

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-091 改5
提出年月日	平成30年3月15日

V-3-別添1 竜巻への配慮が必要な施設の強度に関する説明書

目次

- V-3-別添 1-1 竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針
 - V-3-別添 1-1-1 竜巻より防護すべき施設を内包する施設の強度計算書
 - V-3-別添 1-1-2 ディーゼル発電機吸気フィルタの強度計算書
 - V-3-別添 1-1-3 残留熱除去系海水系ポンプの強度計算書
 - V-3-別添 1-1-4 ディーゼル発電機用海水ポンプの強度計算書
 - V-3-別添 1-1-5 残留熱除去系海水系ストレーナの強度計算書
 - V-3-別添 1-1-6 ディーゼル発電機用海水ストレーナの強度計算書
 - V-3-別添 1-1-7 排気筒の強度計算書
 - V-3-別添 1-1-8 配管及び弁の強度計算書
 - V-3-別添 1-1-9 換気空調設備の強度計算書
 - V-3-別添 1-1-10 波及的影響を及ぼす可能性がある施設の強度計算書
 - V-3-別添 1-1-10-1 建屋及び構造物の強度計算書
 - V-3-別添 1-1-10-2 消音器の強度計算書
 - V-3-別添 1-1-10-3 排気管、放出管及びベント管の強度計算書
- V-3-別添 1-2 防護対策施設の強度計算の方針
 - V-3-別添 1-2-1 防護対策施設の強度計算書
 - V-3-別添 1-2-1-1 防護ネットの強度計算書
 - V-3-別添 1-2-1-2 防護鋼板の強度計算書
 - V-3-別添 1-2-1-3 架構の強度計算書
- V-3-別添 1-3 屋外重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算の方針
 - V-3-別添 1-3-1 屋外重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算書

: 今回ご説明分

V-3-別添 1-3-1 屋外重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算書

目次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
2.1 位置	1
2.2 構造装置全体の構造概要	3
2.3 固縛装置構成要素の構造概要	3
2.4 評価方針	5
2.5 適用規格	5
3. 強度評価方法	6
3.1 記号の定義	6
3.2 評価対象部位	12
3.3 荷重及び荷重の組合せ	13
3.4 許容限界	18
3.5 評価方法	19
4. 評価条件	27
4.1 可搬型代替注水中型ポンプの評価条件	27
5. 評価結果	30
5.1 可搬型代替注水中型ポンプの評価結果	30

1. 概要

本資料は、V-3-別添 1-3「屋外重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算の方針」に示すとおり、固縛装置が必要となる屋外の重大事故等対処設備（以下「固縛対象設備」という。）の固縛装置が、竜巻襲来時においても、固縛構成要素が、設計竜巻による荷重とこれを組み合わせる荷重（以下「設計荷重」という。）が固縛対象設備に作用した場合であっても、固縛状態を維持するために必要な構造強度を有するよう、作用する荷重が許容限界以下であり、十分な裕度を有していることを確認するものである。

2. 基本方針

固縛装置は、V-3-別添 1-3「屋外重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算の方針」の「3. 設計方針」に示すとおり、**固縛対象設備の構造によって連結材の余長の有無に違いはあるが、固縛装置の構成要素の組合せは、表 2-1 に示す 1 つである。**

当該固縛装置に対して、強度評価を行い、固縛状態を維持し、**必要な構造強度を有していること**を確認する。

なお、**固縛対象設備の設置される固縛装置の強度評価の結果、許容限界に対する裕度が最も低い固縛装置は、「可搬型代替注水中型ポンプ」に設置する固縛装置であり、本資料においては、可搬型代替注水中型ポンプを固縛対象設備とした評価を示す。**

表 2-1 固縛装置の構成

固縛対象設備	連結材	固定材	基礎部 (アンカーボルト)	対象の 固縛対象 設備数
車両型	固縛ロープ (余長あり)	フレノリンク ボルト	接着系アンカーボルト	7
車両型以外	固縛ロープ (余長なし)			10

2.1 位置

屋外に設置する重大事故等対処設備は、V-1-1-2-3-3「竜巻防護に関する施設の設計方針」の「3.2 (3) 性能目標」のとおり、位置的分散を考慮した保管としており、固縛対象設備も同様であり、それぞれ可搬型重大事故等対処設備保管場所（西側）及び可搬型重大事故等対処設備保管場所（南側）に設置しており、これらの固縛装置も同じ場所に設置する。

固縛装置の設置位置図を図 2-1 に示す。

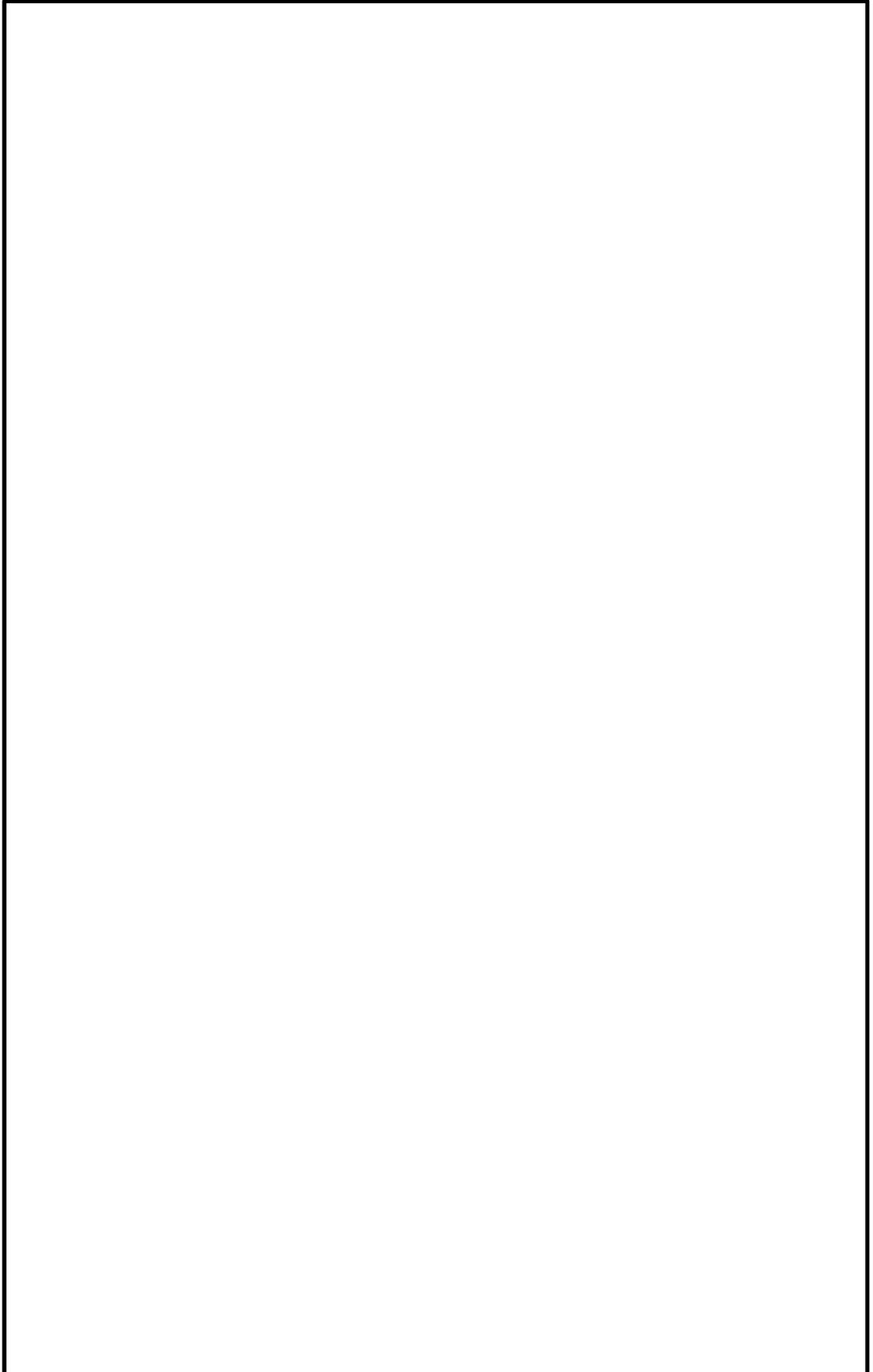


図 2-1 固縛装置の設置位置図

2.2 構造装置全体の構造概要

固縛対象設備の固縛装置の構造は、V-3-別添 1-3「屋外重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算の方針」の「2.2 固縛装置の構造」を踏まえて設定する。

固縛対象設備の固縛装置は、連結材、固定材及び基礎部（アンカーボルト）から構成される。

(1) 固縛装置全体の構造概要

固縛装置は、連結材（固縛ロープ）を固定材であるフレノリンクボルト及びアンカープレートと接続し、固定材と基礎部を接着系アンカーボルトで固定する構造である。可搬型代替注水中型ポンプに設置する固縛装置の概要を図 2-2 に示す。

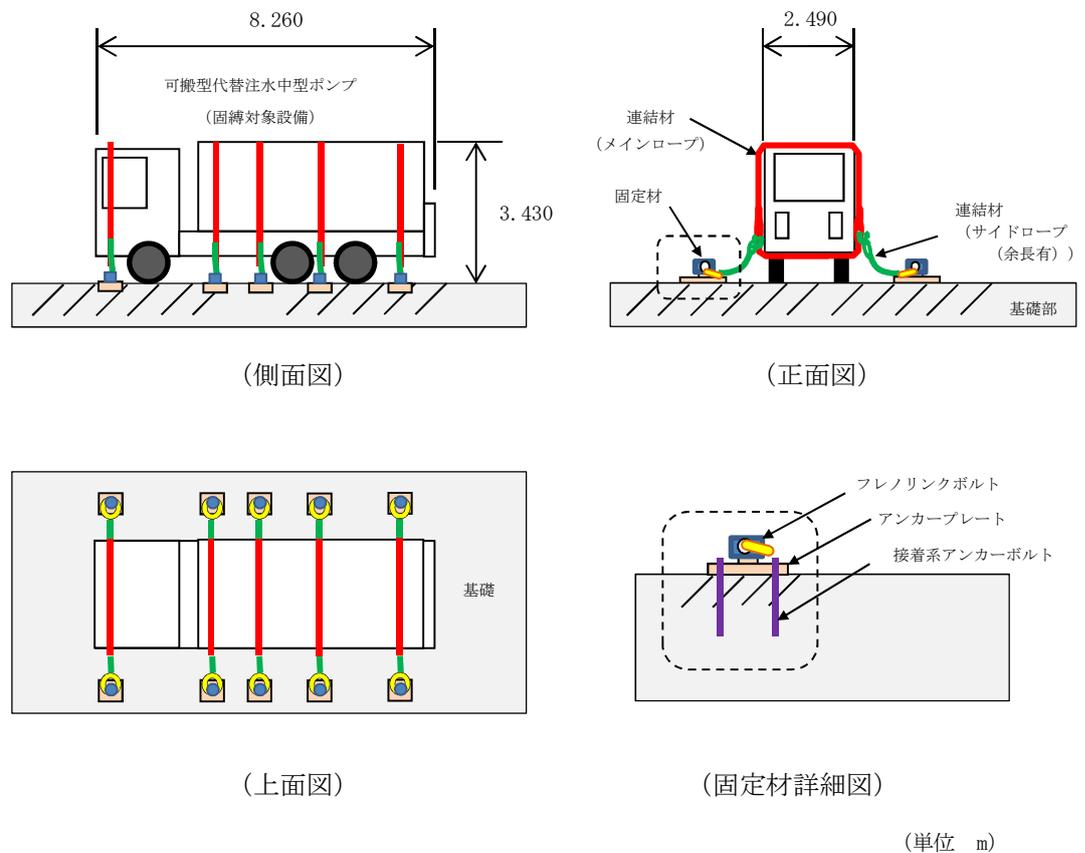
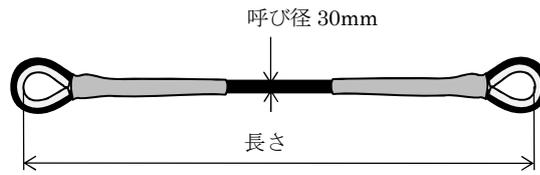


図 2-2 可搬型代替注水中型ポンプの固縛装置の概要図

2.3 固縛装置構成要素の構造概要

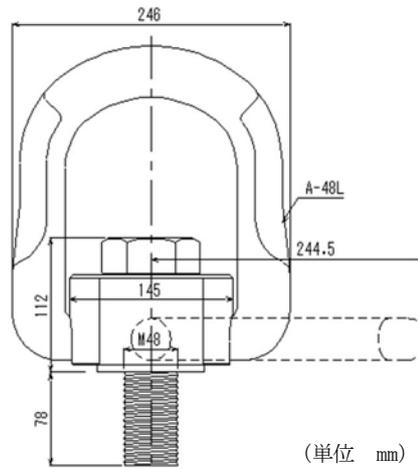
固縛対象設備の固縛装置の構成要素は、連結材、固定材及び基礎部（アンカーボルト）であり、固縛対象設備に作用する荷重が連結材から固定材へ伝達し、基礎部（アンカーボルト）により支持する構造となる。

連結材の概要を図 2-3 に、固定材のうちフレノリンクボルトの概要図を図 2-4 に、固定材のうちアンカープレート及び基礎部（アンカーボルト）の概要図を図 2-5 に示す。



(高強度繊維ロープ ϕ 30mm (被覆部)
 ϕ 22mm (被覆無し部))

図 2-3 連結材の概要図



(フレノリンクボルト (A-48L))

図 2-4 フレノリンクボルトの概要図

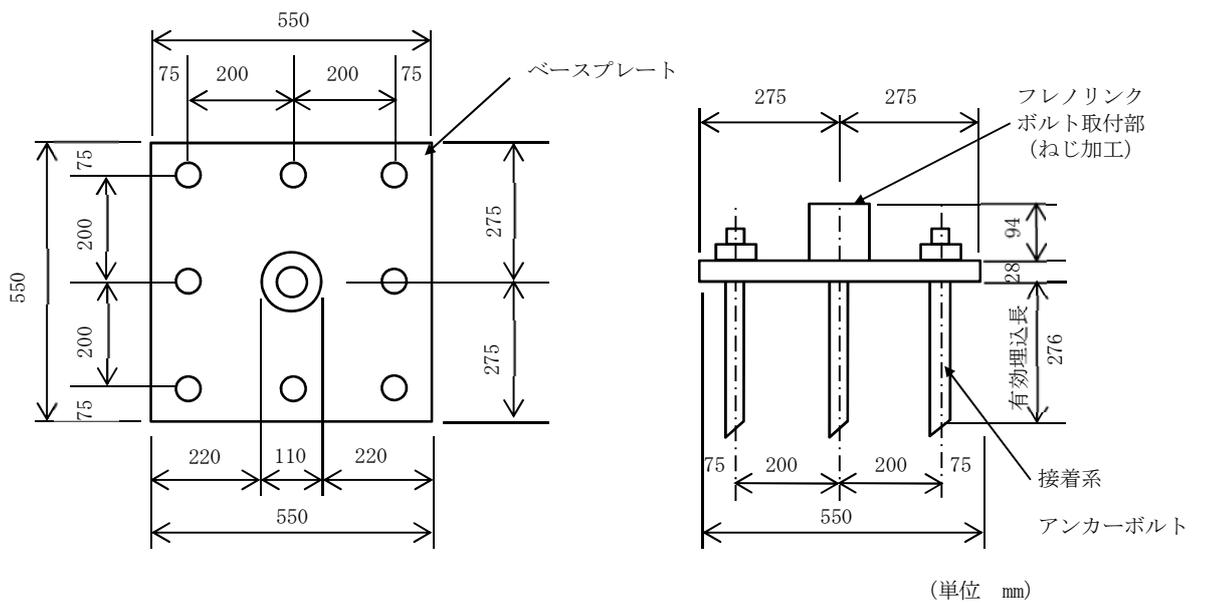


図 2-5 固定材 (アンカープレート) 及び基礎部 (アンカーボルト) の概要図

2.4 評価方針

固縛装置の強度評価は、設計荷重が固縛装置に作用することにより評価対象部位に生ずる荷重及び応力等が、V-3-別添 1-3「屋外重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算の方針」の「5. 許容限界」に収まることを「3. 強度評価方法」に示す方法により、「4. 評価条件」に示す評価条件を用いて計算し、「5. 強度評価結果」にて確認する。

固縛装置の強度評価において、その構造を踏まえ、V-3-別添 1-3「屋外重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算の方針」の「2.3 荷重及び荷重の組合せ」に示す設計荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を選定する。

(1) 強度評価方針

固縛装置の強度評価フローを図 2-6 に示す。固縛装置の強度評価においては、その構造を踏まえ、設計竜巻の風圧力による荷重が固縛対象設備に作用した場合に、固縛装置を構成している連結材、固定材及び基礎部（アンカーボルト）に作用する荷重等が「3.4 許容限界」にて示すそれぞれの許容限界以下であることを確認する。

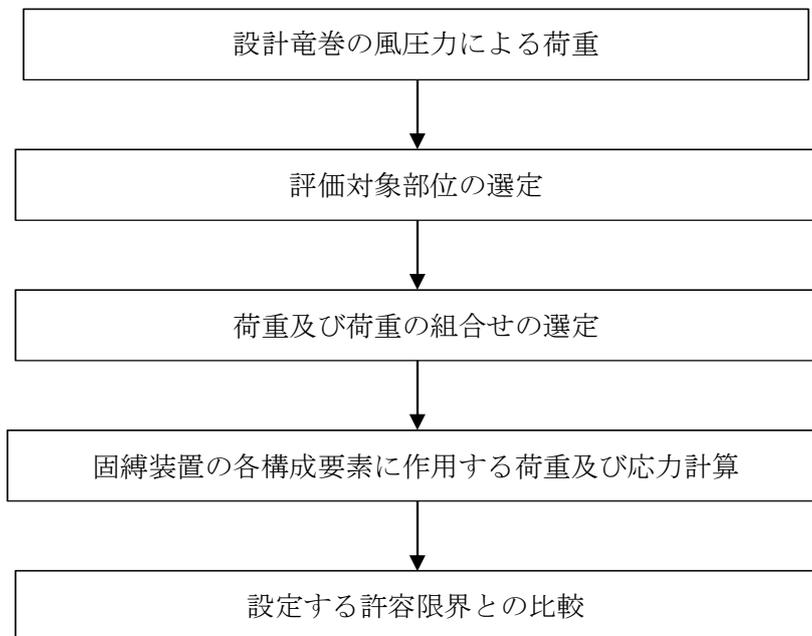


図 2-7 固縛装置の強度評価フロー

2.5 適用規格

適用する規格，基準等を以下に示す。

- ・ 日本工業規格（J I S）
- ・ 鋼構造設計規準 - 許容応力度設計法 - （（社）日本建築学会，2005 改定）
- ・ 鋼構造塑性設計指針（（社）日本建築学会，2010 改定）
- ・ 建築基準法及び同施行令
- ・ 建築物荷重指針・同解説（（社）日本建築学会，2004 改定）
- ・ 各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会，2010 改定）

3. 強度評価方法

3.1 記号の定義

(1) 強度評価の記号の定義

固縛対象設備に作用する荷重の評価に用いる記号を表 3-1, 連結材の強度評価に用いる記号を表 3-2, 固定材及び基礎部（アンカーボルト）の強度評価に用いる記号を表 3-3 に示す。

表 3-1 固縛対象設備に作用する荷重の算出に用いる記号（1/2）

記号	単位	定義
V_D	m/s	設計竜巻の最大風速
V_{Rm}	m/s	設計竜巻の最大接線風速
V_{SA}	m/s	固縛対象設備に作用する最大水平風速
R_m	m	最大接線風速の生じる半径
H_i	m	流入層高さ
$C_{Di} (i=1, 2, 3)$	—	固縛対象設備の形状に応じた抗力係数
$A_i (i=1, 2, 3)$	m ²	固縛対象設備の各面の投影面積
W	m	固縛対象設備の幅
L	m	固縛対象設備の長さ
H	m	固縛対象設備の高さ
m	kg	固縛対象設備の質量
g	m/s ²	重力加速度（ $g=9.80665$ ）
ρ	kg/m ³	空気密度
q	N/m ²	設計用速度圧
G	—	ガスト影響係数
C	—	建築物荷重指針・同解説により規定される風力係数
A	m ²	固縛対象設備の最大受圧面積
$V_{SAS, F}$	m/s	固縛対象設備が浮き上がりを開始する風速
$V_{SAS, S}$	m/s	固縛対象設備が横滑りを開始する風速
$C_D A/m$	m ² /kg	空力パラメータ
μ_s	—	固縛対象設備と路面の静摩擦係数
μ_d	—	固縛対象設備と路面の動摩擦係数
X	mm	固縛装置の設計余長
L_{OF}	mm	固縛対象設備と固縛装置（アンカー点）のオフセット量
n	箇所	固縛装置の箇所数
n'	個	固縛装置 1 箇所あたりの固定材の配置数

表 3-1 荷重の算出に用いる記号 (2/2)

記号	単位	定義
k	N/m	連結材の等価剛性 ($= E_{RP} \cdot A_{RP} / L_{RP}$)
E_{RP}	N/mm ²	連結材の弾性係数
A_{RP}	mm ²	連結材の断面積
L_{RP}	m	連結材の長さ
F_d	kN	固縛対象設備の自重
$F_{L, m}$	kN	固縛対象設備に作用する保守的に設定した揚力
P_v	kN	固縛対象設備に作用する浮き上がり荷重
P_H	kN	固縛対象設備に作用する横滑り荷重
P_i	kN	固縛対象設備に作用する衝撃荷重

表 3-2 連結材の強度評価に用いる記号

記号	単位	定義
F_d	kN	固縛対象設備の自重
P_v	kN	固縛対象設備に作用する浮き上がり荷重
P_H	kN	固縛対象設備に作用する横滑り荷重
P_i	kN	固縛対象設備に作用する衝撃荷重
P	kN	固縛対象設備に作用する検討用荷重
N	箇所	固縛装置の箇所数
n_1	個	固縛装置 1 箇所あたりの固定材の配置数
P_1	kN	連結材 1 組あたりに作用する荷重
$P_{1,m}$	kN	連結材（メインロープ）1 組あたりに作用する荷重
$P_{1,s}$	kN	連結材（サイドロープ）1 組あたりに作用する荷重
θ_{v1}	deg	浮き上がり時に固縛装置の連結材（サイドロープ）と定着面となす角度
θ_{v2}	deg	横滑り時に固縛装置の連結材（サイドロープ）と定着面となす角度
θ_H	deg	横滑り時（設備進行方向）に固縛装置の連結材（サイドロープ）が初期位置と展張時の位置となす角度
A	m^2	固縛対象設備の最大受圧面積
C	—	建築物荷重指針・同解説により規定される風力係数
G	—	ガスト影響係数
q	N/m^2	設計用速度圧
V_D	m/s	設計竜巻の最大風速
V_{Rm}	m/s	設計竜巻の最大接線風速
V_{SA}	m/s	固縛対象設備に作用する最大水平風速
ρ	kg/m^3	空気密度
$C_{Di} (i=1, 2, 3)$	—	固縛対象設備の形状に応じた抗力係数
$A_i (i=1, 2, 3)$	m^2	固縛対象設備の各面の投影面積
H	m	固縛対象設備の高さ
m	kg	固縛対象設備の質量
g	m/s^2	重力加速度（ $g=9.80665$ ）

表 3-3 固定材及び基礎部（アンカーボルト）の強度評価に用いる記号（1/3）

記号	単位	定義
F_d	kN	固縛対象設備の自重
P_v	kN	固縛対象設備に作用する浮き上がり荷重
P_H	kN	固縛対象設備に作用する横滑り荷重
P_i	kN	固縛対象設備に作用する衝撃荷重
P	kN	固縛対象設備に作用する検討用荷重
N	箇所	固縛装置の箇所数
n_2	個	固縛装置 1 箇所あたりの固定材の配置数
P_2	kN	フレノリンクボルト 1 本あたりに作用する荷重
P_3	kN	アンカープレート 1 箇所あたりに作用する荷重
θ_{v1}	deg	浮き上がり時に固縛装置の連結材（サイドロープ）と定着面となす角度
θ_{v2}	deg	横滑り時に固縛装置の連結材（サイドロープ）と定着面となす角度
θ_H	deg	横滑り時（設備進行方向）に固縛装置の連結材（サイドロープ）が初期位置と展張時の位置とのなす角度
A	m^2	固縛対象設備の最大受圧面積
C	—	建築物荷重指針・同解説により規定される風力係数
G	—	ガスト影響係数
q	N/m^2	設計用速度圧
V_D	m/s	設計竜巻の最大風速
V_{Rm}	m/s	設計竜巻の最大接線風速
V_{SA}	m/s	固縛対象設備に作用する最大水平風速
ρ	kg/m^3	空気密度
$C_{Di} (i=1, 2, 3)$	—	固縛対象設備の形状に応じた抗力係数
$A_i (i=1, 2, 3)$	m^2	固縛対象設備の各面の見付面積
H	m	固縛対象設備の高さ
m	kg	固縛対象設備の質量
g	m/s^2	重力加速度（ $g = 9.80665$ ）
F	N/mm^2	鋼材の基準強度
σ_y	N/mm^2	検討対象部材の降伏応力度で、基準強度 F 値を 1.1 倍した値
τ_y	N/mm^2	検討対象部材のせん断降伏応力度（ $\tau_y = \sigma_y / \sqrt{3}$ ）
f_b	N/mm^2	検討対象部材の短期許容曲げ応力度
f_t	N/mm^2	検討対象部材の短期許容引張応力度

表 3-3 固定材及び基礎部（アンカーボルト）の強度評価に用いる記号（2/3）

記号	単位	定義
h	mm	ベースプレート板厚芯からのフレノリンクボルト芯までの高さ
L_1	mm	両端のアンカーボルト芯間距離
d_t	mm	ベースプレート端部から引張側アンカーボルト芯までの距離
B	mm	ベースプレートの幅
t	mm	ベースプレートの厚さ
$Z_{p y}$	mm^3	ベースプレートの y 軸まわりの塑性断面係数
$Z_{p x}$	mm^3	ベースプレートの x 軸まわりの塑性断面係数
A	mm^2	ベースプレートの断面積
M_y	$\text{kN} \cdot \text{mm}$	x 方向検討荷重によるベースプレートの y 軸まわり曲げモーメント
M_x	$\text{kN} \cdot \text{mm}$	y 方向検討荷重によるベースプレートの x 軸まわり曲げモーメント
M_{y-z}	$\text{kN} \cdot \text{mm}$	z 方向検討荷重によるベースプレートの y 軸まわり曲げモーメント
$M_{p y}$	$\text{kN} \cdot \text{mm}$	ベースプレートの y 軸まわりの終局曲げモーメント
$M_{p x}$	$\text{kN} \cdot \text{mm}$	ベースプレートの x 軸まわりの終局曲げモーメント
Q_x	kN	x 方向検討荷重によるベースプレートのせん断力
Q_y	kN	y 方向検討荷重によるベースプレートのせん断力
Q_{x-z}	kN	z 方向検討荷重によるベースプレートのせん断力
$Q_{p x}$	kN	x 方向検討荷重に対するベースプレートの終局せん断力
$Q_{p y}$	kN	y 方向検討荷重に対するベースプレートの終局せん断力
$Q_{p z}$	kN	z 方向検討荷重に対するベースプレートの終局せん断力
α	—	アンカーボルトのねじ部における断面積の低減を考慮した係数 (=0.75)
A_e	mm^2	アンカーボルトの有効断面積
n	本	一組のアンカープレートにおけるアンカーボルト本数
n'	本	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
T_v	kN	z 方向の検討荷重によりアンカーボルト 1 本あたりに生ずる引張力
T_H	kN	x 又は y 方向の検討荷重によりアンカーボルト 1 本あたりに生ずる引張力
ϕ_1	—	アンカーボルトの降伏引張力を決定する際の低減係数で、アンカーボルトの降伏による場合は 1.0
F_c	N/mm^2	アンカーボルトが定着するコンクリートの設計基準強度
σ_{qa}	N/mm^2	接着系アンカーボルトの許容せん断応力度 (=0.7 $\times f_t$)
Q	kN	検討荷重によりアンカーボルト 1 本あたりに生ずるせん断力
γ	kN/m^3	基礎自重算定用のコンクリートの単位体積重量

表 3-3 固定材及び基礎部（アンカーボルト）の強度評価に用いる記号（3/3）

記号	単位	定義
Q_{a1}	kN	接着系アンカーボルトの検討において、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
Q_{a2}	kN	定着した躯体の支圧強度により決定される許容せん断力
ϕ_2	—	アンカーボルトの降伏せん断力を決定する際の低減係数で、コンクリートの支圧による場合は 2/3
${}_c\sigma_{qa}$	N/mm ²	基礎コンクリートの支圧強度で、 $0.5 \times \sqrt{F_c \cdot E_c}$
E_c	N/mm ²	コンクリートのヤング係数で、 $3.35 \times 10^4 \times (\gamma/24)^2 \times (F_c/60)^{1/3}$
A_{qc}	mm ²	せん断力に対するコーン状破壊面の有効投影面積
A_L	mm	接着系アンカーボルトにおいては、埋込長さ
A_{Le}	mm	接着系アンカーボルトの有効埋込長さ
A_{Lce}	mm	接着系アンカーボルトの強度算定用埋込長さ
A_{da}	mm	接着系アンカーボルトの呼び径
α_1 α_2 α_3	—	接着系アンカーボルトにおいて、へりあき及びアンカーボルトのピッチによる付着強度の低減係数
C_1, C_2, C_3	mm	接着系アンカーボルトのへりあき寸法又はアンカーボルトピッチの 1/2
P_{a1}	kN	接着系アンカーボルトにおいて、アンカーボルトの降伏により決定される 1 本当たりの許容引張力
P_{a3}	kN	接着系アンカーボルトにおいて、アンカーボルトの付着力により決定される 1 本当たりの許容引張力
ϕ_3	—	接着系アンカーボルトの許容引張力を決定する際の付着力による低減係数 (=2/3)
τ_a	N/mm ²	接着系アンカーボルトにおける許容付着応力度
τ_{bavg}	N/mm ²	接着系アンカーの基本平均付着強度で、カプセル式・有機系の場合 ($=10\sqrt{F_c/21}$)
P_a	kN	接着系アンカーボルト 1 本当たりの短期許容引張力
Q_a	kN	接着系アンカーボルト 1 本当たりの短期許容せん断力
Q_{a3}	kN	定着した躯体のコーン状破壊により決定される許容せん断力
${}_c\sigma_t$	N/mm ²	コーン状破壊に対するコンクリートの引張強度 ($=0.31 \times \sqrt{F_c}$)

3.2 評価対象部位

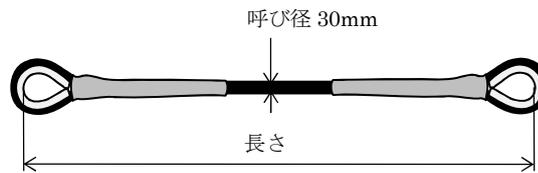
固縛装置の評価対象部位は、「2.2 固縛装置の構造」にて設定している構造に基づき、「2.3 荷重及び荷重の組合せ」に示す設計竜巻の風圧力の作用方向及び伝達過程を考慮し設定する。

(1) 連結材

- ・連結材本体（固縛ロープ（高強度繊維ロープ））

※連結材に作用する荷重を、メーカー提示値の規格引張強度と比較するため、評価対象部位は連結材本体とする。

連結材の評価対象部位を図 3-1 に示す。



(高強度繊維ロープ ϕ 30mm (被覆部)
 ϕ 22mm (被覆無し部))

図 3-1 連結材の評価対象部位

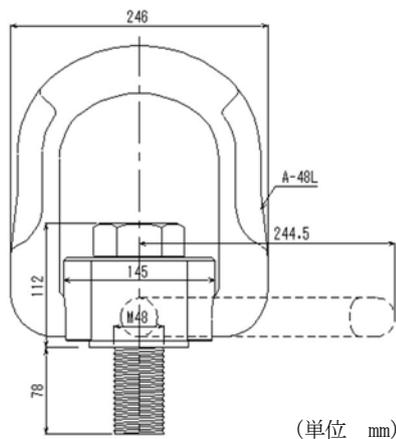
(2) 固定材

a. フレノリンクボルト

- ・フレノリンクボルト本体

※フレノリンクボルトに作用する荷重は、メーカー提示値の使用荷重に対し、安全係数を考慮した値と比較するため評価対象部位はフレノリンクボルト本体とする。

フレノリンクボルトの評価対象部位を図 3-2 に示す。



(フレノリンクボルト (A-48L))

図 3-2 フレノリンクボルトの評価対象部位

- b. アンカープレート
アンカープレートについては、ベースプレートを評価対象部位として設定する。
 - ・ベースプレート
- (3) 基礎部（アンカーボルト）
基礎部（アンカーボルト）は、接着系アンカーボルトを評価対象部位として設定する。
 - ・接着系アンカーボルト

固定材（アンカープレート）及び基礎部（アンカーボルト）の評価対象部位を図 3-3 に示す。

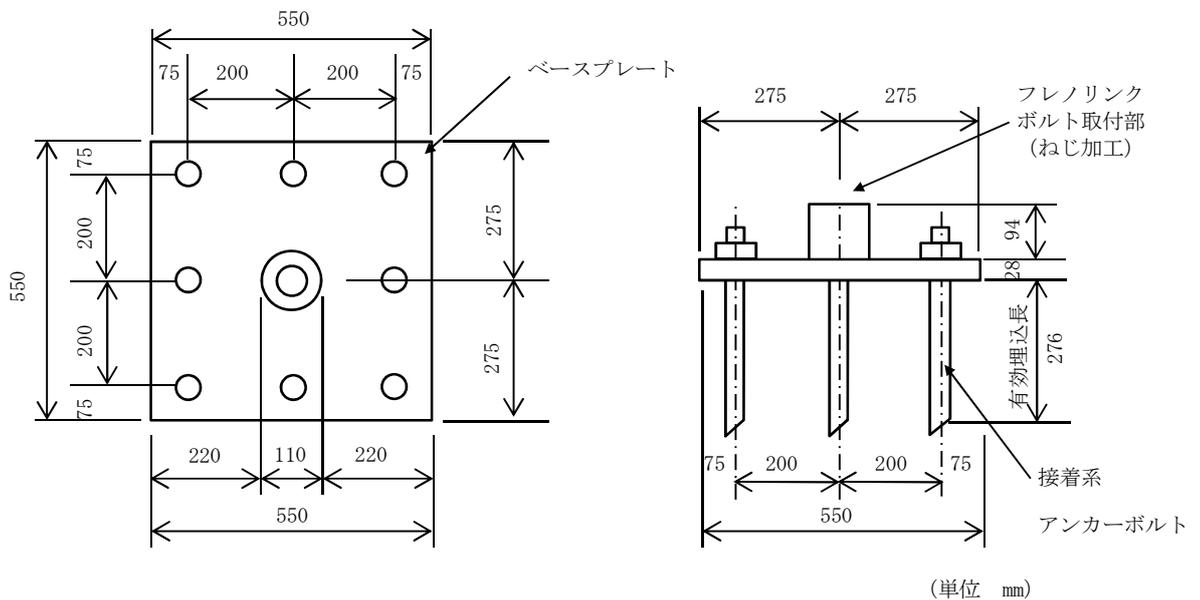


図 3-3 固定材（アンカープレート）及び基礎部（アンカーボルト）の評価対象部位

3.3 荷重及び荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、V-3-別添 1-3 「屋外重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算の方針」の「2.3 荷重及び荷重の組合せ」にて示している荷重及び荷重の組合せを用いる。

(1) 荷重の設定

強度評価に用いる荷重は、以下の荷重を用いる。

a. 常時作用する荷重 (F_d)

常時作用する荷重は、持続的に生じる荷重であり、自重とする。

b. 風圧力による荷重 (W_w)

風圧力による荷重は、固縛対象設備に発生し、連結材、固定材（フレノリンクボルト及びアンカープレート）を介して基礎（アンカーボルト）に作用する。

V-3-別添 1-3 「屋外重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算の方針」の「2.3(1) 荷重の種類」に示すように、竜巻による最大風速は、一般的には水平方向の風速として設定され、これにより固縛対象設備は横滑りを生じるような力を受けるが、鉛直方向に対し

ても、風圧力により固縛対象設備に揚力が発生し、浮き上がりが生じるような力を受けるため、鉛直方向の荷重についても考慮した設計とする。

(a) 竜巻の風圧力による荷重

V-3-別添 1-3「屋外重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算の方針」の「2.3 荷重及び荷重の組合せ」に基づき、荷重を選定する。

イ. 浮き上がり荷重

固縛対象設備の浮き上がり時に発生する荷重 P_V は、設計竜巻により当該固縛対象設備に発生する鉛直力とする。

浮き上がり荷重は、固縛対象設備の形状による空力パラメータを用いて算出される揚力が自重を上回る（＝空力パラメータから算出される揚力－自重 > 0）場合に上向きの力として固縛対象設備に作用する。

固縛対象設備に作用する揚力は、揚力係数の代わりに保守的な設定となる抗力係数を用いることにより保守的に設定された揚力 $F_{L, m}$ を用い、空力パラメータ $C_D A/m$ を用いた式に展開し、浮き上がり荷重 P は次に示すとおり算出する。

$$P_V = F_{L, m} - m \cdot g = \frac{1}{2} \rho \cdot V_{SA}^2 \cdot C_D A - m \cdot g$$

$$= m \left(\frac{1}{2} \rho \cdot V_{SA}^2 \cdot \frac{C_D A}{m} - g \right)$$

なお、空力パラメータの算出等については「東京工芸大学，“平成 21～22 年度原子力安全基盤調査研究（平成 22 年度）竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究”，独立行政法人原子力安全基盤機構委託研究成果報告書，平成 23 年 2 月」に基づき、以下の $C_D A/m$ として算出する。

$$\frac{C_D A}{m} = \frac{0.33 (C_{D1} A_1 + C_{D2} A_2 + C_{D3} A_3)}{m}$$

ロ. 横滑り荷重

横滑りに伴い発生する荷重 P_H は、設計竜巻の風圧力による荷重が当該固縛対象設備に作用する水平力とし、「建築基準法施行令」及び「日本建築学会 建築物荷重指針・同解説」に準拠して、次に示すとおり W_w とする。

$$P_H = W = q \cdot G \cdot C \cdot A$$

ハ. 衝撃荷重

連結材（サイドロープ）に余長を有する固縛装置が作動（余長が展張）する時に固縛対象設備の急停止に伴い固縛装置に発生する荷重 P_i は、V-3-別添 1-3「屋外重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算の方針」の「2.3(2)d. 衝撃荷重」に基づき、以下によって算出する。

(イ) 固縛対象設備の挙動開始風速の算出

固縛対象設備が浮き上がり又は横滑りを始める時の風速を算出する。

浮き上がり開始風速 $V_{SAS, F}$ は、浮き上がり荷重 P_V が 0 となる時の風速であり、以下の式によって算出する。

$$V_{SAS, F} = \sqrt{\frac{2 \cdot g}{\rho \cdot \frac{C_{DA}}{m}}}$$

横滑り開始風速 $V_{SAS, S}$ は、風圧力による荷重と静止摩擦係数が釣り合った時の風速であり、以下の式によって算出する。

$$V_{SAS, S} = \sqrt{\frac{2 \mu_s \cdot g}{\rho \cdot \left(\frac{G \cdot C \cdot A}{m} + \mu_s \frac{C_{DA}}{m} \right)}}$$

(ロ) 固縛装置の余長がなくなる時点での終端速度の算定

固縛対象設備が挙動を開始してから連結材が展張するまでに、固縛対象設備が持つ速度である終端速度 $v_{SA, OT}$ を算出する。以下算出は横滑りを例に記載する。

固縛対象設備が横滑りを始めた風速から最大風速となる風速を、設計竜巻の風速分布曲線より、線形近似した以下の式を使用する。

$$V'_{SA} = a \cdot t + b \quad \dots \quad \text{①}$$

V'_{SA} : t 秒後に固縛対象設備が受ける竜巻の風速

a : 風速の近似式の定数

b : 風速の近似式の定数 (= 滑り出し風速)

停止している固縛対象設備が動き出し、設計余長分を移動した時の加速度 a_{SA} を、荷重と加速度の関係から算出する。

$$a_{SA} = \frac{F}{m} = \frac{W_w - F_m}{m} = \frac{1}{2} \rho \frac{G \cdot C \cdot A}{m} V'^2_{SA} - \mu_d \cdot g \quad \dots \quad \text{②}$$

ここで、K を以下に示すように置いて、 V'_{SA} に上式を代入すると、

$$K = \frac{1}{2} \rho \frac{G \cdot C \cdot A}{m}$$

$$a_{SA} = K \cdot a^2 \cdot t^2 + 2K \cdot a \cdot b \cdot t + (K \cdot b^2 - \mu_d \cdot g) \quad \dots \quad \text{③}$$

固縛対象設備の速度 v_{SA} は、加速度 a_{SA} を時間で積分し、初期条件を考慮すると以下の式となる。(初期条件 $t=0$ のとき、 $v_{SA}=0$)

$$\begin{aligned}
 v_{SA} &= \int a_{SA} dt \\
 &= \frac{1}{3}K \cdot a^2 \cdot t^3 + K \cdot a \cdot b \cdot t^2 + (K \cdot b^2 - \mu_d \cdot g) t \cdots \text{④}
 \end{aligned}$$

固縛対象設備の移動距離 x_{SA} は、速度 v_{SA} を時間で積分し、初期条件を考慮すると以下の式となる。（初期条件 $t=0$ のとき、 $x_{SA}=0$ ）

$$\begin{aligned}
 x_{SA} &= \int v_{SA} dt \\
 &= \frac{1}{12}K \cdot a^2 \cdot t^4 + \frac{1}{3}K \cdot a \cdot b \cdot t^3 \\
 &\quad + \frac{1}{2} (K \cdot b^2 - \mu_d \cdot g) t^2 \cdots \text{⑤}
 \end{aligned}$$

固縛対象設備の移動距離 x_{SA} が設計余長 X となるケースとして、⑤式を t について解くと、滑り始めてから固縛装置が作動するまでの時間 t_i が算出できる。

④式に t_i を代入することで、固縛装置が作動する時の固縛対象設備の速度として、終端速度 $v_{SA, OT}$ が算出される。

(ハ) 固縛装置に作用する衝撃荷重の算定

固縛対象設備の停止時に作用する衝撃荷重は、連結材の張力のみを考慮し、風圧力、動摩擦力による荷重は静荷重として、連結材張力による衝撃荷重算出後に加算する。固縛対象設備の運動量は $m v_{SA}$ である。固縛装置が効き始めて Δt の間に停止したとすると、連結材に発生する衝撃荷重 F_i と運動量の関係は以下の式となる。

$$\int_0^{\Delta t} F_i(t) dt = m \cdot v_{SA} \cdots \text{⑥}$$

連結材を、バネ定数 k を有するバネとして考え、弾性的な力が作用し、固縛対象設備の速度が 0 になったとすると、振幅を B として、連結材の変位 x_{RP} は、以下の式で表される。また、フックの法則により連結材に発生する衝撃荷重 F_i は⑧式となる。

$$x_{RP} = B \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot t\right) \cdots \text{⑦}$$

$$F_i(t) = k \cdot x_{RP} = k \cdot B \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot t\right) \cdots \text{⑧}$$

⑧式を⑥式に代入し、初期条件（ $t=0$ のとき $v_{SA}=v_{SA, OT}$ 、 $t=\Delta t$ のとき $v_{SA}=0$ ）を考慮して解くと、振幅は以下の式となる。

$$B = v_{SA, OT} \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \dots \textcircled{9}$$

また、衝撃荷重 F_i は、⑧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その時間 t_i' は、以下の式となる。

$$t_i' = \frac{\pi}{2} \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \dots \textcircled{10}$$

さらに、風荷重と動摩擦力の差分による静荷重 F_i' が作用する。固縛対象設備に作用する風速は、①式に t_i を代入して算出する。

$$V''_{SA} = a \cdot t_i + b$$

$$F_i' = W_W - F_m$$

$$= \frac{1}{2} \rho \left(\frac{G \cdot C \cdot A}{m} + \frac{C_D A}{m} \right) V''_{SA}{}^2 - \mu_d \cdot g$$

固縛装置作動により固縛対象設備の急停止に伴う荷重は、衝撃荷重 F_i に加えて静荷重 F_i' を加算した荷重とし、衝撃荷重 P_i とする。

(2) 荷重の組合せ

V-3-別添 1-3 「屋外重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算の方針」の「2.3 荷重及び荷重の組合せ」に示す、常時作用荷重 (F_d)、風荷重による浮き上がり荷重 (P_v)、横滑り荷重 (P_H) 及び衝撃荷重 (P_i) を考慮する。

この荷重及び荷重の組合せを表 3-4 に示す。

表 3-4 固縛装置の荷重の組合せ

強度評価の対象施設	評価内容	荷重の組合せ
固縛装置	構造強度	$F_d + P_v$ 又は $F_d + P_H$ 又は $F_d + P_i$ (固縛対象設備に作用する荷重)

(3) 固縛対象設備に考慮する荷重の組合せ

「2. 基本方針」に記載したとおり、「3.3(1) 荷重設定」、「3.3(2) 荷重の組合せ」に基づき評価した結果、最も裕度の低い固縛装置を有する可搬型代替注水中型ポンプに対して考慮する荷重を表 3-5 に示す。

表 3-5 可搬型代替注水中型ポンプに考慮する荷重の組合せ

固縛対象設備	固縛装置の構成	荷重の組合せ
可搬型代替注水 中型ポンプ	フレノリンクボルト + アンカープレート + 接着系アンカーボルト	$F_d + \text{衝撃荷重 } P_i$ (側面方向の横滑り)

3.4 許容限界

固縛装置の許容限界は、V-3-別添 1-3「屋外重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算の方針」の「5. 許容限界」に示すとおり、「3.2 評価対象部位」にて設定している評価対象部位ごとに、評価内容に応じて設定する。評価においては、許容限界に対して裕度を有していることを確認する。

(1) 連結材

固縛に必要となる連結材（固縛ロープ）については、設計竜巻による荷重に対し、連結材の破断が生じない設計とする。

このため、当社がその妥当性を確認したメーカ提示値の規格引張強度を許容限界とする。

(2) 固定材

a. フレノリンクボルト

固定材のうち、フレノリンクボルトについては、設計竜巻による荷重に対し、フレノリンクボルトの破断が生じない設計とする。

このため、当社がその妥当性を確認したメーカ提示値の使用荷重に対し、安全係数を考慮した値を許容限界とする。

b. アンカープレート

固定材のうち、アンカープレートについては、設計竜巻による荷重に対し、鋼材の破断が生じない設計とする。

このため、「鋼構造塑性設計指針」に基づく、部材の終局耐力を許容限界とする。

(3) 基礎部（アンカーボルト）

a. 接着系アンカーボルト

基礎部（アンカーボルト）のうち、接着系アンカーボルトについては、設計竜巻による荷重に対し、接着系アンカーボルトの破断が生じない設計とする。

このため、「各種合成構造設計指針・同解説」に基づく、短期許容応力度を許容限界とする。

3.5 評価方法

(1) 連結材の評価方法

連結材に作用する荷重が、固縛装置の箇所数×連結材1組当たりの許容限界を超えないことを確認するため、連結材1組当たりに作用する荷重を、以降に示す浮き上がり及び横滑りの荷重状態に対して算定し、そのうち最も大きい荷重を選定する。

a. 浮き上がり時

設計竜巻の風荷重による揚力が固縛対象設備に作用して浮き上がる状態を考える。固縛対象設備が浮き上がった場合には、両側に配置した固縛装置（連結材（サイドロープ））で抵抗することから連結材に作用する荷重を以下の式により算定する。浮き上がり時の評価モデルの概要図を図3-4に示す。

連結材に作用する荷重のうち、メインロープ又はサイドロープ作用する荷重のうち大きい荷重を、浮き上がり時の連結材の検討用荷重 P_1 とする。

$$P_1 = \max \left(\frac{P}{n_1} \cdot \frac{1}{\sin \theta_{v1}}, \frac{P}{2} \right) = \frac{P}{n_1} \cdot \frac{1}{\sin \theta_{v1}} \quad (n_1 \cdot \sin \theta_{v1} \leq 2 \text{ より})$$

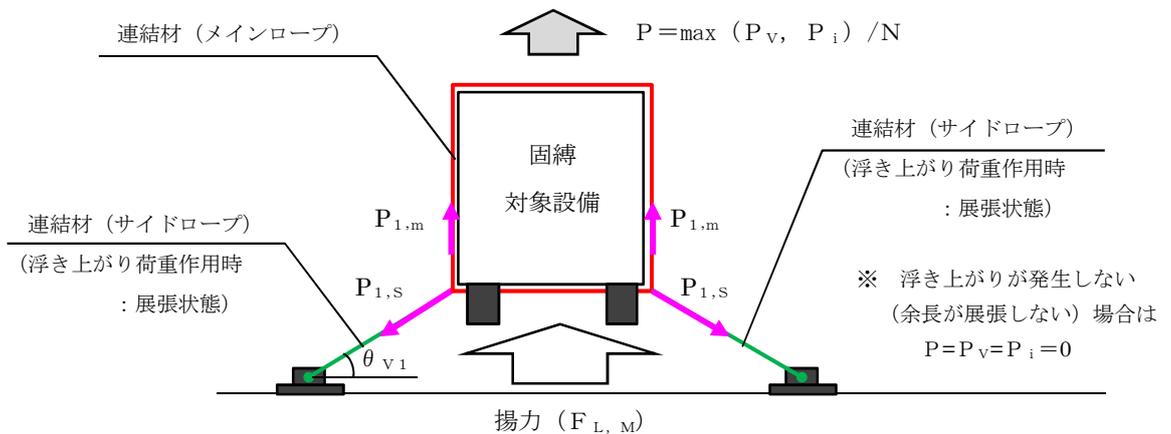


図3-4 浮き上がり時の連結材の評価モデルの概要図

b. 横滑り時

設計竜巻による風荷重が固縛対象設備に作用して横滑りする状態を考え、連結材に作用する荷重は算定するが、横滑りの方向により連結材に作用する荷重状態が異なるため、横滑り方向に対して、荷重を算定する。

(a) 側面方向の横滑り時

固縛対象設備が側面方向（進行方向直角方向）に横滑りした場合には、固縛装置は片側に配置した固縛装置（連結材（サイドロープ））のみで抵抗することとなるから、連結材の検討用荷重 P_1 は以下の式により算定する。横滑り時（側面方向）の評価モデルの概要図を図3-5に示す。

連結材に作用する荷重のうち、メインロープ又はサイドロープ作用する荷重のうち大きい荷重を、側面方向の横滑り時の連結材の検討用荷重 P_1 とする。

$$P_1 = \max \left(P \cdot \frac{1}{\cos \theta_{V2}}, \frac{P}{2} \right) = P \cdot \frac{1}{\cos \theta_{V2}} \quad (\cos \theta_{V2} \leq 1 < 2 \text{ より})$$

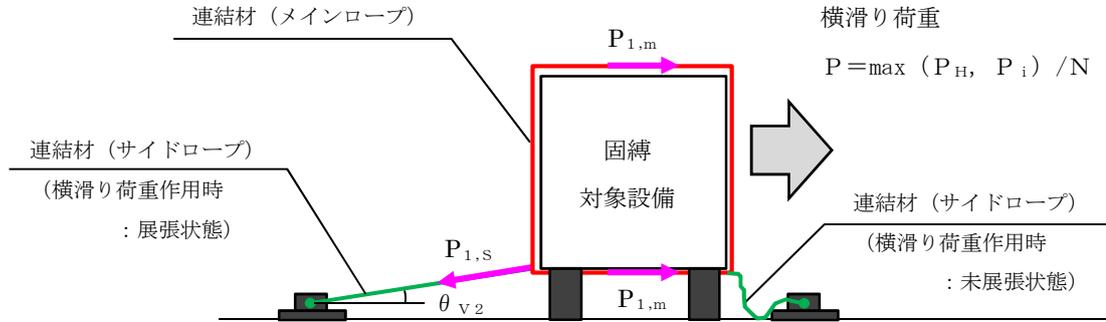


図 3-5 横滑り時（側面方向）の連結材の評価モデルの概要図

(b) 正面方向の横滑り時

固縛対象設備が正面方向（進行方向）に横滑りした場合には、両側に配置した固縛装置（連結材（サイドロープ））で抵抗することから、連結材の検討用荷重 P_1 は以下の式により算定する。横滑り時（正面方向）の評価モデルの概要図を図 3-6 に示す。

連結材に作用する荷重のうち、メインロープ又はサイドロープ作用する荷重のうち大きい荷重を、正面方向の横滑り時の連結材の検討用荷重 P_1 とする。

$$P_1 = \max \left(\frac{P}{n_1} \cdot \frac{1}{\sin \theta_H} \cdot \frac{1}{\cos \theta_{V2}}, \frac{P}{n_1} \cdot \frac{1}{\tan \theta_H} \right)$$

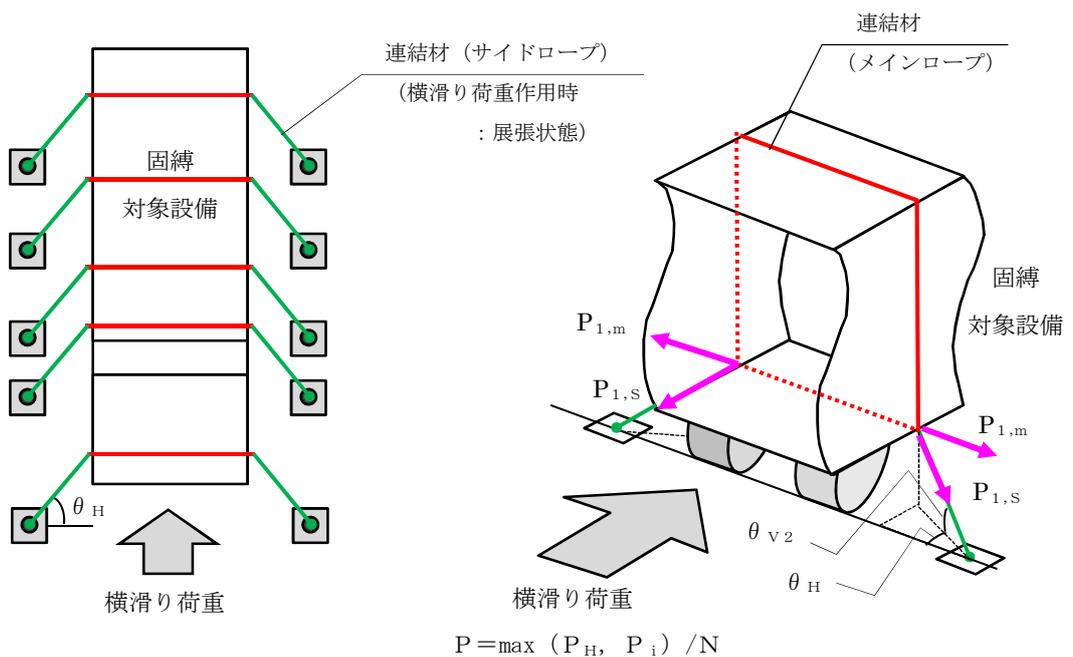


図 3-6 横滑り時（正面方向）の連結材の評価モデルの概要図

(2) 固定材の評価方法

a. フレノリンクボルトの評価方法

フレノリンクボルトに作用する荷重も連結材と同様に、固縛装置の箇所数×フレノリンクボルト1本当たりの許容限界を超えないことを確認するため、フレノリンクボルト1本当たりに作用する荷重を、以降に示す浮き上がり及び横滑りの荷重状態に対して算定し、そのうち最も大きい荷重を選定する。

なお、フレノリンクボルトは連結材のうちサイドロープと同一の作用線上に配置されることから、連結材のサイドロープの荷重を検討用荷重 P_2 とする。

また、荷重の評価モデルは連結材と同様である。

a. 浮き上がり時

浮き上がり時のフレノリンクボルトの検討用荷重 P_2 は以下の式で算定する。

$$P_2 = \frac{P}{n_2} \cdot \frac{1}{\sin \theta_{V1}}$$

b. 横滑り時

(a) 側面方向の横滑り時

側面方向の横滑り時のフレノリンクボルトの検討用荷重 P_2 は以下の式で算定する。

$$P_2 = P \cdot \frac{1}{\cos \theta_{V2}}$$

(b) 正面方向の横滑り時

正面方向の横滑り時のフレノリンクボルトの検討用荷重 P_2 は以下の式で算定する。

$$P_2 = \frac{P}{n_2} \cdot \frac{1}{\cos \theta_H} \cdot \frac{1}{\cos \theta_{V2}}$$

b. アンカープレートの評価方法

(a) 計算モデル

アンカープレートの評価は、図3-7に示す x 、 y 、 z 方向に作用する荷重として、検討用荷重 P_3 を選定し、各検討荷重に対して部材断面に生ずる荷重等を算定し、評価を行う。

ただし、フレノリンクボルトはボルト芯を軸として回転するため、 x 方向と y 方向は同一の評価条件となるため、選定した最大の値となる検討用荷重 P_3 が x 方向に作用する場合にて評価する。

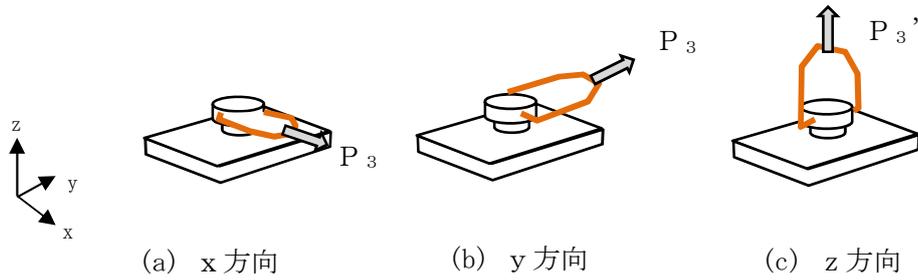


図 3-7 アンカープレートの計算モデルの概要図

(b) 計算方法

イ. x 方向荷重時の検討

アンカープレートのうち、ベースプレートに対し、x 方向に荷重が作用した場合の計算モデルの概要図を図 3-8 に示す。

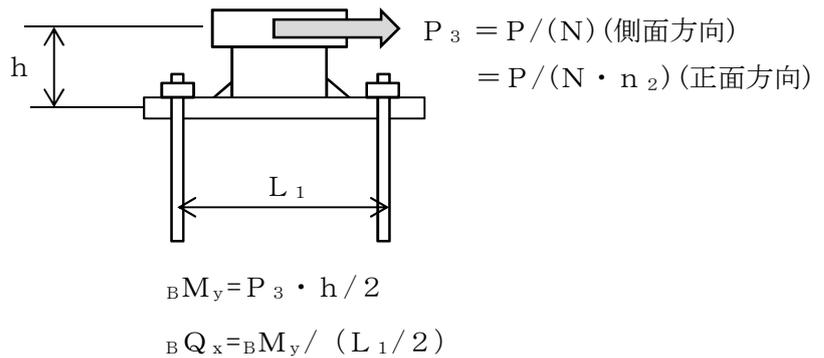


図 3-8 x 方向に荷重が作用した場合の計算モデルの概要図

・曲げに対する検討

検討用荷重 P_3 によるベースプレートの y 軸まわり曲げモーメント ${}_B M_y$ は、以下の式により算定する。

$${}_B M_y = P_3 \cdot \frac{h}{2}$$

ベースプレートの y 軸まわりの塑性断面係数 ${}_B Z_{py}$ は、以下の式により算定する。

$${}_B Z_{py} = \frac{{}_B B \cdot {}_B t^2}{4}$$

許容限界であるベースプレートの y 軸まわりの終局曲げモーメント ${}_B M_{py}$ は、「鋼構造塑性設計指針」に基づき、以下の式により算定する。

$${}_B M_{py} = \sigma_y \cdot {}_B Z_{py} \cdot 10^{-3}$$

・せん断に対する検討

検討用荷重 P によるベースプレートのせん断力 ${}_B Q_x$ は、以下の式により算定する。

$${}_B Q_x = \frac{{}_B M_y}{\frac{L_1}{2}}$$

ベースプレートの断面積 ${}_B A$ は、以下の式により算定する。

$${}_B A = {}_B B \cdot {}_B t$$

許容限界であるベースプレートの終局せん断力 ${}_B Q_{py}$ は、「鋼構造塑性設計指針」に基づき、以下の式により算定する。

$${}_B Q_{py} = \tau_y \cdot {}_B A \cdot 10^{-3}$$

ロ. z 方向荷重時の検討

アンカープレートのうち、ベースプレートに対し、z 方向に荷重が作用した場合の計算モデルの概要図を図 3-9 に示す。

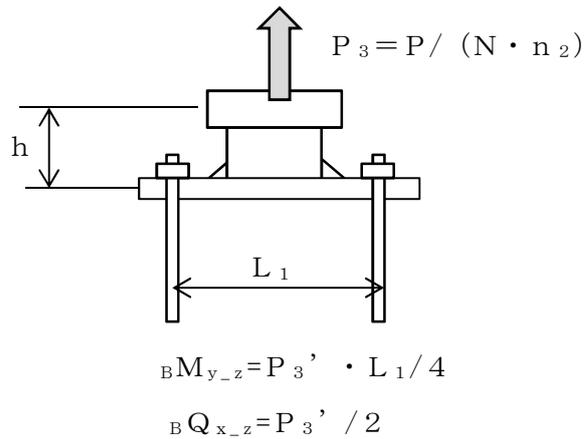


図 3-9 z 方向に荷重が作用した場合の計算モデルの概要図

・曲げに対する検討

検討用荷重 P_3 によるベースプレートの y 軸まわり曲げモーメント ${}_B M_{y-z}$ は、以下の式により算定する。

$${}_B M_{y-z} = P_3 \cdot \frac{L_1}{4}$$

ベースプレートの y 軸まわりの塑性断面係数 ${}_B Z_{py}$ は、以下の式により算定する。

$${}_B Z_{py} = \frac{{}_B B \cdot {}_B t^2}{4}$$

許容限界であるベースプレートの y 軸まわりの終局曲げモーメント ${}_B M_{p y}$ は、「鋼構造塑性設計指針」に基づき、以下の式により算定する。

$${}_B M_{p y} = \sigma_y \cdot {}_B Z_{p y} \cdot 10^{-3}$$

・せん断に対する検討

検討用荷重 P_3 によるベースプレートのせん断力 ${}_B Q_x$ は、以下の式により算定する。

$${}_B Q_{x,z} = \frac{P_3}{2}$$

ベースプレートの断面積 ${}_B A$ は、以下の式により算定する。

$${}_B A = {}_B B \cdot {}_B t$$

許容限界であるベースプレートの終局せん断力 ${}_B Q_{p z}$ は、「鋼構造塑性設計指針」に基づき、以下の式により算定する。

$${}_B Q_{p z} = \tau_y \cdot {}_B A \cdot 10^{-3}$$

(3) 基礎部（アンカーボルト）の評価方法

a. 接着系アンカーボルトの評価方法

(a) 引張に関する検討

接着系アンカーボルトの降伏引張耐力に関する検討は以下による。

アンカーボルトの有効断面積 ${}_A A_e$ は、以下の式により算定する。

$${}_A A_e = {}_A \alpha \cdot \frac{\pi \cdot d_a^2}{4}$$

z 方向の検討用荷重 P_3 によりアンカーボルト 1 本当たりに生ずる引張力 ${}_A T_V$ は、以下の式により算定する。

$${}_A T_V = P_3$$

x 又は y 方向の検討用荷重 P_3 によりアンカーボルト 1 本当たりに生ずる引張力 ${}_A T_H$ は、以下の式により算定する。

$${}_A T_H = \frac{P_3 \cdot h}{\frac{7}{8} d_t \cdot n}$$

アンカーボルトの降伏により決定される 1 本当たりの許容引張力 P_{a1} は、以下の式により算定する。

$$P_{a1} = \phi_1 \cdot f_t \cdot {}_A A_e \cdot 10^{-3}$$

アンカーボルトの付着力により決定される 1 本当たりの許容引張力 P_{a3} は、以下の式により算定する。

$$P_{a3} = \phi_3 \cdot \tau_a \cdot \pi \cdot A_d \cdot L_{ce} \cdot 10^{-3}$$

接着系アンカーボルトにおける許容付着応力度 τ_a は以下の式により算定する。

$$\tau_{a3} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \tau_{avg}$$

接着系アンカーボルトにおいて、へりあき及びアンカーボルトのピッチによる付着強度の低減係数は以下の式により算定する。

$$\alpha_n : 0.5 \cdot (C_n / L_{ce}) + 0.5$$

$$L_e = L - d_a$$

$$L_{ce} = L_e - 2 \cdot d_a$$

ここで、

$$(C_n / L_{ce}) \geq 1.0 \text{ の場合は、 } (C_n / L_{ce}) = 1.0$$

$$L_e \geq 10 d_a \text{ の場合は、 } L_e = 10 d_a \text{ とする。}$$

アンカーボルトの許容耐力 P_a は、以下の式により算定する。

$$P_a = \min(P_{a1}, P_{a3})$$

(b) せん断に関する検討

検討用荷重 P_3 によりアンカーボルト 1 本当たりに生ずるせん断力 AQ は、以下の式により算定する。

$$AQ = \frac{P_3}{n}$$

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 Q_{a1} は、以下の式により算定する。

$$Q_{a1} = \phi_1 \cdot s \sigma_{qa} \cdot A_e \cdot 10^{-3}$$

定着した躯体の支圧強度により決定される許容せん断力 Q_{a2} は、以下の式により算定する。

$$Q_{a2} = \phi_2 \cdot c \sigma_{qa} \cdot A_e \cdot 10^{-3}$$

せん断力に対するコーン状破壊面の有効投影面積 A_{qc} は、アンカーボルトのへりあき寸法を c とすると以下の式により算定する。

$$A_{qc} = 0.5 \cdot \pi \cdot c^2$$

定着した躯体のコーン状破壊により決定される許容せん断力 Q_{a3} は、以下の式により算定する。

$$Q_{a3} = \phi_3 \cdot c \sigma_t \cdot A_{qc} \cdot 10^{-3}$$

アンカーボルトの許容せん断力 Q_a は、以下の式により算定する。

$$Q_a = \min(Q_{a1}, Q_{a2}, Q_{a3})$$

(c) 引張とせん断を同時に受ける場合に関する検討

コンクリートに埋め込まれるアンカーボルトとしての引張力とせん断力の組合せ力に対する検定は、「各種合成構造設計指針・同解説」に基づき、以下の式によって行う。

$$\left[\frac{A T_H}{P_a} \right]^2 + \left[\frac{A Q}{Q_a} \right]^2 \leq 1$$

4. 評価条件

評価に用いる寸法は、公称値を使用する。

4.1 可搬型代替注水中型ポンプの評価条件

可搬型代替注水中型ポンプの評価条件を、表 4-1～表 4-8 に示す。

表 4-1 評価条件

固縛対象設備	V_D (m/s)	V_{Rm} (m/s)	R_m (m)	H_i (m)	ρ (kg/m ³)	g (m/s ²)
可搬型代替注水 中型ポンプ	100	85	30	15	1.22	9.80665

表 4-2 評価条件（固縛対象設備）

固縛対象設備	B (m)	L (m)	H (m)	m (m)	μ_s (-)	μ_d (-)
可搬型代替注水 中型ポンプ	2.490	8.260	3.430	14800	0.44	0.29

C_{D1} (-)	C_{D2} (-)	C_{D3} (-)	A_1 (m ²)	A_2 (m ²)	A_3 (m ²)	G (-)	C (-)
2.0	2.0	2.0	8.541	20.567	28.332	1.0	1.2

V_{SA} (m/s)	$V_{SAS, F}$ (m/s)	$V_{SAS, S}$ (m/s)	
		側面	正面
88.1	79.0	45.4	62.2

表 4-3 評価条件（固縛装置）

固縛対象設備	N (箇所)	X (mm)	L _{OF} (m)	θ_{V1} (°)	θ_{V2} (°)	θ_H (°)
可搬型代替注水 中型ポンプ	5	650	950	59.9	32.4	53.6

表 4-4 評価条件（連結材）

評価対象	仕様	A _{RP} (mm ²)	E _{RP} (N/mm ²)	L _{RP} (m)	n ₁ (個)
連結材	高強度繊維ロープ	380.13	15785	6.652	2

表 4-5 評価条件（固定材のうちフレノリンクボルト）

評価対象	仕様	型式	n ₂ (個)
固定材	フレノリンクボルト	A-48L	2

表 4-6 評価条件（固定材のうちアンカープレート）

評価対象	評価部位	材質	F (N/mm ²)	B _B (mm)	B _t (mm)
固定材	アンカープレート	SN400B	235	550	28

h (mm)	L ₁ (mm)	d _t (mm)	n ₂ (個)
136	400	475	2

表 4-7 評価条件（基礎部（アンカーボルト））

評価対象	評価部位	材質	F (N/mm ²)	f _b (N/mm ²)	f _t (N/mm ²)
基礎部 (アンカーボルト)	接着系 アンカーボルト	SS400	235	235	235

d _a (mm)	n ₂ (個)	A n (本)	A n' (本)	A L (mm)	A a (mm)	c (mm)
24	2	8	3	300	200	400

α ₁ (-)	α ₂ (-)	α ₃ (-)	F _c (N/mm ²)	γ (kN/m ³)
1.0	0.76	0.76	40	24.5

表 4-8 評価条件（固縛対象設備に作用する荷重）

固縛対象設備	P _v (kN)	P _H (kN)		P _i (kN)	
		側面	正面	側面	正面
可搬型代替注水 中型ポンプ	35.0	161.0	48.6	706.4	739.9

5. 評価結果

5.1 可搬型代替注水中型ポンプの評価結果

(1) 連結材の評価結果

連結材の評価結果を表 5-1 に示す。連結材に作用する荷重は許容限界以下であり，固縛状態を維持するための構造強度を有している。

表 5-1 連結材の評価結果

評価対象	作用荷重 ケース	作用荷重 (kN)	許容限界 (kN)	裕度
連結材	衝撃荷重 (側面方向 横滑り)	167.4	250	1.49

(2) 固定材の評価結果

a. フレノリンクボルト

固定材のうちフレノリンクボルトの評価結果を表 5-2 に示す。フレノリンクボルトに作用する荷重は許容限界以下であり，固縛状態を維持するための構造強度を有している。

表 5-2 固定材（フレノリンクボルト）の評価結果

評価対象	作用荷重 ケース	作用荷重 (kN)	許容限界 (kN)	裕度
フレノリンク ボルト	衝撃荷重 (側面方向 横滑り)	167.4	735	4.39

b. アンカープレート

固定材のうちアンカープレートの評価結果を表 5-3 に示す。アンカープレートに作用する荷重は許容限界以下であり，固縛状態を維持するための構造強度を有している。

表 5-3 固定材（アンカープレート）の評価結果

評価対象	作用荷重 ケース (水平方向)	x (y) 方向 荷重の曲げ モーメント (kN・mm)	許容限界 (kN・mm)	x (y) 方向 せん断力 (kN)	許容限界 (kN)
アンカー プレート	衝撃荷重 (側面方向 横滑り)	9607.8	27812.4	48.1	2279.2

作用荷重 ケース (鉛直方向)	z 方向荷重 の曲げ モーメント (kN・mm)	許容限界 (kN・mm)	z 方向 せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	裕度*
浮き上がり 荷重	350.0	27812.4	1.8	2279.2	2.89

注) * : 最小裕度のみ記載

(3) 基礎部（アンカーボルト）の評価結果

基礎部（アンカーボルト）の評価結果を表 5-4 に示す。アンカーボルトに作用する荷重は許容限界以下であり、固縛状態を維持するための構造強度を有している。

表 5-4 基礎部（アンカーボルト）の評価結果

評価対象	作用荷重 ケース (水平方向)	引張力 (kN)	許容限界 (kN・mm)	せん断力 (kN)	許容限界 (kN)
接着系 アンカーボルト	衝撃荷重 (側面方向 横滑り)	15.5	79.7	17.7	55.6

引張力+ せん断力	許容限界	裕度*
0.1391	1.0	3.14

注) * : 最小裕度のみ記載