

### 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、資料 2-3-3「竜巻防護に関する屋外重大事故等対処設備の設計方針」の「4.3 設計荷重」にて示している荷重及び荷重の組合せを用いる。

#### 3.3.1 荷重設定

強度評価に用いる荷重は、以下の荷重を用いる。

##### (1) 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、資料 2「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうち資料 2-3-1「竜巻への配慮に関する基本方針」の「2.1.3(2) 荷重の組合せ及び許容限界」に記載する、自重、水頭圧、上載荷重及び初期張力のうち、自重とする。

##### (2) 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、連結補助材及び固定材を介して基礎（アンカーボルト）に作用する。

平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された工事計画の添付資料 2-3-3「竜巻防護に関する施設の設計方針」の「5.2(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、鉛直方向の風圧力に対して固縛対象設備は浮き上がりの力を受けるため、鉛直方向の最大風速等に基づいて算出した鉛直方向の風圧力についても考慮した設計とする。

風圧力による荷重は、施設の形状により異なるため、施設に対して厳しくなる方向からの風を想定し、荷重を設定する。

##### a. 竜巻の風圧力による荷重

資料 2-3-3「竜巻防護に関する屋外重大事故等対処設備の設計方針」の「4.3 設計荷重」に基づき、荷重を選定する。

##### (a) 浮き上がり荷重

固縛対象設備の形状から算出される空力パラメータを用いて竜巻の風速場をランキン渦とした場合に浮き上がる時に受ける全体浮力を算出し、自重より大きい場合「浮き上がる」と判断する。このときの正味の上向きの力（＝（空力パラメータから算出される全体浮力）－（自重））を固縛対象設備に作用する「浮き上がり荷

重」とする。

固縛対象設備の空力パラメータ値が 0.0026 となる時の質量を  $m\sim$  とすると、浮き上がり荷重は次に示すとおり、 $P$  となる。

$$P = (m\sim - m) \times g$$

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。

$$\frac{C_D A}{m} > \frac{2g}{\rho V_V |V_D + V_V|}$$

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

ここで、

$$V_V = \frac{4}{3\sqrt{5}} V_{Rm}$$

#### (b) 横滑り荷重

横滑りに伴い発生する水平荷重  $P$  は、設置（変更）許可にて設定した設計竜巻荷重が当該固縛対象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」に準拠し以下のとおりとする。

$$P = q \cdot G \cdot C \cdot A$$

$q$  : 設計用速度圧

$G$  : ガスト影響係数 (=1.0)

$C$  : 風力係数

$A$  : 受圧面積（機器・物品を直方体とした場合は、側面の最大値）

#### 3.3.2 荷重の組合せ

平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された工事計画の添付資料 2-3-3 「竜巻防護に関する施設の設計方針」の「5.2 荷重及び荷重の組合せ」に示す、常

時作用荷重 ( $F_d$ )、風圧力による荷重 ( $P$ ) を考慮する。

この荷重及び荷重の組合せを第 3-4 表に示す。

第 3-4 表 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	$F_d + P$ (固縛対象設備に作用する荷重)

### 3.3.3 固縛対象設備に考慮する荷重の組合せ

固縛装置を有する固縛対象設備に対して考慮する荷重を第 3-5 表に示す。

第 3-5 表 各固縛対象設備に考慮する荷重の組合せ

固縛対象設備	固縛装置の組合せ	荷重の組合せ
送水車 (3A)	接着系アンカーボルト +心棒有型金物	$F_d +$ 横滑り荷重 $P$
送水車 (3B)	埋め込みアンカーボルト +心棒有型金物	$F_d +$ 浮き上がり荷重 $P$
可搬型ホース (送水車用)	埋め込みアンカーボルト +心棒有型金物	$F_d +$ 横滑り荷重 $P$

### 3.4 許容限界

固縛装置の許容限界は、資料2-3-3「竜巻防護に関する屋外重大事故等対処設備の設計方針」の「4.5 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2倍の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（ロープ類）については、設置（変更）許可を受けた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、JISに規定されている安全係数を考慮した破断荷重を許容限界とする。

#### (2) 連結補助材

連結補助材（シャックル）については、設置（変更）許可を受けた竜巻による荷重に対し、連結補助材の破断が生じない設計とする。

このため、JISにおいて、破断又は変形を生じることなく、耐えなければならない荷重として規定される静的強さを許容限界とする。

#### (3) 固定材

##### a. 鋼製固定材（心棒有型）

固定材のうち、鋼製固定材（心棒有型）については、設置（変更）許可を受けた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。

(4) 基礎（アンカーボルト）

a. 埋め込みアンカーボルト

基礎（アンカーボルト）のうち、埋め込みアンカーボルトについては、設置（変更）許可を受けた竜巻による荷重に対し、埋め込みアンカーボルトの破断が生じない設計とする。

このため、引張力、せん断力に対する検討についての許容限界は保守的に伸び能力がないものを用いることを想定し、「鋼構造接合部設計指針」に基づく、降伏耐力を許容限界とする。

コンクリートのコア破壊に関する検討についても同様に、伸び能力がないものを用いることを想定し、「各種合成構造設計指針・同解説」に基づく、降伏耐力を許容限界とする。

b. 接着系アンカーボルト

基礎（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、設置（変更）許可を受けた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。

基礎（アンカーボルト）の許容限界を第3-6表に示す。

第3-6表 基礎（アンカーボルト）の許容限界

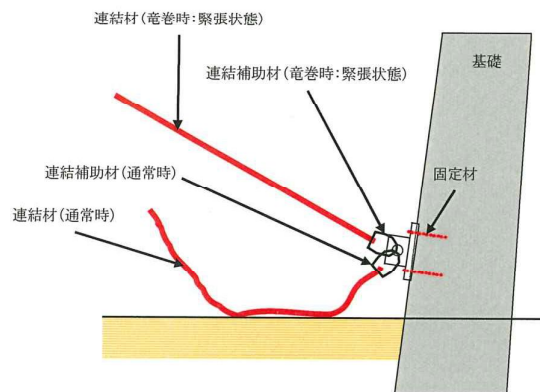
アンカー種別	評価項目	許容限界
埋め込みアンカーボルト	引張力、せん断力に対する検討	「鋼構造接合部設計指針」に基づく降伏耐力
	コンクリートのコア破壊に対する検討	「各種合成構造設計指針・同解説」に基づく降伏耐力
接着系アンカーボルト	引張力、せん断力に対する検討	「各種合成構造設計指針・同解説」に基づく短期許容応力度

### 3.5 評価方法

#### (1) 連結材の評価方法

浮き上がり荷重もしくは横滑り荷重が、連結材の本数×連結材 1 本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 本当たりに作用する荷重を以下の式により算定する。連結材及び連結補助材の評価モデルの概要図を第 3-1 図に示す。

$$P' = P / n$$



第 3-1 図 連結材及び連結補助材の評価モデルの概要図

#### (2) 連結補助材の評価方法

浮き上がり荷重もしくは横滑り荷重が、連結補助材の本数×連結補助材 1 本当たりの許容限界を超えないことを確認するため、連結補助材 1 本当たりに作用する荷重を以下の式により算定する。連結材及び連結補助材の評価モデルの概要図を第 3-1 図に示す。

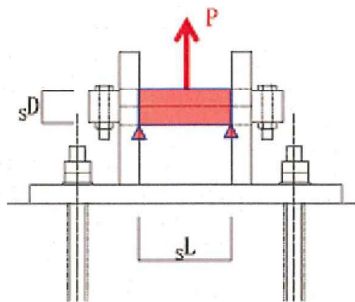
$$P' = P / n$$

#### (3) 固定材の評価方法

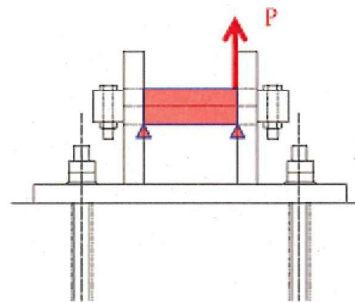
##### a. 心棒有型金物のうち心棒の評価方法

##### (a) 計算モデル

心棒については、曲げに対する検討の際には、心棒に生ずる曲げモーメントが最大になる、心棒の中心に検討用荷重  $P$  が作用する場合について検討を行う。せん断に対する検討の際には、心棒に生ずるせん断力が最大になる、心棒端部に検討用荷重  $P$  が作用する場合について検討を行う。評価モデル図の概要図を第 3-2 図に示す。



(a) 曲げに対する検討



(b) せん断に対する検討

第 3-2 図 心棒の評価モデルの概要図

(b) 計算方法

イ. 曲げに対する検討

検討用荷重  $P$  による心棒中央の曲げモーメント  $sM$  は、以下の式により算定する。

$$sM = 1/4 \times P / N \times sL$$

心棒断面の塑性断面係数  $sZ_p$  は、以下の式により算定する。

$$sZ_p = sD^3 / 6$$

許容限界である終局曲げモーメント  $sM_p$  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。

$$sM_p = \sigma_y \times sZ_p \times 10^{-3}$$

ロ. せん断に対する検討

検討用荷重  $P$  による心棒端部のせん断力  $sQ$  は、以下の式により算定する。

$$sQ = P / N$$

心棒断面の断面積  $sA$  は、以下の式により算定する。

$$sA = \pi \times sD^2 / 4$$

許容限界である終局せん断力  $sQ_p$  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。

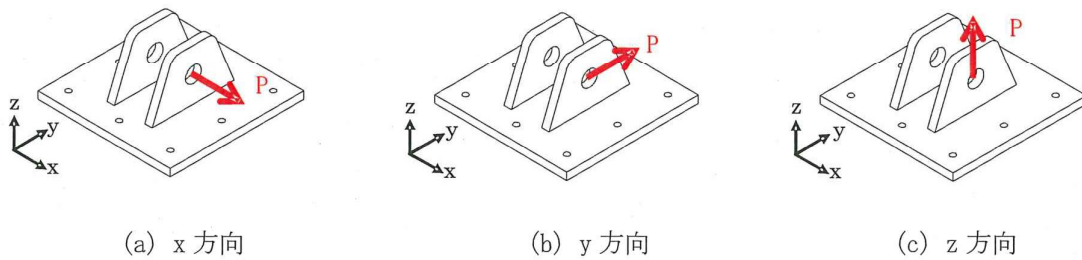
$$sQ_p = \tau_y \times sA$$

b. 心棒有型金物の心棒支持プレートの評価方法

(a) 計算モデル

評価は、検討用荷重  $P$  が心棒支持プレートに対し第 3-3 図に示す  $x$ 、 $y$ 、 $z$  方向に作用する場合について部材断面に生ずる応力を算定し、評価を行う。心棒支持プレ

一トの計算モデルの概要図を第 3-3 図に示す。

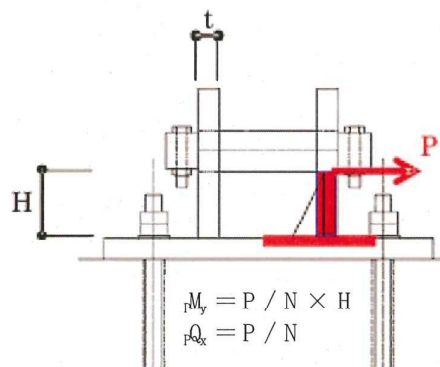


第 3-3 図 心棒支持プレートの計算モデルの概要図

(b) 計算方法

イ. x 方向荷重時の検討

心棒支持プレートに対し、x 方向に荷重が作用した場合の計算モデルの概要図を第 3-4 図に示す。



第 3-4 図 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 による心棒支持プレート脚部の y 軸まわり曲げモーメント  ${}_rM_y$  は、以下の式により算定する。

$${}_rM_y = P / N \times H$$

心棒支持プレートの y 軸まわりの塑性断面係数  ${}_rZ_{py}$  は、以下の式により算定する。

$${}_rZ_{py} = {}_rD \times {}_rpt^2 / 4$$

許容限界である心棒支持プレートの y 軸まわりの終局曲げモーメント  ${}_rM_{py}$



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。

$${}^pM_{py} = \sigma_y \times {}^pZ_{py} \times 10^{-3}$$

・せん断に対する検討

検討用荷重 P による心棒支持プレートの x 方向のせん断力  ${}^pQ_x$  は、以下の式により算定する。

$${}^pQ_x = P / N$$

心棒支持プレートの断面積  ${}^pA'$  は、以下の式により算定する。

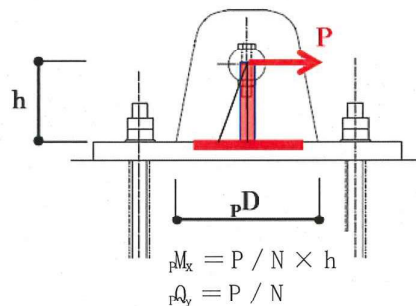
$${}^pA' = ({}^pD' - {}^sD') \times {}^pt$$

許容限界である心棒支持プレートの終局せん断力  ${}^pQ_p$  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。

$${}^pQ_p = \tau_y \times {}^pA' \times 10^{-3}$$

ロ. y 方向荷重時の検討

心棒支持プレートに対し、y 方向に荷重が作用した場合の計算モデルの概要図を第 3-5 図に示す。



第 3-5 図 y 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 による心棒支持プレート脚部の x 軸まわり曲げモーメント  ${}^pM_x$  は、以下の式により算定する。

$${}^pM_x = P / N \times h$$

心棒支持プレートの x 軸まわりの塑性断面係数  ${}^pZ_{px}$  は、以下の式により算定する。

$${}^pZ_{px} = {}^pD^2 \times {}^pt / 4$$

許容限界である心棒支持プレートの x 軸まわりの終局曲げモーメント  ${}^pM_{px}$  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。

$${}_pM_{px} = \sigma_y \times {}_pZ_{px} \times 10^{-3}$$

・せん断に対する検討

検討用荷重 P による心棒支持プレートの y 方向のせん断力  ${}_pQ_y$  は、以下の式により算定する。

$${}_pQ_y = P / N$$

心棒支持プレートの断面積  ${}_pA'$  は、以下の式により算定する。

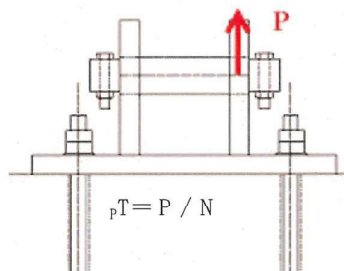
$${}_pA' = ({}_pD' - {}_sD') \times {}_pt$$

許容限界である心棒支持プレートの終局せん断力  ${}_pQ_p$  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。

$${}_pQ_p = \tau_y \times {}_pA' \times 10^{-3}$$

ハ. z 方向荷重時の検討

心棒支持プレートに対し、z 方向に荷重が作用した場合の計算モデルの概要図を第 3-6 図に示す。



第 3-6 図 z 方向に荷重が作用した場合の計算モデルの概要図

・引張に対する検討

検討用荷重 P による心棒支持プレートの引張力  ${}_pT$  は、以下の式により算定する。

$${}_pT = P / N$$

心棒支持プレートの断面積  ${}_pA'$  は、以下の式により算定する。

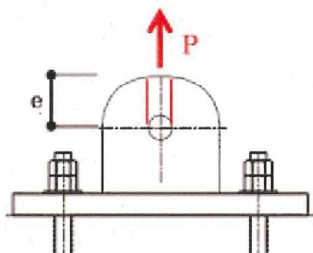
$${}_pA' = ({}_pD' - {}_sD') \times {}_pt$$

許容限界である心棒支持プレートの終局引張力  ${}_pT_p$  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。

$${}_pT_p = \sigma_y \times {}_pA' \times 10^{-3}$$

・端あきせん断に対する検討

心棒支持プレートの端あきせん断に対する計算モデルの概要図を第 3-7 図に示す。なお、検討用荷重が z 方向に作用する場合は最もプレートの厚みが薄く厳しい結果となるため、z 方向に対し、検討を行う。



第 3-7 図 心棒支持プレートの端あきせん断に対する計算モデルの概要図

検討用荷重 P によるプレート端あきに生ずるせん断力  $pQ$  は、以下の式により算定する。

$$pQ = P / N$$

心棒支持プレートの端あき部断面積  $pA_e$  は、以下の式により算定する。

$$pA_e = 2 \times e \times pt$$

許容限界である心棒支持プレートの終局端あきせん断力  $pQ_p$  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。

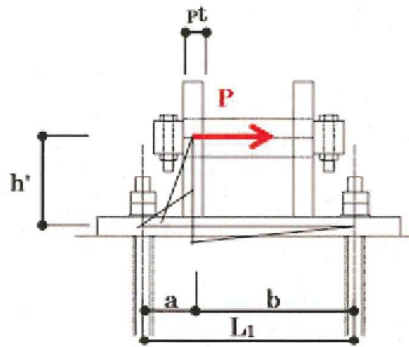
$$pQ_p = \tau_y \times pA_e \times 10^{-3}$$

c. 心棒有型金物のうちベースプレートの評価方法

(a) 計算方法

イ. x 方向荷重時の検討

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第 3-8 図に示す。



$${}_B M_y = P / N \times h' \times b / L_1$$

$${}_B Q_x = {}_B M_y / a$$

第 3-8 図 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 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。

$${}_B M_y = P / N \times h' \times b / L_1$$

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。

$${}_B Z_{py} = {}_B B_y \times {}_B t^2 / 4$$

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。

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

・ 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。

$${}_B Q_x = {}_B M_y / a$$

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。

$${}_B A = {}_B B_y \times {}_B t$$

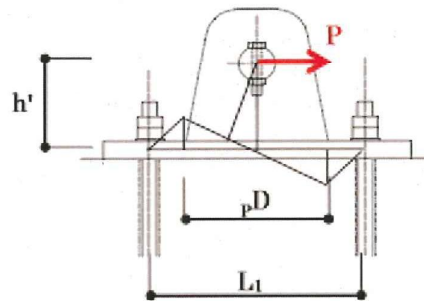
許容限界であるベースプレートの終局せん断力  ${}_B Q_{px}$  は、「鋼構造塑性設計指針」に基づき、以下の式により算定する。

$${}_B Q_{px} = \tau_y \times {}_B A \times 10^{-3}$$

ロ. y 方向荷重時の検討

ベースプレートに対し、y 方向に荷重が作用した場合の計算モデルの概要図

を第 3-9 図に示す。



$${}_B M_x = P/N \times h' / 2$$

$${}_B Q_y = {}_B M_x / \{(L_1 - pD) / 2\}$$

第 3-9 図 y 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 によるベースプレートの x 軸まわり曲げモーメント  ${}_B M_x$  は、以下の式により算定する。

$${}_B M_x = P / N \times h' / 2$$

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

$${}_B Z_{px} = {}_B B_x \times {}_B t^2 / 4$$

許容限界であるベースプレートの x 軸まわりの終局曲げモーメント  ${}_B M_{px}$  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。

$${}_B M_{px} = \sigma_y \times {}_B Z_{px} \times 10^{-3}$$

・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 y 方向のせん断力  ${}_B Q_y$  は、以下の式により算定する。

$${}_B Q_y = {}_B M_x / \{(L_y - pD) / 2\}$$

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。

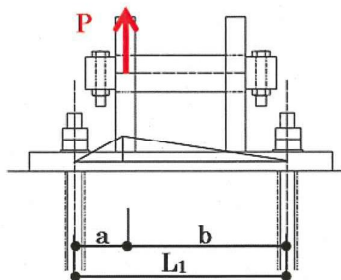
$${}_B A = {}_B B_x \times {}_B t$$

許容限界であるベースプレートの終局せん断力  ${}_B Q_p$  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。

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

#### ハ. z 方向荷重時の検討

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第 3-10 図に示す。



$${}_B M_{y,z} = P/N \times ab/L_1$$

$${}_B Q_{x,z} = P/N$$

第 3-10 図 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 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。

$${}_B M_{y,z} = P / N \times ab / L_1$$

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。

$${}_B Z_{py} = {}_B B_y \times {}_B t^2 / 4$$

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。

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

#### ・ 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  ${}_B Q_{x,z}$  は、以下の式により算定する。

$${}_B Q_{x,z} = P / N$$

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。

$${}_B A = {}_B B_y \times {}_B t$$

許容限界であるベースプレートの終局せん断力  ${}_B Q_p$  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。

$$BQ_{pz} = \tau_y \times BA \times 10^{-3}$$

(4) 基礎（アンカーボルト）の評価方法

a. 埋め込みアンカーボルトの評価方法

(a) 引張に関する検討

埋め込み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  $BA_e$  は、以下の式により算定する。

$$BA_e = A \alpha \times \pi \times AD^2 / 4$$

z 方向の検討用荷重 P によりアンカーボルト 1 本あたりに生ずる引張力  $AT_v$  は、以下の式により算定する。

$$AT_v = P / (N \times n)$$

x 又は y 方向の検討用荷重 P によりアンカーボルト 1 本あたりに生ずる引張力  $AT_H$  は、以下の式により算定する。

$$AT_H = P / N \times h' / (7/8 \times d_t) / n'$$

許容限界であるアンカーボルトの降伏により決定される降伏引張耐力  $p_{by}$  は、「鋼構造接合部設計指針」に基づき、以下の式により算定する。

$$p_{by} = BA_e \times F_{by} \times 10^{-3}$$

1 組のアンカーボルトのコンクリートコーン有効水平投影面積を  $\Sigma A_c$  とすると、コーン状破壊により決定される 1 組のアンカーボルトの引抜耐力  $T_a$  は、以下の式により算定する。

$$T_a = \phi_1 \times 0.31 \times \sqrt{F_c} \times \Sigma A_c \times 10^{-3}$$

アンカーボルト 1 本あたりの引抜耐力  $T_a'$  は、以下の式により算定する。

$$T_a' = T_a / n$$

アンカーボルトの引張耐力  $P_y$  は、以下の式により算定する。

$$P_y = \min(p_{by}, T_a')$$

なお、1 組のアンカーボルトのコンクリートコーン有効水平投影面積  $\Sigma A_c$  は、「各種合成構造設計指針・同解説」に基づき、下記の計算式を用いて計算する。

イ. 1 本の場合

$$\begin{aligned} A_c &= \pi \left( L_e + \frac{AD}{2} \right)^2 - \frac{1}{4} \pi_A D^2 \\ &= \pi \cdot L_e (L_e + AD) \end{aligned}$$

ロ. 4 本の場合

$$\textcircled{1} L_e + \frac{A D}{2} \leq \frac{A a}{2} \text{ のとき}$$

$$A_c = 4\pi \left( L_e + \frac{A D}{2} \right)^2 - \pi_A D^2$$

$$\textcircled{2} \frac{A a}{2} < L_e + \frac{A D}{2} \leq \frac{A a}{\sqrt{2}} \text{ のとき}$$

$$A_c = \left( 4\pi - \frac{\theta}{45} \pi + 4 \sin \theta \right) \left( L_e + \frac{A D}{2} \right)^2 - \pi_A D^2$$

$$\text{ただし、} \theta = 2 \cos^{-1} \frac{A a}{2 L_e + A D}$$

$$\textcircled{3} \frac{A a}{\sqrt{2}} < L_e + \frac{A D}{2} \text{ のとき}$$

$$A_c = \left( 3\pi - \frac{\theta}{90} \pi + 2 \sin \theta + 2 \cos \theta + 2 \right) \left( L_e + \frac{A D}{2} \right)^2 - \pi_A D^2$$

$$\text{ただし、} \theta = 2 \cos^{-1} \frac{A a}{2 L_e + A D}$$

ハ. 8本の場合

$$\textcircled{1} L_e + \frac{A D}{2} \leq \frac{A a}{2} \text{ のとき}$$

$$A_c = 8\pi \left( L_e + \frac{A D}{2} \right)^2 - 2\pi_A D$$

$$\textcircled{2} \frac{A a}{2} < L_e + \frac{A D}{2} \leq \frac{A a}{\sqrt{2}} \text{ のとき}$$

$$A_c = \left( 8\pi - \frac{2\theta}{45} \pi + 8 \sin \theta \right) \left( L_e + \frac{A D}{2} \right)^2 - 2\pi_A D^2$$

$$\text{ただし、} \theta = 2 \cos^{-1} \frac{a}{2 L_e + A D}$$

$$\textcircled{3} \frac{A a}{\sqrt{2}} < L_e + \frac{A D}{2} \leq a \text{ のとき}$$

$$A_c = \left( 6\pi - \frac{2\theta + \theta'}{90} \pi + 4 \sin \theta + 2 \sin \theta' + 8 \cos \theta - 2 \cos \theta' + 6 \right) \left( L_e + \frac{A D}{2} \right)^2 - 2\pi_A D^2$$



$$\text{ただし、 } \theta = 2 \cos^{-1} \frac{a}{2L_e + A D}$$

$$\theta' = 2 \cos^{-1} \frac{\sqrt{2}a}{2L_e + A D}$$

④  $a < L_e + \frac{A D}{2}$  のとき

$$A_c = \left( 5\pi - \frac{\theta}{45} \pi + 4 \sin \theta + 8 \cos \theta + 8 \right) \left( L_e + \frac{A D}{2} \right)^2 - 2\pi_A D^2$$

$$\text{ただし、 } \theta = 2 \cos^{-1} \frac{a}{2L_e + A D}$$

(b) せん断に関する検討

検討用荷重 P によりアンカーボルト 1 本あたりに生ずるせん断力  ${}_A Q$  は、以下の式により算定する。

$${}_A Q = P / (N \times n)$$

アンカーボルトのせん断降伏により決定される降伏せん断耐力  $q_{by}$  は、以下の式により算定する。

$$q_{by} = {}_B A_e \times F_{by} / \sqrt{3} \times 10^{-3}$$

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。

$$Q_{a2} = \phi_2 \times {}_c \sigma_{qa} \times {}_B A_e \times 10^{-3}$$

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。

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

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。

$$Q_{a3} = \phi_3 \times {}_c \sigma_t \times A_{qc} \times 10^{-3}$$

アンカーボルトの降伏せん断耐力  $Q_y$  は、以下の式により算定する。

$$Q_y = \min(q_{by}, Q_{a2}, Q_{a3})$$

(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わせ力に対する検定は、以下の式によって行う。

$$({}_A T_H / p_{by})^2 + ({}_A Q / q_{by})^2 \leq 1$$

b. 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  ${}_B A_e$  は、以下の式により算定する。

$${}_B A_e = {}_A \alpha \times \pi \times d_a^2 / 4$$

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

$${}_A T_V = P / (N \times n)$$

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

$${}_A T_H = P / N \times h' / (7/8 \times d_t) / n'$$

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

$$P_{a1} = \phi_1 \times f_t \times {}_B A_e \times 10^{-3}$$

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

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

接着系アンカーボルトにおける許容付着応力度は以下の式により算定する。

$$\tau_a = \alpha_1 \times \alpha_2 \times \alpha_3 \times \tau_{bavg}$$

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。

$$\alpha_n : 0.5 \times (C_n / L_e) + 0.5$$

$$L_e = L - d_a$$

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

ここで、

$(C_n / L_e) \geq 1.0$  の場合は  $(C_n / L_e) = 1.0$ 、 $L_e \geq 10d_a$  の場合は  $L_e = 10d_a$  とする。

なお、 $C_n$  は最も小さい寸法となる 3 面までを考慮する。

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  $P$  によりアンカーボルト 1 本あたりに生ずるせん断力  ${}_A Q$  は、以下の式により算定する。

$${}_A Q = P / (N \times n)$$

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。

$$Q_{a1} = \phi_1 \times {}_s \sigma_{qa} \times {}_B A_e \times 10^{-3}$$

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。

$$Q_{a2} = \phi_2 \times {}_c \sigma_{qa} \times {}_B A_e \times 10^{-3}$$

せん断力に対するコーン状破壊面の有効投影断面積  $A_{qc}$  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。

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

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。

$$Q_{a3} = \phi_3 \times {}_c \sigma_t \times A_{qc} \times 10^{-3}$$

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わ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。

$$({}_A T_H / P_a)^2 + ({}_A Q / Q_a)^2 \leq 1$$

#### 4. 評価条件

##### 4.1 送水車 (3A) の評価条件

送水車 (3A) の固縛装置は2組で構成する。連結材、連結補助材、固定材及び基礎 (アンカーボルト) の評価条件をそれぞれ第4-1表～第4-3表に示す。

第4-1表 連結材の評価条件

評価対象	仕様	温度条件 (°C)	q (N/m <sup>2</sup> )	G (—)	C (—)	A (m <sup>2</sup> )	n (本)
連結材	JIS規格ラウンドス リング ロックスリングソフ ターTN TN型 20t用	40 (注)	6,100	1.0	1.2	25.3	2

(注) 使用基準はJIS B 8811によるものとする。

第4-2表 連結補助材の評価条件

評価対象	仕様	温度条件 (°C)	q (N/m <sup>2</sup> )	G (—)	C (—)	A (m <sup>2</sup> )	n (本)
連結補助 材	JIS規格シャックル t40 BBシャックル (S級)	40	6,100	1.0	1.2	25.3	2

第4-3表 固定材及び基礎 (アンカーボルト) の評価条件(1/3)

評価対象	q (N/m <sup>2</sup> )	G (—)	C (—)	A (m <sup>2</sup> )	設計基準強度 F <sub>c</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	固定材の組数 N (組)
固定材及び基礎 (ア ンカーボルト)	6,100	1.0	1.2	25.3	21	2

評価対象	部位	材料	温度条件 (°C)	基準強度 F (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 曲げ応力度 f <sub>b</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 引張応力度 f <sub>t</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
固定材及び基 礎 (アンカー ボルト)	心棒	SS400	40	215	215	215
	心棒支持プレート	SN400B	40	235	235	235
	ベースプレート	SN400B	40	235	235	235
	アンカーボルト	SS400	40	235	235	235

第4-3表 固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価条件(2/3)

評価対象	心棒直径 $sD$ (mm)	心棒の支持点間距離 $sL$ (mm)	心棒支持プレート板厚 $p_t$ (mm)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	75	150	36

評価対象	心棒支持プレート脚部せい $pD$ (mm)	心棒支持プレート有効せい $pD'$ (mm)	心棒穴径 $sD'$ (mm)	心棒支持プレート端あき $e$ (mm)	心棒支持プレート跳ね出し長さ $h$ (mm)	ベースプレート上面から心棒下端までの長さ $H$ (mm)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	400	300	78	125	125	87.5

評価対象	ベースプレート板厚 $p_t$ (mm)	ベースプレートのx方向幅 $bB_x$ (mm)	ベースプレートのy方向幅 $bB_y$ (mm)	$\alpha_1$ (-)	$\alpha_2$ (-)	$\alpha_3$ (-)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	36	650	650	1.0	0.76	0.76

評価対象	両端のアンカーボルト芯間距離 $L_1$ (mm)	端部アンカーボルト芯から心棒支持プレート芯までの短いほうの距離 $a$ (mm)	端部アンカーボルト芯から心棒支持プレート芯までの長いほうの距離 $b$ (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 $d_t$ (mm)	心棒支持プレートのベースプレート板厚芯からの跳ね出し長さ $h'$ (mm)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	500	157	343	575	143

第 4-3 表 固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価条件 (3/3)

評価対象	アンカーボルトの軸径 $d$ (mm)	一組の固定金物におけるアンカーボルト本数 $n$ (本)	一組の固定金物における引っ張り側アンカーボルト本数 $n'$ (本)	アンカーボルトの埋込み長さ $L$ (mm)	アンカーボルトのピッチ $a$ (mm)	アンカーボルトのへりあき $c$ (mm)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	24	8	3	300	250	500

#### 4.2 送水車（3B）の評価条件

送水車の固縛装置については、2組で構成する。連結材の評価条件を第4-4表、連結補助材の評価条件を第4-5表、固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価条件を第4-6表に示す。

第4-4表 連結材の評価条件

評価対象	仕様	温度条件 (°C)	$V_D$ (m/s)	$V_{Rm}$ (m/s)	$C_{D1}$ (-)	$C_{D2}$ (-)	$C_{D3}$ (-)
連結材	JIS規格ラウンドスリング ロックスリングソフター E型 5t用	40 (注)	100	85	2.0	2.0	2.0

m (kg)	$A_1$ (m <sup>2</sup> )	$A_2$ (m <sup>2</sup> )	$A_3$ (m <sup>2</sup> )	g (m/s <sup>2</sup> )	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	n (本)
8,745	25.3	21.2	7.4	9.80665	1.22	2

(注) 使用基準はJIS B 8811によるものとする。

第4-5表 連結補助材の評価条件

評価対象	仕様	温度条件 (°C)	$V_D$ (m/s)	$V_{Rm}$ (m/s)	$C_{D1}$ (-)	$C_{D2}$ (-)	$C_{D3}$ (-)
連結補助材	JIS規格シャックル t22 BBシャックル(S級)	40	100	85	2.0	2.0	2.0

m (kg)	$A_1$ (m <sup>2</sup> )	$A_2$ (m <sup>2</sup> )	$A_3$ (m <sup>2</sup> )	g (m/s <sup>2</sup> )	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	n (本)
8,745	25.3	21.2	7.4	9.80665	1.22	2

第4-6表 固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価条件(1/2)

評価対象	$V_D$ (m/s)	$V_{Rm}$ (m/s)	$C_{D1}$ (-)	$C_{D2}$ (-)	$C_{D3}$ (-)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	100	85	2.0	2.0	2.0

m (kg)	$A_1$ ( $m^2$ )	$A_2$ ( $m^2$ )	$A_3$ ( $m^2$ )	g ( $m/s^2$ )	$\rho$ ( $kg/m^3$ )	設計基準強度 $F_c$ (N/ $mm^2$ )	固定材の組数 N(組)
8,745	25.3	21.2	7.4	9.80665	1.22	21	2

評価対象	部位	材料	温度条件 ( $^{\circ}C$ )	基準強度 F (N/ $mm^2$ )	短期許容 曲げ応力度 $f_b$ (N/ $mm^2$ )	短期許容 引張応力度 $f_t$ (N/ $mm^2$ )
固定材及び基礎（アンカーボルト）	心棒	SS400	40	215	215	215
	心棒支持プレート	SN400B	40	235	235	235
	ベースプレート	SN400B	40	235	235	235
	アンカーボルト	SS400	40	235	235	235

評価対象	心棒直径 $sD$ (mm)	心棒の支持点間距離 $sL$ (mm)	心棒支持プレート板厚 $p_t$ (mm)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	75	150	32

評価対象	心棒支持プレート脚部 せい $pD$ (mm)	心棒支持プレート有効 せい $pD'$ (mm)	心棒穴径 $sD'$ (mm)	心棒支持プレート 端あき e (mm)	心棒支持プレート跳ね 出し長さ h (mm)	ベースプレート上面から心棒下端 までの長さ H (mm)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	574	574	78	100	125	87.5



第 4-6 表 固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価条件(2/2)

評価対象	ベースプレート 板厚 $b_t$ (mm)	ベースプレートの x 方向幅 $bB_x$ (mm)	ベースプレートの y 方向幅 $bB_y$ (mm)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	36	840	600

評価対象	両端のアンカーボルト芯間距離 $L_1$ (mm)	端部アンカーボルト芯から心棒支持プレート芯までの短いほうの距離 $a$ (mm)	端部アンカーボルト芯から心棒支持プレート芯までの長いほうの距離 $b$ (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 $d_t$ (mm)	心棒支持プレートのベースプレート板厚芯からの跳ね出し長さ $h'$ (mm)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	x 方向 320 y 方向 480	69	251	540	143

評価対象	アンカーボルトの軸径 $d$ (mm)	一組の固定金物におけるアンカーボルト本数 $n$ (本)	一組の固定金物における引張側アンカーボルト本数 $n'$ (本)	アンカーボルトの長さ $L$ (mm)	アンカーボルトの有効埋込み長さ $L_e$ (mm)	アンカーボルトのピッチ $Aa$ (mm)	アンカーボルトのへりあき $c$ (mm)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	24	8	4	720	570	200	540

#### 4.3 可搬型ホース（送水車用）の評価条件

可搬型ホース（送水車用）の固縛装置は3組で構成する。連結材、連結補助材、固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価条件をそれぞれ第4-7表～第4-9表に示す。

第4-7表 連結材の評価条件

評価対象	仕様	温度条件 (°C)	q (N/m <sup>2</sup> )	G (—)	C (—)	A (m <sup>2</sup> )	n (本)
連結材	JIS規格ラウンドス リング ロックスリングソフ ターTN TN型 20t用	40 (注)	6,100	1.0	1.2	29.3	3

(注) 使用基準はJIS B 8811によるものとする。

第4-8表 連結補助材の評価条件

評価対象	仕様	温度条件 (°C)	q (N/m <sup>2</sup> )	G (—)	C (—)	A (m <sup>2</sup> )	n (本)
連結補助 材	JIS規格シャックル t40 BBシャックル (S級)	40	6,100	1.0	1.2	29.3	3

第4-9表 固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価条件(1/3)

評価対象	q (N/m <sup>2</sup> )	G (—)	C (—)	A (m <sup>2</sup> )	設計基準強度 F <sub>c</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	固定材の組数 N(組)
固定材及び基礎（アンカ ーボルト）	6,100	1.0	1.2	29.3	21	3

評価対象	部位	材料	温度条件 (°C)	基準強度 F(N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 曲げ応力度 f <sub>b</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 引張応力度 f <sub>t</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
固定材及び基 礎（アンカ ーボルト）	心棒	SS400	40	215	215	215
	心棒支持プレート	SN400B	40	235	235	235
	ベースプレート	SN400B	40	235	235	235
	アンカーボルト	SS400	40	235	235	235

第4-9表 固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価条件(2/3)

評価対象	心棒直径 $sD$ (mm)	心棒の支持点間距離 $sL$ (mm)	心棒支持プレート板厚 $p_t$ (mm)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	75	150	32

評価対象	心棒支持プレート脚部せい $pD$ (mm)	心棒支持プレート有効せい $pD'$ (mm)	心棒穴径 $sD'$ (mm)	心棒支持プレート端あき $e$ (mm)	心棒支持プレート跳ね出し長さ $h$ (mm)	ベースプレート上面から心棒下端までの長さ $H$ (mm)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	574	574	78	100	125	87.5

評価対象	ベースプレート板厚 $b_t$ (mm)	ベースプレートの x 方向幅 $b_{B_x}$ (mm)	ベースプレートの y 方向幅 $b_{B_y}$ (mm)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	36	840	600

評価対象	両端のアンカーボルト芯間距離 $L_1$ (mm)	端部アンカーボルト芯から心棒支持プレート芯までの短いほうの距離 $a$ (mm)	端部アンカーボルト芯から心棒支持プレート芯までの長いほうの距離 $b$ (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 $d_t$ (mm)	心棒支持プレートのベースプレート板厚芯からの跳ね出し長さ $h'$ (mm)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	x 方向 320 y 方向 480	69	251	540	143

第4-9表 固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価条件(3/3)

評価対象	アンカーボルトの軸径 $\phi D$ (mm)	一組の固定金物におけるアンカーボルト本数 $n$ (本)	一組の固定金物における引張側アンカーボルト本数 $n'$ (本)	アンカーボルトの長さ $L$ (mm)	アンカーボルトの有効埋込み長さ $L_e$ (mm)	アンカーボルトのピッチ $\phi a$ (mm)	アンカーボルトのへりあき $c$ (mm)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	24	8	4	720	570	200	540

5. 強度評価結果

5.1 送水車（3A）の評価結果

(1) 連結材の評価結果

連結材の評価結果を第 5-1 表に示す。連結材に作用する荷重は許容限界以下であり、かつ 2 倍以上の裕度を有している。

第 5-1 表 連結材の評価結果

評価対象	連結材に作用する荷重 (kN)	許容限界 (kN)	裕度
連結材	92.4	1,176.7	12.73

(2) 連結補助材の評価結果

連結補助材の評価結果を第 5-2 表に示す。連結補助材に作用する荷重は許容限界以下であり、かつ 2 倍以上の裕度を有している。

第 5-2 表 連結補助材の評価結果

評価対象	連結補助材に作用する荷重 (kN)	許容限界 (kN)	裕度
連結補助材	92.4	784.5	8.49

(3) 固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価結果

固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価結果をそれぞれの評価対象に対して、第5-3、4、5及び6表に示す。各評価対象に対して、いずれも許容限界以下であり、かつ2倍以上の余裕を有している。

第5-3表 心棒の評価結果

評価対象	曲げモーメント (kN・mm)	許容限界 (kN・mm)	せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	余裕
心棒	3,465	16,629	92.4	603	4.79

第5-4表 心棒支持プレートの評価結果

評価対象	x方向曲げ モーメント (kN・mm)	許容限界 (kN)	y方向曲げ モーメント (kN・mm)	許容限界 (kN・mm)	y方向 せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	z方向引張 力(kN)	許容限界 (kN)	z方向端あき せん断芯力度 (N/mm <sup>2</sup> )	許容限界 (N/mm <sup>2</sup> )	余裕
心棒支持プレート	8,085	33,501	11,550	372,240	92.4	1,192	92.4	2,065	92.4	1,343	4.14

第5-5表 ベースプレートの評価結果

評価対象	x方向曲げ モーメント (kN・mm)	許容限界 (kN)	x方向 せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	y方向曲げ モーメント (kN・mm)	許容限界 (kN)	y方向 せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	z方向曲げ モーメント (kN)	許容限界 (kN)	z方向引張 力(kN)	許容限界 (kN)	z方向端あき せん断芯力度 (N/mm <sup>2</sup> )	許容限界 (N/mm <sup>2</sup> )	余裕
ベースプレート	9,064	54,440	58	3,492	6,607	54,440	132	3,492	9,952	54,440	92.4	3,492	92.4	3,492	5.47

第5-6表 アンカーボルトの評価結果

評価対象	引張力 (kN)	許容限界 (kN)	せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	引張力+せん断力	許容限界	余裕
アンカーボルト	11.6	66.2	11.6	55.8	0.061	1	4.31

上記の(1)～(3)の評価結果より、すべての区画構成要素について、裕度2倍以上を確保していることから区画設置全体として2倍以上の余裕を有していることを確認した。

## 5.2 送水車（3B）の評価結果

### (1) 連結材の評価結果

連結材の評価結果を第 5-7 表に示す。連結材に作用する荷重は許容限界以下であり、かつ 2 倍以上の裕度を有している。

第 5-7 表 連結材の評価結果

評価対象	連結材に作用する荷重 (kN)	許容限界 (kN)	裕度
連結材	24.1	294.1	12.20

### (2) 連結補助材の評価結果

連結補助材の評価結果を第 5-8 表に示す。連結補助材に作用する荷重は許容限界以下であり、かつ 2 倍以上の裕度を有している。

第 5-8 表 連結補助材の評価結果

評価対象	連結補助材に作用する荷重 (kN)	許容限界 (kN)	裕度
連結補助材	24.1	245.1	10.17

(3) 固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価結果

固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価結果をそれぞれの評価対象に対して、第5-9、10、11及び12表に示す。各評価対象に対して、いずれも許容限界以下であり、かつ2倍以上の余裕度を有している。

第5-9表 心棒の評価結果

評価対象	曲げモーメント (kN・mm)	許容限界 (kN・mm)	せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	余裕度
心棒	904	16,629	24.1	603	18.39

第5-10表 心棒支持プレートの評価結果

評価対象	x方向曲げ モーメント (kN・mm)	許容限界 (kN)	x方向 せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	y方向 せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	z方向引張力 (kN)	許容限界 (kN)	z方向端あき せん断応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	許容限界 (N/mm <sup>2</sup> )	余裕度
心棒支持プレート	2,109	37,985	24.1	2,368	24.1	2,368	24.1	4,102	24.1	955	18.01

第5-11表 ベースプレートの評価結果

評価対象	x方向曲げ モーメント (kN・mm)	許容限界 (kN)	x方向 せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	y方向 せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	z方向曲げ モーメント (kN)	許容限界 (kN)	z方向せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	余裕度
ベースプレート	2,703	50,252	40	3,223	37	4,513	1,304	50,252	24.1	3,223	18.59

第5-12表 アンカーボルトの評価結果

評価対象	引張力 (kN)	許容限界 (kN)	せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	引張力+せん断力	許容限界	余裕度
アンカーボルト	3.1	87.7	3.1	50.6	0.004	1	16.32

上記の(1)~(3)の評価結果より、すべての固縛構成要素について、裕度2倍以上を確保していることから固縛装置全体として2倍以上の余裕度を有していることを確認した。



5.3 可搬型ホース（送水車用）の評価結果

(1) 連結材の評価結果

連結材の評価結果を第 5-13 表に示す。連結材に作用する荷重は許容限界以下であり、かつ 2 倍以上の裕度を有している。

第 5-13 表 連結材の評価結果

評価対象	連結材に作用する荷重 (kN)	許容限界 (kN)	裕度
連結材	71.3	1176.7	16.50

(2) 連結補助材の評価結果

連結補助材の評価結果を第 5-14 表に示す。連結補助材に作用する荷重は許容限界以下であり、かつ 2 倍以上の裕度を有している。

第 5-14 表 連結補助材の評価結果

評価対象	連結補助材に作用する荷重 (kN)	許容限界 (kN)	裕度
連結補助材	71.3	784.5	11.00

(3) 固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価結果

固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価結果をそれぞれの評価対象に対して、第 5-15、16、17 及び 18 表に示す。各評価対象に対して、いずれも許容限界以下であり、かつ 2 倍以上の裕度を有している。

第 5-15 表 心棒の評価結果

評価対象	曲げモーメント (kN・mm)	許容限界 (kN・mm)	せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	裕度
心棒	2,673	16,629	71.3	503	6.22

第 5-16 表 心棒支持プレートの評価結果

評価対象	x 方向 モーメント (kN・mm)	許容限界 (kN・mm)	x 方向 せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	y 方向 モーメント (kN・mm)	許容限界 (kN・mm)	y 方向 せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	z 方向引張力 (kN)	許容限界 (kN)	z 方向端あき せん断応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	許容限界 (N/mm <sup>2</sup> )	裕度
心棒支持プレート	6,237	37,985	71.3	2,368	8,910	681,356	71.3	2,368	71.3	4,102	71.3	955	6.09

第 5-17 表 ベースプレートの評価結果

評価対象	x 方向 モーメント (kN・mm)	許容限界 (kN・mm)	x 方向 せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	y 方向 モーメント (kN・mm)	許容限界 (kN・mm)	y 方向 せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	z 方向曲げ モーメント (kN)	許容限界 (kN)	z 方向せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	裕度
ベースプレート	7,995	50,252	116	3,223	5,096	70,353	109	4,513	3,338	50,252	71.3	3,223	6.28

第 5-18 表 アンカーボルトの評価結果

評価対象	引張力 (kN)	許容限界 (kN)	せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	引張力+せん断力	許容限界	裕度
アンカーボルト	9.0	87.7	9.0	50.6	0.035	1	5.62

上記の(1)～(3)の評価結果より、すべての固縛構成要素について、裕度 2 倍以上を確保していることから固縛装置全体として 2 倍以上の裕度を有していることを確認した。