

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-添 2-011-20
提出年月日	2023年1月17日

VI-2-10-2-16 取水槽水位計の耐震性についての計算書

S2 補 VI-2-10-2-16 R0

2023年1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. 検出器 (LE215-3A, B)	2
2.1 概要	2
2.2 一般事項	2
2.2.1 構造計画	2
2.2.2 評価方針	5
2.2.3 適用規格・基準等	6
2.2.4 記号の説明	7
2.2.5 計算精度と数値の丸め方	8
2.3 評価部位	9
2.4 固有周期	10
2.4.1 固有値解析方法	10
2.4.2 解析モデル及び諸元	10
2.4.3 固有値解析結果	13
2.5 構造強度評価	15
2.5.1 構造強度評価方法	15
2.5.2 荷重の組合せ及び許容応力	15
2.5.3 設計用地震力	19
2.5.4 計算方法	20
2.5.5 計算条件	23
2.5.6 応力の評価	23
2.6 機能維持評価	24
2.6.1 電氣的機能維持評価方法	24
2.7 評価結果	25
2.7.1 設計基準対象施設としての評価結果	25

3. 発信器 (LX215-3A, B)	34
3.1 概要	34
3.2 一般事項	34
3.2.1 構造計画	34
3.2.2 評価方針	36
3.2.3 適用規格・基準等	37
3.2.4 記号の説明	38
3.2.5 計算精度と数値の丸め方	40
3.3 評価部位	41
3.4 固有周期	41
3.4.1 固有周期の確認	41
3.5 構造強度評価	42
3.5.1 構造強度評価方法	42
3.5.2 荷重の組合せ及び許容応力	42
3.5.3 設計用地震力	46
3.5.4 計算方法	47
3.5.5 計算条件	49
3.5.6 応力の評価	50
3.6 機能維持評価	51
3.6.1 電氣的機能維持評価方法	51
3.7 評価結果	52
3.7.1 設計基準対象施設としての評価結果	52

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及び機能維持の設計方針に基づき、取水槽水位計が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

取水槽水位計は、検出器及び発信器から構成される。取水槽水位計の構造図を図1-1に示す。

「2. 検出器」においては、取水槽水位計のうち検出器が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明する。構造強度評価として、耐震評価上厳しくなる基礎ボルト部について評価を実施し、電気的機能維持評価として、検出器を評価対象部位として評価を実施する。

「3. 発信器」においては、取水槽水位計のうち発信器が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明する。構造強度評価として、耐震評価上厳しくなる基礎ボルト部について評価を実施し、電気的機能維持評価として、発信器を評価対象部位として評価を実施する。

電気的機能維持評価では、機能維持評価用加速度がすべて機能確認済加速度以下であることで評価する。

取水槽水位計は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に分類される。以下、設計基準対象施設としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

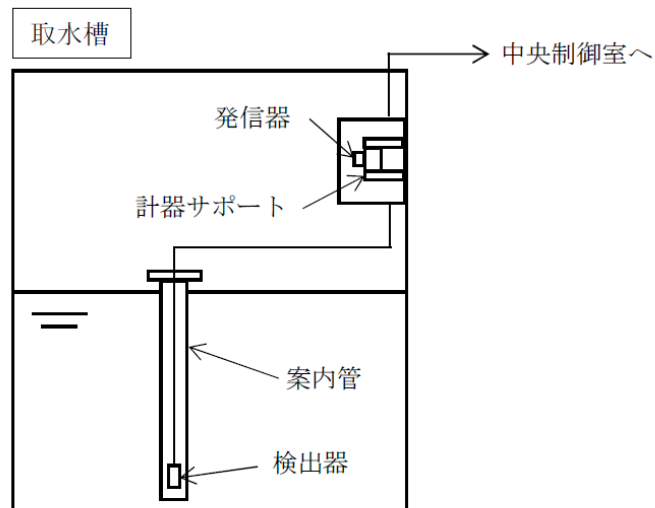


図1-1 取水槽水位計の構造図

2. 検出器 (LE215-3A, B)

2.1 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及び機能維持の設計方針に基づき、検出器が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

2.2 一般事項

2.2.1 構造計画

検出器の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画 (1/2)

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器は、案内管内に設置する。 案内管はUボルトによりサポート鋼材に固定され、サポート鋼材は基礎ボルトにより床及び壁面に設置する。</p>	<p>検出器、案内管、サポート鋼材及び基礎ボルトから構成する。</p>	<p>The diagram illustrates the construction of a detector assembly. It includes a front view (正面) and a right-side view (右側面). Key components labeled include: ケーブル (Cable), 基礎ボルト (ケミカルアンカ) (Foundation Bolt (Chemical Anchor)), 据付床 (Support Bed), フランジ (Flange), 案内管 (Guide Pipe), サポート鋼材 (山形鋼) (Support Steel (Channel Steel)), 後打金物 (Retainer), Uボルト (U-bolt), and 検出器 (Detector). Section lines A-A and B-B are indicated. Section A-A shows a top-down view of the support steel plate with a central hole and four corner bolts. Section B-B shows a side view of the U-bolt and its connection to the support steel. The drawing is identified as (LE215-3A) and includes a note (単位: mm) (Unit: mm).</p>

表 2-1 構造計画 (2/2)

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器は、案内管内に設置する。 案内管はUボルトによりサポート鋼材に固定され、サポート鋼材は基礎ボルトにより床及び壁面に設置する。</p>	<p>検出器、案内管、サポート鋼材及び基礎ボルトから構成する。</p>	<p>(LE215-3B)</p> <p>(単位: mm)</p>

2.2.2 評価方針

検出器の応力評価は、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、「2.2.1 構造計画」にて示す検出器の部位を踏まえ「2.3 評価部位」にて設定する箇所において、「2.4 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、「2.5 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。また、検出器の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「2.6 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「2.7 評価結果」に示す。

検出器の耐震評価フローを図2-1に示す。

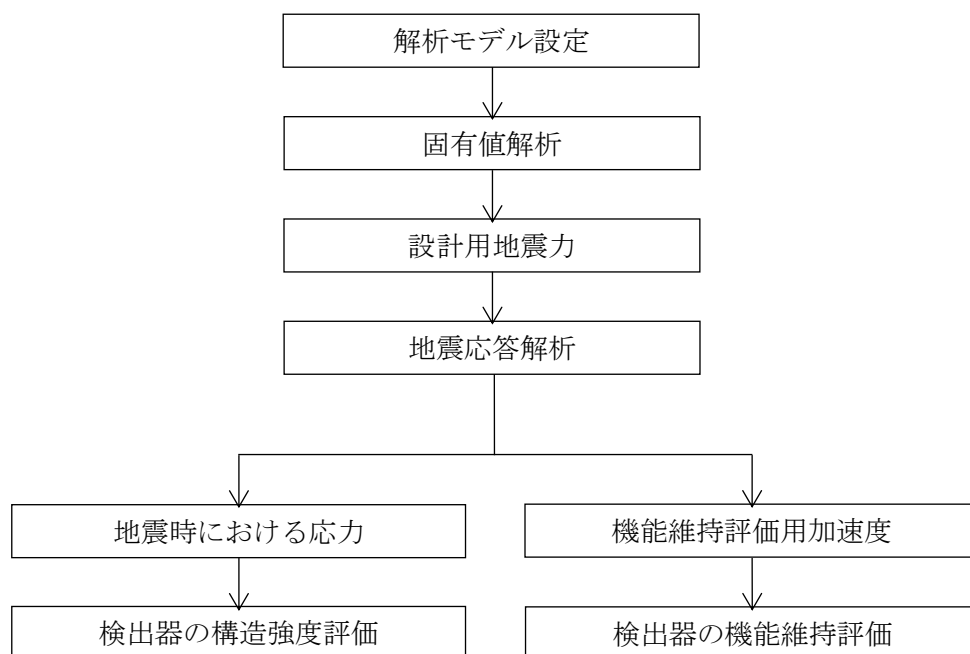


図2-1 検出器の耐震評価フロー

2.2.3 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。)

2.2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A	サポート鋼材の断面積	mm ²
A _b	基礎ボルトの軸断面積	mm ²
C _H	水平方向設計震度	—
C _V	鉛直方向設計震度	—
d	基礎ボルトの呼び径	mm
F	設計・建設規格 SSB-3131.1(1)に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 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	サポート基礎部に作用する力 (X方向)	N
F _y	サポート基礎部に作用する力 (Y方向)	N
F _z	サポート基礎部に作用する力 (Z方向)	N
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 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 (許容組合せ応力)	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
l ₁	ボルト間距離 (M _x に対する)	mm
l ₂	ボルト間距離 (M _z に対する)	mm
l ₃	ボルト間距離 (M _y に対する)	mm
M _x	サポート基礎部に作用するモーメント (X軸周り)	N・mm
M _y	サポート基礎部に作用するモーメント (Y軸周り)	N・mm
M _z	サポート基礎部に作用するモーメント (Z軸周り)	N・mm
n	基礎ボルトの本数	—
n ₁	M _x に耐えうる基礎ボルトの本数	—
n ₂	M _z に耐えうる基礎ボルトの本数	—
n ₃	M _y に耐えうる基礎ボルトの本数	—
Q _b	基礎ボルトに作用するせん断力	N
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
W ₁	検出器の荷重	N
W ₂	ケーブルの荷重	N
Z ₁	サポート鋼材の弱軸回りの断面係数	mm ³
Z ₂	サポート鋼材の強軸回りの断面係数	mm ³
Z _p	サポート鋼材のねじり断面係	mm ³

記号	記号の説明	単位
π	円周率	—
σ_b	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
τ_b	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa

2.2.5 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
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	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位*1
面積	mm ²	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
モーメント	N・mm	有効数字5桁目*3	四捨五入	有効数字4桁*2, *3
力	N	有効数字5桁目*3	四捨五入	有効数字4桁*2, *3
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力*4	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：絶対値が1000以上のときは、べき数表示とする。

*3：計算機プログラム固有の桁処理により算出値が有効数字4桁以下となる場合は、計算機プログラム保有の最大桁数表示とする。

*4：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。

2.3 評価部位

検出器の耐震評価は、「2.5.1 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壁面サポート及び床面サポートの基礎ボルト部について実施する。検出器の耐震評価部位については、表 2-1 の概略構造図に示す。

2.4 固有周期

2.4.1 固有値解析方法

検出器の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) 検出器は、「2.4.2 解析モデル及び諸元」に示す三次元はりモデルとする。

2.4.2 解析モデル及び諸元

検出器の解析モデルを図 2-2 及び図 2-3 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【検出器 (LE215-3A) の耐震性についての計算結果】、【検出器 (LE215-3B) の耐震性についての計算結果】のその他の機器要目に示す。

- (1) 検出器の案内管の質量は、案内管自身の質量のほか、内包水の質量及び水の付加質量*を考慮する。
- (2) 検出器及びケーブルの質量は、それぞれの重心に集中するものとする。
- (3) 検出器及びケーブルの重心位置については、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定する。
- (4) 拘束条件として、基礎部の並進方向を固定する。なお、基礎ボルト部は剛体として評価する。
- (5) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。
- (6) 解析コードは、「NSAFE」を使用し、固有値及び荷重を求める。

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、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

注記*：機器が流体中で加速度を受けた場合に質量が増加したような効果を模擬した質量

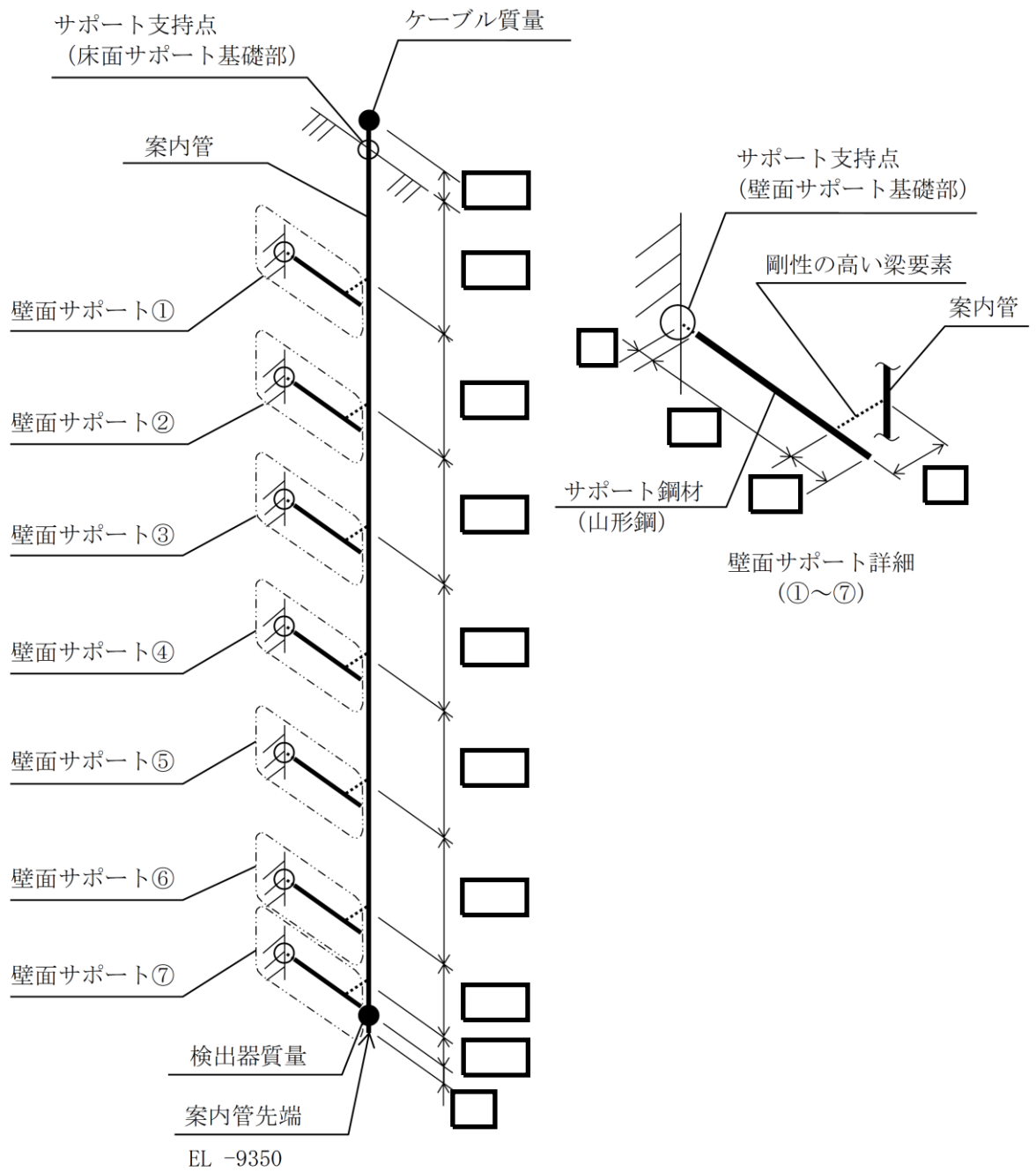
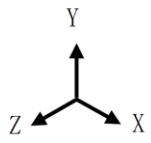


図 2-2 解析モデル (LE215-3A)

S2 補 VI-2-10-2-16 R0

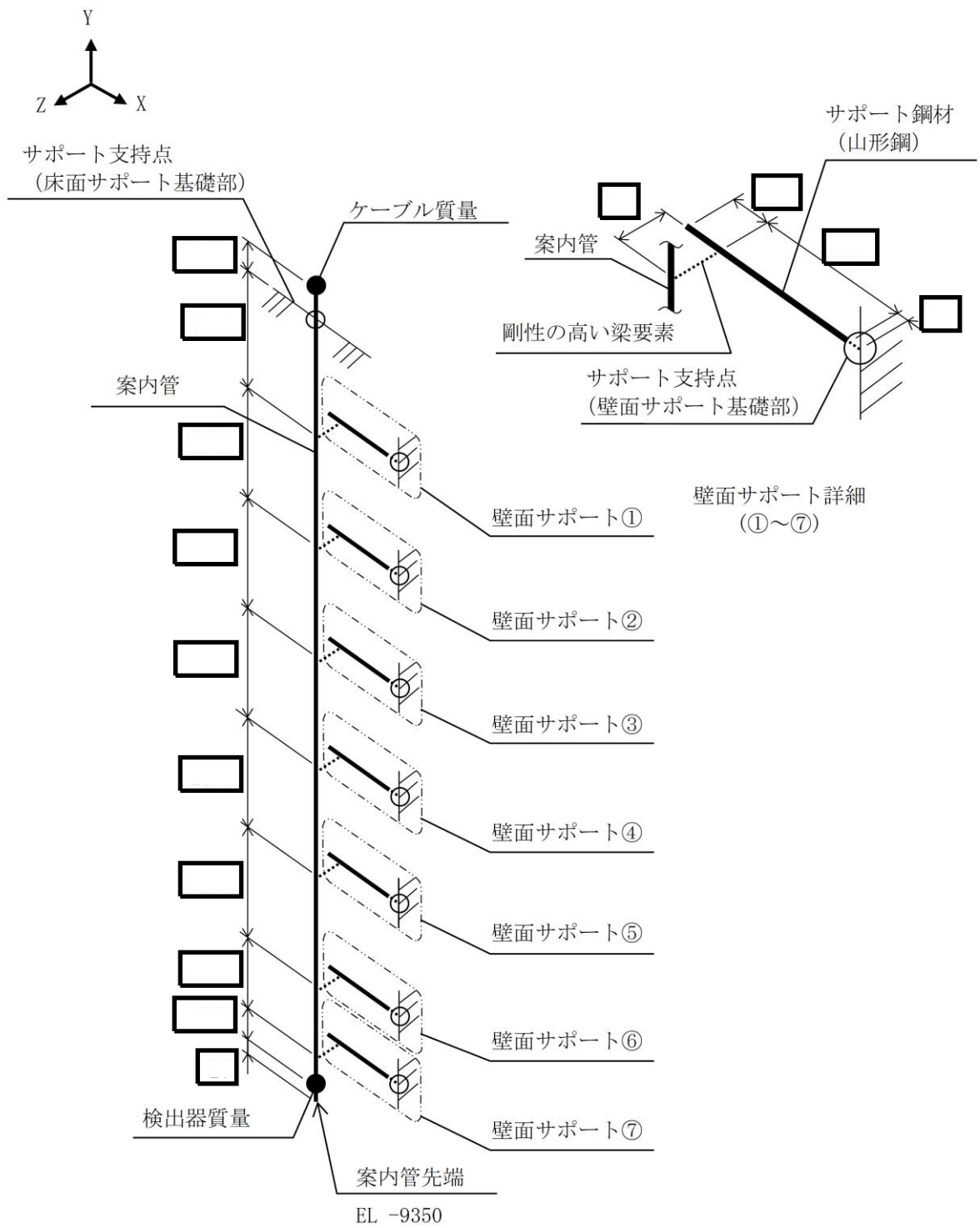


図 2-3 解析モデル (LE215-3B)

2.4.3 固有値解析結果

固有値解析結果を表 2-3, 振動モード図を図 2-4 及び図 2-5 に示す。固有周期は 0.05 秒以下であり, 剛構造であることを確認した。

表 2-3 固有値解析結果

計器番号	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	Y方向	
LE215-3A	1次	水平		—	—	—
LE215-3B	1次	水平		—	—	—

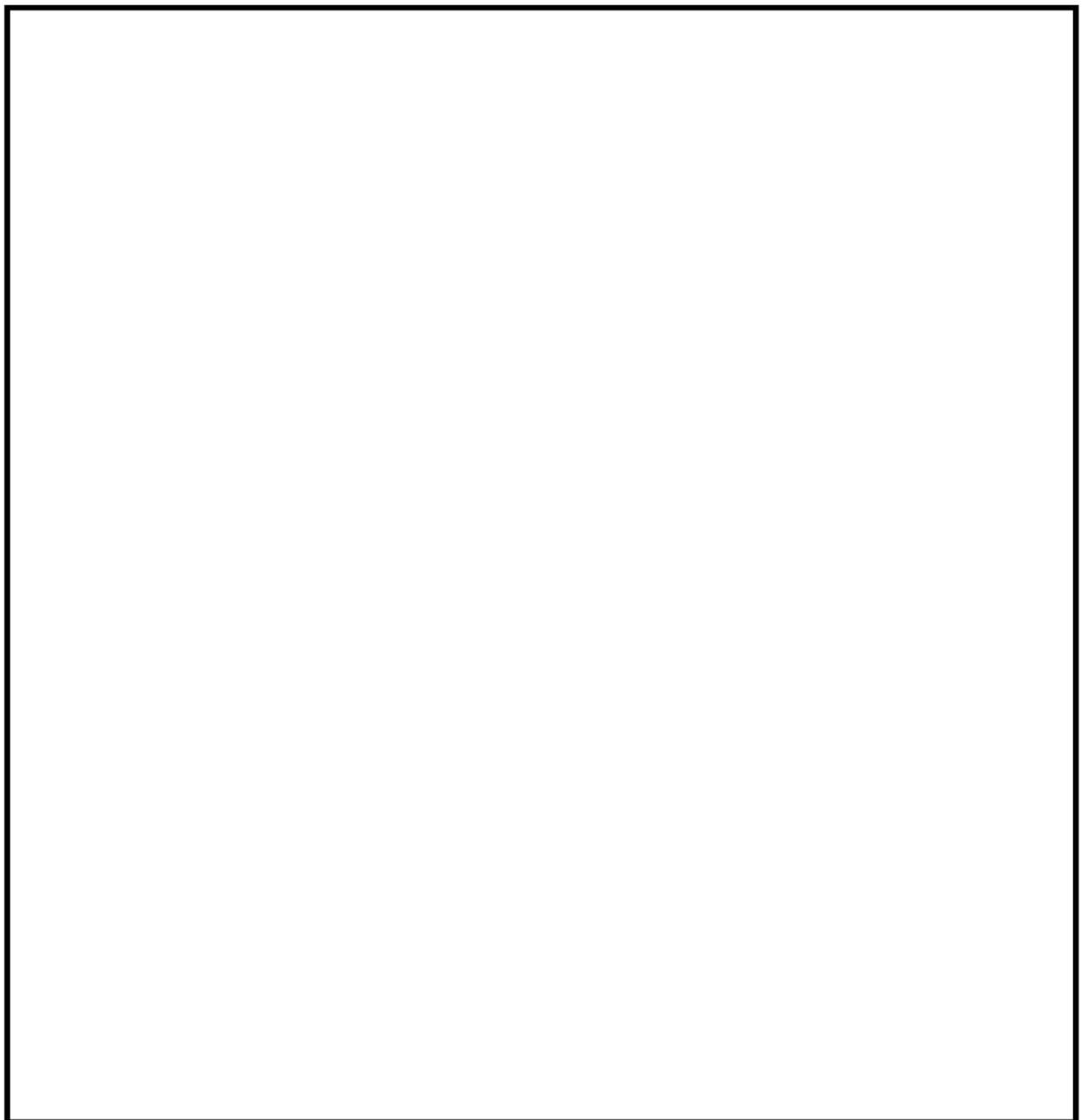


図 2-4 振動モード (LE215-3A) (1次モード 水平方向 s)

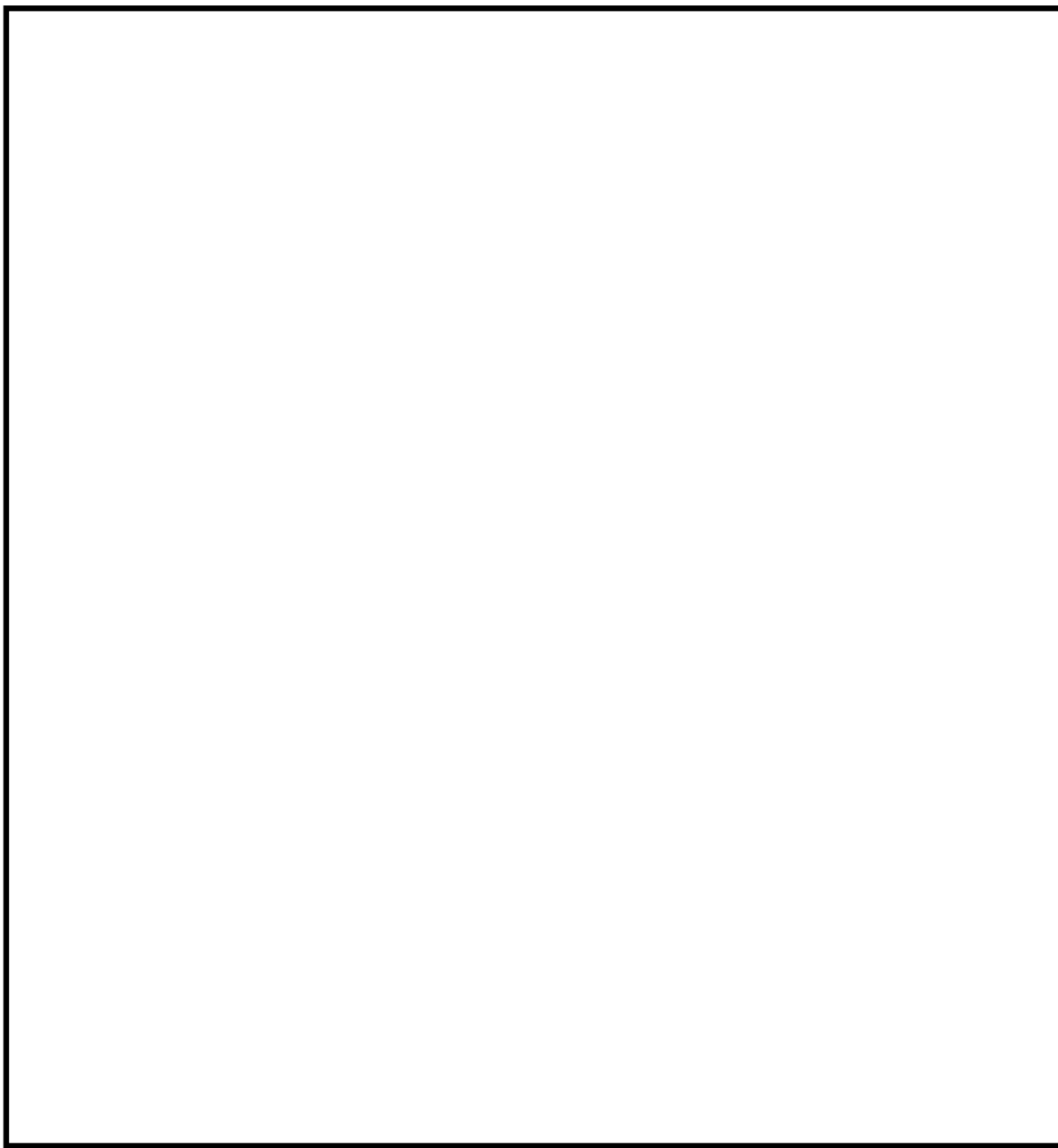


図 2-5 振動モード (LE215-3B) (1 次モード 水平方向 s)

2.5 構造強度評価

2.5.1 構造強度評価方法

2.4.2項(1)～(6)のほか，次の条件で計算する。

- (1) 地震力は，検出器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。

2.5.2 荷重の組合せ及び許容応力

2.5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

検出器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2-4に示す。

2.5.2.2 許容応力

検出器の許容応力は，VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表2-5のとおりとする。

2.5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

検出器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2-6に示す。

表 2-4 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	許容応力状態
津波監視設備	取水槽水位計	S	—*	$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅲ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 2-5 許容応力（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)	
	一次応力	
	引張	せん断
ⅢA S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$

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 2-6 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 _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
基礎ボルト (床面サポート)	SS400 (径≤16mm)	周囲環境温度	50	241	394	—
基礎ボルト (壁面サポート)	SUS316L	周囲環境温度	50	169	472	175

2.5.3 設計用地震力

耐震評価に用いる設計用地震力を表 2-7 に示す。

「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 2-7 設計用地震力（設計基準対象施設）

機器名称	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
検出器 (LE215-3A)	取水槽 EL 4.0 ^{*1} (EL 8.8 ^{*1})		0.05 以下	—	—	C _H =4.85 ^{*2}	C _V =2.13 ^{*2}
検出器 (LE215-3B)	取水槽 EL 4.0 ^{*1} (EL 8.8 ^{*1})		0.05 以下	—	—	C _H =4.85 ^{*2}	C _V =2.13 ^{*2}

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）を上回る設計震度

2.5.4 計算方法

2.5.4.1 応力の計算方法

2.5.4.1.1 基礎ボルトの計算方法

基礎ボルトの応力は、図 2-6 及び図 2-7 に示す三次元はりモデルによる個別解析からサポート評価点の内力を求めて、その結果を用いて手計算にて基礎ボルトを評価する。個別解析によって得られたサポート評価点の最大反力とモーメントを表 2-8 及び表 2-9 に示す。

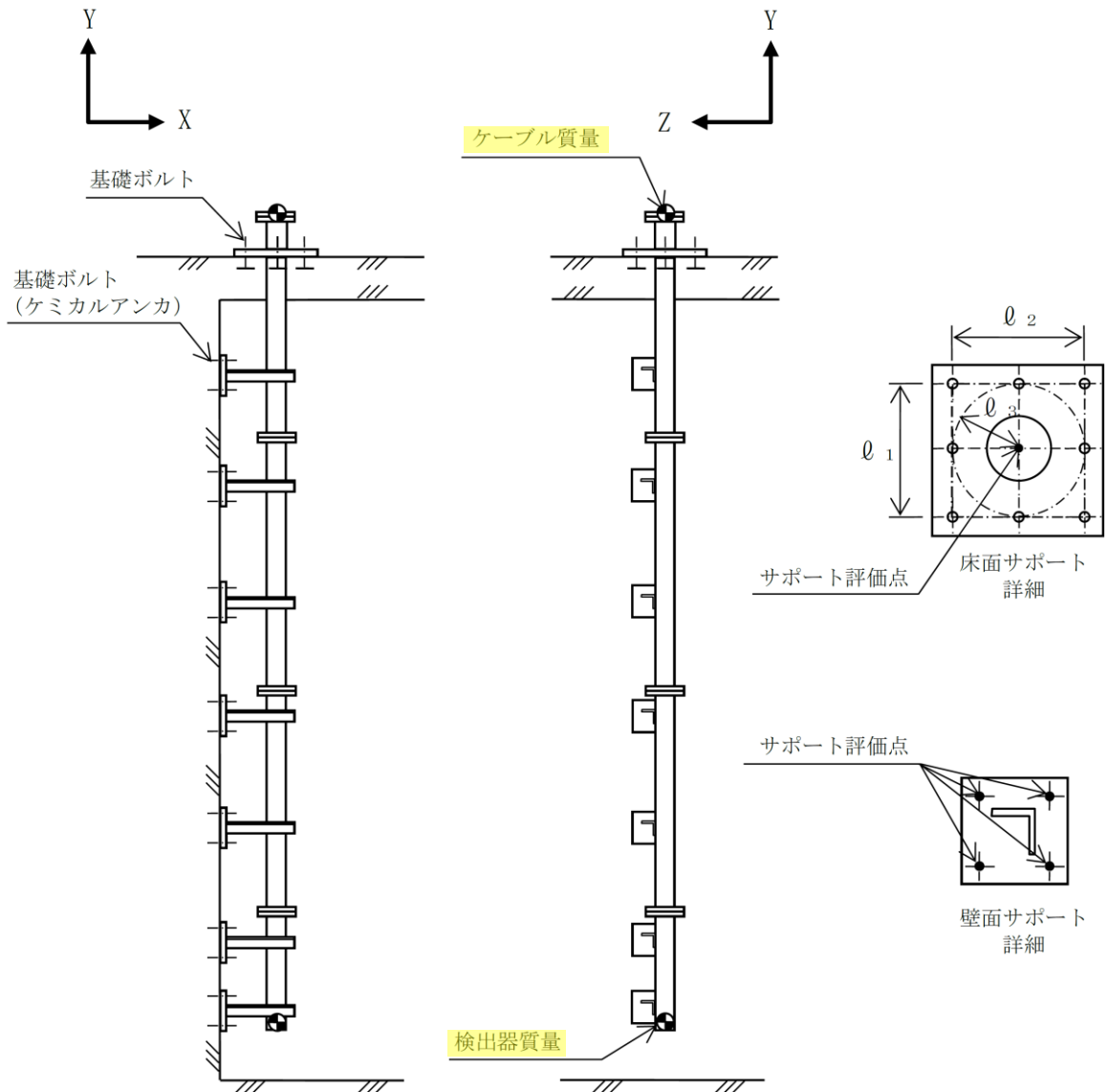


図 2-6 計算モデル（基礎ボルト部）（LE215-3A）

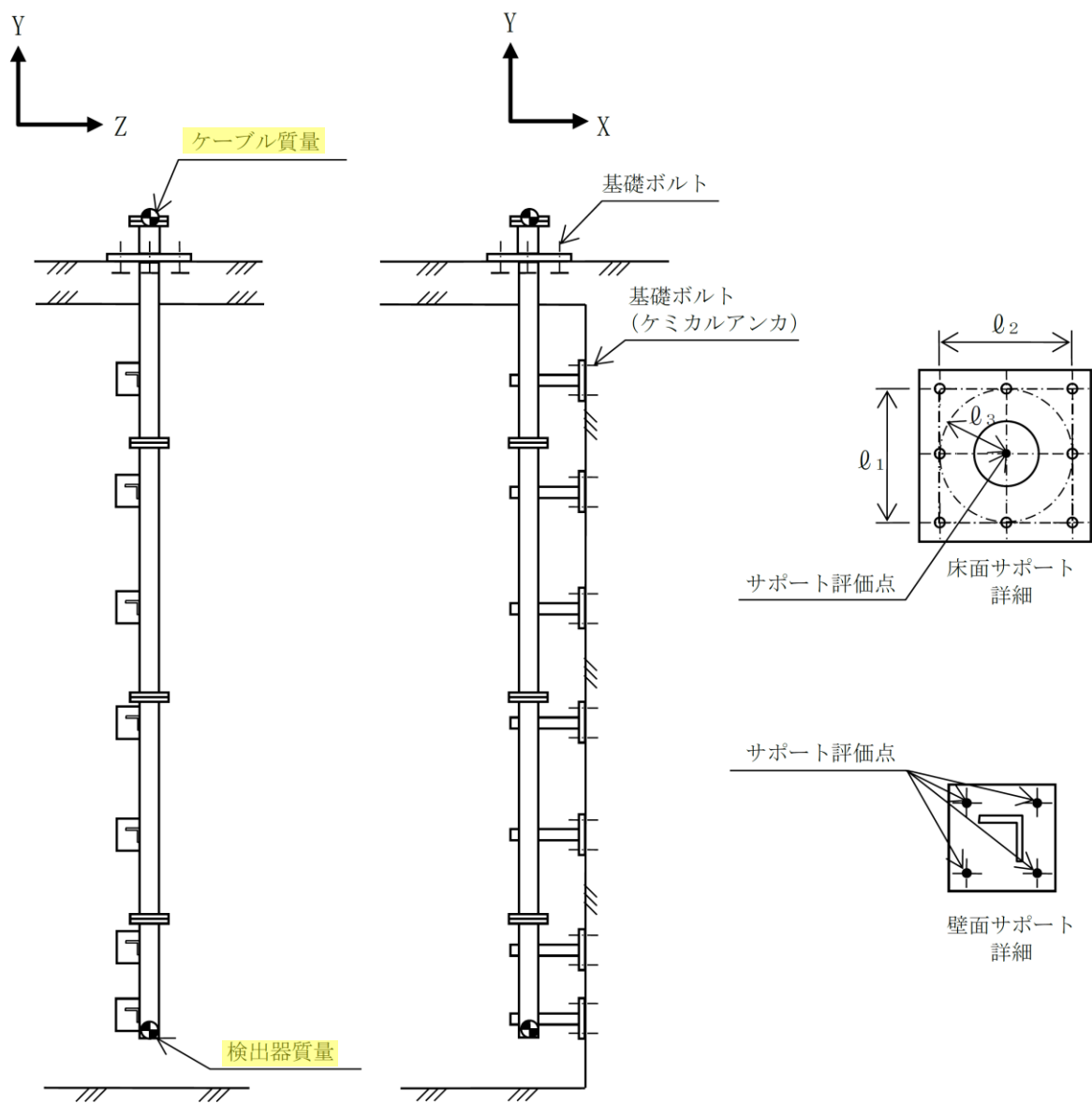


図 2-7 計算モデル (基礎ボルト部) (LE215-3B)

表2-8 サポート発生反力, モーメント (床面サポート)

対象機器	反力(N)			モーメント(N・mm)		
	F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z
LE215-3A						
LE215-3B						

表 2-9 サポート発生反力 (壁面サポート)

対象機器	反力(N)	
	F _b	Q _b
LE215-3A		
LE215-3B		

(1) 引張応力

基礎ボルト (1本あたり) に対する引張応力は, 下式により計算する。

引張力 (床面サポートのみ)

$$F_b = \frac{F_y}{n} + \frac{M_x}{l_1 \cdot n_1} + \frac{M_z}{l_2 \cdot n_2} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.1)$$

引張応力

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.2)$$

ここで, 基礎ボルトの軸断面積A_bは次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.3)$$

(2) せん断応力

基礎ボルト (1本あたり) に対するせん断応力は, 下式により計算する。

せん断力 (床面サポートのみ)

$$Q_b = \frac{\sqrt{F_x^2 + F_z^2}}{n} + \frac{M_y}{l_3 \cdot n_3} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.4)$$

せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_b}{A_b} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.5)$$

2.5.5 計算条件

2.5.5.1 基礎ボルトの応力計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【検出器 (LE215-3A) の耐震性についての計算結果】、【検出器 (LE215-3B) 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。

2.5.6 応力の評価

2.5.6.1 基礎ボルトの応力評価

2.5.4.1項で求めたボルトの引張応力 σ_b は次式より求めた許容組合せ応力 f_{ts} 以下であること。ただし、 f_{to} は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \quad \dots\dots\dots (2.5.6.1.1)$$

せん断応力 τ_b は、せん断力のみを受ける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}	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

2.6 機能維持評価

2.6.1 電氣的機能維持評価方法

検出器の電氣的機能維持評価について以下に示す。

なお、機能維持評価用加速度はVI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動 S_s により定まる加速度を設定する。

検出器の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、実機の据付状態を模擬したうえで、検出器が設置される壁における設計用床応答スペクトルを包絡する模擬地震波による加振試験において電氣的機能の健全性を確認した加振台の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 2-10 に示す。

表 2-10 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
検出器 (LE215-3A)	水平	
	鉛直	
検出器 (LE215-3B)	水平	
	鉛直	

2.7 評価結果

2.7.1 設計基準対象施設としての評価結果

検出器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，電氣的機能を維持できることを確認した。

(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。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【検出器 (LE215-3A) 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		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	
検出器 (LE215-3A)	S	取水槽 EL 4.0* ¹ (EL 8.8* ¹)		0.05 以下	—	—	C _H =4.85* ²	C _V =2.13* ²	50

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	W ₁ (N)	W ₂ (N)	d (mm)	A _b (mm ²)	ℓ ₁	ℓ ₂	ℓ ₃	n	n ₁	n ₂	n ₃	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト (床面サポート)												241 (径≦16mm)	394 (径≦16mm)	—	241	—
基礎ボルト (壁面サポート)					—	—	—		—	—	—	169	472	175	175	—

1.3 計算数値

1.3.1 サポート基礎部に作用する力

(単位：N)

部材	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 (床面サポート)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.3.2 サポート基礎部に作用するモーメント

(単位：N・mm)

部材	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 (床面サポート)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.3.3 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	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 (床面サポート)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
基礎ボルト (壁面サポート)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	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
基礎ボルト (床面サポート)	SS400	引張	—	—	$\sigma_b=8$	$f_{ts}=180^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=3$	$f_{sb}=139$
基礎ボルト (壁面サポート)	SUS316L	引張	—	—	$\sigma_b=18$	$f_{ts}=105^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=5$	$f_{sb}=80$

すべて許容応力以下である。

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

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
検出器 (LE215-3A)	水平方向	1.17	
	鉛直方向	0.87	

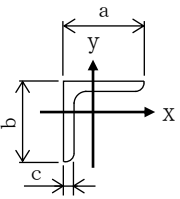
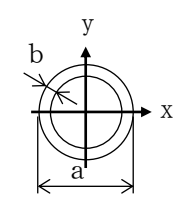
注記*：設計用震度 I（基準地震動 S_s）を上回る設計震度により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

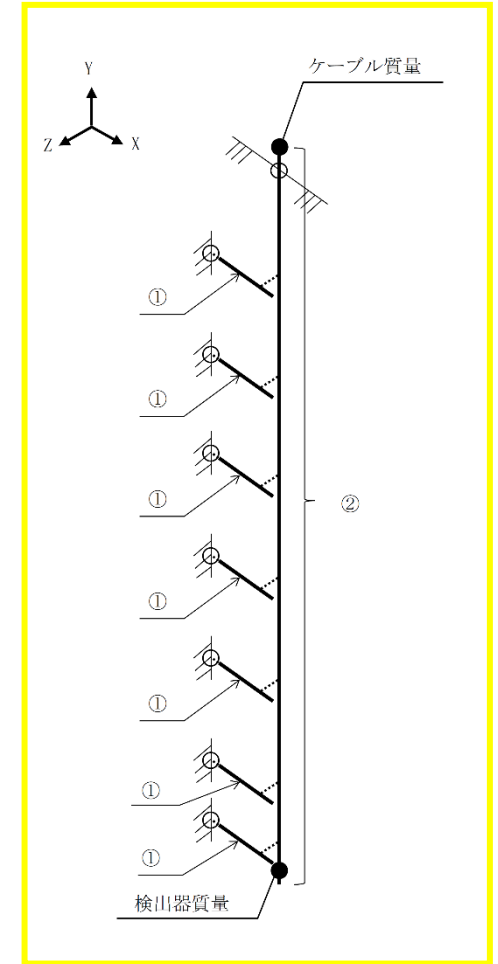
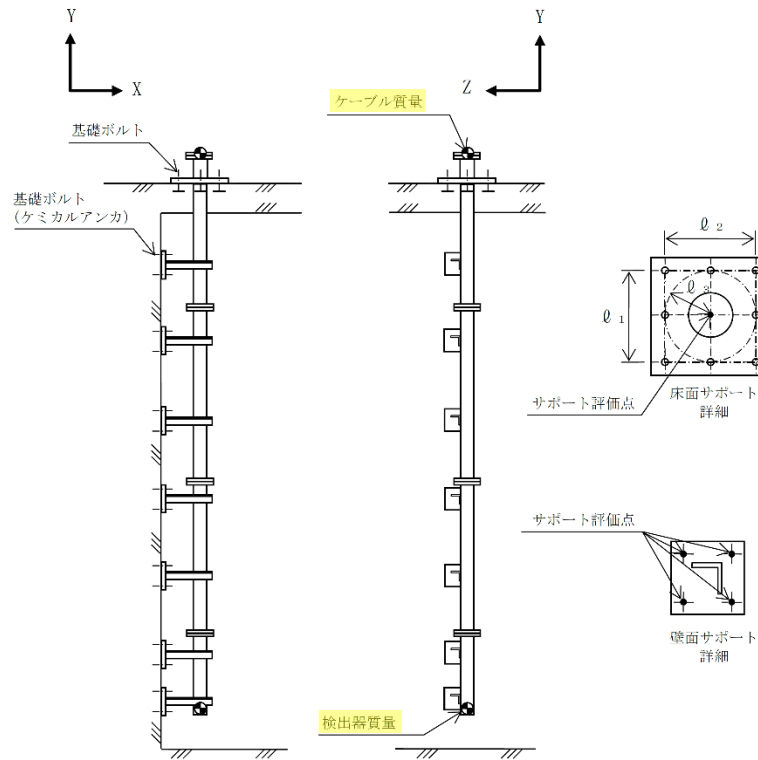
1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (LE215-3A)
材質	—	—	SUS316/SUS316TP
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	°C	50
縦弾性係数	E	MPa	193000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>

(2) 部材の機器要目

材料	サポート鋼材	案内管
対象部材	①	②
A (mm ²)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Z ₁ (mm ³)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Z ₂ (mm ³)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Z _D (mm ³)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
断面形状 (mm)	 (a × b × c)	 (a × b)



【検出器 (LE215-3B) 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		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	
検出器 (LE215-3B)	S	取水槽 EL 4.0* ¹ (EL 8.8* ¹)		0.05 以下	—	—	C _H =4.85* ²	C _V =2.13* ²	50

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	W ₁ (N)	W ₂ (N)	d (mm)	A _b (mm ²)	ℓ ₁	ℓ ₂	ℓ ₃	n	n ₁	n ₂	n ₃	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト (床面サポート)												241 (径 ≤ 16mm)	394 (径 ≤ 16mm)	—	241	—
基礎ボルト (壁面サポート)					—	—	—		—	—	—	169	472	175	175	—

1.3 計算数値

1.3.1 サポート基礎部に作用する力

(単位：N)

部材	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 (床面サポート)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.3.2 サポート基礎部に作用するモーメント

(単位：N・mm)

部材	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 (床面サポート)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.3.3 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	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 (床面サポート)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
基礎ボルト (壁面サポート)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位: MPa)

部材	材料	応力	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
基礎ボルト (床面サポート)	SS400	引張	—	—	$\sigma_b=8$	$f_{ts}=180^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=3$	$f_{sb}=139$
基礎ボルト (壁面サポート)	SUS316L	引張	—	—	$\sigma_b=18$	$f_{ts}=105^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=5$	$f_{sb}=80$

すべて許容応力以下である。

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

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
検出器 (LE215-3B)	水平方向	1.17	
	鉛直方向	0.87	

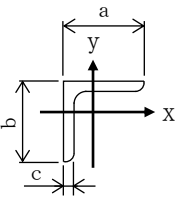
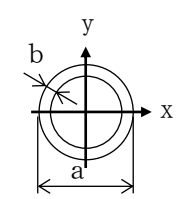
注記*: 設計用震度 I (基準地震動 S_s) を上回る設計震度により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

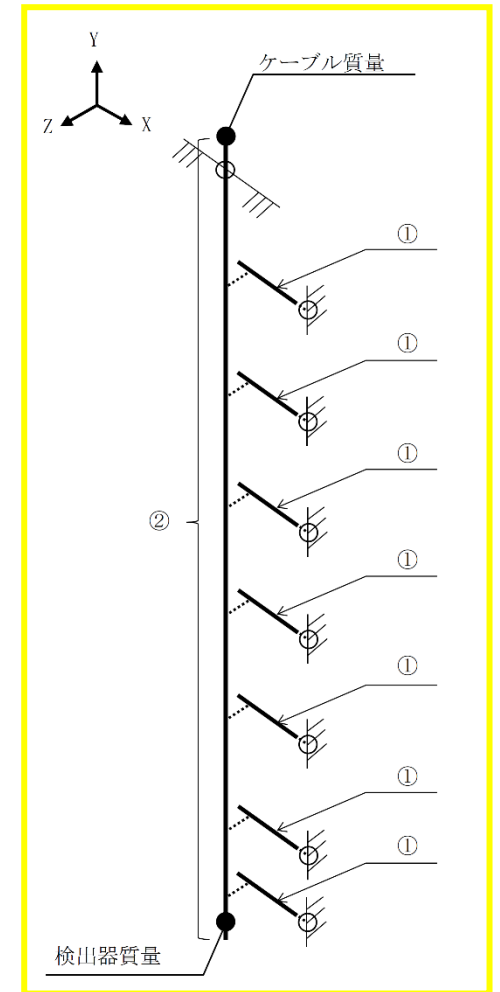
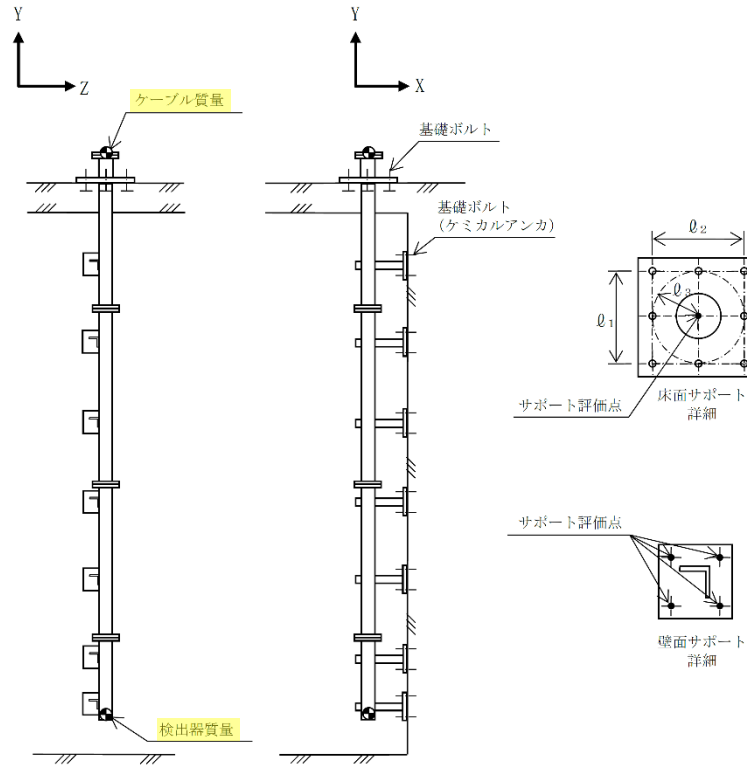
1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (LE215-3B)
材質	—	—	SUS316/SUS316TP
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	°C	50
縦弾性係数	E	MPa	193000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>

(2) 部材の機器要目

材料	サポート鋼材	案内管
対象部材	①	②
A (mm ²)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Z ₁ (mm ³)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Z ₂ (mm ³)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Z _D (mm ³)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
断面形状 (mm)	 <input type="text"/> (a × b × c)	 <input type="text"/> (a × b)



3. 発信器 (LX215-3A, B)

3.1 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及び機能維持の設計方針に基づき、発信器が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

3.2 一般事項

3.2.1 構造計画

発信器の構造計画を表 3-1 に示す。

表 3-1 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>発信器は、計器取付ボルトにより計器取付板に固定され、計器取付板は、計器取付板取付ボルトにより計器サポートに固定される。</p> <p>計器サポートは計器サポート取付ボルトによりベースに固定され、ベースは基礎ボルトで壁面に設置する。</p>	<p>壁掛形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた壁掛形の計器ステーション)</p>	<p>(左右方向) (前後方向)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>発信器 (LX215-3A)</th> <th>発信器 (LX215-3B)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td style="border: 2px solid black;"></td> <td style="border: 2px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td style="border: 2px solid black;"></td> <td style="border: 2px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td style="border: 2px solid black;"></td> <td style="border: 2px solid black;"></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>	機器名称	発信器 (LX215-3A)	発信器 (LX215-3B)	たて			横			高さ		
機器名称	発信器 (LX215-3A)		発信器 (LX215-3B)											
たて														
横														
高さ														

3.2.2 評価方針

発信器の応力評価は、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、「3.2.1 構造計画」にて示す発信器の部位を踏まえ「3.3 評価部位」にて設定する箇所において、「3.4 固有周期」で測定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、「3.5 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。また、発信器の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「3.6 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「3.7 評価結果」に示す。

発信器の耐震評価フローを図3-1に示す。

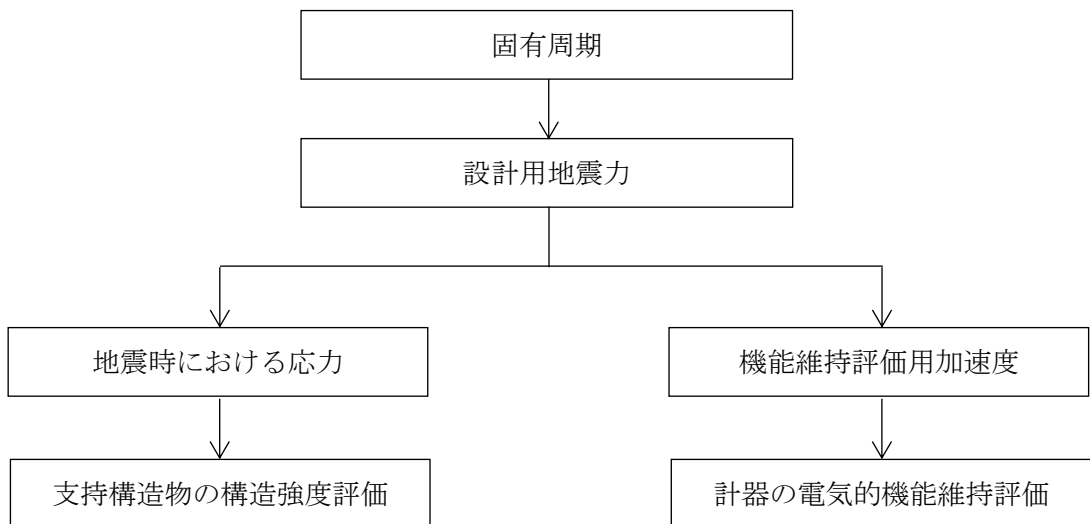


図3-1 発信器の耐震評価フロー

3.2.3 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。)

3.2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	基礎ボルトの軸断面積	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d	ボルトの呼び径	mm
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-3133 に定める値	MPa
F_b	ボルトに作用する引張力 (1本あたり)	N
F_{b1}	鉛直方向地震及び壁掛形計器スタンション取付面に対し左右方向の水平方向地震によりボルトに作用する引張力 (1本あたり)	N
F_{b2}	鉛直方向地震及び壁掛形計器スタンション取付面に対し前後方向の水平方向地震によりボルトに作用する引張力 (1本あたり)	N
f_{sb}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力	MPa
f_{ts}	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力 (許容組合せ応力)	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s^2
h_2	据付面又は取付面から重心までの距離	mm
l_3	重心と下側ボルト間の鉛直方向距離 (壁掛形)	mm
l_b	上側ボルトと下側ボルト間の鉛直方向距離 (壁掛形)	mm
l_a	左側ボルトと右側ボルト間の水平方向距離 (壁掛形)	mm
m	計器スタンションの質量	kg
n	ボルトの本数	—
n_{fv}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数 (前後方向) (壁掛形)	—
n_{fH}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数 (左右方向) (壁掛形)	—
Q_b	ボルトに作用するせん断力	N
Q_{b1}	水平方向地震によりボルトに作用するせん断力 (壁掛形)	N
Q_{b2}	鉛直方向地震によりボルトに作用するせん断力 (壁掛形)	N
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

記号	記号の説明	単位
π	円周率	—
σ_b	ボルトに生じる引張応力	MPa
τ_b	ボルトに生じるせん断応力	MPa
P_s	積雪荷重	N

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 3-2 に示すとおりである。

表 3-2 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
長さ	mm	—	—	整数位* ¹
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* ²
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* ²
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力* ³	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位
速度	m/s	—	—	小数点以下第 1 位
速度圧	N/m ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* ²

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：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*3：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。

3.3 評価部位

発信器の耐震評価は「3.5.1 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基礎ボルトについて評価を実施する。

発信器の耐震評価部位については、表 3-1 の概略構造図に示す。

3.4 固有周期

3.4.1 固有周期の確認

発信器の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-3 に示す。

表 3-3 固有周期 (単位：s)

発信器 (LX215-3B)	水平	
	鉛直	

発信器の固有周期は、構造が同等な計器スタンションに対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-4 に示す。

表 3-4 固有周期 (単位：s)

発信器 (LX215-3A)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

3.5 構造強度評価

3.5.1 構造強度評価方法

- (1) 計器スタンションの質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は計器スタンションに対して、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) 計器スタンションは基礎ボルトで壁に固定されており、固定端とする。
- (4) 転倒方向は、左右方向及び前後方向について検討し、計算書には計算結果の厳しい方（許容値／発生値の小さい方をいう。）を記載する。
- (5) 計器スタンションの重心位置については、転倒方向を考慮して、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定して耐震性の計算を行う。
- (6) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

3.5.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

発信器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 3-5 に示す。

3.5.2.2 許容応力

発信器の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 3-6 のとおりとする。

3.5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

発信器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 3-7 に示す。

3.5.2.4 積雪荷重

積雪荷重は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、積雪 100cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮し、発信器の形状を踏まえ、算出する。算出した積雪荷重を表 3-8 に示す。

表 3-5 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	許容応力状態
津波監視設備	取水槽水位計	S	—*	$D + P_D + P_s + M_D + S_s$	ⅢA S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 3-6 許容応力（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)	
	一次応力	
	引張	せん断
ⅢA S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$

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 3-7 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 _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
基礎ボルト	SUS316L	周囲環境温度	50	169	472	175

表 3-8 積雪荷重 (単位 : N)

作用する部位	積雪荷重
発信器 (LX215-3A)	□
発信器 (LX215-3B)	

3.5.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 3-9 に示す。

「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 3-9 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)	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 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
取水槽 EL 4.0 (EL 8.8 ^{*1})	—	—	$C_H=5.64^{*2}$	$C_V=1.55^{*2}$

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s ）を上回る設計震度

3.5.4 計算方法

3.5.4.1 基礎ボルトの応力計算方法

基礎ボルトの応力は、地震による震度により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

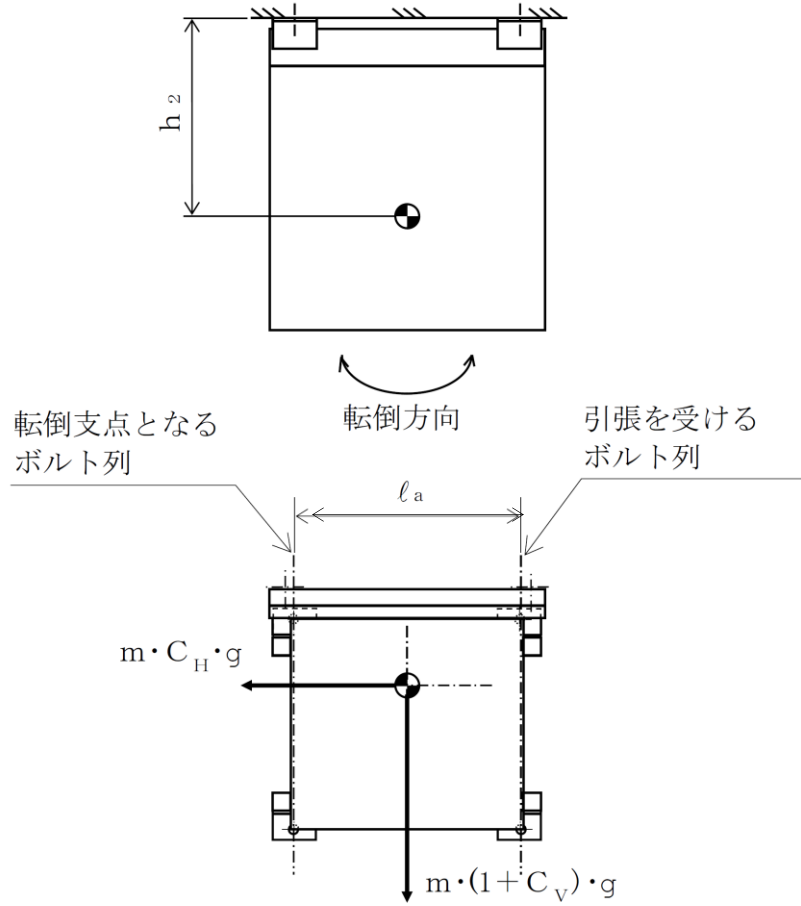


図3-2 計算モデル（左右方向転倒）

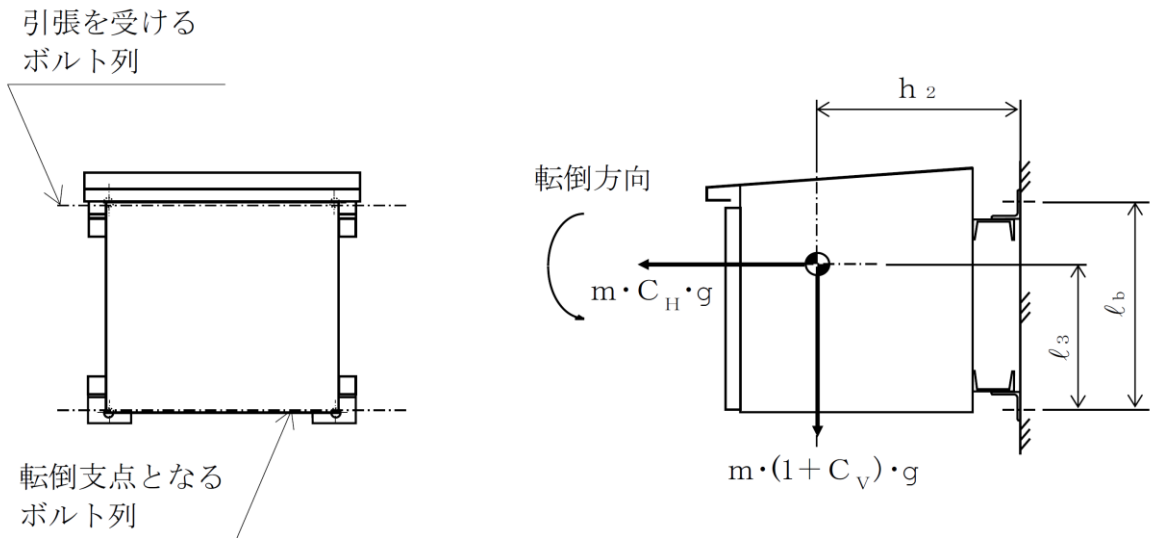


図3-3 計算モデル（前後方向転倒）

(1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は、図3-2及び図3-3でそれぞれのボルトを支点とする転倒を考え、これを片側のボルトで受けるものとして計算する。

引張力

$$F_{b1} = \frac{(m \cdot g + 0.35 \cdot P_s) \cdot (1 + C_v) \cdot h_2}{n_{fv} \cdot \ell_b} + \frac{(m \cdot g + 0.35 \cdot P_s) \cdot C_H \cdot h_2}{n_{fH} \cdot \ell_a} \dots \quad (2.5.4.1.1)$$

$$F_{b2} = \frac{(m \cdot g + 0.35 \cdot P_s) \cdot (1 + C_v) \cdot h_2}{n_{fv} \cdot \ell_b} + \frac{(m \cdot g + 0.35 \cdot P_s) \cdot C_H \cdot \ell_3}{n_{fv} \cdot \ell_b} \dots \quad (2.5.4.1.2)$$

$$F_b = \text{Max} (F_{b1}, F_{b2}) \dots \dots \dots \quad (2.5.4.1.3)$$

引張応力

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \dots \dots \dots \quad (2.5.4.1.4)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots \dots \dots \quad (2.5.4.1.5)$$

(2) せん断応力

基礎ボルトに対するせん断力は、ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{b1} = C_H \cdot (m \cdot g + 0.35 \cdot P_s) \dots \dots \dots \quad (2.5.4.1.6)$$

$$Q_{b2} = (1 + C_v) \cdot (m \cdot g + 0.35 \cdot P_s) \dots \dots \dots \quad (2.5.4.1.7)$$

$$Q_b = \sqrt{(Q_{b1})^2 + (Q_{b2})^2} \dots \dots \dots \quad (2.5.4.1.8)$$

せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n \cdot A_b} \dots \dots \dots \quad (2.5.4.1.9)$$

3.5.5 計算条件

3.5.5.1 基礎ボルトの応力計算条件

基礎ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【発信器（LX215-3A）の耐震性についての計算結果】、【発信器（LX215-3B）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。

3.5.6 応力の評価

3.5.6.1 ボルトの応力評価

3.5.4.1 項で求めたボルトの引張応力 σ_b は次式より求めた許容組合せ応力 f_{ts} 以下であること。ただし、 f_{to} は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \quad \dots\dots\dots (3.5.6.1.1)$$

せん断応力 τ_b は、せん断力のみを受ける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}	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

3.6 機能維持評価

3.6.1 電氣的機能維持評価方法

発信器の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

計器スタンションに設置される発信器の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の発信器単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 3-10 に示す。

表 3-10 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
発信器 (LX215-3A)	水平	
	鉛直	
発信器 (LX215-3B)	水平	
	鉛直	

3.7 評価結果

3.7.1 設計基準対象施設としての評価結果

発信器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，電氣的機能を維持できることを確認した。

(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。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【発信器 (LX215-3A) 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		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	
発信器 (LX215-3A)	S	取水槽 EL 4.0 (EL 8.8*1)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =5.64*2	C _V =1.55*2	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
基礎ボルト						169	472	175

部材	l ₃ * (mm)	l _a * (mm)	l _b * (mm)	n _{fV} * (mm)	n _{fH} * (mm)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								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						175	—	—	左右方向

注記*：各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	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	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	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
基礎ボルト	SUS316L	引張	—	—	$\sigma_b = 43$	$f_{ts} = 105^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 21$	$f_{sb} = 80$

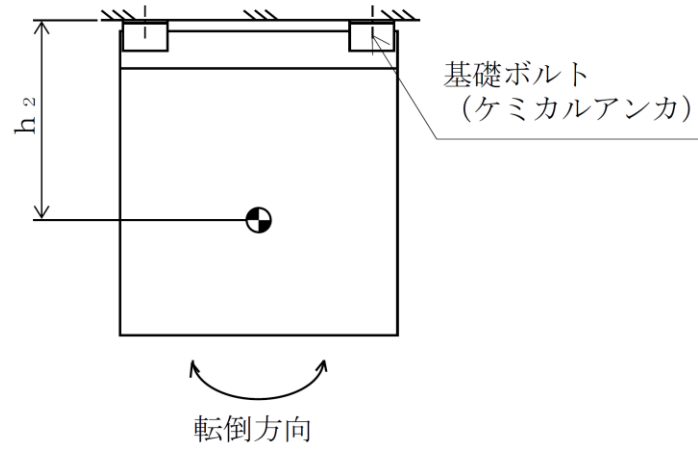
すべて許容応力以下である。

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

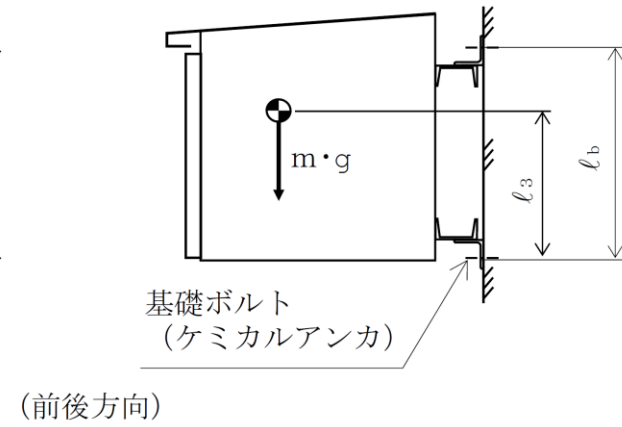
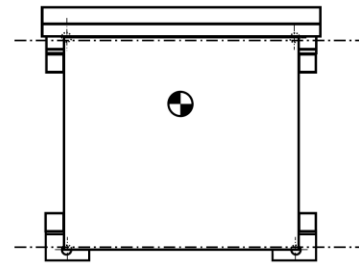
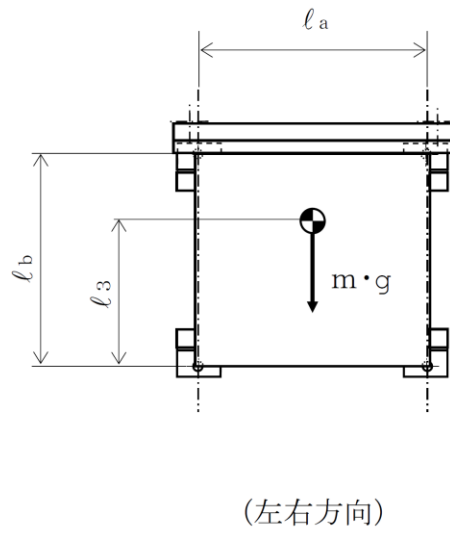
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
発信器 (LX215-3A)	水平方向	2.58	
	鉛直方向	1.16	

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）を上回る設計震度により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



55



【発信器 (LX215-3B) 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		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	
発信器 (LX215-3B)	S	取水槽 EL 4.0 (EL 8.8*1)			—	—	C _H =5.64*2	C _V =1.55*2	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
基礎ボルト						169	472	175

部材	l ₃ * (mm)	l _a * (mm)	l _b * (mm)	n _{fV} * (mm)	n _{fH} * (mm)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								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						175	—	—	左右方向

注記*：各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、

下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	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	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	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
基礎ボルト	SUS316L	引張	—	—	$\sigma_b = 43$	$f_{ts} = 105^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 21$	$f_{sb} = 80$

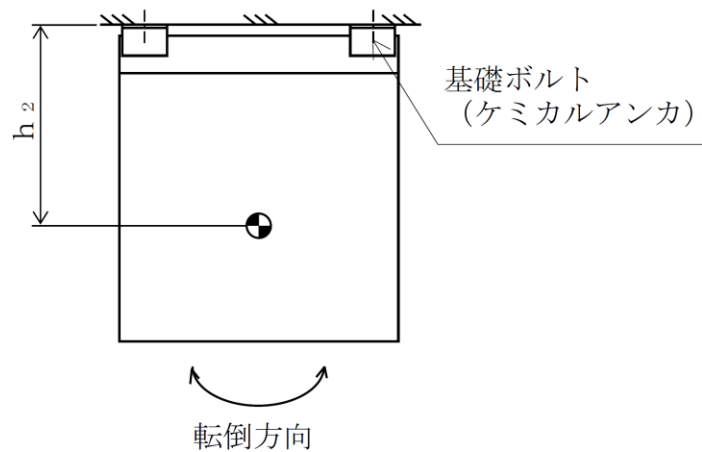
すべて許容応力以下である。

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

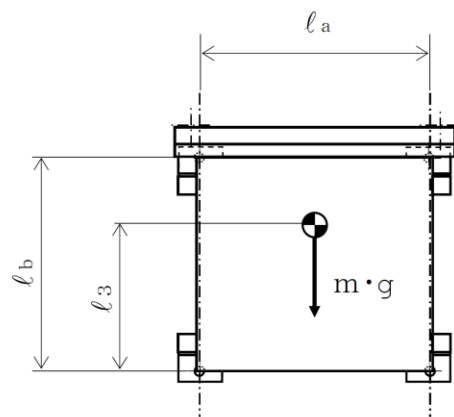
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
発信器 (LX215-3B)	水平方向	2.58	
	鉛直方向	1.16	

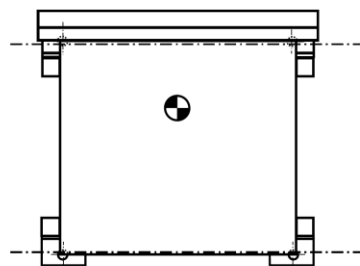
注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）を上回る設計震度により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



58



(左右方向)



(前後方向)

