

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-2-039-19 改2
提出年月日	2020年9月1日

V-2-8-4-7 配管遮蔽の耐震性についての計算書

K7 ① V-2-8-4-7 R0

2020年9月

東京電力ホールディングス株式会社

V-2-8-4-7 配管遮蔽の耐震性についての計算書

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	7
3.	評価部位	8
4.	地震応答解析及び構造強度評価	17
4.1	地震応答解析及び構造強度評価方法	17
4.2	荷重の組合せ及び許容応力	17
4.2.1	荷重の組合せ及び許容応力状態	17
4.2.2	許容応力	17
4.2.3	使用材料の許容応力評価条件	17
4.3	解析モデル及び諸元	21
4.4	固有周期	27
4.5	設計用地震力	28
4.6	計算方法	29
4.6.1	架台	29
4.6.2	基礎ボルト	32
4.7	計算条件	36
4.8	応力の評価	36
4.8.1	架台の応力評価	36
4.8.2	基礎ボルトの応力評価	37
5.	評価結果	38
5.1	重大事故等対処設備としての評価結果	38

1. 概要

本計算書は、V-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、配管遮蔽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。

配管遮蔽は、重大事故等対処設備においては常設重大事故緩和設備に分類される。以下、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

配管遮蔽の構造計画を表 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>配管遮蔽の遮蔽板は溶接で架台に固定され、架台は十分剛な原子炉建屋及びフィルタベント遮蔽壁に基礎ボルトにより固定される。配管遮蔽（その1）はフィルタベント遮蔽壁に、配管遮蔽（その2）から（その8）は原子炉建屋に支持される。</p>	<p>遮蔽板（鋼製） 架台</p>	<p style="text-align: center;">配管遮蔽（全体図）</p> <p style="text-align: right;">（単位 mm）</p>

2.2 評価方針

配管遮蔽の応力評価は、V-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」にて示す配管遮蔽の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4.3 解析モデル及び諸元」及び「4.4 固有周期」で算出した固有周期に基づく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、「4. 地震応答解析及び構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

配管遮蔽の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

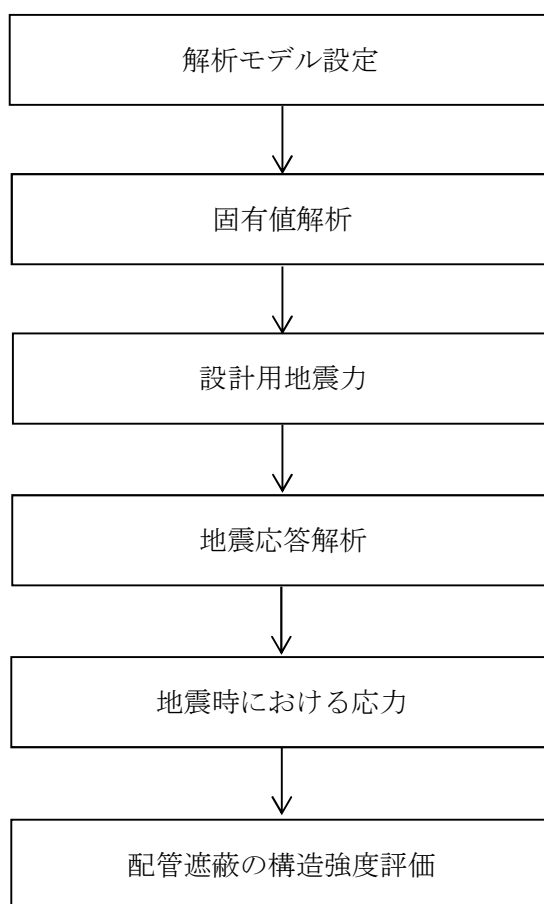


図 2-1 配管遮蔽の耐震評価フロー

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
A	架台の断面積	mm ²
A _b	基礎ボルトの軸断面積	mm ²
A _y	架台鋼材の y 軸方向有効せん断断面積	mm ²
A _z	架台鋼材の z 軸方向有効せん断断面積	mm ²
C _H	水平方向設計震度	—
C _V	鉛直方向設計震度	—
d _o	基礎ボルトの呼び径	mm
E	縦弾性係数	MPa
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 SSB-3121.3又はSSB-3133に定める値	MPa
F _b	基礎ボルトに作用する引張力	N
F _x	架台の軸力 (x 方向)	N
F _y	架台のせん断力 (y 方向)	N
F _z	架台のせん断力 (z 方向)	N
f _b	架台の許容曲げ応力	MPa
f _c	架台の許容圧縮応力	MPa
f _s	架台の許容せん断応力	MPa
f _{s b}	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
f _t	架台の許容引張応力	MPa
f _{t o}	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
f _{t s}	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
I _p	架台鋼材の極断面二次モーメント	mm ⁴
I _y	架台鋼材の y 軸方向断面二次モーメント	mm ⁴
I _x	架台鋼材の x 軸方向断面二次モーメント	mm ⁴
i	座標軸についての断面二次半径	mm
l _k	座屈長さ	mm
M _x	架台に作用するモーメント (x 軸周り)	N・m
M _y	架台に作用するモーメント (y 軸周り)	N・m
M _z	架台に作用するモーメント (z 軸周り)	N・m
m	配管遮蔽解析モデルの各節点の付加質量の合計(系の質量)	kg
n	基礎ボルトの本数	—
P _{1max}	M _y による基礎ボルトにかかるアンカープレート内最大引張力	N
P _{2max}	M _z による基礎ボルトにかかるアンカープレート内最大引張力	N
Q _{max}	M _x による基礎ボルトにかかるアンカープレート内最大せん断力	N
Q _b	基礎ボルトに作用するせん断力	N

記号	記号の説明	単位
r_j	各基礎ボルトからアンカープレート中心までの長さ	mm
r_{max}	各基礎ボルトからアンカープレート中心までの長さが最大となる値	mm
S	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表5に定める値	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
$S_y (RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の 40°Cにおける値	MPa
X, Y, Z	絶対(節点)座標軸	—
x, y, z	局所(要素)座標軸	—
y_j	各基礎ボルトからアンカープレート中心までの y 方向長さ	mm
y_{max}	各基礎ボルトからアンカープレート中心までの y 方向長さが最大となる値	mm
Z_p	架台のねじり断面係数	mm ³
Z_y	架台の y 軸周り断面係数	mm ³
Z_z	架台の z 軸周り断面係数	mm ³
z_j	各基礎ボルトからアンカープレート中心までの z 方向長さ	mm
z_{max}	各基礎ボルトからアンカープレート中心までの z 方向長さが最大となる値	mm
Λ	架台の限界細長比	—
λ	架台の有効細長比	—
ν	ポアソン比	—
ν'	座屈に対する安全率	—
π	円周率	—
σ_b	架台に生じる曲げ応力	MPa
σ_c	架台に生じる圧縮応力	MPa
σ_f	架台に生じる組合せ応力	MPa
σ_{fa}	架台に生じる引張応力又は圧縮応力と曲げ応力の和	MPa
σ_t	架台に生じる引張応力	MPa
σ_{tb}	基礎ボルトに生じる引張応力の最大値	MPa
τ	架台に生じるせん断応力	MPa
τ_b	基礎ボルトに生じるせん断応力の最大値	MPa

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に示すとおりとする。

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
固有周期	s	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
震度	—	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
温度	℃	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位 ^{*1}
長さ	下記以外の長さ	mm	—	整数位 ^{*1}
	部材断面寸法	mm	小数点以下第2位 ^{*3}	四捨五入 小数点以下第1位 ^{*2}
面積	mm ²	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*4}
モーメント	N・mm	有効数字5桁目 ^{*5}	四捨五入	有効数字4桁 ^{*4,5}
力	N	有効数字5桁目 ^{*5}	四捨五入	有効数字4桁 ^{*4,5}
縦弾性係数	MPa	有効数字4桁目	四捨五入	有効数字3桁
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*6}	MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位

注記*1：設計上定める値が小数点以下第1位の場合は、小数点以下第1位表示とする。

*2：設計上定める値が小数点以下第2位の場合は、小数点以下第2位表示とする。

*3：設計上定める値が小数点以下第3位の場合は、小数点以下第3位表示とする。

*4：絶対値が1000以上のときはべき数表示とする。

*5：べき数表示でない場合は、小数点以下第一位表示とする。

*6：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の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

配管遮蔽の耐震評価は、「4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる架台及び基礎ボルトについて実施する。配管遮蔽の耐震評価部位については、図3-1から図3-8に示す。

なお、配管遮蔽（その3）から（その6）は架構構造が同じであり、また配管遮蔽（その4）から（その6）は同質量である。

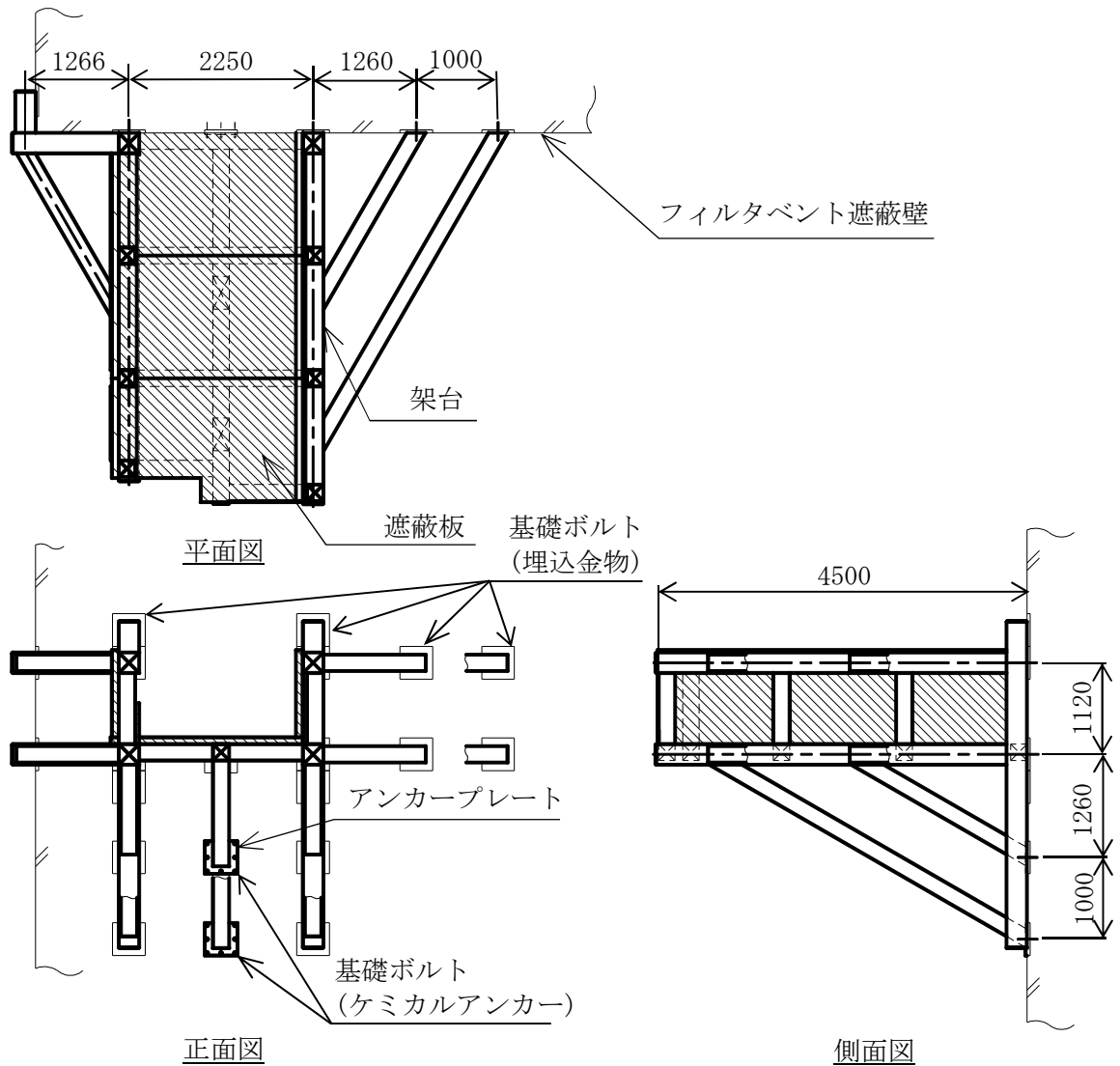


図3-1 配管遮蔽（その1）

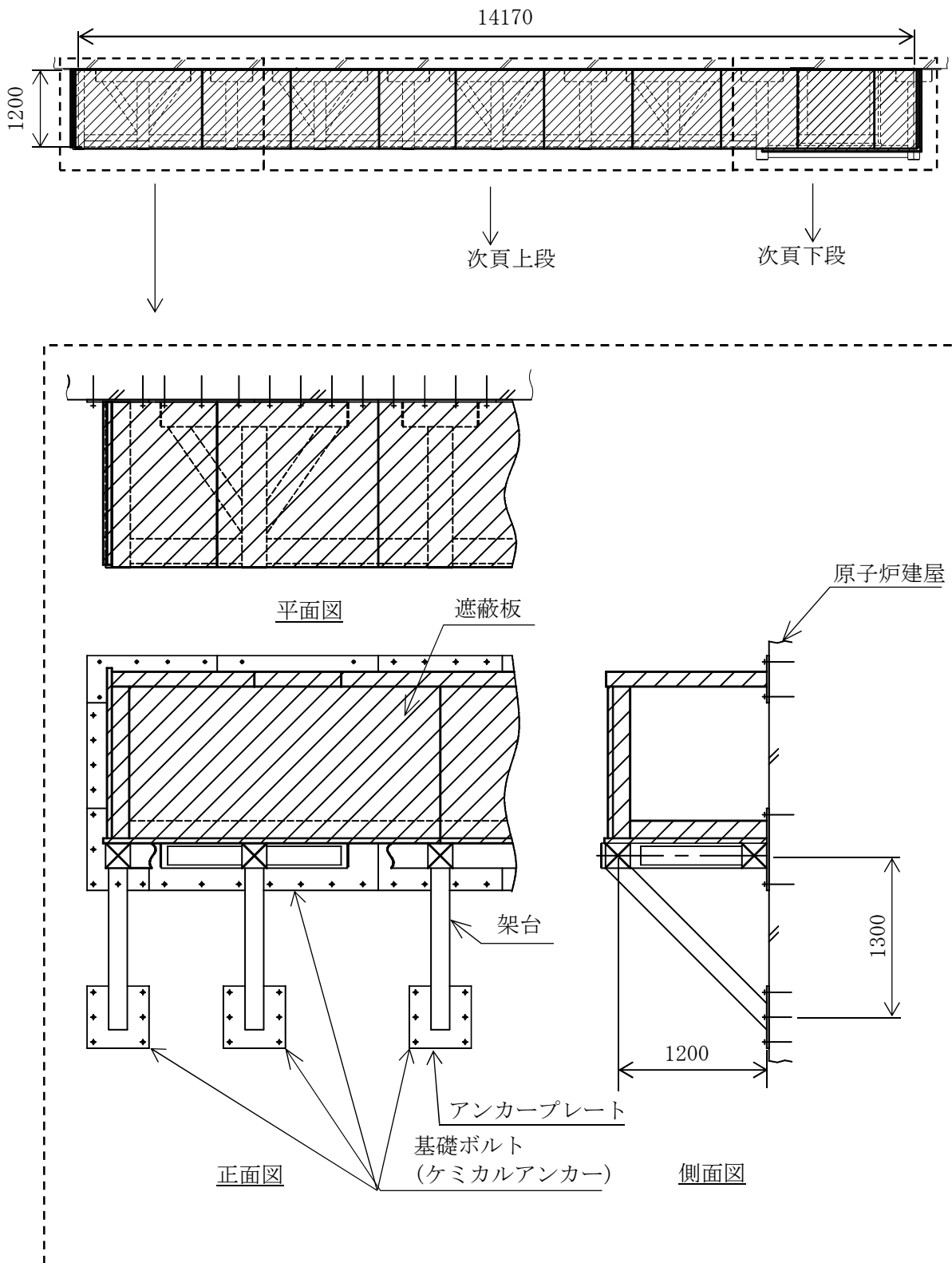


図 3-2 (1) 配管遮蔽 (その 2)

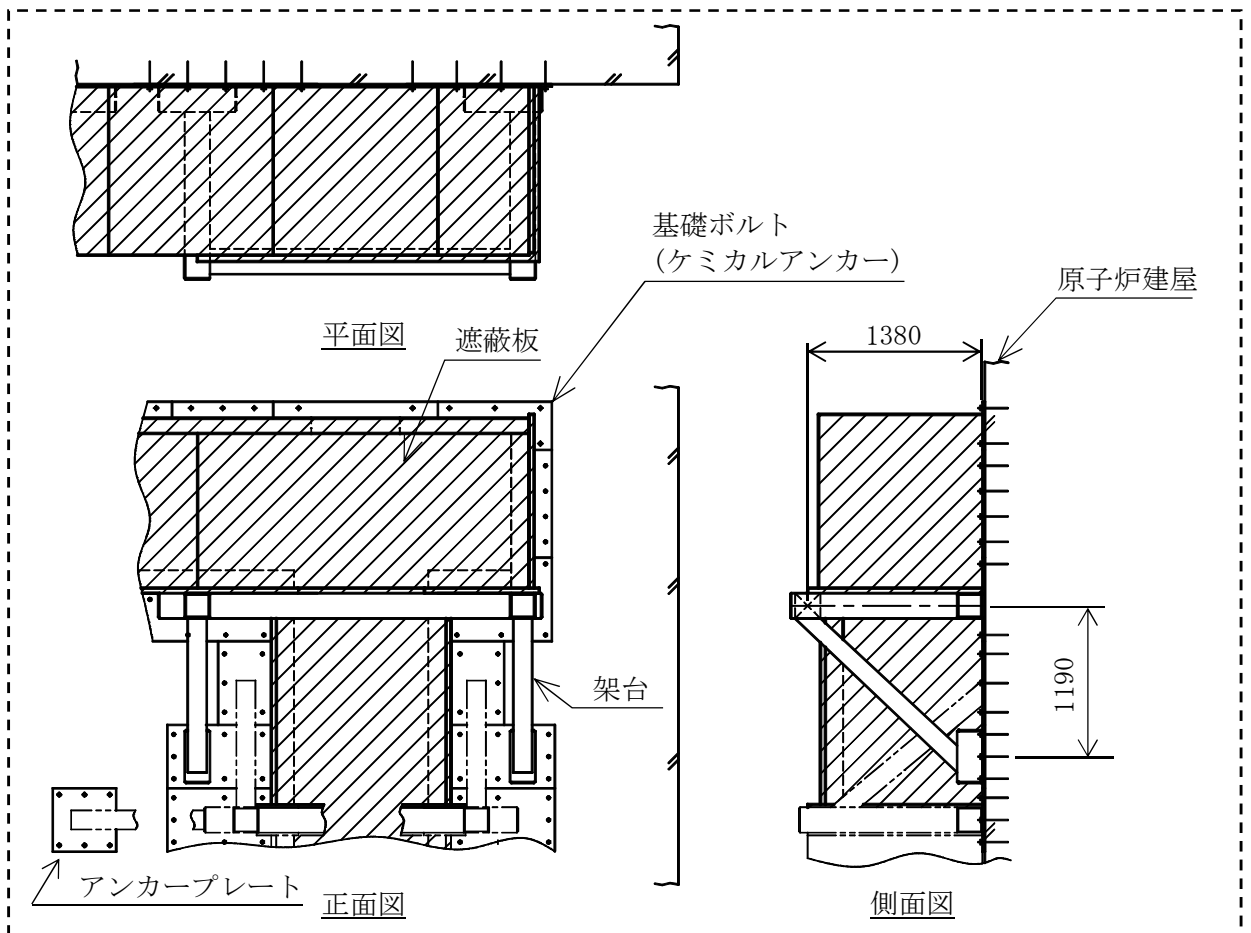
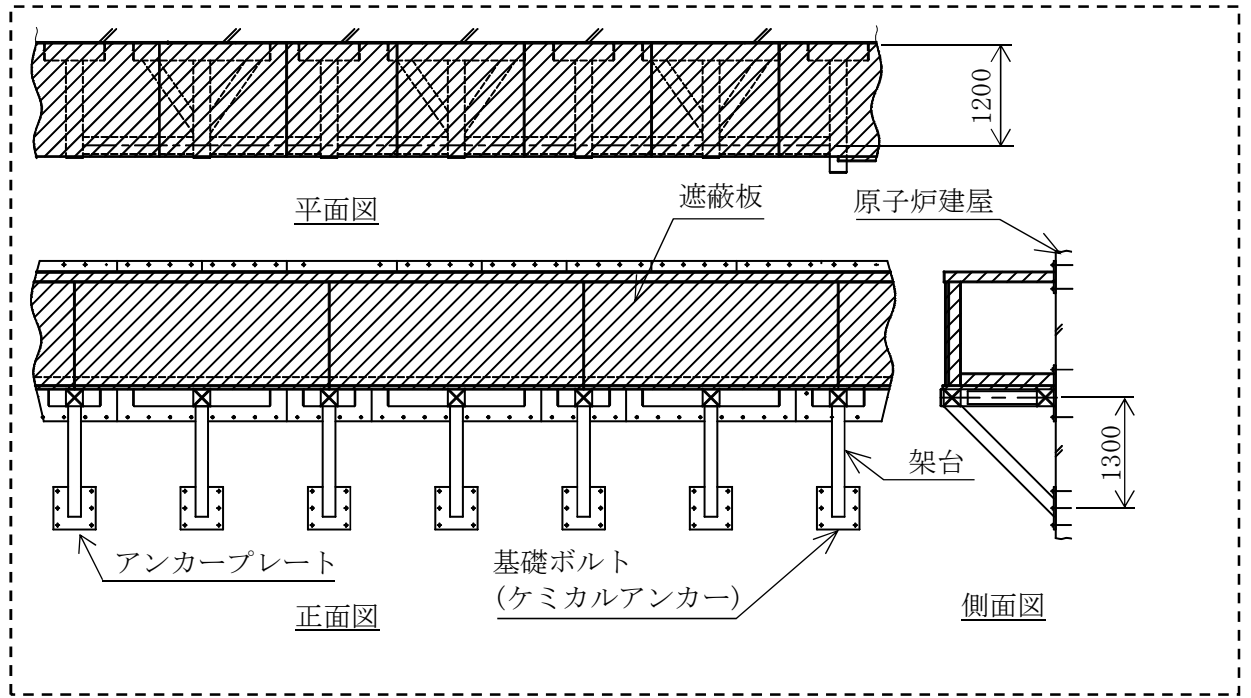


図 3-2 (2) 配管遮蔽 (その 2)

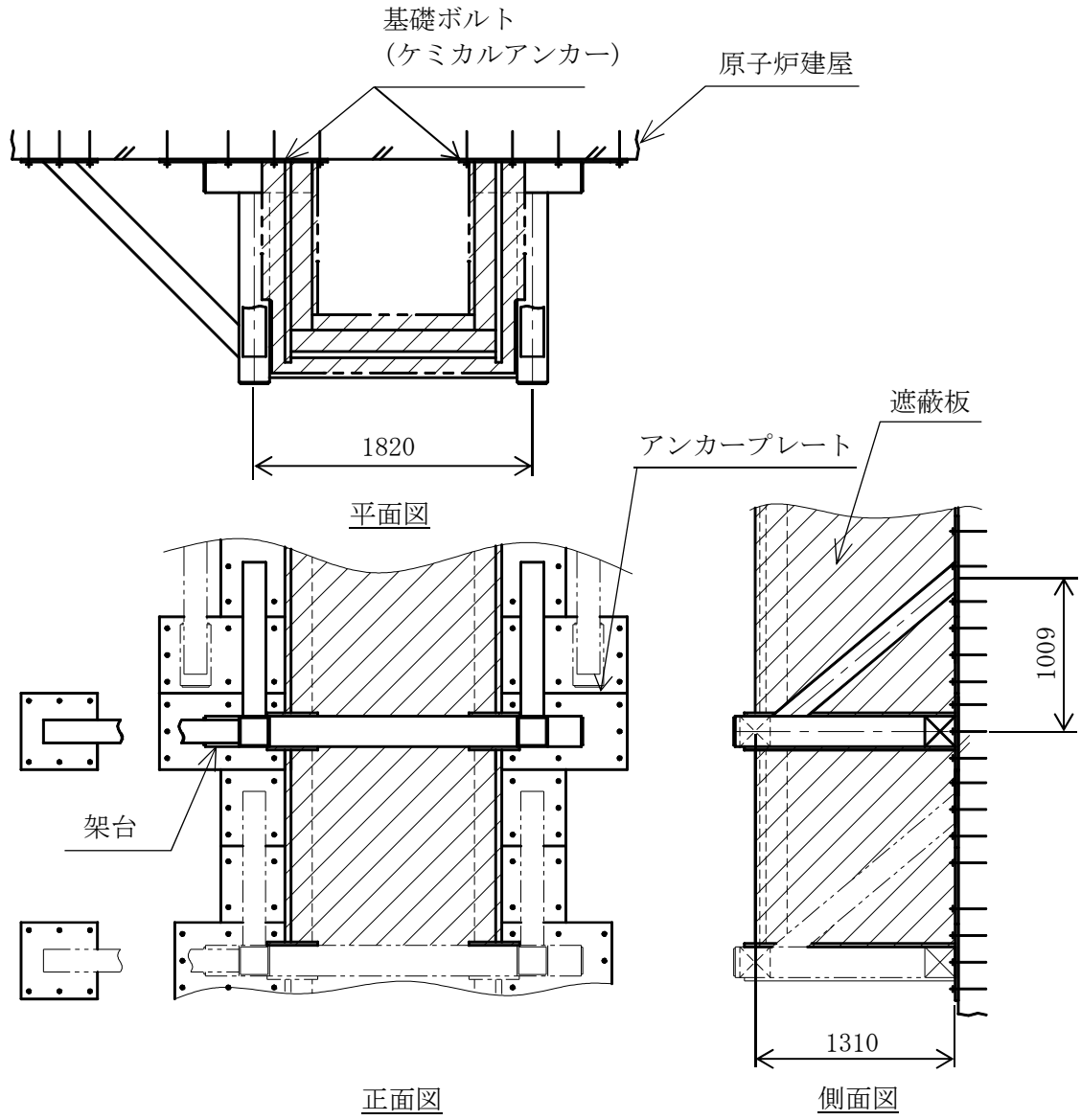


図 3-3 配管遮蔽 (その 3)

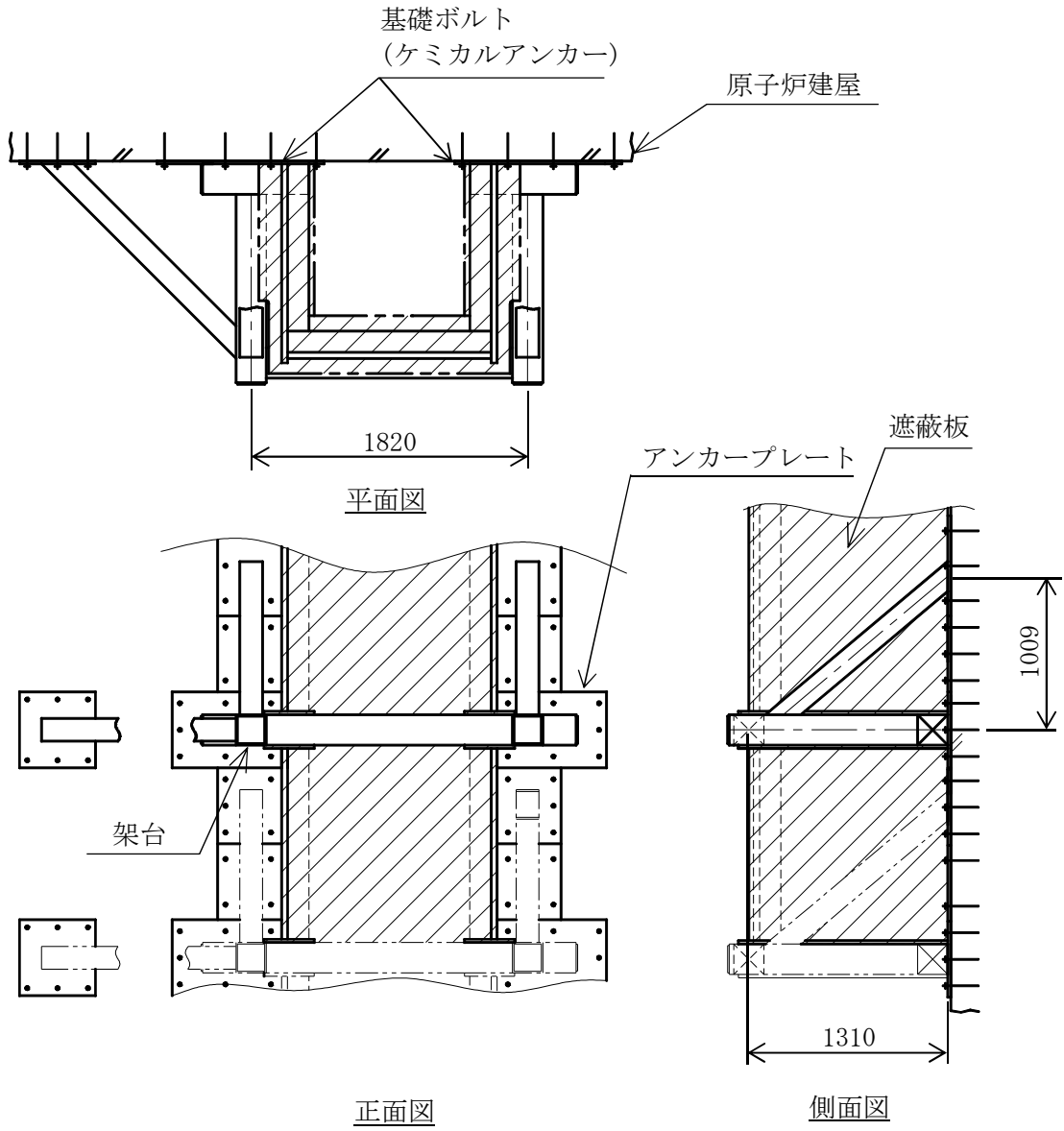


図 3-4 配管遮蔽 (その 4)

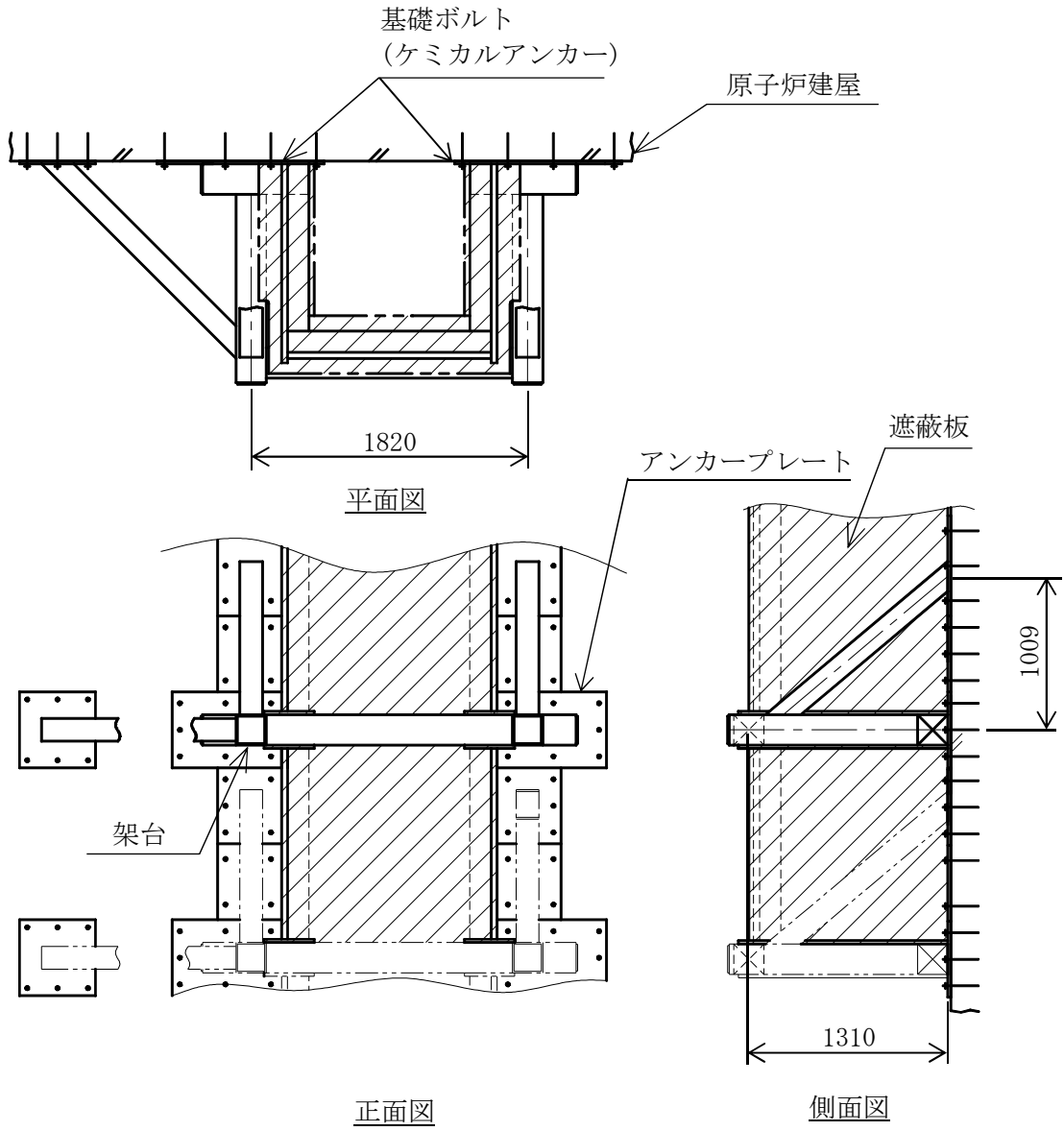


図 3-5 配管遮蔽 (その 5)

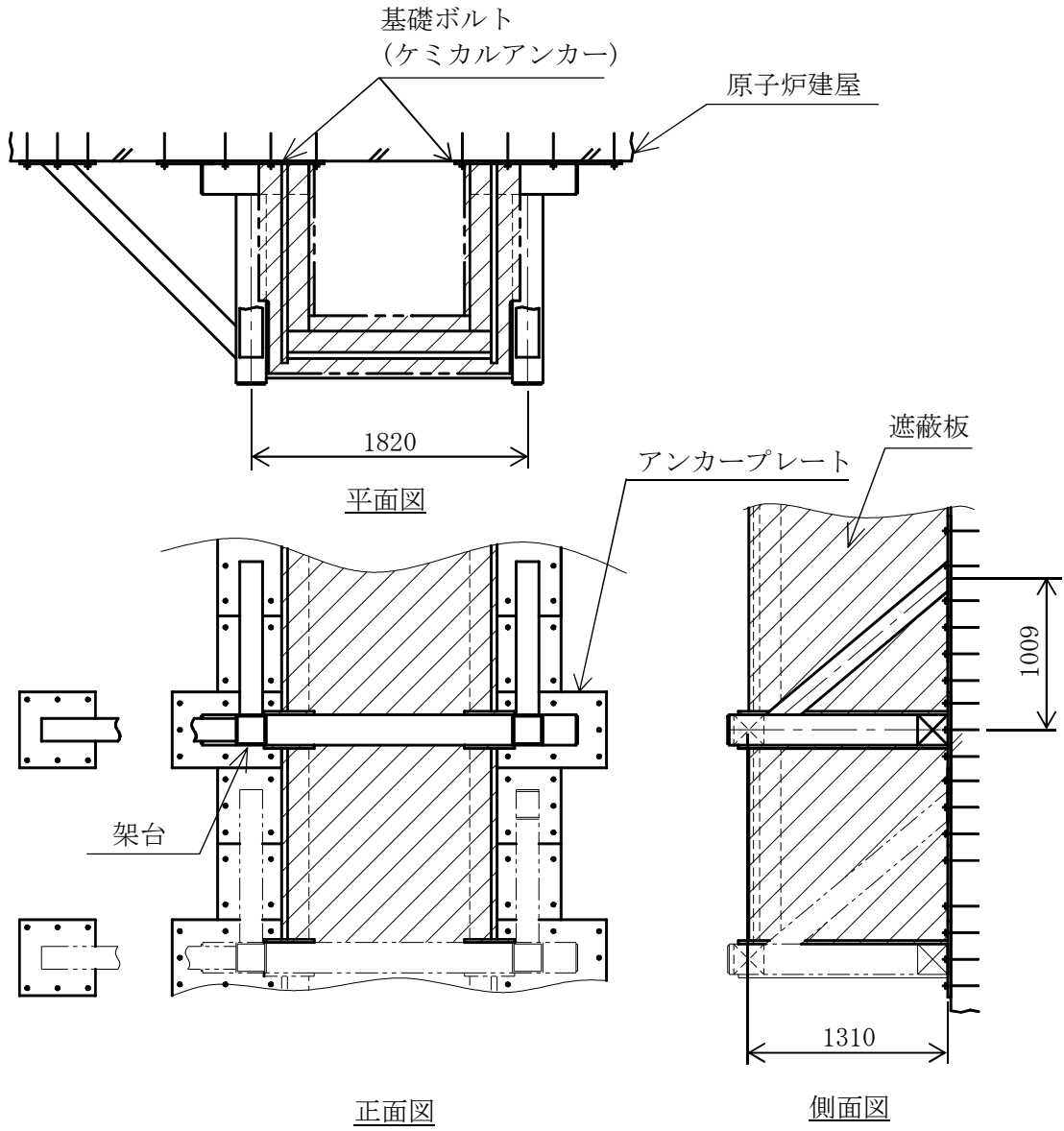


図 3-6 配管遮蔽 (その 6)

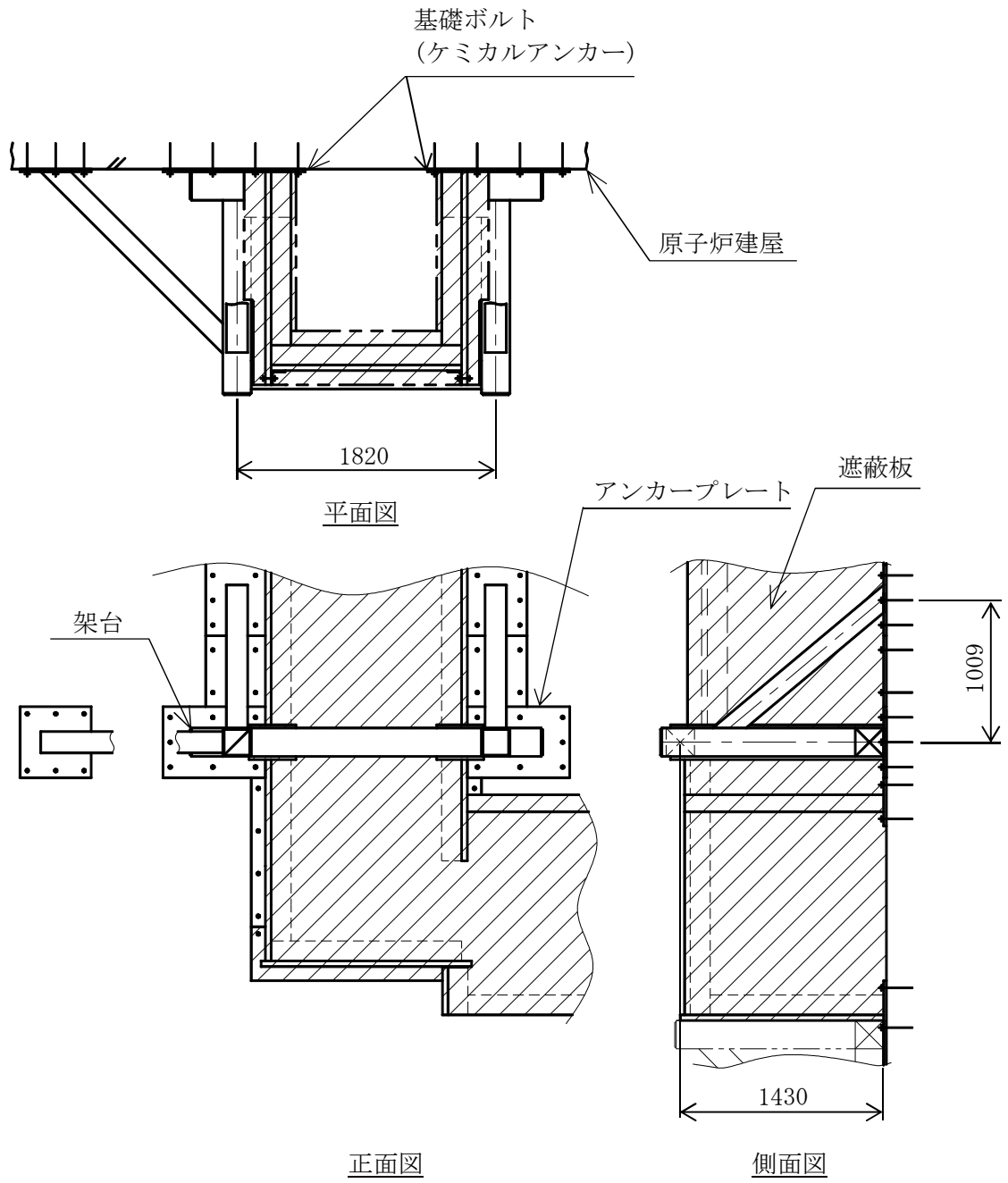


図 3-7 配管遮蔽 (その 7)

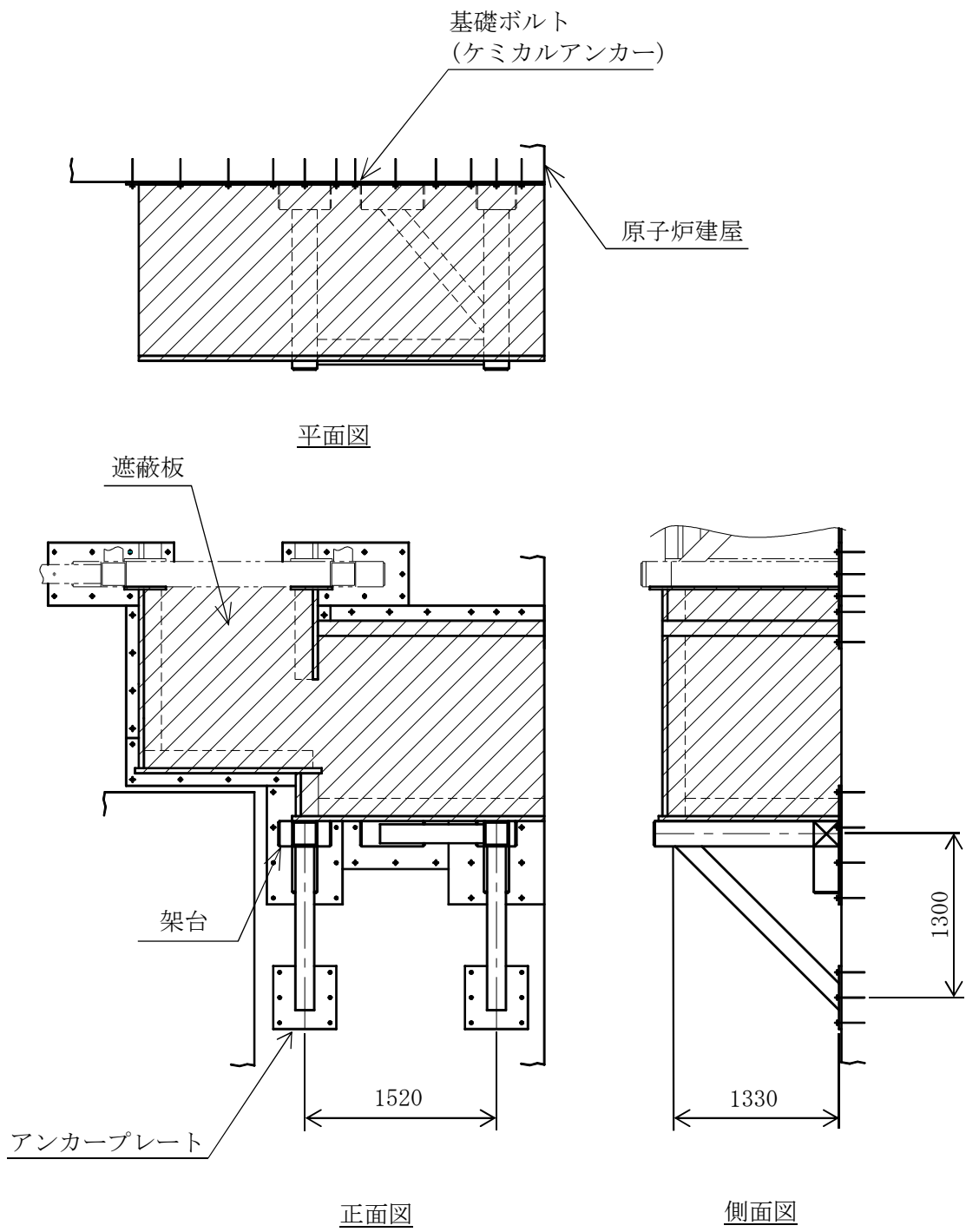


図 3-8 配管遮蔽 (その 8)

4. 地震応答解析及び構造強度評価

4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法

- (1) 配管遮蔽の架台は、十分剛な壁に基礎ボルトにより固定されるものとする。
- (2) 配管遮蔽の質量は、架台及び遮蔽板の質量を考慮する。
- (3) 地震力は、配管遮蔽に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用するものとし、作用する荷重の算出において組み合わせるものとする。
- (4) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

配管遮蔽の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

配管遮蔽の許容応力は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 に示す。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

配管遮蔽の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 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	許容応力状態
放射線管理施設	生体遮蔽装置	配管遮蔽	常設／緩和	— ^{*2}	$D + P_D + M_D + S_s$ ^{*3}	IVAS
					$D + P_{sAD} + M_{sAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限界を 用いる。)

注記*1：「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力状態を適用する。

*3：「 $D + P_{sAD} + M_{sAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等以外)	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	一次応力	
	組合せ	引張り	せん断
IVAS	1.5・f _t *	1.5・f _t *	1.5・f _s *
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)			

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：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。

表 4-3 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 (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度					
架台	STKR400	周囲環境温度	50	—	234	394	—
基礎ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	50	—	231	394	—

4.3 解析モデル及び諸元

配管遮蔽の解析モデルを図4-1から図4-5に、解析モデルの概要を以下に示す。また、機器の諸元を本計算書の【配管遮蔽の耐震性についての計算結果】の機器要目に示す。

- (1) 配管遮蔽の架台をはり要素でモデル化する。
- (2) 解析モデル各要素の質量は、遮蔽板の質量を、取り付けられている鋼材の要素長で分配した分布質量として付加する。
- (3) 架台は壁に基礎ボルトで固定され、当該箇所の拘束条件は完全固定とする。
- (4) 配管遮蔽（その3）から（その6）は架構構造が同じであることから、同一の解析モデルを用いる。
- (5) 解析コードは「NAPF」を使用し、固有値と各要素に発生する荷重及びモーメントを求める。なお、評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

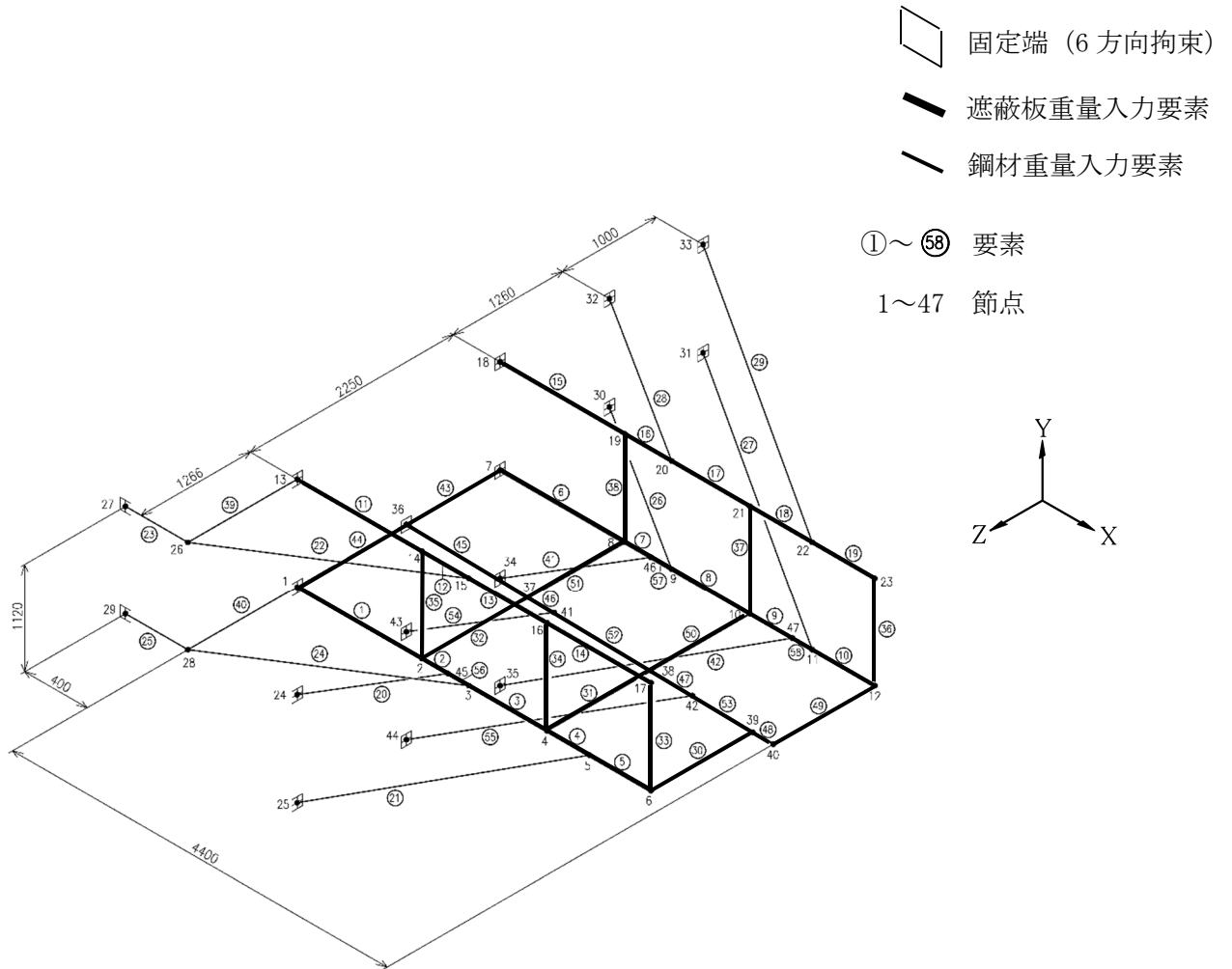


図 4-1 解析モデル (配管遮蔽 (その1))

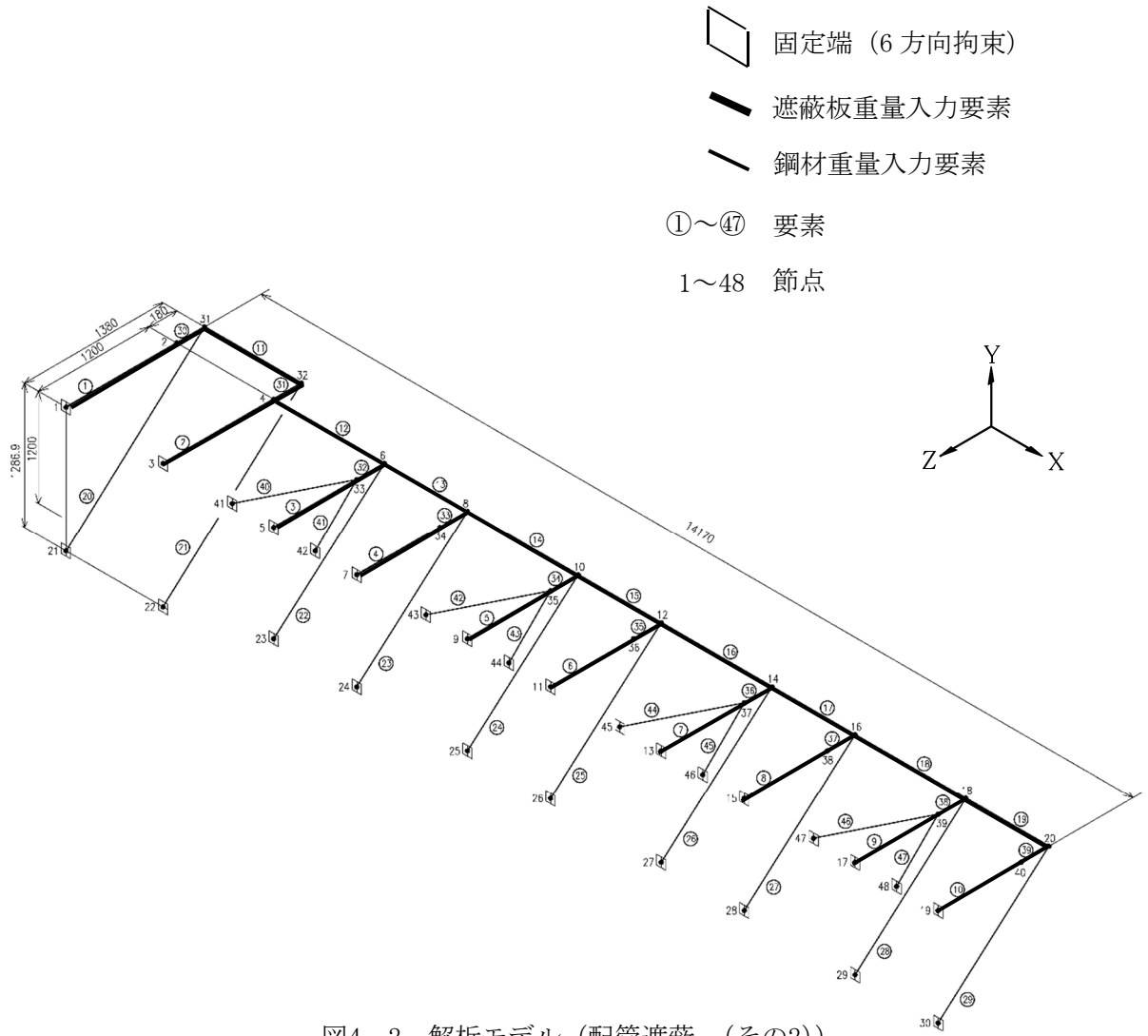


図4-2 解析モデル（配管遮蔽（その2））

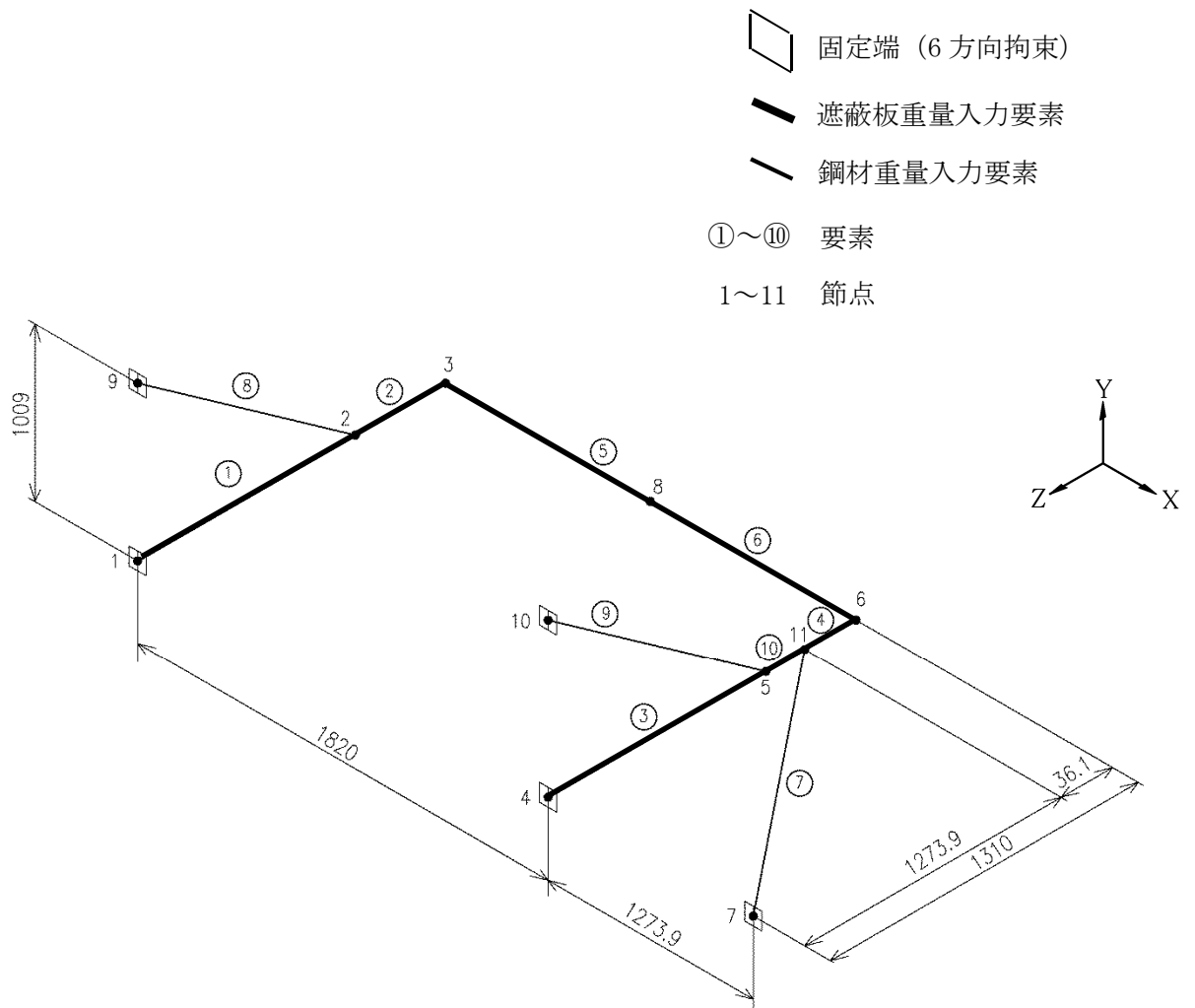


図4-3 解析モデル (配管遮蔽 (その3, 4, 5, 6))

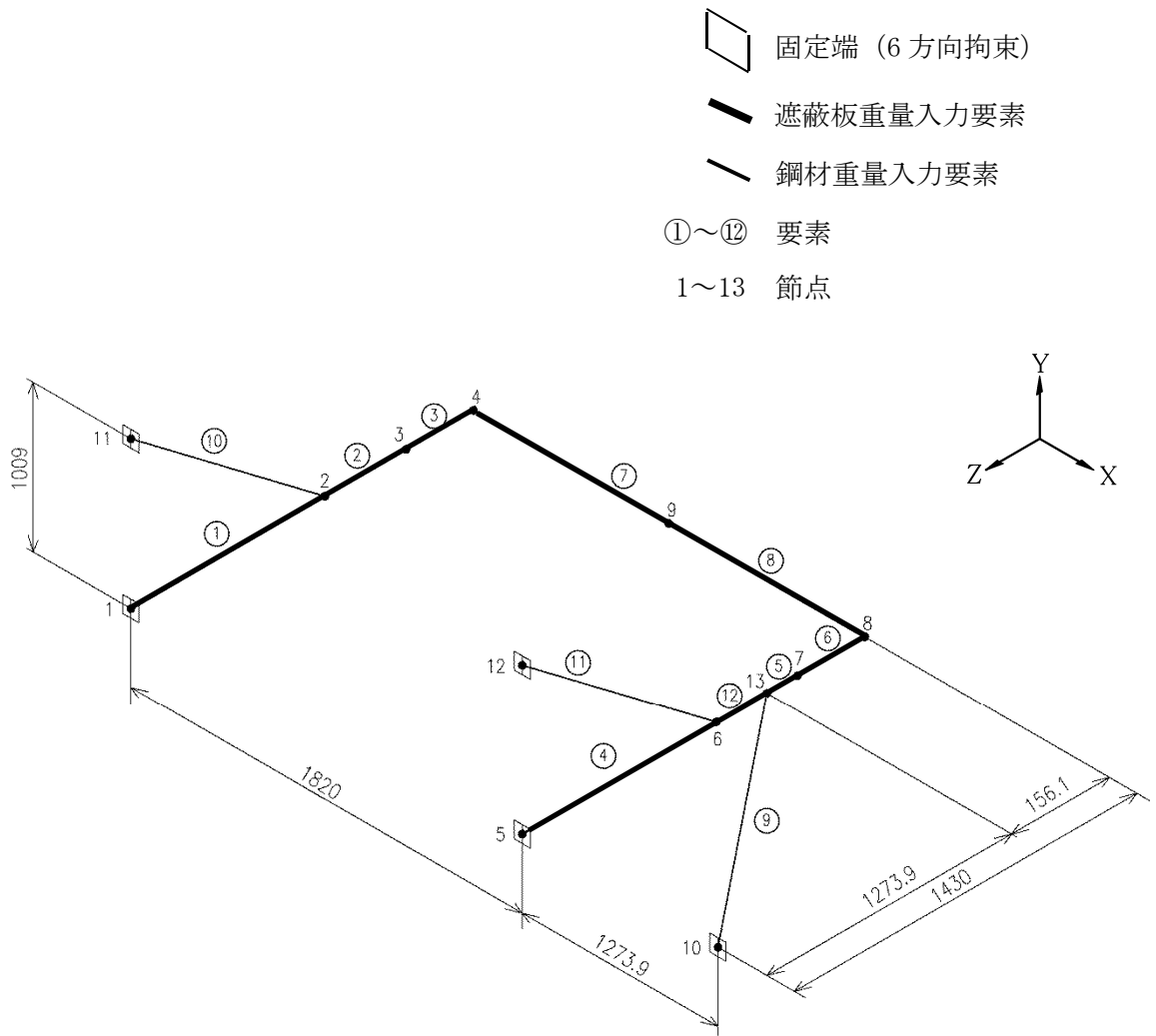


図 4-4 解析モデル (配管遮蔽 (その 7))

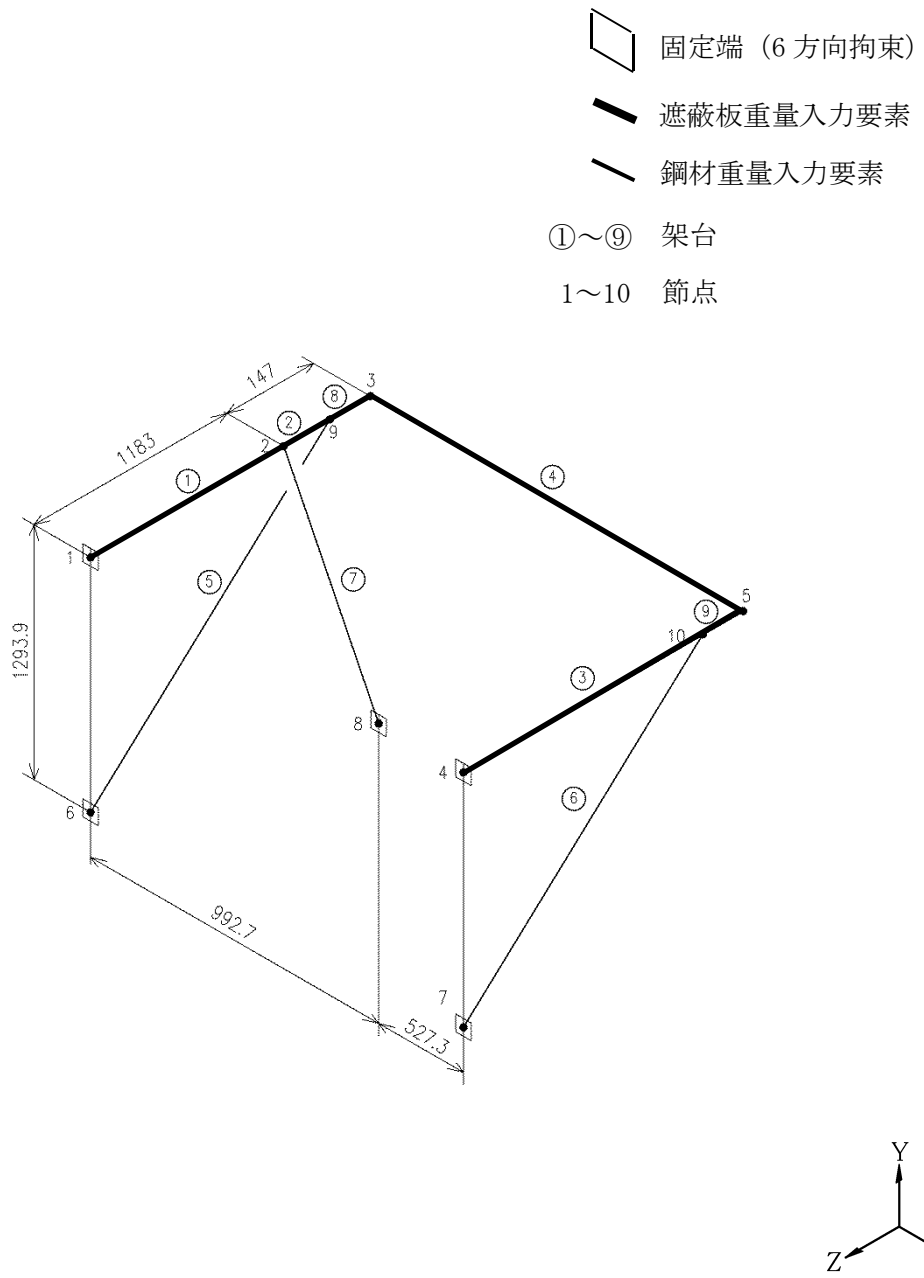


図 4-5 解析モデル (配管遮蔽 (その 8))

4.4 固有周期

固有値解析の結果を表 4-4 に示す。固有周期は、0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

表 4-4 固有値解析結果

形状	モード	卓越方向	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向 刺激係数
				X方向	Z方向	
その1	1次	水平	0.041	—	—	—
	2次	鉛直	0.050 以下	—	—	—
その2	1次	水平	0.042	—	—	—
	2次	鉛直	0.050 以下	—	—	—
その3	1次	鉛直	0.042	—	—	—
	2次	水平	0.050 以下	—	—	—
その4	1次	鉛直	0.039	—	—	—
	2次	水平	0.050 以下	—	—	—
その5	1次	鉛直	0.039	—	—	—
	2次	水平	0.050 以下	—	—	—
その6	1次	鉛直	0.039	—	—	—
	2次	水平	0.050 以下	—	—	—
その7	1次	鉛直	0.042	—	—	—
	2次	水平	0.050 以下	—	—	—
その8	1次	水平	0.041	—	—	—
	2次	鉛直	0.050 以下	—	—	—

4.5 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 4-5 に示す。

「基準地震動 S_s 」による地震力は、V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

表 4-5 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
フィルタベント遮蔽壁 T.M.S.L. 22.900 (T.M.S.L. 26.300 ^{*1})	0.041 ^{*2}	0.05 以下 ^{*2}	—	—	$C_H=4.58$	$C_V=1.76$
原子炉建屋 T.M.S.L. 31.520 (T.M.S.L. 38.200 ^{*1})	0.043 ^{*3}	0.047 ^{*3}	—	—	$C_H=1.63$	$C_V=1.18$

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：配管遮蔽（その1）の値を示す。

*3：配管遮蔽（その2）から（その8）のうち最も大きい配管遮蔽（その2）を代表で記載する。

4.6 計算方法

4.6.1 架台

解析による計算で得られる各要素端での軸力 F_x ，せん断力 F_y ， F_z ，ねじりモーメント M_x 及び曲げモーメント M_y ， M_z より各応力を次のように求める。架台部の概要を図 4-6 に示す。また，表 4-6 に要素端での反力及びモーメントを示す。

(1) 引張応力又は圧縮応力

$$\sigma_t = \frac{|F_x|}{A} \dots\dots\dots (4.6.1.1)$$

$$\sigma_c = -\frac{|F_x|}{A} \dots\dots\dots (4.6.1.2)$$

(2) せん断応力

$$\tau = \sqrt{\left\{ \left(\frac{F_y}{A_y} \right)^2 + \left(\frac{F_z}{A_z} \right)^2 \right\}} + \frac{M_x}{Z_p} \dots\dots\dots (4.6.1.3)$$

(3) 曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{|M_y|}{Z_y} + \frac{|M_z|}{Z_z} \dots\dots\dots (4.6.1.4)$$

(4) 組合せ応力

$$\sigma_f = \sqrt{\sigma_{fa}^2 + 3 \tau^2} \dots\dots\dots (4.6.1.5)$$

ここで，

$$\sigma_{fa} = \frac{|F_x|}{A} + \sigma_b \dots\dots\dots (4.6.1.6)$$

表 4-6(1) 解析で得られる要素端での反力, モーメント (架台)

形状	対象機器	要素 番号	節点 番号	反力(N)			モーメント(N・m)		
				F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z
その 1	配管遮蔽	6	7	3.325 ×10 ⁵	6.424 ×10 ⁴	3.949 ×10 ⁴	754.3	2.424 ×10 ⁴	3.842 ×10 ⁴
		7	8	3.524 ×10 ⁵	2.046 ×10 ⁴	1.727 ×10 ⁴	407.0	5.105 ×10 ³	4.012 ×10 ³
		8	9	1.722 ×10 ⁵	7.662 ×10 ⁴	3.892 ×10 ⁴	1.851 ×10 ³	1.128 ×10 ⁴	2.055 ×10 ⁴
		27	31	2.450 ×10 ⁵	8.417 ×10 ³	5.213 ×10 ³	311.2	5.646 ×10 ³	9.217 ×10 ³
その 2	配管遮蔽	11	32	1.141 ×10 ⁵	6.315 ×10 ⁴	8.684 ×10 ⁴	268.6	2.762 ×10 ⁴	2.603 ×10 ⁴
		21	22	1.856 ×10 ⁵	1.382 ×10 ³	4.709 ×10 ³	936.0	3.726 ×10 ³	1.588 ×10 ³
		31	4	1.590 ×10 ⁵	1.140 ×10 ⁵	3.730 ×10 ⁴	2.420 ×10 ⁴	7.220 ×10 ³	2.118 ×10 ⁴
		41	42	1.532 ×10 ⁵	966.9	1.992 ×10 ³	317.8	1.865 ×10 ³	1.424 ×10 ³
その 3	配管遮蔽	1	1	1.540 ×10 ⁵	5.150 ×10 ⁴	4.578 ×10 ⁴	3.976 ×10 ³	1.838 ×10 ⁴	2.277 ×10 ⁴
		4	11	4.163 ×10 ⁴	8.586 ×10 ⁴	5.529 ×10 ⁴	7.370 ×10 ³	2.079 ×10 ³	9.887 ×10 ³
		7	7	1.330 ×10 ⁵	1.300 ×10 ³	670.1	145.5	484.6	1.318 ×10 ³
その 4	配管遮蔽	1	1	1.350 ×10 ⁵	4.513 ×10 ⁴	4.011 ×10 ⁴	3.482 ×10 ³	1.610 ×10 ⁴	1.996 ×10 ⁴
		4	11	3.647 ×10 ⁴	7.522 ×10 ⁴	4.843 ×10 ⁴	6.461 ×10 ³	1.820 ×10 ³	8.663 ×10 ³
		7	7	1.167 ×10 ⁵	1.156 ×10 ³	527.0	127.0	442.3	1.163 ×10 ³
その 5	配管遮蔽	1	1	1.350 ×10 ⁵	4.513 ×10 ⁴	4.011 ×10 ⁴	3.482 ×10 ³	1.610 ×10 ⁴	1.996 ×10 ⁴
		4	11	3.647 ×10 ⁴	7.522 ×10 ⁴	4.843 ×10 ⁴	6.461 ×10 ³	1.820 ×10 ³	8.663 ×10 ³
		7	7	1.167 ×10 ⁵	1.156 ×10 ³	527.0	127.0	442.3	1.163 ×10 ³

表 4-6(2) 解析で得られる要素端での反力, モーメント (架台)

形状	対象機器	要素 番号	節点 番号	反力(N)			モーメント(N・m)		
				F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z
その 6	配管遮蔽	1	1	1.350 ×10 ⁵	4.513 ×10 ⁴	4.011 ×10 ⁴	3.482 ×10 ³	1.610 ×10 ⁴	1.996 ×10 ⁴
		4	11	3.647 ×10 ⁴	7.522 ×10 ⁴	4.843 ×10 ⁴	6.461 ×10 ³	1.820 ×10 ³	8.663 ×10 ³
		7	7	1.167 ×10 ⁵	1.156 ×10 ³	527.0	127.0	442.3	1.163 ×10 ³
その 7	配管遮蔽	1	1	1.343 ×10 ⁵	4.334 ×10 ⁴	3.156 ×10 ⁴	2.906 ×10 ³	1.386 ×10 ⁴	2.047 ×10 ⁴
		5	13	3.691 ×10 ⁴	7.219 ×10 ⁴	4.879 ×10 ⁴	5.418 ×10 ³	7.162 ×10 ³	5.671 ×10 ³
		9	10	1.178 ×10 ⁵	431.1	596.7	120.3	423.2	746.3
		11	12	1.187 ×10 ⁵	575.8	2.666 ×10 ³	471.5	2.099 ×10 ³	685.0
その 8	配管遮蔽	3	4	1.208 ×10 ⁵	3.762 ×10 ⁴	2.902 ×10 ⁴	3.323 ×10 ³	1.324 ×10 ⁴	2.011 ×10 ⁴
		7	8	1.281 ×10 ⁵	1.636 ×10 ³	3.190 ×10 ³	677.9	2.168 ×10 ³	1.382 ×10 ³
		8	9	5.004 ×10 ⁴	8.708 ×10 ⁴	6.376 ×10 ⁴	6.963 ×10 ³	2.125 ×10 ³	1.270 ×10 ⁴

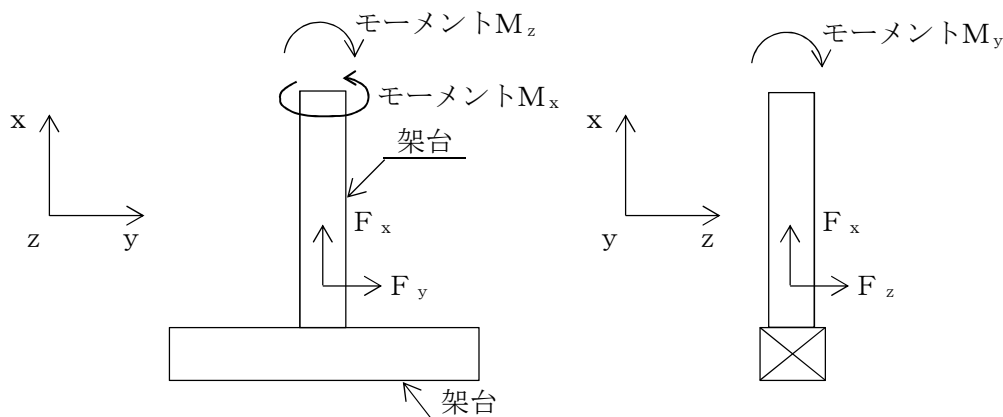


図 4-6 架台部の概要

4.6.2 基礎ボルト

基礎ボルトに生じる応力は、解析による計算で得られる各要素端での軸力 F_x 、せん断力 F_y 、 F_z 、ねじりモーメント M_x 及び曲げモーメント M_y 、 M_z から手計算により、地震による引張応力とせん断応力について計算する。配管遮蔽の基礎ボルト部の概要を図 4-7 に示す。また、表 4-7 に要素端での反力及びモーメントを示す。

(1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張応力は、図 4-7 に示す架台の軸力 F_x とモーメント M_y 、 M_z を考え、これを全てのボルトで受けるものとして計算する。

アンカープレートの中心に解析による計算で得られる軸力及びモーメントがかかるものとし、最も中心から遠い基礎ボルトが最大の引張力を受ける前提として、最大引張力から引張応力を計算する。

a. 引張力

$$F_b = \frac{|F_x|}{n} + P_{1max} + P_{2max} \dots \dots \dots (4.6.2.1)$$

ここで、

$$P_{1max} = M_y \cdot z_{max} / \sum_{j=1}^n z_j^2$$

$$P_{2max} = M_z \cdot y_{max} / \sum_{j=1}^n y_j^2$$

b. 引張応力

$$\sigma_{tb} = \frac{F_b}{A_b} \dots \dots \dots (4.6.2.2)$$

なお、 A_b は以下の式で求める。

$$A_b = d_o^2 \cdot \frac{\pi}{4} \dots \dots \dots (4.6.2.3)$$

(2) せん断応力

基礎ボルトに対するせん断応力は、図4-7に示す架台の軸力 F_y 、 F_z とモーメント M_x を考え、これを全てのボルトで受けるものとして計算する。

アンカープレートの中心に解析による計算で得られる軸力及びモーメントがかかるものとし、最も中心から遠い基礎ボルトが最大のせん断力を受ける前提として、最大せん断力からせん断応力を計算する。

a. せん断力

$$Q_b = \frac{\sqrt{(F_y^2 + F_z^2)}}{n} + Q_{max} \dots\dots\dots (4.6.2.4)$$

ここで、

$$Q_{max} = M_x \cdot r_{max} / \sum_{j=1}^n r_j^2$$

b. せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_b}{A_b} \dots\dots\dots (4.6.2.5)$$

表 4-7 解析で得られる要素端での反力, モーメント(基礎ボルト)

形状	対象機器	反力 (N)			モーメント (N・m)		
		F x	F y	F z	M x	M y	M z
その 1	配管遮蔽	2.211 ×10 ⁵	3.194 ×10 ⁴	5.716 ×10 ⁴	810.4	2.128 ×10 ⁴	1.128 ×10 ⁴
その 2	配管遮蔽	1.430 ×10 ⁵	7.958 ×10 ⁴	1.995 ×10 ⁴	1.189 ×10 ³	7.105 ×10 ³	6.285 ×10 ³
その 3	配管遮蔽	1.885 ×10 ⁵	5.238 ×10 ⁴	6.103 ×10 ⁴	3.652 ×10 ³	1.899 ×10 ⁴	2.148 ×10 ⁴
その 4	配管遮蔽	1.666 ×10 ⁵	4.672 ×10 ⁴	5.522 ×10 ⁴	3.196 ×10 ³	1.665 ×10 ⁴	1.903 ×10 ⁴
その 5	配管遮蔽	1.666 ×10 ⁵	4.672 ×10 ⁴	5.522 ×10 ⁴	3.196 ×10 ³	1.665 ×10 ⁴	1.903 ×10 ⁴
その 6	配管遮蔽	1.666 ×10 ⁵	4.672 ×10 ⁴	5.522 ×10 ⁴	3.196 ×10 ³	1.665 ×10 ⁴	1.903 ×10 ⁴
その 7	配管遮蔽	1.547 ×10 ⁵	5.612 ×10 ⁴	5.890 ×10 ⁴	2.906 ×10 ³	1.386 ×10 ⁴	2.374 ×10 ⁴
その 8	配管遮蔽	1.296 ×10 ⁵	4.085 ×10 ⁴	4.646 ×10 ⁴	3.323 ×10 ³	2.011 ×10 ⁴	1.324 ×10 ⁴

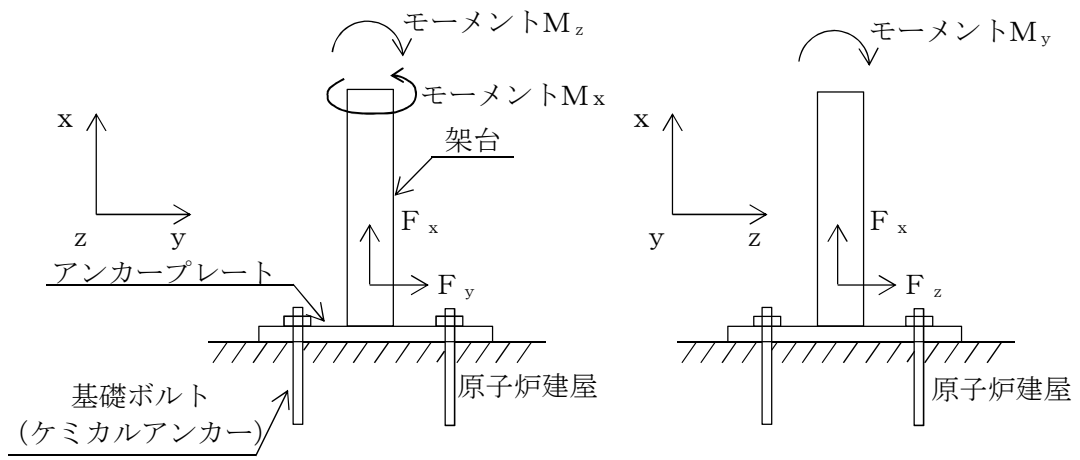


図 4-7 基礎ボルト部の概要

4.7 計算条件

応力解析に用いる自重（配管遮蔽）及び荷重（地震荷重）は、本計算書の【配管遮蔽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。

4.8 応力の評価

4.8.1 架台の応力評価

4.6.1 項で求めた各応力が下表で定めた許容応力以下であること。ただし、許容組合せ応力は f_t 以下であること。

		基準地震動 S_s による荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_t		$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$
許容圧縮応力 f_c	$(\lambda \leq \Lambda)$	$\left\{ 1 - 0.4 \cdot \left(\frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2 \right\} \cdot \frac{F^*}{v'} \cdot 1.5$
	$(\lambda > \Lambda)$	$0.277 \cdot F^* \cdot \left(\frac{\Lambda}{\lambda} \right)^2 \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_s		$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$
許容曲げ応力 f_b		$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$

ただし、
 $\lambda = \frac{l_k}{i} \dots\dots\dots (4.8.1.1)$

$\Lambda = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E}{0.6 \cdot F^*}} \dots\dots\dots (4.8.1.2)$

$v' = 1.5 + \frac{2}{3} \cdot \left(\frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2 \dots\dots\dots (4.8.1.3)$

4.8.2 基礎ボルトの応力評価

4.6.2 項で求めた基礎ボルトの引張応力 σ_{tb} は、次式より求めた許容引張応力 f_{ts} 以下であること。ただし、 f_{to} は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \dots\dots\dots (4.8.2.1)$$

せん断応力 τ_b はせん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。ただし、 f_{sb} は下表による。

	基準地震動 S_s による荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{to}	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sb}	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

5. 評価結果

5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

配管遮蔽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。

【配管遮蔽(その1)の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

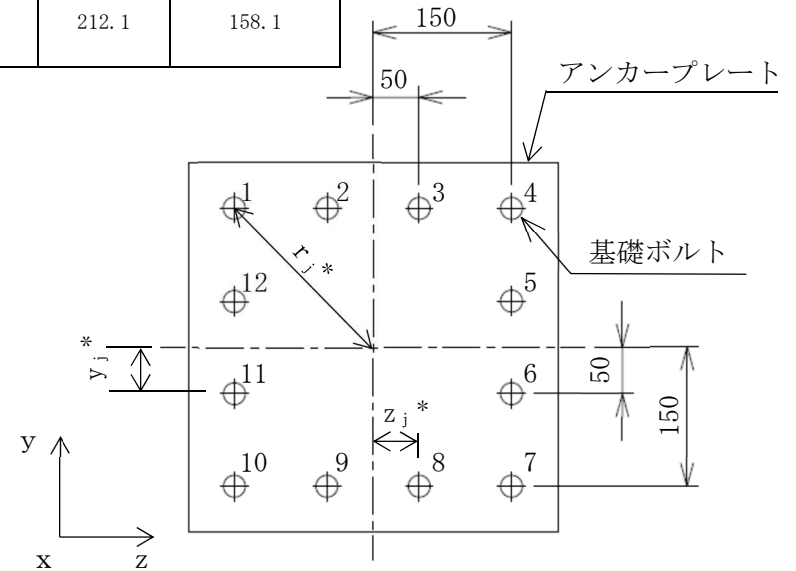
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度		
配管遮蔽 (その1)	常設/緩和	フィルタベント遮蔽壁 T.M.S.L. 22.900 (T.M.S.L. 26.300*)	0.041	0.050 以下	—	—	C _H =4.58	C _V =1.76	—	50

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

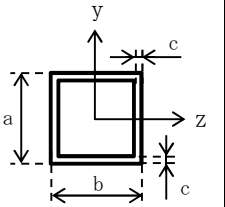
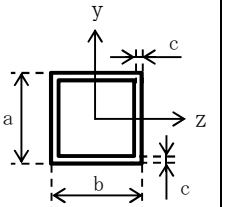
m (kg)	d _o (基礎ボルト) (mm)	A _b (基礎ボルト) (mm ²)	n (本)	Y _{1,2,3,4,7,8,9,10} (mm)	Y _{5,6,11,12} (mm)	Z _{1,4,5,6,7,10,11,12} (mm)	Z _{2,3,8,9} (mm)	r _{1,4,7,10} (mm)	r _{2,3,5,6,8,9,11,12} (mm)
□	24 (M24)	452.4	12	150	50	150	50	212.1	158.1

部材	材料	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
架台	STKR400	234	394	234	276
基礎ボルト	SS400	231 (16mm<径≤40mm)	394	231	276



注記* : j は基礎ボルト番号を示す。

材料	E (MPa)	ν	ℓ_k (mm)	i (mm)	λ
STKR400	201000	0.3	9492.0	75.9	125.1

	要素番号	
	1~19 23, 25 39~40 56~58	20~22 24 26~38 41~55
材料	STKR400	STKR400
A (mm ²)	1.105×10^4	8.653×10^3
A _y (mm ²)	5.527×10^3	4.327×10^3
A _z (mm ²)	5.527×10^3	4.327×10^3
Z _y (mm ³)	8.200×10^5	4.980×10^5
Z _z (mm ³)	8.200×10^5	4.980×10^5
Z _p (mm ³)	1.359×10^6	8.483×10^5
I _y (mm ⁴)	1.030×10^8	4.980×10^7
I _z (mm ⁴)	1.030×10^8	4.980×10^7
I _p (mm ⁴)	1.618×10^8	7.974×10^7
断面形状		
寸法 (mm)	250×250×12 (a×b×c)	200×200×12 (a×b×c)

1.3 計算数値

1.3.1 架台の荷重

(単位：N)

部材	要素番号	節点番号	F _x		F _y		F _z	
			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
架台	6	7	—	3.325×10 ⁵	—	6.424×10 ⁴	—	3.949×10 ⁴
	7	8	—	3.524×10 ⁵	—	2.046×10 ⁴	—	1.727×10 ⁴
	8	9	—	1.722×10 ⁵	—	7.662×10 ⁴	—	3.892×10 ⁴
	27	31	—	2.450×10 ⁵	—	8.417×10 ³	—	5.213×10 ³

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で, x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.2 架台のモーメント

(単位：N・m)

部材	要素番号	節点番号	M _x		M _y		M _z	
			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
架台	6	7	—	754.3	—	2.424×10 ⁴	—	3.842×10 ⁴
	7	8	—	407.0	—	5.105×10 ³	—	4.012×10 ³
	8	9	—	1.851×10 ³	—	1.128×10 ⁴	—	2.055×10 ⁴
	27	31	—	311.2	—	5.646×10 ³	—	9.217×10 ³

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で, x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.3 基礎ボルトの荷重

(単位：N)

部材	要素番号	節点番号	F _x		F _y		F _z	
			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
基礎ボルト	43	36	—	2.211×10 ⁵	—	3.194×10 ⁴	—	5.716×10 ⁴

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で, x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.4 基礎ボルトのモーメント

(単位：N・m)

部材	要素番号	節点番号	M _x		M _y		M _z	
			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
基礎ボルト	43	36	—	810.4	—	2.128×10 ⁴	—	1.128×10 ⁴

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で, x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.5 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	要素番号	節点番号	F _b		Q _b	
			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
基礎ボルト	43	36	—	4.413×10 ⁴	—	5.909×10 ³

1.4 結論

1.4.1 固有周期

(単位：s)

モード	卓越方向	固有周期
1次	水平	0.041

1.4.2 応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	要素番号	節点番号	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
					算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
架台	STKR400	引張り	7	8	—	—	$\sigma_t = 32$	$f_t = 276$
		圧縮	27	31	—	—	$\sigma_c = 29^{*1}$	$f_c = 87$
		せん断	8	9	—	—	$\tau = 17$	$f_s = 159$
		曲げ	6	7	—	—	$\sigma_b = 77$	$f_b = 276$
		組合せ	6	7	—	—	$\sigma_f = 110$	$f_t = 276$
基礎ボルト	SS400	引張り	43	36	—	—	$\sigma_{tb} = 98$	$f_{ts} = 207^{*2}$
		せん断	43	36	—	—	$\tau_b = 13$	$f_{sb} = 159$

すべて許容応力以下である。

注記*1：絶対値を記載

*2： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

【配管遮蔽(その2)の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

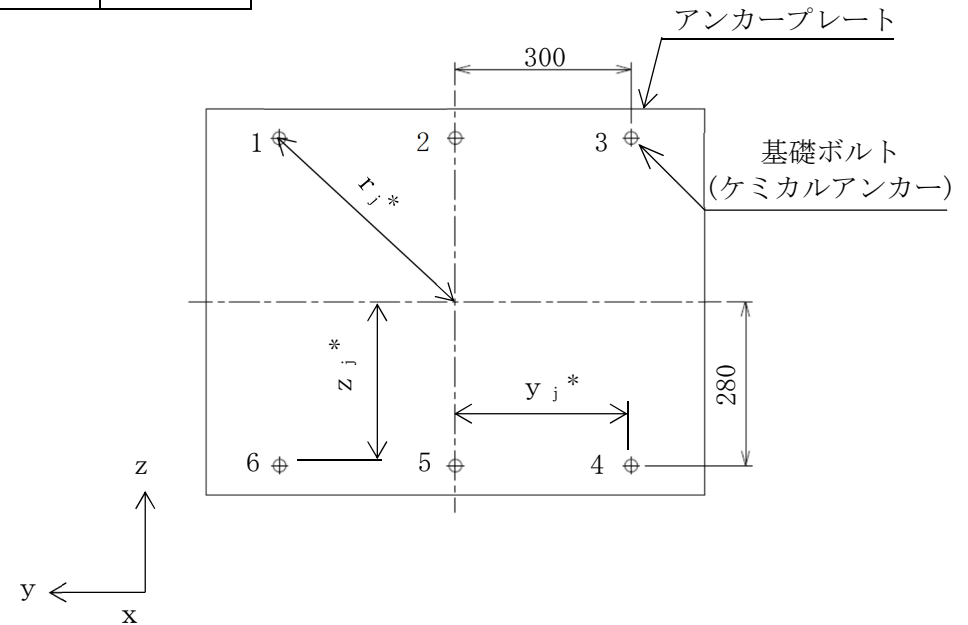
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度		
配管遮蔽 (その2)	常設/緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. 31.520 (T.M.S.L. 38.200*)	0.042	0.050 以下	—	—	C _H =1.63	C _V =1.18	—	50

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

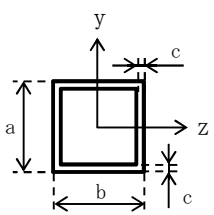
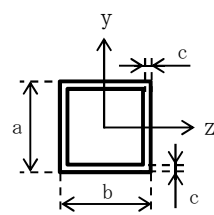
m (kg)	d _o (基礎ボルト) (mm)	A _b (基礎ボルト) (mm ²)	n (本)	y _{1,3,4,6} (mm)	y _{2,5} (mm)	Z _{1,2,3,4,5,6} (mm)	r _{1,3,4,6} (mm)	r _{2,5} (mm)
44	20 (M20)	314.2	6	300	0	280	410.4	280

部材	材料	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
架台	STKR400	234	394	234	276
基礎ボルト	SS400	231 (16mm < 径 ≤ 40mm)	394	231	276



注記* : j は基礎ボルト番号を示す。

材料	E (MPa)	ν	ℓ_k (mm)	i (mm)	λ
STKR400	201000	0.3	3962.5	58.5	67.8

	要素番号	
	1~19 30 31~39	20~29 40~47
材料	STKR400	STKR400
A (mm ²)	8.653×10^3	3.363×10^3
A _y (mm ²)	4.327×10^3	1.682×10^3
A _z (mm ²)	4.327×10^3	1.682×10^3
Z _y (mm ³)	4.980×10^5	1.530×10^5
Z _z (mm ³)	4.980×10^5	1.530×10^5
Z _p (mm ³)	8.483×10^5	2.488×10^5
I _y (mm ⁴)	4.980×10^7	1.150×10^7
I _z (mm ⁴)	4.980×10^7	1.150×10^7
I _p (mm ⁴)	7.974×10^7	1.792×10^7
断面形状		
寸法 (mm)	200×200×12 (a×b×c)	150×150×6 (a×b×c)

1.3 計算数値

1.3.1 架台の荷重

(単位：N)

部材	要素番号	節点番号	F _x		F _y		F _z	
			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
架台	11	32	—	1.141×10 ⁵	—	6.315×10 ⁴	—	8.684×10 ⁴
	21	22	—	1.856×10 ⁵	—	1.382×10 ³	—	4.709×10 ³
	31	4	—	1.590×10 ⁵	—	1.140×10 ⁵	—	3.730×10 ⁴
	41	42	—	1.532×10 ⁵	—	966.9	—	1.992×10 ³

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で, x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.2 架台のモーメント

(単位：N・m)

部材	要素番号	節点番号	M _x		M _y		M _z	
			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
架台	11	32	—	268.6	—	2.762×10 ⁴	—	2.603×10 ⁴
	21	22	—	936.0	—	3.726×10 ³	—	1.588×10 ³
	31	4	—	2.420×10 ⁴	—	7.220×10 ³	—	2.118×10 ⁴
	41	42	—	317.8	—	1.865×10 ³	—	1.424×10 ³

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で, x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.3 基礎ボルトの荷重

(単位：N)

部材	要素 番号	節点 番号	F _x		F _y		F _z	
			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
基礎ボルト	47	48	—	1.430×10 ⁵	—	7.958×10 ⁴	—	1.995×10 ⁴

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で, x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.4 基礎ボルトのモーメント

(単位：N・m)

部材	要素 番号	節点 番号	M _x		M _y		M _z	
			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
基礎ボルト	47	48	—	1.189×10 ³	—	7.105×10 ³	—	6.285×10 ³

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で, x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.5 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	要素 番号	節点 番号	F _b		Q _b	
			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
基礎ボルト	47	48	—	3.330×10 ⁴	—	1.426×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 固有周期

(単位：s)

モード	卓越方向	固有周期
1次	水平	0.042

1.4.2 応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	要素番号	節点番号	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
					算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
架台	STKR400	引張り	41	42	—	—	$\sigma_t = 46$	$f_t = 276$
		圧縮	21	22	—	—	$\sigma_c = 56^{*1}$	$f_c = 199$
		せん断	31	4	—	—	$\tau = 57$	$f_s = 159$
		曲げ	11	32	—	—	$\sigma_b = 108$	$f_b = 276$
		組合せ	11	32	—	—	$\sigma_f = 129$	$f_t = 276$
基礎ボルト	SS400	引張り	47	48	—	—	$\sigma_{tb} = 106$	$f_{ts} = 165^{*2}$
		せん断	47	48	—	—	$\tau_b = 46$	$f_{sb} = 127$

すべて許容応力以下である。

注記*1：絶対値を記載

*2： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

【配管遮蔽(その3)の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 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		
配管遮蔽 (その3)	常設/緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. 30.839 (T.M.S.L. 38.200*)	0.050 以下	0.042	—	—	C _H =1.63	C _V =1.18	—	50

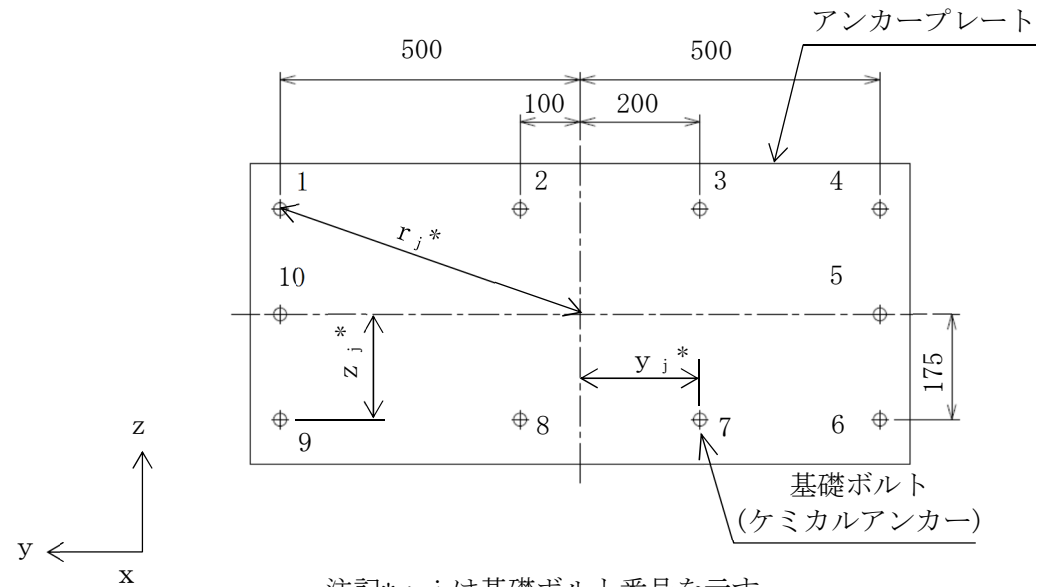
注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

m (kg)	d _o (基礎ボルト) (mm)	A _b (基礎ボルト) (mm ²)	n (本)	Y _{1,4,5,6,9,10} (mm)	Y _{3,7} (mm)	Y _{2,8} (mm)	Z _{1,2,3,4,6,7,8,9} (mm)	Z _{5,10} (mm)	r _{1,4,6,9} (mm)	r _{5,10} (mm)	r _{3,7} (mm)	r _{2,8} (mm)
□	20 (M20)	314.2	10	500	200	100	175	0	529.7	500	265.8	201.6

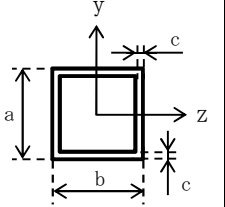
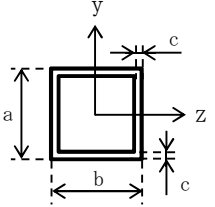
49

部材	材料	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
架台	STKR400	234	394	234	276
基礎ボルト	SS400	231 (16mm<径≤40mm)	394	231	276



注記* : j は基礎ボルト番号を示す。

材料	E (MPa)	ν	ℓ_k (mm)	i (mm)	λ
STKR400	201000	0.3	3783.4	58.5	64.7

	要素番号	
	1~6 10	7~9
材料	STKR400	STKR400
A (mm ²)	8.653×10^3	3.363×10^3
A _y (mm ²)	4.327×10^3	1.682×10^3
A _z (mm ²)	4.327×10^3	1.682×10^3
Z _y (mm ³)	4.980×10^5	1.530×10^5
Z _z (mm ³)	4.980×10^5	1.530×10^5
Z _p (mm ³)	8.483×10^5	2.488×10^5
I _y (mm ⁴)	4.980×10^7	1.150×10^7
I _z (mm ⁴)	4.980×10^7	1.150×10^7
I _p (mm ⁴)	7.974×10^7	1.792×10^7
断面形状		
寸法 (mm)	200×200×12 (a×b×c)	150×150×6 (a×b×c)

1.3 計算数値

1.3.1 架台の荷重

(単位：N)

部材	要素番号	節点番号	F _x		F _y		F _z	
			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
架台	1	1	—	1.540×10 ⁵	—	5.150×10 ⁴	—	4.578×10 ⁴
	4	11	—	4.163×10 ⁴	—	8.586×10 ⁴	—	5.529×10 ⁴
	7	7	—	1.330×10 ⁵	—	1.300×10 ³	—	670.1

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で、x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.2 架台のモーメント

(単位：N・m)

部材	要素番号	節点番号	M _x		M _y		M _z	
			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
架台	1	1	—	3.976×10 ³	—	1.838×10 ⁴	—	2.277×10 ⁴
	4	11	—	7.370×10 ³	—	2.079×10 ³	—	9.887×10 ³
	7	7	—	145.5	—	484.6	—	1.318×10 ³

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で、x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.3 基礎ボルトの荷重

(単位：N)

部材	要素 番号	節点 番号	F _x		F _y		F _z	
			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
基礎ボルト	3	4	—	1.885×10 ⁵	—	5.238×10 ⁴	—	6.103×10 ⁴

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で, x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.4 基礎ボルトのモーメント

(単位：N・m)

部材	要素 番号	節点 番号	M _x		M _y		M _z	
			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
基礎ボルト	3	4	—	3.652×10 ³	—	1.899×10 ⁴	—	2.148×10 ⁴

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で, x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.5 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	要素 番号	節点 番号	F _b		Q _b	
			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
基礎ボルト	3	4	—	3.913×10 ⁴	—	9.090×10 ³

1.4 結論

1.4.1 固有周期

(単位：s)

モード	卓越方向	固有周期
1次	鉛直	0.042

1.4.2 応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	要素番号	節点番号	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
					算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
架台	STKR400	引張り	7	7	—	—	$\sigma_t = 40$	$f_t = 276$
		圧縮	7	7	—	—	$\sigma_c = 40^{*1}$	$f_c = 205$
		せん断	4	11	—	—	$\tau = 33$	$f_s = 159$
		曲げ	1	1	—	—	$\sigma_b = 83$	$f_b = 276$
		組合せ	1	1	—	—	$\sigma_f = 107$	$f_t = 276$
基礎ボルト	SS400	引張り	3	4	—	—	$\sigma_{tb} = 125$	$f_{ts} = 165^{*2}$
		せん断	3	4	—	—	$\tau_b = 29$	$f_{sb} = 127$

すべて許容応力以下である。

注記*1：絶対値を記載

*2： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

【配管遮蔽(その4)の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

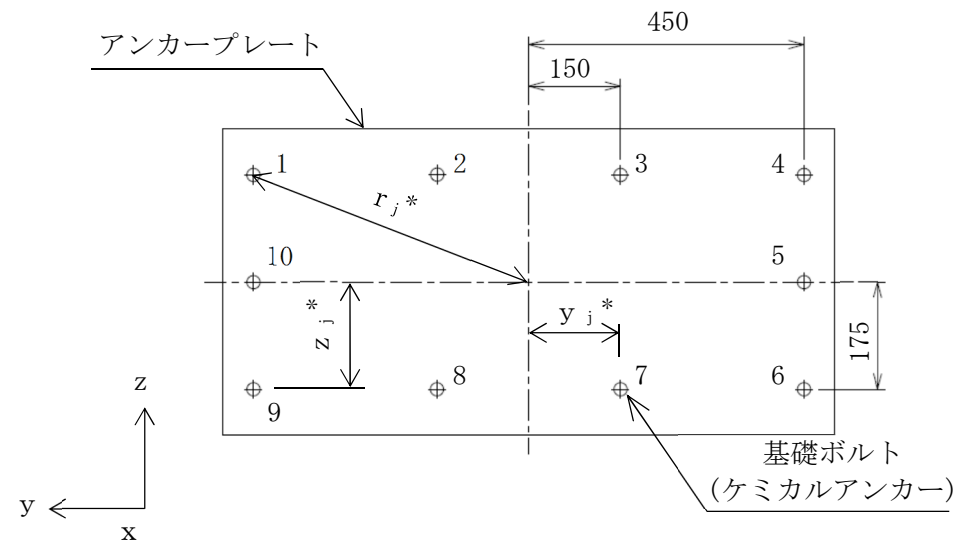
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度		
配管遮蔽 (その4)	常設/緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. 29.339 (T.M.S.L. 38.200*)	0.050 以下	0.039	—	—	C _H =1.63	C _V =1.18	—	50

注記*: 基準床レベルを示す。

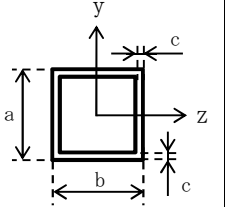
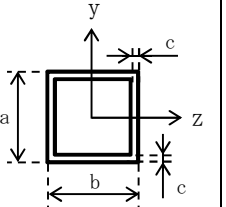
1.2 機器要目

m (kg)	d _o (基礎ボルト) (mm)	A _b (基礎ボルト) (mm ²)	n (本)	Y _{1,4,5,6,9,10} (mm)	Y _{2,3,7,8} (mm)	Z _{1,2,3,4,6,7,8,9} (mm)	Z _{5,10} (mm)	r _{1,4,6,9} (mm)	r _{5,10} (mm)	r _{2,3,7,8} (mm)
54	20 (M20)	314.2	10	450	150	175	0	482.8	450	230.5

部材	材料	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
架台	STKR400	234	394	234	276
基礎ボルト	SS400	231 (16mm<径≤40mm)	394	231	276



材料	E (MPa)	ν	ℓ_k (mm)	i (mm)	λ
STKR400	201000	0.3	3783.4	58.5	64.7

	要素番号	
	1~6 10	7~9
材料	STKR400	STKR400
A (mm ²)	8.653×10^3	3.363×10^3
A _y (mm ²)	4.327×10^3	1.682×10^3
A _z (mm ²)	4.327×10^3	1.682×10^3
Z _y (mm ³)	4.980×10^5	1.530×10^5
Z _z (mm ³)	4.980×10^5	1.530×10^5
Z _p (mm ³)	8.483×10^5	2.488×10^5
I _y (mm ⁴)	4.980×10^7	1.150×10^7
I _z (mm ⁴)	4.980×10^7	1.150×10^7
I _p (mm ⁴)	7.974×10^7	1.792×10^7
断面形状		
寸法 (mm)	200×200×12 (a×b×c)	150×150×6 (a×b×c)

1.3 計算数値

1.3.1 架台の荷重

(単位：N)

部材	要素 番号	節点 番号	F _x		F _y		F _z	
			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
架台	1	1	—	1.350×10 ⁵	—	4.513×10 ⁴	—	4.011×10 ⁴
	4	11	—	3.647×10 ⁴	—	7.522×10 ⁴	—	4.843×10 ⁴
	7	7	—	1.167×10 ⁵	—	1.156×10 ³	—	527.0

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で、x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.2 架台のモーメント

(単位：N・m)

部材	要素 番号	節点 番号	M _x		M _y		M _z	
			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
架台	1	1	—	3.482×10 ³	—	1.610×10 ⁴	—	1.996×10 ⁴
	4	11	—	6.461×10 ³	—	1.820×10 ³	—	8.663×10 ³
	7	7	—	127.0	—	442.3	—	1.163×10 ³

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で、x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.3 基礎ボルトの荷重

(単位：N)

部材	要素 番号	節点 番号	F _x		F _y		F _z	
			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
基礎ボルト	3	4	—	1.666×10 ⁵	—	4.672×10 ⁴	—	5.522×10 ⁴

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で, x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.4 基礎ボルトのモーメント

(単位：N・m)

部材	要素 番号	節点 番号	M _x		M _y		M _z	
			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
基礎ボルト	3	4	—	3.196×10 ³	—	1.665×10 ⁴	—	1.903×10 ⁴

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で, x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.5 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	要素 番号	節点 番号	F _b		Q _b	
			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
基礎ボルト	3	4	—	3.512×10 ⁴	—	8.228×10 ³

1.4 結論

1.4.1 固有周期

(単位 : s)

モード	卓越方向	固有周期
1次	鉛直	0.039

1.4.2 応力

(単位 : MPa)

部材	材料	応力	要素 番号	節点 番号	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
					算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
架台	STKR400	引張り	7	7	—	—	$\sigma_t = 35$	$f_t = 276$
		圧縮	7	7	—	—	$\sigma_c = 35^{*1}$	$f_c = 205$
		せん断	4	11	—	—	$\tau = 29$	$f_s = 159$
		曲げ	1	1	—	—	$\sigma_b = 73$	$f_b = 276$
		組合せ	1	1	—	—	$\sigma_f = 94$	$f_t = 276$
基礎ボルト	SS400	引張り	3	4	—	—	$\sigma_{tb} = 112$	$f_{ts} = 165^{*2}$
		せん断	3	4	—	—	$\tau_b = 27$	$f_{sb} = 127$

すべて許容応力以下である。

注記*1 : 絶対値を記載

*2 : $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

【配管遮蔽(その5)の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 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		
配管遮蔽 (その5)	常設/緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. 27.839 (T.M.S.L. 38.200*)	0.050 以下	0.039	—	—	C _H =1.63	C _V =1.18	—	50

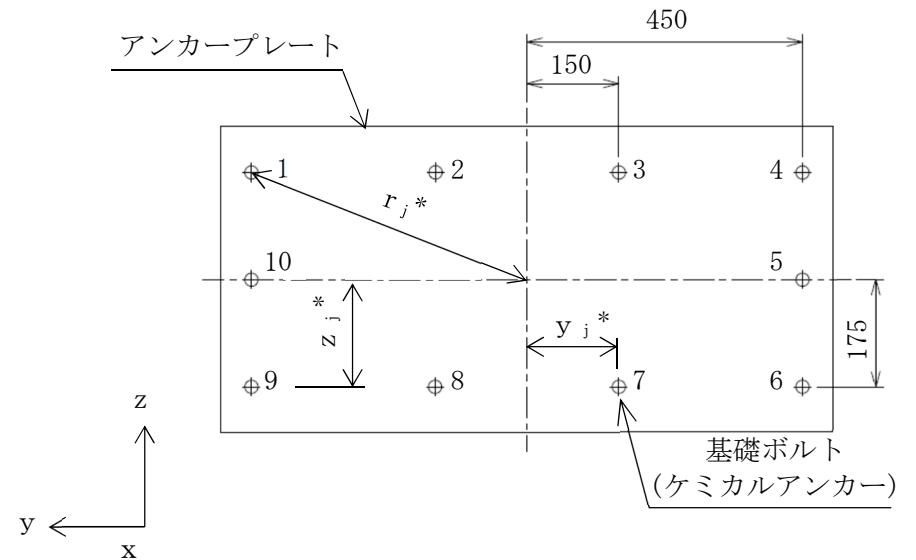
注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

m (kg)	d _o (基礎ボルト) (mm)	A _b (基礎ボルト) (mm ²)	n (本)	Y _{1,4,5,6,9,10} (mm)	Y _{2,3,7,8} (mm)	Z _{1,2,3,4,6,7,8,9} (mm)	Z _{5,10} (mm)	r _{1,4,6,9} (mm)	r _{5,10} (mm)	r _{2,3,7,8} (mm)
□	20 (M20)	314.2	10	450	150	175	0	482.8	450	230.5

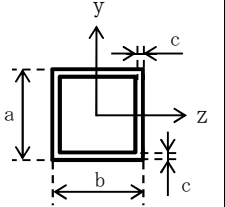
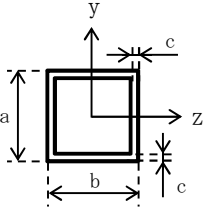
59

部材	材料	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
架台	STKR400	234	394	234	276
基礎ボルト	SS400	231 (16mm < 径 ≤ 40mm)	394	231	276



注記* : j は基礎ボルト番号を示す。

材料	E (MPa)	ν	ℓ_k (mm)	i (mm)	λ
STKR400	201000	0.3	3783.4	58.5	64.7

	要素番号	
	1~6 10	7~9
材料	STKR400	STKR400
A (mm ²)	8.653×10^3	3.363×10^3
A _y (mm ²)	4.327×10^3	1.682×10^3
A _z (mm ²)	4.327×10^3	1.682×10^3
Z _y (mm ³)	4.980×10^5	1.530×10^5
Z _z (mm ³)	4.980×10^5	1.530×10^5
Z _p (mm ³)	8.483×10^5	2.488×10^5
I _y (mm ⁴)	4.980×10^7	1.150×10^7
I _z (mm ⁴)	4.980×10^7	1.150×10^7
I _p (mm ⁴)	7.974×10^7	1.792×10^7
断面形状		
寸法 (mm)	200×200×12 (a×b×c)	150×150×6 (a×b×c)

1.3 計算数値

1.3.1 架台の荷重

(単位：N)

部材	要素 番号	節点 番号	F _x		F _y		F _z	
			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
架台	1	1	—	1.350×10 ⁵	—	4.513×10 ⁴	—	4.011×10 ⁴
	4	11	—	3.647×10 ⁴	—	7.522×10 ⁴	—	4.843×10 ⁴
	7	7	—	1.167×10 ⁵	—	1.156×10 ³	—	527.0

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で、x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.2 架台のモーメント

(単位：N・m)

部材	要素 番号	節点 番号	M _x		M _y		M _z	
			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
架台	1	1	—	3.482×10 ³	—	1.610×10 ⁴	—	1.996×10 ⁴
	4	11	—	6.461×10 ³	—	1.820×10 ³	—	8.663×10 ³
	7	7	—	127.0	—	442.3	—	1.163×10 ³

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で、x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.3 基礎ボルトの荷重

(単位：N)

部材	要素 番号	節点 番号	F _x		F _y		F _z	
			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
基礎ボルト	3	4	—	1.666×10 ⁵	—	4.672×10 ⁴	—	5.522×10 ⁴

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で, x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.4 基礎ボルトのモーメント

(単位：N・m)

部材	要素 番号	節点 番号	M _x		M _y		M _z	
			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
基礎ボルト	3	4	—	3.196×10 ³	—	1.665×10 ⁴	—	1.903×10 ⁴

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で, x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.5 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	要素 番号	節点 番号	F _b		Q _b	
			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
基礎ボルト	3	4	—	3.512×10 ⁴	—	8.228×10 ³

1.4 結論

1.4.1 固有周期

(単位：s)

モード	卓越方向	固有周期
1次	鉛直	0.039

1.4.2 応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	要素番号	節点番号	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
					算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
架台	STKR400	引張り	7	7	—	—	$\sigma_t = 35$	$f_t = 276$
		圧縮	7	7	—	—	$\sigma_c = 35^{*1}$	$f_c = 205$
		せん断	4	11	—	—	$\tau = 29$	$f_s = 159$
		曲げ	1	1	—	—	$\sigma_b = 73$	$f_b = 276$
		組合せ	1	1	—	—	$\sigma_f = 94$	$f_t = 276$
基礎ボルト	SS400	引張り	3	4	—	—	$\sigma_{tb} = 112$	$f_{ts} = 165^{*2}$
		せん断	3	4	—	—	$\tau_b = 27$	$f_{sb} = 127$

すべて許容応力以下である。

注記*1：絶対値を記載

*2： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

【配管遮蔽(その6)の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

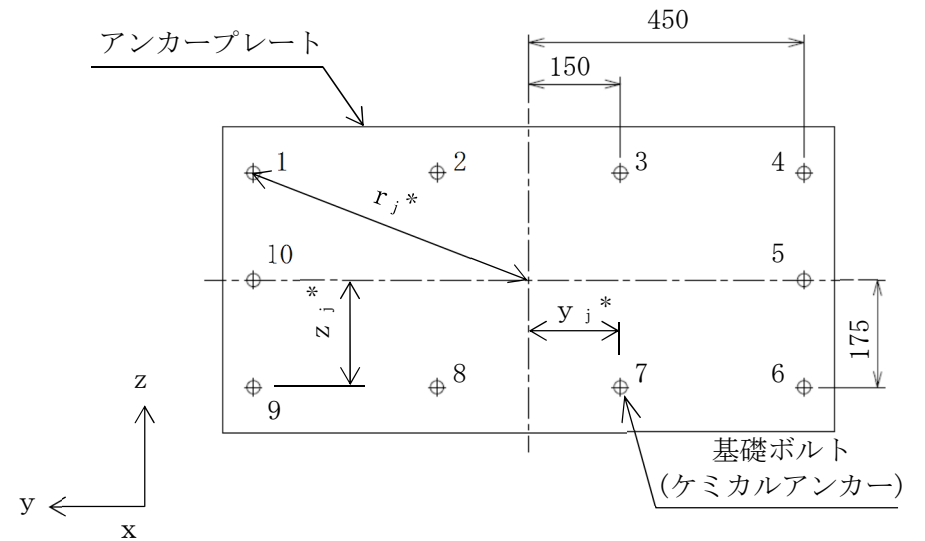
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度		
配管遮蔽 (その6)	常設/緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. 26.339 (T.M.S.L. 38.200*)	0.050 以下	0.039	—	—	C _H =1.63	C _V =1.18	—	50

注記*: 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

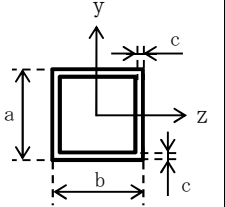
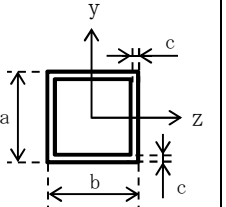
m (kg)	d _o (基礎ボルト) (mm)	A _b (基礎ボルト) (mm ²)	n (本)	Y _{1,4,5,6,9,10} (mm)	Y _{2,3,7,8} (mm)	Z _{1,2,3,4,6,7,8,9} (mm)	Z _{5,10} (mm)	r _{1,4,6,9} (mm)	r _{5,10} (mm)	r _{2,3,7,8} (mm)
64	20 (M20)	314.2	10	450	150	175	0	482.8	450	230.5

部材	材料	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
架台	STKR400	234	394	234	276
基礎ボルト	SS400	231 (16mm<径≤40mm)	394	231	276



注記*: j は基礎ボルト番号を示す。

材料	E (MPa)	ν	ℓ_k (mm)	i (mm)	λ
STKR400	201000	0.3	3783.4	58.5	64.7

	要素番号	
	1~6 10	7~9
材料	STKR400	STKR400
A (mm ²)	8.653×10^3	3.363×10^3
A _y (mm ²)	4.327×10^3	1.682×10^3
A _z (mm ²)	4.327×10^3	1.682×10^3
Z _y (mm ³)	4.980×10^5	1.530×10^5
Z _z (mm ³)	4.980×10^5	1.530×10^5
Z _p (mm ³)	8.483×10^5	2.488×10^5
I _y (mm ⁴)	4.980×10^7	1.150×10^7
I _z (mm ⁴)	4.980×10^7	1.150×10^7
I _p (mm ⁴)	7.974×10^7	1.792×10^7
断面形状		
寸法 (mm)	200×200×12 (a×b×c)	150×150×6 (a×b×c)

1.3 計算数値

1.3.1 架台の荷重

(単位：N)

部材	要素 番号	節点 番号	F _x		F _y		F _z	
			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
架台	1	1	—	1.350×10 ⁵	—	4.513×10 ⁴	—	4.011×10 ⁴
	4	11	—	3.647×10 ⁴	—	7.522×10 ⁴	—	4.843×10 ⁴
	7	7	—	1.167×10 ⁵	—	1.156×10 ³	—	527.0

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で、x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.2 架台のモーメント

(単位：N・m)

部材	要素 番号	節点 番号	M _x		M _y		M _z	
			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
架台	1	1	—	3.482×10 ³	—	1.610×10 ⁴	—	1.996×10 ⁴
	4	11	—	6.461×10 ³	—	1.820×10 ³	—	8.663×10 ³
	7	7	—	127.0	—	442.3	—	1.163×10 ³

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で、x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.3 基礎ボルトの荷重

(単位：N)

部材	要素 番号	節点 番号	F _x		F _y		F _z	
			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
基礎ボルト	3	4	—	1.666×10 ⁵	—	4.672×10 ⁴	—	5.522×10 ⁴

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で, x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.4 基礎ボルトのモーメント

(単位：N・m)

部材	要素 番号	節点 番号	M _x		M _y		M _z	
			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
基礎ボルト	3	4	—	3.196×10 ³	—	1.665×10 ⁴	—	1.903×10 ⁴

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で, x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.5 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	要素 番号	節点 番号	F _b		Q _b	
			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
基礎ボルト	3	4	—	3.512×10 ⁴	—	8.228×10 ³

1.4 結論

1.4.1 固有周期

(単位：s)

モード	卓越方向	固有周期
1次	鉛直	0.039

1.4.2 応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	要素 番号	節点 番号	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
					算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
架台	STKR400	引張り	7	7	—	—	$\sigma_t = 35$	$f_t = 276$
		圧縮	7	7	—	—	$\sigma_c = 35^{*1}$	$f_c = 205$
		せん断	4	11	—	—	$\tau = 29$	$f_s = 159$
		曲げ	1	1	—	—	$\sigma_b = 73$	$f_b = 276$
		組合せ	1	1	—	—	$\sigma_f = 94$	$f_t = 276$
基礎ボルト	SS400	引張り	3	4	—	—	$\sigma_{tb} = 112$	$f_{ts} = 165^{*2}$
		せん断	3	4	—	—	$\tau_b = 27$	$f_{sb} = 127$

すべて許容応力以下である。

注記*1：絶対値を記載

*2： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

【配管遮蔽(その7)の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 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		
配管遮蔽 (その7)	常設/緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. 24.839 (T.M.S.L. 38.200*)	0.050 以下	0.042	—	—	C _H =1.63	C _V =1.18	—	50

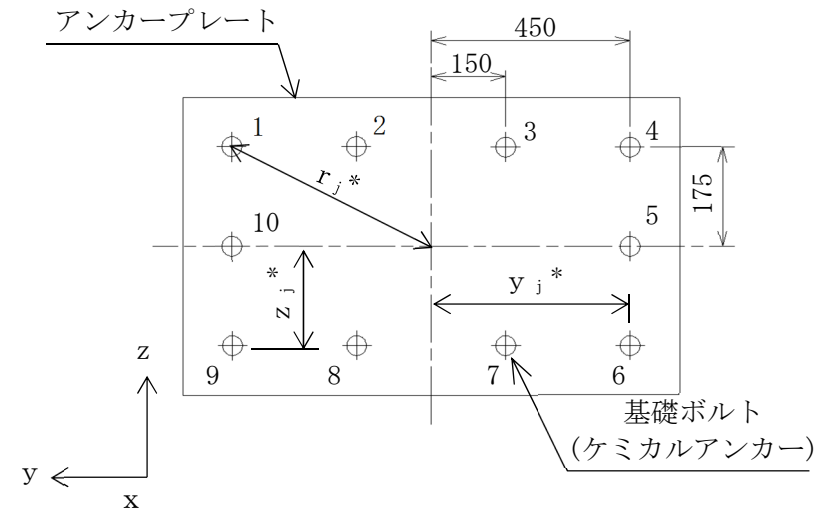
注記*: 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

m (kg)	d _o (基礎ボルト) (mm)	A _b (基礎ボルト) (mm ²)	n (本)	y _{1,4,5,6,9,10} (mm)	y _{2,3,7,8} (mm)	z _{1,2,3,4,6,7,8,9} (mm)	z _{5,10} (mm)	r _{1,4,6,9} (mm)	r _{5,10} (mm)	r _{2,3,7,8} (mm)
□	20 (M20)	314.2	10	450	150	175	0	482.8	450	230.5

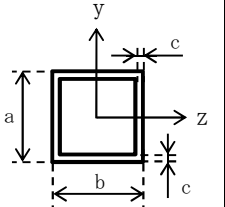
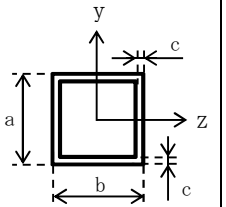
69

部材	材料	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
架台	STKR400	234	394	234	276
基礎ボルト	SS400	231 (16mm<径≤40mm)	394	231	276



注記*: j は基礎ボルト番号を示す。

材料	E (MPa)	ν	ℓ_k (mm)	i (mm)	λ
STKR400	201000	0.3	3783.4	58.5	64.7

	要素番号	
	1~8 12	9~11
材料	STKR400	STKR400
A (mm ²)	8.653×10^3	3.363×10^3
A _y (mm ²)	4.327×10^3	1.682×10^3
A _z (mm ²)	4.327×10^3	1.682×10^3
Z _y (mm ³)	4.980×10^5	1.530×10^5
Z _z (mm ³)	4.980×10^5	1.530×10^5
Z _p (mm ³)	8.483×10^5	2.488×10^5
I _y (mm ⁴)	4.980×10^7	1.150×10^7
I _z (mm ⁴)	4.980×10^7	1.150×10^7
I _p (mm ⁴)	7.974×10^7	1.792×10^7
断面形状		
寸法 (mm)	200×200×12 (a×b×c)	150×150×6 (a×b×c)

1.3 計算数値

1.3.1 架台の荷重

(単位：N)

部材	要素番号	節点番号	F _x		F _y		F _z	
			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
架台	1	1	—	1.343×10 ⁵	—	4.334×10 ⁴	—	3.156×10 ⁴
	5	13	—	3.691×10 ⁴	—	7.219×10 ⁴	—	4.879×10 ⁴
	9	10	—	1.178×10 ⁵	—	431.1	—	596.7
	11	12	—	1.187×10 ⁵	—	575.8	—	2.666×10 ³

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で, x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.2 架台のモーメント

(単位：N・m)

部材	要素番号	節点番号	M _x		M _y		M _z	
			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
架台	1	1	—	2.906×10 ³	—	1.386×10 ⁴	—	2.047×10 ⁴
	5	13	—	5.418×10 ³	—	7.162×10 ³	—	5.671×10 ³
	9	10	—	120.3	—	423.2	—	746.3
	11	12	—	471.5	—	2.099×10 ³	—	685.0

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で, x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.3 基礎ボルトの荷重

(単位：N)

部材	要素 番号	節点 番号	F _x		F _y		F _z	
			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
基礎ボルト	1	1	—	1.547×10 ⁵	—	5.612×10 ⁴	—	5.890×10 ⁴

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で, x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.4 基礎ボルトのモーメント

(単位：N・m)

部材	要素 番号	節点 番号	M _x		M _y		M _z	
			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
基礎ボルト	1	1	—	2.906×10 ³	—	1.386×10 ⁴	—	2.374×10 ⁴

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で, x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.5 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	要素 番号	節点 番号	F _b		Q _b	
			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
基礎ボルト	1	1	—	3.356×10 ⁴	—	9.041×10 ³

1.4 結論

1.4.1 固有周期

(単位：s)

モード	卓越方向	固有周期
1次	鉛直	0.042

1.4.2 応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	要素番号	節点番号	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
					算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
架台	STKR400	引張り	11	12	—	—	$\sigma_t = 36$	$f_t = 276$
		圧縮	9	10	—	—	$\sigma_c = 35^{*1}$	$f_c = 205$
		せん断	5	13	—	—	$\tau = 27$	$f_s = 159$
		曲げ	1	1	—	—	$\sigma_b = 69$	$f_b = 276$
		組合せ	1	1	—	—	$\sigma_f = 89$	$f_t = 276$
基礎ボルト	SS400	引張り	1	1	—	—	$\sigma_{tb} = 107$	$f_{ts} = 165^{*2}$
		せん断	1	1	—	—	$\tau_b = 29$	$f_{sb} = 127$

すべて許容応力以下である。

注記*1：絶対値を記載

*2： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

【配管遮蔽(その8)の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

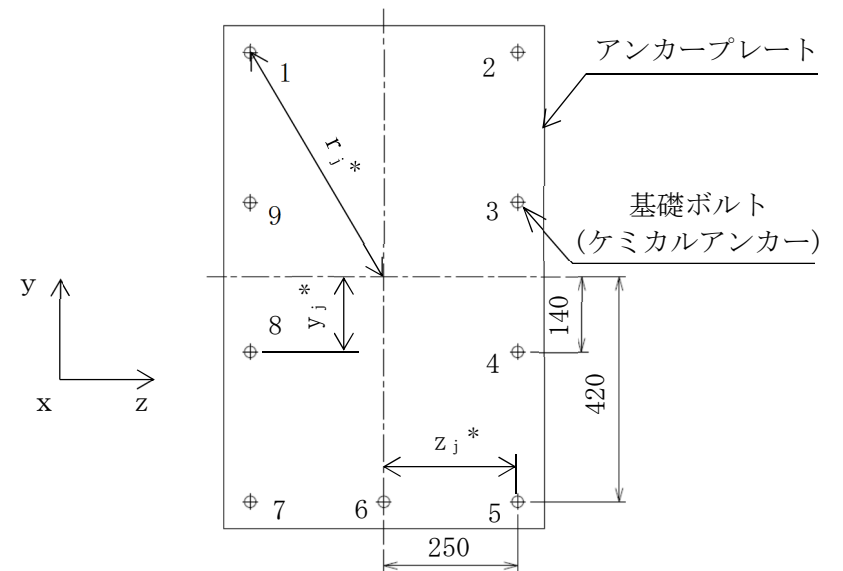
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度		
配管遮蔽 (その8)	常設/緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. 21.770 (T.M.S.L. 38.200*)	0.041	0.050 以下	—	—	C _H =1.63	C _V =1.18	—	50

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

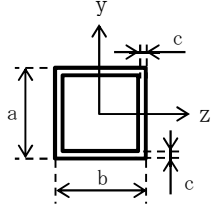
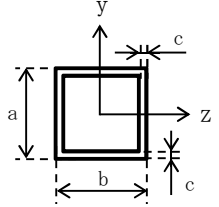
m (kg)	d _o (基礎ボルト) (mm)	A _b (基礎ボルト) (mm ²)	n (本)	y _{1,2,5,6,7} (mm)	y _{3,4,8,9} (mm)	Z _{1,2,3,4,5,7,8,9} (mm)	Z ₆ (mm)	r _{1,2,5,7} (mm)	r ₆ (mm)	r _{3,4,8,9} (mm)
74	20 (M20)	314.2	9	420	140	250	0	488.8	420	286.5

部材	材料	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
架台	STKR400	234	394	234	276
基礎ボルト	SS400	231 (16mm < 径 ≤ 40mm)	394	231	276



注記* : j は基礎ボルト番号を示す。

材料	E (MPa)	ν	ℓ_k (mm)	i (mm)	λ
STKR400	201000	0.3	3243.1	58.5	55.5

	要素番号	
	1~4 8~9	5~7
材料	STKR400	STKR400
A (mm ²)	8.653×10^3	3.363×10^3
A _y (mm ²)	4.327×10^3	1.682×10^3
A _z (mm ²)	4.327×10^3	1.682×10^3
Z _y (mm ³)	4.980×10^5	1.530×10^5
Z _z (mm ³)	4.980×10^5	1.530×10^5
Z _p (mm ³)	8.483×10^5	2.488×10^5
I _y (mm ⁴)	4.980×10^7	1.150×10^7
I _z (mm ⁴)	4.980×10^7	1.150×10^7
I _p (mm ⁴)	7.974×10^7	1.792×10^7
断面形状		
寸法 (mm)	200×200×12 (a×b×c)	150×150×6 (a×b×c)

1.3 計算数値

1.3.1 架台の荷重

(単位：N)

部材	要素 番号	節点 番号	F _x		F _y		F _z	
			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
架台	3	4	—	1.208×10 ⁵	—	3.762×10 ⁴	—	2.902×10 ⁴
	7	8	—	1.281×10 ⁵	—	1.636×10 ³	—	3.190×10 ³
	8	9	—	5.004×10 ⁴	—	8.708×10 ⁴	—	6.376×10 ⁴

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で、x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.2 架台のモーメント

(単位：N・m)

部材	要素 番号	節点 番号	M _x		M _y		M _z	
			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
架台	3	4	—	3.323×10 ³	—	1.324×10 ⁴	—	2.011×10 ⁴
	7	8	—	677.9	—	2.168×10 ³	—	1.382×10 ³
	8	9	—	6.963×10 ³	—	2.125×10 ³	—	1.270×10 ⁴

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で、x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.3 基礎ボルトの荷重

(単位：N)

部材	要素 番号	節点 番号	F _x		F _y		F _z	
			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
基礎ボルト	3	4	—	1.296×10 ⁵	—	4.085×10 ⁴	—	4.646×10 ⁴

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で, x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.4 基礎ボルトのモーメント

(単位：N・m)

部材	要素 番号	節点 番号	M _x		M _y		M _z	
			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
基礎ボルト	3	4	—	3.323×10 ³	—	2.011×10 ⁴	—	1.324×10 ⁴

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で, x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.5 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	要素 番号	節点 番号	F _b		Q _b	
			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
基礎ボルト	3	4	—	3.025×10 ⁴	—	7.986×10 ³

1.4 結論

1.4.1 固有周期

(単位：s)

モード	卓越方向	固有周期
1次	水平	0.041

1.4.2 応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	要素番号	節点番号	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
					算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
架台	STKR400	引張り	7	8	—	—	$\sigma_t = 38$	$f_t = 276$
		圧縮	7	8	—	—	$\sigma_c = 38^{*1}$	$f_c = 222$
		せん断	8	9	—	—	$\tau = 34$	$f_s = 159$
		曲げ	3	4	—	—	$\sigma_b = 67$	$f_b = 276$
		組合せ	3	4	—	—	$\sigma_f = 85$	$f_t = 276$
基礎ボルト	SS400	引張り	3	4	—	—	$\sigma_{tb} = 97$	$f_{ts} = 165^{*2}$
		せん断	3	4	—	—	$\tau_b = 26$	$f_{sb} = 127$

すべて許容応力以下である。

注記*1：絶対値を記載

*2： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$