

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密又は防護上の観点から
公開できません。

| | |
|------------------|-----------|
| 東海第二発電所 工事計画審査資料 | |
| 資料番号 | 工認-897 改0 |
| 提出年月日 | 平成30年7月6日 |

V-2-10-1-4-6 管の耐震性についての計算書

目 次

| | |
|----------------------|----|
| 1. 概要 | 1 |
| 2. 管 | 2 |
| 2.1. 概略系統図及び鳥瞰図 | 2 |
| 2.1.1 概略系統図 | 2 |
| 2.1.2 鳥瞰図 | 6 |
| 2.2. 計算条件 | 15 |
| 2.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態 | 15 |
| 2.2.2 設計条件 | 16 |
| 2.2.3 材料及び許容応力 | 24 |
| 2.2.4 設計用地震力 | 25 |
| 2.3. 解析結果及び評価 | 26 |
| 2.3.1 固有周期及び設計震度 | 26 |
| 2.3.2 管の応力評価結果 | 32 |
| 3. 支持構造物 | 33 |
| 3.1. 支持構造物評価結果 | 33 |

1. 概要

本計算書は、「V-2-1-14-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」及び「V-2-1-11 機器・配管の耐震支持設計方針」に基づき、管及び支持構造物の耐震性についての計算を実施した結果を示したものである。

評価結果記載方法は以下に示す通りとする。

(1) 管



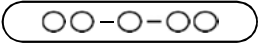
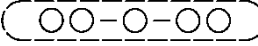

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（裕度）が最小となる解析モデルを代表として記載する。

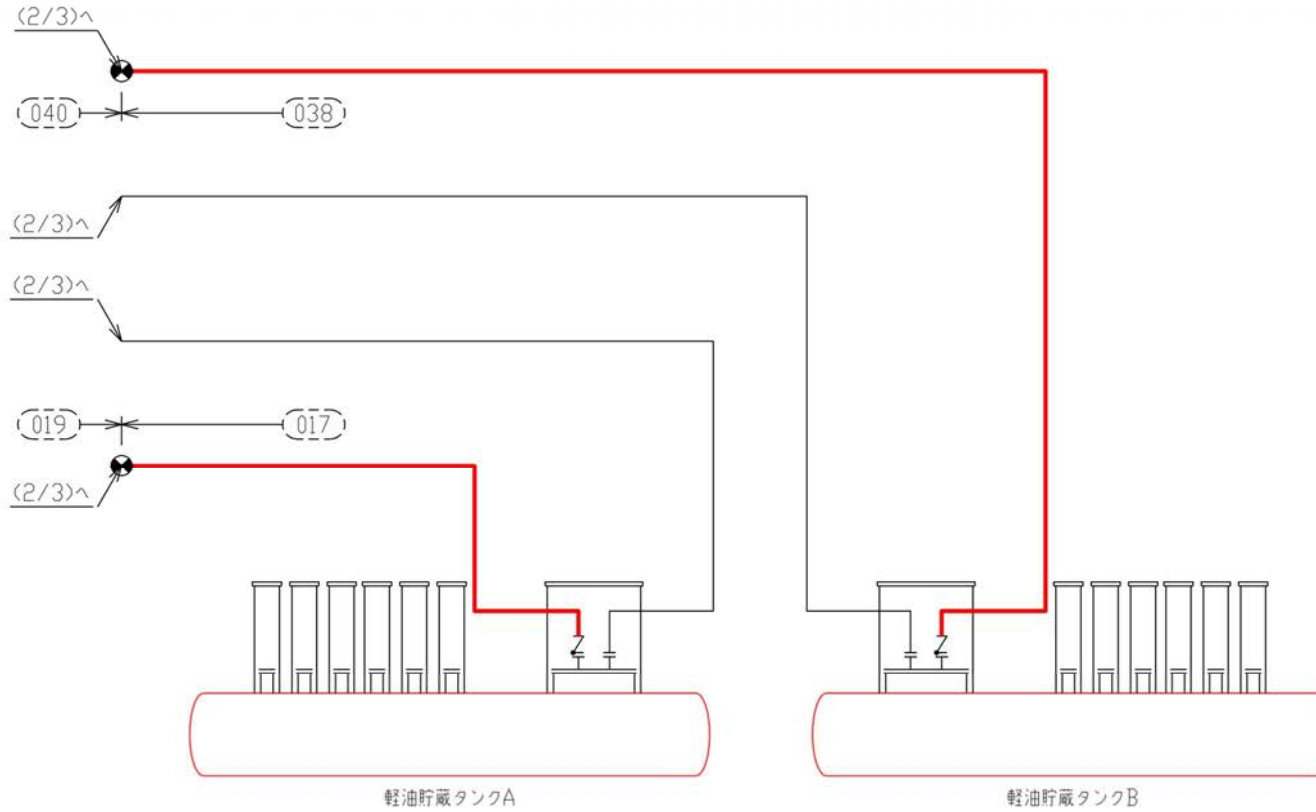
(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式ごとの反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。

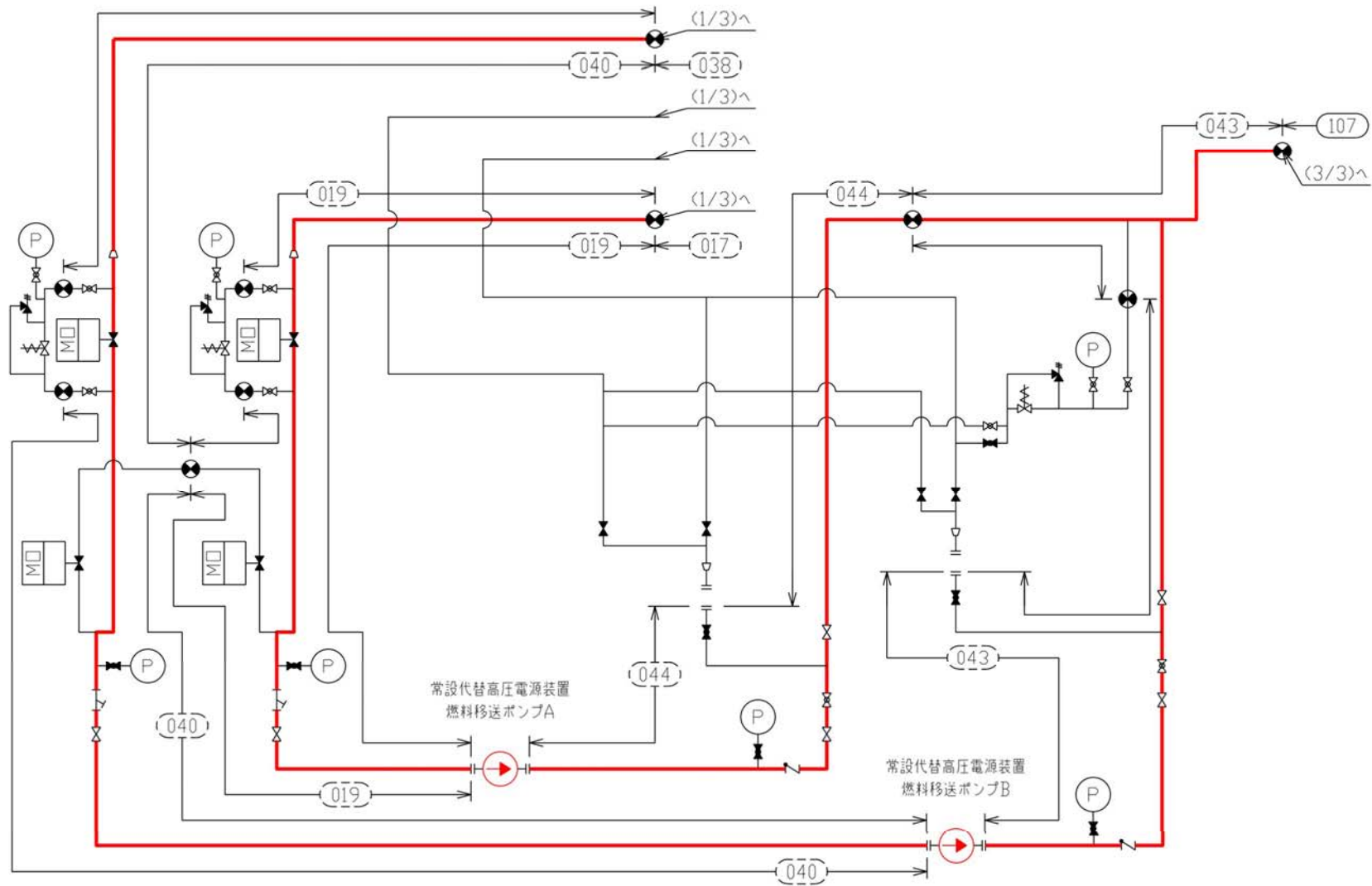
2. 管
 2.1. 概略系統図及び鳥瞰図
 2.1.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

| 記号 | 内容 |
|--|---|
|  (太線) | 工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備) |
|  (細線) | 工事計画記載範囲外の管のうち、本計算書記載範囲の管 |
|  | 鳥瞰図番号 (評価結果を記載する範囲) |
|  | 鳥瞰図番号 (評価結果の記載を省略する範囲) |
|  アンカ | |
| [管クラス] 火力技術基準 | 火力技術基準適用管 |

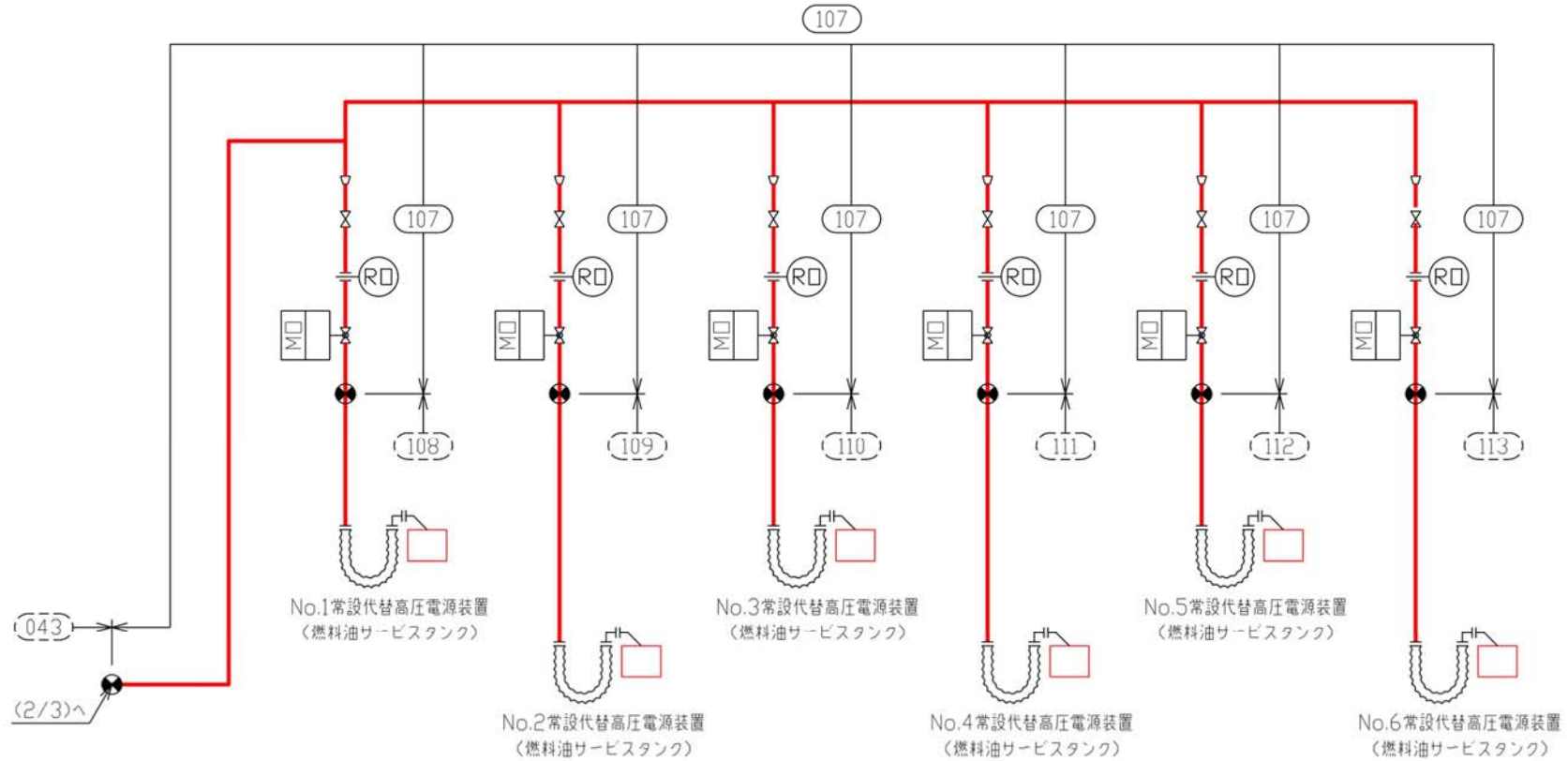


- ※ 図中，鳥瞰図番号先頭の「C-01-1360」を省略している。
- ※ 太線は管クラス火力技術基準，その他は工事計画記載範囲外とする。



- ※ 図中，鳥瞰図番号先頭の「C-01-1360」を省略している。
- ※ 太線は管クラス火力技術基準，その他は工事計画記載範囲外とする。

常設代替高圧電源装置燃料油系概略系統図 (2/3)





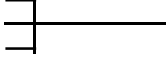
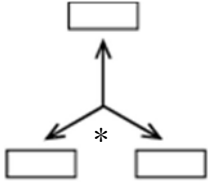



- ※ 図中，鳥瞰図番号先頭の「C-01-1360」を省略している。
- ※ 太線は管クラス火力技術基準，その他は工事計画記載範囲外とする。

常設代替高圧電源装置燃料油系概略系統図 (3/3)

2.1.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

| 記 号 | 内 容 |
|--|---|
|  (太線) | 工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管 |
|  (細線) | 工事計画記載範囲外の管のうち，本計算書記載範囲の管 |
|  | 質 点 |
|  | ア ン カ |
|  | レストレイント |
|  | 拘束点の地震による相対変位量(mm) (* は評価点番号，矢印は拘束方向を示す。また，  内に変位量を記載する。) |
| | 注： 鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。 |

2.2. 計算条件

2.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

| 施設名称 | 設備名称 | 系統名称 | 施設分類 ^{*1} | 設備分類 ^{*2} | 機器等の区分 | 耐震クラス | 荷重の組合せ ^{*3,4} | 許容応力状態 ^{*5} |
|----------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|-------|------------------------|----------------------|
| その他発電用原子炉の附属施設 | 非常用電源設備の非常用発電装置 | 常設代替高压電源装置 燃料油系 | S A | 常設耐震／防止 常設／緩和 | 火力技術基準 | S | $V_L + S_s$ | $V_A S$ |

注記 *1： DBは設計基準対象施設，SAは重大事故等対処設備を示す。

*2： 「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*3： 運転状態の添字Lは荷重を示す。

*4： 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。

*5： 許容応力状態 $V_A S$ は許容応力状態 $IV_A S$ の許容限界を使用し，許容応力状態 $IV_A S$ として評価を実施する。

2.2.2 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し、管番号と対応する節点番号を示す。

鳥瞰図番号 C-01-1360-107

| 管番号 | 節点番号 | 最高使用圧力 (MPa) | 最高使用温度 (°C) | 外径 (mm) | 厚さ (mm) | 材料 | 耐震クラス | 縦弾性係数 (MPa) |
|-----|--|-----------------|----------------|------------|------------|----------|-------|----------------|
| P1 | A00～A08, A61～A69 C13～C21, D17～D25 F15～F23, G14～G22 | 1.00 | 55 | 60.5 | 3.9 | SUS304TP | S | |
| P2 | A08～A61, A30～C13 A33～D17, A41～F15 A44～G14 | 1.00 | 55 | 89.1 | 5.5 | SUS304TP | S | |
| P3 | A19～B06 | 1.00 | 55 | 48.6 | 5.1 | SUS304TP | S | |

配管の付加質量

鳥瞰図番号 C-01-1360-107

| 質量 | 対応する評価点 |
|--|------------------------------|
| <input data-bbox="323 398 483 461" type="text"/> | A04, A65, C17, D21, F19, G18 |

フランジ部の質量

鳥瞰図番号 C-01-1360-107

| 質量 | 対応する評価点 |
|----|--|
| | A04, A65, C17, D21, F19, G18 |
| | A06, A07, A62, A63, C14, C15, D18, D19, F16, F17, G15, G16 |

弁部の質量

鳥瞰図番号 C-01-1360-107

| 質量 | 対応する評価点 |
|----------------------|------------------------------------|
| <input type="text"/> | A06M, A62M, C14M, D18M, F16M, G15M |
| <input type="text"/> | A01M, A67M, C19M, D23M, F21M, G20M |

弁部の寸法

鳥瞰図番号 C-01-1360-107

| 評価点 | 外径(mm) | 厚さ(mm) | 長さ(mm) |
|------------------------------------|--------|--------|--------|
| A06M, A62M, C14M, D18M, F16M, G15M | | | |
| A01M, A67M, C19M, D23M, F21M, G20M | | | |

支持点及び貫通部ばね定数

鳥瞰図番号 C-01-1360-107

| 支持点番号 | 各軸方向ばね定数(N/mm) | | | 各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad) | | |
|----------|----------------|---|---|----------------------|---|---|
| | X | Y | Z | X | Y | Z |
| A00 | | | | | | |
| A03 | | | | | | |
| A05 | | | | | | |
| A10 | | | | | | |
| A11 | | | | | | |
| A12 | | | | | | |
| A13 | | | | | | |
| A14 | | | | | | |
| A15 | | | | | | |
| A16 | | | | | | |
| A17 | | | | | | |
| A18 | | | | | | |
| A20 | | | | | | |
| A21 | | | | | | |
| A25 | | | | | | |
| A26 | | | | | | |
| A27 | | | | | | |
| A31 | | | | | | |
| A32 | | | | | | |
| A36 | | | | | | |
| A37 | | | | | | |
| A40 | | | | | | |
| * A40A * | | | | | | |
| A42 | | | | | | |
| A43 | | | | | | |
| A47 | | | | | | |
| A48 | | | | | | |
| A49 | | | | | | |
| A51 | | | | | | |
| A52 | | | | | | |
| A54 | | | | | | |
| A55 | | | | | | |
| A56 | | | | | | |
| A57 | | | | | | |
| A58 | | | | | | |
| A59 | | | | | | |
| A64 | | | | | | |
| A66 | | | | | | |
| A69 | | | | | | |

*印のY軸方向のばね定数はマイナス側にのみとする。

| 支持点番号 | 各軸方向ばね定数(N/mm) | | | 各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad) | | |
|-------|----------------|---|---|----------------------|---|---|
| | X | Y | Z | X | Y | Z |
| B06 | | | | | | |
| C02 | | | | | | |
| C03 | | | | | | |
| C04 | | | | | | |
| C07 | | | | | | |
| C08 | | | | | | |
| C09 | | | | | | |
| C10 | | | | | | |
| C11 | | | | | | |
| C16 | | | | | | |
| C18 | | | | | | |
| C21 | | | | | | |
| D01 | | | | | | |
| D02 | | | | | | |
| D05 | | | | | | |
| D07 | | | | | | |
| D08 | | | | | | |
| D09 | | | | | | |
| D10 | | | | | | |
| D11 | | | | | | |
| D12 | | | | | | |
| D13 | | | | | | |
| D14 | | | | | | |
| D15 | | | | | | |
| D20 | | | | | | |
| D22 | | | | | | |
| D25 | | | | | | |
| F01 | | | | | | |
| F02 | | | | | | |
| F05 | | | | | | |
| F06 | | | | | | |
| F09 | | | | | | |
| F10 | | | | | | |
| F11 | | | | | | |
| F12 | | | | | | |
| F13 | | | | | | |
| F18 | | | | | | |
| F20 | | | | | | |
| F23 | | | | | | |

| 支持点番号 | 各軸方向ばね定数(N/mm) | | | 各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad) | | |
|-------|----------------|---|---|----------------------|---|---|
| | X | Y | Z | X | Y | Z |
| G02 | | | | | | |
| G03 | | | | | | |
| G04 | | | | | | |
| G05 | | | | | | |
| G06 | | | | | | |
| G07 | | | | | | |
| G08 | | | | | | |
| G09 | | | | | | |
| G10 | | | | | | |
| G11 | | | | | | |
| G12 | | | | | | |
| G17 | | | | | | |
| G19 | | | | | | |
| G22 | | | | | | |

2.2.3 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

| 材 料 | 最高使用温度 (°C) | 許容応力 (MPa) | | | |
|----------|----------------|------------|-----|-----|-----|
| | | S m | S y | S u | S h |
| SUS304TP | 55 | — | 195 | 496 | 127 |

2.2.4 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答スペクトルを下表に示す。

なお、設計用床応答スペクトルは、「V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は「V-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

| 鳥瞰図 | 建物・構築物 | 標高 | 減衰定数(%) |
|---------------|--------------|----|---------|
| C-01-1360-107 | 常設代替高圧電源装置置場 | | |

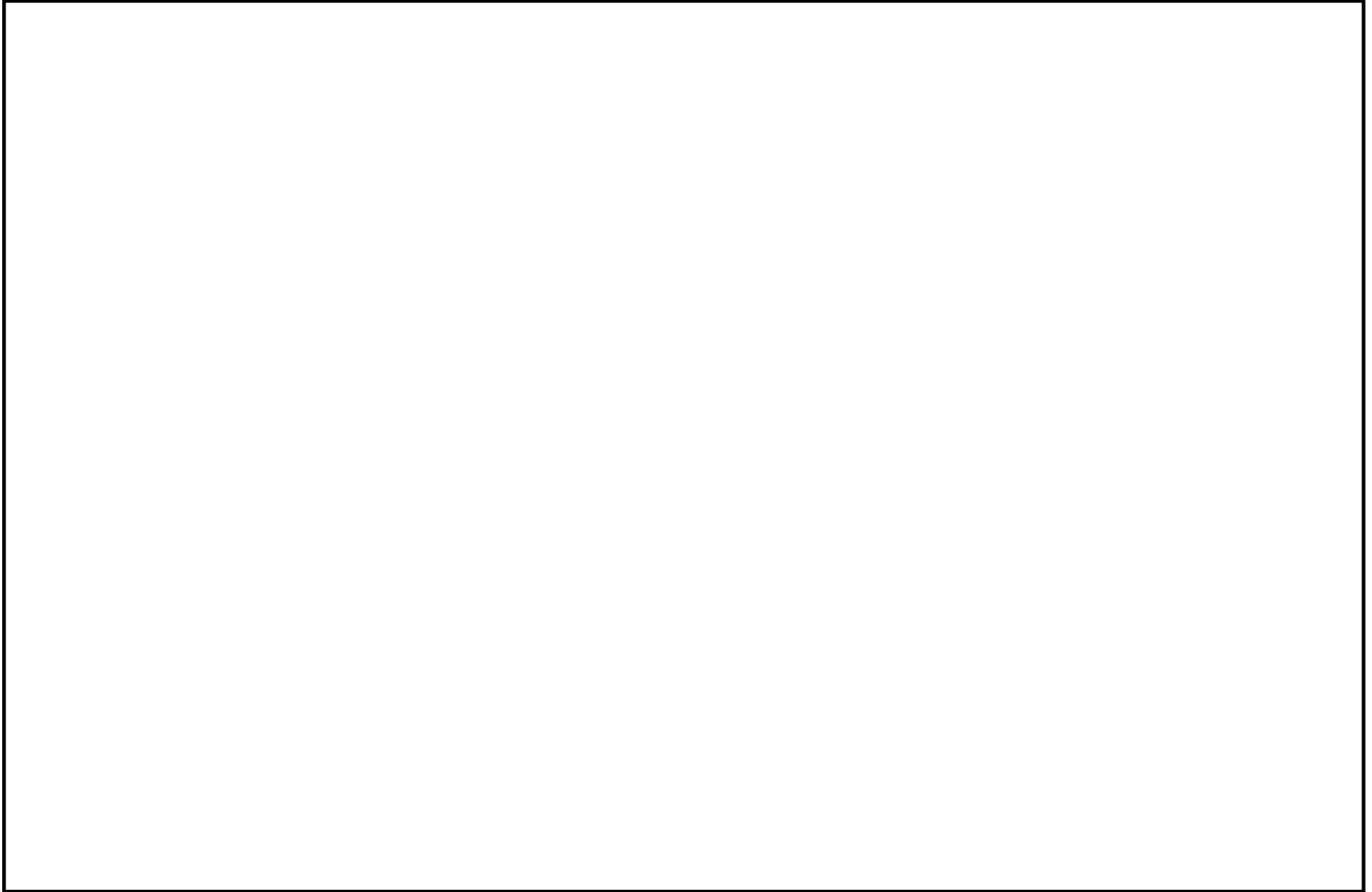
各モードに対応する刺激係数

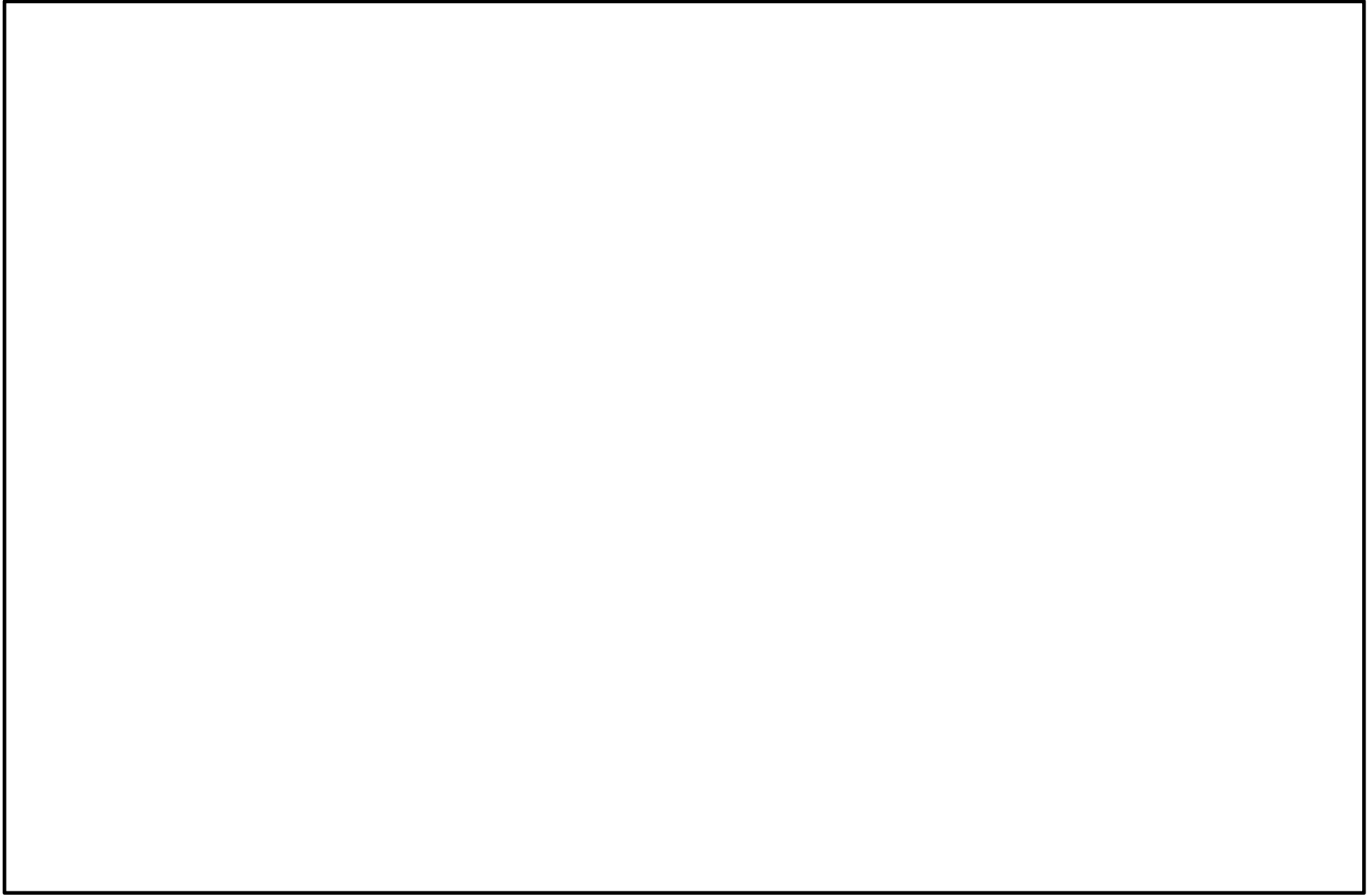
鳥 瞰 図 C-01-1360-107

| モード | 固有周期 (s) | 刺激係数 | | |
|-----|-------------|------|-----|-----|
| | | X方向 | Y方向 | Z方向 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を赤線で図示し、次ページ以降に示す。





2.3.2 管の応力評価結果

下表に示すごとく最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

| 鳥瞰図 | 許容応力 状態 (供用状態) | 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 疲労累積係数 USs |
|---------------|----------------------|-------------|-----------------------|-------------------|---------------|-----------------|-------------|-----------------------|
| | | | | 計算応力 Sprm (Ss) | 許容応力 0.9Su | 計算応力 Sn (Ss) | 許容応力 2Sy | |
| C-01-1360-107 | IV _A S | D03 | Spr _m (Ss) | 66 | 447 | — | — | — |
| C-01-1360-107 | IV _A S | D03 | S _n (Ss) | — | — | 86 | 391 | — |

3. 支持構造物

3.1 支持構造物評価結果

下表に示すごとく計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果(応力評価)

| 支持構造物 番号 | 種類 | 型式 | 材質 | 温度 (°C) | 支持点荷重 | | | | | | 評価結果 | | |
|-------------|---------|------|--------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------|-------------------|-------------------|
| | | | | | 反力 (kN) | | | モーメント (kN・m) | | | 応力 分類 | 計算 応力 (MPa) | 許容 応力 (MPa) |
| | | | | | F _x | F _y | F _z | M _x | M _y | M _z | | | |
| RE-RFE- | レストレイント | Uボルト | SUS304 | 20 | 0.9 | — | 0.14 | — | — | — | 組合せ | 10 | 258 |
| AN-RFE- | アンカ | ラグ | SUS304 | 20 | 20 | 7 | 2 | 1 | 1 | 1 | 組合せ | 120 | 205 |