

本資料のうち、枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7添-2-034-2-1 改1
提出年月日	2020年6月25日

## V-2-3-3-1-2(1) 原子炉压力容器の耐震計算結果

V-2-3-3-1-2(1) 原子炉压力容器の耐震計算結果

目 次  
(概要)

1. 概要 .....	1-1
-------------	-----

目 次  
(ブラケット類)

2. ブラケット類の応力計算	2-1
2.1 一般事項	2-1
2.1.1 形状・寸法・材料	2-1
2.1.2 解析範囲	2-1
2.1.3 計算結果の概要	2-1
2.2 計算条件	2-6
2.2.1 設計条件	2-6
2.2.2 材料	2-6
2.2.3 荷重の組合せ及び許容応力状態	2-6
2.2.4 荷重の組合せ及び応力評価	2-6
2.2.5 許容応力	2-6
2.2.6 応力の記号と方向	2-6
2.3 応力計算	2-7
2.3.1 応力評価点	2-7
2.3.2 外荷重による応力	2-7
2.3.3 応力の評価	2-7
2.4 応力強さの評価	2-8
2.4.1 ブラケット付根の応力強さの評価	2-8
2.4.2 ロッド穴周辺の応力強さの評価	2-8

図 表 目 次  
(ブラケット類)

図2-1	形状・寸法・材料	2-2
表2-1	計算結果の概要	2-5
表2-2	ブラケット付根の一次一般膜応力強さの評価	2-9
表2-3	ブラケット付根の一次膜+一次曲げ応力強さの評価	2-10
表2-4	ロッド穴周辺の純せん断応力の評価	2-11
表2-5	ロッド穴周辺の一次膜+一次曲げ応力強さの評価	2-11

目 次  
(原子炉压力容器スカート)

3. 原子炉压力容器スカートの応力計算	3-1
3.1 一般事項	3-1
3.1.1 記号の説明	3-1
3.1.2 形状・寸法・材料	3-1
3.1.3 解析範囲	3-1
3.1.4 計算結果の概要	3-2
3.2 計算条件	3-5
3.2.1 設計条件	3-5
3.2.2 運転条件	3-5
3.2.3 材料	3-5
3.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	3-5
3.2.5 荷重の組合せ及び応力評価	3-5
3.2.6 許容応力	3-5
3.3 応力計算	3-5
3.3.1 応力評価点	3-5
3.3.2 内圧による応力	3-5
3.3.3 外荷重による応力	3-6
3.3.4 応力の評価	3-6
3.4 応力強さの評価	3-6
3.4.1 一次一般膜応力強さの評価	3-6
3.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価	3-6
3.4.3 一次＋二次応力強さの評価	3-6
3.5 繰返し荷重の評価	3-7
3.5.1 疲労解析	3-7
3.6 特別な応力の評価	3-7
3.6.1 座屈に対する評価	3-7

図 表 目 次  
(原子炉压力容器スカート)

図3-1	形状・寸法・材料・応力評価点	3-3
表3-1	計算結果の概要	3-4
表3-2	一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ	3-9
表3-3	一次+二次応力強さの評価のまとめ	3-10
表3-4	疲労累積係数の評価のまとめ	3-11
表3-5	座屈に対する評価に用いる荷重	3-12
表3-6	座屈に対する評価	3-12

目 次  
(原子炉压力容器基礎ボルト)

4. 原子炉压力容器基礎ボルトの応力計算	4-1
4.1 一般事項	4-1
4.1.1 形状・寸法・材料	4-1
4.1.2 解析範囲	4-1
4.1.3 計算結果の概要	4-1
4.2 計算条件	4-4
4.2.1 設計条件	4-4
4.2.2 材料	4-4
4.2.3 荷重の組合せ及び許容応力状態	4-4
4.2.4 荷重の組合せ及び応力評価	4-4
4.2.5 許容応力	4-4
4.2.6 許容応力評価条件	4-4
4.3 応力計算	4-4
4.3.1 外荷重による応力	4-4
4.4 応力の評価	4-5



図 表 目 次  
(原子炉压力容器基礎ボルト)

図4-1	形状・寸法・材料	4-2
表4-1	計算結果の概要	4-3
表4-2	許容応力評価条件	4-6
表4-3	計算結果	4-6

## 1. 概要

本計算書は、原子炉压力容器（原子炉压力容器スカート及び原子炉压力容器基礎ボルトを含む。）の耐震計算結果に関するものである。

本計算書の各機器は、V-2-3-3-1-1「原子炉压力容器の応力解析の方針」（以下「応力解析の方針」という。）に基づき評価する。

本計算書は、原子炉压力容器であって、設計基準対象施設に分類される下記の機器について、構造強度評価の結果を示すものである。

- ・ブラケット類
- ・原子炉压力容器スカート
- ・原子炉压力容器基礎ボルト

なお、原子炉压力容器本体であって、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備に分類される下記の機器については、V-2-3-3-1-3「原子炉压力容器本体の応力計算書」に構造強度評価の結果を示す。

- ・胴板
- ・下部鏡板
- ・制御棒駆動機構ハウジング貫通孔
- ・原子炉冷却材再循環ポンプ貫通孔（N1）
- ・主蒸気ノズル（N3）
- ・給水ノズル（N4）
- ・低圧注水ノズル（N6）
- ・上蓋スプレイ・ベントノズル（N7）
- ・原子炉停止時冷却材出口ノズル（N8）
- ・原子炉停止時冷却材出口ノズル（N10）
- ・原子炉冷却材再循環ポンプ差圧検出ノズル（N9）
- ・炉心支持板差圧検出ノズル（N11）
- ・計装ノズル（N12）
- ・計装ノズル（N13）
- ・計装ノズル（N14）
- ・計装ノズル（N15）

注：本計算書においては、平成5年6月17日付け4資庁第14562号にて認可された工事計画の添付書類（「応力解析の方針」の参照図書(1)）及び平成3年8月23日付け3資庁第6675号にて認可された工事計画の添付書類（「応力解析の方針」の参照図書(2)）を「既工認」という。

[ ] : 材 料

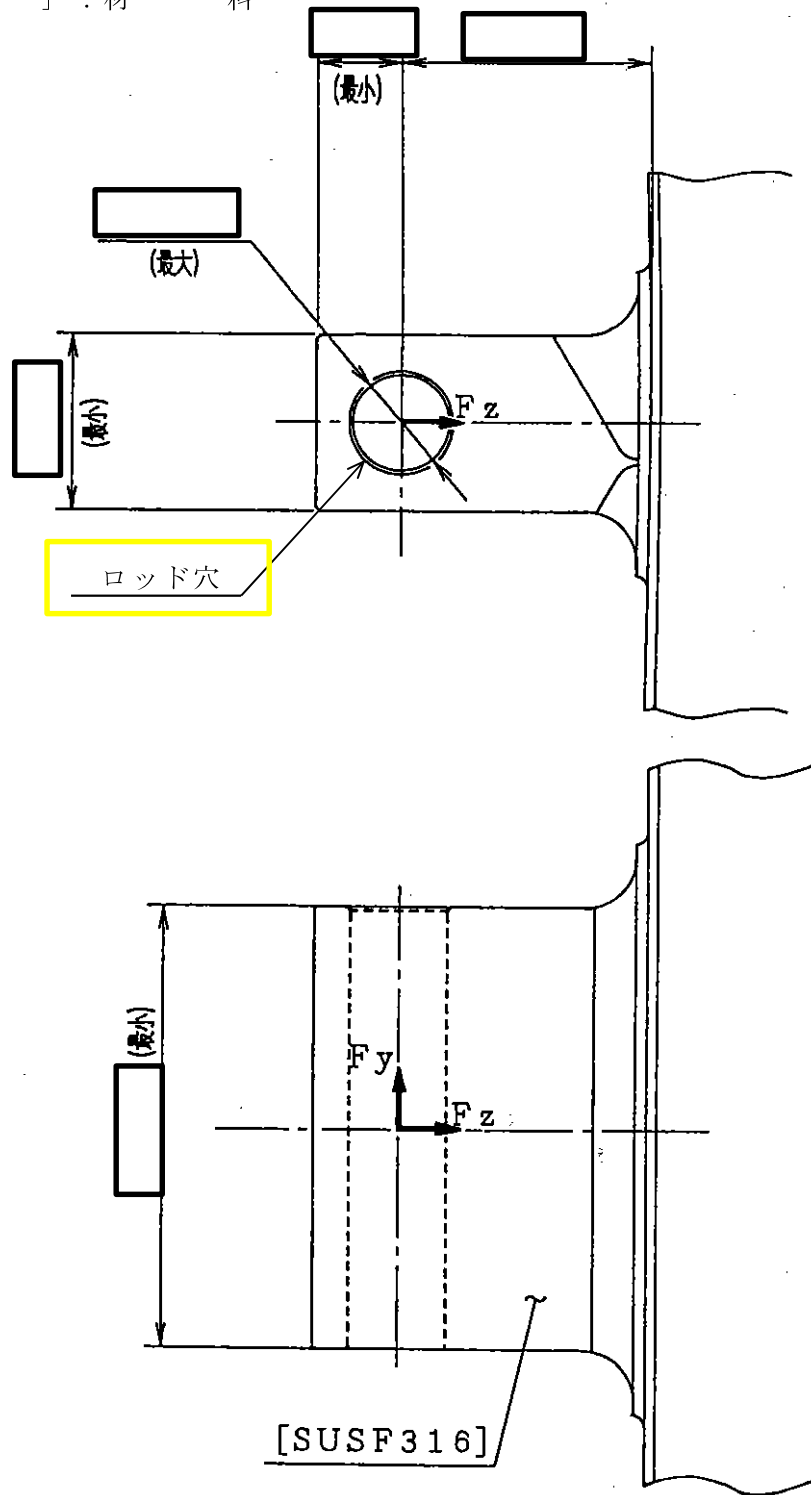


図 2-1(3) 形状・寸法・材料 (単位: mm)  
 (給水スパーチャブラケット, 低圧注水スパーチャブラケット)

## 2.3 応力計算

### 2.3.1 応力評価点

応力評価点は、図2-1(1)～図2-1(3)に示すそれぞれのブラケット付根及び図2-1(3)に示すブラケットのロッド穴周辺とする。

### 2.3.2 外荷重による応力

#### (1) 荷重条件

ブラケットに作用する外荷重を「応力解析の方針」の表4-1(7)に示す。

ブラケットの荷重作用点を図2-1に示す。

#### (2) 計算方法

##### a. ブラケット付根の応力

ブラケット付根の応力の計算は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)s.に定めるとおりである。

なお、ブラケット付根は集中荷重を受ける片持ちばりにモデル化し計算する。

##### b. ロッド穴周辺の応力

給水スパーギャブラケット及び低圧注水スパーギャブラケットのロッド穴周辺の応力の計算は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)s.に定めるとおりである。

なお、ロッド穴周辺は矩形断面の円環にモデル化し計算する。

### 2.3.3 応力の評価

計算された応力から、応力強さを算出する。

応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の5.1.2項に定めるとおりである。

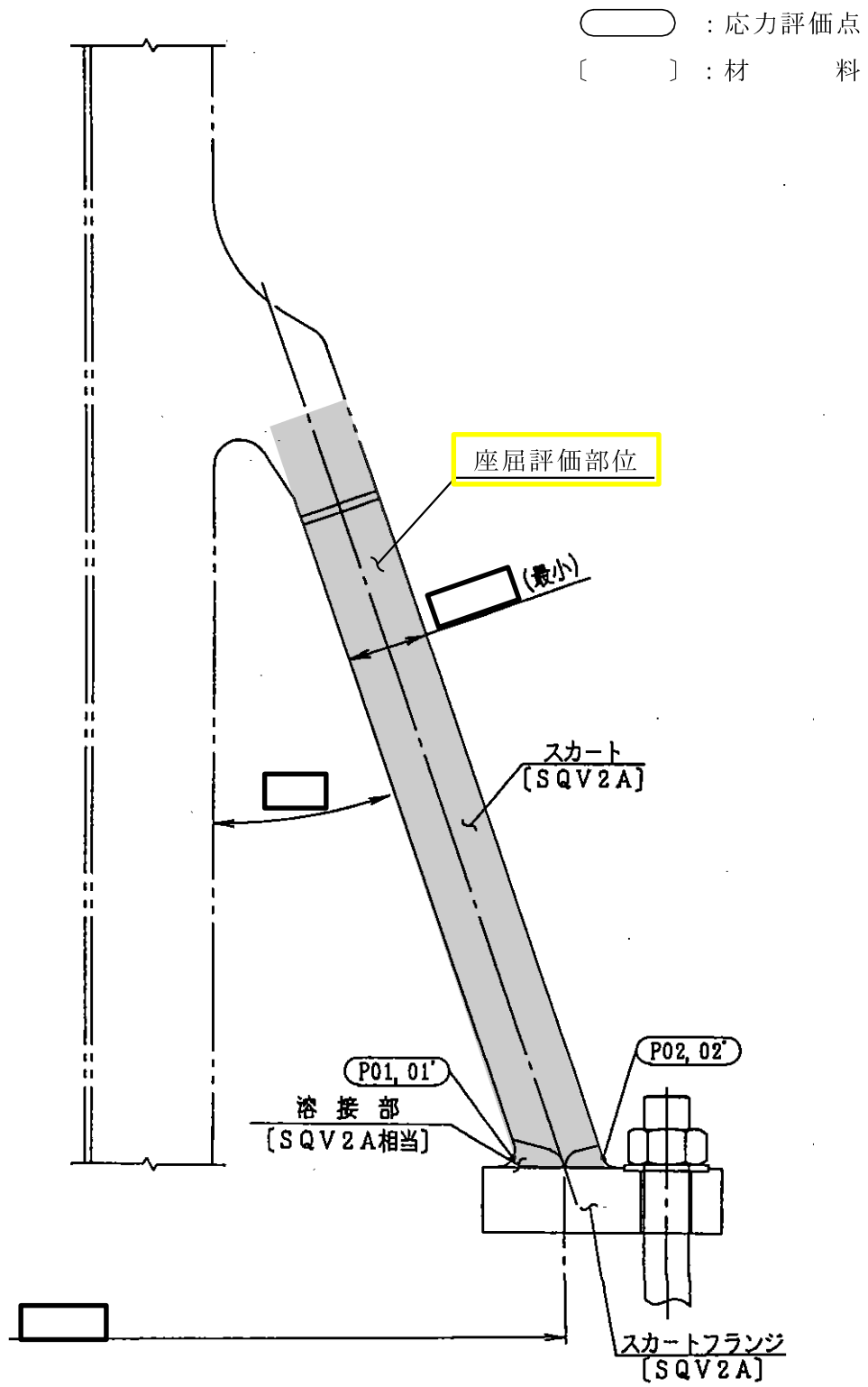


図 3-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

## 3.2 計算条件

### 3.2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の4.1節に示す。

### 3.2.2 運転条件

考慮した運転条件は、V-3-別添8「原子炉压力容器スカートの強度計算書」に定められておりである。

### 3.2.3 材料

各部の材料を図3-1に示す。

### 3.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の3.4節に示す。

### 3.2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の4.3節に示す。

### 3.2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の3.5節に示す。

## 3.3 応力計算

### 3.3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図3-1に示す。

なお、応力集中を生じる箇所での応力集中係数は、V-3-別添8「原子炉压力容器スカートの強度計算書」に定められておりである。

### 3.3.2 内圧による応力

#### (1) 荷重条件 (L01)

各運転状態による内圧は、V-3-別添8「原子炉压力容器スカートの強度計算書」に定められておりである。

#### (2) 計算方法

内圧による応力の計算は、V-3-別添8「原子炉压力容器スカートの強度計算書」に定められておりである。

なお、各運転条件での内圧による応力は、最高使用圧力での応力を用いて、圧力の比により（比倍して）計算する。

### 3.3.3 外荷重による応力

#### (1) 荷重条件 (L12, L13, L18, L19, L14及びL16)

外荷重を「応力解析の方針」の表4-1(2)に示す。

#### (2) 計算方法

外荷重による応力の計算は、V-3-別添8「原子炉圧力容器スカート強度計算書」に定めるとおりである。

なお、各荷重での応力は、単位荷重（鉛直力、水平力等）での応力を用いて、荷重（鉛直力、水平力等）の比により（比倍して）計算する。

### 3.3.4 応力の評価

各応力評価点で計算された応力を分類ごとに重ね合わせて組合せ応力を求め、応力強さを算出する。

応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の5.1.2項に定めるとおりである。

## 3.4 応力強さの評価

### 3.4.1 一次一般膜応力強さの評価

応力評価面P01-P02及びP01'-P02'は構造不連続部であるため、一次一般膜応力に分類される応力は存在しない。

### 3.4.2 一次膜+一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表3-2に示す。

表3-2より、各許容応力状態の一次膜+一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

### 3.4.3 一次+二次応力強さの評価

地震荷重のみにおける評価を表3-3に示す。

表3-3より、すべての評価点において $S_n^{\#1}$ 及び $S_n^{\#2}$ は、 $3 \cdot S_m$ 以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

## 4.2 計算条件

### 4.2.1 設計条件

設計条件は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(2)に定めるとおりである。

### 4.2.2 材料

各部の材料を図4-1に示す。

### 4.2.3 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(2)に定めるとおりである。

### 4.2.4 荷重の組合せ及び応力評価

応力評価は、4.2.3項に示す荷重の組合せにより発生する引張応力及びせん断応力について行う。

### 4.2.5 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の3.5節に示す。

### 4.2.6 許容応力評価条件

- (1) 許容応力状態ⅢA S及び許容応力状態ⅣA Sの応力の評価には、運転状態Ⅰ及びⅡの荷重と組み合わせる場合には57℃、冷却材喪失事故後の荷重と組み合わせる場合には171℃に対する許容応力を用いる。
- (2) 基礎ボルトの許容応力評価条件を表4-2に示す。

## 4.3 応力計算

### 4.3.1 外荷重による応力

#### (1) 荷重条件

基礎ボルトに作用する外荷重を「応力解析の方針」の表4-1(8)に示す。

#### (2) 計算方法

外荷重による応力の計算は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(2)に定めるとおりである。

なお、引張り応力は基礎ボルトを断面積の等しい等価な円筒としてモデル化し、せん断応力は基礎ボルトの本数と断面性能より計算する。