

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-357 改0
提出年月日	平成30年5月10日

### V-3-2-7 クラス4管の強度計算方法

## 目次

1. 一般事項	1
1.1 概 要	1
1.2 適用規格及び基準との適合性	1
1.3 強度計算書の構成とその見方	3
1.4 計算精度と数値の丸め方	3
1.5 材料の表示方法	4
1.6 概略系統図の管継手及び仕様変更点の表示方法	5
1.7 長方形の管の表示方法	5
2. クラス4管の強度計算方法	5
2.1 共通記号	6
2.2 管の強度計算	6
2.3 フランジの強度計算	7
2.4 伸縮継手の強度計算	8

## 1. 一般事項

### 1.1 概要

本計算方法は、発電用原子力設備のうちクラス4管の基本板厚計算書（以下「強度計算書」という。）について説明するものである。

### 1.2 適用規格及び基準との適合性

- (1) 強度計算は、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。）により行う。

設計・建設規格各規格番号と強度計算書との対応は、表1-1に示すとおりである。

- (2) 強度計算書で計算するもの以外の管継手は、以下に掲げる規格（形状及び寸法に関する部分に限る。）又は設計・建設規格 別表4に掲げるものとし、接続配管のスケジュール番号と同等以上のものを使用する。（設計・建設規格 PPH-3045）

- a. J I S B 2 3 1 1 (2001) 「一般配管用鋼製突合せ溶接式管継手」
- b. J I S B 2 3 1 2 (2001) 「配管用鋼製突合せ溶接式管継手」
- c. J I S B 2 3 1 3 (2001) 「配管用鋼板製突合せ溶接式管継手」
- d. J I S B 2 3 1 6 (1997) 「配管用鋼製差込み溶接式管継手」

- (3) 強度計算書で計算するもの以外のフランジ継手については、以下に掲げる規格（材料に関する部分を除く。）又は設計・建設規格 別表2に掲げるものを使用する。（設計・建設規格 PPH-3040）

- a. J I S B 2 2 3 8 (1996) 「鋼製管フランジ通則」
- b. J I S B 2 2 3 9 (1996) 「鋳鉄製管フランジ通則」
- c. J I S B 2 2 4 0 (1996) 「銅合金製管フランジ通則」

表1-1 設計・建設規格各規格番号と強度計算書との対応

設計・建設規格 規格番号	強度計算書の計算式 (章節番号)	備考
PPH-3020 (管の厚さ)	2.2	管の強度計算
PPH-3040 (継手の構造)	2.3	フランジの強度計算 (1.2(3) フランジ継手)
PPH-3045 (管継手)  準用 PPC-3416(伸縮継手)	2.4	1.2(2)管継手   伸縮継手の強度計算

NT2 補③ V-3-2-7 R0

### 1.3 強度計算書の構成とその見方

- (1) 強度計算書は、本計算方法と各配管の強度計算書から成る。
- (2) 各配管の強度計算書では、記号の説明及び計算式を省略しているため、本計算方法によるものとする。
- (3) 各配管の強度計算書において、NO. の番号は概略系統図の丸で囲んだ番号を表す。

### 1.4 計算精度と数値の丸め方

計算の精度は6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表1-2に示すとおりとする。

表1-2 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
最高使用圧力		MPa	—	—	小数点以下第2位* <sup>1</sup>
温度		℃	—	—	整数位
算出応力		MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
長さ	下記以外の長さ	mm	小数点以下第3位	四捨五入	小数点以下第2位
	計算上必要な厚さ	mm	—	—	小数点以下第2位
	最小厚さ	mm	小数点以下第3位	切捨て	小数点以下第2位
面積		mm <sup>2</sup>	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁* <sup>2</sup>

注記 \*1：必要に応じて小数点以下第3位を用いる。

\*2：絶対値が1000以上のときは、べき数表示とする。

### 1.5 材料の表示方法

材料は次に従い表示するものとする。

- (1) 設計・建設規格に定める材料記号を原則とする。

設計・建設規格に記載されていないが設計・建設規格に相当材が記載されている場合は、次のように表示する。

相当材記号 相当 (当該材記号)

(例1) SM400A 相当 (SMA400AP)

(例2) SCMV3-1 相当 (ASME SA387 Gr. 11Cl. 1)

- (2) 管の強度計算書において管の製造方法の区別を表示するので、材料表示としては、製造方法の区別を特に表示しない。

(継目無管：S，溶接管：W)

- (3) 強度区分により許容引張応力の値が異なる場合、材料記号の後に J I S で定める強度区分を付記する。

(例)

設計・建設規格の表示	計算書の表示
SCMV3 ( 付録材料図表 Part5 表5の許容 引張応力の上段 )	SCMV3-1
SCMV3 ( 付録材料図表 Part5 表5の許容 引張応力の下段 )	SCMV3-2

## 1.6 概略系統図の管継手及び仕様変更点の表示方法

### (1) 管継手の表示方法

概略系統図において、計算対象となる管と管継手の区別をするために管継手のみの管番号に“\*”を付け、概略系統図中に“注記\*：管継手”と表示する。

### (2) 管の仕様変更点の表示方法

概略系統図中、管の途中において仕様変更が生じた場合は“—●—”のように表示する。

## 1.7 長方形の管の表示方法

長方形の管の長径及び短径の表示は、以下の例のように記載する。

(W及びHはそれぞれ幅及び高さを意味する。)

(例) 角形 1600W×1650H

2. クラス4管の強度計算方法

発電用原子力設備のうちクラス4管の強度計算に用いる計算式と記号を以下に定める。

2.1 共通記号

特定の計算に限定せず、一般的に使用する記号を共通記号として次に掲げる。

なお、以下に示す記号のうち、各計算において説明しているものはそれに従う。

設計・建設規格の記号	計算書の表示	表示内容	単位
P	NO.	管，フランジ及び伸縮継手等の番号 数字のみ：管 F：フランジ E：伸縮継手	—
	P	最高使用圧力（内圧）	MPa
	Q	厚さの負の許容差	%, mm

2.2 管の強度計算

管の強度計算は，設計・建設規格 PPH-3020を適用する。

(1) 記号の説明

設計・建設規格の記号	計算書の表示	表示内容	単位
	$D_o$	管の外径	mm
	$t_r$	管に必要な厚さ	mm
	$t_s$	管の最小厚さ	mm
	製法		—
	S	継目無管	
	W	溶接管	

(2) 算式

管に必要な厚さは，次に掲げる値のいずれか大きい方の値とする。

a. 円形の管

設計・建設規格 PPH-3020(1)の表PPH-3020-1により求めた値： $t$

b. 長方形の管

設計・建設規格 PPH-3020(2)の表PPH-3020-2より求めた値。

(3) 評価

管の最小厚さ ( $t_s$ )  $\geq$  管に必要な厚さ ( $t_r$ ) ならば強度は十分である。



### 2.3 フランジの強度計算

フランジの強度計算は、設計・建設規格 PPH-3040を適用する。

#### (1) 記号の説明

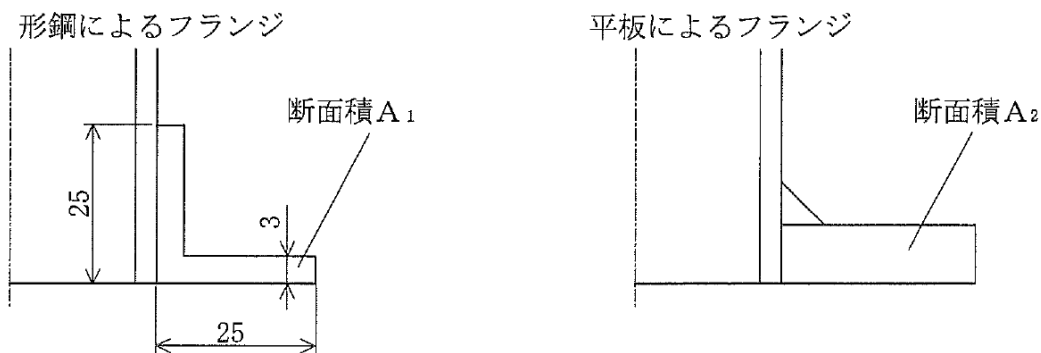
設計・建設規格又はJISの記号	計算書の表示	表示内容	単位
	D	フランジの外径	mm
	d <sub>o</sub>	管内径	mm
	h	ボルトの穴径	mm
	t	フランジ厚さ	mm

#### (2) 評価

実際の断面積 $\geq$ 必要な断面積(25mm $\times$ 25mm $\times$ 3mmの形鋼の断面積=141mm<sup>2</sup>)ならば強度は十分である。

#### (3) 補足

設計・建設規格 PPH-3040 (1)の規定に関する代表例を図2-1に示す。



$$A_2 \geq A_1$$

図2-1

## 2.4 伸縮継手の強度計算

伸縮継手の強度計算は、設計・建設規格 PPH-3045(設計・建設規格 PPC-3416準用)を適用する。

### (1) 記号の説明

設計・建設規格の記号	計算書の表示	表示内容	単位
b	b	継手部の波のピッチの2分の1	mm
c	c	継手部の層数	—
E	E	材料の縦弾性係数 設計・建設規格 付録材料図表 Part6 表1による。	MPa
h	h	継手部の波の高さ	mm
N	N	許容繰返し回数	—
	$N_r$	実際の繰返し回数	—
n	n	継手部の波数の2倍の値	—
t	t	継手部の板の厚さ	mm
	U	実際の繰返し回数( $N_r$ ) / 許容繰返し回数(N)	—
$\delta$	$\delta$	全伸縮量	mm
$\sigma$	$\sigma$	継手部応力	MPa
	算式		—
	A	調整リング無しの場合	
	B	調整リング付きの場合	

### (2) 継手部の形状

継手部の形状を図2-2に示す。

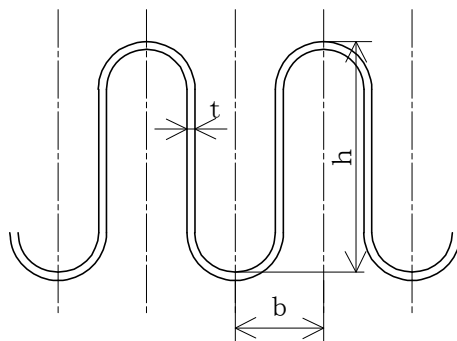


図2-2 継手部の形状

(3) 算式

伸縮継手の許容繰返し回数は

$$N = \left( \frac{11031}{\sigma} \right)^{3.5}$$

ただし、材料がステンレス鋼及び高ニッケル合金のものに限る。

a. 調整リングが付いていない場合の継手部応力

$$\sigma = \frac{1.5 \cdot E \cdot t \cdot \delta}{n \cdot \sqrt{b \cdot h^3}} + \frac{P \cdot h^2}{2 \cdot t^2 \cdot c} \dots\dots\dots (A)$$

b. 調整リングが付いている場合の継手部応力

$$\sigma = \frac{1.5 \cdot E \cdot t \cdot \delta}{n \cdot \sqrt{b \cdot h^3}} + \frac{P \cdot h}{t \cdot c} \dots\dots\dots (B)$$

(4) 評価

実際の繰返し回数 ( $N_r$ ) と許容繰返し回数 ( $N$ ) の比 ( $U = N_r / N$ ) が  $U \leq 1$  であれば伸縮継手の強度は十分である。

実際の繰返し回数が2種類以上の場合は、実際の繰返し回数と許容繰返し回数の比を加えた値 ( $U = \sum_i (N_{r i} / N_i)$ ) が  $U \leq 1$  であれば伸縮継手の強度は十分である。

別紙 1 基本板厚計算書の概略系統図記載要領

基本板厚計算書の概略系統図記載要領については，添付書類「IV-3-2-2 クラス1管の強度計算書 別紙1 基本板厚計算書の概略系統図記載要領」による。

## 別紙2 管の基本板厚計算書のフォーマット

管の基本板厚計算書のフォーマットについては、添付書類「IV-3-2-2 クラス1管の強度計算書 別紙2 管の基本板厚計算書のフォーマット」による。