

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-添 2-006-03改01
提出年月日	2022年6月14日

VI-2-6-3-1 制御棒駆動機構の耐震性についての計算書

2022年6月

中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	3
2.3 適用規格・基準等	4
2.4 記号の説明	5
2.5 計算精度と数値の丸め方	6
3. 評価部位	7
4. 固有周期	8
5. 構造強度評価	9
5.1 構造強度評価方法	9
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	9
5.3 設計用地震力	13
5.4 計算方法	14
5.5 計算条件	16
5.6 応力の評価	20
6. 評価結果	21
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	21
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	21

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、制御棒駆動機構が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

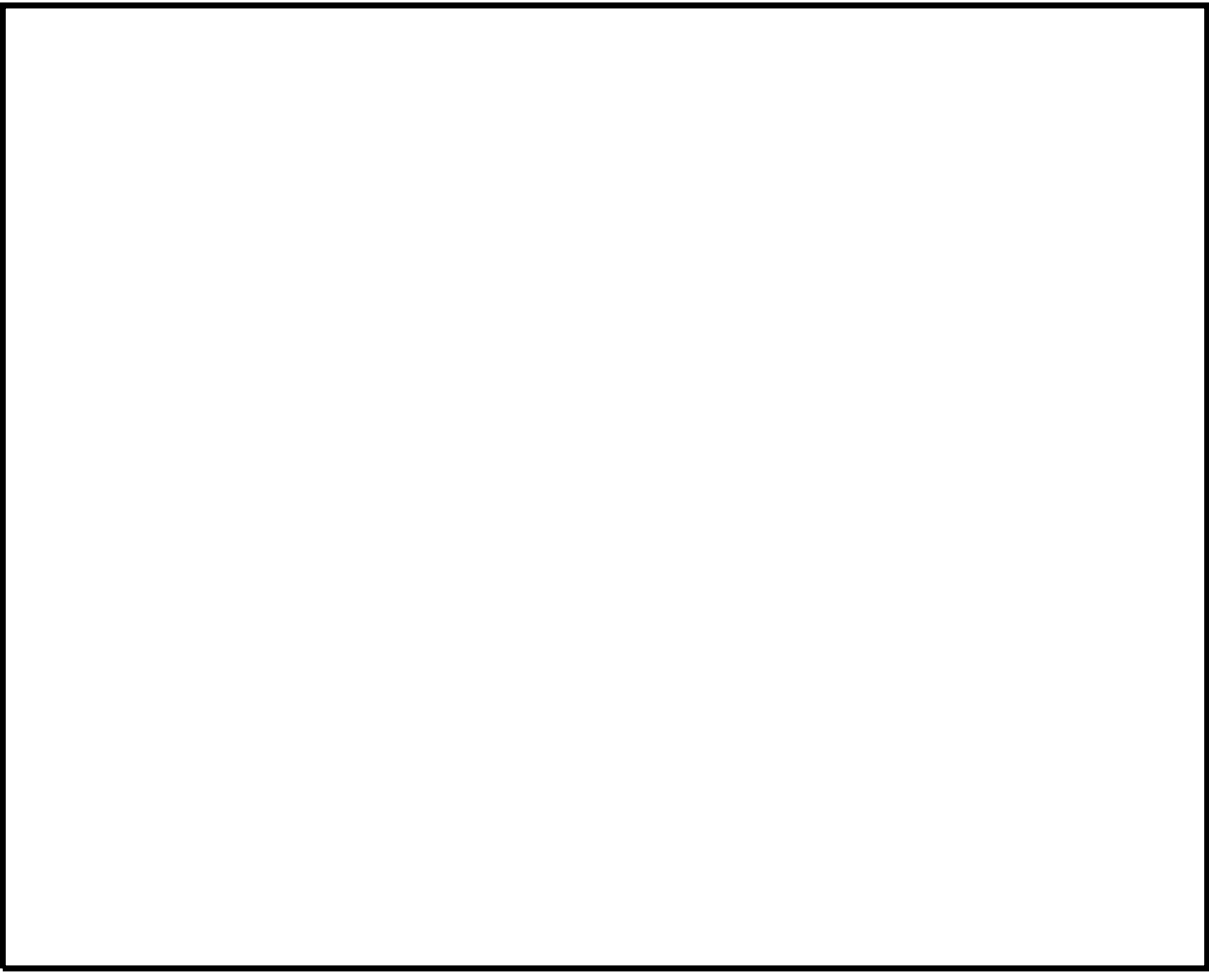
制御棒駆動機構は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

制御棒駆動機構の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>制御棒駆動機構は、原子炉圧力容器下部から延長している制御棒駆動機構ハウジング内に収容する一体構造物で、フランジを制御棒駆動機構ハウジングの下端フランジに締付ボルトで接合される。</p>	<p>ラッチ機構を備えた水圧駆動ピストンラッチ方式。水圧ピストンは、ピストンチューブ、インデックスチューブ、シリンダーチューブ等から構成される。また、ラッチ機構は、コレットフィンガ、コレットスプリング等から構成される。</p>	

2.2 評価方針

制御棒駆動機構の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示す制御棒駆動機構の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」にて算出した固有周期に基づく「5.3 設計用地震力」による応力等が許容限界内に収まることを、「5.4 計算方法」にて示す方法にて地震時における応力を確認することで実施する。確認結果を「6. 評価結果」に示す。

制御棒駆動機構の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

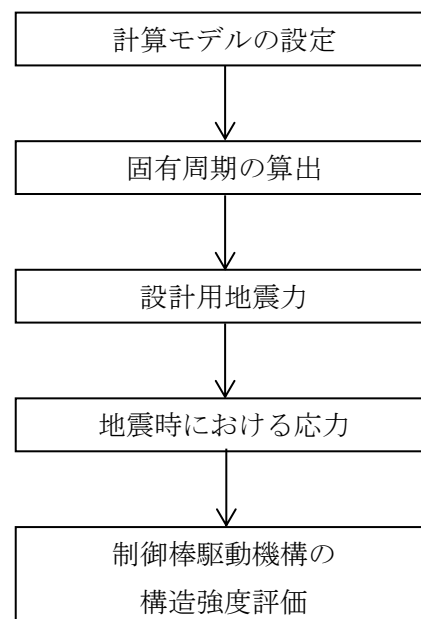


図 2-1 制御棒駆動機構の耐震評価フロー

2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984
（（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 （（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版（（社）日本電気協会）
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格（（社）日本機械学会，2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
B ₁ , B ₂	設計・建設規格 PPB-3810 に規定する応力係数 (一次応力の計算に使用するもの)	—
C ₂	設計・建設規格 PPB-3810 に規定する応力係数 (一次+二次応力の計算に使用するもの)	—
C _v	鉛直方向設計震度	—
D _o	管の外径	mm
E	設計・建設規格 付録材料図表 Part6 表1 に定める値	MPa
F _w	制御棒駆動機構の自重による荷重	N
F _{s c r}	スクラム反力により制御棒駆動機構に生じる荷重	N
F _v	鉛直方向震度により制御棒駆動機構に生じる地震荷重	N
K ₂ , K _e	設計・建設規格 PPB-3810 に規定する応力係数 (ピーク応力の計算に使用するもの)	—
M _{h s g}	水平方向震度により制御棒駆動機構ハウジングに生じる モーメント	N・mm
M _{i p}	管の機械的荷重(地震による慣性力を含む。)により生じる モーメント	N・mm
M _{i s}	管の地震による慣性力と相対変位により生じるモーメントの 全振幅	N・mm
n _i	繰返し荷重 i の実際の繰返し回数	回
N _i	繰返し荷重 i に対し, 設計・建設規格 PPB-3534 にしたがって 算出された許容繰返し回数	回
P	地震と組合せるべき運転状態における圧力	MPa
S _h	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表5 に定める材料の 最高使用温度における値	MPa
S _ℓ	繰返しピーク応力強さ	MPa
S _m	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表1 に定める値	MPa
S _n	一次+二次応力	MPa
S _p	ピーク応力	MPa
S _{p r m}	一次応力	MPa
S _u	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9 に定める値	MPa
S _y	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8 に定める値	MPa
S _y (R T)	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8 に定める材料の 40℃における値	MPa
t	管の厚さ	mm
U	疲労累積係数	—
Z _i	管の断面係数	mm ³

2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表 2-2 に示すとおりである。

表 2-2 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
圧力	MPa	小数点以下第 3 位	四捨五入	小数点以下第 2 位
温度	℃	小数点以下第 1 位	四捨五入	整数位
外径	mm	小数点以下第 2 位	四捨五入	小数点以下第 1 位
厚さ	mm	小数点以下第 2 位	四捨五入	小数点以下第 1 位
縦弾性係数	MPa	有効数字 4 桁目	四捨五入	有効数字 3 桁
断面係数	mm ³	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*1}
モーメント	N・mm	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*1}
許容応力 ^{*2}	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
疲労累積係数	—	小数点以下第 5 位	切上げ	小数点以下第 4 位

注記*1：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*2：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は、比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

3. 評価部位

制御棒駆動機構の耐震評価は、「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、制御棒駆動機構ハウジングの下端フランジとの接合部品であるフランジについて、耐震評価上厳しくなる最小板厚部を管とみなし、地震荷重として制御棒駆動機構ハウジング部分の応答の最大値が作用するものとして実施する。

制御棒駆動機構のフランジより上部は制御棒駆動機構ハウジング内に収容されるため、地震動による影響は小さく、制御棒駆動機構ハウジングと接合されるフランジが最も影響を受ける。また、フランジが原子炉冷却材圧力バウンダリとなることから、本部位を評価部位とする。

制御棒駆動機構の耐震評価部位については、表 2-1 の概略構造図に示す。

4. 固有周期

表 2-1 の構造計画図に示すように、制御棒駆動機構は制御棒駆動機構ハウジングに据付部材を介さずに、締結ボルトにて直接接続される構造である。VI-2-2-1「炉心，原子炉圧力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉本体の基礎の地震応答計算書」において，制御棒駆動機構ハウジングの固有周期は 以下であることが確認でき，剛構造とみなすことができるため，固有周期の計算は省略する。

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

- (1) 制御棒駆動機構ハウジングの下端フランジとの接合部品であるフランジの最小板厚部を管とみなし、地震荷重として制御棒駆動機構ハウジング部分の応答の最大値が作用するものとする。
- (2) 地震力は、制御棒駆動機構に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。
また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。
- (3) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。
- (4) 耐震評価は、設計基準対象施設と重大事故等対処設備の包絡条件で実施する。

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

制御棒駆動機構の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-2 に示す。

5.2.2 許容応力

制御棒駆動機構の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 5-3 のとおりとする。

5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

制御棒駆動機構の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-5 に示す。

表 5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ*1	許容応力状態
計測制御系統 施設	制御材駆動 装置	制御棒駆動機構	S	—*2	$D + P + M + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P + M + S_s$	Ⅳ _A S
					$D + P_L + M_L + S_d^*$	

注記*1：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

*2：クラス1管の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 5-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ*2	許容応力状態
計測制御系統 施設	制御材駆動 装置	制御棒駆動機構	常設耐震／防止	—*3	$D + P + M + S_s$	Ⅳ _A S
					$D + P_L + M_L + S_d^*$	
					$D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d$	Ⅴ _A S (Ⅴ _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限 界を用いる。)
					$D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$	

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備を示す。

*2：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

*3：クラス1管の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 5-3 許容応力 (クラス 1 管及び重大事故等クラス 2 管 (クラス 1 管))

許容応力状態	許容限界* ¹		
	一次応力	一次+二次応力	一次+二次+ピーク応力
Ⅲ _A S	$2.25 \cdot S_m$	$3 \cdot S_m$ S _d 又はS _s 地震動のみによる 応力振幅について評価する。	S _d 又はS _s 地震動のみによる 疲労累積係数と運転状態Ⅰ,Ⅱに おける疲労累積係数の和が1.0以下 であること。
Ⅳ _A S V _A S* ²	$3 \cdot S_m$		

注記*1: 当該の応力が生じない場合, 規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

*2: 許容応力状態V_ASは許容応力状態Ⅳ_ASの許容限界を使用し, 許容応力状態Ⅳ_ASとして評価を実施する。

表 5-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _m (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		最高使用温度						
制御棒駆動機構 フランジ		最高使用温度	302	114	—	—	—	—

表 5-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _m (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		最高使用温度						
制御棒駆動機構 フランジ		最高使用温度	302	114	—	—	—	—

5.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 5-6 及び表 5-7 に示す。

「弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度」及び「基準地震動 S_s」による地震力は、VI-2-1-7 「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表 5-6 設計用地震力（設計基準対象施設）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
EL 13.054 (EL 17.499* ¹)	—* ²	—* ²	—* ³	C _v =0.64* ⁴	—* ³	C _v =1.29* ⁵

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：固有周期は、VI-2-2-1「炉心、原子炉圧力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉本体の基礎の地震応答計算書」における制御棒駆動機構ハウジングの解析結果を用いるため、計算は省略する。

*3：水平方向震度により発生する荷重は、制御棒駆動機構ハウジングの地震応答解析結果を用いるため、記載は省略する。

*4：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S_d）及び静的震度を上回る設計震度

*5：設計用震度 I（基準地震動 S_s）を上回る設計震度

表 5-7 設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
EL 13.054 (EL 17.499* ¹)	—* ²	—* ²	—	—	—* ³	C _v =1.29* ⁴

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：固有周期は、VI-2-2-1「炉心、原子炉圧力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉本体の基礎の地震応答計算書」における制御棒駆動機構ハウジングの解析結果を用いるため、計算は省略する。

*3：水平方向震度により発生する荷重は、制御棒駆動機構ハウジングの地震応答解析結果を用いるため、記載は省略する。

*4：設計用震度 I（基準地震動 S_s）を上回る設計震度

5.4 計算方法

制御棒駆動機構ハウジングの下端フランジとの接合部品であるフランジの最小板厚部を管とみなし、地震荷重として制御棒駆動機構ハウジング部分の応答の最大値が作用するものとして実施する。

耐震評価モデルを図5-1に示す。

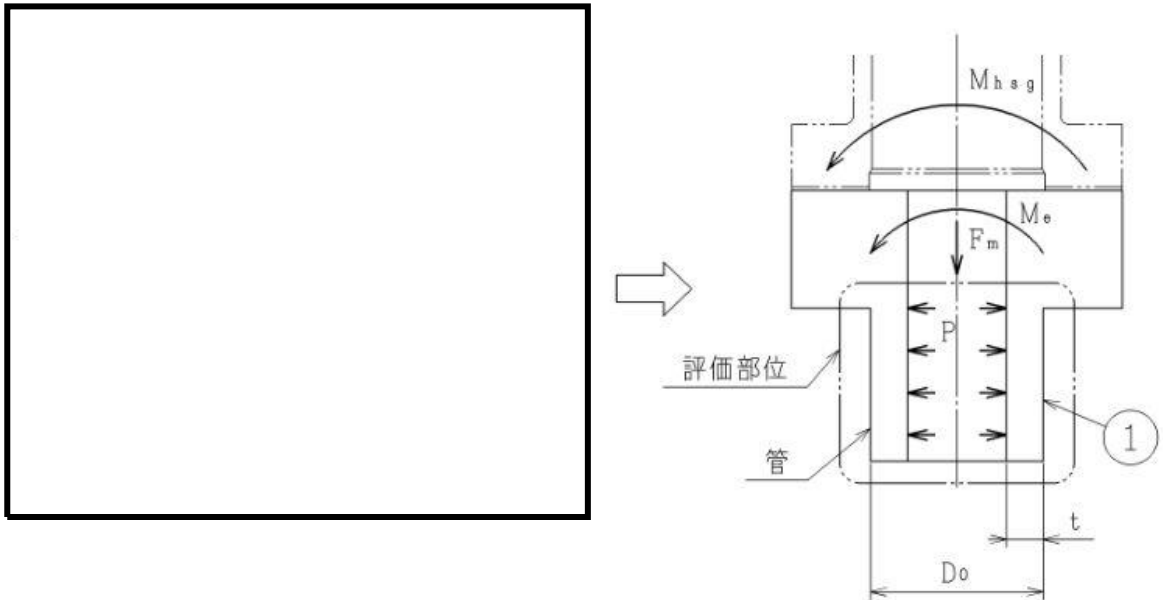


図5-1 耐震評価モデル

5.4.1 管に作用するモーメント

図5-1の評価部位において、鉛直方向に作用する荷重 F_m を管に作用するモーメント M_e へ換算する換算式は以下となる。

$$M_e = \frac{D_o^2 + (D_o - 2t)^2}{8D_o} F_m \dots \dots \dots (5.4.1.1)$$

(1) 管の機械的荷重（地震による慣性力を含む。）により生じるモーメント

機械的荷重として自重とスクラム反力による荷重，地震による慣性力として地震動による鉛直荷重と応答モーメントを考慮すると以下となる。

$$M_{ip} = M_{hsg} + \frac{D_o^2 + (D_o - 2t)^2}{8D_o} \cdot (F_w + F_{scr} + F_v) \dots \dots \dots (5.4.1.2)$$

(2) 管の地震動の慣性力と相対変位により生じるモーメントの全振幅

相対変位は生じないことから、地震動の慣性力として地震動による鉛直荷重と応答モーメントを考慮すると以下となる。

$$M_{i s} = \left\{ M_{h s g} + \frac{D_0^2 + (D_0 - 2t)^2}{8D_0} \cdot F_v \right\} \times 2 \quad \dots \dots (5.4.1.3)$$

5.4.2 耐震性についての計算

(1) 一次応力

$$S_{p r m} = \frac{B_1 \cdot P \cdot D_0}{2t} + \frac{B_2 \cdot M_{i p}}{Z_i} \quad \dots \dots (5.4.2.1)$$

ここで、

$$Z_i = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{D_0^4 - (D_0 - 2t)^4}{D_0} \quad \dots \dots (5.4.2.2)$$

とする。

(2) 一次+二次応力

$$S_n = \frac{C_2 \cdot M_{i s}}{Z_i} \quad \dots \dots (5.4.2.3)$$

(3) ピーク応力

$$S_p = \frac{K_2 \cdot C_2 \cdot M_{i s}}{Z_i} \quad \dots \dots (5.4.2.4)$$

(4) 繰返しピーク応力強さ

$$S_\ell = \frac{K_e \cdot S_p}{2} \quad \dots \dots (5.4.2.5)$$

(5) 疲労累積係数

$$\sum \left(\frac{n_i}{N_i} \right) \leq 1.0 \quad \dots \dots (5.4.2.6)$$

5.5 計算条件

5.5.1 設計条件

制御棒駆動機構の耐震評価に用いる設計条件を表5-8に示す。

表5-8 設計条件

管番号	対応する 評価点	最高 使用圧力 (MPa)	最高 使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度 分類	縦弾性 係数 (MPa)
1	最小断面	8.62	302				S	

注記*：最高使用温度における値

5.5.2 制御棒駆動機構の耐震評価の計算条件

耐震評価に用いる計算条件は、本計算書の【制御棒駆動機構の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

5.5.3 運転条件

制御棒駆動機構の耐震評価に用いる運転条件を表5-9に示す。

表5-9 運転条件

運転状態	運転条件	回数
I 及び II	耐圧試験（最高使用圧力以下）	
	起動（昇温）	
	タービントリップ及びその他のスクラム	
	定格出力運転（制御棒駆動機構隔離）	
	定格出力運転（単一制御棒スクラム）	
	燃料交換（スクラム）	
	原子炉給水ポンプ停止	
	逃がし安全弁誤作動	
III	過大圧力	
	自動減圧系誤作動	
	誤起動	
IV	冷却材喪失事故	

運転条件領域区分：制御棒駆動機構ハウジング面より下の領域

運転条件図：図5-2 参照

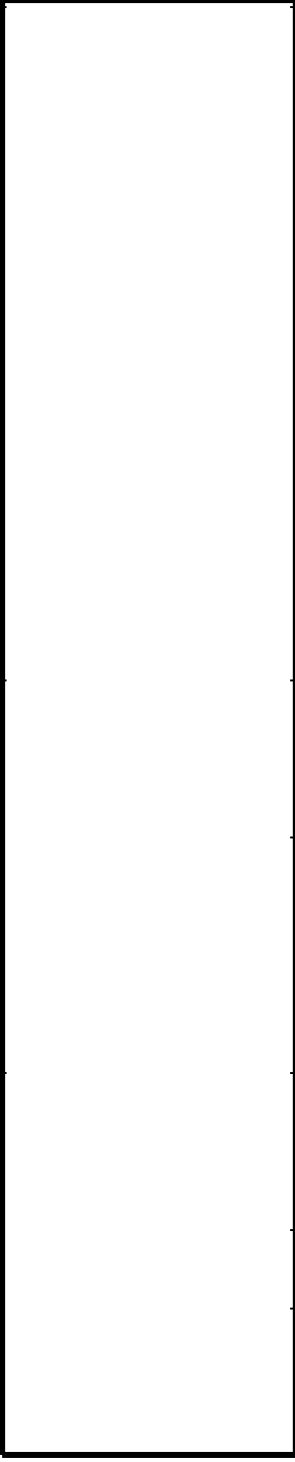
運転状態 I 及び II		
運転状態区分	C02	C03, C04
運転条件	耐圧試験 (最高使用圧力以下)	起動
運転名称		タービントリップ及びその他スクラム
圧力 (MPa)		

図 5-2(1) 運転条件図

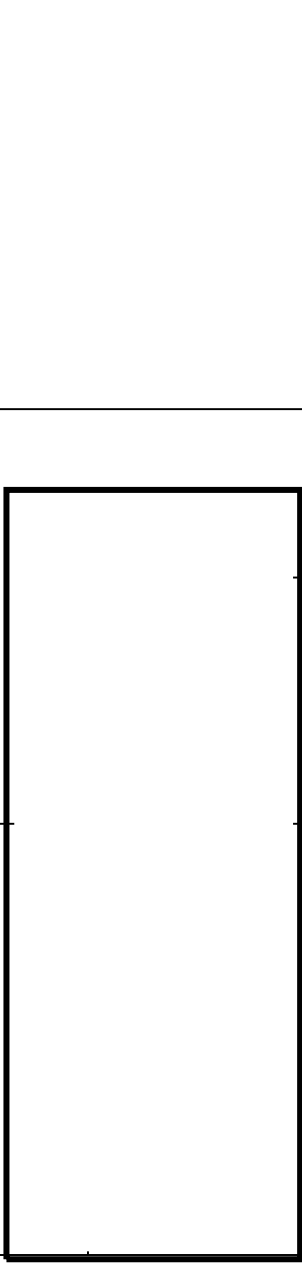
運転状態 I 及び II		
運転状態区分	C12	C13, C14, C15, C16, C17
運転条件	定格出力運転	停止
運転名称		燃料交換
圧力 (MPa)		

図 5-2(2) 運転条件図

運転状態区分		運転状態 I 及び II	
運転条件	C20	C21	
運転名称	原子炉給水ポンプ停止	逃がし安全弁誤作動	
圧力 (MPa)			

図 5-2 (3) 運転条件図

運転状態区分		運転状態 III		運転状態 IV	
運転条件	C22	C23	C26	C27	
運転名称	過大圧力	自動減圧系誤作動	誤起動	冷却材喪失事故	
圧力 (MPa)					

図 5-2 (4) 運転条件図

5.6 応力の評価

5.4.2 項で求めた組合せ応力が最高使用温度における許容応力以下であること。ただし、許容応力は下表による。

応力の種類	許容応力*	
	許容応力状態Ⅲ _A S	許容応力状態Ⅳ _A S
一次応力	$2.25 \cdot S_m$	$3 \cdot S_m$
一次+二次応力	$3 \cdot S_m$	
	S _d 又は S _s 地震動のみによる応力振幅について評価する。	
一次+二次 +ピーク応力	S _d 又は S _s 地震動のみによる疲労累積係数と 運転状態Ⅰ，Ⅱにおける疲労累積係数の和が1.0以下 であること。	

注記*：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

制御棒駆動機構の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

制御棒駆動機構の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

【制御棒駆動機構の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度		
制御棒駆動機構	S	EL 13.054 (EL 17.499*1)	—*2	—*2	—*3	C _v =0.64*4	—*3	C _v =1.29*5	302	—

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 固有周期は、VI-2-2-1「炉心、原子炉圧力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉本体の基礎の地震応答計算書」における制御棒駆動機構ハウジングの解析結果を用いるため、計算は省略する。

*3: 水平方向震度により発生する荷重は、制御棒駆動機構ハウジングの地震応答解析結果を用いるため、記載は省略する。

*4: 設計用震度 I (弾性設計用地震動 S_d) 及び静的震度を上回る設計震度

*5: 設計用震度 I (基準地震動 S_s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

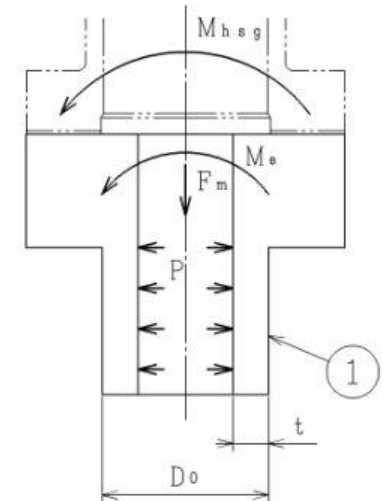
部材	D _o (mm)	t (mm)	M _{hsg} (N・mm)		F _w (N)
			弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	
管番号1					

部材	F _{scr} (N)	F _v (N)		P (MPa)	n _i (回)
		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s		
管番号1					

部材	Z _i (mm ³)	B ₁	B ₂	C ₂	K ₂	K _e	S _m (MPa)	S _y (MPa)	縦弾性係数 E (MPa)
管番号1									

注記*1: 地震動のみによる疲労累積係数と運転状態 I, II における疲労累積係数の和にて疲労評価を実施するため、許容等価繰返し回数は地震によるピーク応力から算定し、適用する設計用等価繰返し回数は、地震動の等価繰返し回数 (150 回) に運転条件の回数を加えた回数とする。

*2: 最高使用温度で算出



1.3 計算数値

管に作用するモーメント

部 材	M _{i p} (N・mm)		M _{i s} (N・mm)	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
管番号1				

許容繰返し回数

部 材	S _p (MPa)		S _ℓ (MPa)		N _i (回)	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
管番号1						

1.4 結論

1.4.1 応力

許容応力状態	最大応力評価点	最大応力区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
			一次応力	許容応力	一次+二次応力	許容応力	疲労累積係数
			S _{p r m} (S _d) S _{p r m} (S _s)	2.25・S _m 3・S _m	S _n (S _d) S _n (S _s)	3・S _m 3・S _m	U+U S _d U+U S _s
ⅢA S	管番号1 最小断面	S _{p r m} (S _d)	33	258	—	—	—
ⅢA S		S _n (S _d)	—	—	38	344	—
ⅢA S		U+U S _d	—	—	—	—	0.0000
ⅣA S		S _{p r m} (S _s)	55	344	—	—	—
ⅣA S		S _n (S _s)	—	—	81	344	—
ⅣA S		U+U S _s	—	—	—	—	0.0000

すべて許容応力以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度		
制御棒駆動機構	常設耐震/防止	EL 13.054 (EL 17.499* ¹)	—* ²	—* ²	—	—	—* ³	C _v =1.29* ⁴	302	—

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 固有周期は、VI-2-2-1「炉心、原子炉圧力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉本体の基礎の地震応答計算書」における制御棒駆動機構ハウジングの解析結果を用いるため、計算は省略する。

*3: 水平方向震度により発生する荷重は、制御棒駆動機構ハウジングの地震応答解析結果を用いるため、記載は省略する。

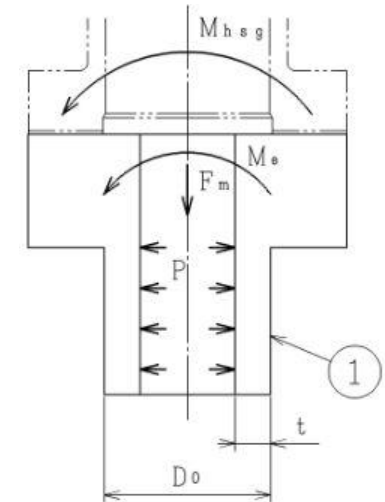
*4: 設計用震度 I (基準地震動 S_s) を上回る設計震度

2.2 機器要目

部材	D _o (mm)	t (mm)	M _{hsg} (N・mm)		F _w (N)
			弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	
管番号1			—		

部材	F _{scr} (N)	F _v (N)		P (MPa)	n _i (回)
		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s		
管番号1		—			

部材	Z _i (mm ³)	B ₁	B ₂	C ₂	K ₂	K _e	S _m (MPa)	S _y (MPa)	縦弾性係数 E (MPa)
管番号1								—	



注記*1: 地震動のみによる疲労累積係数と運転状態 I, II における疲労累積係数の和にて疲労評価を実施するため、許容等価繰返し回数は地震によるピーク応力から算定し、適用する設計用等価繰返し回数は、地震動の等価繰返し回数 (150 回) に運転条件の回数を加えた回数とする。

*2: 最高使用温度で算出

2.3 計算数値

管に作用するモーメント

部 材	M _{ip} (N・mm)		M _{is} (N・mm)	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
管番号1	—		—	

許容繰返し回数

部 材	S _p (MPa)		S _ℓ (MPa)		N _i (回)	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
管番号1	—		—		—	

2.4 結論

2.4.1 応力

許容応力状態	最大応力評価点	最大応力区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
			一次応力 S _{pr m} (S _s)	許容応力 3・S _m	一次+二次応力 S _n (S _s)	許容応力 3・S _m	疲労累積係数 U+U _{S_s}
V _{AS}	管番号1 最小断面	S _{pr m} (S _s)	55	344	—	—	—
V _{AS}		S _n (S _s)	—	—	81	344	—
V _{AS}		U+U _{S_s}	—	—	—	—	0.0000

すべて許容応力以下である。