

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-593 改1
提出年月日	平成30年7月26日

V-3-2-13 重大事故等クラス2支持構造物（ポンプ）の強度計算方法

## 目次

1. 概要	1
2. 重大事故等クラス2支持構造物（ポンプ）の強度計算方法	2
2.1 クラス2支持構造物の規定に基づく強度計算方法	2
2.1.1 記号の定義	2
2.1.2 強度計算方法	3
3. 強度計算書のフォーマット	5
3.1 強度計算書のフォーマットの概要	5
3.2 記載する数値に関する注意事項	5
3.3 強度計算書のフォーマット	5

## 1. 概要

本資料は「V-3-1-6 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、重大事故等クラス2ポンプを支持する支持構造物であって、重大事故等クラス2ポンプに溶接により取り付けられ、その損壊により重大事故等クラス2ポンプに損壊を生じさせるおそれがある重大事故等クラス2支持構造物（ポンプ）（以下「重大事故等クラス2支持構造物（ポンプ）」という。）が十分な強度を有することを確認するための方法として適用する発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005年版（2007年追補版含む。））（J S M E S N C 1 - 2005/2007）（日本機械学会2007年9月）（以下「設計・建設規格」という。）の規定に基づく強度計算方法について説明するものであり、重大事故等クラス2支持構造物（ポンプ）の強度計算方法及び強度計算書のフォーマットにより構成する。

2. 重大事故等クラス2支持構造物（ポンプ）の強度計算方法

2.1 クラス2支持構造物の規定に基づく強度計算方法

2.1.1 記号の定義

重大事故等クラス2支持構造物（ポンプ）の一次応力計算に用いる記号について、以下に説明する。

	記号	単位	定義
一次応力計算に使用するもの	$A_f$	$\text{mm}^2$	圧縮フランジの断面積
	$A_s$	$\text{mm}^2$	取付ラグの断面積
	$b$	$\text{mm}$	取付ラグの幅
	$E$	$\text{MPa}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part6 表1に規定する材料の縦弾性係数
	$F$	$\text{MPa}$	設計・建設規格 SSB-3121.1により規定される値
	$f_b$	$\text{MPa}$	許容曲げ応力
	$F_c$	$\text{N}$	取付ラグ1個にかかる最大の鉛直荷重
	$f_s$	$\text{MPa}$	許容せん断応力
	$h$	$\text{mm}$	はりのせい
	$I$	$\text{mm}^4$	断面二次モーメント
	$l_b$	$\text{mm}$	圧縮フランジの支点間距離
	$M$	$\text{N}\cdot\text{mm}$	取付ラグにかかる曲げモーメント
	$t_1$	$\text{mm}$	取付ラグの厚さ（側板）
	$t_2$	$\text{mm}$	取付ラグの厚さ（底板）
	$W$	$\text{kg}$	内部流体質量を含むポンプ質量
	$Z$	$\text{mm}^3$	取付ラグの断面係数
	$\sigma_b$	$\text{MPa}$	一次曲げ応力
$\sigma_s$	$\text{MPa}$	一次せん断応力	

2.1.2 強度計算方法

ここでは、重大事故等クラス2支持構造物（ポンプ）の取付ラグ部について評価が必要な一次応力及びその計算方法を示す。

材料の設計降伏点は設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8及び設計引張強さは設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9によりポンプの最高使用温度に応じた値を用いる。設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8及び表9記載の温度の中間の値の場合は比例法を用いて計算し、小数点第1位以下を切り捨てた値を用いるものとする。

強度計算は設計・建設規格に基づき適切な裕度を持った許容値を使用して実施することから、強度計算に用いる寸法は公称値を使用する。

(1) 評価応力（設計・建設規格 SSC-3010）

今回申請する支持構造物（ポンプ）については、以下のとおり評価する。

項目		適用規格番号	評価
一次応力	引張応力	設計・建設規格 SSC-3121.1	支持構造物に引張力が作用しないので評価を省略する。
	せん断応力		評価を行う。
	圧縮応力		支持構造物に圧縮力が作用しないので評価を省略する。
	曲げ応力		評価を行う。
	支圧応力		構造上支圧応力が発生するものはないので評価を省略する。
	組合せ応力		支持構造物に引張応力が生じないことから、せん断応力、曲げ応力との組合せは省略する。

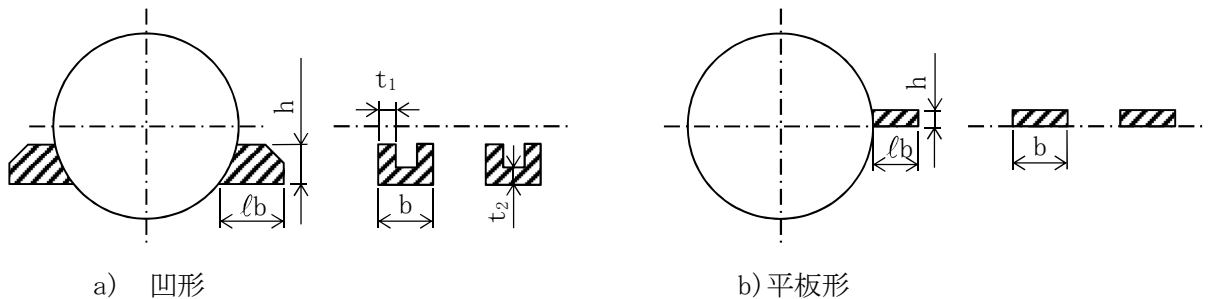


図2-1 支持構造物の形状例

(2) 一次応力及び許容応力の計算（設計・建設規格 SSC-3010）

一次応力は，下記計算式により求められる許容応力以下であることを確認する。

項目	適用規格番号	計算式
一次せん断応力	—	$\sigma_s = \frac{F_c}{A_s} \quad *1, *2$
許容せん断応力	設計・建設規格 SSC-3121.1	$f_s = \frac{F}{1.5\sqrt{3}}$
一次曲げ応力	—	$M = F_c \ell_b$ $\sigma_b = \frac{M}{Z} \quad *3$
許容曲げ応力	設計・建設規格 SSC-3121.1	$f_b = \frac{0.433 E A f}{\ell_b h} \quad *4$ $f_t = \frac{F}{1.5}$ いずれか小さい方の値を用いる。

注記 \*1:  $F_c$  は，各支持構造物にかかる荷重で最も大きい値を用いる。支持構造物にかかる荷重は， $W$ をポンプの重心位置及び支持構造物の間隔により比例配分することにより算出する。

\*2:  $A_s$  は，取付ラグの断面積で，凹形は  $A_s = 2 t_1 (h - t_2) + b t_2$   
平板形は  $A_s = b h$ より求める。

\*3: 【凹形】  $Z$  は，取付ラグの断面係数で， $Z_1 = \frac{I}{e_1}$ と  $Z_2 = \frac{I}{e_2}$ のうち小さい方の値を用いる。

$e_1, e_2$  は，中立軸までの距離で，次式により求まる。

$$e_1 = h - e_2$$

$$e_2 = \frac{h^2 2 t_1 + t_2^2 (b - 2 t_1)}{2 \{ b t_2 + (h - t_2) 2 t_1 \}}$$

$I$  は，断面二次モーメントで，次式により求まる。

$$I = \frac{1}{3} \{ 2 t_1 e_1^3 + b e_2^3 - (b - 2 t_1) (e_2 - t_2)^3 \}$$

$$\text{【平板形】 } Z = \frac{b h^2}{6}$$

\*4:  $A f$  は，圧縮フランジの断面積で， $A f = t_2 b$ より求める。

### 3. 強度計算書のフォーマット

#### 3.1 強度計算書のフォーマットの概要

強度計算書のフォーマットは、重大事故等クラス2支持構造物（ポンプ）を構成する部材について以下の3.3項のフォーマットを用い、フォーマット中に計算に必要な条件及び結果を記載する。

#### 3.2 記載する数値に関する注意事項

計算に使用しないものや計算結果のないものは、計算結果表の欄には 

—
---

 として記載する。

#### 3.3 強度計算書のフォーマット

強度計算書のフォーマットは、次のとおりである。

FORMAT-1 支持構造物（ポンプ）の強度計算書

FORMAT-1

〇〇の強度計算書

1. 一次せん断応力評価

種類	脚本数	材料	最高 使用温度 (°C)	F 値 (MPa)	鉛直荷重 $F_c$ (N)	断面積 $A_s$ (mm <sup>2</sup> )	一次せん断応力 $\sigma_s$ (MPa)	許容せん断応力 $f_s$ (MPa)	評価

2. 一次曲げ応力評価

種類	脚本数	材料	最高 使用温度 (°C)	F 値 (MPa)	鉛直荷重 $F_c$ (N)	曲げモーメント $M$ (N・mm)	断面係数 $Z$ (mm <sup>3</sup> )	一次曲げ応力 $\sigma_b$ (MPa)	許容曲げ応力 $f_b$ (MPa)	評価