号	定義	アンカー	単位
K_1	引張荷重によりコーン状破壊する場合の引張耐力の低減係数 許容応力状態IVAS とする。	全箇所	—
A_c	引張荷重によるコーン状破壊面の有効投影面積	中央部	cm^2
		壁側	
F_c	コンクリートの設計基準強度： $F_c = 21 \times \frac{10^2}{9.80665}$	全箇所	kgf/cm^2
E_c	コンクリートのヤング率： $E_c = 3.35 \times 10^4 \times (\gamma/24)^2 \times (F_c/60)^{1/3} \times \frac{10^2}{9.80665}$ 計算内の F_c 値は 21 (MPa) を用いる。	全箇所	kgf/cm^2
K_3	アンカーボルト周辺が圧壊する場合のせん断耐力の低減係数 許容応力状態IVAS とする。	全箇所	—
A_b	アンカーボルトの谷径断面積： $A_b = (13.835/2)^2 \times \pi \times 10^{-2}$	全箇所	cm^2

5. 評価結果

漂流防止設備が津波荷重を受けたときの健全性を確認する。

全ての評価対象部位に作用する荷重は許容限界以下であり、漂流防止状態の維持に必要な強度を有している。

5.1 設計荷重

評価用の設計荷重を第 5.1-1 表に示す。

第 5.1-1 表 設計荷重

項目	記号	荷重 (N)
静的荷重	F	1.47213×10^5
動的荷重	F_i	3.1317×10^4
設計荷重	$P(= F + F_i)$	1.78530×10^5

5.2 漂流防止材

漂流防止材の評価結果を第 5.2-1 表示す。

第 5.2-1 表 漂流防止材の評価結果

部材		作用荷重		許容限界 (N)	裕度
		記号	荷重値 (N)		
(1)	ネット (網糸)	${}_T P_b$	1.554×10^3	2.060×10^3	1.32
(2)	ロープ	${}_{RP} P$	3.1085×10^4	3.1381×10^4	1.00
(3)	スリング	${}_{SL} P$	1.86472×10^5	2.94199×10^5	1.57
(4)	シャックル (ロープ接続)	${}_{SH} P_c$	9.3253×10^4	1.96133×10^5	2.10
	シャックル (スリング結合)	${}_{SH} P_d$	1.86472×10^5		1.05
(5)	ロータリーアイボルト	${}_{EB} P$	9.3253×10^4	9.8066×10^4	1.05

5.3 床面側固定材

床面側固定材の評価結果を以下に示す。

(1) フレノ・リンクボルト

フレノ・リンクボルトの評価結果を第 5.3-1 表に示す。

第 5.3-1 表 フレノ・リンクボルトの評価結果

アンカー	作用荷重 $_{FB}P$ (N)	許容限界 (N)	裕度
中央部	1.86506×10^5	1.96133×10^5	1.05
壁側	9.3253×10^4		2.10

(2) アンカープレート

アンカープレートの評価結果を第 5.3-2 表に示す。

第 5.3-2 表 アンカープレートの評価結果

アンカー	作用荷重方向	曲げモーメント M (N·mm)	許容限界 M_p (N·mm)	裕度
中央部	x方向	2.723×10^6	8.553×10^6	3.14
	y方向	5.300×10^4		161.37
	z方向	5.654×10^6		1.51
壁側	x方向	1.362×10^6	5.132×10^6	3.70
	y方向	2.650×10^4		193.66
	z方向	1.548×10^6		3.31
アンカー	作用荷重方向	せん断力 Q (N)	許容限界 Q_p (N)	裕度
中央部	x方向	1.2965×10^4	1.234605×10^6	95.22
	y方向	253		4879.86
	z方向	2.6921×10^4		45.86
壁側	x方向	1.1838×10^4	7.40763×10^5	62.57
	y方向	231		3206.76
	z方向	1.3461×10^4		55.03

(3) フレノ・リンクボルト溶接部

フレノ・リンクボルト溶接部の評価結果を第 5.3-3 表に示す。

第 5.3-3 表 フレノ・リンクボルトの評価結果

アンカー	引張応力 σ (MPa)	許容限界 f_t (MPa)	裕度
中央部	159	243	1.52
壁側	80		3.03
アンカー	せん断応力 τ (MPa)	許容限界 f_s (MPa)	裕度
中央部	128	140	1.09
壁側	64		2.18

5.4 基礎部

基礎部の評価結果を以下に示す。

(1) アンカーボルト

アンカーボルトの評価結果を第5.4-1表に示す。

第5.4-1表 アンカーボルトの評価結果

アンカー	引張力 T (N)	許容限界 P_a (N)	裕度
中央部	7.791×10^3	1.4442×10^4	1.85
壁側	7.388×10^3	1.1694×10^4	1.58
アンカー	せん断力 Q (N)	許容限界 Q_a (N)	裕度
中央部	1.488×10^4	2.6705×10^4	1.79
壁側	1.116×10^4		2.39

引張力とせん断力 の組み合わせ $\left[\frac{T}{P_a}\right]^2 + \left[\frac{Q}{Q_a}\right]^2 \leq 1$
0.7
0.6

(2) コンクリート

コンクリートの評価結果を第5.4-2表に示す。

第5.4-2表 コンクリートの評価結果

アンカー	引張力 T (N)	許容限界 P_b (N)	裕度
中央部	7.791×10^3	1.5260×10^4	1.95
壁側	7.388×10^3	1.2732×10^4	1.72
アンカー	せん断力 Q (N)	許容限界 Q_b (N)	裕度
中央部	1.488×10^4	3.3872×10^4	2.27
壁側	1.116×10^4		3.03

引張力とせん断力 の組み合わせ $\left[\frac{T}{P_b}\right]^2 + \left[\frac{Q}{Q_b}\right]^2 \leq 1$
0.5
0.5