

|                         |                |
|-------------------------|----------------|
| 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補足-026-9 改3 |
| 提出年月日                   | 2020年9月16日     |

工事計画に係る説明資料

(主排気筒の耐震性についての計算書に関する補足説明資料)

2020年9月

東京電力ホールディングス株式会社

1. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」の記載内容を補足するための資料を以下に示す。なお、他建物・構築物の地震応答計算書の記載内容を共通的に補足する内容についても、本資料で代表し説明する。

別紙 1 既工認と今回工認モデル及び手法の比較

別紙 2 主排気筒のモデル化，境界条件及び拘束条件の考え方

別紙 3 地震応答解析における原子炉建屋の材料物性の不確かさに関する検討

別紙 3-1 原子炉建屋の材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について

別紙 3-2 原子炉建屋の材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

別紙 3-3 減衰をレーリー減衰にした場合の地震応答解析結果

別紙 4 地震荷重と風荷重を重畳させた場合の影響検討

別紙 5 接合部の耐震性について

別紙 6 原子炉建屋と主排気筒の連成解析による影響評価

## 別紙1 既工認と今回工認モデル及び手法の比較

## 目 次

1. 概要 ..... 別紙 1-1
2. 地震応答解析モデル及び手法の比較 ..... 別紙 1-1

## 1. 概要

本資料は主排気筒の既工認時及び今回工認時の地震応答解析モデル及び手法の比較を示すものである。

## 2. 地震応答解析モデル及び手法の比較

主排気筒の地震応答解析モデル及び手法の比較を表2-1に示す。また、今回工認時の地震応答解析モデルを図2-1に示す。

比較に用いる既工認時の地震応答解析モデル及び手法は、柏崎刈羽原子力発電所7号機『柏崎刈羽原子力発電所第7号機の工事計画の認可について』（3資庁第6675号 平成3年8月23日）（以下「建設時工認（認可）」という。）と柏崎刈羽原子力発電所7号機『工事計画届出書』（総官発20第180号 平成20年8月25日）（以下「中越沖地震に伴う補強時（届出）」という。）のものである。

表 2-1 (1/2) 主排気筒の地震応答解析モデル及び手法の比較

| 項目    | 内容    | 建設時工認<br>(認可)   | 中越沖地震に伴う補強時<br>(届出)  | 今回工認   | 備考 |
|-------|-------|---|--|--|----|
| 解析手法  |       | ・質点系モデルを用いた時刻歴応答解析(弾性解析)  | ・同左  | ・3次元立体フレームモデルを用いた時刻歴応答解析(弾性解析)   | —  |
| 解析コード |       | ・DAC2N  | ・DYNA2E  | ・同左  | —  |
| モデル   | モデル   | ・鉄塔部と筒身部分に分けた質点系モデル   | ・同左  | ・原子炉建屋屋上(T.M.S.L.38.2m)より上部を対象とした立体フレームモデル   | —  |
|       | 材料物性  | ・鋼材のヤング係数<br>$E = 2.05 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ (SI換算)<br>・鋼材のポアソン比<br>$\nu = 0.3$ | ・同左  | ・鋼材のヤング係数<br>$E = 2.05 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$<br>・鋼材のポアソン比<br>$\nu = 0.3$<br>・コンクリートのヤング係数<br>$E = 2.88 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$<br>・コンクリートのポアソン比<br>$\nu = 0.2$ | ①  |
|       | 要素分割  | ・はり要素：鉄塔部(支柱材, 水平材, 斜材)及び筒身部<br>・ばね要素：筒身支持部   | ・はり要素：鉄塔部(支柱材, 水平材, 斜材)及び筒身部<br>・ばね要素：筒身支持部, 制震装置(オイルダンパー)           | ・はり要素：筒身部, 鉄塔部(支柱材, 水平材), 基礎(鉄塔部, 筒身部)<br>・トラス要素：鉄塔部(斜材)<br>・ばね要素：筒身支持部, 制震装置(オイルダンパー)   | —  |
|       | 境界条件  | ・T.M.S.L.38.2mを固定端  | ・同左  | ・同左  | —  |
|       | 減衰定数  | ・鋼材：2%  | ・同左  | ・鋼材：2%<br>・コンクリート：5%   | —  |
|       | 減衰    | ・ひずみエネルギー比例型  | ・同左  | ・剛性比例型   | —  |
|       | 筒身支持点 | T.M.S.L.80.0m<br>T.M.S.L.65.0m<br>T.M.S.L.48.0m                                       | T.M.S.L.76.25m<br>T.M.S.L.48.0m<br>(T.M.S.L.80.0m, T.M.S.L.65.0mは解除) | ・同左  | ②  |
|       | 制震装置  | —   | オイルダンパー<br>T.M.S.L.76.25m(8台)  | ・同左  | ②  |

表 2-1 (2/2) 主排気筒の地震応答解析モデル及び手法の比較

| 項目            | 内容 | 建設時工認<br>(認可)  | 中越沖地震に伴う補強時<br>(届出) | 今回工認   | 備考 |
|---------------|----|--|---------------------|--|----|
| 入力地震動<br>の算定法 | 水平 | ・ 基準地震動による原子炉建屋全体の地震応答解析から得られる屋上レベル (T.M.S.L. 38.2m) における応答値 | ・ 同左                | ・ 同左   | —  |
|               | 鉛直 | —  | —                   | ・ 基準地震動による原子炉建屋全体の地震応答解析から得られる屋上レベル (T.M.S.L. 38.2m) における応答値 | —  |
| 評価方法          |    | ・ 発生応力が許容応力度を超えないことを確認                                       | ・ 同左                | ・ 3次元立体フレームモデルの時刻歴地震応答解析により各部材に生じる応力が許容限界を超えないことを確認          | —  |

【具体的な反映事項】(表の備考欄に対応)

- ① コンクリートのヤング係数及びポアソン比は、「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計法—」((社)日本建築学会, 1999改定)に基づく。
- ② 2007年新潟県中越沖地震後に実施した耐震補強工事による変更を考慮。

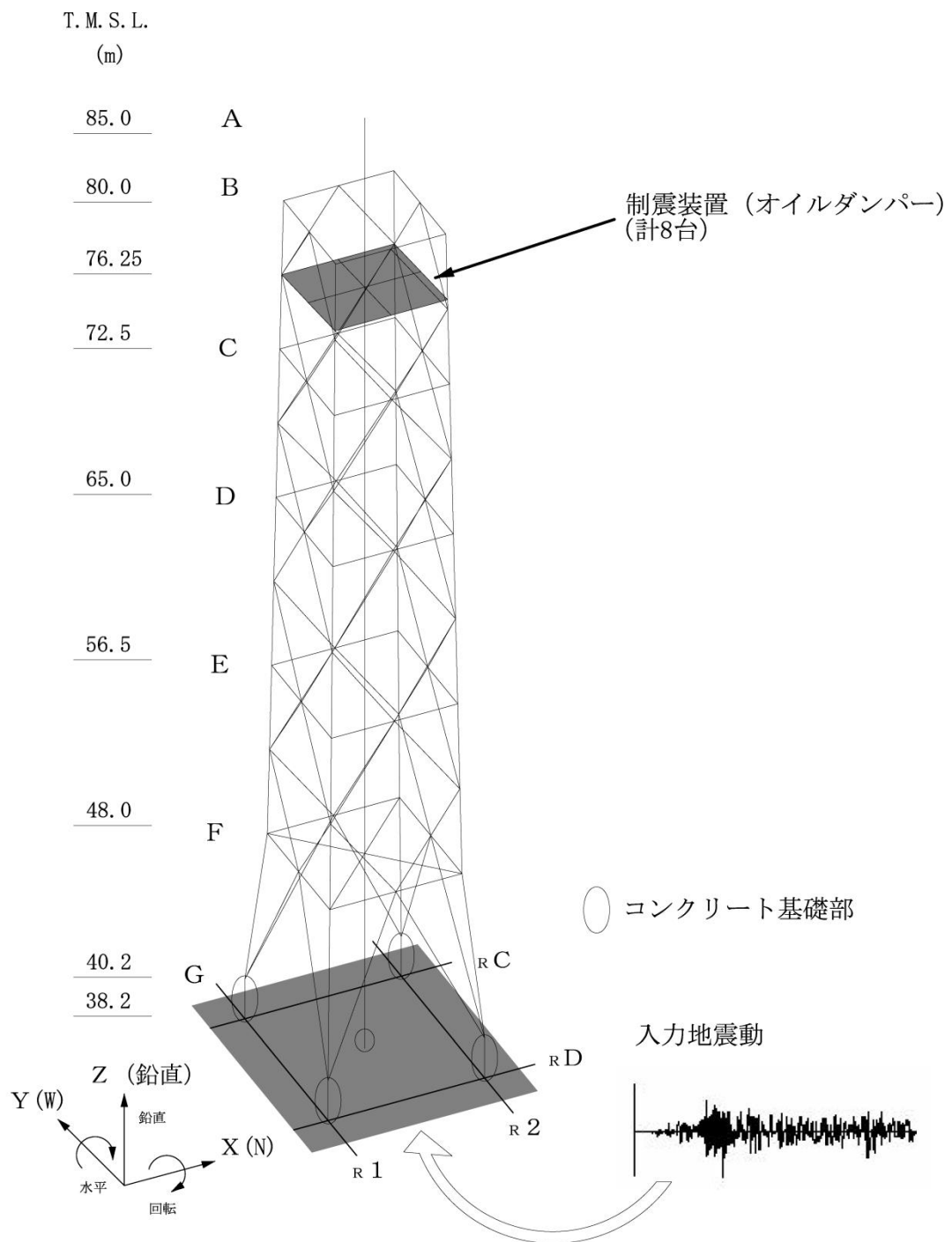


図2-1 主排気筒の地震応答解析モデル



## 別紙2 主排気筒のモデル化，境界条件及び拘束条件の考え方

## 目 次

1. 概要 ..... 別紙 2-1
2. モデル化，境界条件及び拘束条件 ..... 別紙 2-1

## 1. 概要

本資料は、主排気筒におけるモデル化、境界条件及び拘束条件についての概要を示すものである。

## 2. モデル化、境界条件及び拘束条件

主排気筒のモデル化、境界条件及び拘束条件を表2-1に示す。また、非常用ガス処理系（以下「SGTS」という。）用排気筒の応力解析におけるモデル化、境界条件及び拘束条件を表2-2に示す。

表2-1 主排気筒のモデル化，境界条件及び拘束条件 (1/3)

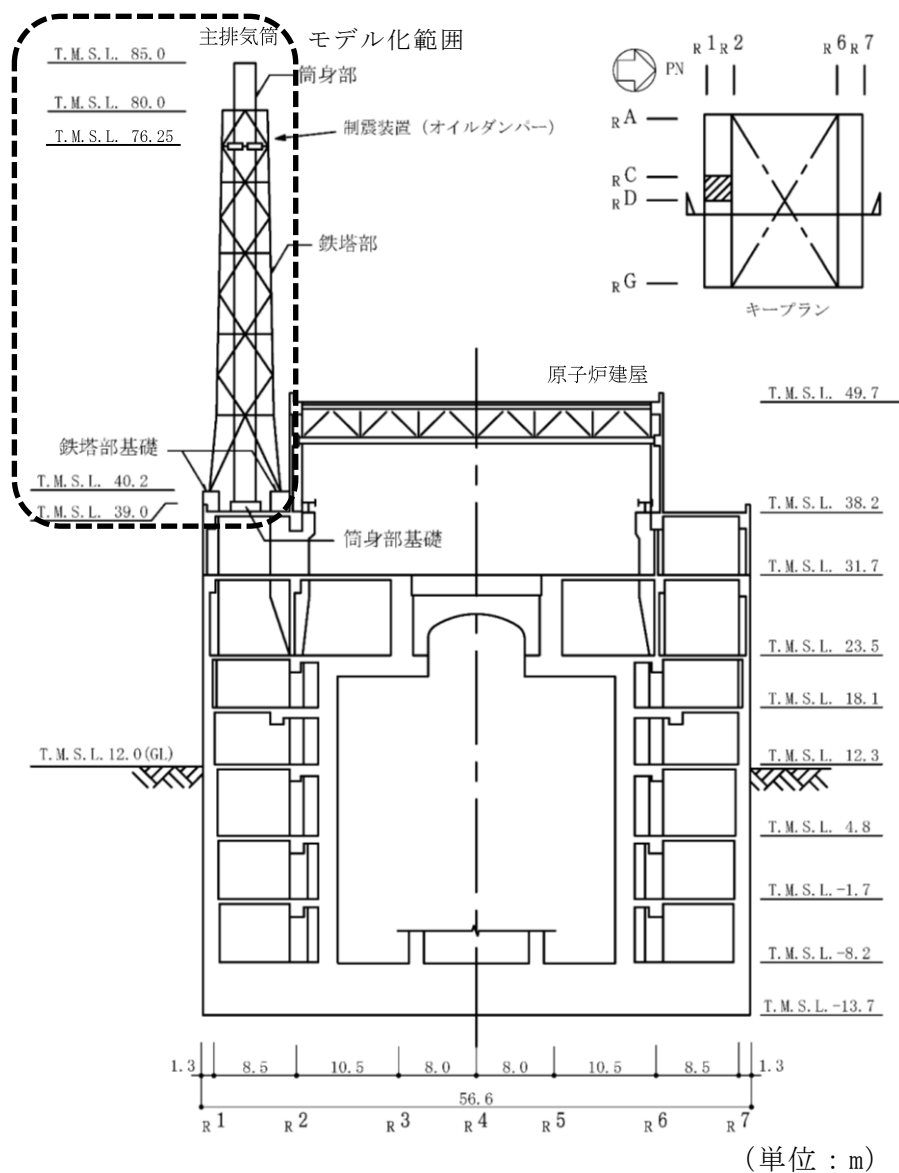
モデル概要 (1/2)

○モデル化範囲，対象部材

- ・原子炉建屋屋上より上部の (T.M.S.L. 38.2m~T.M.S.L. 85.0m) の範囲
- ・筒身部，鉄塔部 (支柱材，斜材，水平材)，基礎 (鉄塔部，筒身部)，制震装置 (オイルダンパー)

○使用要素

- ・はり要素 : 筒身部，鉄塔部 (支柱材，水平材)，基礎 (鉄塔部，筒身部)
- ・トラス要素 : 鉄塔部 (斜材)
- ・ばね要素 : 制震装置 (オイルダンパー)，筒身支持部



モデル化範囲

表2-1 主排気筒のモデル化，境界条件及び拘束条件 (2/3)

モデル概要 (2/2)

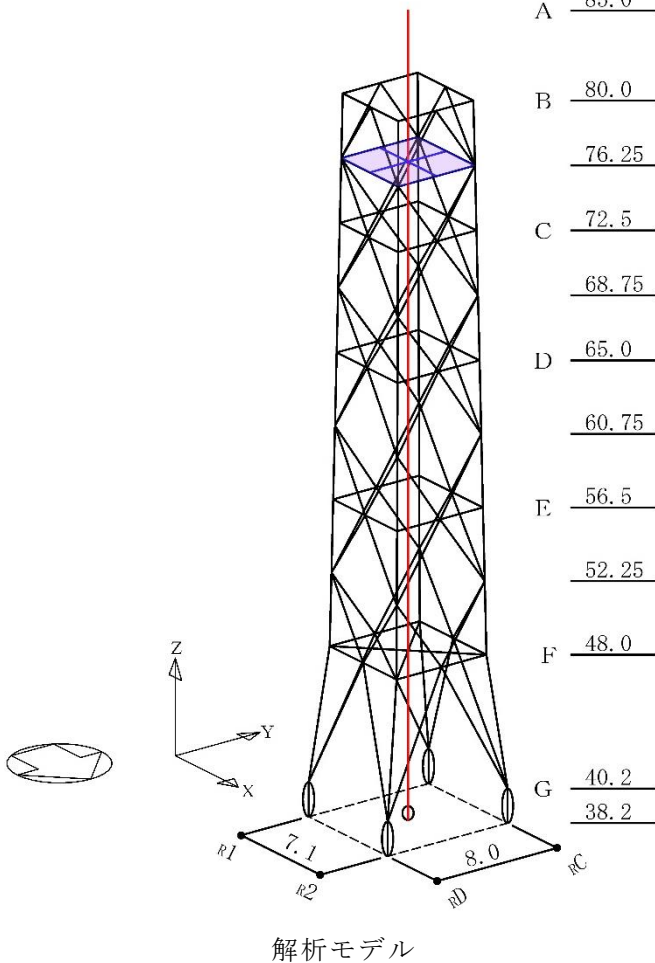
○要素分割

- ・ 鉄塔部はトラス構造であり，部材交点ごとに要素を分割する。

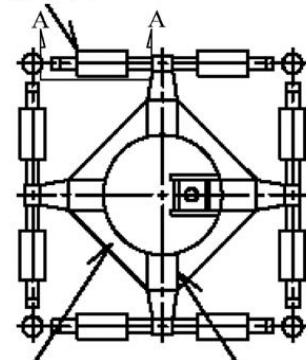
○解析モデルの使い分け

- ・ 動的地震荷重：下図に示す解析モデルを用いた地震応答解析により，各部材の応力が出力される。この応力を用いて，各部材について断面算定を実施する。
- ・ 風荷重：下図に示す解析モデルを用いた静的応力解析により，各部材の応力が出力される。この応力を用いて，各部材について断面算定を実施する。このとき，制震装置（オイルダンパー）は考慮しないものとして設定した。

- : 鉄塔部
- : 筒身部
- : 制震装置（オイルダンパー）（計8台）
- : コンクリート基礎部

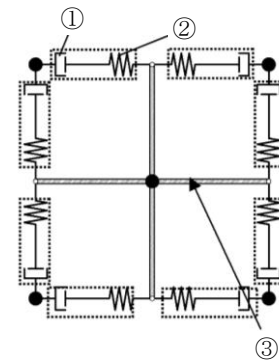


制震装置（オイルダンパー）



補強リング 支持点アーム

(a) 平面図 (T. M. S. L. 76.25m)



- ① 減衰係数
- ② ばね定数
- ③ 支持点アーム

(b) モデル概要

制震装置（オイルダンパー）

表2-1 主排気筒のモデル化、境界条件及び拘束条件 (3/3)

| 境界条件, 拘束条件   |  |
|--|--|
| 原子炉建屋屋上と基礎の境界 (T. M. S. L. 38.2m)  |  |
| <p>・基礎（鉄塔部及び筒身部）は、原子炉建屋の躯体と一体化しているため、完全固定とする。</p> <p style="text-align: center;">原子炉建屋と基礎の境界</p> |  |
| 荷重の入力方法  |  |
| ・鉛直荷重  | ：鉛直荷重に対する鉄塔部及び筒身部の分担応力の計算は、柏崎刈羽原子力発電所7号機『工事計画届出書』（総官発20第180号平成20年8月25日）（以下「中越沖地震に伴う補強時（届出）」という。）による。 |
| ・静的地震荷重  | ：静的荷重に対する鉄塔部及び筒身部の分担応力の計算は、鉛直荷重と同様に中越沖地震に伴う補強時（届出）による。   |
| ・動的地震荷重  | ：原子炉建屋全体の地震応答解析から得られる原子炉建屋屋上レベル（T.M.S.L. 38.2m）における応答値を入力地震動とし、主排気筒の基礎を固定として入力する。                    |
| ・風荷重   | ：解析モデルにおける鉄塔部及び筒身部の質点位置に対し、風荷重を分配し载荷する。  |

表2-2 SGTS用排気筒のモデル化, 境界条件及び拘束条件

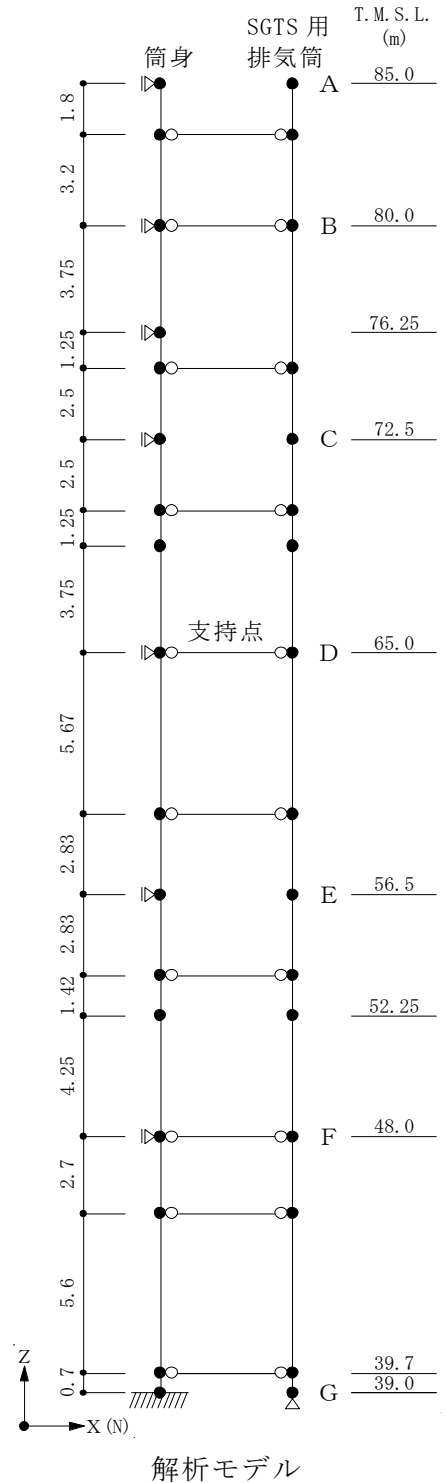
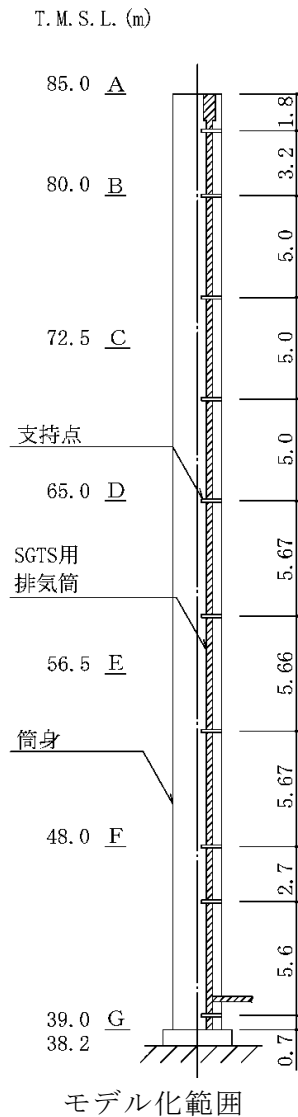
モデル概要, 境界条件及び拘束条件

○モデル化範囲, 対象部材及び使用要素

- ・筒身基礎より上部の (T. M. S. L. 39.0m~T. M. S. L. 85.0m) の範囲
- ・はり要素: 筒身, SGTS 用排気筒, 支持点

○境界条件, 拘束条件

- ・筒身脚部は,  $\phi 3.4\text{m}$  の基礎により支持されており, 軸力, せん断力, 曲げモーメントともに伝達するため, 固定とする。
- ・SGTS 用排気筒脚部と基礎の境界は, 軸力のみ伝達するため, 柱脚位置にてピン接合とする。
- ・支持点の両端は, 軸力のみ伝達するため, ピン接合とする。



別紙3 地震応答解析における原子炉建屋の材料物性の不確かさに関する検討



## 目 次

|                              |         |
|------------------------------|---------|
| 1. 概要                        | 別紙 3-1  |
| 1.1 検討概要                     | 別紙 3-1  |
| 1.2 検討方針                     | 別紙 3-2  |
| 2. 建屋応答の不確かさを考慮した設計用地震力の設定方法 | 別紙 3-4  |
| 3. 地震応答解析による建屋応答の不確かさの影響検討   | 別紙 3-31 |
| 3.1 固有値解析結果                  | 別紙 3-31 |
| 3.2 地震応答解析結果                 | 別紙 3-37 |
| 4. まとめ                       | 別紙 3-45 |

## 1. 概要

### 1.1 検討概要

本資料は、主排気筒の地震応答解析における原子炉建屋の材料物性の不確かさに関する検討について説明するものである。

本資料では、材料物性の不確かさを考慮した原子炉建屋の応答\*を用いた地震応答解析を行い、原子炉建屋の材料物性の不確かさが主排気筒に及ぼす影響について確認する。なお、本資料においては、原子炉建屋の材料物性の不確かさを「建屋応答の不確かさ」と呼ぶこととする。

建屋応答の不確かさを考慮する検討ケース\*を表1-1に示す。

表1-1中の下線部は、基本ケースとの差異を示す。

表1-1 建屋応答の不確かさを考慮する検討ケース\*

| 検討ケース   | コンクリート剛性  | 回転ばね定数     | 地盤剛性   | 備考                   |
|---|---|------------|--|----------------------|
| ①ケース 1<br>(工認モデル)                               | 実強度<br>(43.1N/mm <sup>2</sup> )                             | 100%       | 標準地盤   | 基本ケース                |
| ②ケース 2<br>(建屋剛性+ $\sigma$ ,<br>地盤剛性+ $\sigma$ ) | <u>実強度+<math>\sigma</math></u><br>(46.0N/mm <sup>2</sup> )  | 100%       | <u>標準地盤+<math>\sigma</math></u><br>(新期砂層+13%,<br>古安田層+25%,<br>西山層+10%) | 地盤剛性の変化に伴い、回転ばね定数が変化 |
| ③ケース 3<br>(建屋剛性- $\sigma$ ,<br>地盤剛性- $\sigma$ ) | <u>実強度-<math>\sigma</math></u><br>(40.2N/mm <sup>2</sup> )  | 100%       | <u>標準地盤-<math>\sigma</math></u><br>(新期砂層-13%,<br>古安田層-25%,<br>西山層-10%) | 地盤剛性の変化に伴い、回転ばね定数が変化 |
| ④ケース 4<br>(建屋剛性コア平均)                            | <u>実強度</u><br>(コア平均)<br>(55.7N/mm <sup>2</sup> )            | 100%       | 標準地盤   | —                    |
| ⑤ケース 5<br>(建屋剛性-2 $\sigma$ )                    | <u>実強度-2<math>\sigma</math></u><br>(37.2N/mm <sup>2</sup> ) | 100%       | 標準地盤   | —                    |
| ⑥ケース 6<br>(回転ばね低減)                              | 実強度<br>(43.1N/mm <sup>2</sup> )                             | <u>50%</u> | 標準地盤   | —                    |

注記\*：「原子炉建屋の地震応答計算書に関する補足説明資料」のうち、別紙3「地震応答解析における材料物性の不確かさに関する検討」に基づく。

## 1.2 検討方針

V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」では、建屋応答の不確かさを考慮するため、入力地震動には、材料物性の不確かさを考慮した原子炉建屋全体の地震応答解析結果から得られる屋上レベル（T. M. S. L. 38.2m）における応答を用いている。そのため、本検討における建屋応答の不確かさ及びその変動幅は、「原子炉建屋の地震応答計算書に関する補足説明資料」のうち、別紙3「地震応答解析における材料物性の不確かさに関する検討」に準拠し、主排気筒の地震応答解析モデルに対しては建屋剛性の不確かさ（コンクリート強度）を考慮する。なお、建屋剛性の不確かさ（コンクリート強度）は、基礎コンクリートの物性値に考慮する。

検討は、表1-1に示す各検討ケースについて固有値解析及び地震応答解析を行い、ケース1（基本ケース）の結果と比較することで、建屋応答の不確かさが主排気筒に及ぼす影響について確認する。

なお、各解析の方法及び諸元については、V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」と同一である。

地震応答解析モデル図を図1-1に示す。

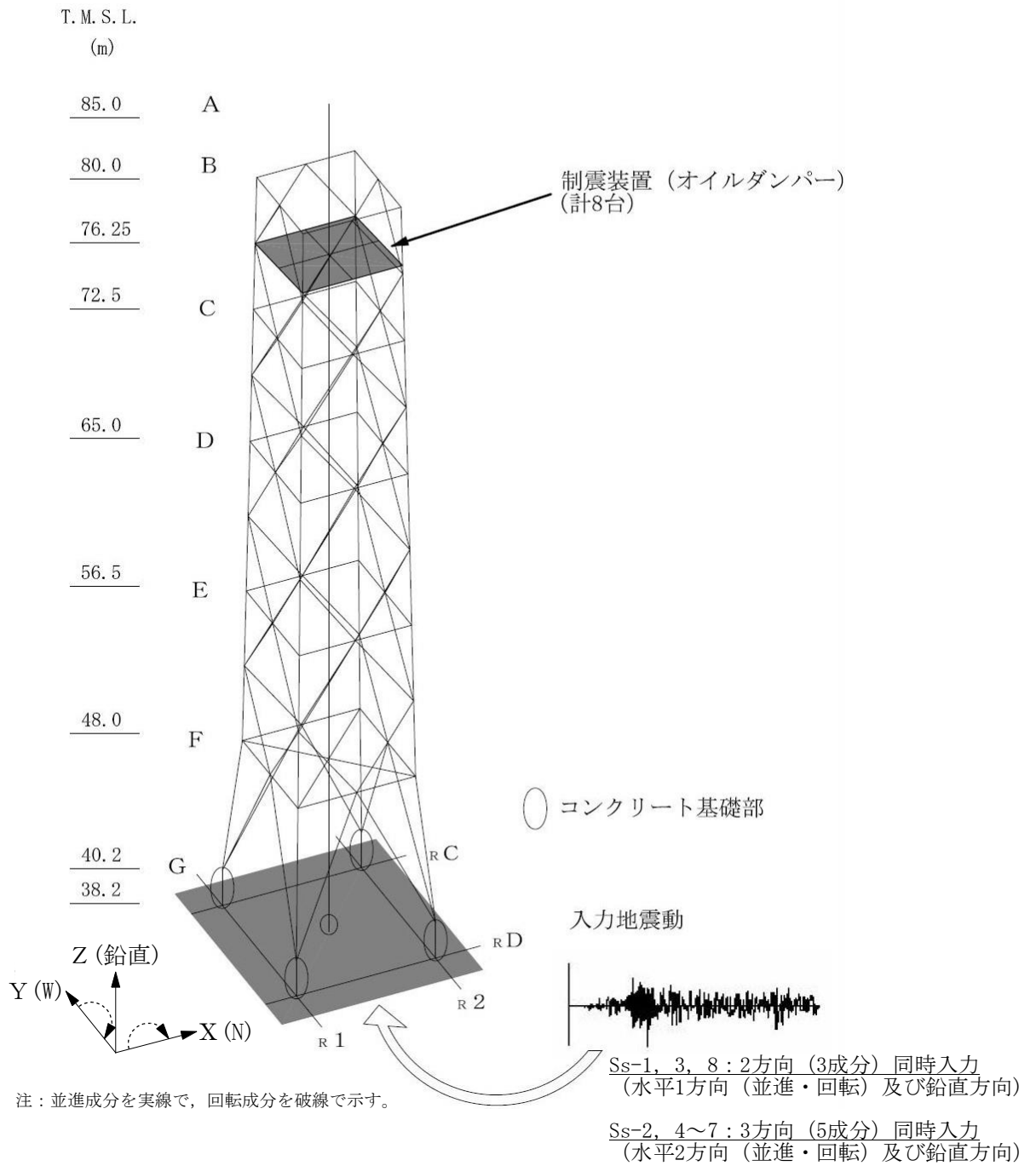


図1-1 主排気筒の地震応答解析モデル

## 2. 建屋応答の不確かさを考慮した設計用地震力の設定方法

表1-1に示した検討ケースについて、原子炉建屋の応答を入力地震動として用いた解析を実施することで、建屋応答の不確かさを設計用地震力として考慮する。

建屋応答の不確かさを考慮したケースの応答値の算出に当たっては、基本ケースにおける主排気筒の応答を確認したうえで、主排気筒の応答への影響が大きい波（S<sub>s</sub>-1、S<sub>s</sub>-2及びS<sub>s</sub>-8）に対して実施する（別紙3-1「原子炉建屋の材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について」参照）。

V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」における耐震評価では、入力地震動毎に、全ての部材をモデル化した立体フレームモデルにおける各部材応力について断面算定を行い、その中で断面算定結果（検定値）が最も厳しくなる地震応答解析結果を設計用地震力（評価用応力）としている。なお、建屋応答の不確かさを考慮した地震応答解析結果は、別紙3-2「原子炉建屋の材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」に示す。

入力地震動の組合せを表2-1に、入力地震動の加速度時刻歴波形を図2-1～図2-18に示す。なお、図中の○印は、最大値発生時を示す。S<sub>s</sub>-1及びS<sub>s</sub>-8は、2方向（3成分）（水平1方向（並進・回転）及び鉛直方向）の同時入力とし、S<sub>s</sub>-2は、3方向（5成分）（水平2方向（並進・回転）及び鉛直方向）の同時入力とする。S<sub>s</sub>-1及びS<sub>s</sub>-8の水平方向については、NS方向とEW方向で構造としての対称性があるため、検定値が厳しい傾向にあるNS方向を代表として用いる。なお、S<sub>s</sub>-1のケース6、S<sub>s</sub>-2のケース2以外の全ケース、S<sub>s</sub>-8のケース3及びケース6において誘発上下動を考慮している。

表2-1 入力地震動の組合せ (1/2)

(a) Ss-1

| 建屋応答の不確かさ<br>検討ケース                             | 入力地震動の組合せ (Ss-1, 2方向 (3成分) 同時入力) |    |       |    |                        |                  |
|--|----------------------------------|----|-------|----|------------------------|------------------|
|  | 水平方向* <sup>1</sup>               |    |       |    | 鉛直<br>方向* <sup>1</sup> | 備考* <sup>2</sup> |
|  | NS 方向                            |    | EW 方向 |    |                        |                  |
|  | 並進                               | 回転 | 並進    | 回転 | 並進                     |                  |
| ケース 1<br>(基本ケース)                               | ○                                | ○  | —     | —  | ○                      |                  |
| ケース 2<br>(建屋剛性+ $\sigma$ ,<br>地盤剛性+ $\sigma$ ) | ○                                | ○  | —     | —  | ○                      | —                |
| ケース 3<br>(建屋剛性- $\sigma$ ,<br>地盤剛性- $\sigma$ ) | ○                                | ○  | —     | —  | ○                      | —                |
| ケース 4<br>(建屋剛性コア平均)                            | ○                                | ○  | —     | —  | ○                      | —                |
| ケース 5<br>(建屋剛性- $2\sigma$ )                    | ○                                | ○  | —     | —  | ○                      | —                |
| ケース 6<br>(回転ばね低減)                              | ○                                | ○  | —     | —  | ○                      | 誘発上下動考慮          |

注記\*1 : 組み合わせる成分を「○」で, 組み合わせない成分を「—」で示す。

\*2 : 誘発上下動を考慮しない場合は「—」で示す。

(b) Ss-2

| 建屋応答の不確かさ<br>検討ケース                             | 入力地震動の組合せ (Ss-2, 3方向 (5成分) 同時入力) |    |       |    |                        |                  |
|--|----------------------------------|----|-------|----|------------------------|------------------|
|  | 水平方向* <sup>1</sup>               |    |       |    | 鉛直<br>方向* <sup>1</sup> | 備考* <sup>2</sup> |
|  | NS 方向                            |    | EW 方向 |    |                        |                  |
|  | 並進                               | 回転 | 並進    | 回転 | 並進                     |                  |
| ケース 1<br>(基本ケース)                               | ○                                | ○  | ○     | ○  | ○                      |                  |
| ケース 2<br>(建屋剛性+ $\sigma$ ,<br>地盤剛性+ $\sigma$ ) | ○                                | ○  | ○     | ○  | ○                      | —                |
| ケース 3<br>(建屋剛性- $\sigma$ ,<br>地盤剛性- $\sigma$ ) | ○                                | ○  | ○     | ○  | ○                      | 誘発上下動考慮          |
| ケース 4<br>(建屋剛性コア平均)                            | ○                                | ○  | ○     | ○  | ○                      | 誘発上下動考慮          |
| ケース 5<br>(建屋剛性- $2\sigma$ )                    | ○                                | ○  | ○     | ○  | ○                      | 誘発上下動考慮          |
| ケース 6<br>(回転ばね低減)                              | ○                                | ○  | ○     | ○  | ○                      | 誘発上下動考慮          |

注記\*1 : 組み合わせる成分を「○」で, 組み合わせない成分を「—」で示す。

\*2 : 誘発上下動を考慮しない場合は「—」で示す。

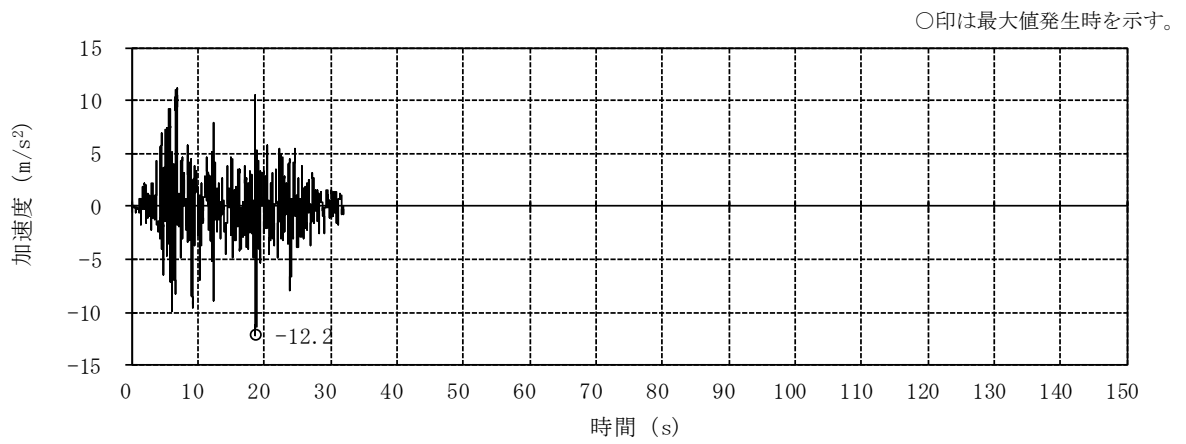
表2-1 入力地震動の組合せ (2/2)

(c) Ss-8

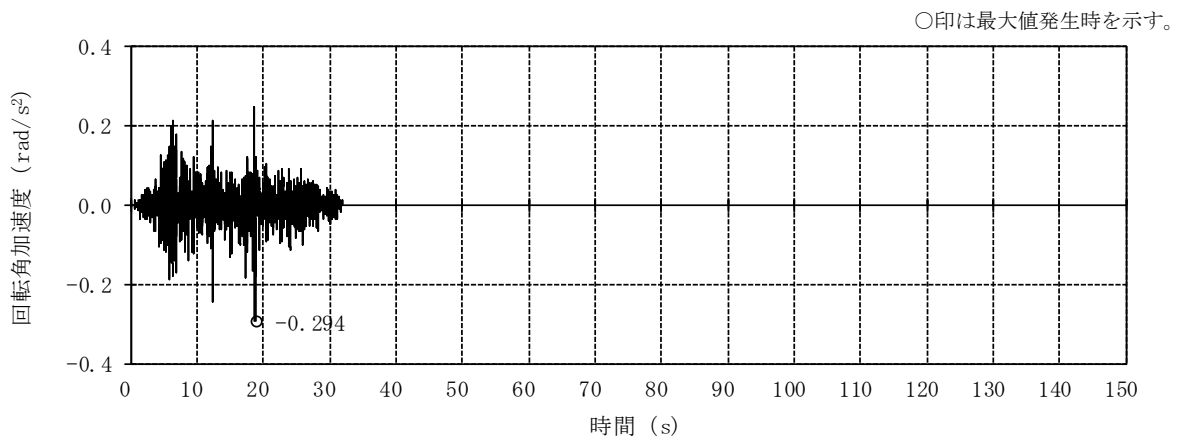
| 建屋応答の不確かさ<br>検討ケース                             | 入力地震動の組合せ (Ss-8, 2方向 (3成分) 同時入力) |    |       |    |                        |                  |
|--|----------------------------------|----|-------|----|------------------------|------------------|
|  | 水平方向* <sup>1</sup>               |    |       |    | 鉛直<br>方向* <sup>1</sup> | 備考* <sup>2</sup> |
|  | NS 方向                            |    | EW 方向 |    |                        |                  |
|  | 並進                               | 回転 | 並進    | 回転 | 並進                     |                  |
| ケース 1<br>(基本ケース)                               | ○                                | ○  | —     | —  | ○                      |                  |
| ケース 2<br>(建屋剛性+ $\sigma$ ,<br>地盤剛性+ $\sigma$ ) | ○                                | ○  | —     | —  | ○                      | —                |
| ケース 3<br>(建屋剛性- $\sigma$ ,<br>地盤剛性- $\sigma$ ) | ○                                | ○  | —     | —  | ○                      | 誘発上下動考慮          |
| ケース 4<br>(建屋剛性コア平均)                            | ○                                | ○  | —     | —  | ○                      | —                |
| ケース 5<br>(建屋剛性- $2\sigma$ )                    | ○                                | ○  | —     | —  | ○                      | —                |
| ケース 6<br>(回転ばね低減)                              | ○                                | ○  | —     | —  | ○                      | 誘発上下動考慮          |

注記\*1 : 組み合わせる成分を「○」で, 組み合わせない成分を「—」で示す。

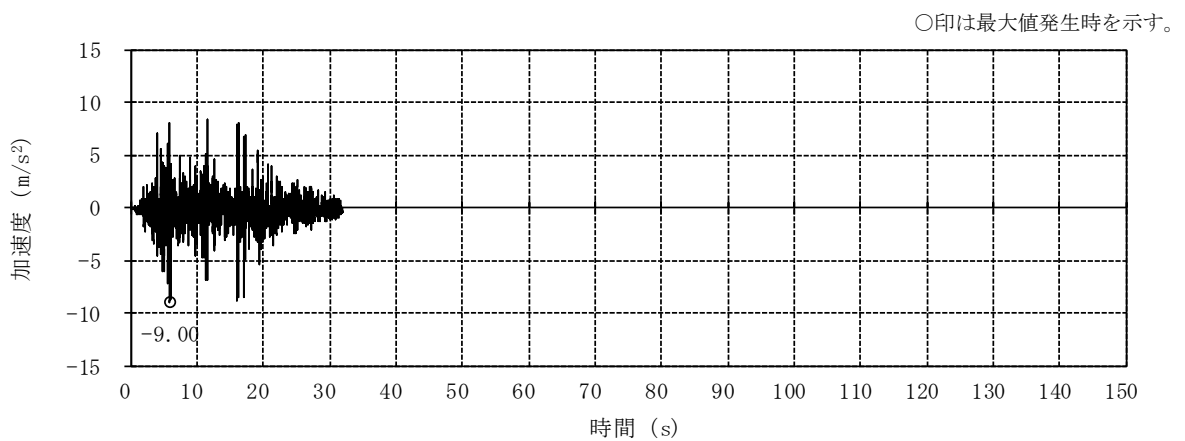
\*2 : 誘発上下動を考慮しない場合は「—」で示す。



(a) NS方向 並進成分



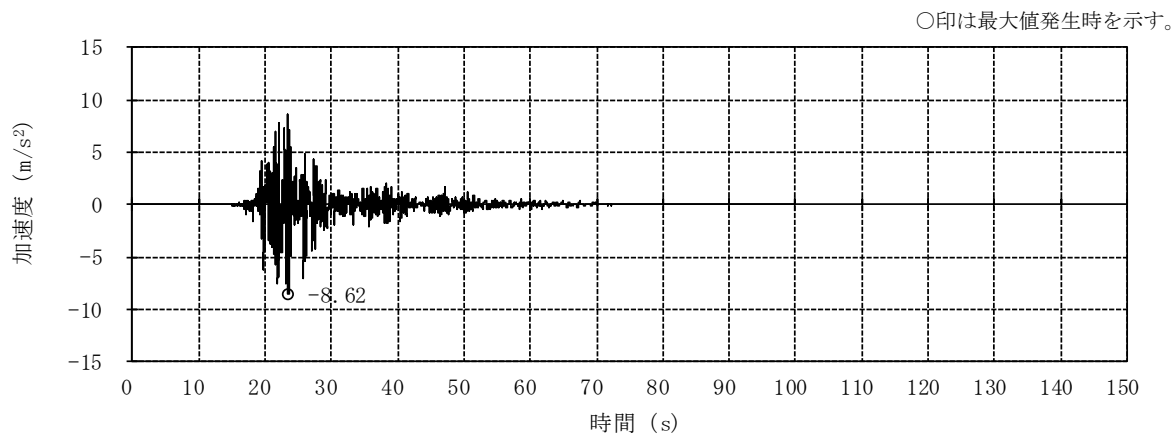
(b) NS方向 回転成分



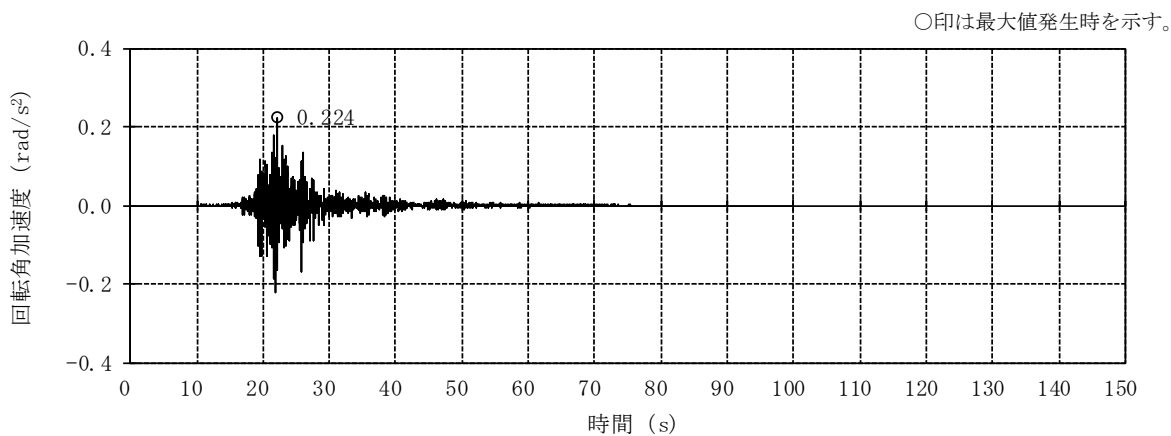
(c) 鉛直方向

図2-1 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース1, Ss-1)

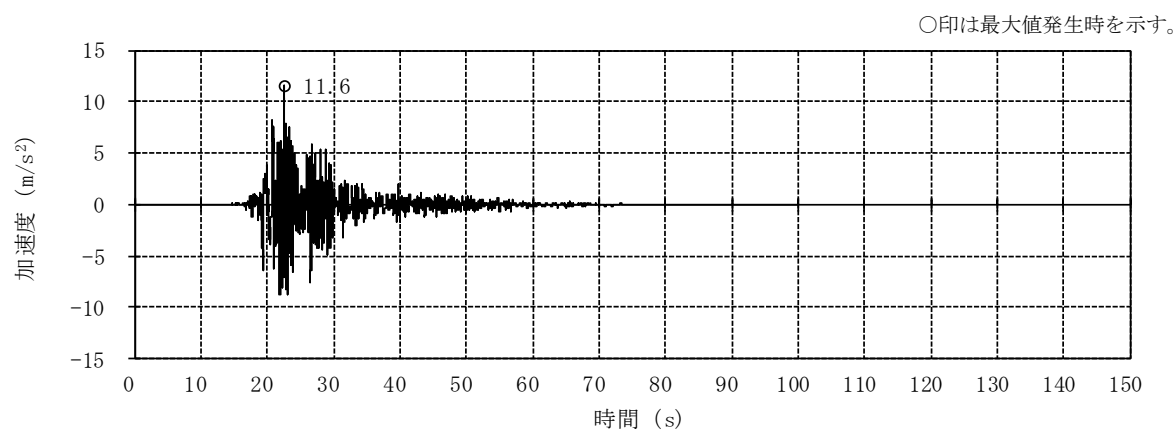




(a) NS方向 並進成分

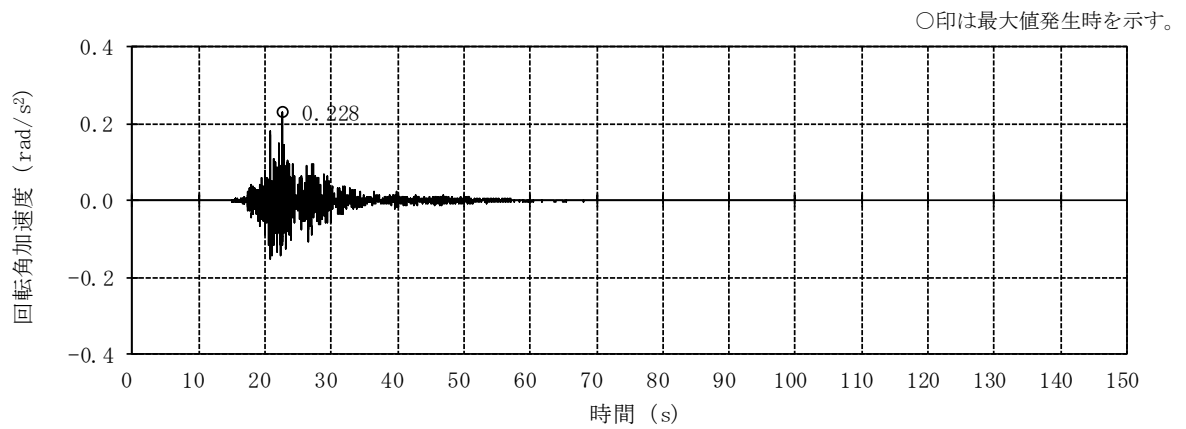


(b) NS方向 回転成分

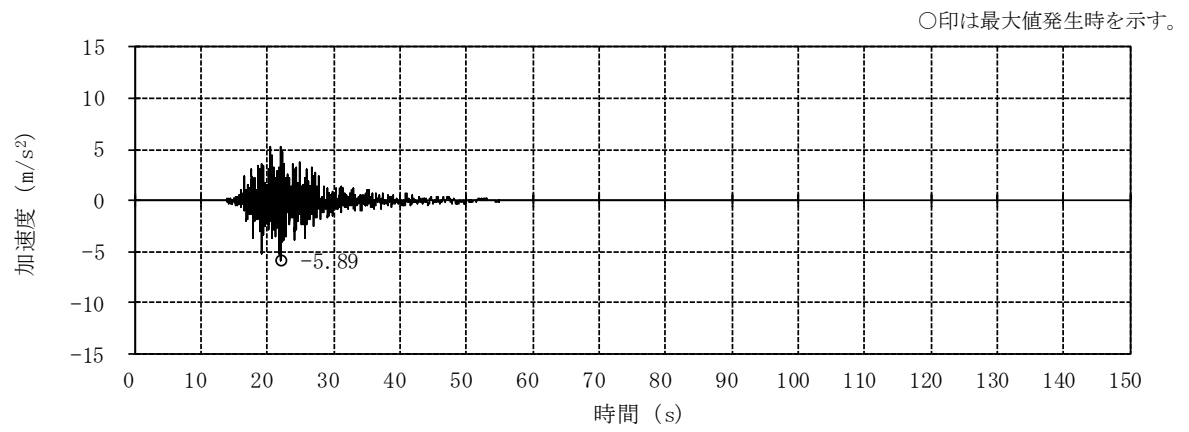


(c) EW方向 並進成分

図2-2 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース1, Ss-2) (1/2)

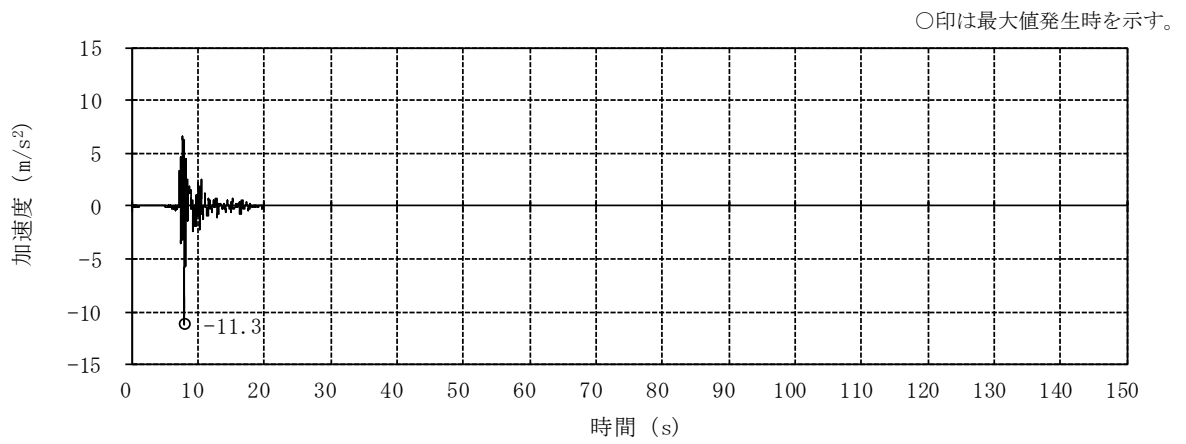


(d) EW方向 回転成分

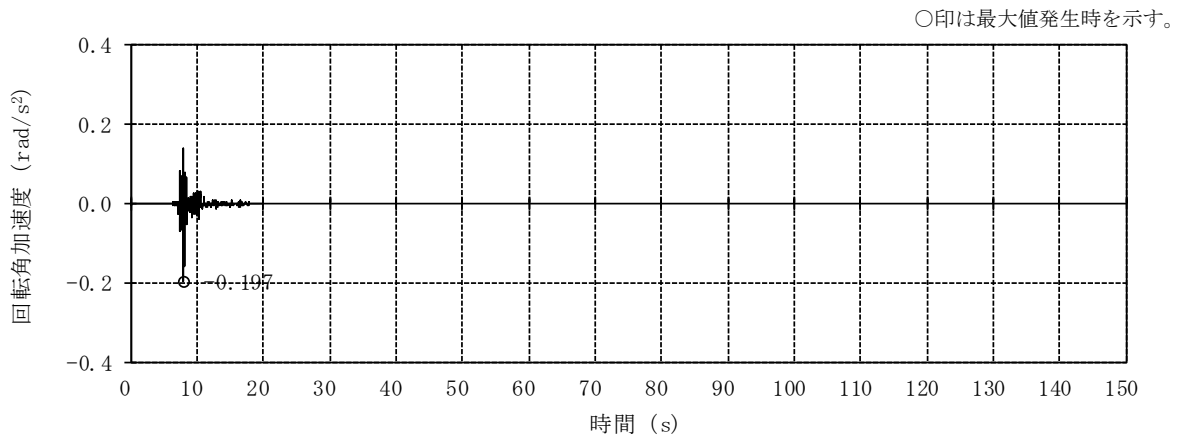


(e) 鉛直方向 (誘発上下動考慮)

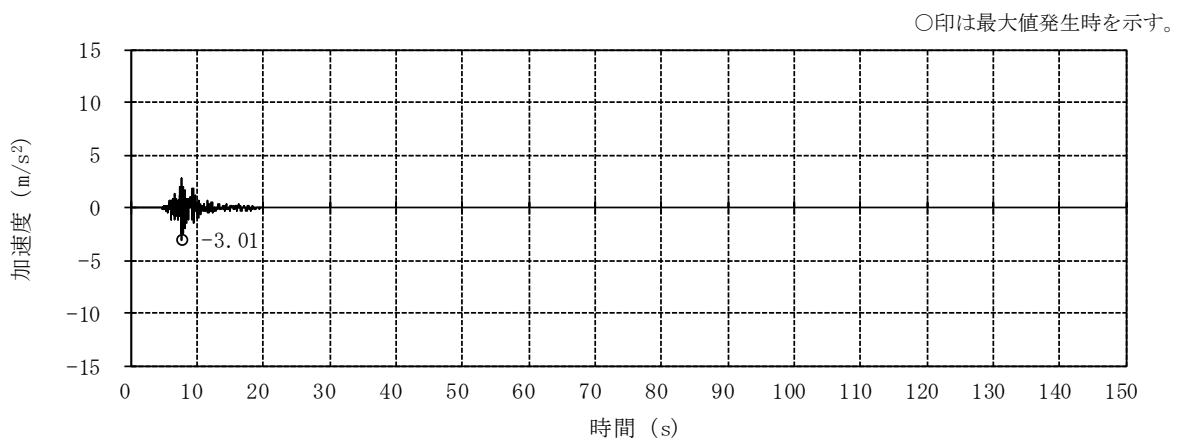
図2-2 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース1, S<sub>s</sub>-2) (2/2)



(a) NS方向 並進成分

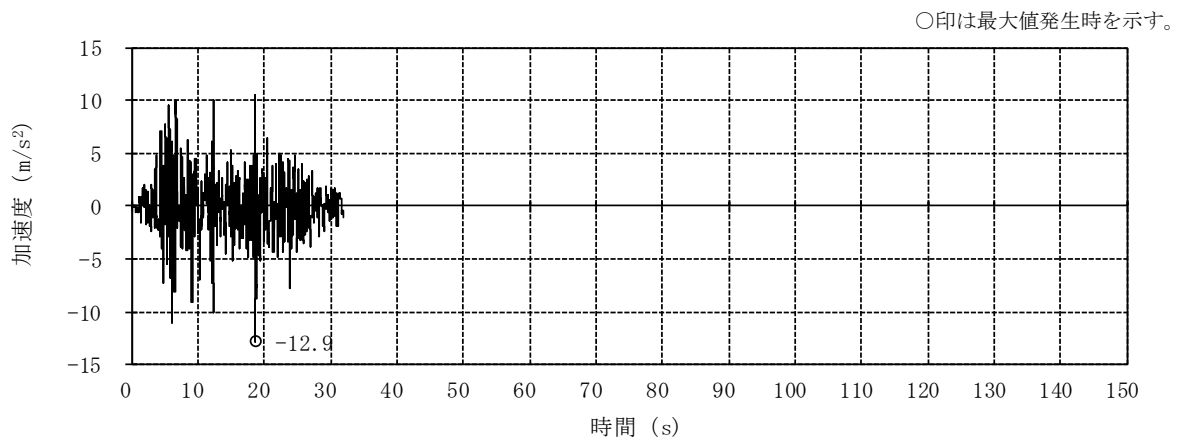


(b) NS方向 回転成分

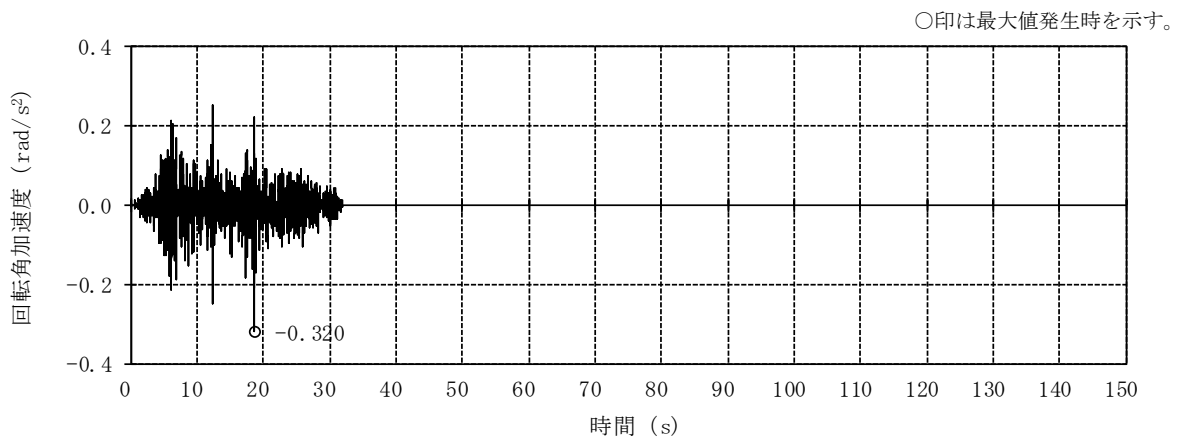


(c) 鉛直方向

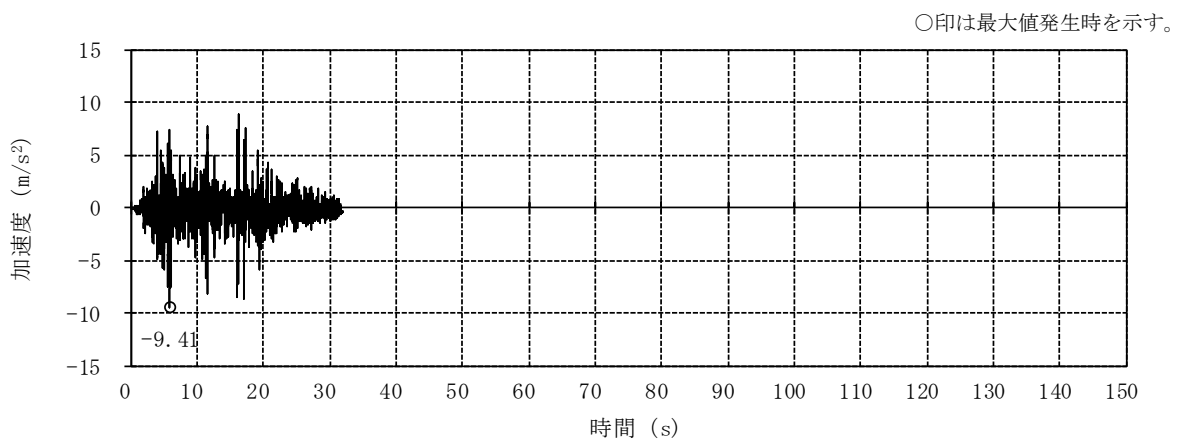
図2-3 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース1, Ss-8)



(a) NS方向 並進成分

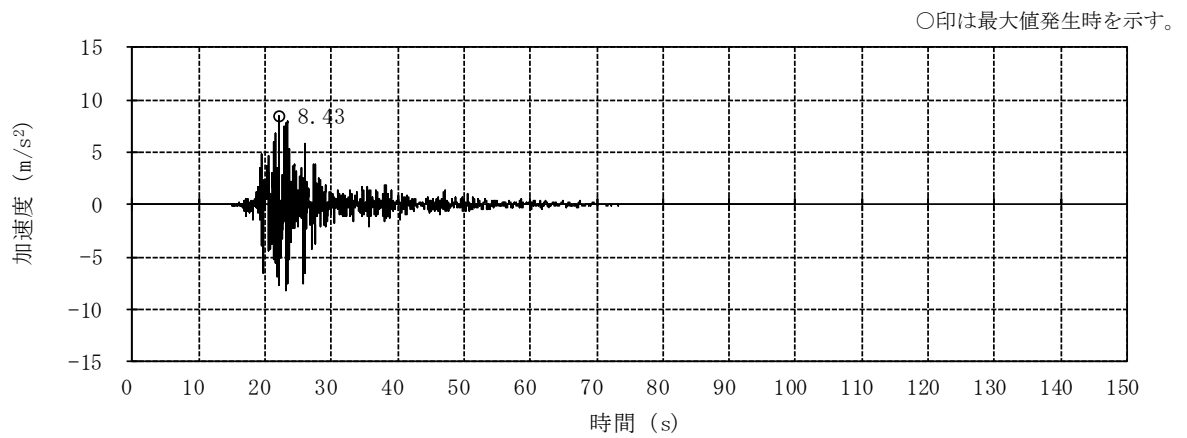


(b) NS方向 回転成分

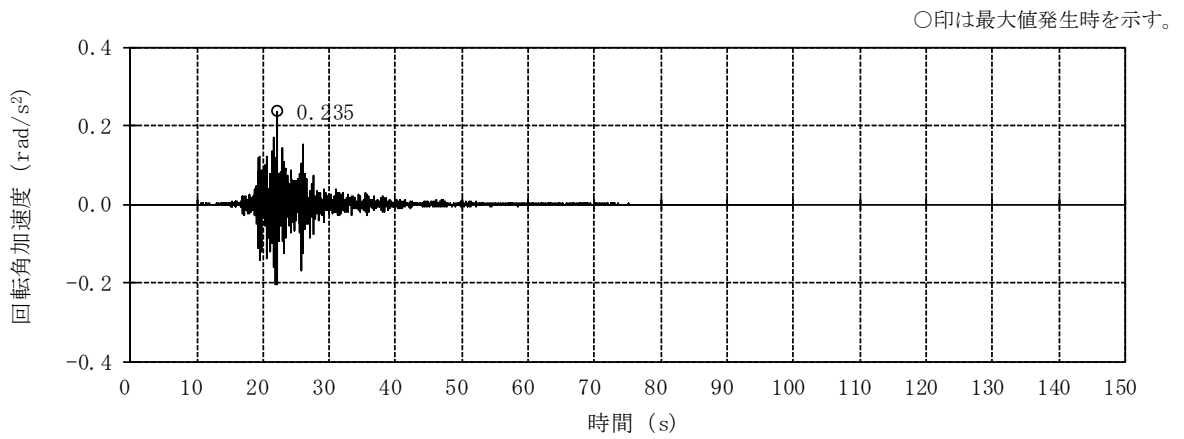


(c) 鉛直方向

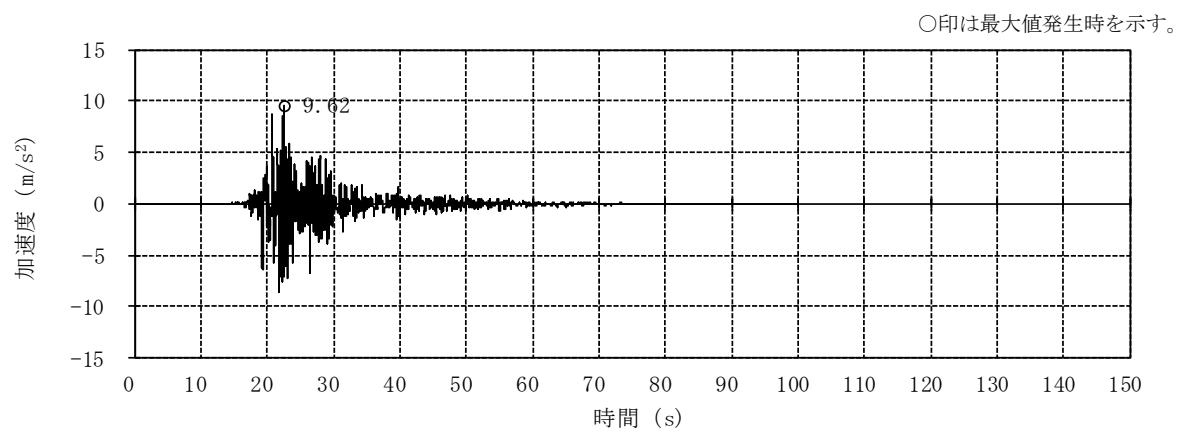
図2-4 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース2, Ss-1)



(a) NS方向 並進成分

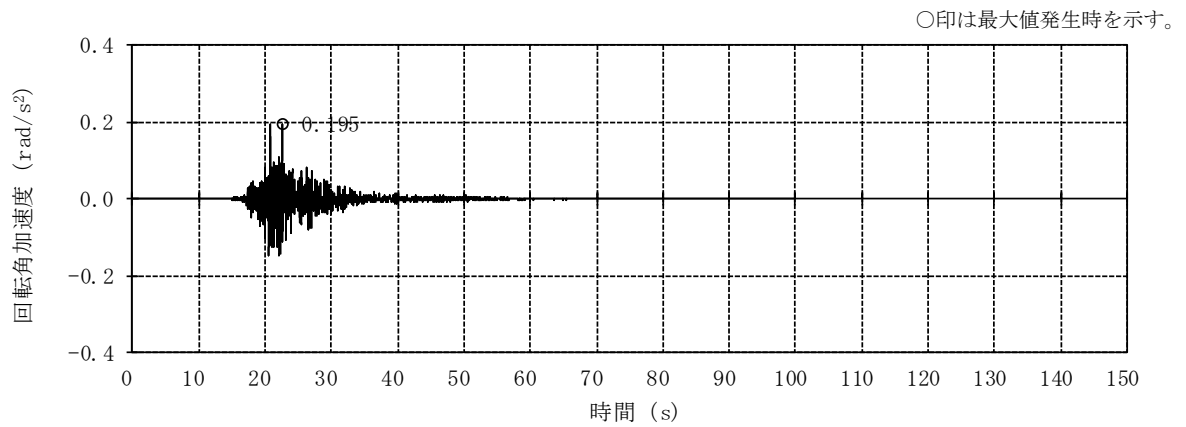


(b) NS方向 回転成分

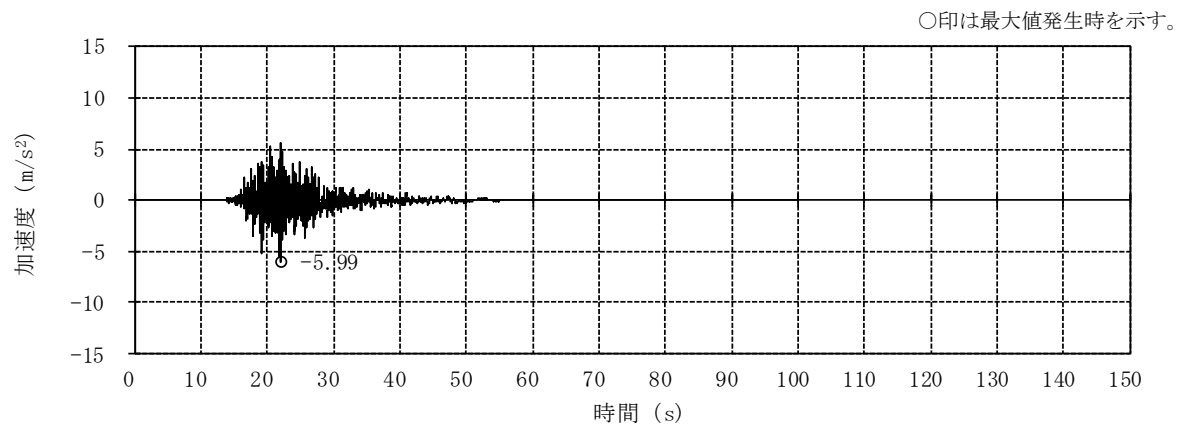


(c) EW方向 並進成分

図2-5 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース2, Ss-2) (1/2)



(d) EW方向 回轉成分



(e) 鉛直方向

図2-5 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース2, S<sub>s</sub>-2) (2/2)

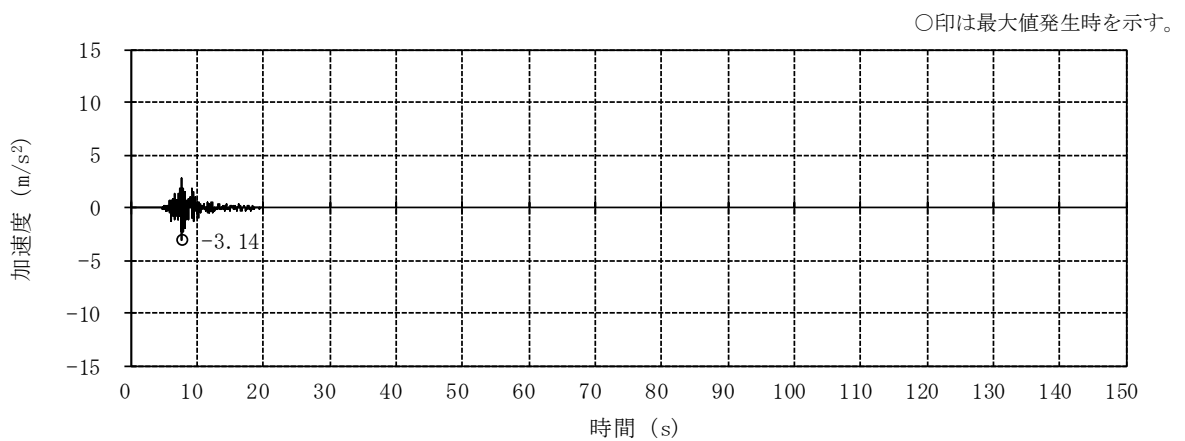
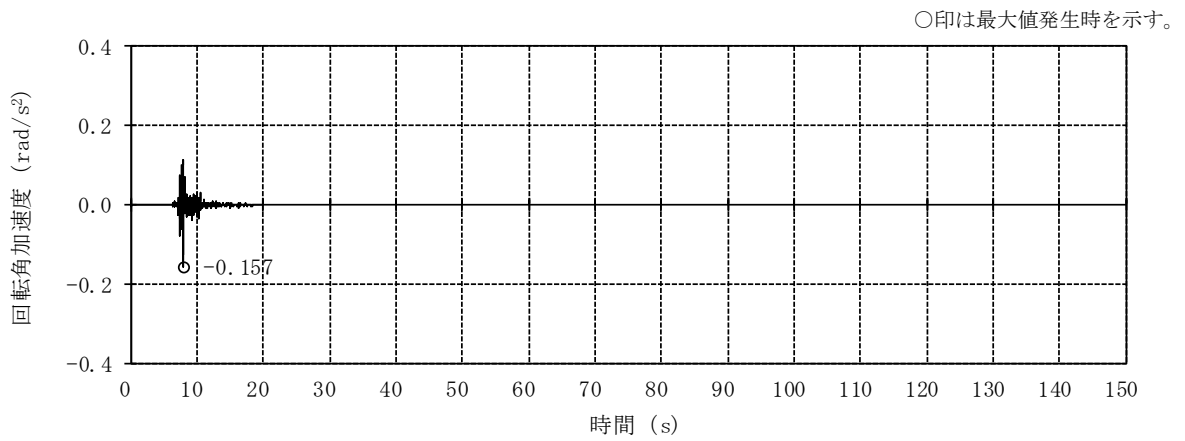
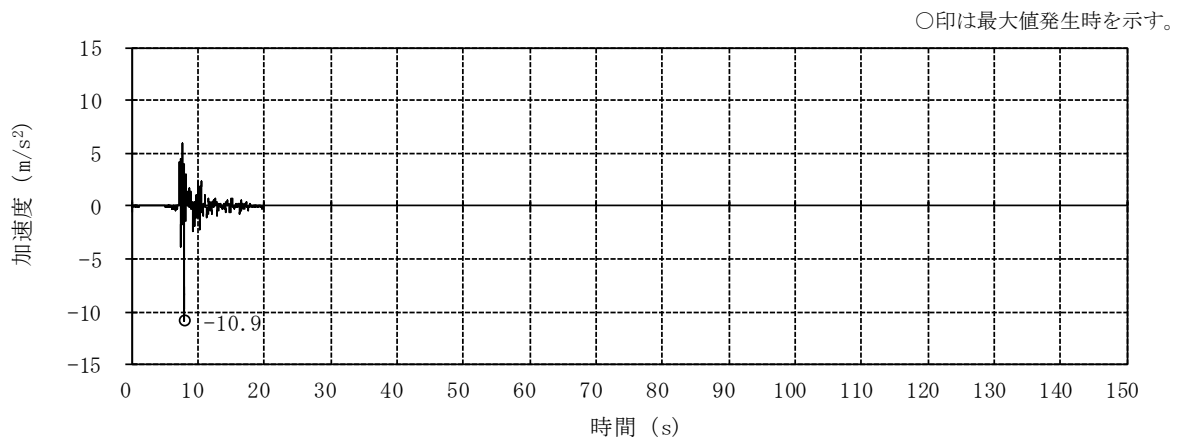
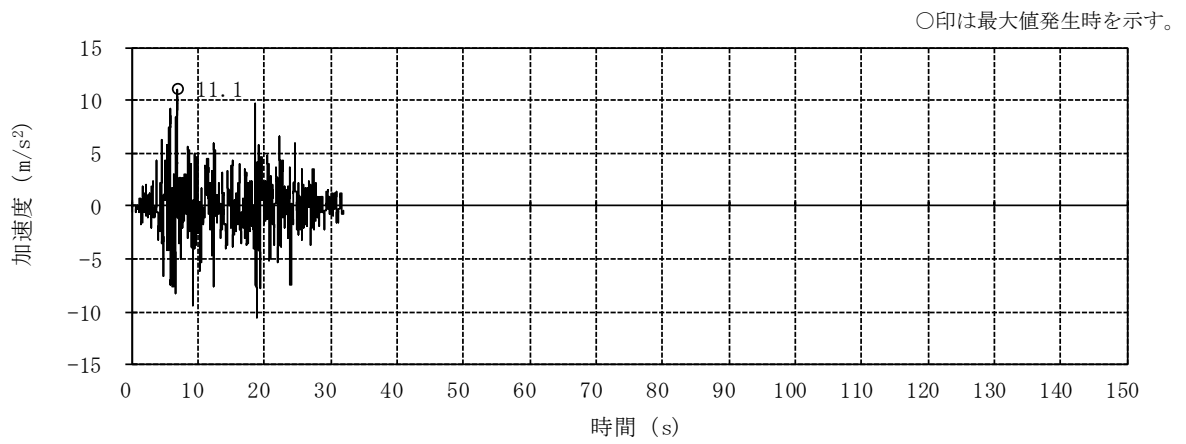
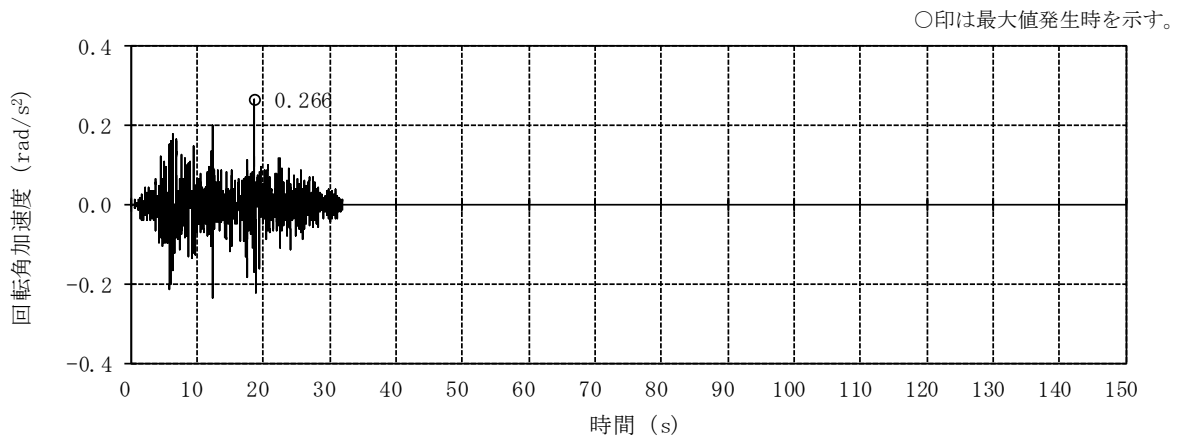


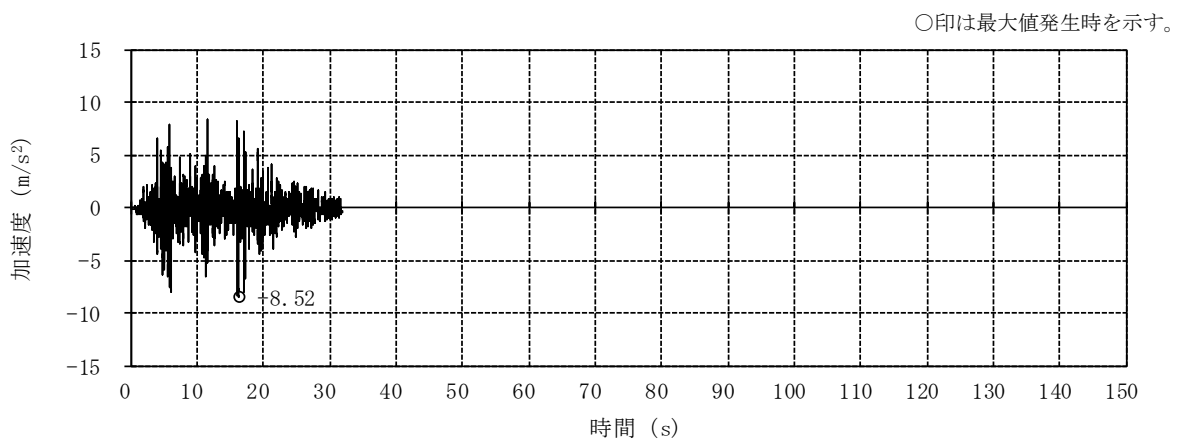
図2-6 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース2, Ss-8)



(a) NS方向 並進成分



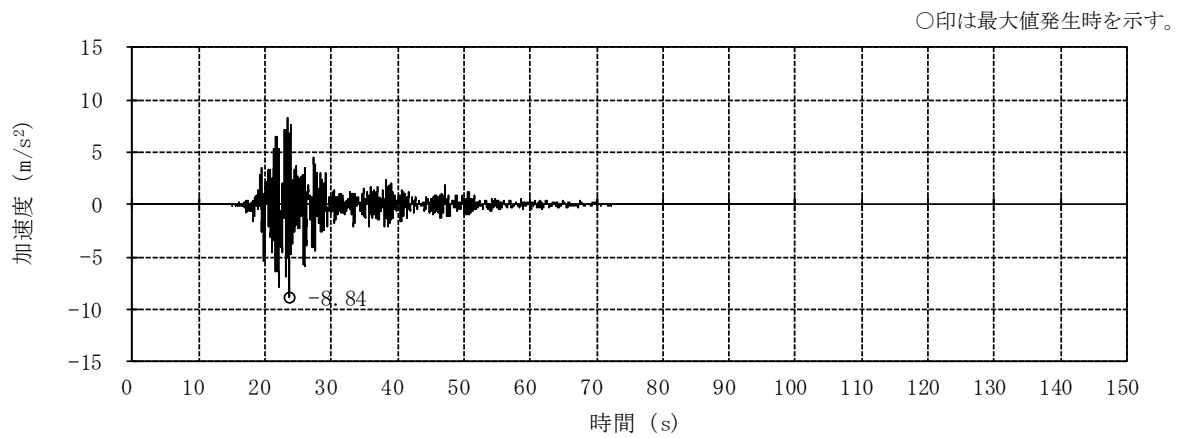
(b) NS方向 回転成分



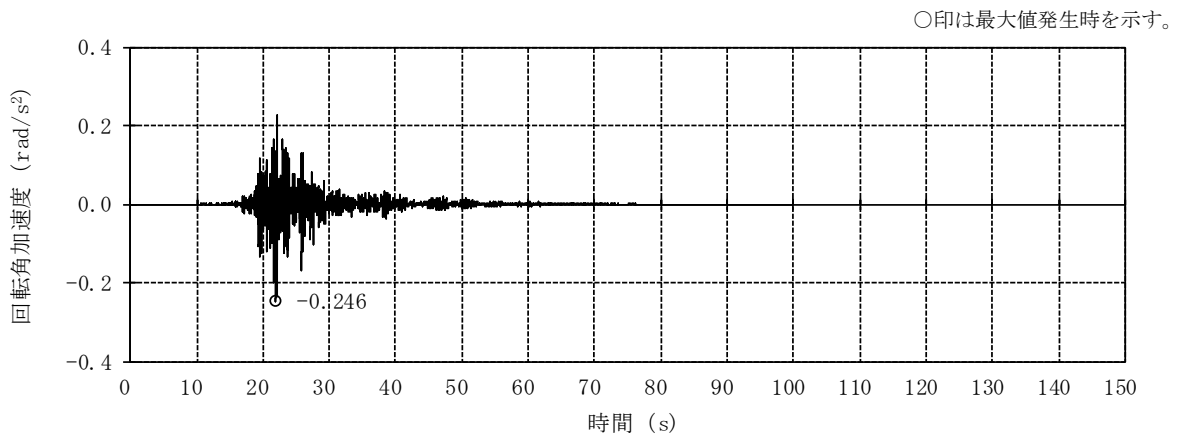
(c) 鉛直方向

図2-7 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース3, Ss-1)

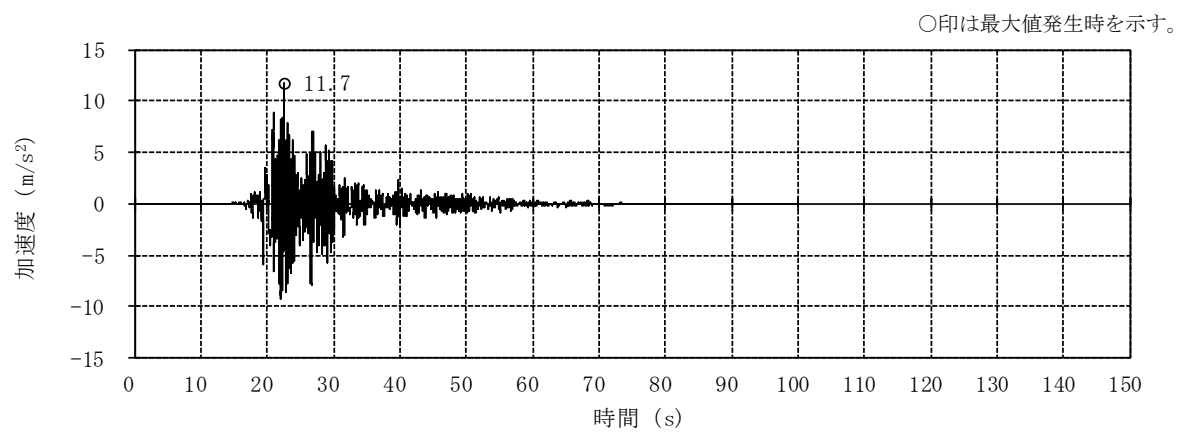




(a) NS方向 並進成分

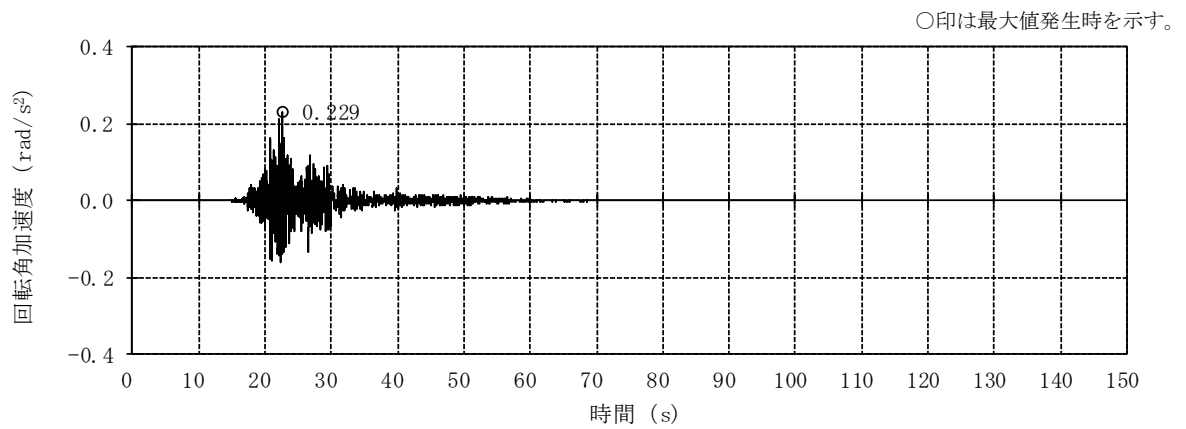


(b) NS方向 回転成分

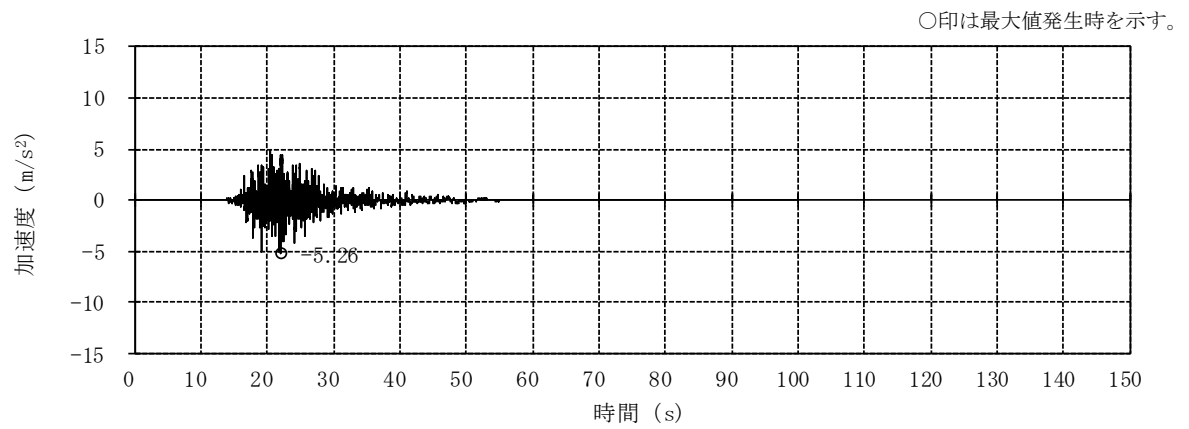


(c) EW方向 並進成分

図2-8 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース3, Ss-2) (1/2)

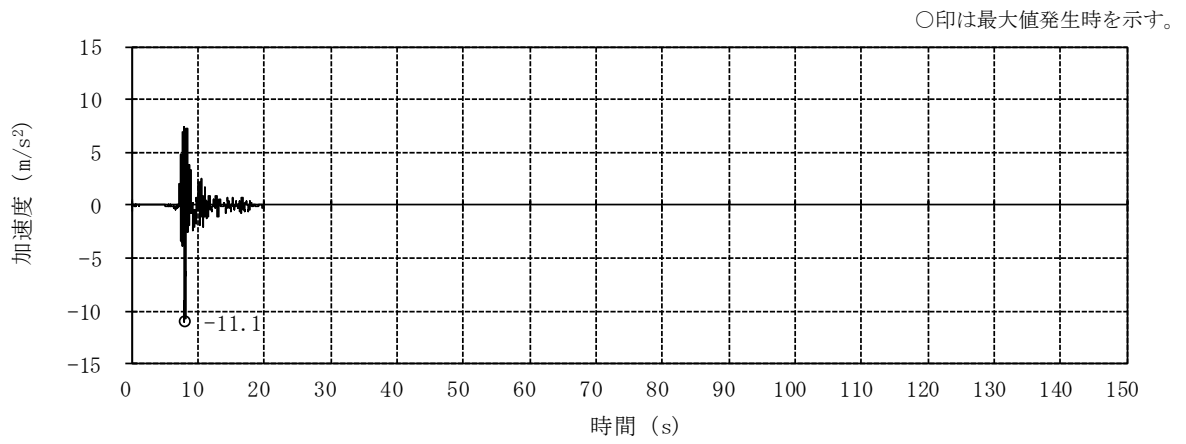


(d) EW方向 回転成分

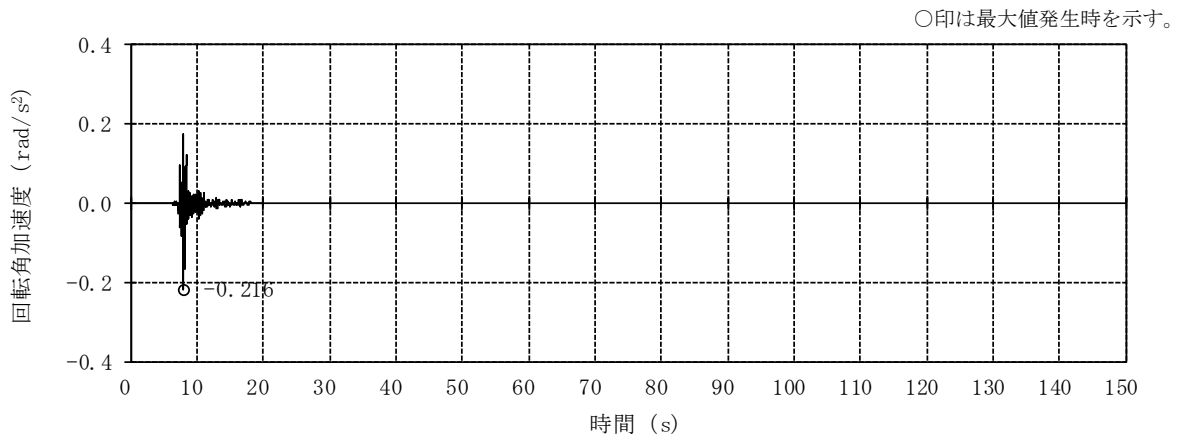


(e) 鉛直方向 (誘発上下動考慮)

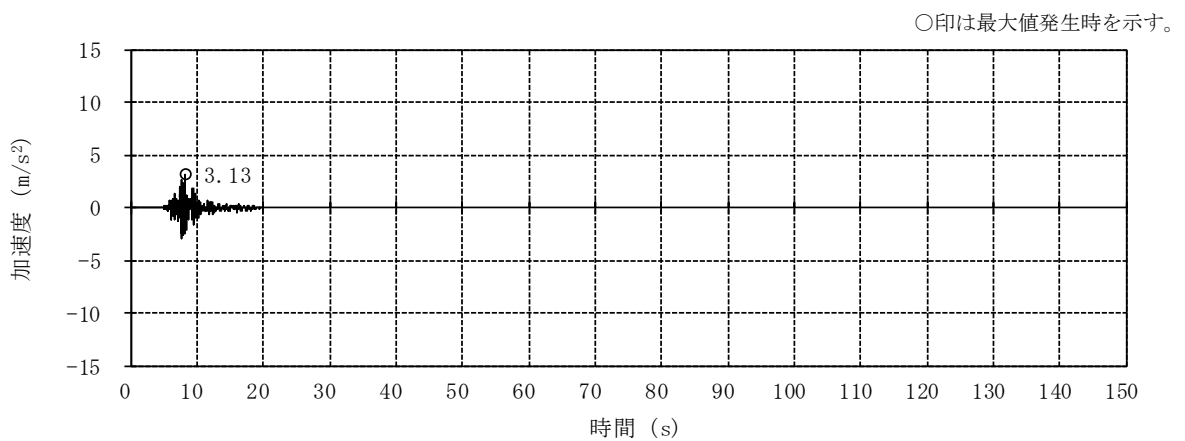
図2-8 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース3, S<sub>s</sub>-2) (2/2)



(a) NS方向 並進成分



(b) NS方向 回転成分



(c) 鉛直方向 (誘発上下動考慮)

図2-9 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース3, Ss-8)

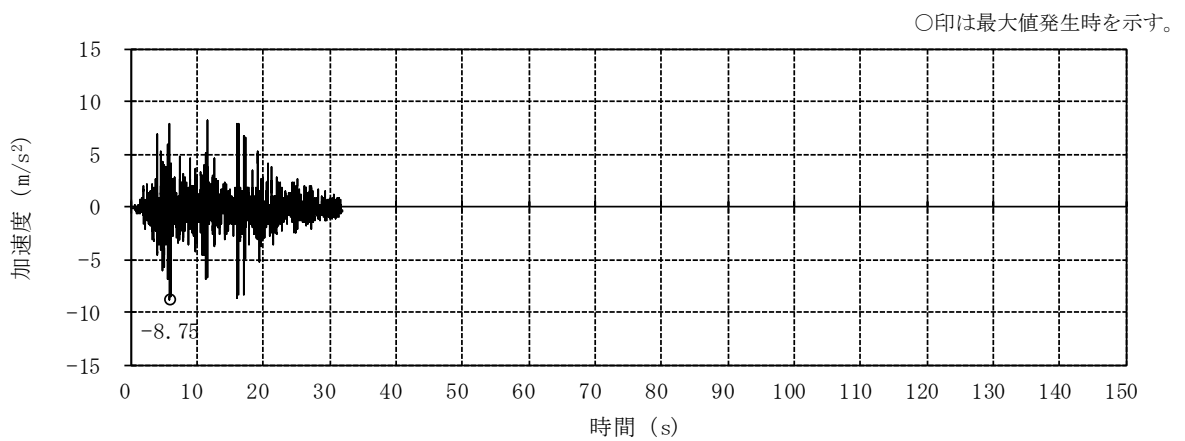
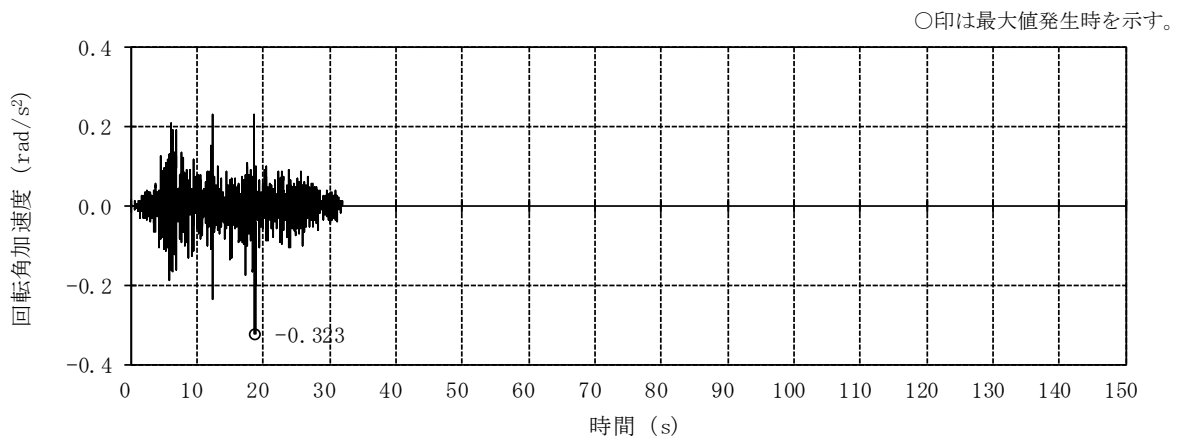
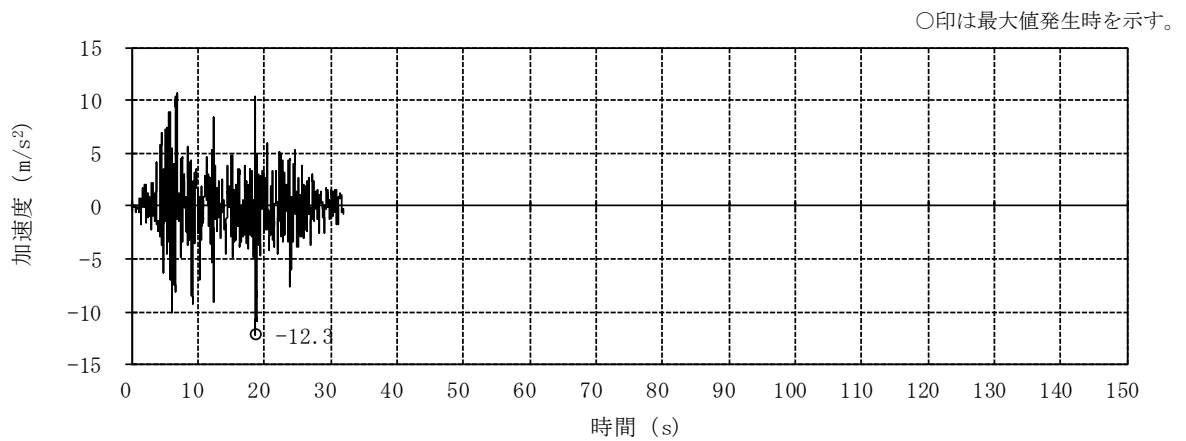
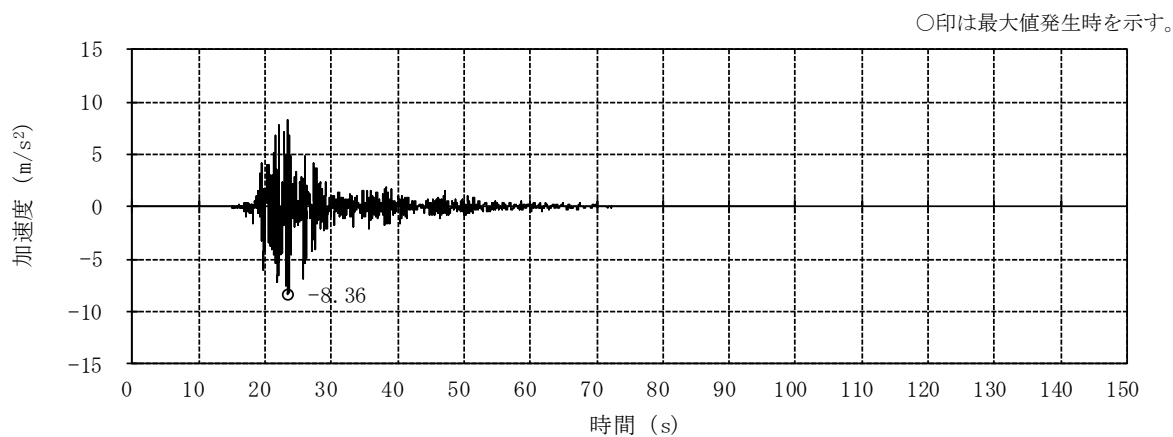
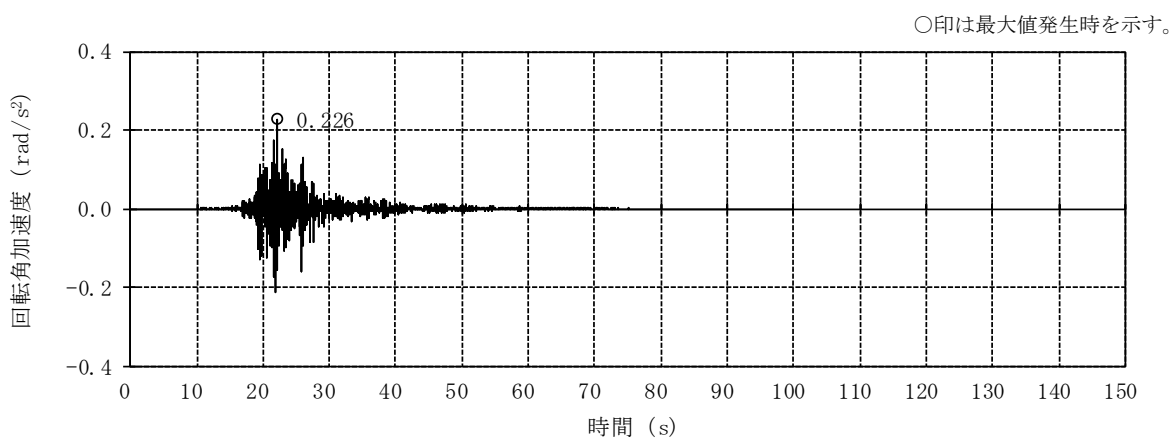


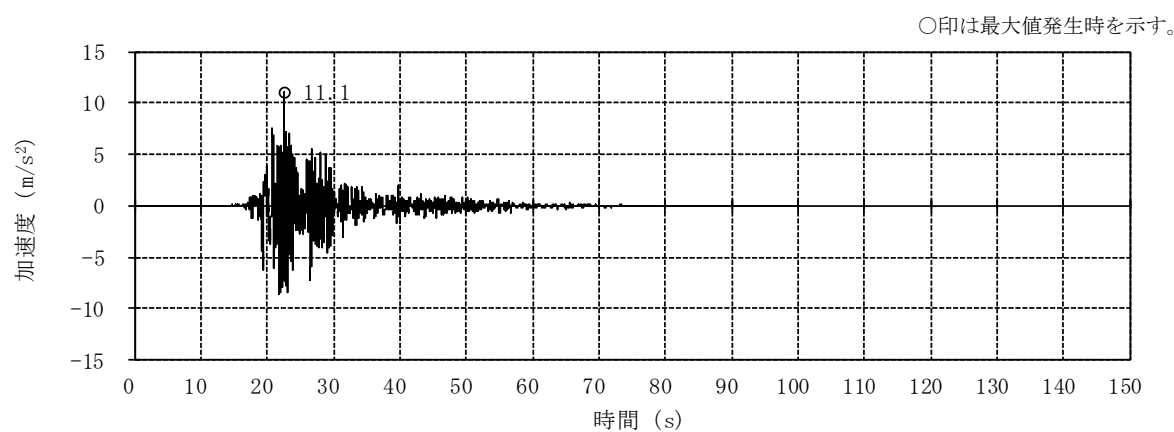
図2-10 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース4, Ss-1)



(a) NS方向 並進成分

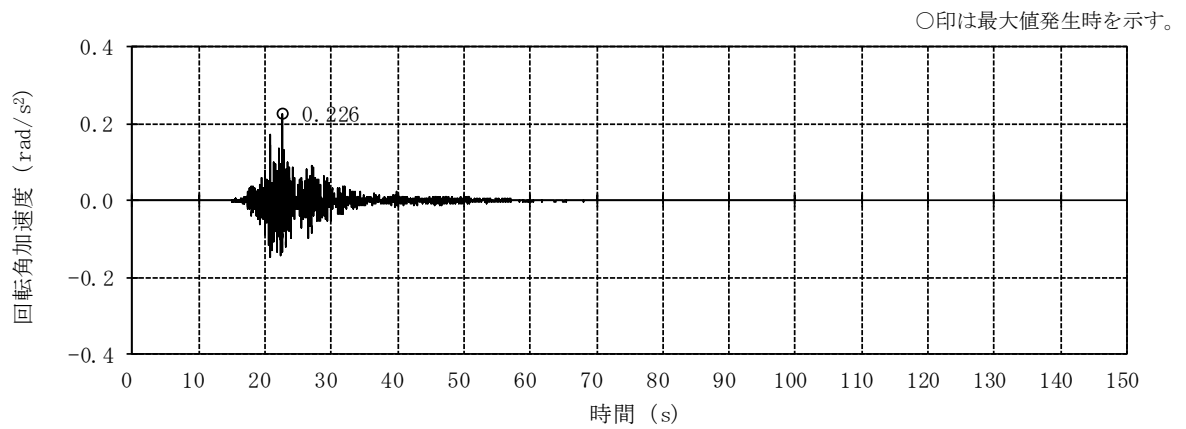


(b) NS方向 回転成分

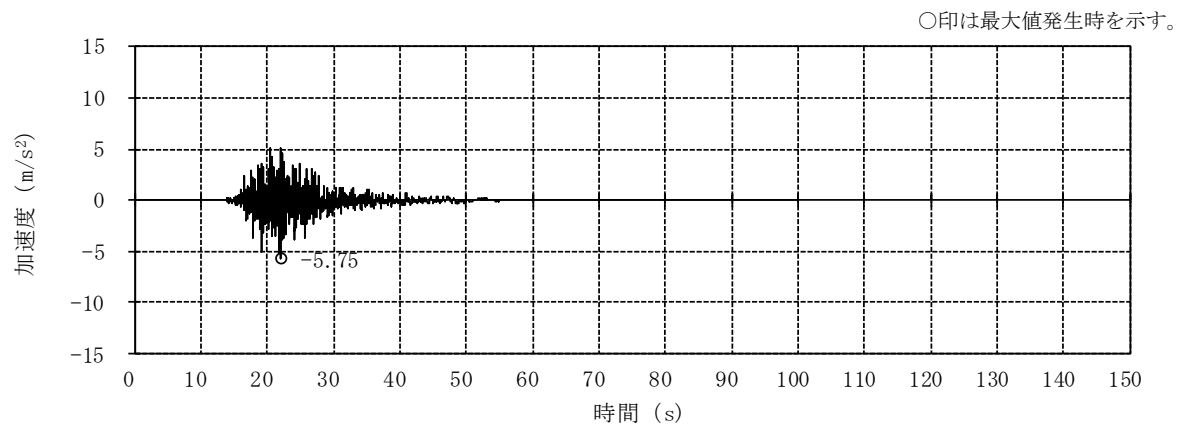


(c) EW方向 並進成分

図2-11 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース4, Ss-2) (1/2)



(d) EW方向 回転成分



(e) 鉛直方向 (誘発上下動考慮)

図2-11 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース4, S<sub>s</sub>-2) (2/2)

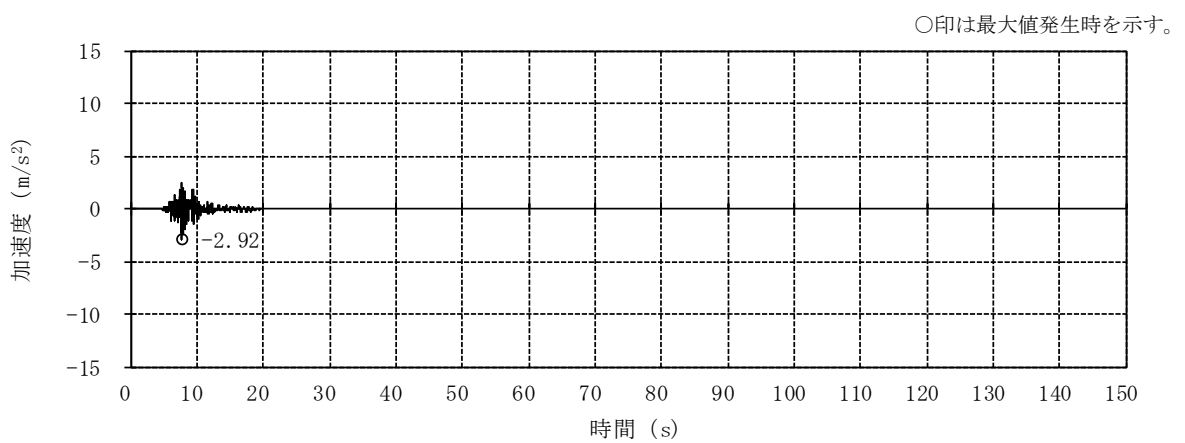
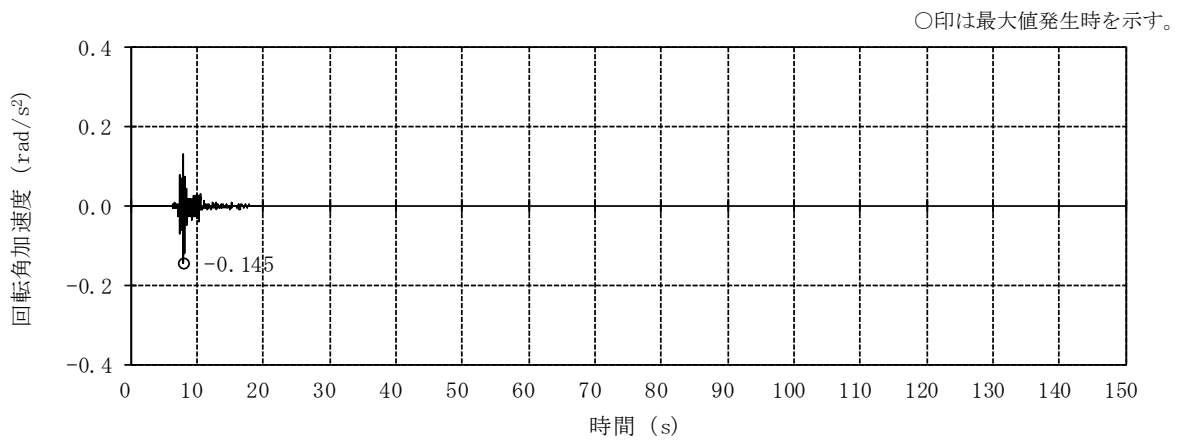
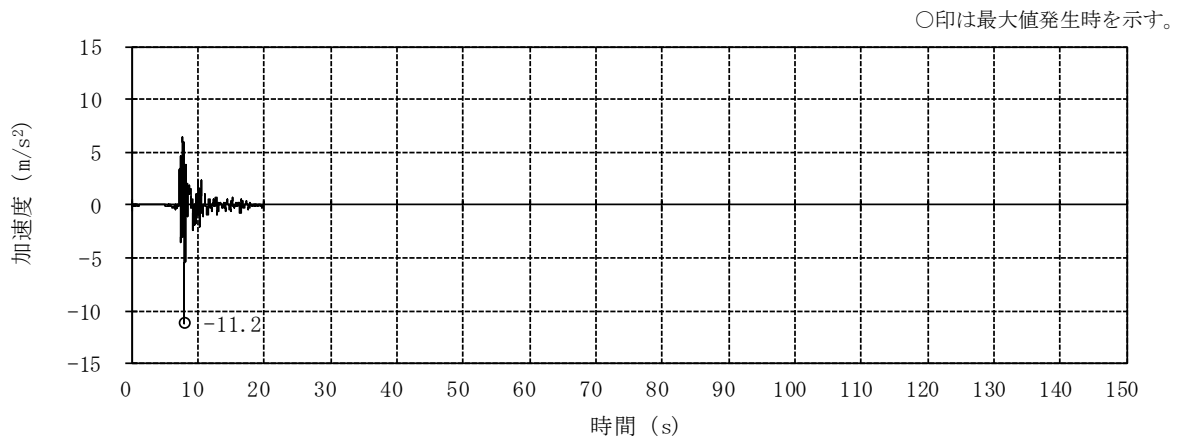


図2-12 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース4,  $S_s=8$ )

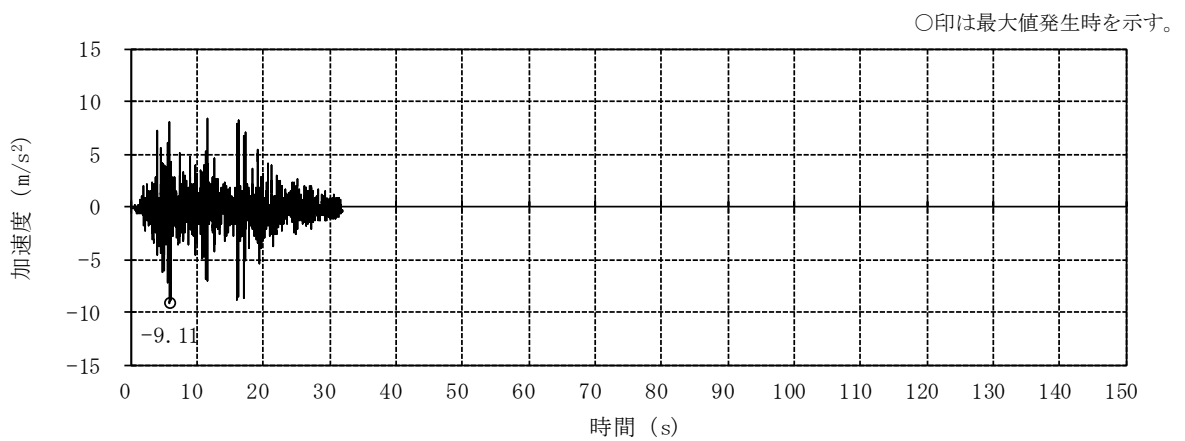
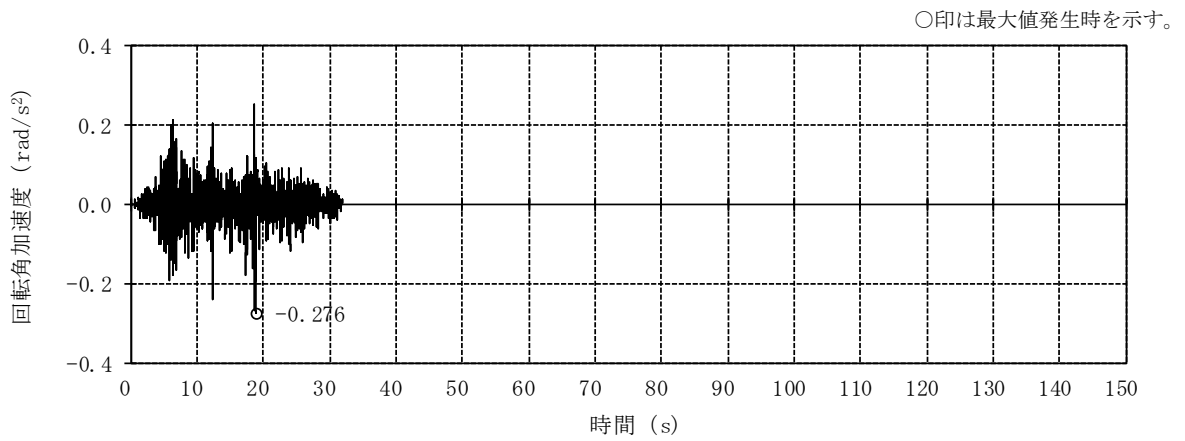
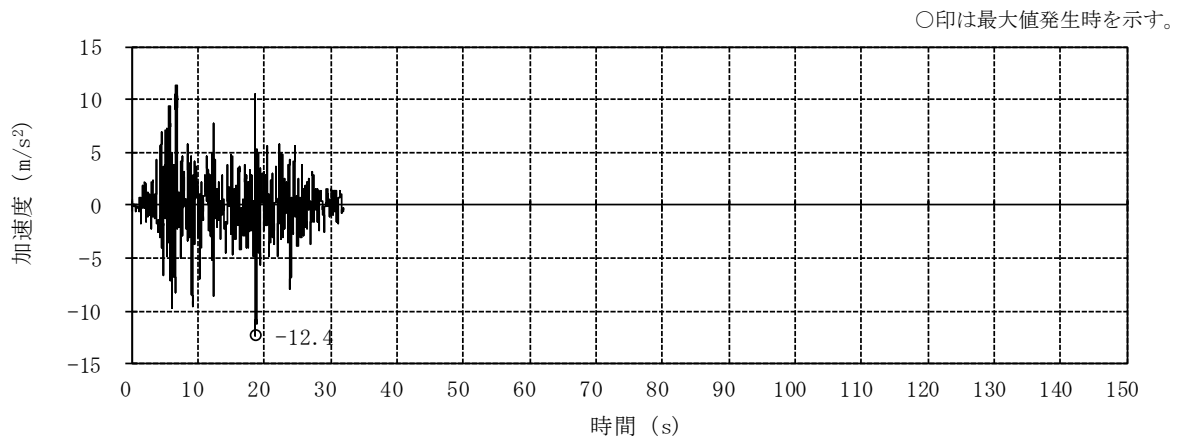
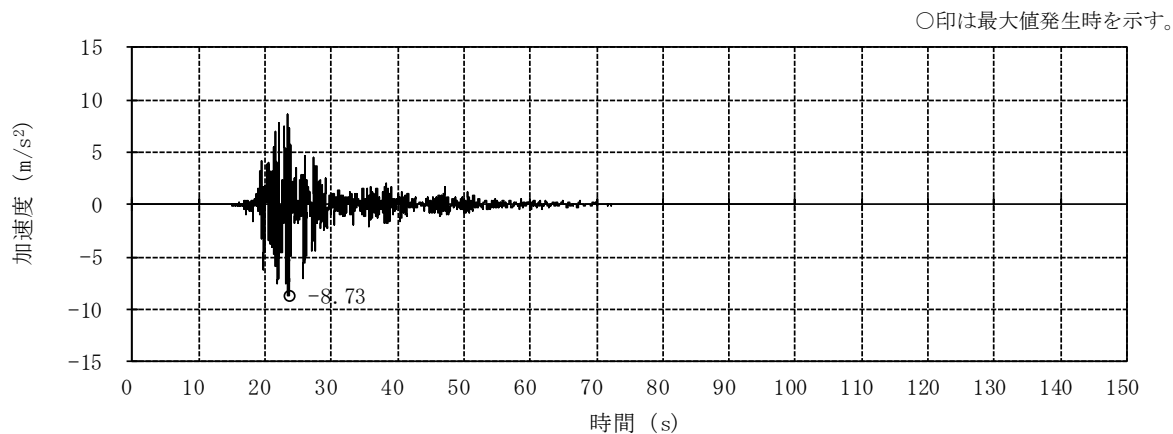
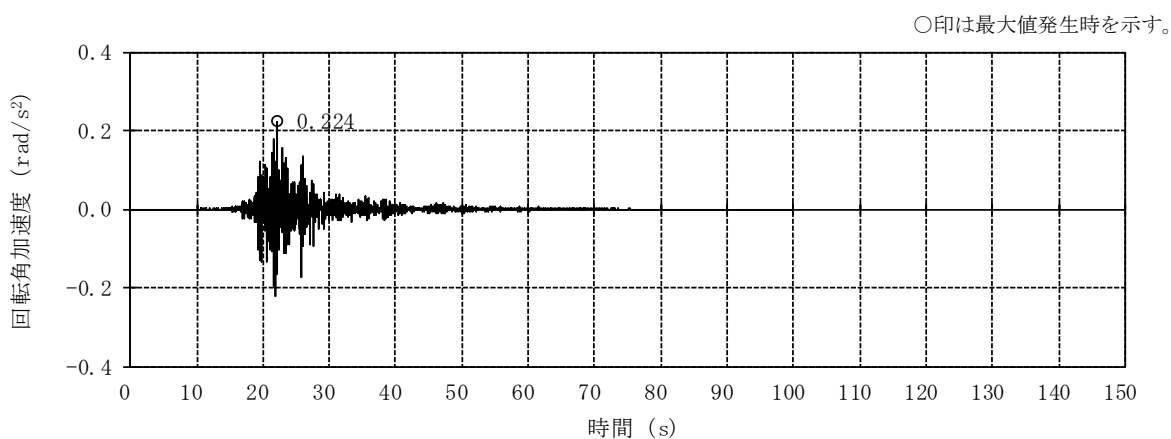


図2-13 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース5,  $S_s-1$ )

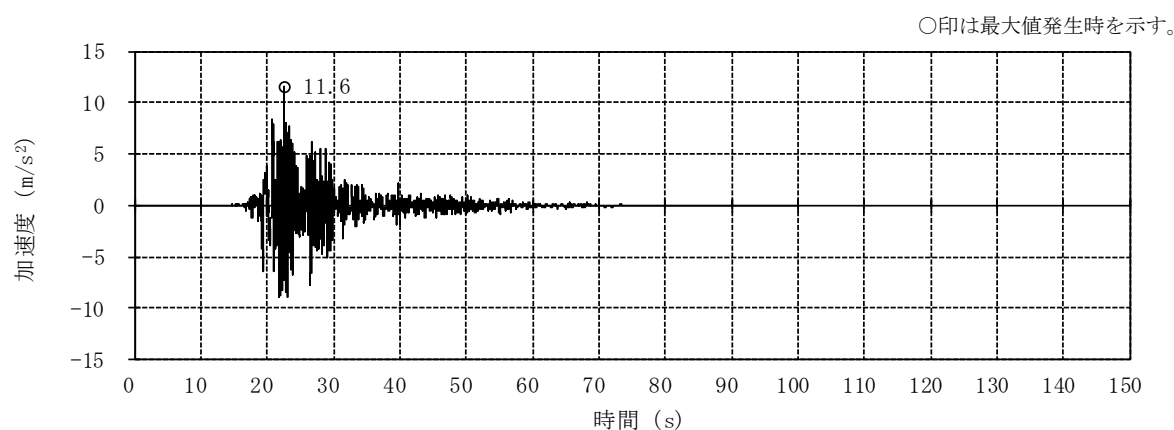




(a) NS方向 並進成分

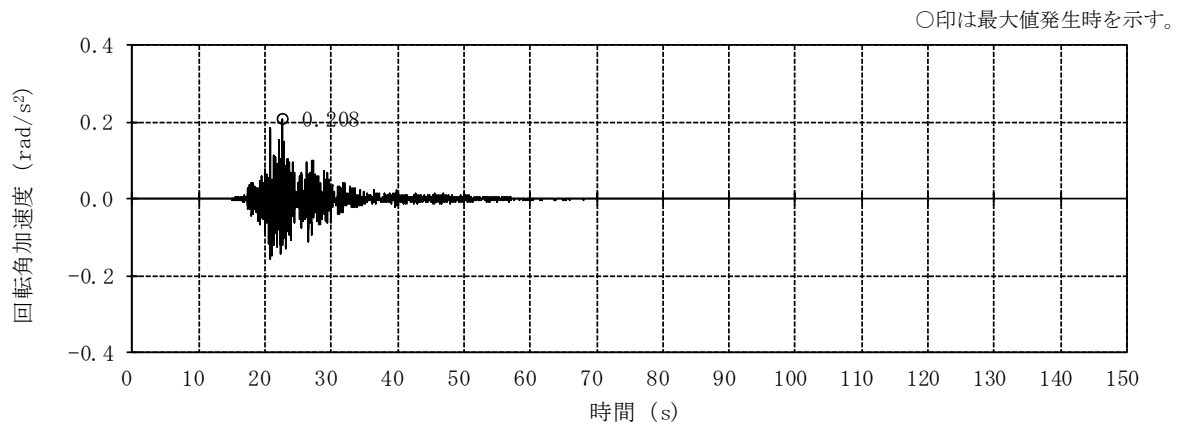


(b) NS方向 回転成分

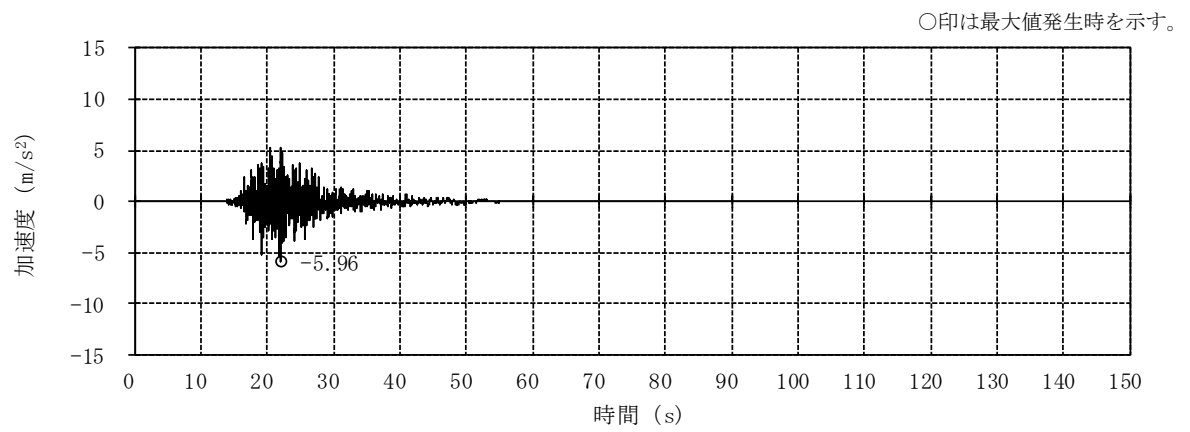


(c) EW方向 並進成分

図2-14 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース5, Ss-2) (1/2)



(d) EW方向 回轉成分



(e) 鉛直方向 (誘発上下動考慮)

図2-14 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース5, S<sub>s</sub>-2) (2/2)

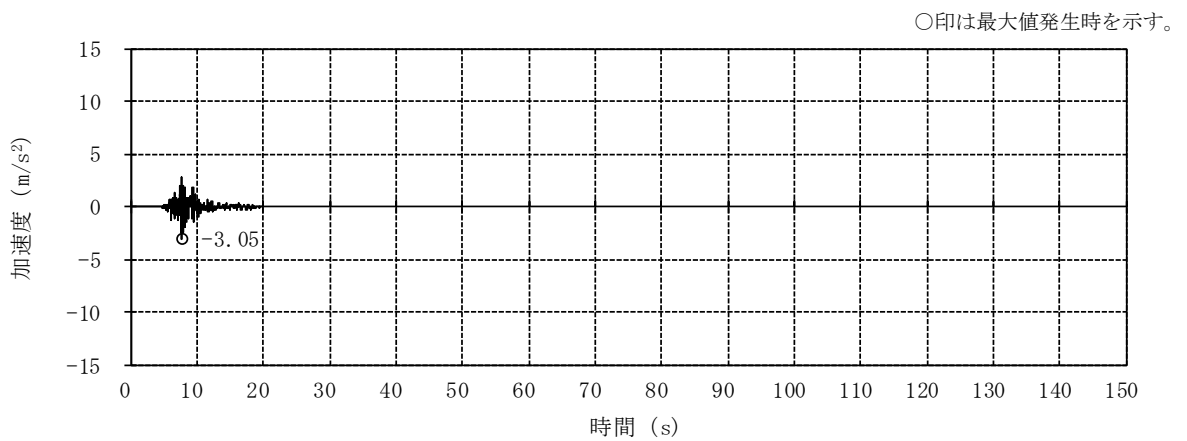
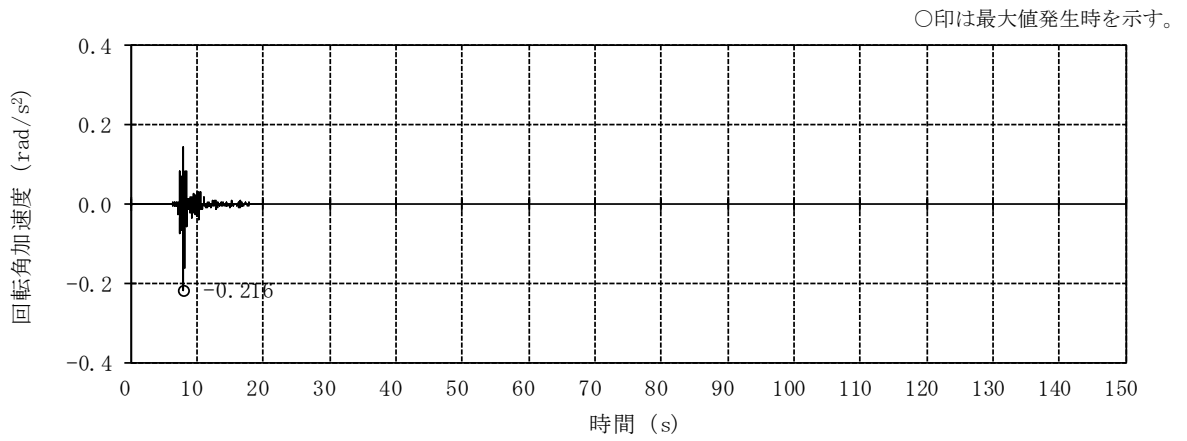
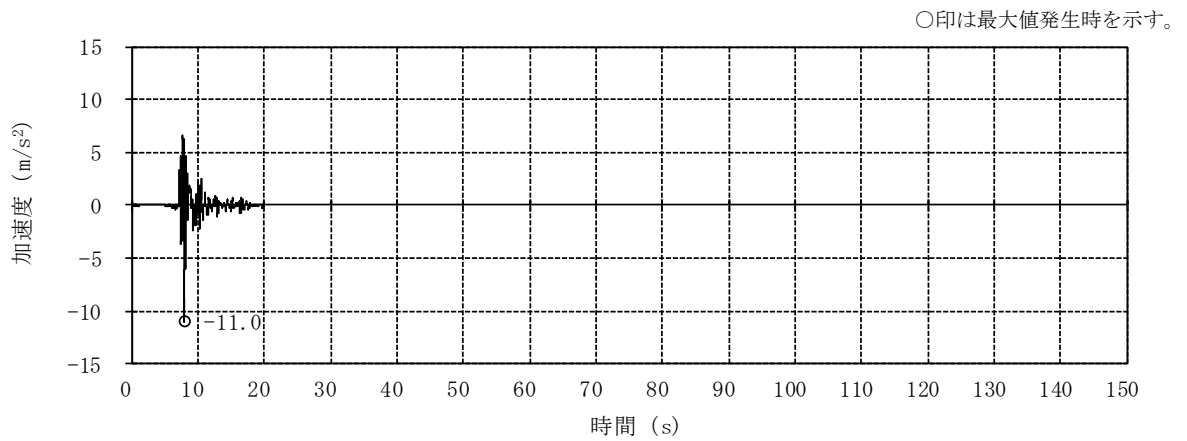
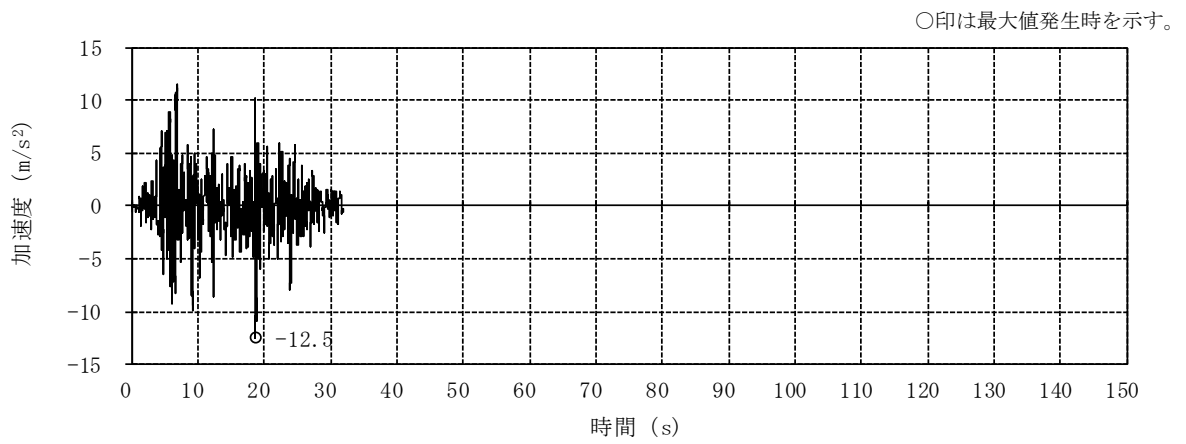
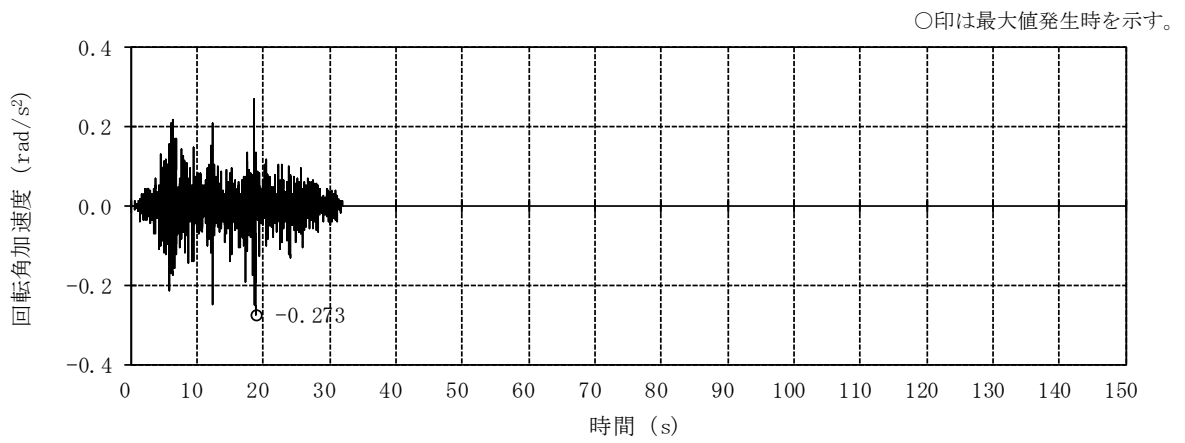


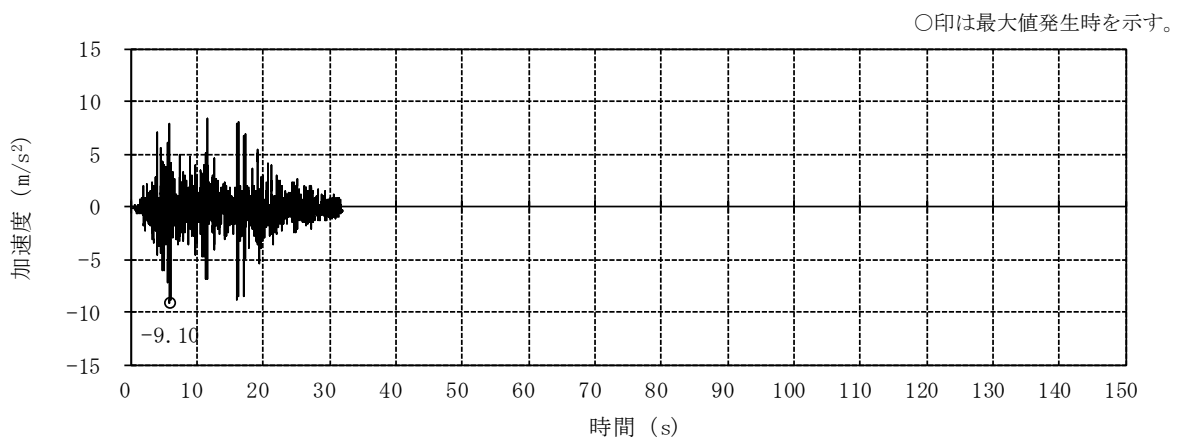
図2-15 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース5,  $S_s=8$ )



(a) NS方向 並進成分

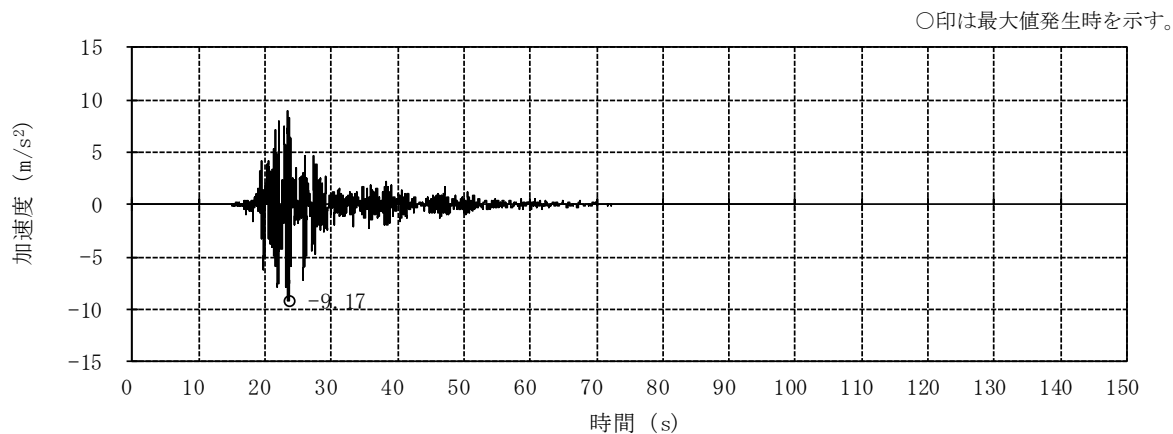


(b) NS方向 回転成分

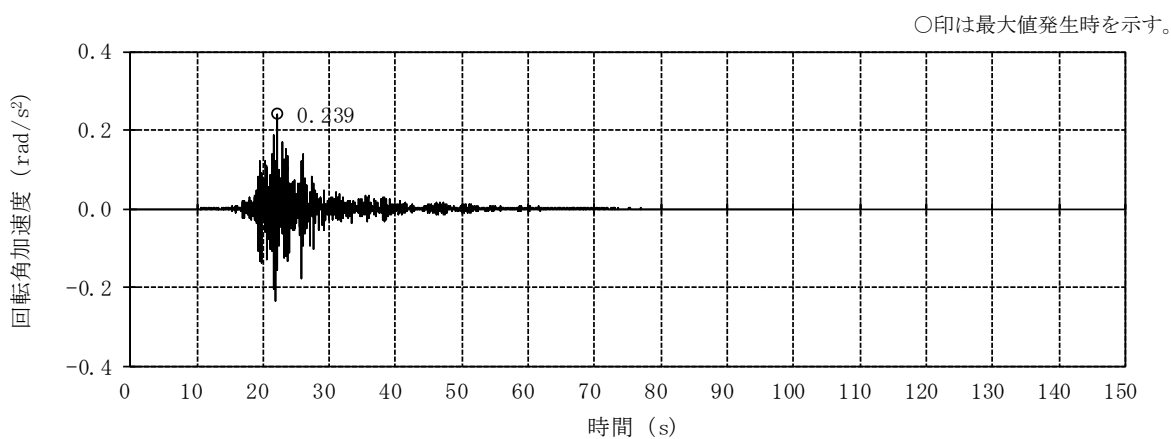


(c) 鉛直方向 (誘発上下動考慮)

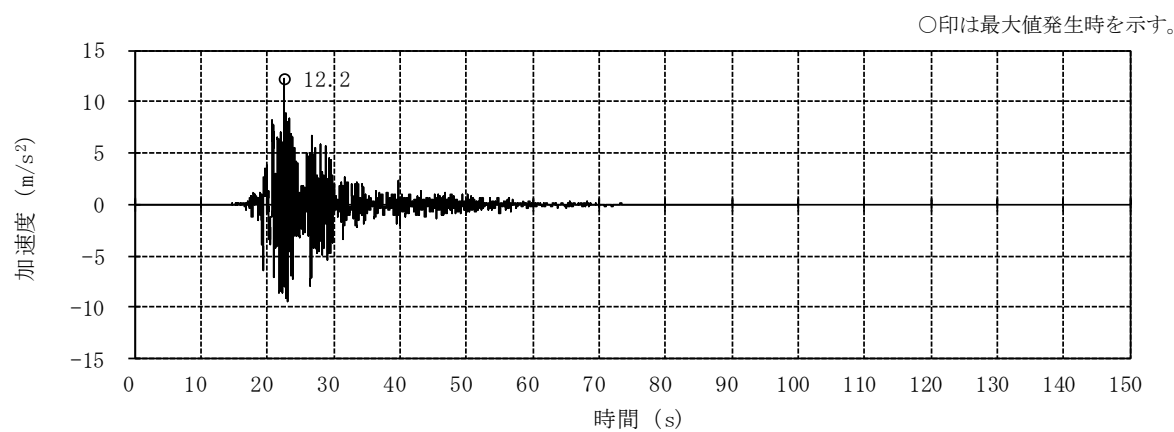
図2-16 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース6, Ss-1)



(a) NS方向 並進成分

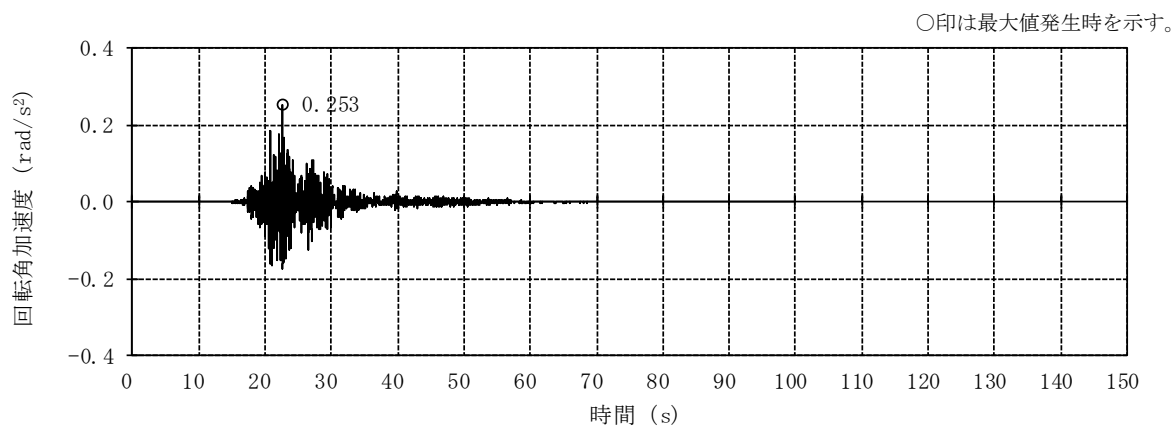


(b) NS方向 回転成分

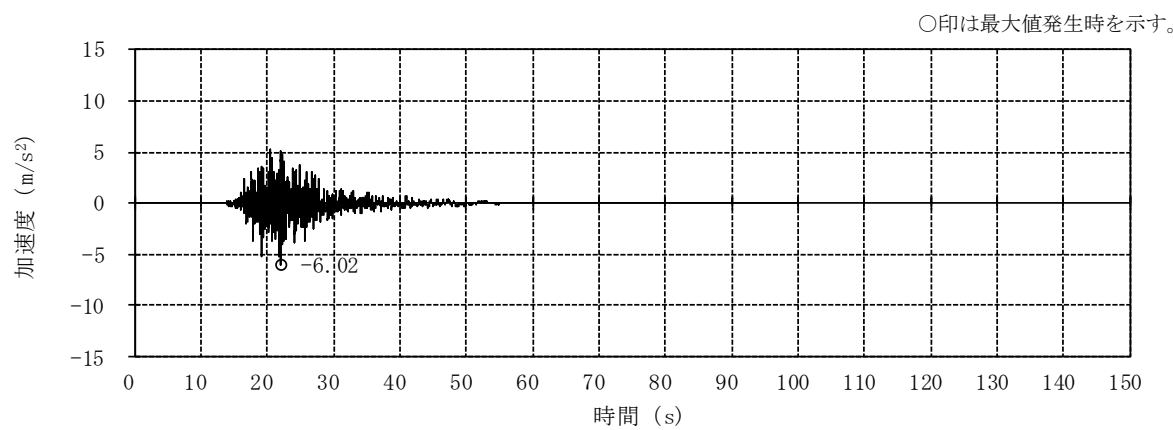


(c) EW方向 並進成分

図2-17 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース6, Ss-2) (1/2)

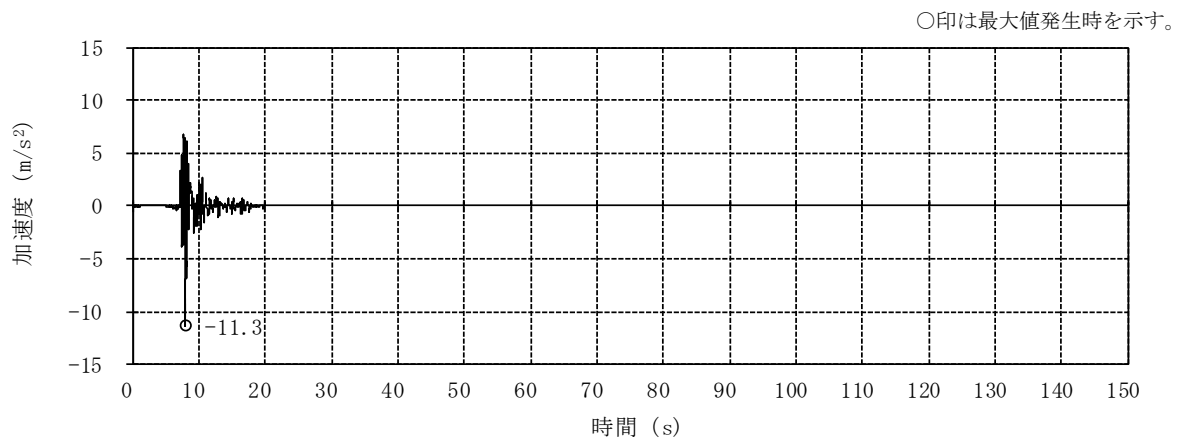


(d) EW方向 回転成分

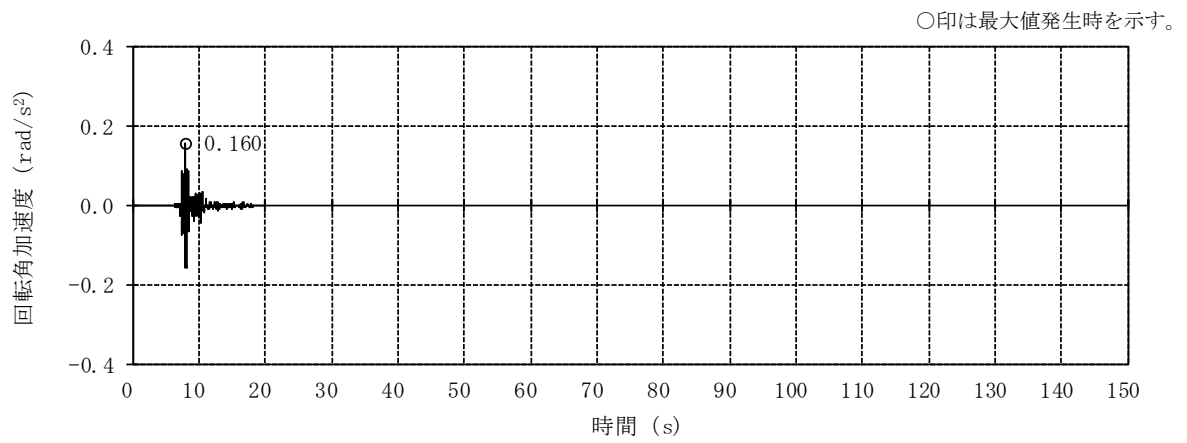


(e) 鉛直方向 (誘発上下動考慮)

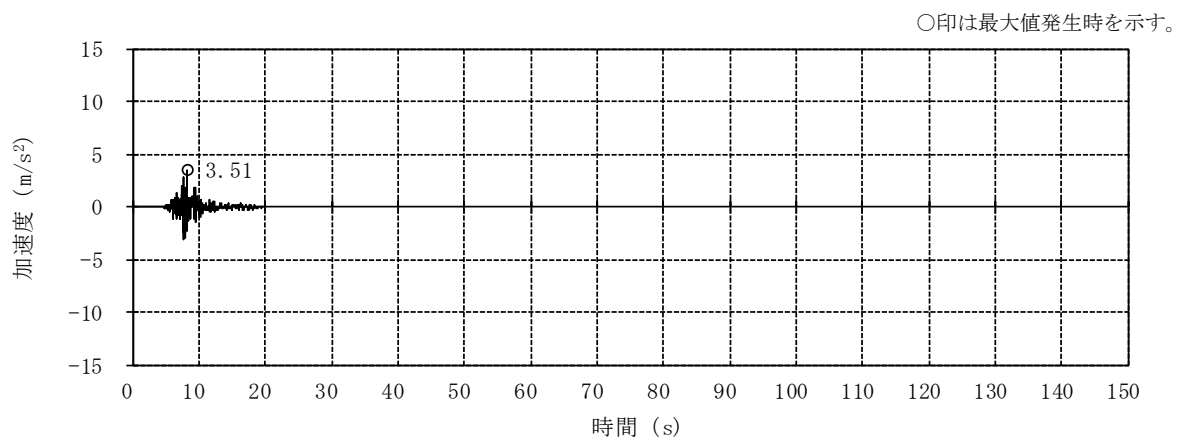
図2-17 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース6, S<sub>s</sub>-2) (2/2)



(a) NS方向 並進成分



(b) NS方向 回転成分



(c) 鉛直方向 (誘発上下動考慮)

図2-18 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース6,  $S_s=8$ )

### 3. 地震応答解析による建屋応答の不確かさの影響検討

#### 3.1 固有値解析結果

建屋剛性の不確かさ（コンクリート強度）の影響検討として、基礎コンクリートの剛性を変動させた解析モデルによる固有値解析を実施した。固有値解析結果を表3-1、固有モードを図3-1～図3-4に示す。

ケース1（基本ケース）に対し、基礎コンクリートの剛性を変動させた解析モデルの固有振動数の変動幅は0%である。主排気筒では、建屋剛性の不確かさ（コンクリート強度）による影響はみられない。



表3-1 固有値解析結果

(a) NS方向

| 固有モード | NS方向 固有振動数 $f_1$ (Hz) |                 |                 |                 |                 |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|       | ケース1                  | ケース2            | ケース3            | ケース4            | ケース5            |
| 筒身1次  | 0.98                  | 0.98<br>(1.00)  | 0.98<br>(1.00)  | 0.98<br>(1.00)  | 0.98<br>(1.00)  |
| 筒身2次  | 6.63                  | 6.63<br>(1.00)  | 6.63<br>(1.00)  | 6.63<br>(1.00)  | 6.63<br>(1.00)  |
| 鉄塔1次  | 3.69                  | 3.69<br>(1.00)  | 3.69<br>(1.00)  | 3.69<br>(1.00)  | 3.69<br>(1.00)  |
| 鉄塔2次  | 10.74                 | 10.74<br>(1.00) | 10.73<br>(1.00) | 10.75<br>(1.00) | 10.73<br>(1.00) |

注：（ ）内は，ケース1に対する比率を示す。

(b) EW方向

| 固有モード | EW方向 固有振動数 $f_1$ (Hz) |                 |                 |                 |                 |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|       | ケース1                  | ケース2            | ケース3            | ケース4            | ケース5            |
| 筒身1次  | 0.98                  | 0.98<br>(1.00)  | 0.98<br>(1.00)  | 0.98<br>(1.00)  | 0.98<br>(1.00)  |
| 筒身2次  | 6.67                  | 6.67<br>(1.00)  | 6.67<br>(1.00)  | 6.68<br>(1.00)  | 6.67<br>(1.00)  |
| 鉄塔1次  | 3.71                  | 3.71<br>(1.00)  | 3.71<br>(1.00)  | 3.71<br>(1.00)  | 3.71<br>(1.00)  |
| 鉄塔2次  | 11.15                 | 11.15<br>(1.00) | 11.15<br>(1.00) | 11.16<br>(1.00) | 11.15<br>(1.00) |

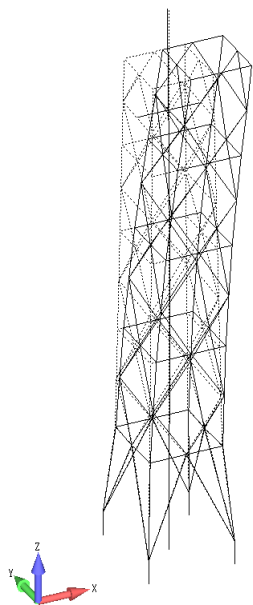
注：（ ）内は，ケース1に対する比率を示す。

(c) 鉛直方向

| 固有モード | 鉛直方向 固有振動数 $f_1$ (Hz) |                 |                 |                 |                 |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|       | ケース1                  | ケース2            | ケース3            | ケース4            | ケース5            |
| 筒身1次  | 19.06                 | 19.06<br>(1.00) | 19.05<br>(1.00) | 19.06<br>(1.00) | 19.05<br>(1.00) |
| 鉄塔1次  | 20.43                 | 20.43<br>(1.00) | 20.42<br>(1.00) | 20.44<br>(1.00) | 20.42<br>(1.00) |

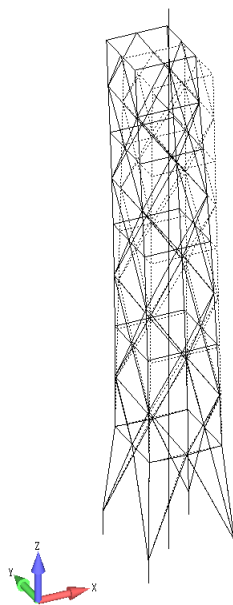
注：（ ）内は，ケース1に対する比率を示す。

振動数  $f_1 = 3.69$  (Hz)



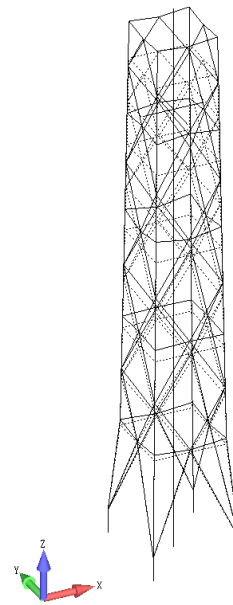
鉄塔NS方向1次

振動数  $f_1 = 3.71$  (Hz)



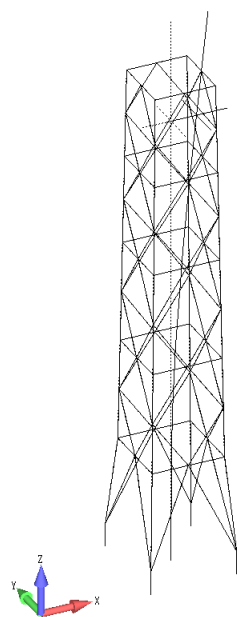
鉄塔EW方向1次

振動数  $f_1 = 20.43$  (Hz)



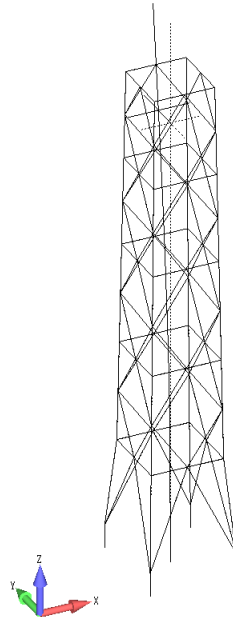
鉄塔鉛直方向1次

振動数  $f_1 = 0.98$  (Hz)



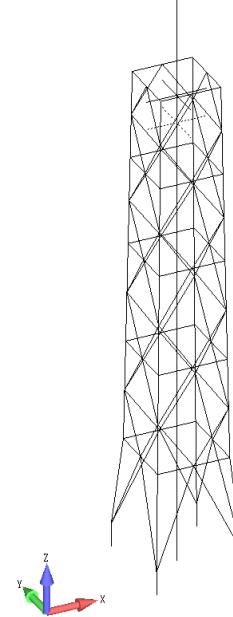
筒身NS方向1次

振動数  $f_1 = 0.98$  (Hz)



筒身EW方向1次

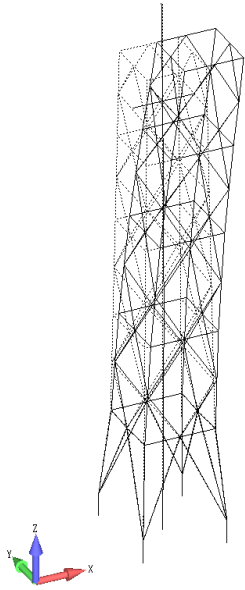
振動数  $f_1 = 19.06$  (Hz)



筒身鉛直方向1次

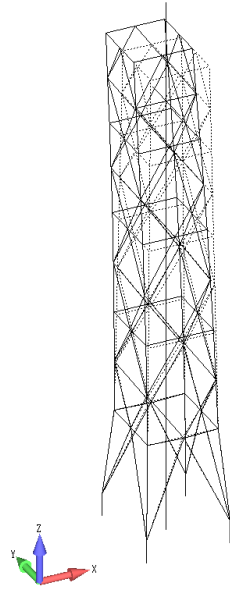
図3-1 固有モード (ケース2)

振動数  $f_1 = 3.69$  (Hz)



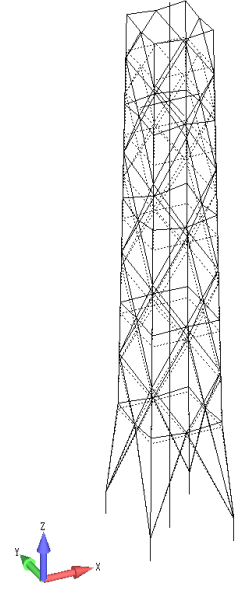
鉄塔NS方向1次

振動数  $f_1 = 3.71$  (Hz)



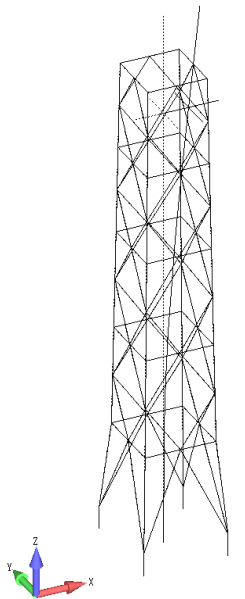
鉄塔EW方向1次

振動数  $f_1 = 20.42$  (Hz)



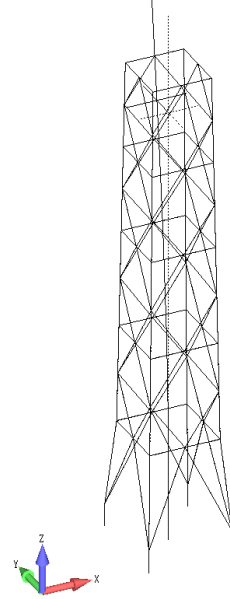
鉄塔鉛直方向1次

振動数  $f_1 = 0.98$  (Hz)



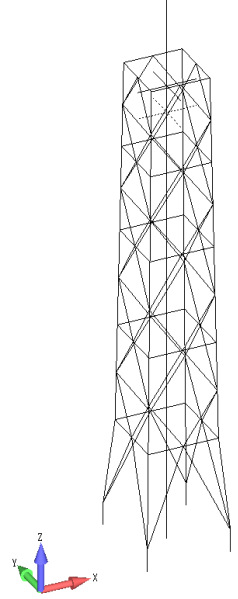
筒身NS方向1次

振動数  $f_1 = 0.98$  (Hz)



筒身EW方向1次

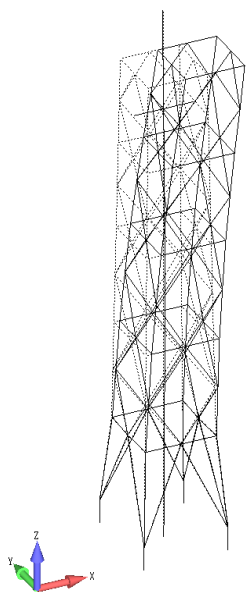
振動数  $f_1 = 19.05$  (Hz)



筒身鉛直方向1次

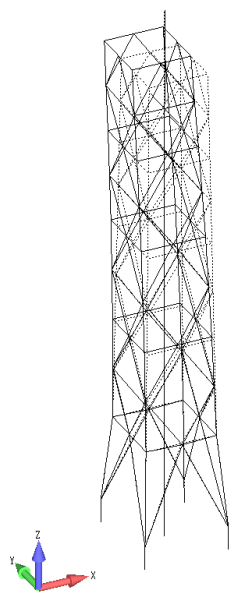
図3-2 固有モード (ケース3)

振動数  $f_1 = 3.69$  (Hz)



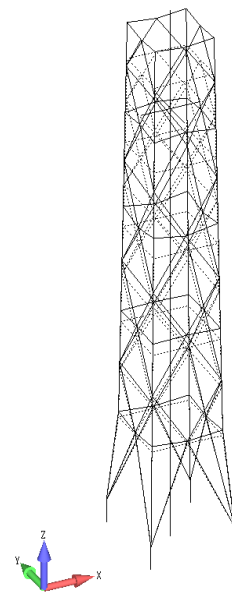
鉄塔NS方向1次

振動数  $f_1 = 3.71$  (Hz)



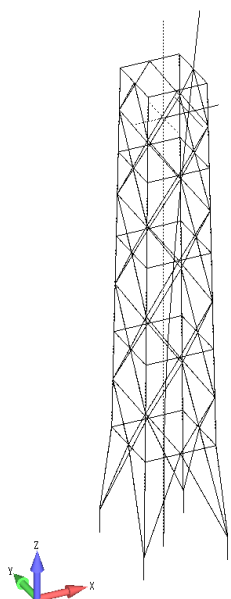
鉄塔EW方向1次

振動数  $f_1 = 20.44$  (Hz)



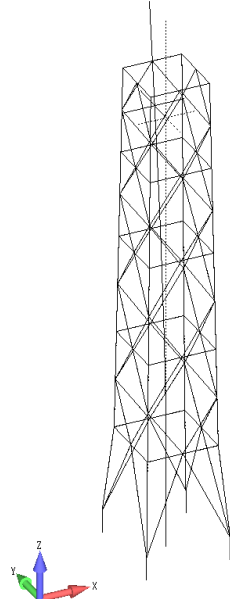
鉄塔鉛直方向1次

振動数  $f_1 = 0.98$  (Hz)



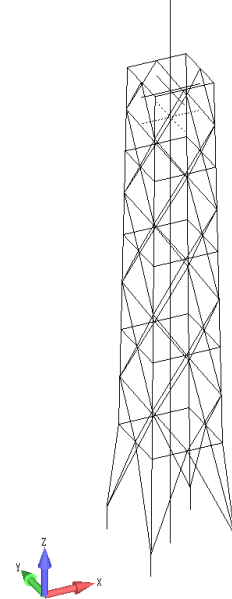
筒身NS方向1次

振動数  $f_1 = 0.98$  (Hz)



筒身EW方向1次

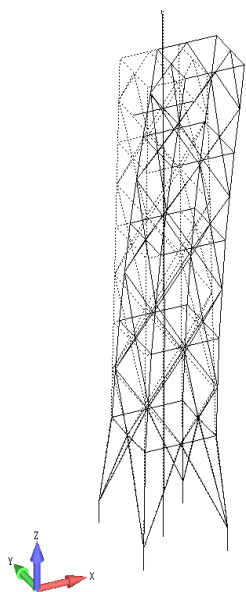
振動数  $f_1 = 19.06$  (Hz)



筒身鉛直方向1次

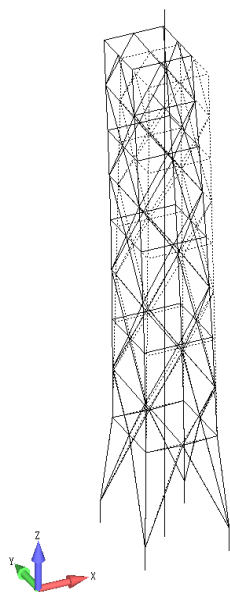
図3-3 固有モード (ケース4)

振動数  $f_1 = 3.69$  (Hz)



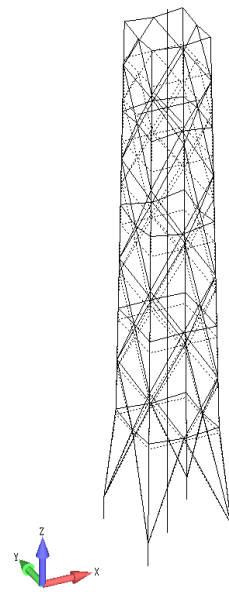
鉄塔NS方向1次

振動数  $f_1 = 3.71$  (Hz)



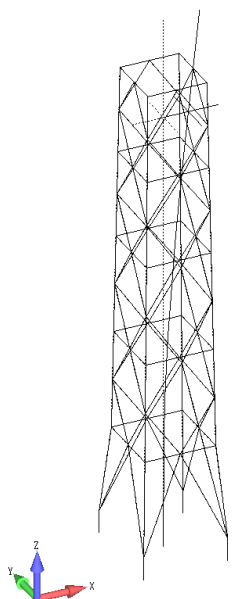
鉄塔EW方向1次

振動数  $f_1 = 20.42$  (Hz)



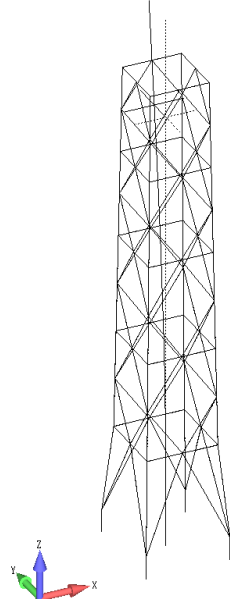
鉄塔鉛直方向1次

振動数  $f_1 = 0.98$  (Hz)



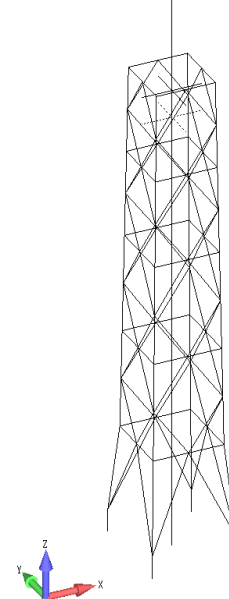
筒身NS方向1次

振動数  $f_1 = 0.98$  (Hz)



筒身EW方向1次

振動数  $f_1 = 19.05$  (Hz)



筒身鉛直方向1次

図3-4 固有モード (ケース5)

### 3.2 地震応答解析結果

建屋応答の不確かさの影響検討として、建屋応答の不確かさを考慮した地震応答解析を実施した。

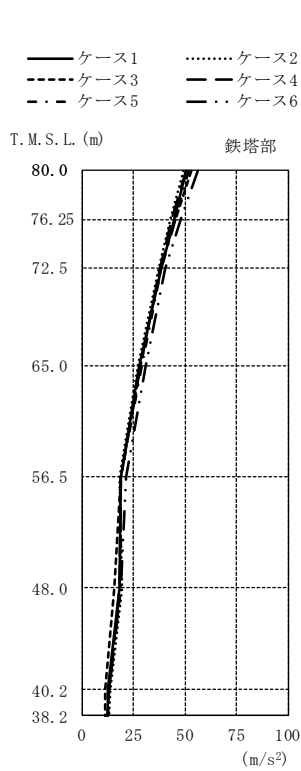
対象となる検討ケースは表1-1に示す検討ケースとし、代表として、入力地震動にSs-1を用いた結果を示す。

最大応答値を図3-5～図3-10に示す。なお、図3-7及び図3-10では、以下の支柱材の最大応力を包絡したものを「鉄塔部 支柱材包絡」として示す。

- ・原子炉建屋の<sub>R1</sub>通りと<sub>RC</sub>通りの交点に位置する支柱材
- ・原子炉建屋の<sub>R1</sub>通りと<sub>RD</sub>通りの交点に位置する支柱材
- ・原子炉建屋の<sub>R2</sub>通りと<sub>RC</sub>通りの交点に位置する支柱材
- ・原子炉建屋の<sub>R2</sub>通りと<sub>RD</sub>通りの交点に位置する支柱材

また、制震装置（オイルダンパー）の最大応答値及び許容値を表3-2に示す。

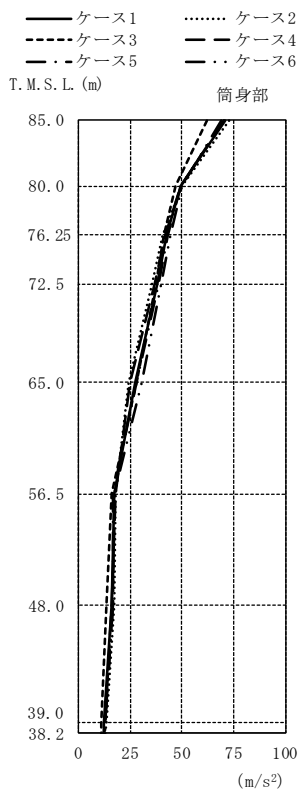
ケース1（基本ケース）に対し、水平及び鉛直いずれの方向についても、各検討ケースの最大応答加速度、最大応答変位、最大応答軸力、最大応答曲げモーメントはおおむね同等であることを確認した。また、制震装置（オイルダンパー）の最大応答値は許容値以下である。



| T. M. S. L. (m) | 鉄塔部 (m/s <sup>2</sup> ) |      |      |      |      |      |
|-----------------|-------------------------|------|------|------|------|------|
|                 | ケース1                    | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 |
| 80.0            | 50.3                    | 49.2 | 52.8 | 50.5 | 51.7 | 56.3 |
| 76.25           | 44.6                    | 42.9 | 45.5 | 43.4 | 45.3 | 48.2 |
| 72.5            | 38.2                    | 37.0 | 38.0 | 38.0 | 38.5 | 40.5 |
| 65.0            | 27.8                    | 27.1 | 28.2 | 28.4 | 28.7 | 30.6 |
| 56.5            | 18.5                    | 17.8 | 18.6 | 18.5 | 18.9 | 21.2 |
| 48.0            | 18.3                    | 19.4 | 15.5 | 17.8 | 18.6 | 18.6 |
| 40.2            | 12.7                    | 13.5 | 11.4 | 12.9 | 12.9 | 13.0 |
| 38.2            | 12.2                    | 12.9 | 11.1 | 12.3 | 12.4 | 12.5 |

注：ケース1…工認モデル（基本ケース），ケース2…建屋剛性+ $\sigma$ ・地盤剛性+ $\sigma$ ，  
 ケース3…建屋剛性- $\sigma$ ・地盤剛性- $\sigma$ ，  
 ケース4…建屋剛性コア平均，  
 ケース5…建屋剛性- $2\sigma$ ，ケース6…回転ばね低減

(a) 鉄塔部

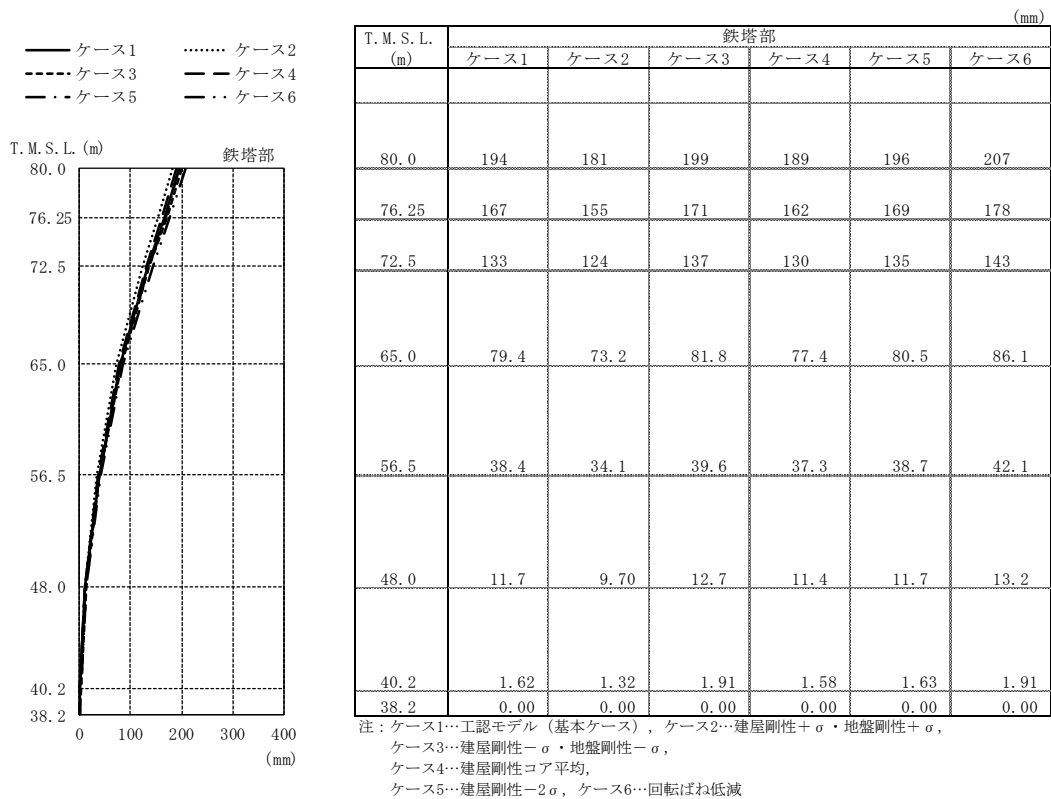


| T. M. S. L. (m) | 筒身部 (m/s <sup>2</sup> ) |      |      |      |      |      |
|-----------------|-------------------------|------|------|------|------|------|
|                 | ケース1                    | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 |
| 85.0            | 70.9                    | 72.9 | 62.0 | 70.3 | 70.0 | 68.8 |
| 80.0            | 49.5                    | 49.8 | 46.8 | 49.1 | 49.5 | 50.2 |
| 76.25           | 42.5                    | 40.6 | 41.3 | 41.6 | 42.8 | 44.3 |
| 72.5            | 38.1                    | 35.4 | 37.1 | 36.7 | 38.4 | 39.7 |
| 65.0            | 27.1                    | 24.4 | 28.1 | 24.9 | 27.8 | 30.3 |
| 56.5            | 17.0                    | 18.1 | 15.8 | 17.6 | 16.4 | 16.9 |
| 48.0            | 16.1                    | 17.1 | 13.6 | 16.0 | 16.5 | 16.3 |
| 39.0            | 12.4                    | 13.1 | 11.2 | 12.5 | 12.6 | 12.7 |
| 38.2            | 12.2                    | 12.9 | 11.1 | 12.3 | 12.4 | 12.5 |

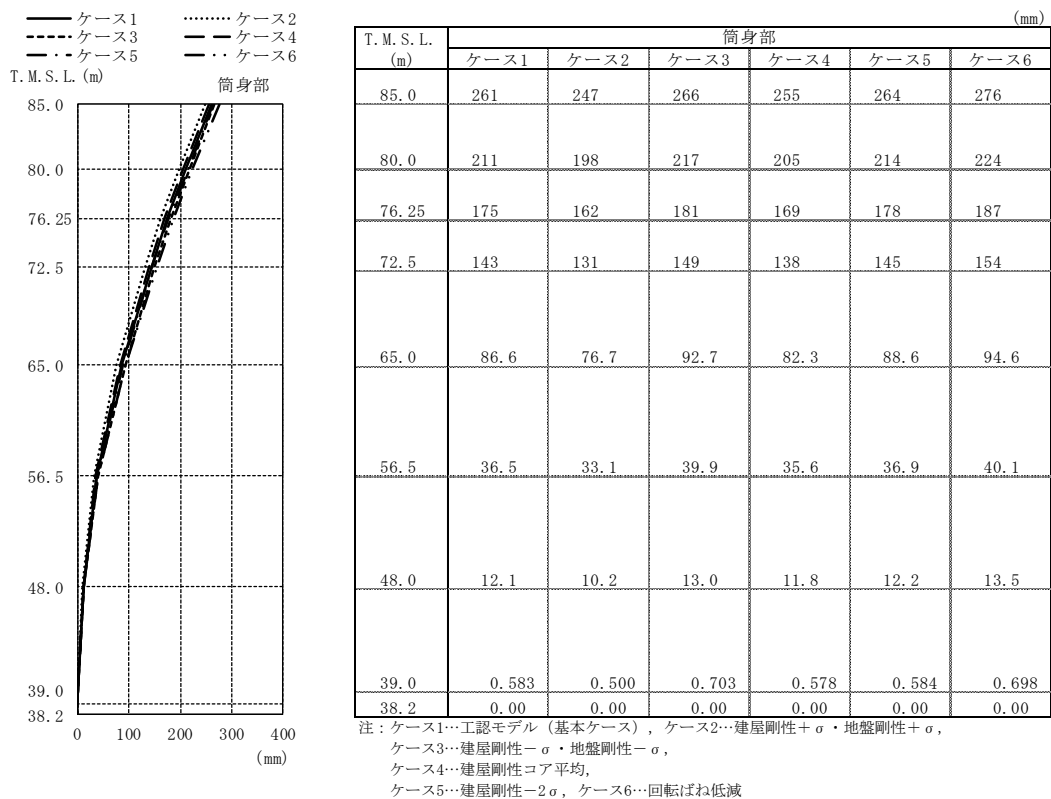
注：ケース1…工認モデル（基本ケース），ケース2…建屋剛性+ $\sigma$ ・地盤剛性+ $\sigma$ ，  
 ケース3…建屋剛性- $\sigma$ ・地盤剛性- $\sigma$ ，  
 ケース4…建屋剛性コア平均，  
 ケース5…建屋剛性- $2\sigma$ ，ケース6…回転ばね低減

(b) 筒身部

図3-5 最大応答加速度 (Ss-1, NS方向)



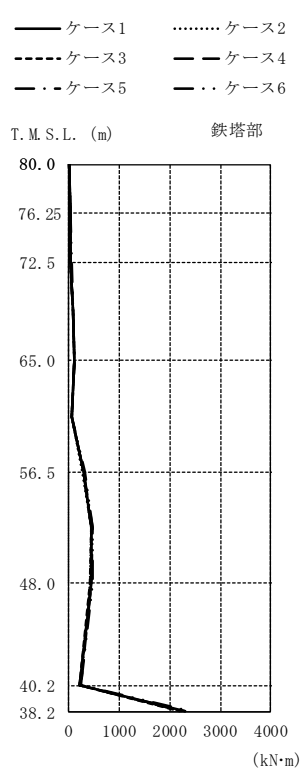
(a) 鉄塔部



(b) 筒身部

図3-6 最大応答変位 (Ss-1, NS方向)

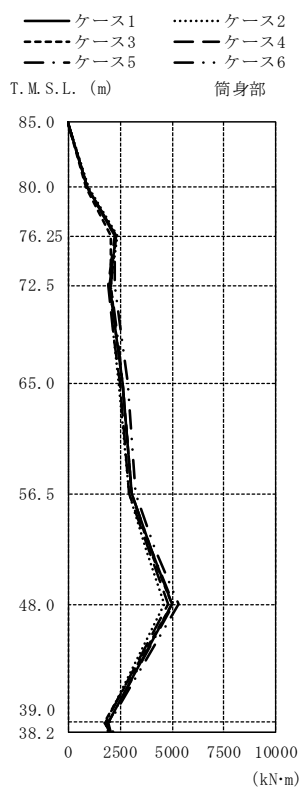




| T. M. S. L. (m) | 鉄塔部 (kN·m) |      |      |      |      |      |
|-----------------|------------|------|------|------|------|------|
|                 | ケース1       | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 |
| 80.0            | 0.00       | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 76.25           | 19.0       | 18.2 | 18.7 | 18.7 | 19.1 | 20.1 |
| 72.5            | 42.2       | 40.0 | 41.7 | 41.7 | 42.6 | 45.3 |
| 68.75           | 79.2       | 75.4 | 78.1 | 78.1 | 79.9 | 84.5 |
| 65.0            | 106        | 101  | 104  | 105  | 107  | 114  |
| 60.75           | 60.1       | 58.2 | 58.6 | 60.3 | 60.6 | 64.5 |
| 56.5            | 285        | 273  | 281  | 281  | 288  | 303  |
| 52.25           | 455        | 441  | 447  | 449  | 458  | 480  |
| 48.0            | 442        | 429  | 431  | 436  | 444  | 466  |
| 40.2            | 224        | 225  | 213  | 220  | 225  | 233  |
| 38.2            | 2290       | 2250 | 2190 | 2260 | 2310 | 2400 |

注：ケース1…工認モデル（基本ケース），ケース2…建屋剛性+ $\sigma$ ・地盤剛性+ $\sigma$ ，  
 ケース3…建屋剛性- $\sigma$ ・地盤剛性- $\sigma$ ，  
 ケース4…建屋剛性コア平均，  
 ケース5…建屋剛性- $2\sigma$ ，ケース6…回転ばね低減

(a) 鉄塔部 主柱材包絡

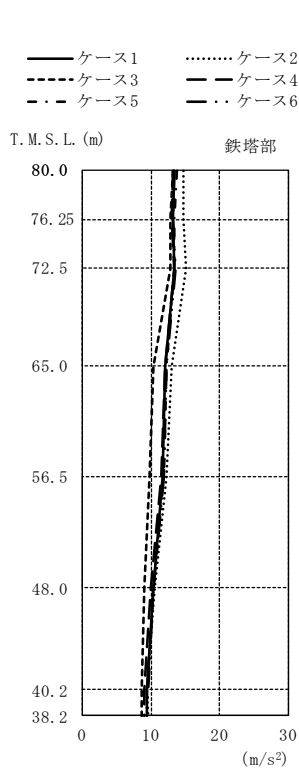


| T. M. S. L. (m) | 筒身部 (kN·m) |      |      |      |      |      |
|-----------------|------------|------|------|------|------|------|
|                 | ケース1       | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 |
| 85.0            | 0.00       | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 80.0            | 939        | 965  | 821  | 931  | 927  | 912  |
| 76.25           | 2290       | 2340 | 2040 | 2260 | 2270 | 2230 |
| 72.5            | 2000       | 2030 | 2030 | 1920 | 2030 | 2210 |
| 65.0            | 2600       | 2440 | 2610 | 2510 | 2640 | 2850 |
| 56.5            | 3030       | 2940 | 3030 | 2930 | 3080 | 3220 |
| 48.0            | 5020       | 4620 | 5010 | 4810 | 5080 | 5330 |
| 39.0            | 1890       | 1820 | 1760 | 1810 | 1900 | 1990 |
| 38.2            | 2040       | 1930 | 2040 | 2000 | 2020 | 2180 |

注：ケース1…工認モデル（基本ケース），ケース2…建屋剛性+ $\sigma$ ・地盤剛性+ $\sigma$ ，  
 ケース3…建屋剛性- $\sigma$ ・地盤剛性- $\sigma$ ，  
 ケース4…建屋剛性コア平均，  
 ケース5…建屋剛性- $2\sigma$ ，ケース6…回転ばね低減

(b) 筒身部

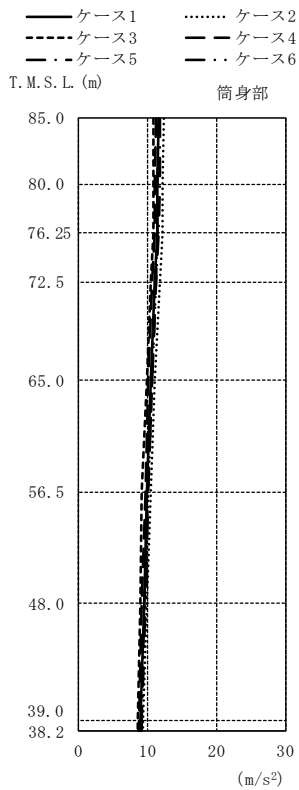
図3-7 最大応答曲げモーメント (Ss-1, NS方向)



| T. M. S. L.<br>(m) | 鉄塔部  |      |      |      |      |      |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|
|                    | ケース1 | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 |
| 80.0               | 13.5 | 14.8 | 13.2 | 13.2 | 13.8 | 13.5 |
| 76.25              | 13.3 | 14.8 | 12.9 | 13.1 | 13.5 | 13.3 |
| 72.5               | 13.4 | 15.1 | 12.9 | 13.5 | 13.5 | 13.6 |
| 65.0               | 12.1 | 13.1 | 10.4 | 12.0 | 12.2 | 12.3 |
| 56.5               | 11.8 | 12.2 | 9.89 | 11.5 | 11.9 | 11.9 |
| 48.0               | 10.3 | 10.6 | 9.05 | 10.0 | 10.4 | 10.4 |
| 40.2               | 9.34 | 9.48 | 8.63 | 9.01 | 9.46 | 9.52 |
| 38.2               | 9.40 | 9.55 | 8.73 | 9.00 | 9.43 | 9.51 |

注：ケース1…工認モデル（基本ケース），ケース2…建屋剛性+ $\sigma$ ・地盤剛性+ $\sigma$ ，  
 ケース3…建屋剛性- $\sigma$ ・地盤剛性- $\sigma$ ，  
 ケース4…建屋剛性コア平均，  
 ケース5…建屋剛性- $2\sigma$ ，ケース6…回転ばね低減

(a) 鉄塔部

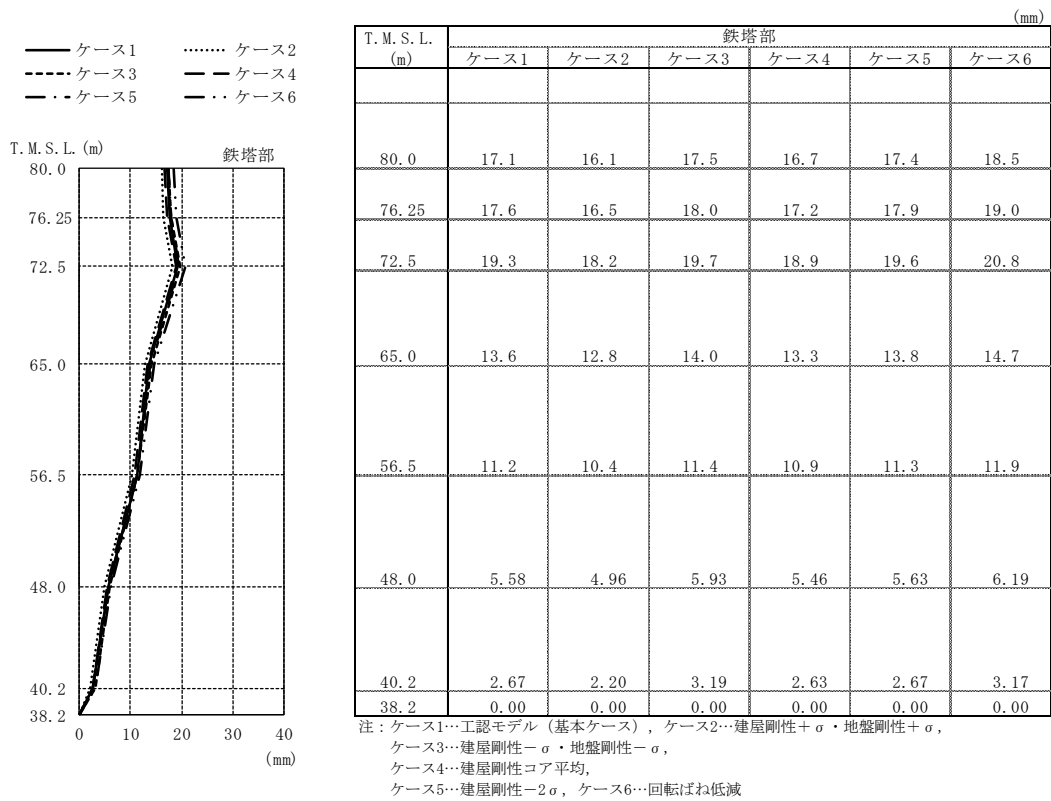


| T. M. S. L.<br>(m) | 筒身部  |      |      |      |      |      |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|
|                    | ケース1 | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 |
| 85.0               | 11.6 | 12.3 | 10.9 | 11.2 | 11.8 | 11.6 |
| 80.0               | 11.5 | 12.2 | 10.9 | 11.1 | 11.7 | 11.5 |
| 76.25              | 11.4 | 12.1 | 10.8 | 11.0 | 11.6 | 11.4 |
| 72.5               | 11.1 | 11.8 | 10.5 | 10.7 | 11.3 | 11.2 |
| 65.0               | 10.5 | 11.1 | 9.89 | 10.1 | 10.6 | 10.7 |
| 56.5               | 9.96 | 10.4 | 9.21 | 9.67 | 10.1 | 10.1 |
| 48.0               | 9.49 | 9.93 | 8.86 | 9.22 | 9.61 | 9.63 |
| 39.0               | 9.01 | 9.42 | 8.52 | 8.75 | 9.12 | 9.11 |
| 38.2               | 9.00 | 9.41 | 8.52 | 8.75 | 9.11 | 9.10 |

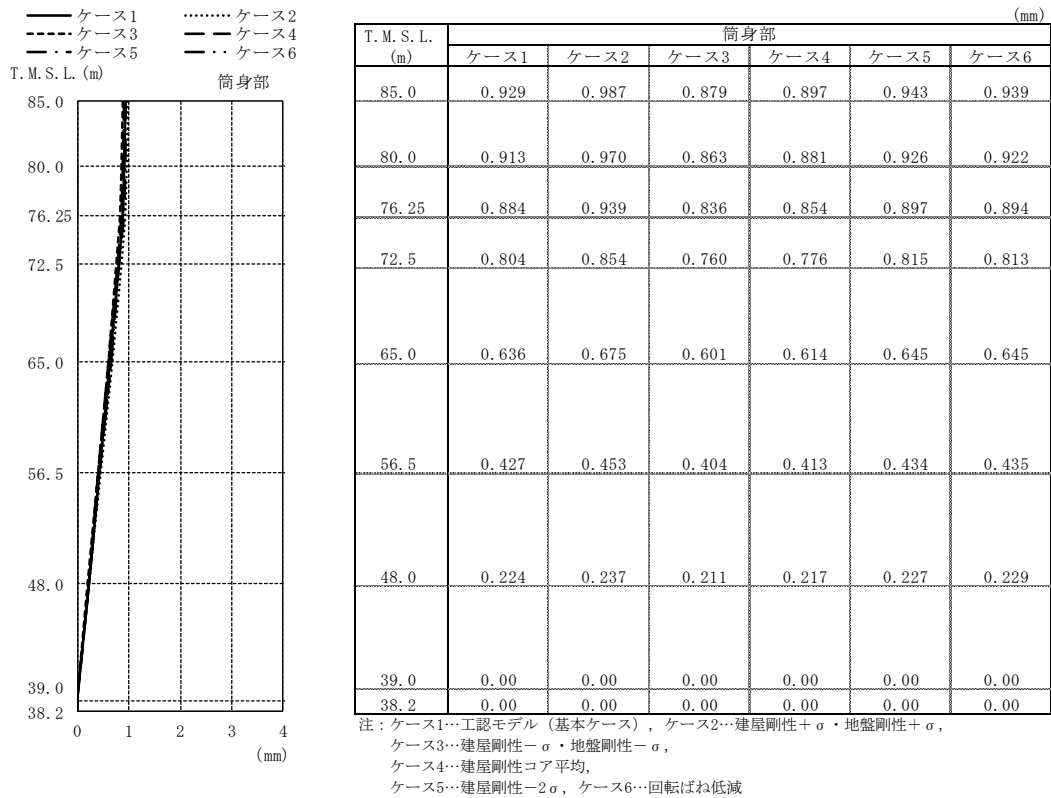
注：ケース1…工認モデル（基本ケース），ケース2…建屋剛性+ $\sigma$ ・地盤剛性+ $\sigma$ ，  
 ケース3…建屋剛性- $\sigma$ ・地盤剛性- $\sigma$ ，  
 ケース4…建屋剛性コア平均，  
 ケース5…建屋剛性- $2\sigma$ ，ケース6…回転ばね低減

(b) 筒身部

図3-8 最大応答加速度 (Ss-1, 鉛直方向)

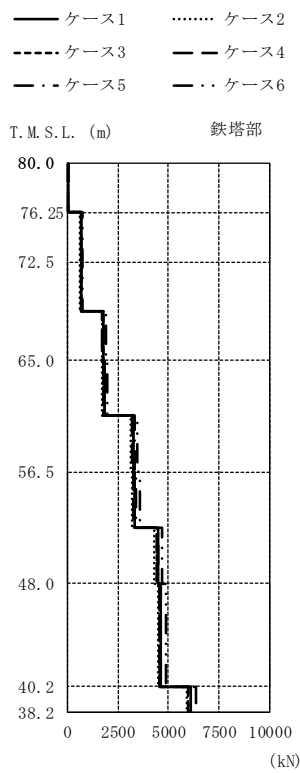


(a) 鉄塔部



(b) 筒身部

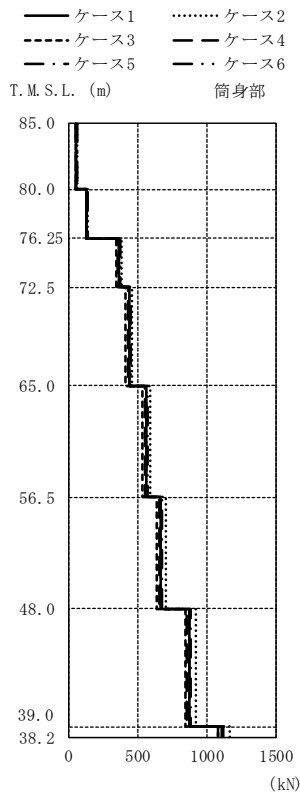
図3-9 最大応答変位 (Ss-1, 鉛直方向)



| T. M. S. L. (m) | 鉄塔部 (kN) |      |      |      |      |      |
|-----------------|----------|------|------|------|------|------|
|                 | ケース1     | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 |
| 80.0            |          |      |      |      |      |      |
| 76.25           | 24.4     | 23.5 | 24.1 | 23.5 | 24.7 | 24.3 |
| 72.5            | 672      | 632  | 665  | 664  | 679  | 722  |
| 68.75           | 695      | 652  | 685  | 687  | 702  | 747  |
| 65.0            | 1780     | 1690 | 1760 | 1750 | 1800 | 1900 |
| 60.75           | 1820     | 1730 | 1800 | 1800 | 1840 | 1950 |
| 56.5            | 3280     | 3140 | 3240 | 3220 | 3310 | 3480 |
| 52.25           | 3360     | 3220 | 3310 | 3300 | 3390 | 3560 |
| 48.0            | 4480     | 4330 | 4400 | 4410 | 4500 | 4700 |
| 40.2            | 4610     | 4470 | 4530 | 4540 | 4640 | 4850 |
| 38.2            | 6090     | 5910 | 5990 | 6010 | 6130 | 6380 |

注：ケース1…工認モデル（基本ケース），ケース2…建屋剛性+ $\sigma$ ・地盤剛性+ $\sigma$ ，  
 ケース3…建屋剛性- $\sigma$ ・地盤剛性- $\sigma$ ，  
 ケース4…建屋剛性コア平均，  
 ケース5…建屋剛性- $2\sigma$ ，ケース6…回転ばね低減

(a) 鉄塔部 主柱材包絡



| T. M. S. L. (m) | 筒身部 (kN) |      |      |      |      |      |
|-----------------|----------|------|------|------|------|------|
|                 | ケース1     | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 |
| 85.0            |          |      |      |      |      |      |
| 80.0            | 55.7     | 58.5 | 52.5 | 54.2 | 56.4 | 55.7 |
| 76.25           | 130      | 137  | 123  | 127  | 132  | 130  |
| 72.5            | 366      | 384  | 346  | 356  | 371  | 366  |
| 65.0            | 437      | 459  | 413  | 425  | 443  | 437  |
| 56.5            | 565      | 593  | 536  | 550  | 572  | 565  |
| 48.0            | 668      | 701  | 637  | 651  | 676  | 668  |
| 39.0            | 874      | 917  | 841  | 852  | 884  | 874  |
| 38.2            | 1110     | 1160 | 1080 | 1080 | 1120 | 1110 |

注：ケース1…工認モデル（基本ケース），ケース2…建屋剛性+ $\sigma$ ・地盤剛性+ $\sigma$ ，  
 ケース3…建屋剛性- $\sigma$ ・地盤剛性- $\sigma$ ，  
 ケース4…建屋剛性コア平均，  
 ケース5…建屋剛性- $2\sigma$ ，ケース6…回転ばね低減

(b) 筒身部

図3-10 最大応答軸力 (Ss-1)

表3-2 制震装置（オイルダンパー）の最大応答値及び許容値（Ss-1）

|             | オイルダンパーの最大応答値 |      |      |      |      |      | 許容値  |
|-------------|---------------|------|------|------|------|------|------|
|             | ケース1          | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 |      |
| 速度<br>(m/s) | 1.91          | 1.84 | 1.89 | 1.87 | 1.93 | 2.01 | 2.60 |
| 変位<br>(mm)  | 124           | 116  | 127  | 120  | 126  | 133  | 175  |

#### 4. まとめ

建屋応答の不確かさを考慮した固有値解析及び地震応答解析結果より，以下の傾向を確認した。

- ・固有値解析より，固有振動数の変動幅は，基本ケースに対し0%である。
- ・地震応答解析より，発生応力，加速度及び変位は，基本ケースとおおむね同等である。

上記の傾向については，以下の理由により発生したと考えられる。

主排気筒の地震応答解析では，建屋応答の不確かさとして，入力地震動に材料物性の不確かさを考慮した原子炉建屋の応答を用いている。「原子炉建屋の地震応答計算書に関する補足説明資料」のうち，別紙3「地震応答解析における材料物性の不確かさに関する検討」では，材料物性の不確かさによる応答への影響は小さい。また，主排気筒の解析モデルに対しては，基礎コンクリートの剛性のみ在建屋剛性の不確かさ（コンクリート強度）を考慮している。よって，主排気筒における建屋応答の不確かさによる影響は小さくなったと考えられる。

別紙3-1 原子炉建屋の材料物性の不確かさを考慮した検討に用  
いる地震動の選定について

## 目 次

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| 1. 概要                      | 別紙 3-1-1  |
| 2. 選定方法                    | 別紙 3-1-1  |
| 3. 地震動の選定                  | 別紙 3-1-3  |
| 4. 建屋応答の不確かさを考慮した検討に用いる地震動 | 別紙 3-1-12 |



## 1. 概要

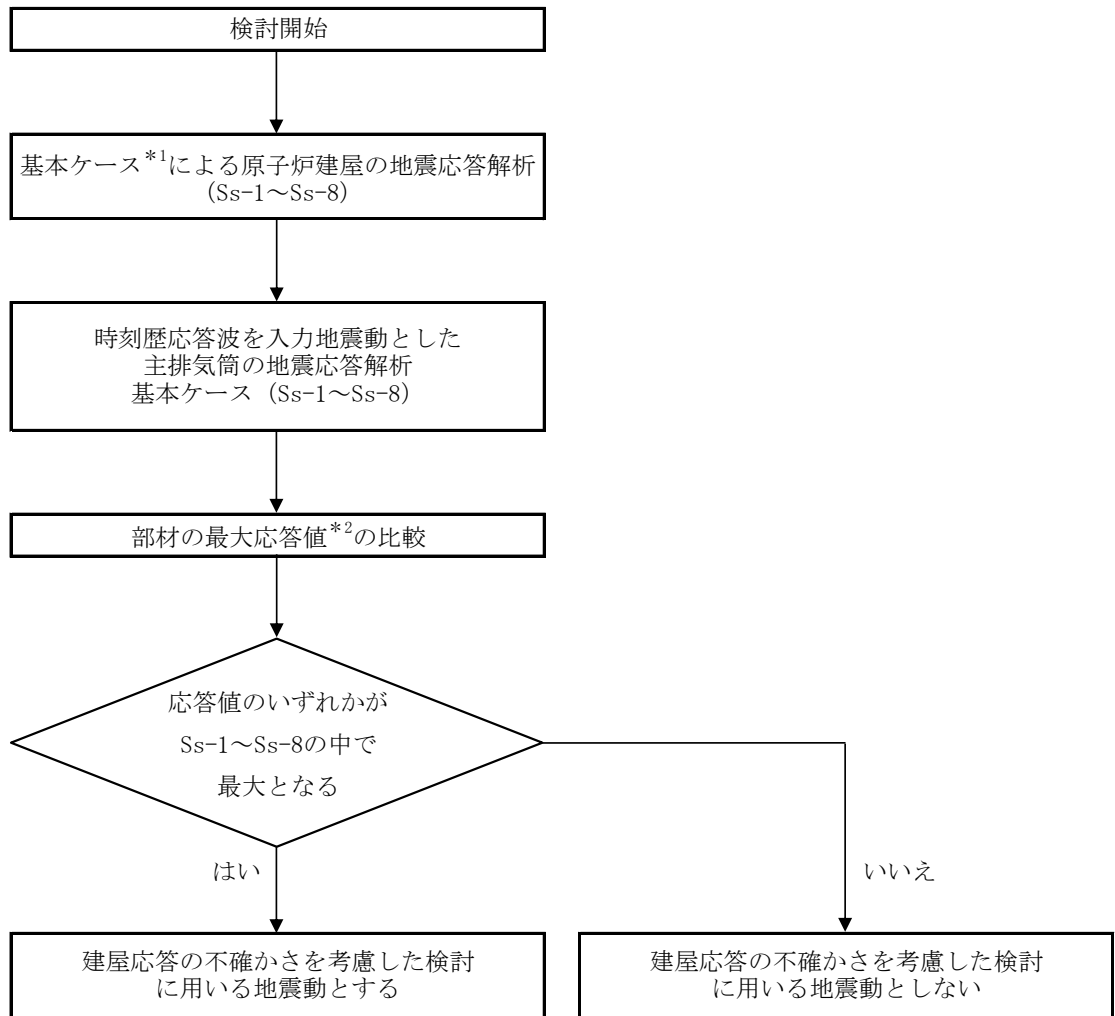
主排気筒を対象とした，原子炉建屋の材料物性の不確かさ（以下「建屋応答の不確かさ」という。）を考慮した検討では，基本ケースを対象に，各入力地震動（Ss-1～Ss-8による原子炉建屋全体の地震応答解析から得られる原子炉建屋屋上レベル（T.M.S.L. 38.2m）の応答）による地震応答解析を行い，主排気筒の応答への影響が大きい入力地震動に対して検討を実施する。

本資料では，建屋応答の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法及び地震動の選定結果について説明する。

## 2. 選定方法

建屋応答の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法を以下に示す。また，選定方法のフローを図2-1に示す。

- ① Ss-1～Ss-8の基本ケースについて，原子炉建屋の地震応答解析を行う。（V-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」による）
- ② ①から得られるSs-1～Ss-8による原子炉建屋屋上レベル（T.M.S.L. 38.2m）の時刻歴応答波を入力地震動として，主排気筒の基本ケースについて地震応答解析を行う。
- ③ ②から得られる各入力時震動の応答（加速度，変位，軸力及び曲げモーメント）を比較し，いずれかの応答が最大となる基準地震動S<sub>s</sub>を建屋応答の不確かさを考慮した検討に用いる入力地震動とする。



注記\*1：詳細は、V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」による。  
 \*2：応答値は、加速度、変位、軸力及び曲げモーメントとする。

図 2-1 建屋応答の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定法のフロー

### 3. 地震動の選定

主排気筒の基準地震動  $S_s$  に対する地震動の選定過程を以下に記載する。主排気筒の基準地震動  $S_s$  に対する最大応答値を表3-1～表3-16に示す。

「2. 選定方法」に基づき確認した結果、 $S_s-1$ 、 $S_s-2$ 及び $S_s-8$ については、応答値のいずれかが $S_s-1$ ～ $S_s-8$ の中で最大となることから、建屋応答の不確かさの影響検討に用いる地震動とする。

表 3-1 最大応答加速度一覧表 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)

| 部位   | T. M. S. L.<br>(m) | 最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> ) |             |      |      |      |      |      |      | 最大値  |
|------|--------------------|-----------------------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
|      |                    | Ss-1                        | Ss-2        | Ss-3 | Ss-4 | Ss-5 | Ss-6 | Ss-7 | Ss-8 |      |
| 鉄塔部  | 80.0               | <u>50.3</u>                 | 47.9        | 37.2 | 18.7 | 21.7 | 19.0 | 21.7 | 41.3 | 50.3 |
|      | 76.25              | <u>44.6</u>                 | 41.4        | 33.1 | 15.5 | 18.2 | 15.8 | 17.9 | 34.9 | 44.6 |
|      | 72.5               | <u>38.2</u>                 | 33.5        | 28.4 | 12.0 | 14.7 | 12.1 | 13.8 | 28.5 | 38.2 |
|      | 65.0               | <u>27.8</u>                 | 23.6        | 20.0 | 9.29 | 11.4 | 9.34 | 10.8 | 22.1 | 27.8 |
|      | 56.5               | <u>18.5</u>                 | 15.7        | 13.7 | 8.53 | 8.49 | 8.80 | 8.11 | 16.2 | 18.5 |
|      | 48.0               | <u>18.3</u>                 | 10.9        | 11.1 | 8.12 | 7.18 | 8.35 | 7.28 | 14.1 | 18.3 |
|      | 40.2               | <u>12.7</u>                 | 8.85        | 9.17 | 6.36 | 5.29 | 6.58 | 5.19 | 11.7 | 12.7 |
|      | 38.2               | <u>12.2</u>                 | 8.62        | 8.89 | 6.11 | 5.18 | 6.32 | 4.99 | 11.3 | 12.2 |
| 筒身部  | 85.0               | <u>70.9</u>                 | 60.3        | 47.6 | 26.8 | 27.3 | 28.2 | 27.3 | 53.4 | 70.9 |
|      | 80.0               | <u>49.5</u>                 | 44.4        | 37.2 | 17.3 | 19.4 | 17.2 | 18.7 | 37.8 | 49.5 |
|      | 76.25              | <u>42.5</u>                 | 33.3        | 29.6 | 11.4 | 15.2 | 12.3 | 14.0 | 31.9 | 42.5 |
|      | 72.5               | <u>38.1</u>                 | 26.9        | 22.8 | 9.75 | 12.7 | 10.6 | 11.8 | 30.8 | 38.1 |
|      | 65.0               | <u>27.1</u>                 | 23.6        | 17.5 | 8.29 | 11.8 | 8.90 | 10.9 | 23.6 | 27.1 |
|      | 56.5               | 17.0                        | <u>19.6</u> | 14.5 | 9.24 | 9.09 | 9.10 | 8.94 | 17.3 | 19.6 |
|      | 48.0               | <u>16.1</u>                 | 11.1        | 11.1 | 7.88 | 7.01 | 8.11 | 6.83 | 14.0 | 16.1 |
|      | 39.0               | <u>12.4</u>                 | 8.71        | 8.99 | 6.20 | 5.23 | 6.41 | 5.05 | 11.4 | 12.4 |
| 38.2 | <u>12.2</u>        | 8.62                        | 8.89        | 6.11 | 5.18 | 6.32 | 4.99 | 11.3 | 12.2 |      |

注：下線部分は最大値を示す。

表 3-2 最大応答加速度一覧表 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向)

| 部位   | T. M. S. L.<br>(m) | 最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> ) |             |      |      |      |      |      |      | 最大値  |
|------|--------------------|-----------------------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
|      |                    | Ss-1                        | Ss-2        | Ss-3 | Ss-4 | Ss-5 | Ss-6 | Ss-7 | Ss-8 |      |
| 鉄塔部  | 80.0               | <u>48.4</u>                 | <u>48.4</u> | 35.9 | 28.7 | 28.4 | 31.1 | 36.3 | 37.3 | 48.4 |
|      | 76.25              | <u>42.9</u>                 | 42.1        | 31.5 | 25.0 | 24.9 | 26.7 | 29.9 | 32.3 | 42.9 |
|      | 72.5               | <u>37.0</u>                 | 34.3        | 26.9 | 20.0 | 20.1 | 21.1 | 23.0 | 27.1 | 37.0 |
|      | 65.0               | 26.4                        | <u>26.6</u> | 19.0 | 15.3 | 14.8 | 15.6 | 16.5 | 21.3 | 26.6 |
|      | 56.5               | 16.4                        | <u>18.1</u> | 12.3 | 12.3 | 11.5 | 12.5 | 13.3 | 14.6 | 18.1 |
|      | 48.0               | <u>18.4</u>                 | 12.9        | 11.1 | 9.62 | 10.6 | 9.96 | 12.1 | 13.4 | 18.4 |
|      | 40.2               | <u>13.2</u>                 | 11.9        | 8.68 | 7.24 | 8.78 | 7.38 | 9.27 | 11.0 | 13.2 |
|      | 38.2               | <u>12.6</u>                 | 11.6        | 8.44 | 6.97 | 8.54 | 7.12 | 8.96 | 10.7 | 12.6 |
| 筒身部  | 85.0               | <u>67.8</u>                 | 62.9        | 46.7 | 37.0 | 42.1 | 37.6 | 52.8 | 48.0 | 67.8 |
|      | 80.0               | <u>48.6</u>                 | 45.4        | 35.7 | 25.9 | 26.0 | 27.7 | 33.9 | 35.0 | 48.6 |
|      | 76.25              | <u>39.6</u>                 | 37.4        | 28.1 | 21.1 | 20.8 | 22.4 | 22.0 | 30.3 | 39.6 |
|      | 72.5               | <u>33.4</u>                 | 33.0        | 21.1 | 19.2 | 16.4 | 20.3 | 17.9 | 26.7 | 33.4 |
|      | 65.0               | 22.0                        | <u>22.4</u> | 15.7 | 15.7 | 12.4 | 17.1 | 14.9 | 19.5 | 22.4 |
|      | 56.5               | <u>18.0</u>                 | 16.9        | 13.2 | 12.1 | 11.3 | 12.8 | 13.2 | 15.6 | 18.0 |
|      | 48.0               | <u>15.7</u>                 | 12.8        | 10.2 | 9.08 | 10.1 | 9.60 | 11.3 | 13.0 | 15.7 |
|      | 39.0               | <u>12.8</u>                 | 11.7        | 8.53 | 7.06 | 8.63 | 7.21 | 9.05 | 10.8 | 12.8 |
| 38.2 | <u>12.6</u>        | 11.6                        | 8.44        | 6.97 | 8.54 | 7.12 | 8.96 | 10.7 | 12.6 |      |

注：下線部分は最大値を示す。

表 3-3 最大応答加速度一覧表（基準地震動 S<sub>s</sub>，鉛直方向）

| 部位   | T. M. S. L.<br>(m) | 最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> ) |      |      |      |      |      |      |      | 最大値  |
|------|--------------------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|      |                    | Ss-1                        | Ss-2 | Ss-3 | Ss-4 | Ss-5 | Ss-6 | Ss-7 | Ss-8 |      |
| 鉄塔部  | 80.0               | <u>14.0</u>                 | 10.5 | 9.54 | 8.48 | 8.56 | 8.72 | 9.34 | 7.40 | 14.0 |
|      | 76.25              | <u>14.0</u>                 | 10.6 | 9.35 | 8.44 | 8.50 | 8.71 | 9.31 | 7.23 | 14.0 |
|      | 72.5               | <u>14.2</u>                 | 10.1 | 9.33 | 8.11 | 8.08 | 8.22 | 8.95 | 7.17 | 14.2 |
|      | 65.0               | <u>12.4</u>                 | 8.83 | 7.88 | 7.22 | 6.98 | 6.99 | 8.00 | 5.59 | 12.4 |
|      | 56.5               | <u>11.8</u>                 | 7.37 | 7.15 | 6.16 | 6.31 | 6.19 | 6.87 | 4.67 | 11.8 |
|      | 48.0               | <u>10.3</u>                 | 6.31 | 6.24 | 5.30 | 5.68 | 5.49 | 5.94 | 3.72 | 10.3 |
|      | 40.2               | <u>9.34</u>                 | 6.60 | 6.20 | 4.69 | 5.30 | 4.74 | 5.27 | 3.14 | 9.34 |
|      | 38.2               | <u>9.40</u>                 | 6.83 | 6.40 | 4.71 | 5.48 | 4.80 | 5.68 | 3.13 | 9.40 |
| 筒身部  | 85.0               | <u>11.6</u>                 | 6.63 | 8.32 | 6.25 | 6.04 | 6.03 | 6.31 | 6.58 | 11.6 |
|      | 80.0               | <u>11.5</u>                 | 6.62 | 8.26 | 6.21 | 6.01 | 5.98 | 6.27 | 6.51 | 11.5 |
|      | 76.25              | <u>11.4</u>                 | 6.59 | 8.14 | 6.14 | 5.95 | 5.88 | 6.21 | 6.38 | 11.4 |
|      | 72.5               | <u>11.1</u>                 | 6.52 | 7.83 | 5.96 | 5.79 | 5.63 | 6.02 | 6.02 | 11.1 |
|      | 65.0               | <u>10.5</u>                 | 6.38 | 7.18 | 5.59 | 5.46 | 5.31 | 5.64 | 5.27 | 10.5 |
|      | 56.5               | <u>9.96</u>                 | 6.21 | 6.56 | 5.14 | 5.09 | 5.10 | 5.20 | 4.39 | 9.96 |
|      | 48.0               | <u>9.49</u>                 | 6.05 | 6.35 | 4.73 | 4.77 | 4.88 | 4.82 | 3.57 | 9.49 |
|      | 39.0               | <u>9.01</u>                 | 5.89 | 6.11 | 4.45 | 4.52 | 4.64 | 4.50 | 3.01 | 9.01 |
| 38.2 | <u>9.00</u>        | 5.89                        | 6.10 | 4.45 | 4.52 | 4.64 | 4.50 | 3.01 | 9.00 |      |

注：下線部分は最大値を示す。

表 3-4 最大応答変位一覧表（基準地震動 S<sub>s</sub>，NS 方向）

| 部位   | T. M. S. L.<br>(m) | 最大応答変位 (mm)  |       |       |       |       |       |       |             | 最大値   |
|------|--------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------|
|      |                    | Ss-1         | Ss-2  | Ss-3  | Ss-4  | Ss-5  | Ss-6  | Ss-7  | Ss-8        |       |
| 鉄塔部  | 80.0               | <u>194</u>   | 170   | 138   | 58.0  | 78.2  | 59.7  | 67.4  | 161         | 194   |
|      | 76.25              | <u>167</u>   | 147   | 119   | 50.2  | 67.9  | 51.8  | 57.8  | 140         | 167   |
|      | 72.5               | <u>133</u>   | 116   | 94.9  | 39.6  | 54.2  | 40.8  | 45.5  | 114         | 133   |
|      | 65.0               | <u>79.4</u>  | 68.7  | 56.0  | 23.7  | 32.6  | 24.3  | 27.3  | 69.9        | 79.4  |
|      | 56.5               | <u>38.4</u>  | 32.1  | 26.9  | 12.2  | 15.8  | 12.4  | 13.0  | 34.6        | 38.4  |
|      | 48.0               | <u>11.7</u>  | 8.95  | 8.67  | 5.00  | 4.89  | 5.11  | 3.98  | 10.9        | 11.7  |
|      | 40.2               | <u>1.62</u>  | 1.24  | 1.19  | 0.747 | 0.706 | 0.777 | 0.612 | 1.54        | 1.62  |
|      | 38.2               | <u>0.00</u>  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00        | 0.00  |
| 筒身部  | 85.0               | <u>261</u>   | 234   | 189   | 88.9  | 121   | 90.4  | 97.3  | 237         | 261   |
|      | 80.0               | <u>211</u>   | 186   | 153   | 69.2  | 98.6  | 70.9  | 79.6  | 196         | 211   |
|      | 76.25              | <u>175</u>   | 152   | 127   | 55.2  | 82.1  | 56.9  | 66.9  | 166         | 175   |
|      | 72.5               | <u>143</u>   | 122   | 104   | 43.0  | 67.2  | 45.8  | 55.3  | 138         | 143   |
|      | 65.0               | 86.6         | 71.4  | 64.3  | 24.2  | 41.2  | 27.5  | 34.7  | <u>86.8</u> | 86.8  |
|      | 56.5               | 36.5         | 29.8  | 29.1  | 11.5  | 18.1  | 11.4  | 15.5  | <u>38.4</u> | 38.4  |
|      | 48.0               | <u>12.1</u>  | 9.32  | 9.05  | 5.16  | 5.07  | 5.23  | 4.22  | 11.3        | 12.1  |
|      | 39.0               | <u>0.583</u> | 0.415 | 0.428 | 0.265 | 0.249 | 0.274 | 0.220 | 0.555       | 0.583 |
| 38.2 | <u>0.00</u>        | 0.00         | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00        |       |

注：下線部分は最大値を示す。

表 3-5 最大応答変位一覧表 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

| 部位   | T. M. S. L.<br>(m) | 最大応答変位 (mm) |              |       |       |       |       |       |       |       |
|------|--------------------|-------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|      |                    | Ss-1        | Ss-2         | Ss-3  | Ss-4  | Ss-5  | Ss-6  | Ss-7  | Ss-8  | 最大値   |
| 鉄塔部  | 80.0               | 180         | <u>181</u>   | 130   | 100   | 100   | 106   | 103   | 149   | 181   |
|      | 76.25              | 155         | <u>157</u>   | 111   | 86.0  | 85.9  | 90.6  | 88.0  | 129   | 157   |
|      | 72.5               | 123         | <u>126</u>   | 88.4  | 67.8  | 67.6  | 71.3  | 69.6  | 104   | 126   |
|      | 65.0               | 72.9        | <u>76.4</u>  | 51.6  | 38.9  | 40.4  | 41.7  | 42.2  | 63.1  | 76.4  |
|      | 56.5               | 34.0        | <u>36.3</u>  | 23.3  | 19.2  | 19.3  | 20.6  | 20.9  | 30.2  | 36.3  |
|      | 48.0               | <u>9.89</u> | 9.85         | 6.80  | 5.98  | 6.59  | 6.33  | 7.16  | 8.29  | 9.89  |
|      | 40.2               | 1.51        | <u>1.67</u>  | 1.06  | 0.947 | 1.12  | 1.01  | 1.16  | 1.43  | 1.67  |
|      | 38.2               | 0.00        | <u>0.00</u>  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  |
| 筒身部  | 85.0               | 247         | <u>271</u>   | 170   | 156   | 186   | 172   | 200   | 224   | 271   |
|      | 80.0               | 197         | <u>220</u>   | 138   | 125   | 149   | 139   | 160   | 183   | 220   |
|      | 76.25              | 161         | <u>182</u>   | 114   | 103   | 123   | 115   | 131   | 153   | 182   |
|      | 72.5               | 130         | <u>148</u>   | 93.0  | 83.9  | 98.4  | 93.4  | 105   | 125   | 148   |
|      | 65.0               | 75.1        | <u>89.0</u>  | 56.7  | 50.8  | 57.2  | 56.7  | 60.8  | 76.6  | 89.0  |
|      | 56.5               | 31.0        | <u>36.4</u>  | 24.2  | 21.6  | 23.2  | 24.2  | 25.6  | 31.9  | 36.4  |
|      | 48.0               | 9.34        | <u>10.5</u>  | 7.08  | 5.89  | 6.96  | 6.27  | 7.87  | 8.76  | 10.5  |
|      | 39.0               | 0.540       | <u>0.591</u> | 0.380 | 0.314 | 0.378 | 0.335 | 0.400 | 0.513 | 0.591 |
| 38.2 | 0.00               | <u>0.00</u> | 0.00         | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  |       |

注：下線部分は最大値を示す。

表 3-6 最大応答変位一覧表 (基準地震動  $S_s$ , 鉛直方向)

| 部位   | T. M. S. L.<br>(m) | 最大応答変位 (mm)  |             |       |       |       |       |       |       |       |
|------|--------------------|--------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|      |                    | Ss-1         | Ss-2        | Ss-3  | Ss-4  | Ss-5  | Ss-6  | Ss-7  | Ss-8  | 最大値   |
| 鉄塔部  | 80.0               | 17.1         | <u>25.5</u> | 12.5  | 13.0  | 14.0  | 13.6  | 13.3  | 13.7  | 25.5  |
|      | 76.25              | 17.6         | <u>26.1</u> | 12.8  | 13.3  | 14.4  | 13.9  | 13.6  | 14.0  | 26.1  |
|      | 72.5               | 19.3         | <u>24.8</u> | 14.0  | 12.6  | 13.6  | 13.2  | 12.9  | 15.4  | 24.8  |
|      | 65.0               | 13.6         | <u>20.3</u> | 9.82  | 10.3  | 11.1  | 11.0  | 10.5  | 11.2  | 20.3  |
|      | 56.5               | 11.2         | <u>13.8</u> | 7.94  | 7.27  | 7.85  | 7.74  | 7.27  | 9.48  | 13.8  |
|      | 48.0               | 5.58         | <u>8.02</u> | 3.88  | 4.47  | 4.92  | 4.80  | 4.35  | 5.06  | 8.02  |
|      | 40.2               | 2.78         | <u>3.69</u> | 1.95  | 2.48  | 2.98  | 2.65  | 2.51  | 2.64  | 3.69  |
|      | 38.2               | 0.00         | <u>0.00</u> | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  |
| 筒身部  | 85.0               | <u>0.929</u> | 0.551       | 0.651 | 0.499 | 0.485 | 0.467 | 0.504 | 0.496 | 0.929 |
|      | 80.0               | <u>0.913</u> | 0.541       | 0.640 | 0.490 | 0.476 | 0.459 | 0.495 | 0.487 | 0.913 |
|      | 76.25              | <u>0.884</u> | 0.525       | 0.619 | 0.474 | 0.461 | 0.444 | 0.479 | 0.471 | 0.884 |
|      | 72.5               | <u>0.804</u> | 0.478       | 0.562 | 0.431 | 0.419 | 0.402 | 0.435 | 0.426 | 0.804 |
|      | 65.0               | <u>0.636</u> | 0.381       | 0.442 | 0.341 | 0.332 | 0.317 | 0.344 | 0.333 | 0.636 |
|      | 56.5               | <u>0.427</u> | 0.258       | 0.295 | 0.228 | 0.223 | 0.214 | 0.231 | 0.219 | 0.427 |
|      | 48.0               | <u>0.224</u> | 0.137       | 0.153 | 0.119 | 0.117 | 0.113 | 0.120 | 0.111 | 0.224 |
|      | 39.0               | <u>0.00</u>  | 0.00        | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  |
| 38.2 | <u>0.00</u>        | 0.00         | 0.00        | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  |       |

注：下線部分は最大値を示す。

表 3-7 最大応答軸力一覧表 (基準地震動  $S_{s, R2}$  通り  $-R_C$  通り間支柱材)

| 部位   | T. M. S. L.<br>(m) | 最大応答軸力 (kN) |             |           |           |           |           |           |           | 最大値  |
|------|--------------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|
|      |                    | $S_{s-1}$   | $S_{s-2}$   | $S_{s-3}$ | $S_{s-4}$ | $S_{s-5}$ | $S_{s-6}$ | $S_{s-7}$ | $S_{s-8}$ |      |
| 鉄塔部  | 80.0               |             |             |           |           |           |           |           |           |      |
|      | 76.25              | <u>23.8</u> | 19.1        | 20.3      | 17.7      | 16.4      | 18.7      | 16.2      | 18.1      | 23.8 |
|      | 72.5               | <u>672</u>  | 670         | 498       | 297       | 334       | 328       | 315       | 484       | 672  |
|      | 68.8               | 695         | <u>696</u>  | 519       | 318       | 351       | 348       | 333       | 503       | 696  |
|      | 65.0               | <u>1780</u> | 1760        | 1300      | 748       | 857       | 831       | 808       | 1280      | 1780 |
|      | 60.8               | <u>1820</u> | <u>1820</u> | 1350      | 796       | 896       | 878       | 847       | 1330      | 1820 |
|      | 56.5               | <u>3280</u> | 3240        | 2390      | 1400      | 1550      | 1510      | 1470      | 2470      | 3280 |
|      | 52.3               | <u>3360</u> | 3340        | 2460      | 1470      | 1620      | 1590      | 1540      | 2550      | 3360 |
|      | 48.0               | 4480        | <u>4530</u> | 3280      | 1990      | 2110      | 2160      | 2000      | 3530      | 4530 |
|      | 40.2               | 4610        | <u>4700</u> | 3400      | 2100      | 2220      | 2280      | 2110      | 3670      | 4700 |
| 38.2 | <u>6090</u>        | 5790        | 4520        | 2760      | 2850      | 2980      | 2680      | 5120      | 6090      |      |

注：下線部分は最大値を示す。

表 3-8 最大応答軸力一覧表 (基準地震動  $S_{s, R1}$  通り  $-R_C$  通り間支柱材)

| 部位   | T. M. S. L.<br>(m) | 最大応答軸力 (kN) |             |           |           |           |           |           |           | 最大値  |
|------|--------------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|
|      |                    | $S_{s-1}$   | $S_{s-2}$   | $S_{s-3}$ | $S_{s-4}$ | $S_{s-5}$ | $S_{s-6}$ | $S_{s-7}$ | $S_{s-8}$ |      |
| 鉄塔部  | 80.0               |             |             |           |           |           |           |           |           |      |
|      | 76.25              | <u>24.4</u> | 20.9        | 20.3      | 17.6      | 17.6      | 19.3      | 17.8      | 18.1      | 24.4 |
|      | 72.5               | 612         | <u>947</u>  | 433       | 528       | 552       | 552       | 526       | 412       | 947  |
|      | 68.8               | 632         | <u>972</u>  | 438       | 551       | 571       | 575       | 546       | 417       | 972  |
|      | 65.0               | 1670        | <u>2540</u> | 1220      | 1370      | 1460      | 1440      | 1380      | 1190      | 2540 |
|      | 60.8               | 1670        | <u>2580</u> | 1200      | 1420      | 1500      | 1490      | 1420      | 1150      | 2580 |
|      | 56.5               | 3100        | <u>4710</u> | 2260      | 2490      | 2670      | 2610      | 2520      | 2290      | 4710 |
|      | 52.3               | 3110        | <u>4800</u> | 2210      | 2570      | 2740      | 2700      | 2590      | 2230      | 4800 |
|      | 48.0               | 4250        | <u>6490</u> | 3080      | 3340      | 3620      | 3510      | 3410      | 3280      | 6490 |
|      | 40.2               | 4350        | <u>6650</u> | 3010      | 3480      | 3740      | 3650      | 3530      | 3190      | 6650 |
| 38.2 | 5920               | <u>8380</u> | 4110        | 4180      | 4550      | 4360      | 4240      | 4320      | 8380      |      |

注：下線部分は最大値を示す。

表 3-9 最大応答軸力一覧表 (基準地震動  $S_{s, R1}$  通り  $-R_D$  通り間主柱材)

| 部位   | T. M. S. L.<br>(m) | 最大応答軸力 (kN) |             |      |      |      |      |      |      | 最大値  |
|------|--------------------|-------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
|      |                    | Ss-1        | Ss-2        | Ss-3 | Ss-4 | Ss-5 | Ss-6 | Ss-7 | Ss-8 |      |
| 鉄塔部  | 80.0               |             |             |      |      |      |      |      |      |      |
|      | 76.25              | <u>24.4</u> | 19.9        | 19.9 | 16.3 | 17.9 | 16.3 | 18.3 | 18.1 | 24.4 |
|      | 72.5               | 638         | <u>652</u>  | 466  | 315  | 283  | 329  | 315  | 463  | 652  |
|      | 68.8               | 661         | <u>671</u>  | 484  | 333  | 305  | 346  | 331  | 482  | 671  |
|      | 65.0               | 1690        | <u>1740</u> | 1230 | 802  | 775  | 842  | 793  | 1230 | 1740 |
|      | 60.8               | 1730        | <u>1780</u> | 1270 | 843  | 746  | 882  | 829  | 1280 | 1780 |
|      | 56.5               | 3100        | <u>3200</u> | 2260 | 1450 | 1390 | 1510 | 1380 | 2350 | 3200 |
|      | 52.3               | 3160        | <u>3270</u> | 2340 | 1520 | 1340 | 1580 | 1440 | 2420 | 3270 |
|      | 48.0               | 4280        | <u>4390</u> | 3150 | 1970 | 1870 | 2040 | 1770 | 3380 | 4390 |
|      | 40.2               | 4410        | <u>4510</u> | 3280 | 2080 | 1790 | 2140 | 1830 | 3510 | 4510 |
| 38.2 | <u>5920</u>        | 5300        | 4110        | 2530 | 2480 | 2620 | 2200 | 4410 | 5920 |      |

注：下線部分は最大値を示す。

表 3-10 最大応答軸力一覧表 (基準地震動  $S_{s, R2}$  通り  $-R_D$  通り間主柱材)

| 部位   | T. M. S. L.<br>(m) | 最大応答軸力 (kN) |             |      |      |      |      |      |      | 最大値  |
|------|--------------------|-------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
|      |                    | Ss-1        | Ss-2        | Ss-3 | Ss-4 | Ss-5 | Ss-6 | Ss-7 | Ss-8 |      |
| 鉄塔部  | 80.0               |             |             |      |      |      |      |      |      |      |
|      | 76.25              | <u>22.6</u> | 18.9        | 19.3 | 16.5 | 17.3 | 16.3 | 17.0 | 16.9 | 22.6 |
|      | 72.5               | 672         | <u>956</u>  | 498  | 467  | 491  | 487  | 508  | 484  | 956  |
|      | 68.8               | 695         | <u>982</u>  | 519  | 482  | 505  | 502  | 526  | 503  | 982  |
|      | 65.0               | 1780        | <u>2560</u> | 1300 | 1260 | 1380 | 1330 | 1340 | 1280 | 2560 |
|      | 60.8               | 1820        | <u>2610</u> | 1350 | 1280 | 1350 | 1340 | 1370 | 1330 | 2610 |
|      | 56.5               | 3280        | <u>4760</u> | 2390 | 2330 | 2510 | 2450 | 2460 | 2470 | 4760 |
|      | 52.3               | 3360        | <u>4850</u> | 2460 | 2390 | 2520 | 2510 | 2510 | 2550 | 4850 |
|      | 48.0               | 4480        | <u>6600</u> | 3280 | 3290 | 3460 | 3470 | 3430 | 3530 | 6600 |
|      | 40.2               | 4610        | <u>6760</u> | 3400 | 3390 | 3560 | 3580 | 3530 | 3670 | 6760 |
| 38.2 | 6090               | <u>8720</u> | 4520        | 4380 | 4720 | 4620 | 4550 | 5120 | 8720 |      |

注：下線部分は最大値を示す。



表 3-11 最大応答軸力一覧表（基準地震動 S<sub>s</sub>，筒身部）

| 部位  | T. M. S. L.<br>(m) | 最大応答軸力 (kN)       |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   | 最大値  |
|-----|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------|
|     |                    | S <sub>s</sub> -1 | S <sub>s</sub> -2 | S <sub>s</sub> -3 | S <sub>s</sub> -4 | S <sub>s</sub> -5 | S <sub>s</sub> -6 | S <sub>s</sub> -7 | S <sub>s</sub> -8 |      |
| 筒身部 | 85.0               |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |      |
|     | 80.0               | <u>55.7</u>       | 43.5              | 46.4              | 38.4              | 39.2              | 40.1              | 41.0              | 43.2              | 55.7 |
|     | 76.25              | <u>130</u>        | 102               | 109               | 90.0              | 91.8              | 93.9              | 96.0              | 101               | 130  |
|     | 72.5               | <u>366</u>        | 287               | 305               | 253               | 258               | 263               | 269               | 284               | 366  |
|     | 65.0               | <u>437</u>        | 343               | 364               | 302               | 309               | 315               | 321               | 338               | 437  |
|     | 56.5               | <u>565</u>        | 446               | 471               | 392               | 401               | 406               | 415               | 435               | 565  |
|     | 48.0               | <u>668</u>        | 530               | 556               | 465               | 477               | 484               | 489               | 511               | 668  |
|     | 40.2               | <u>874</u>        | 702               | 732               | 615               | 632               | 643               | 639               | 661               | 874  |
|     | 38.2               | <u>1110</u>       | 904               | 945               | 802               | 814               | 835               | 822               | 822               | 1110 |

注：下線部分は最大値を示す。

表 3-12 最大応答曲げモーメント一覧表（基準地震動 S<sub>s</sub>，R2 通り-R<sub>C</sub> 通り間支柱材）

| 部位   | T. M. S. L.<br>(m) | 最大応答曲げモーメント (kN・m) |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   | 最大値  |
|------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------|
|      |                    | S <sub>s</sub> -1  | S <sub>s</sub> -2 | S <sub>s</sub> -3 | S <sub>s</sub> -4 | S <sub>s</sub> -5 | S <sub>s</sub> -6 | S <sub>s</sub> -7 | S <sub>s</sub> -8 |      |
| 鉄塔部  | 80.0               | 0.00               | <u>0.00</u>       | 0.00              | 0.00              | 0.00              | 0.00              | 0.00              | 0.00              | 0.00 |
|      | 76.25              | 19.0               | <u>24.4</u>       | 13.8              | 12.6              | 13.5              | 13.3              | 13.6              | 13.9              | 24.4 |
|      | 72.5               | <u>42.2</u>        | 41.6              | 31.4              | 18.4              | 20.7              | 20.3              | 19.6              | 30.5              | 42.2 |
|      | 68.8               | 79.2               | <u>89.3</u>       | 58.3              | 43.9              | 49.4              | 46.2              | 50.2              | 58.9              | 89.3 |
|      | 65.0               | 106                | <u>107</u>        | 79.2              | 46.3              | 52.7              | 51.4              | 49.7              | 73.9              | 107  |
|      | 60.8               | 62.4               | <u>67.6</u>       | 46.4              | 33.9              | 35.8              | 36.1              | 38.1              | 41.9              | 67.6 |
|      | 56.5               | <u>285</u>         | 277               | 211               | 125               | 136               | 138               | 133               | 211               | 285  |
|      | 52.3               | 455                | <u>509</u>        | 336               | 233               | 269               | 247               | 265               | 358               | 509  |
|      | 48.0               | 442                | <u>458</u>        | 329               | 199               | 213               | 223               | 218               | 331               | 458  |
|      | 40.2               | 224                | <u>233</u>        | 165               | 115               | 116               | 129               | 116               | 166               | 233  |
| 38.2 | <u>2270</u>        | 2160               | 1660              | 1050              | 1100              | 1120              | 1040              | 2040              | 2270              |      |

注：下線部分は最大値を示す。

表 3-13 最大応答曲げモーメント一覧表 (基準地震動  $S_{s, R1}$  通り  $-R_C$  通り間支柱材)

| 部位   | T. M. S. L.<br>(m) | 最大応答曲げモーメント (kN・m) |             |      |      |      |      |      |      | 最大値  |
|------|--------------------|--------------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
|      |                    | Ss-1               | Ss-2        | Ss-3 | Ss-4 | Ss-5 | Ss-6 | Ss-7 | Ss-8 |      |
| 鉄塔部  | 80.0               | 0.00               | <u>0.00</u> | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
|      | 76.25              | 18.6               | <u>21.5</u> | 13.5 | 10.5 | 10.8 | 11.0 | 11.2 | 13.5 | 21.5 |
|      | 72.5               | 38.4               | <u>58.6</u> | 27.0 | 32.6 | 34.4 | 34.2 | 32.7 | 25.9 | 58.6 |
|      | 68.8               | 72.9               | <u>95.2</u> | 52.2 | 51.4 | 54.1 | 53.8 | 53.4 | 51.5 | 95.2 |
|      | 65.0               | 97.2               | <u>149</u>  | 70.7 | 82.8 | 87.2 | 86.8 | 82.7 | 65.5 | 149  |
|      | 60.8               | 62.3               | <u>86.1</u> | 46.4 | 50.1 | 51.8 | 52.7 | 49.9 | 41.9 | 86.1 |
|      | 56.5               | 263                | <u>398</u>  | 190  | 215  | 228  | 225  | 215  | 187  | 398  |
|      | 52.3               | 428                | <u>536</u>  | 303  | 275  | 295  | 288  | 287  | 318  | 536  |
|      | 48.0               | 423                | <u>645</u>  | 301  | 352  | 379  | 372  | 365  | 298  | 645  |
|      | 40.2               | 218                | <u>313</u>  | 159  | 177  | 189  | 187  | 186  | 153  | 313  |
| 38.2 | 2290               | <u>2930</u>        | 1640        | 1590 | 1800 | 1670 | 1630 | 1890 | 2930 |      |

注：下線部分は最大値を示す。

表 3-14 最大応答曲げモーメント一覧表 (基準地震動  $S_{s, R1}$  通り  $-R_D$  通り間支柱材)

| 部位   | T. M. S. L.<br>(m) | 最大応答曲げモーメント (kN・m) |             |      |      |      |      |      |      | 最大値  |
|------|--------------------|--------------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
|      |                    | Ss-1               | Ss-2        | Ss-3 | Ss-4 | Ss-5 | Ss-6 | Ss-7 | Ss-8 |      |
| 鉄塔部  | 80.0               | 0.00               | <u>0.00</u> | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
|      | 76.25              | 18.6               | <u>23.9</u> | 13.5 | 12.1 | 13.2 | 12.8 | 13.2 | 13.5 | 23.9 |
|      | 72.5               | 39.8               | <u>40.4</u> | 29.2 | 19.8 | 17.7 | 20.7 | 19.3 | 29.0 | 40.4 |
|      | 68.8               | 72.9               | <u>87.8</u> | 52.2 | 40.6 | 42.5 | 44.1 | 48.1 | 53.2 | 87.8 |
|      | 65.0               | <u>103</u>         | <u>103</u>  | 75.7 | 50.2 | 45.6 | 53.3 | 50.4 | 73.5 | 103  |
|      | 60.8               | <u>67.2</u>        | 66.9        | 50.1 | 35.4 | 32.0 | 38.3 | 39.1 | 46.6 | 67.2 |
|      | 56.5               | 264                | <u>271</u>  | 196  | 133  | 116  | 140  | 125  | 197  | 271  |
|      | 52.3               | 428                | <u>487</u>  | 303  | 218  | 240  | 237  | 254  | 318  | 487  |
|      | 48.0               | 450                | <u>464</u>  | 334  | 221  | 188  | 231  | 211  | 331  | 464  |
|      | 40.2               | 224                | <u>235</u>  | 172  | 130  | 121  | 139  | 126  | 153  | 235  |
| 38.2 | <u>2290</u>        | 1970               | 1640        | 978  | 1080 | 1070 | 1140 | 1890 | 2290 |      |

注：下線部分は最大値を示す。

表 3-15 最大応答曲げモーメント一覧表（基準地震動  $S_s$ ,  $R_2$  通り  $-R_D$  通り間支柱材）

| 部位   | T. M. S. L.<br>(m) | 最大応答曲げモーメント (kN・m) |             |         |         |         |         |         |         | 最大値  |
|------|--------------------|--------------------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
|      |                    | $S_s-1$            | $S_s-2$     | $S_s-3$ | $S_s-4$ | $S_s-5$ | $S_s-6$ | $S_s-7$ | $S_s-8$ |      |
| 鉄塔部  | 80.0               | 0.00               | <u>0.00</u> | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00 |
|      | 76.25              | 19.0               | <u>22.0</u> | 13.8    | 10.4    | 10.9    | 11.0    | 11.3    | 13.9    | 22.0 |
|      | 72.5               | 42.2               | <u>59.4</u> | 31.4    | 29.1    | 30.7    | 30.4    | 31.3    | 30.5    | 59.4 |
|      | 68.8               | 79.2               | <u>99.5</u> | 58.3    | 46.9    | 51.1    | 49.5    | 54.7    | 58.9    | 99.5 |
|      | 65.0               | 106                | <u>150</u>  | 79.2    | 73.6    | 79.9    | 77.3    | 80.7    | 73.9    | 150  |
|      | 60.8               | 67.2               | <u>85.7</u> | 50.1    | 45.2    | 47.8    | 47.6    | 50.4    | 46.6    | 85.7 |
|      | 56.5               | 285                | <u>400</u>  | 211     | 196     | 207     | 205     | 209     | 211     | 400  |
|      | 52.3               | 455                | <u>555</u>  | 336     | 254     | 283     | 268     | 285     | 358     | 555  |
|      | 48.0               | 449                | <u>636</u>  | 333     | 323     | 346     | 342     | 346     | 331     | 636  |
|      | 40.2               | 224                | <u>296</u>  | 170     | 153     | 166     | 166     | 171     | 166     | 296  |
| 38.2 | 2270               | <u>3120</u>        | 1660        | 1740    | 1920    | 1820    | 1770    | 2040    | 3120    |      |

注：下線部分は最大値を示す。

表 3-16 最大応答曲げモーメント一覧表（基準地震動  $S_s$ , 筒身部）

| 部位  | T. M. S. L.<br>(m) | 最大応答曲げモーメント (kN・m) |             |         |         |         |         |         |         | 最大値  |
|-----|--------------------|--------------------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
|     |                    | $S_s-1$            | $S_s-2$     | $S_s-3$ | $S_s-4$ | $S_s-5$ | $S_s-6$ | $S_s-7$ | $S_s-8$ |      |
| 筒身部 | 85.0               | 0.00               | <u>0.00</u> | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00 |
|     | 80.0               | 939                | <u>1150</u> | 631     | 605     | 664     | 623     | 787     | 707     | 1150 |
|     | 76.25              | 2290               | <u>2860</u> | 1600    | 1450    | 1590    | 1490    | 1890    | 1740    | 2860 |
|     | 72.5               | 2000               | <u>2580</u> | 1540    | 1380    | 1590    | 1470    | 1880    | 1410    | 2580 |
|     | 65.0               | 2600               | <u>3040</u> | 1920    | 1710    | 1900    | 1820    | 2220    | 1810    | 3040 |
|     | 56.5               | 3030               | <u>4200</u> | 2350    | 2260    | 2730    | 2430    | 2870    | 2550    | 4200 |
|     | 48.0               | 5020               | <u>6460</u> | 3220    | 3120    | 3850    | 3460    | 3890    | 4580    | 6460 |
|     | 39.0               | <u>1890</u>        | <u>1890</u> | 1370    | 1060    | 1080    | 1090    | 1120    | 1540    | 1890 |
|     | 38.2               | 2040               | <u>2180</u> | 1510    | 1280    | 1190    | 1330    | 1320    | 1770    | 2180 |

注：下線部分は最大値を示す。

4. 建屋応答の不確かさを考慮した検討に用いる地震動

主排気筒の建屋応答の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定結果を表4-1に示す。地震動の選定にあたり、基本ケースにおける建屋応答の確認は、以下の資料に基づき実施した。

- ・ V-2-7-2-1 「主排気筒の耐震性についての計算書」

表 4-1 建屋応答の不確かさを考慮した検討に用いる地震動

| 建屋名  | 建屋応答の不確かさを考慮した検討に用いる地震動 |
|------|-------------------------|
|      | 基準地震動 $S_s$             |
| 主排気筒 | $S_s-1, S_s-2, S_s-8$   |

別紙3-2 原子炉建屋の材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

## 目 次

1. 概要 ..... 別紙 3-2-1
2. 地震応答解析結果 ..... 別紙 3-2-1

## 1. 概要

本資料は、主排気筒を対象とし、「原子炉建屋の地震応答計算書に関する補足説明資料」のうち、別紙3「地震応答解析における材料物性の不確かさに関する検討」に基づく原子炉建屋の応答を入力地震動として、原子炉建屋の材料物性の不確かさ（以下「建屋応答の不確かさ」という。）を考慮した地震応答解析結果について示すものである。

建屋応答の不確かさを考慮した検討に用いる地震動は、主排気筒の応答への影響が大きいSs-1、Ss-2及びSs-8である（別紙3-1「原子炉建屋の材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について」参照）。

入力地震動、固有値解析結果及びSs-1による地震応答解析の結果は、別紙3「地震応答解析における原子炉建屋の材料物性の不確かさに関する検討」に示している。

本資料では、Ss-2及びSs-8による地震応答解析結果について示す。

## 2. 地震応答解析結果

入力地震動の組合せを表2-1に、入力地震動の時刻歴波形を図2-1～図2-12に示す。なお、図中の○印は、最大値発生時を示す。Ss-2は、3方向（5成分）（水平2方向（並進・回転）及び鉛直方向）の同時入力とし、Ss-8は、2方向（3成分）（水平1方向（並進・回転）及び鉛直方向）の同時入力とする。なお、Ss-2のケース2以外の全ケース、Ss-8のケース3及びケース6において誘発上下動を考慮している。

建屋応答の不確かさを考慮したSs-2及びSs-8に対する地震応答解析結果を図2-13～図2-20に示す。なお、図2-17及び図2-20では、以下の支柱材の最大応力を包絡したものを「鉄塔部 支柱材包絡」として示す。

- ・原子炉建屋の<sub>R1</sub>通りと<sub>RC</sub>通りの交点に位置する支柱材
- ・原子炉建屋の<sub>R1</sub>通りと<sub>RD</sub>通りの交点に位置する支柱材
- ・原子炉建屋の<sub>R2</sub>通りと<sub>RC</sub>通りの交点に位置する支柱材
- ・原子炉建屋の<sub>R2</sub>通りと<sub>RD</sub>通りの交点に位置する支柱材

また、制震装置（オイルダンパー）の最大応答値及び許容値を表2-2に示す。

Ss-1の結果と同様にSs-2及びSs-8の結果は、ケース1（基本ケース）に対し、いずれの方向についても、各検討ケースの最大応答加速度、最大応答変位、最大応答軸力、最大応答曲げモーメントはおおむね同等であることを確認した。また、制震装置（オイルダンパー）の最大応答値は許容値以下である。

表2-1 入力地震動の組合せ

(a) Ss-2

| 建屋応答の不確かさ<br>検討ケース                             | 入力地震動の組合せ (Ss-2, 3方向 (5成分) 同時入力) |    |       |    |                        |                  |
|--|----------------------------------|----|-------|----|------------------------|------------------|
|  | 水平方向* <sup>1</sup>               |    |       |    | 鉛直<br>方向* <sup>1</sup> | 備考* <sup>2</sup> |
|  | NS 方向                            |    | EW 方向 |    |                        |                  |
|  | 並進                               | 回転 | 並進    | 回転 | 並進                     |                  |
| ケース 1<br>(基本ケース)                               | ○                                | ○  | ○     | ○  | ○                      |                  |
| ケース 2<br>(建屋剛性+ $\sigma$ ,<br>地盤剛性+ $\sigma$ ) | ○                                | ○  | ○     | ○  | ○                      | —                |
| ケース 3<br>(建屋剛性- $\sigma$ ,<br>地盤剛性- $\sigma$ ) | ○                                | ○  | ○     | ○  | ○                      | 誘発上下動考慮          |
| ケース 4<br>(建屋剛性コア平均)                            | ○                                | ○  | ○     | ○  | ○                      | 誘発上下動考慮          |
| ケース 5<br>(建屋剛性- $2\sigma$ )                    | ○                                | ○  | ○     | ○  | ○                      | 誘発上下動考慮          |
| ケース 6<br>(回転ばね低減)                              | ○                                | ○  | ○     | ○  | ○                      | 誘発上下動考慮          |

注記\*1 : 組み合わせる成分を「○」で, 組み合わせない成分を「—」で示す。

\*2 : 誘発上下動を考慮しない場合は「—」で示す。

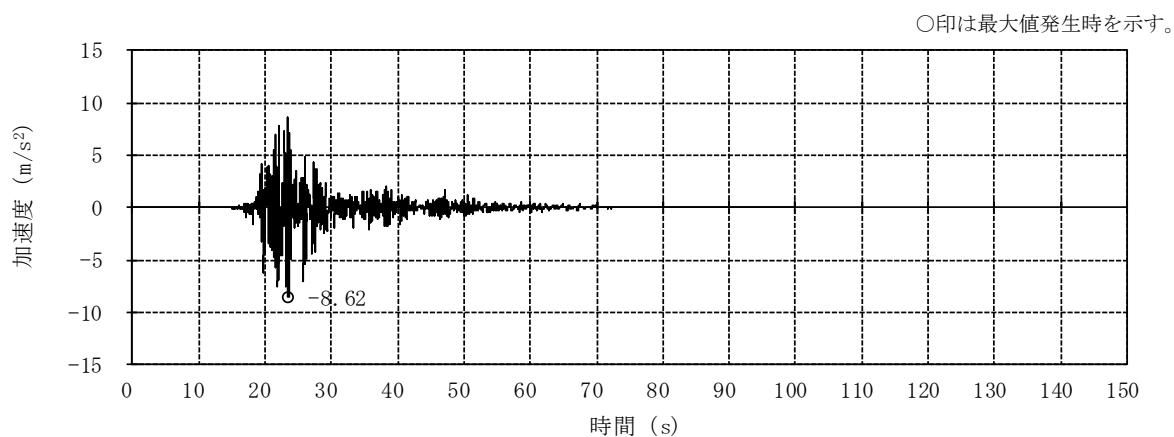
(b) Ss-8

| 建屋応答の不確かさ<br>検討ケース                             | 入力地震動の組合せ (Ss-8, 2方向 (3成分) 同時入力) |    |       |    |                        |                  |
|--|----------------------------------|----|-------|----|------------------------|------------------|
|  | 水平方向* <sup>1</sup>               |    |       |    | 鉛直<br>方向* <sup>1</sup> | 備考* <sup>2</sup> |
|  | NS 方向                            |    | EW 方向 |    |                        |                  |
|  | 並進                               | 回転 | 並進    | 回転 | 並進                     |                  |
| ケース 1<br>(基本ケース)                               | ○                                | ○  | —     | —  | ○                      |                  |
| ケース 2<br>(建屋剛性+ $\sigma$ ,<br>地盤剛性+ $\sigma$ ) | ○                                | ○  | —     | —  | ○                      | —                |
| ケース 3<br>(建屋剛性- $\sigma$ ,<br>地盤剛性- $\sigma$ ) | ○                                | ○  | —     | —  | ○                      | 誘発上下動考慮          |
| ケース 4<br>(建屋剛性コア平均)                            | ○                                | ○  | —     | —  | ○                      | —                |
| ケース 5<br>(建屋剛性- $2\sigma$ )                    | ○                                | ○  | —     | —  | ○                      | —                |
| ケース 6<br>(回転ばね低減)                              | ○                                | ○  | —     | —  | ○                      | 誘発上下動考慮          |

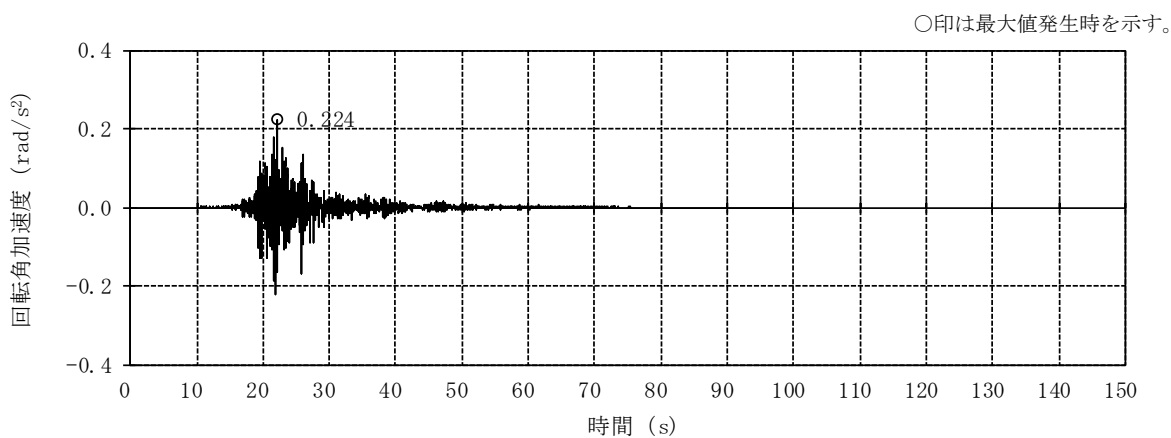
注記\*1 : 組み合わせる成分を「○」で, 組み合わせない成分を「—」で示す。

\*2 : 誘発上下動を考慮しない場合は「—」で示す。

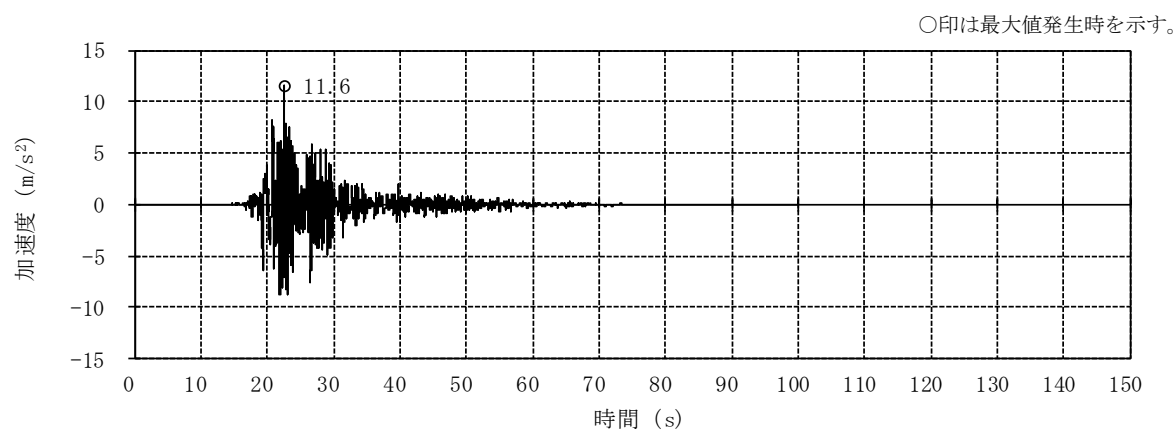




(a) NS方向 並進成分

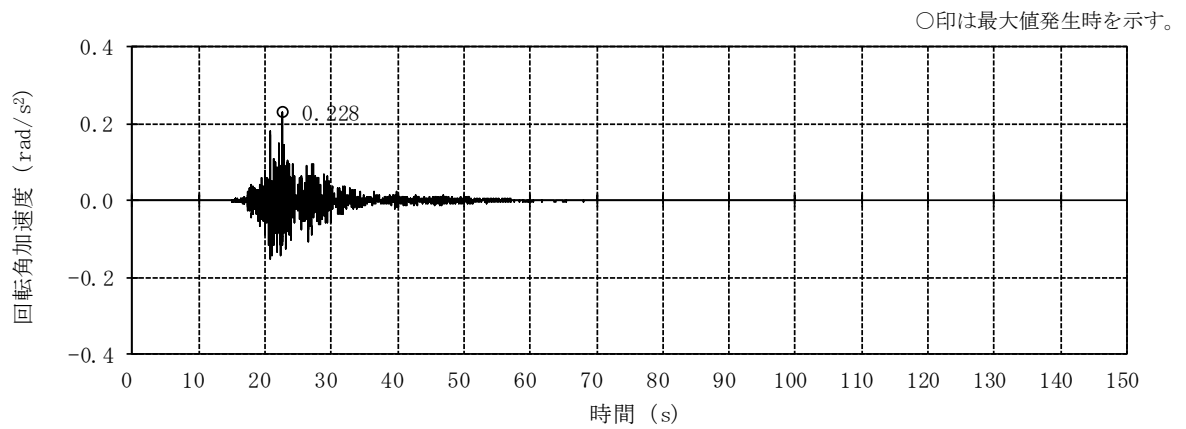


(b) NS方向 回転成分

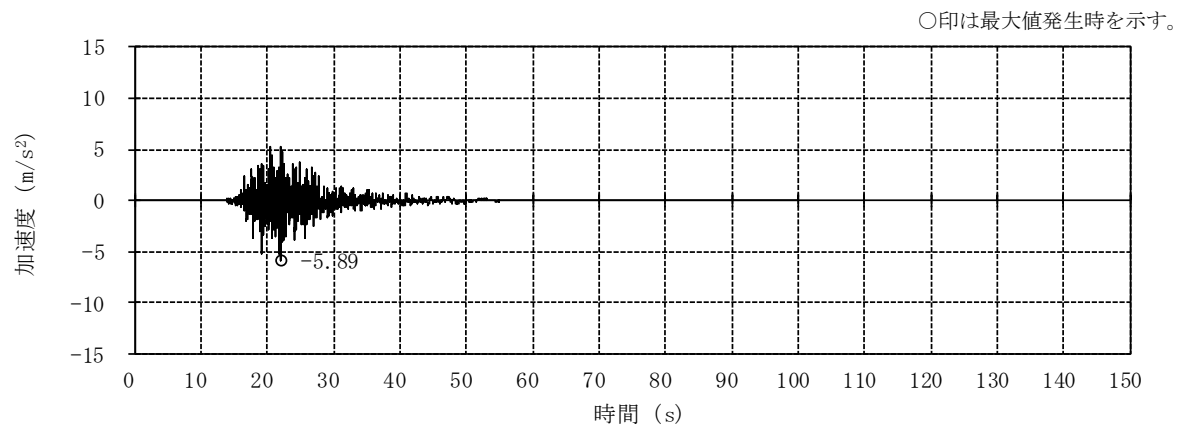


(c) EW方向 並進成分

図2-1 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース1, Ss-2) (1/2)



(d) EW方向 回転成分



(e) 鉛直方向 (誘発上下動考慮)

図2-1 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース1, Ss-2) (2/2)

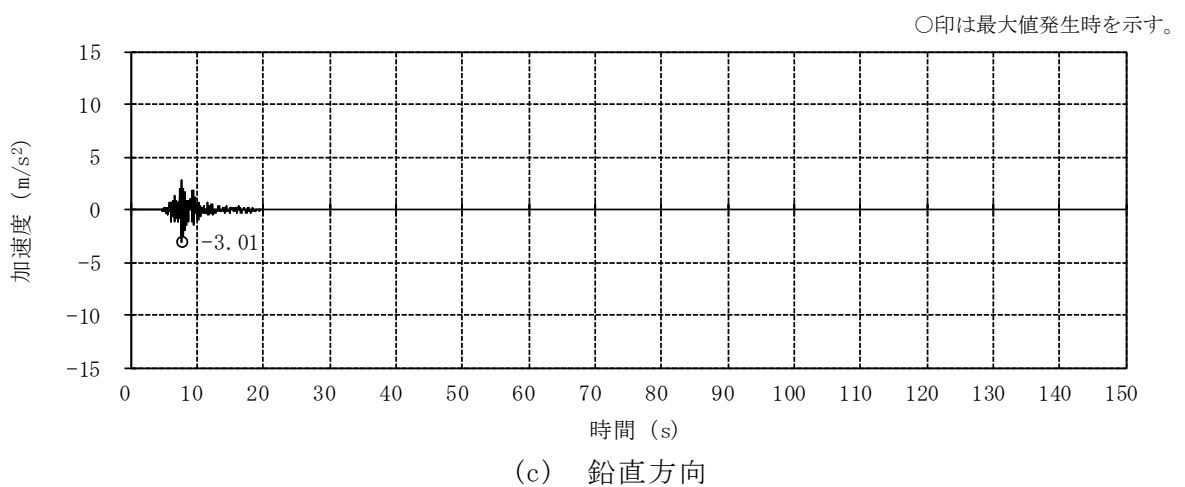
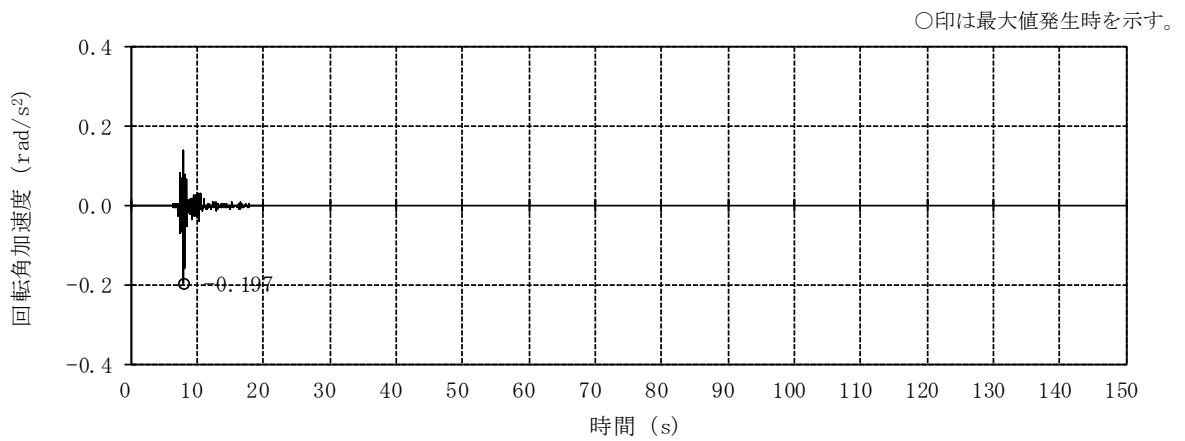
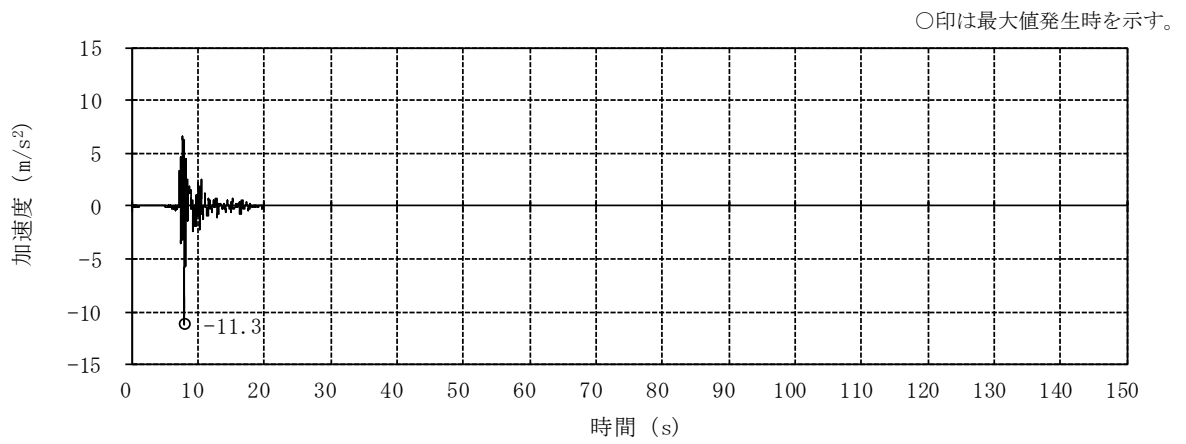
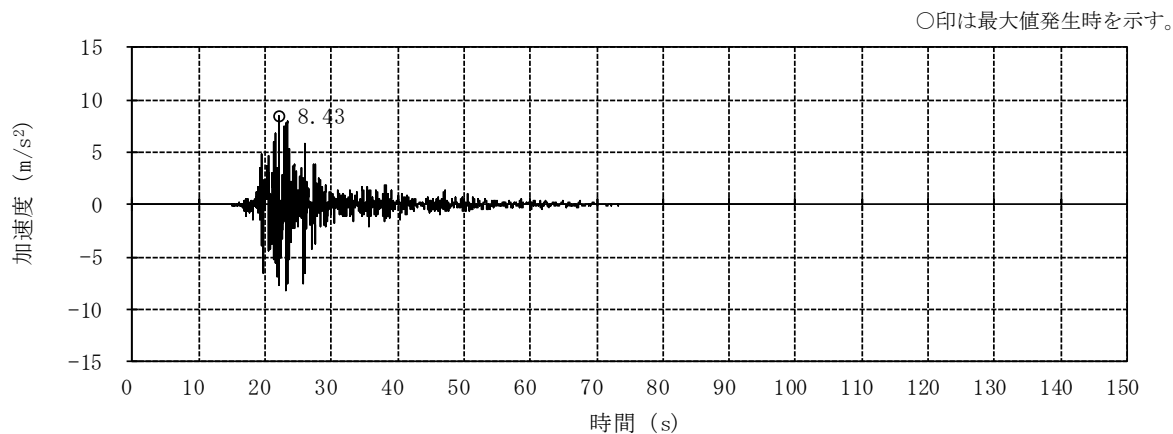
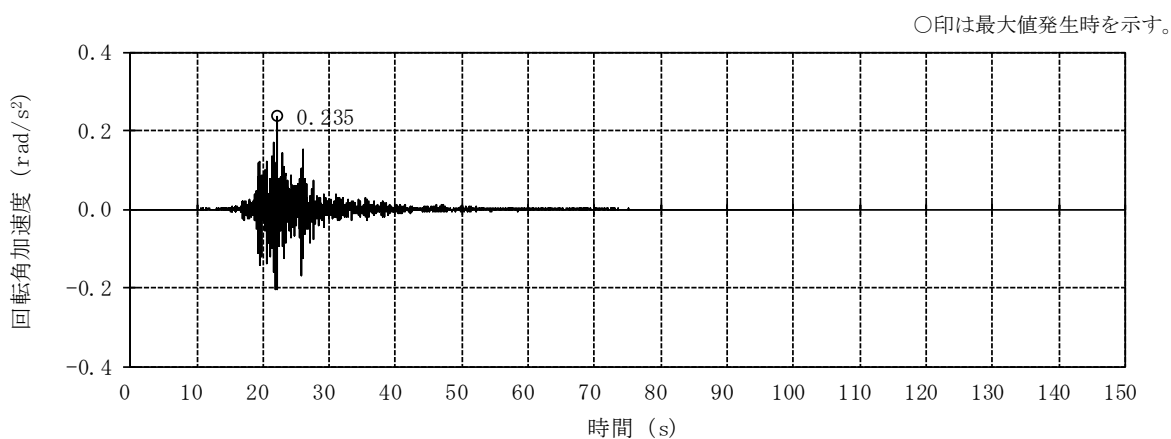


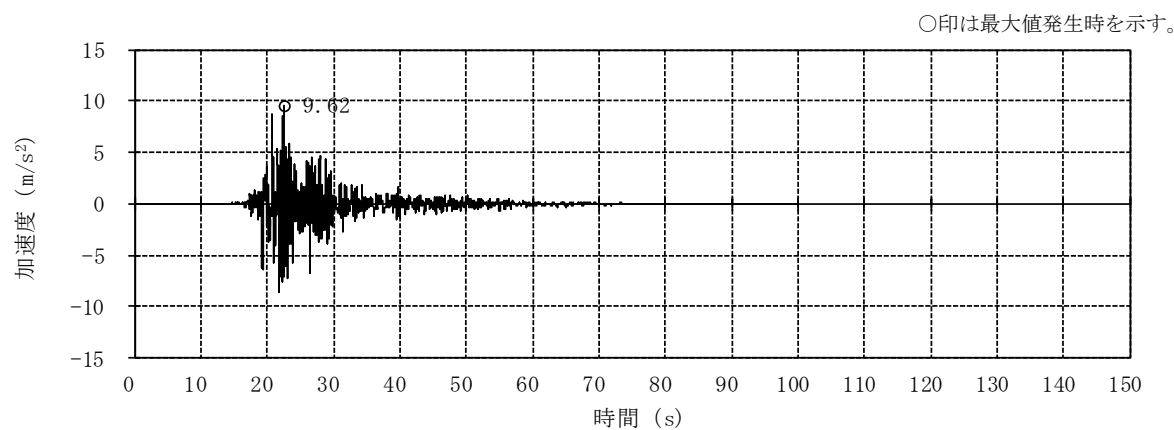
図2-2 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース1, Ss-8)



(a) NS方向 並進成分

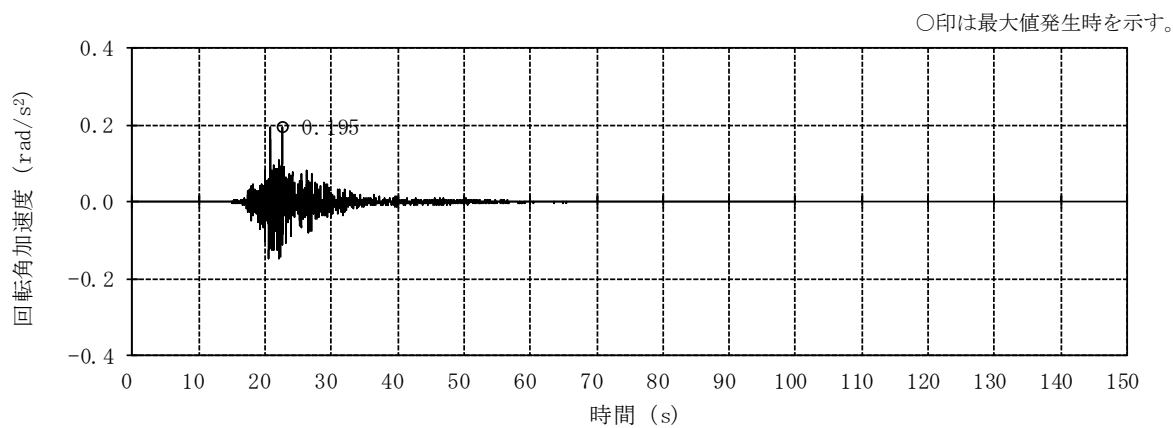


(b) NS方向 回転成分

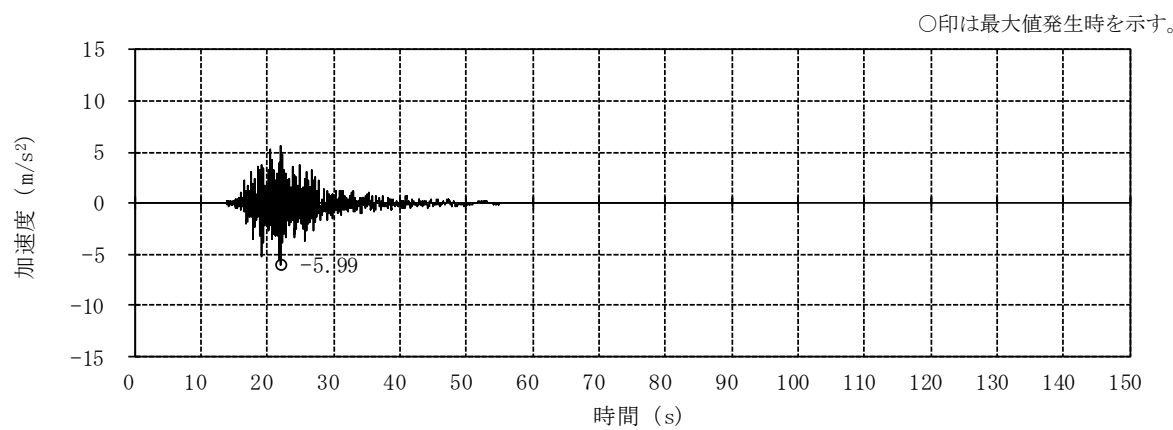


(c) EW方向 並進成分

図2-3 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース2, Ss-2) (1/2)

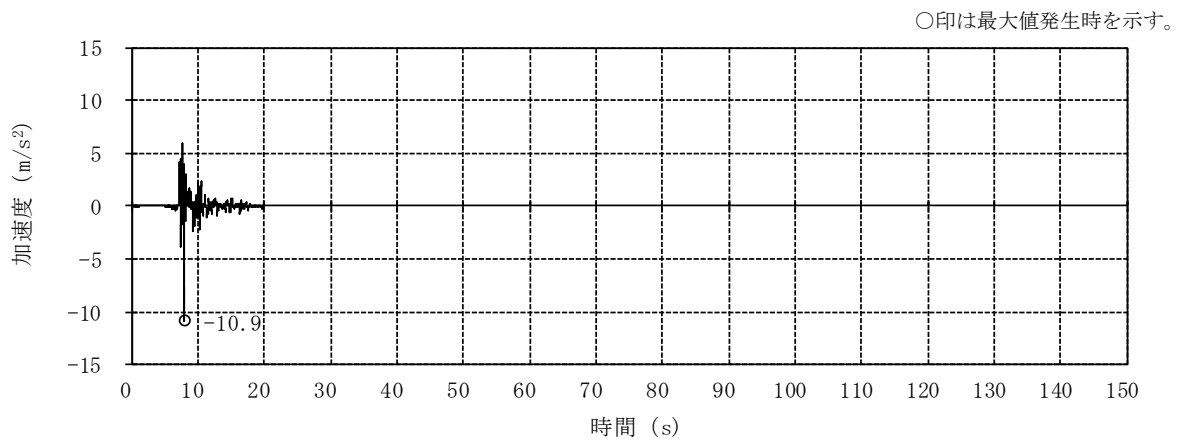


(d) EW方向 回転成分

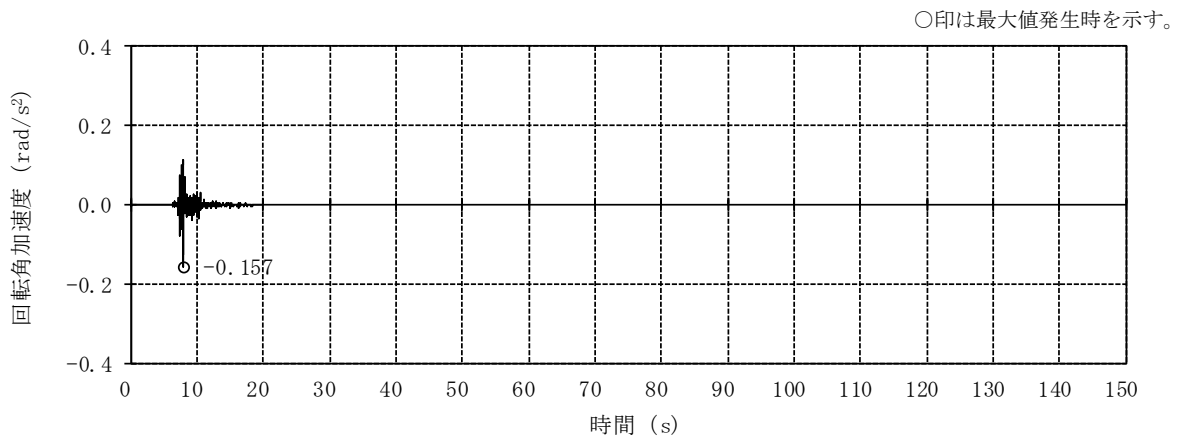


(e) 鉛直方向

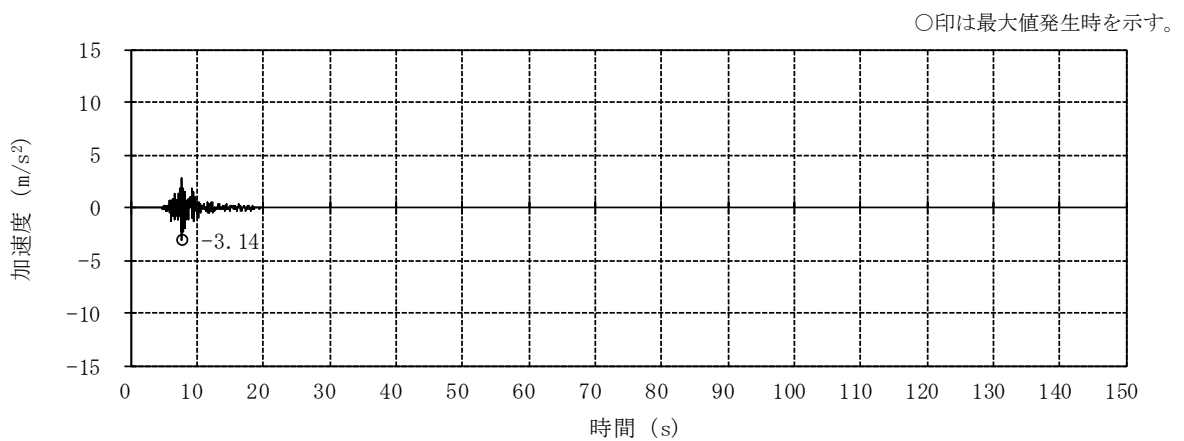
図2-3 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース2, Ss-2) (2/2)



(a) NS方向 並進成分

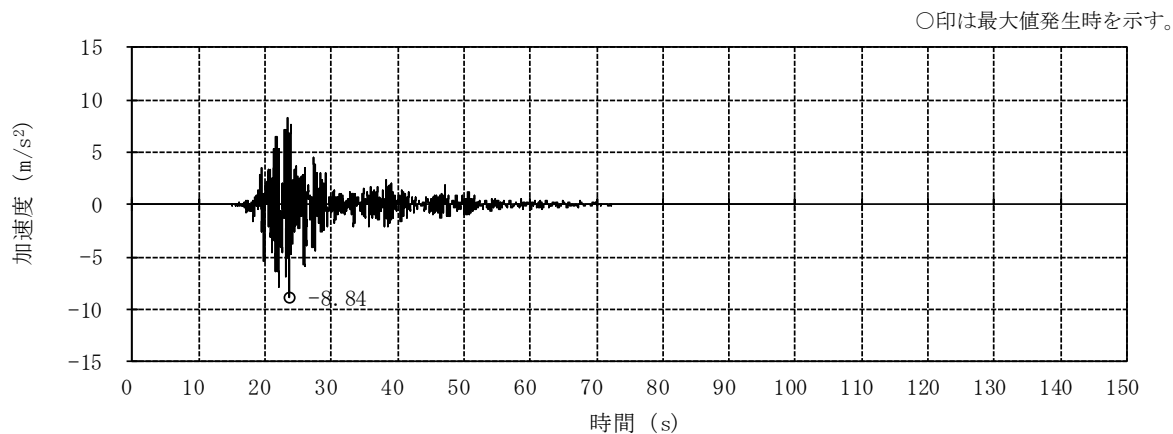


(b) NS方向 回転成分

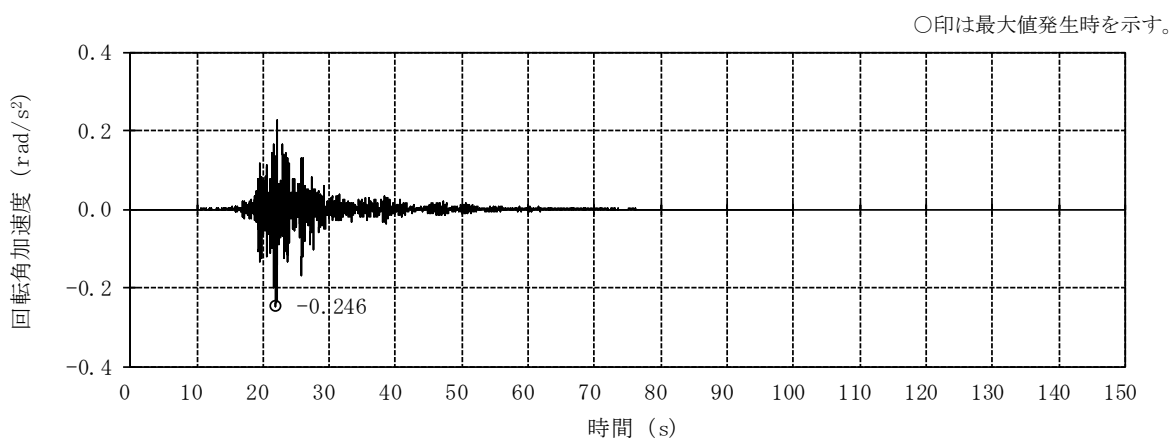


(c) 鉛直方向

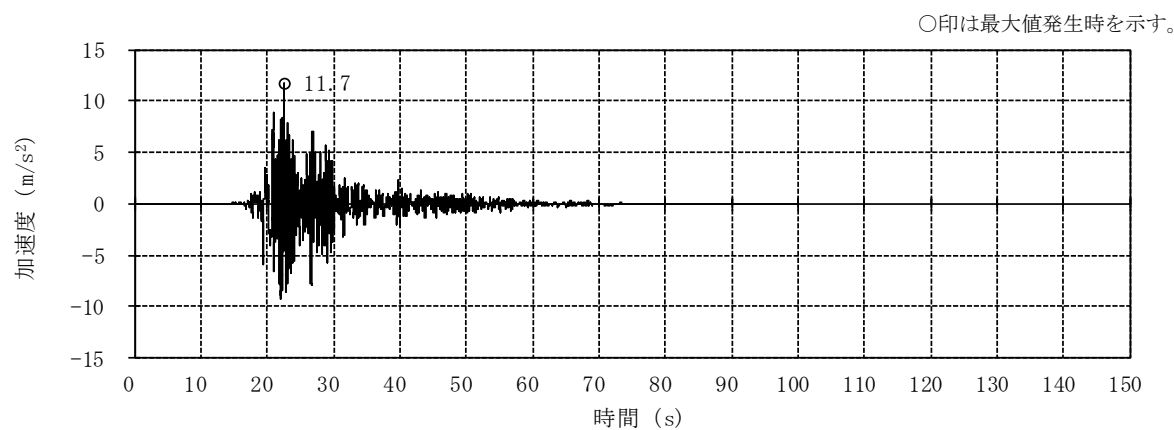
図2-4 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース2, Ss-8)



(a) NS方向 並進成分

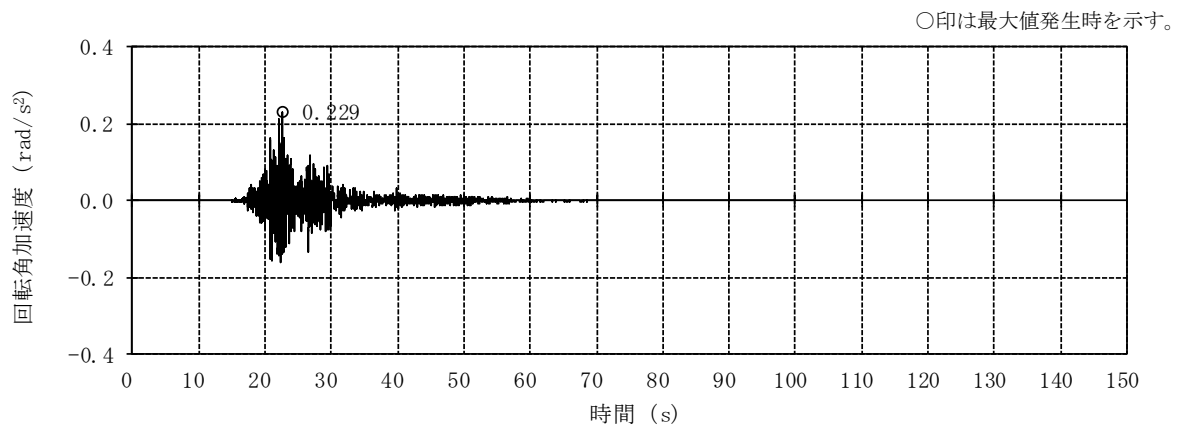


(b) NS方向 回転成分

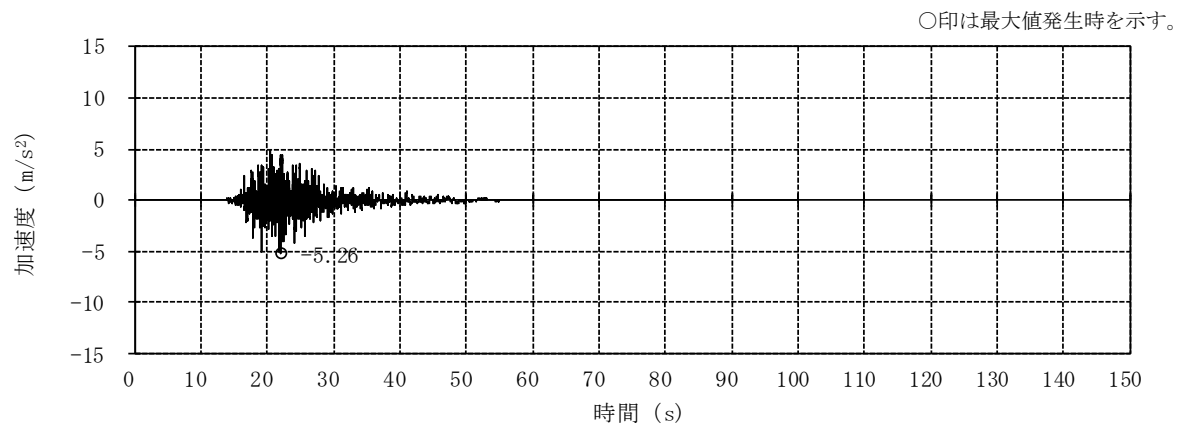


(c) EW方向 並進成分

図2-5 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース3, Ss-2) (1/2)



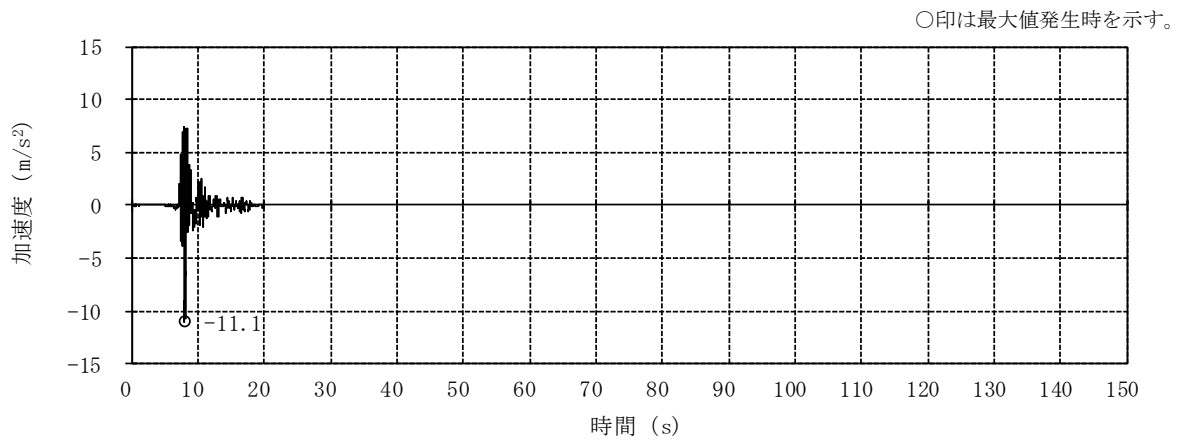
(d) EW方向 回転成分



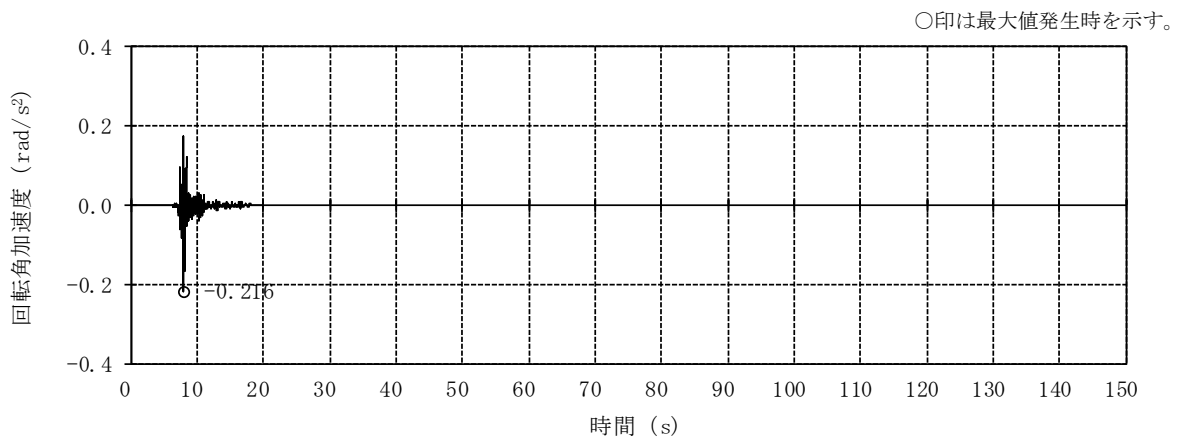
(e) 鉛直方向 (誘発上下動考慮)

図2-5 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース3, Ss-2) (2/2)

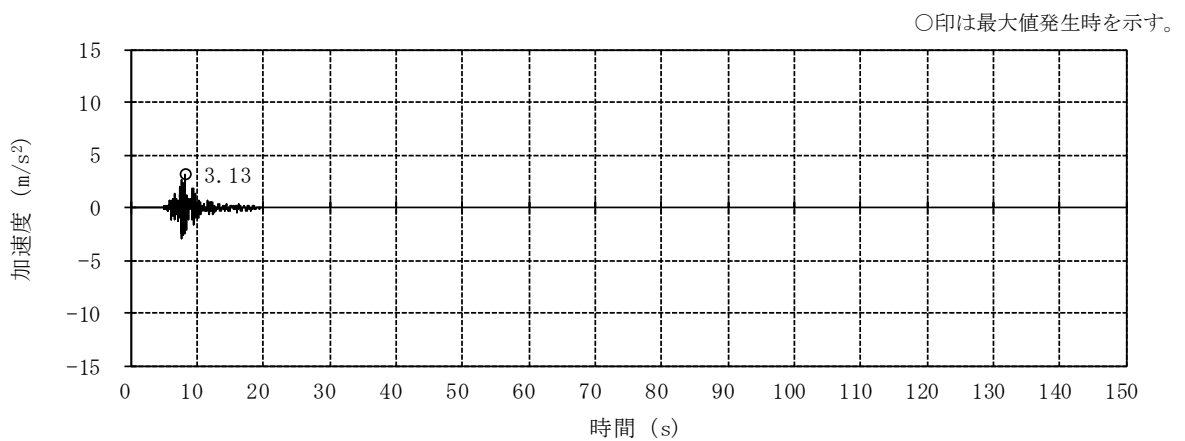




(a) NS方向 並進成分

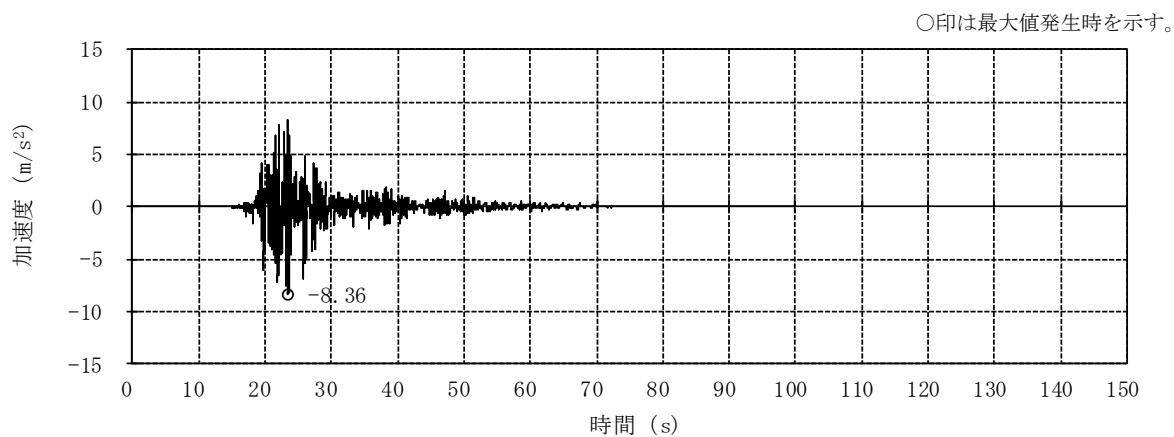


(b) NS方向 回転成分

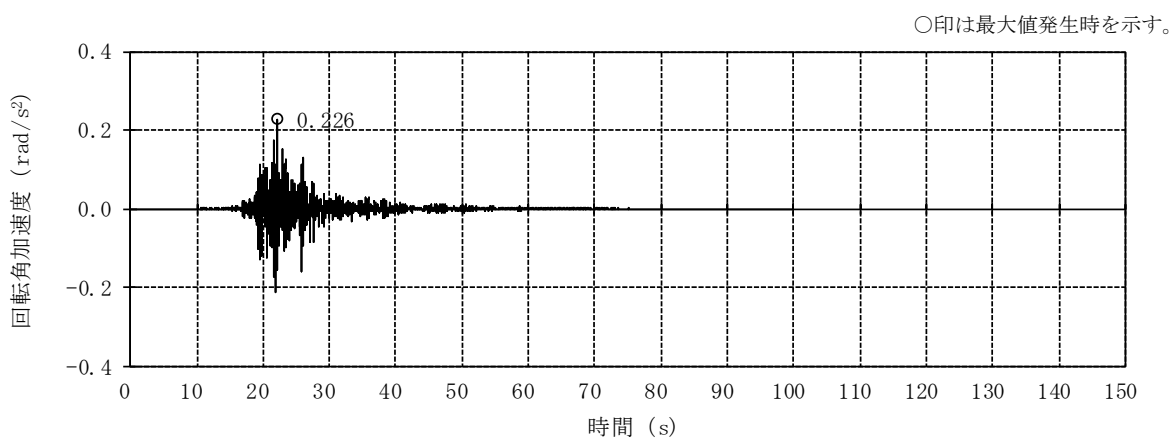


(c) 鉛直方向 (誘発上下動考慮)

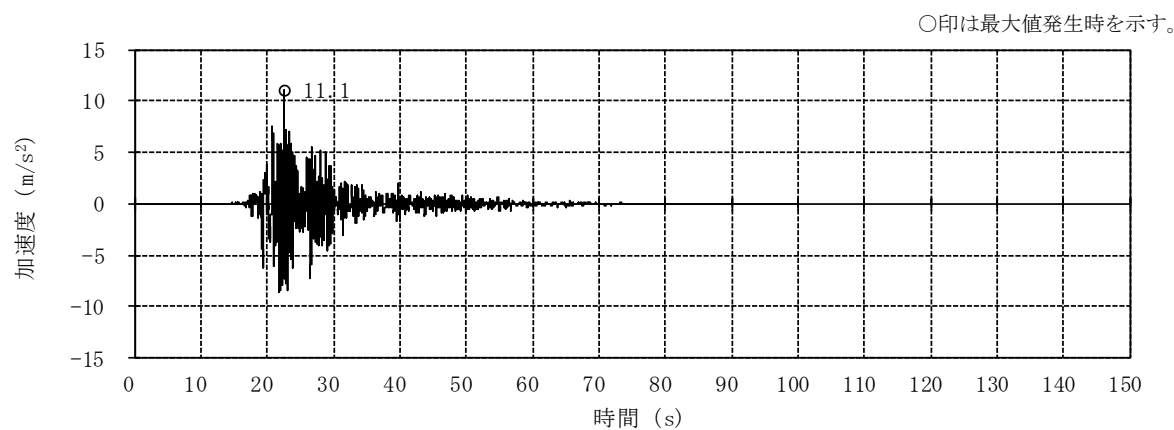
図2-6 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース3, Ss-8)



(a) NS方向 並進成分

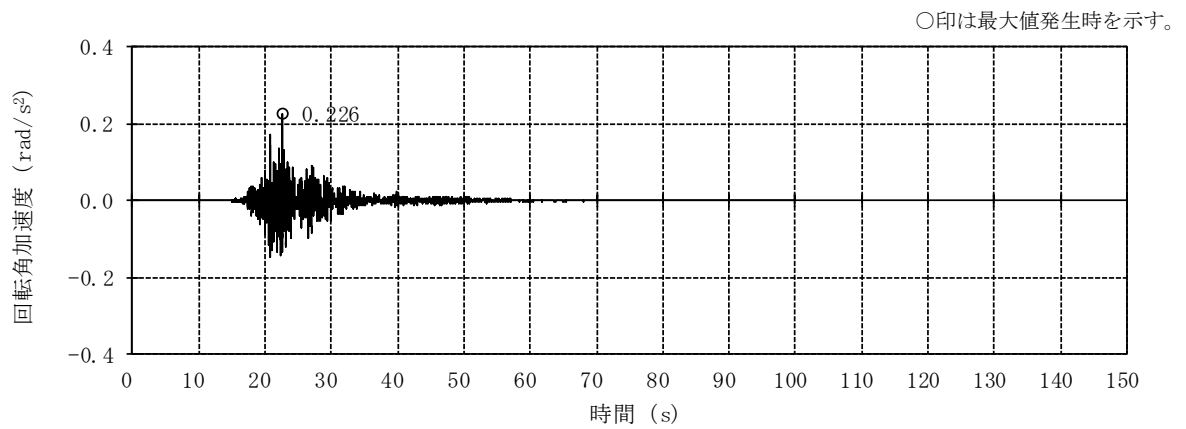


(b) NS方向 回転成分

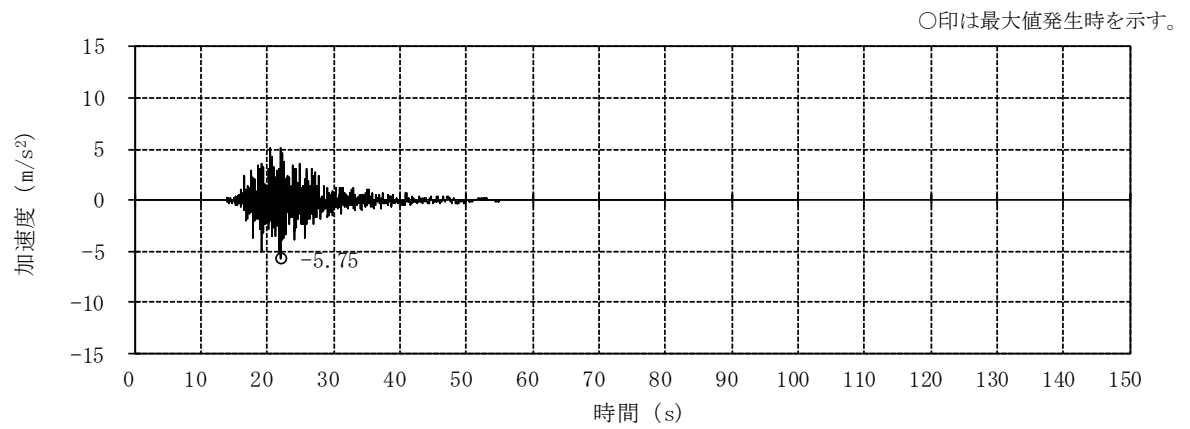


(c) EW方向 並進成分

図2-7 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース4, Ss-2) (1/2)



(d) EW方向 回転成分



(e) 鉛直方向 (誘発上下動考慮)

図2-7 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース4, Ss-2) (2/2)

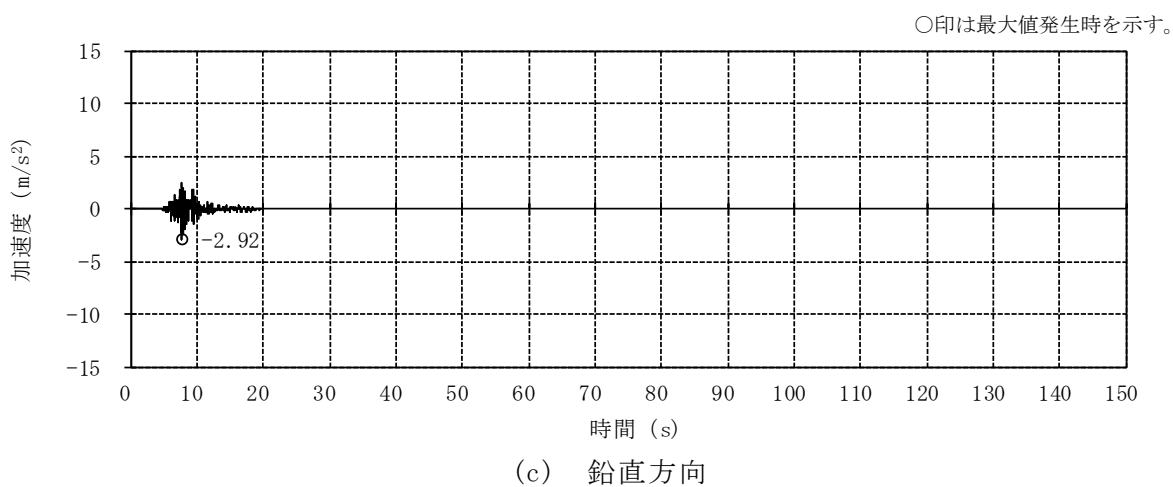
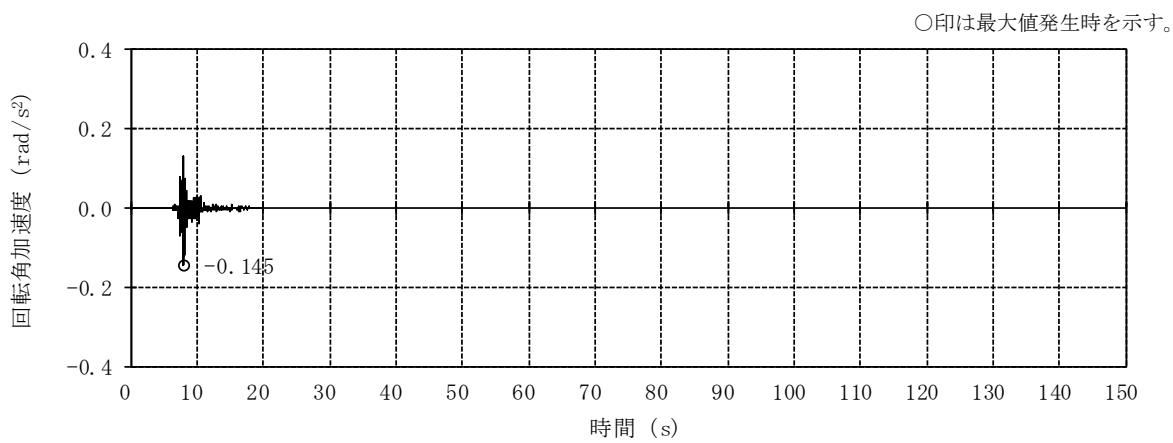
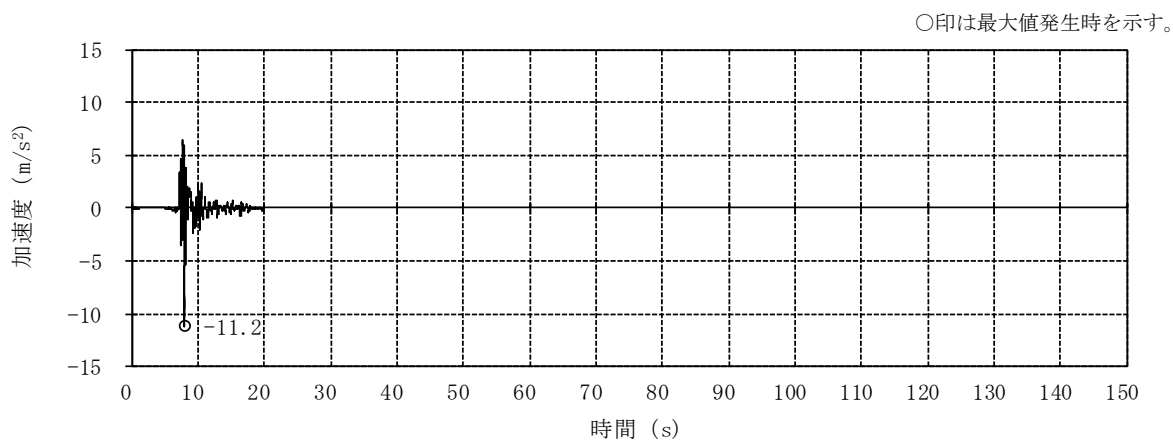
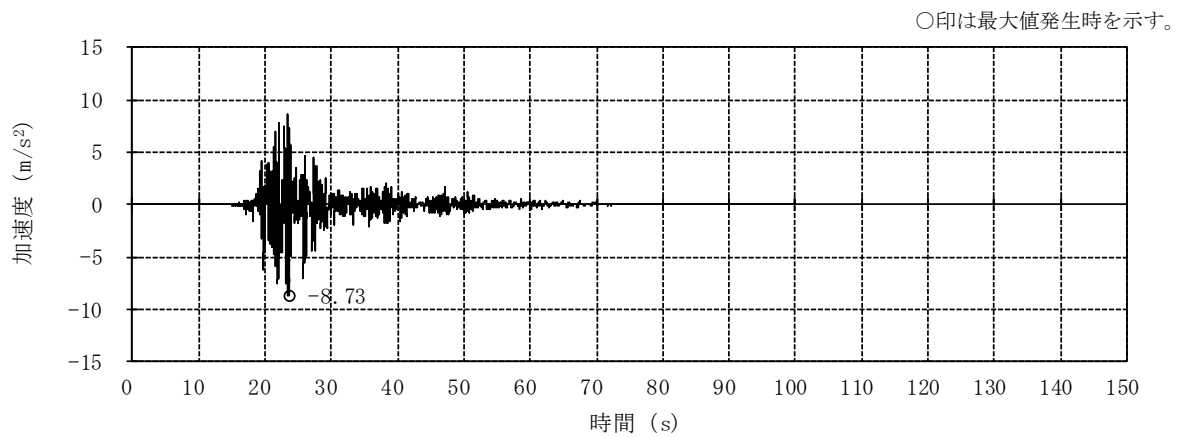
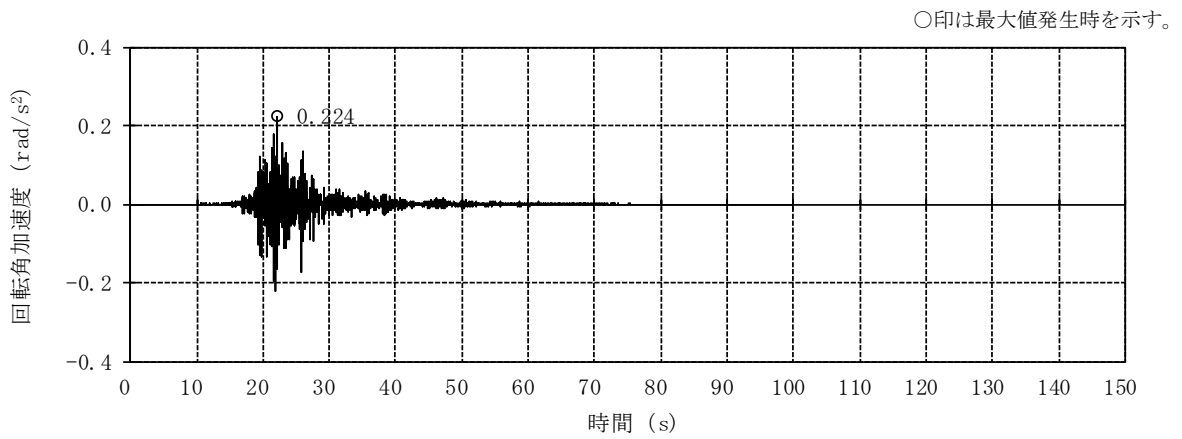


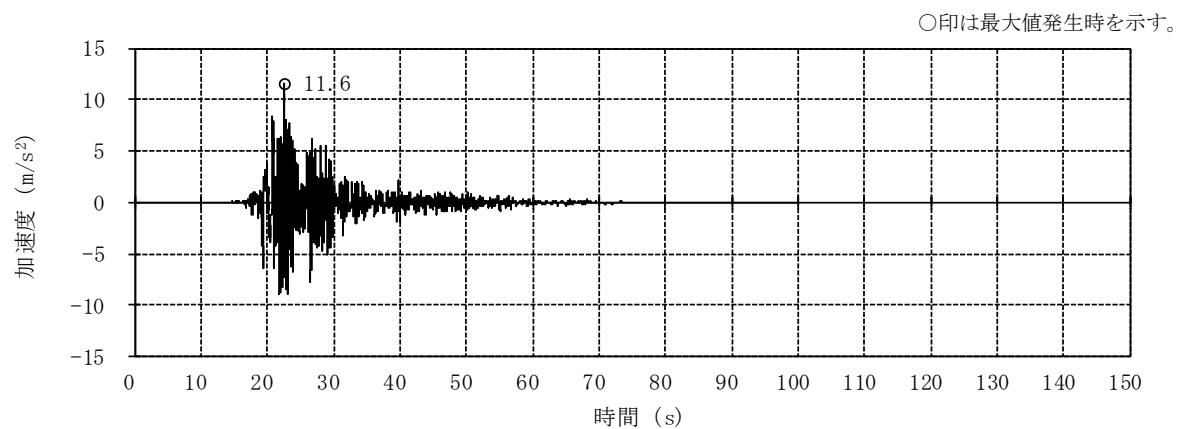
図2-8 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース4, Ss-8)



(a) NS方向 並進成分

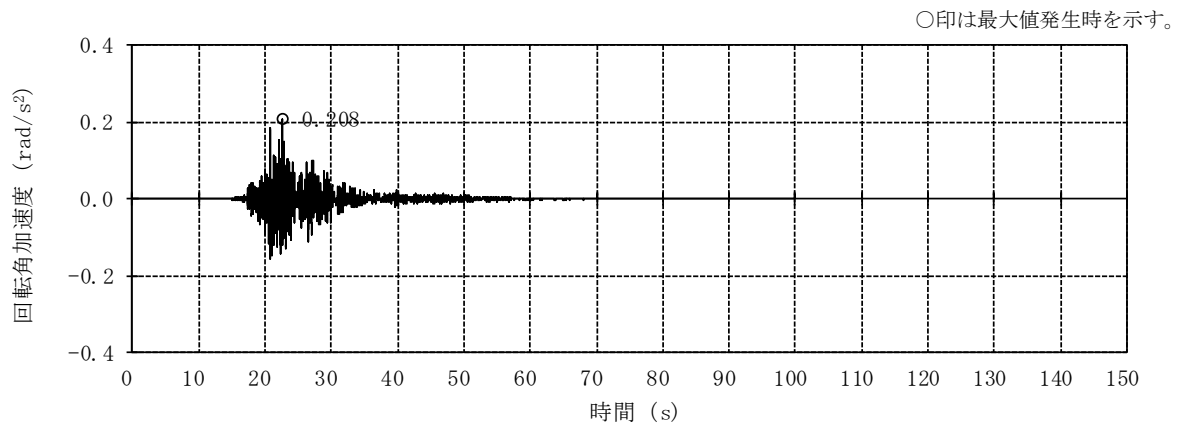


(b) NS方向 回転成分

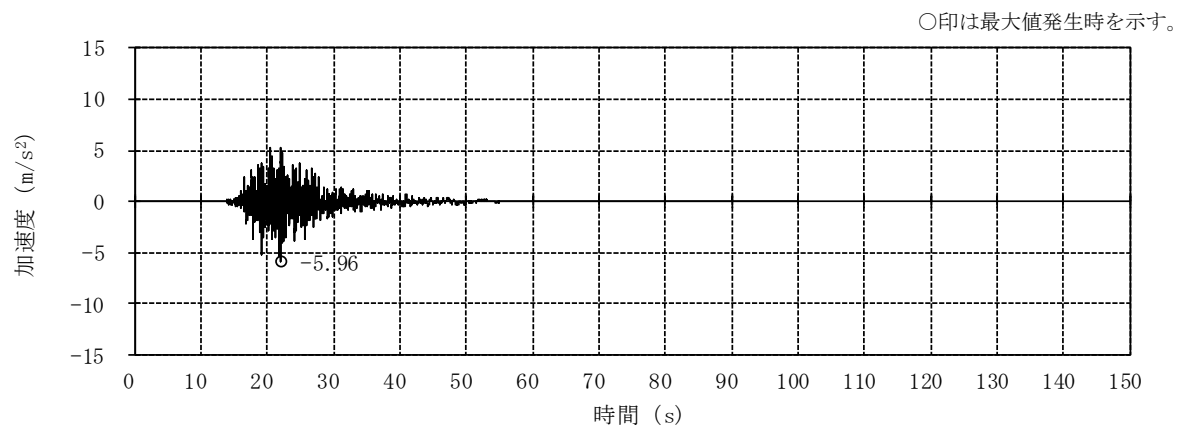


(c) EW方向 並進成分

図2-9 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース5, Ss-2) (1/2)

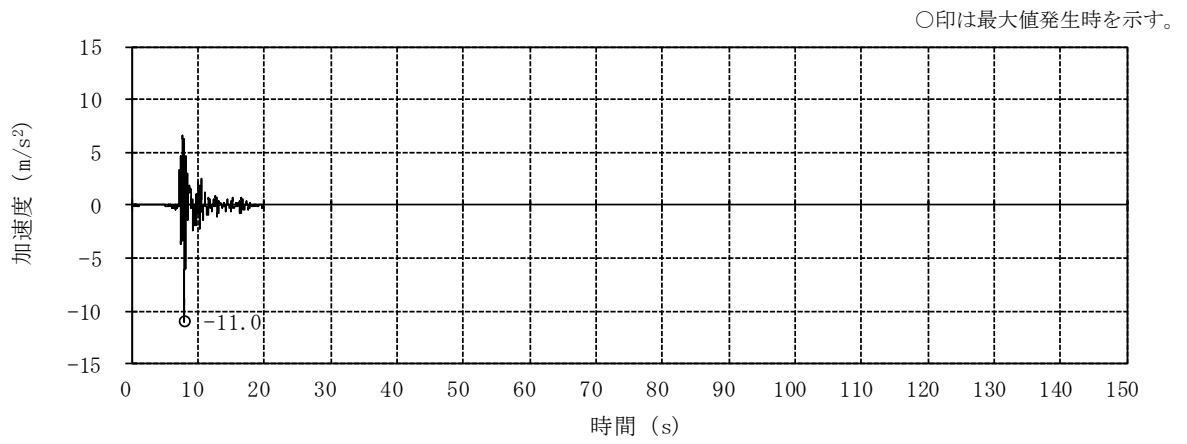


(d) EW方向 回轉成分

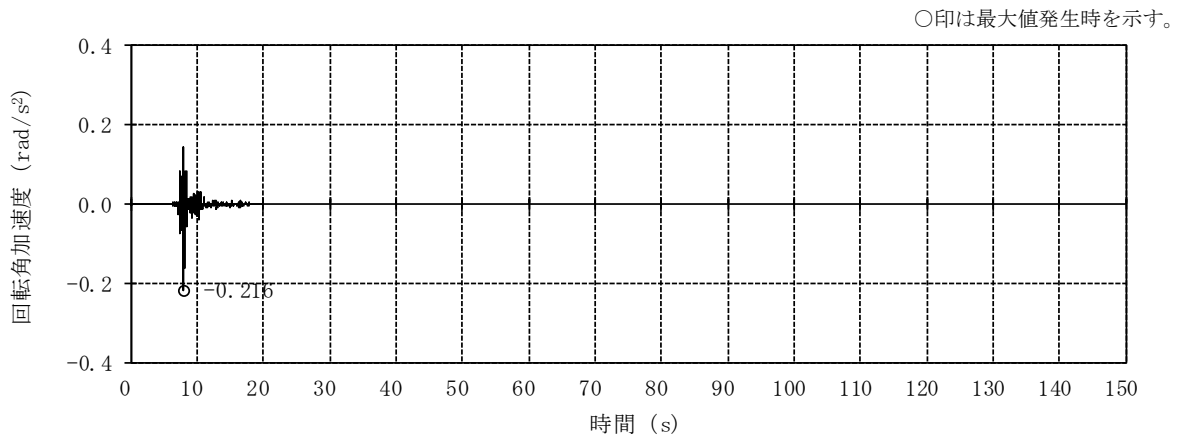


(e) 鉛直方向 (誘発上下動考慮)

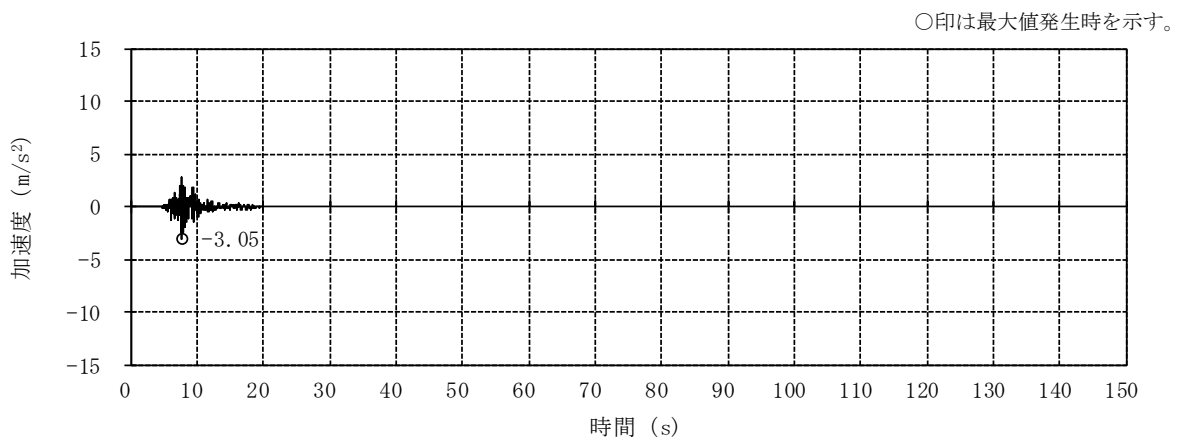
図2-9 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース5, Ss-2) (2/2)



(a) NS方向 並進成分

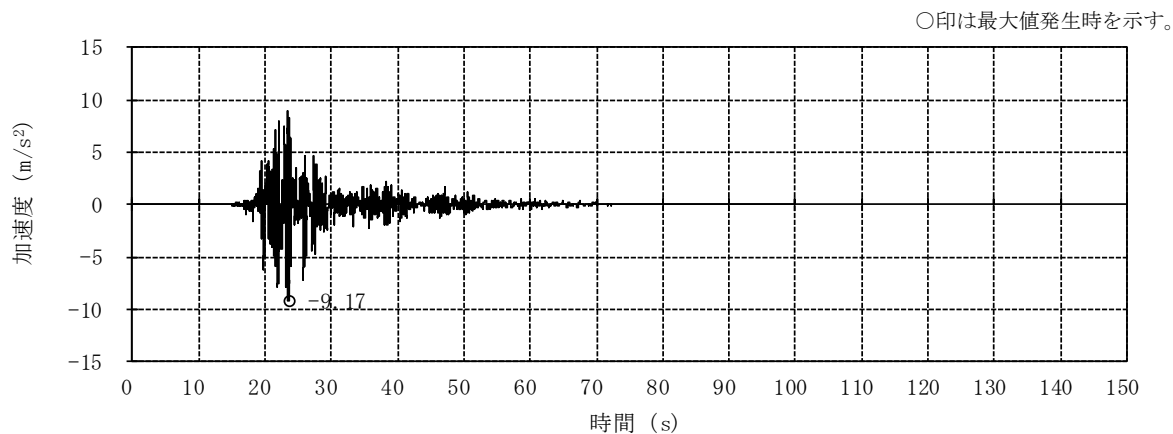


(b) NS方向 回転成分

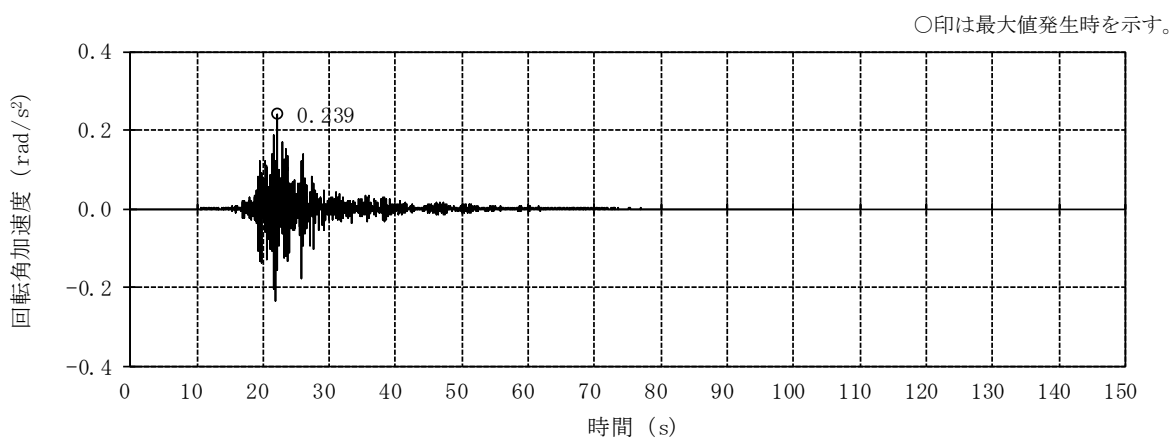


(c) 鉛直方向

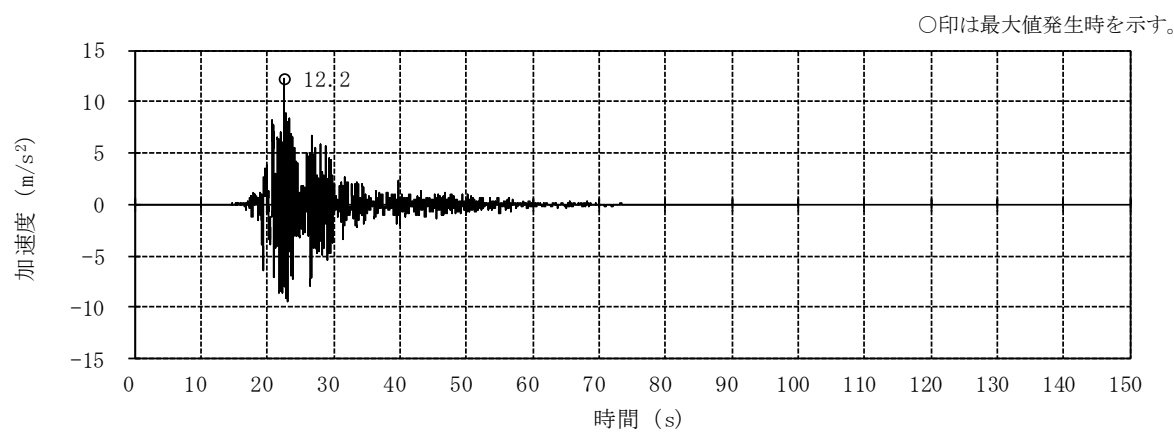
図2-10 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース5,  $S_s=8$ )



(a) NS方向 並進成分



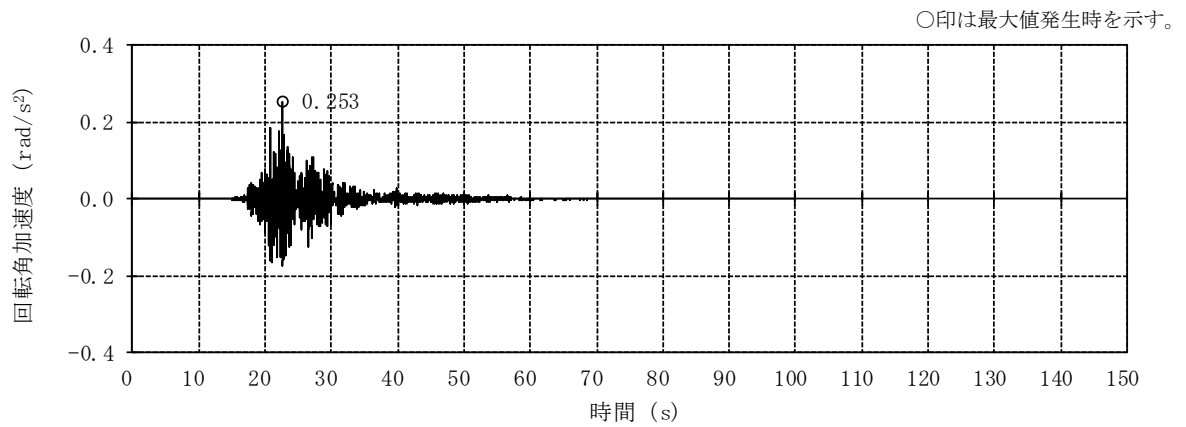
(b) NS方向 回転成分



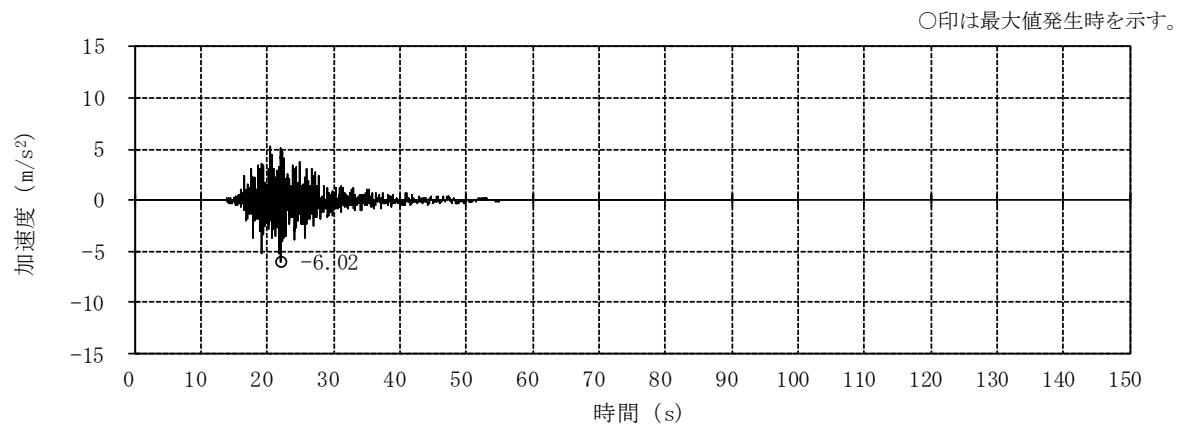
(c) EW方向 並進成分

図2-11 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース6, Ss-2) (1/2)



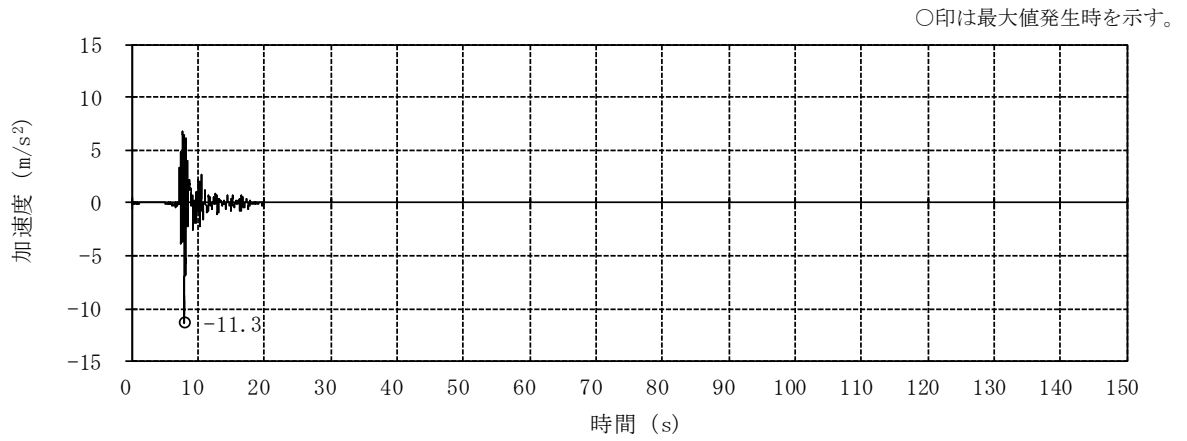


(d) EW方向 回轉成分

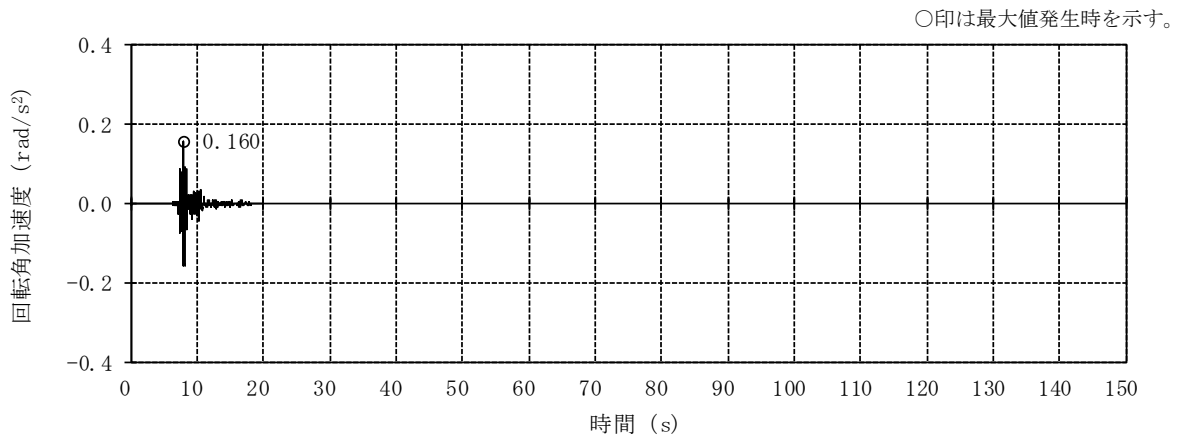


(e) 鉛直方向 (誘発上下動考慮)

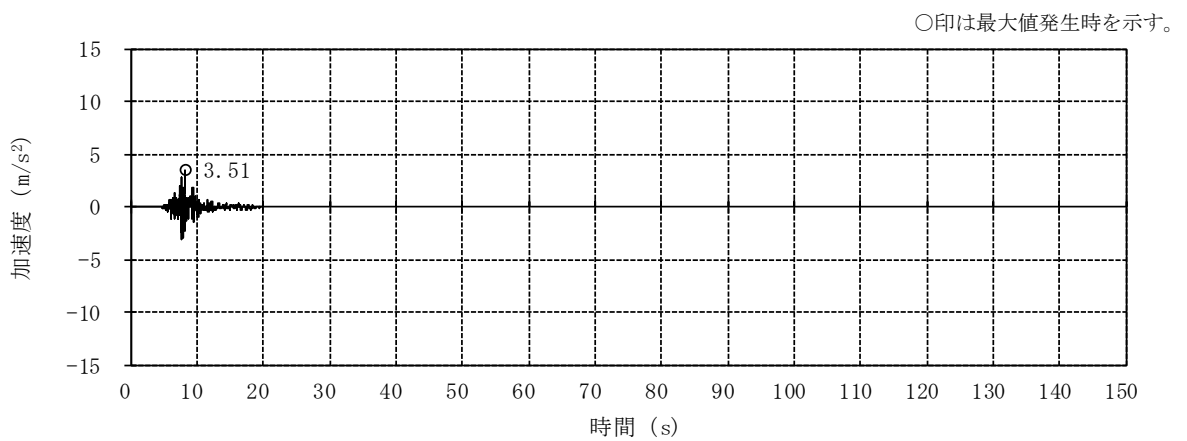
図2-11 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース6, Ss-2) (2/2)



(a) NS方向 並進成分

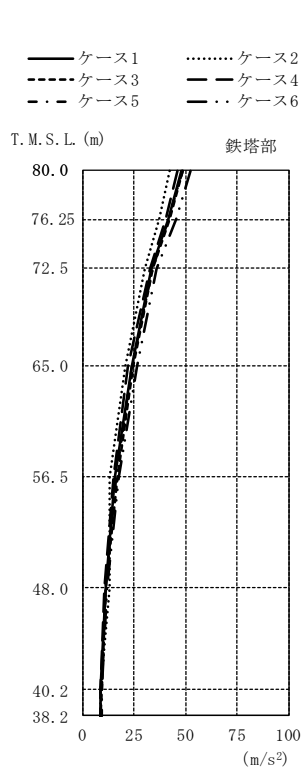


(b) NS方向 回転成分



(c) 鉛直方向 (誘発上下動考慮)

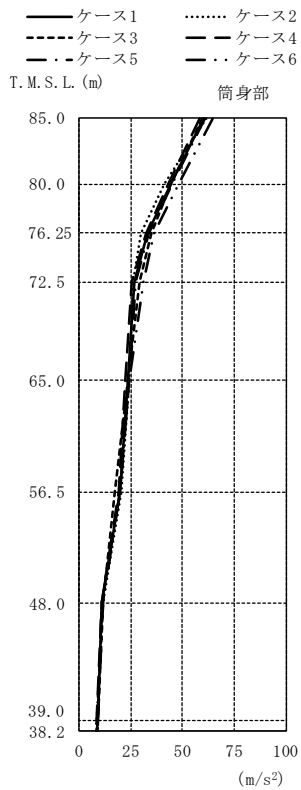
図2-12 入力地震動の加速度時刻歴波形 (ケース6, Ss-8)



| T. M. S. L.<br>(m) | 鉄塔部 (m/s <sup>2</sup> ) |      |      |      |      |      |
|--------------------|-------------------------|------|------|------|------|------|
|                    | ケース1                    | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 |
| 80.0               | 47.9                    | 42.2 | 48.5 | 46.3 | 48.5 | 52.3 |
| 76.25              | 41.4                    | 36.9 | 41.9 | 40.1 | 41.8 | 45.1 |
| 72.5               | 33.5                    | 30.3 | 33.8 | 32.4 | 33.8 | 35.9 |
| 65.0               | 23.6                    | 20.5 | 24.7 | 22.2 | 23.9 | 26.3 |
| 56.5               | 15.7                    | 12.9 | 17.0 | 14.8 | 16.0 | 17.2 |
| 48.0               | 10.9                    | 13.1 | 11.2 | 10.7 | 11.0 | 11.5 |
| 40.2               | 8.85                    | 8.86 | 9.11 | 8.60 | 8.97 | 9.37 |
| 38.2               | 8.62                    | 8.43 | 8.84 | 8.36 | 8.73 | 9.18 |

注：ケース1…工認モデル（基本ケース），ケース2…建屋剛性+ $\sigma$ ・地盤剛性+ $\sigma$ ，  
 ケース3…建屋剛性- $\sigma$ ・地盤剛性- $\sigma$ ，  
 ケース4…建屋剛性コア平均，  
 ケース5…建屋剛性- $2\sigma$ ，ケース6…回転ばね低減

(a) 鉄塔部

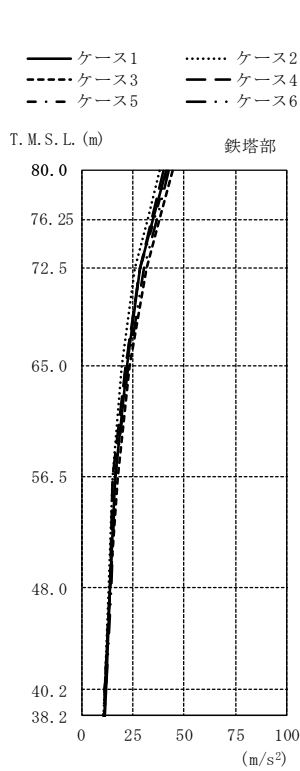


| T. M. S. L.<br>(m) | 筒身部 (m/s <sup>2</sup> ) |      |      |      |      |      |
|--------------------|-------------------------|------|------|------|------|------|
|                    | ケース1                    | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 |
| 85.0               | 60.3                    | 61.3 | 59.7 | 58.0 | 60.9 | 64.7 |
| 80.0               | 44.4                    | 41.0 | 44.5 | 42.9 | 44.9 | 47.9 |
| 76.25              | 33.3                    | 29.9 | 34.8 | 32.4 | 33.7 | 36.4 |
| 72.5               | 26.9                    | 26.1 | 29.5 | 25.2 | 27.5 | 31.4 |
| 65.0               | 23.6                    | 24.2 | 23.7 | 22.4 | 24.0 | 24.2 |
| 56.5               | 19.6                    | 20.4 | 17.2 | 18.8 | 19.7 | 20.0 |
| 48.0               | 11.1                    | 11.8 | 11.4 | 10.8 | 11.2 | 11.7 |
| 39.0               | 8.71                    | 8.60 | 8.93 | 8.43 | 8.82 | 9.25 |
| 38.2               | 8.62                    | 8.43 | 8.84 | 8.36 | 8.73 | 9.18 |

注：ケース1…工認モデル（基本ケース），ケース2…建屋剛性+ $\sigma$ ・地盤剛性+ $\sigma$ ，  
 ケース3…建屋剛性- $\sigma$ ・地盤剛性- $\sigma$ ，  
 ケース4…建屋剛性コア平均，  
 ケース5…建屋剛性- $2\sigma$ ，ケース6…回転ばね低減

(b) 筒身部

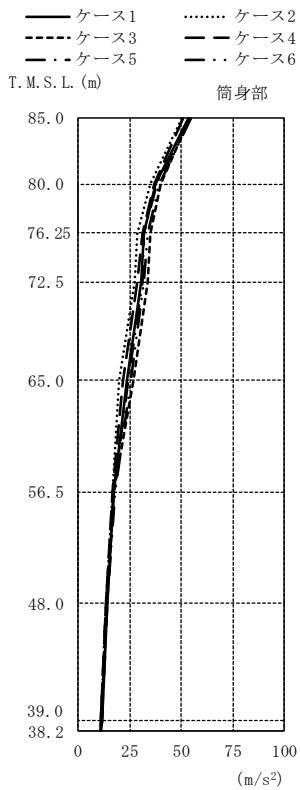
図2-13 最大応答加速度 (Ss-2, NS方向) (1/2)



| T. M. S. L.<br>(m) | 鉄塔部<br>(m/s <sup>2</sup> ) |      |      |      |      |      |
|--------------------|----------------------------|------|------|------|------|------|
|                    | ケース1                       | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 |
| 80.0               | 41.3                       | 38.2 | 44.1 | 39.6 | 41.6 | 42.6 |
| 76.25              | 34.9                       | 32.3 | 37.9 | 33.9 | 35.2 | 36.6 |
| 72.5               | 28.5                       | 26.1 | 31.8 | 28.4 | 28.5 | 30.7 |
| 65.0               | 22.1                       | 19.6 | 23.7 | 21.8 | 21.8 | 23.0 |
| 56.5               | 16.2                       | 15.0 | 17.4 | 15.3 | 16.3 | 16.3 |
| 48.0               | 14.1                       | 13.5 | 14.2 | 13.7 | 14.1 | 14.3 |
| 40.2               | 11.7                       | 11.3 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.7 |
| 38.2               | 11.3                       | 10.9 | 11.1 | 11.2 | 11.0 | 11.3 |

注：ケース1…工認モデル（基本ケース），ケース2…建屋剛性+ $\sigma$ ・地盤剛性+ $\sigma$ ，  
 ケース3…建屋剛性- $\sigma$ ・地盤剛性- $\sigma$ ，  
 ケース4…建屋剛性コア平均，  
 ケース5…建屋剛性- $2\sigma$ ，ケース6…回転ばね低減

(a) 鉄塔部

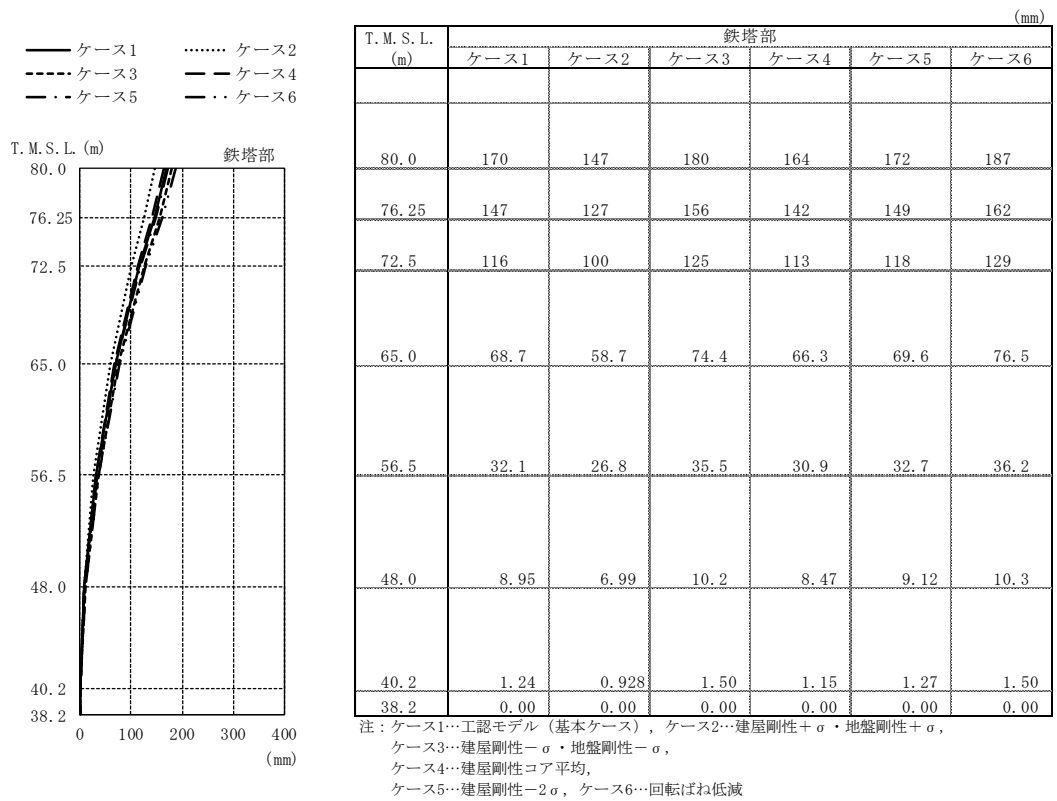


| T. M. S. L.<br>(m) | 筒身部<br>(m/s <sup>2</sup> ) |      |      |      |      |      |
|--------------------|----------------------------|------|------|------|------|------|
|                    | ケース1                       | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 |
| 85.0               | 53.4                       | 50.3 | 54.3 | 50.7 | 54.1 | 54.6 |
| 80.0               | 37.8                       | 35.3 | 40.3 | 36.7 | 38.2 | 39.6 |
| 76.25              | 31.9                       | 28.9 | 35.3 | 31.4 | 32.1 | 33.8 |
| 72.5               | 30.8                       | 27.2 | 34.0 | 29.0 | 31.4 | 32.2 |
| 65.0               | 23.6                       | 20.0 | 26.9 | 21.6 | 24.4 | 25.4 |
| 56.5               | 17.3                       | 16.7 | 17.1 | 16.7 | 17.3 | 17.8 |
| 48.0               | 14.0                       | 13.4 | 14.0 | 13.6 | 13.9 | 14.0 |
| 39.0               | 11.4                       | 11.1 | 11.2 | 11.3 | 11.2 | 11.5 |
| 38.2               | 11.3                       | 10.9 | 11.1 | 11.2 | 11.0 | 11.3 |

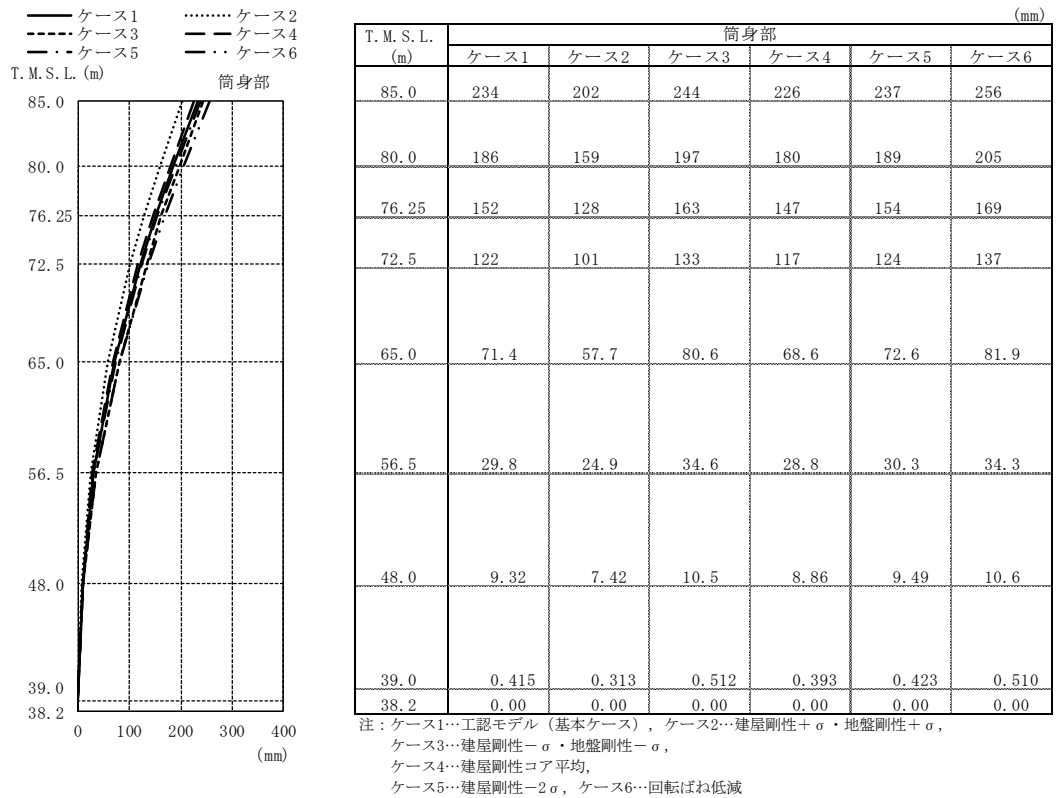
注：ケース1…工認モデル（基本ケース），ケース2…建屋剛性+ $\sigma$ ・地盤剛性+ $\sigma$ ，  
 ケース3…建屋剛性- $\sigma$ ・地盤剛性- $\sigma$ ，  
 ケース4…建屋剛性コア平均，  
 ケース5…建屋剛性- $2\sigma$ ，ケース6…回転ばね低減

(b) 筒身部

図2-13 最大応答加速度 (Ss-8, NS方向) (2/2)

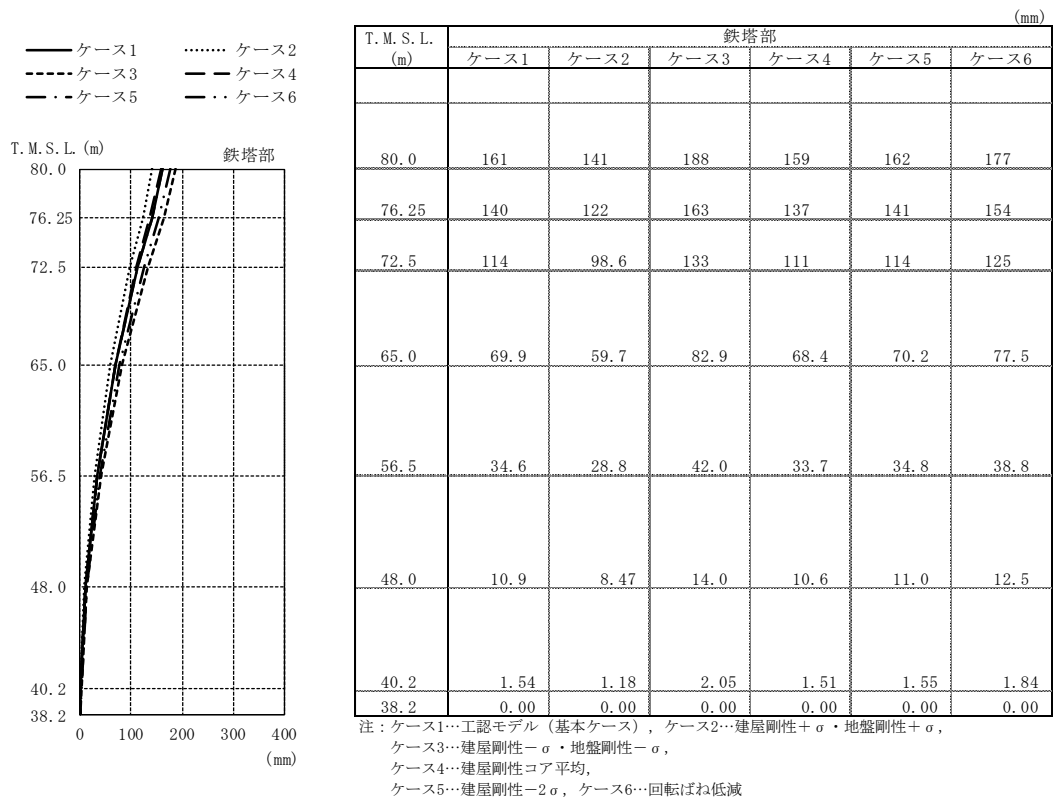


(a) 鉄塔部

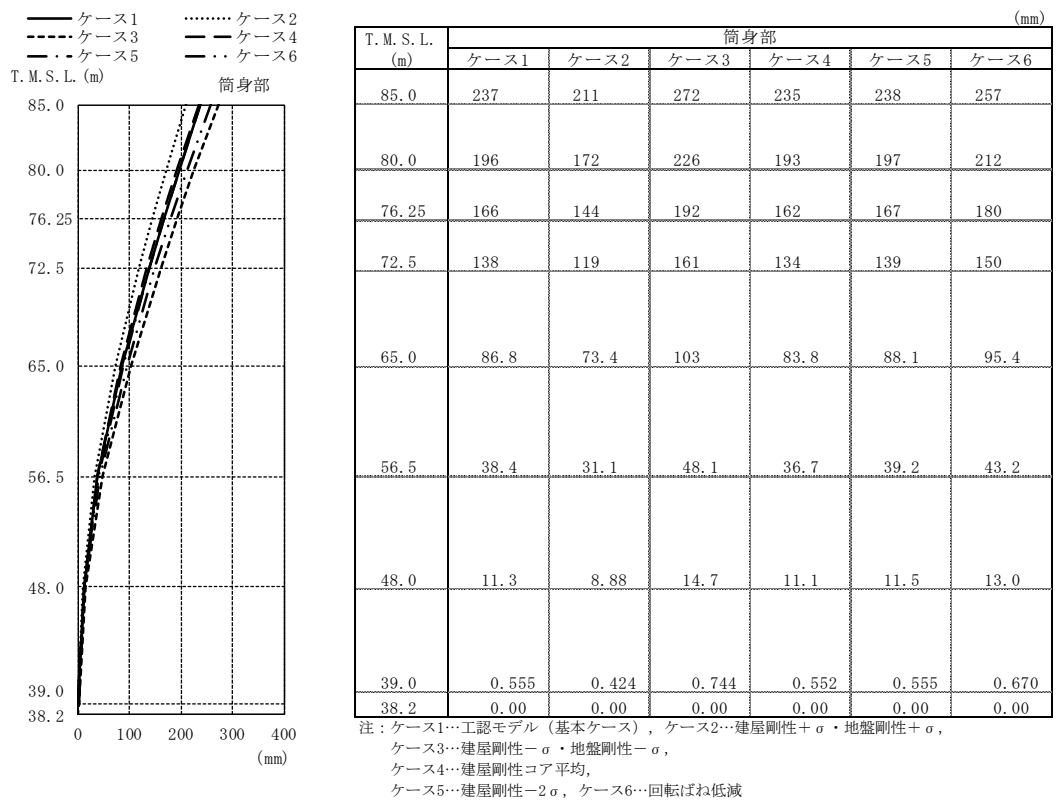


(b) 筒身部

図2-14 最大応答変位 (Ss-2, NS方向) (1/2)

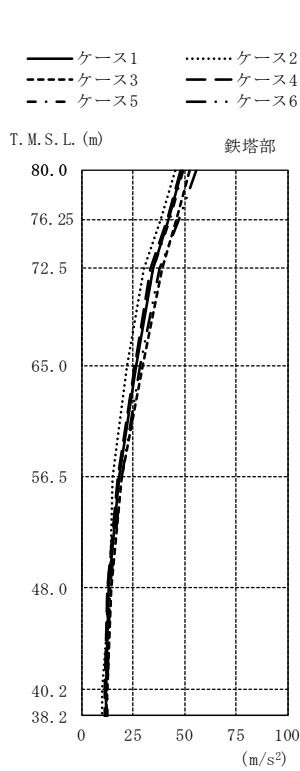


(a) 鉄塔部



(b) 筒身部

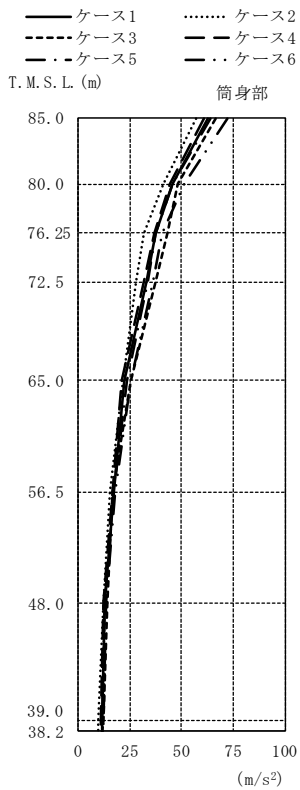
図2-14 最大応答変位 (Ss-8, NS方向) (2/2)



| T. M. S. L.<br>(m) | 鉄塔部  |      |      |      |      |      |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|
|                    | ケース1 | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 |
| 80.0               | 48.4 | 45.5 | 52.3 | 47.9 | 49.3 | 55.3 |
| 76.25              | 42.1 | 38.3 | 45.9 | 41.5 | 42.6 | 47.3 |
| 72.5               | 34.3 | 30.3 | 39.3 | 33.4 | 34.8 | 37.7 |
| 65.0               | 26.6 | 21.8 | 29.3 | 25.8 | 26.0 | 28.5 |
| 56.5               | 18.1 | 14.9 | 19.3 | 17.6 | 17.9 | 19.2 |
| 48.0               | 12.9 | 13.7 | 14.2 | 12.5 | 12.7 | 13.7 |
| 40.2               | 11.9 | 9.86 | 12.1 | 11.4 | 11.9 | 12.5 |
| 38.2               | 11.6 | 9.62 | 11.7 | 11.1 | 11.6 | 12.2 |

注：ケース1…工認モデル（基本ケース），ケース2…建屋剛性+ $\sigma$ ・地盤剛性+ $\sigma$ ，  
 ケース3…建屋剛性- $\sigma$ ・地盤剛性- $\sigma$ ，  
 ケース4…建屋剛性コア平均，  
 ケース5…建屋剛性- $2\sigma$ ，ケース6…回転ばね低減

(a) 鉄塔部

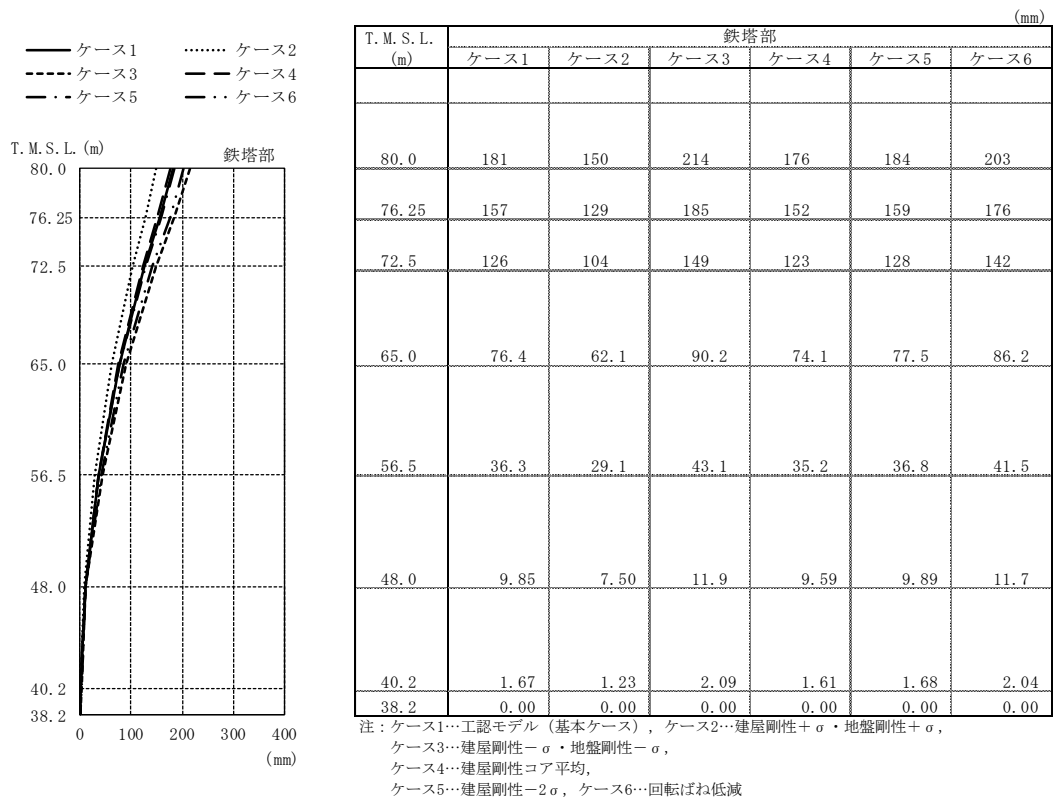


| T. M. S. L.<br>(m) | 筒身部  |      |      |      |      |      |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|
|                    | ケース1 | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 |
| 85.0               | 62.9 | 57.1 | 66.4 | 60.6 | 64.1 | 72.1 |
| 80.0               | 45.4 | 40.9 | 48.1 | 44.6 | 45.7 | 51.4 |
| 76.25              | 37.4 | 31.7 | 42.9 | 36.5 | 37.7 | 40.7 |
| 72.5               | 33.0 | 27.8 | 37.7 | 31.7 | 33.4 | 36.2 |
| 65.0               | 22.4 | 21.4 | 25.6 | 20.9 | 23.5 | 25.6 |
| 56.5               | 16.9 | 15.5 | 16.3 | 16.3 | 17.2 | 18.0 |
| 48.0               | 12.8 | 12.3 | 14.0 | 12.4 | 12.7 | 13.6 |
| 39.0               | 11.7 | 9.70 | 11.9 | 11.2 | 11.7 | 12.3 |
| 38.2               | 11.6 | 9.62 | 11.7 | 11.1 | 11.6 | 12.2 |

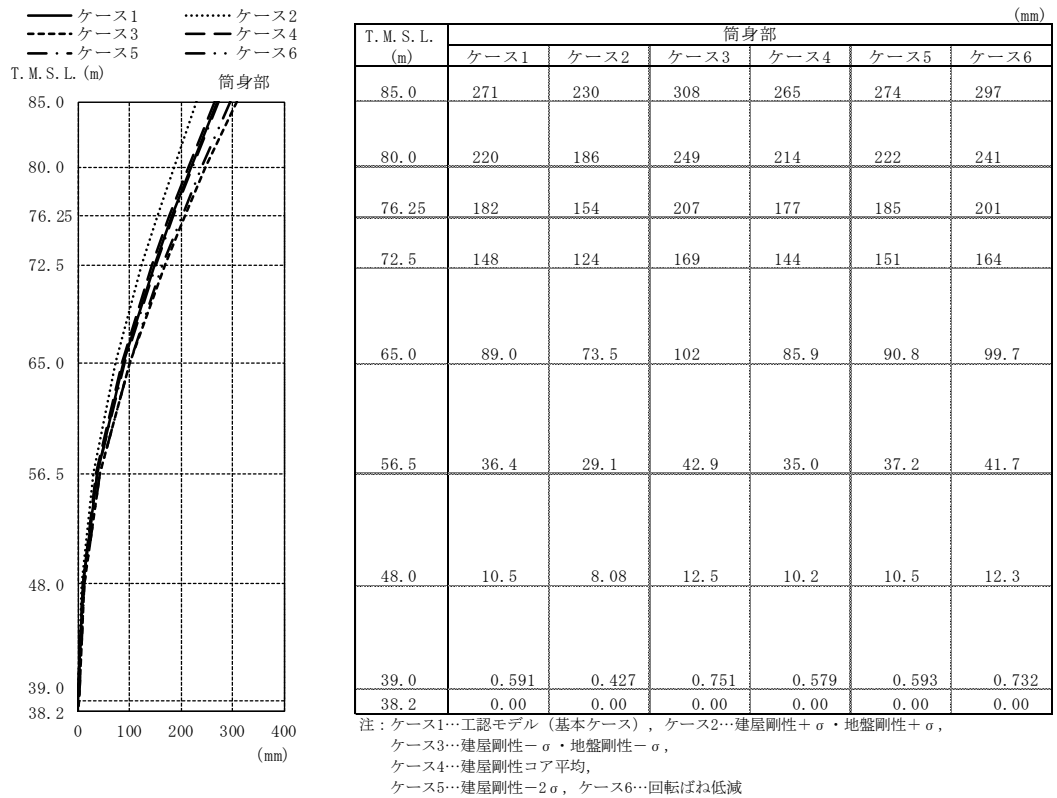
注：ケース1…工認モデル（基本ケース），ケース2…建屋剛性+ $\sigma$ ・地盤剛性+ $\sigma$ ，  
 ケース3…建屋剛性- $\sigma$ ・地盤剛性- $\sigma$ ，  
 ケース4…建屋剛性コア平均，  
 ケース5…建屋剛性- $2\sigma$ ，ケース6…回転ばね低減

(b) 筒身部

図2-15 最大応答加速度 (Ss-2, EW方向)



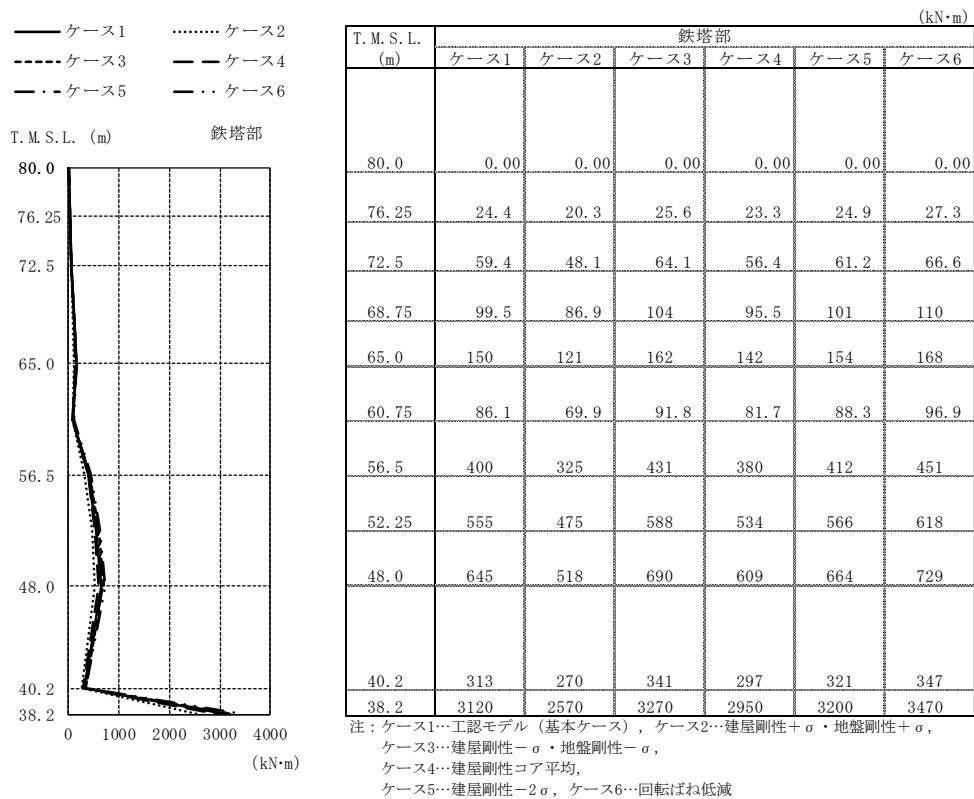
(a) 鉄塔部



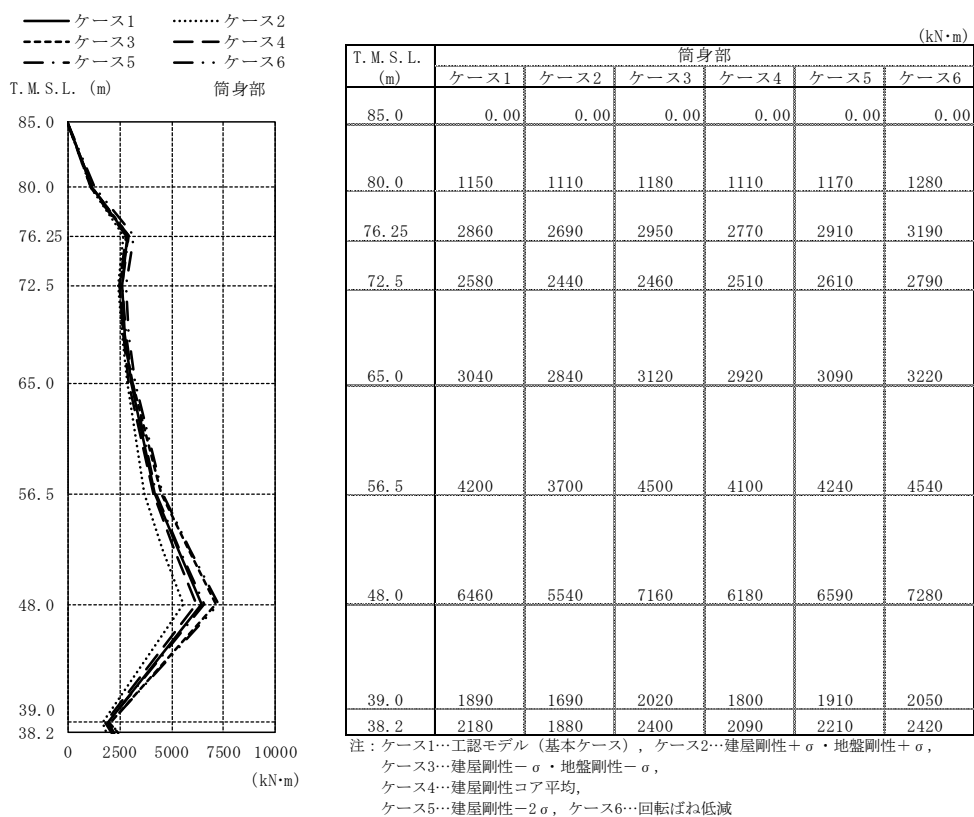
(b) 筒身部

図2-16 最大応答変位 (Ss-2, EW方向)



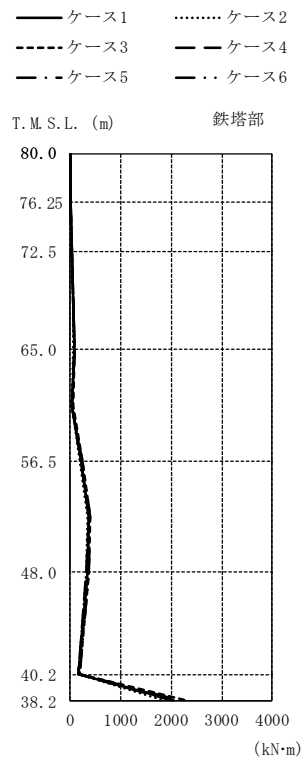


(a) 鉄塔部 主柱材包絡



(b) 筒身部

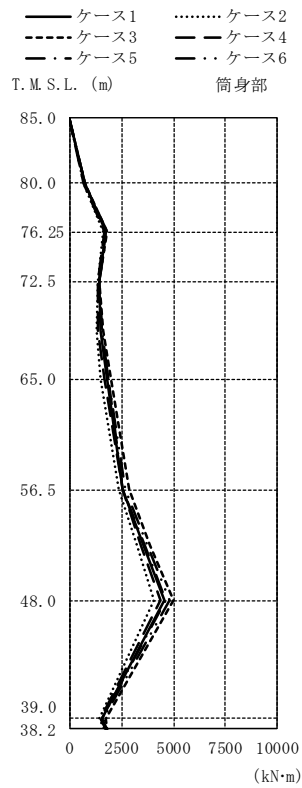
図2-17 最大応答曲げモーメント (Ss-2) (1/2)



| T. M. S. L. (m) | 鉄塔部 (kN·m) |      |      |      |      |      |
|-----------------|------------|------|------|------|------|------|
|                 | ケース1       | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 |
| 80.0            | 0.00       | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 76.25           | 13.9       | 12.7 | 15.5 | 13.8 | 13.9 | 15.0 |
| 72.5            | 30.5       | 28.3 | 34.1 | 30.5 | 30.6 | 33.2 |
| 68.75           | 58.9       | 54.4 | 65.8 | 58.7 | 59.0 | 63.8 |
| 65.0            | 73.9       | 68.2 | 82.6 | 74.5 | 73.9 | 80.7 |
| 60.75           | 40.0       | 37.0 | 44.0 | 40.4 | 40.0 | 43.3 |
| 56.5            | 211        | 195  | 235  | 211  | 212  | 228  |
| 52.25           | 358        | 329  | 396  | 355  | 358  | 383  |
| 48.0            | 331        | 304  | 367  | 327  | 333  | 356  |
| 40.2            | 166        | 154  | 180  | 162  | 166  | 174  |
| 38.2            | 2040       | 1830 | 2280 | 2000 | 2060 | 2140 |

注：ケース1…工認モデル（基本ケース）、ケース2…建屋剛性+ $\sigma$ ・地盤剛性+ $\sigma$ 、  
 ケース3…建屋剛性- $\sigma$ ・地盤剛性- $\sigma$ 、  
 ケース4…建屋剛性コア平均、  
 ケース5…建屋剛性- $2\sigma$ 、ケース6…回転ばね低減

(a) 鉄塔部 主柱材包絡

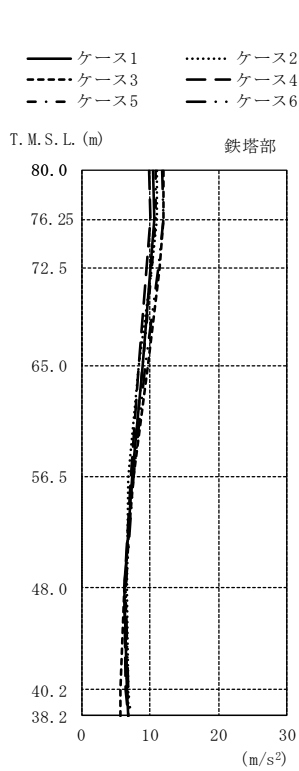


| T. M. S. L. (m) | 筒身部 (kN·m) |      |      |      |      |      |
|-----------------|------------|------|------|------|------|------|
|                 | ケース1       | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 |
| 85.0            | 0.00       | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 80.0            | 707        | 666  | 720  | 671  | 716  | 723  |
| 76.25           | 1740       | 1630 | 1790 | 1660 | 1760 | 1790 |
| 72.5            | 1410       | 1370 | 1390 | 1340 | 1440 | 1420 |
| 65.0            | 1810       | 1500 | 1960 | 1690 | 1870 | 1860 |
| 56.5            | 2550       | 2350 | 2840 | 2520 | 2550 | 2700 |
| 48.0            | 4580       | 4070 | 4990 | 4400 | 4650 | 4810 |
| 39.0            | 1540       | 1440 | 1740 | 1490 | 1570 | 1610 |
| 38.2            | 1770       | 1690 | 1800 | 1730 | 1760 | 1770 |

注：ケース1…工認モデル（基本ケース）、ケース2…建屋剛性+ $\sigma$ ・地盤剛性+ $\sigma$ 、  
 ケース3…建屋剛性- $\sigma$ ・地盤剛性- $\sigma$ 、  
 ケース4…建屋剛性コア平均、  
 ケース5…建屋剛性- $2\sigma$ 、ケース6…回転ばね低減

(b) 筒身部

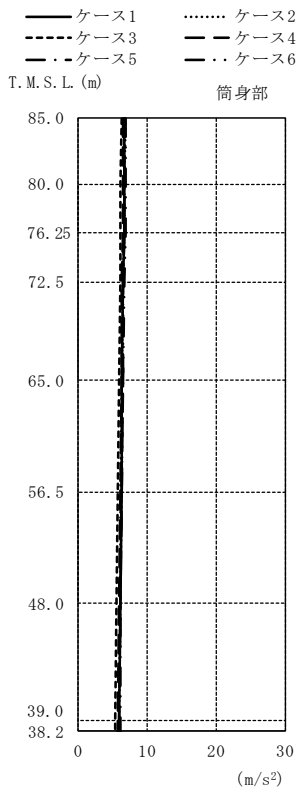
図2-17 最大応答曲げモーメント (Ss-8) (2/2)



| T. M. S. L. (m) | 鉄塔部 (m/s <sup>2</sup> ) |      |      |      |      |      |
|-----------------|-------------------------|------|------|------|------|------|
|                 | ケース1                    | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 |
| 80.0            | 10.5                    | 11.0 | 11.9 | 9.94 | 10.8 | 11.8 |
| 76.25           | 10.6                    | 11.0 | 12.0 | 10.0 | 10.9 | 11.9 |
| 72.5            | 10.1                    | 10.3 | 11.4 | 9.59 | 10.3 | 11.2 |
| 65.0            | 8.83                    | 8.26 | 9.62 | 8.38 | 8.99 | 9.37 |
| 56.5            | 7.37                    | 6.86 | 7.50 | 7.16 | 7.48 | 7.60 |
| 48.0            | 6.31                    | 6.63 | 6.28 | 6.17 | 6.40 | 6.54 |
| 40.2            | 6.60                    | 6.87 | 5.63 | 6.50 | 6.67 | 6.80 |
| 38.2            | 6.83                    | 6.89 | 5.74 | 6.74 | 6.93 | 7.12 |

注：ケース1…工認モデル（基本ケース），ケース2…建屋剛性+ $\sigma$ ・地盤剛性+ $\sigma$ ，  
 ケース3…建屋剛性- $\sigma$ ・地盤剛性- $\sigma$ ，  
 ケース4…建屋剛性コア平均，  
 ケース5…建屋剛性-2 $\sigma$ ，ケース6…回転ばね低減

(a) 鉄塔部

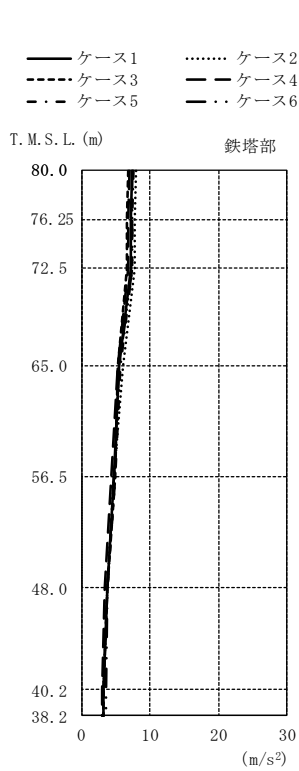


| T. M. S. L. (m) | 筒身部 (m/s <sup>2</sup> ) |      |      |      |      |      |
|-----------------|-------------------------|------|------|------|------|------|
|                 | ケース1                    | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 |
| 85.0            | 6.63                    | 6.79 | 6.22 | 6.47 | 6.74 | 6.84 |
| 80.0            | 6.62                    | 6.76 | 6.19 | 6.46 | 6.71 | 6.82 |
| 76.25           | 6.59                    | 6.71 | 6.15 | 6.43 | 6.66 | 6.79 |
| 72.5            | 6.52                    | 6.58 | 6.05 | 6.37 | 6.58 | 6.71 |
| 65.0            | 6.38                    | 6.30 | 5.88 | 6.23 | 6.44 | 6.54 |
| 56.5            | 6.21                    | 6.18 | 5.66 | 6.06 | 6.27 | 6.35 |
| 48.0            | 6.05                    | 6.09 | 5.46 | 5.91 | 6.12 | 6.18 |
| 39.0            | 5.89                    | 5.99 | 5.26 | 5.75 | 5.96 | 6.02 |
| 38.2            | 5.89                    | 5.99 | 5.26 | 5.75 | 5.96 | 6.02 |

注：ケース1…工認モデル（基本ケース），ケース2…建屋剛性+ $\sigma$ ・地盤剛性+ $\sigma$ ，  
 ケース3…建屋剛性- $\sigma$ ・地盤剛性- $\sigma$ ，  
 ケース4…建屋剛性コア平均，  
 ケース5…建屋剛性-2 $\sigma$ ，ケース6…回転ばね低減

(b) 筒身部

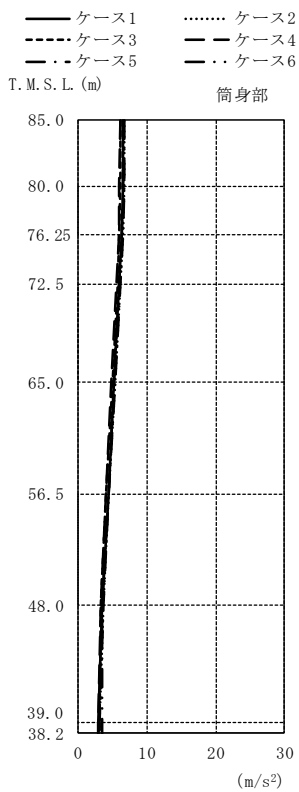
図2-18 最大応答加速度 (Ss-2, 鉛直方向) (1/2)



| T. M. S. L. (m) | 鉄塔部 (m/s <sup>2</sup> ) |      |      |      |      |      |
|-----------------|-------------------------|------|------|------|------|------|
|                 | ケース1                    | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 |
| 80.0            | 7.37                    | 8.04 | 6.82 | 6.95 | 7.53 | 7.46 |
| 76.25           | 7.20                    | 7.87 | 6.65 | 6.79 | 7.35 | 7.39 |
| 72.5            | 7.17                    | 7.78 | 6.57 | 6.75 | 7.33 | 7.43 |
| 65.0            | 5.59                    | 5.98 | 5.28 | 5.22 | 5.74 | 5.58 |
| 56.5            | 4.67                    | 4.83 | 4.84 | 4.28 | 4.84 | 4.67 |
| 48.0            | 3.72                    | 3.82 | 3.79 | 3.42 | 3.85 | 3.88 |
| 40.2            | 3.14                    | 3.26 | 3.20 | 3.02 | 3.18 | 3.55 |
| 38.2            | 3.13                    | 3.25 | 3.20 | 3.10 | 3.25 | 3.61 |

注：ケース1…工認モデル（基本ケース），ケース2…建屋剛性+ $\sigma$ ・地盤剛性+ $\sigma$ ，  
 ケース3…建屋剛性- $\sigma$ ・地盤剛性- $\sigma$ ，  
 ケース4…建屋剛性コア平均，  
 ケース5…建屋剛性-2 $\sigma$ ，ケース6…回転ばね低減

(a) 鉄塔部

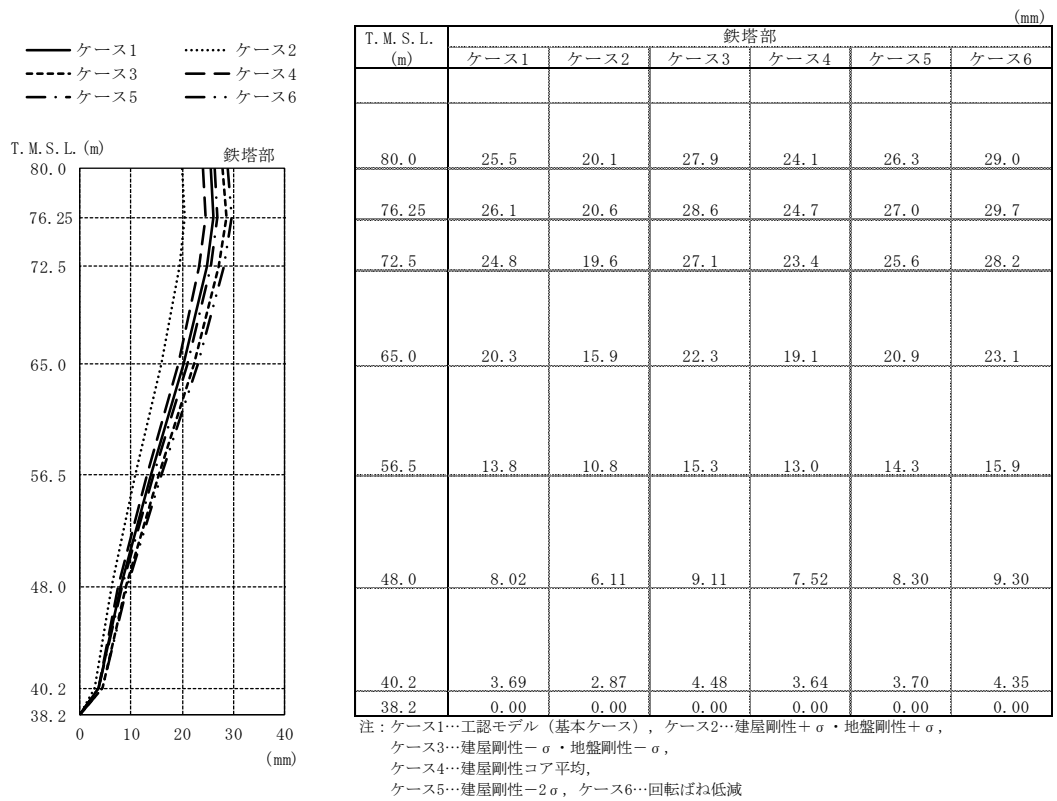


| T. M. S. L. (m) | 筒身部 (m/s <sup>2</sup> ) |      |      |      |      |      |
|-----------------|-------------------------|------|------|------|------|------|
|                 | ケース1                    | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 |
| 85.0            | 6.58                    | 6.78 | 6.23 | 6.11 | 6.77 | 6.58 |
| 80.0            | 6.51                    | 6.70 | 6.16 | 6.04 | 6.69 | 6.51 |
| 76.25           | 6.38                    | 6.56 | 6.03 | 5.92 | 6.56 | 6.38 |
| 72.5            | 6.02                    | 6.18 | 5.69 | 5.59 | 6.19 | 6.02 |
| 65.0            | 5.27                    | 5.40 | 4.98 | 4.89 | 5.44 | 5.27 |
| 56.5            | 4.39                    | 4.48 | 4.14 | 4.06 | 4.53 | 4.39 |
| 48.0            | 3.57                    | 3.63 | 3.36 | 3.29 | 3.70 | 3.58 |
| 39.0            | 3.01                    | 3.14 | 3.13 | 2.93 | 3.05 | 3.51 |
| 38.2            | 3.01                    | 3.14 | 3.13 | 2.92 | 3.05 | 3.51 |

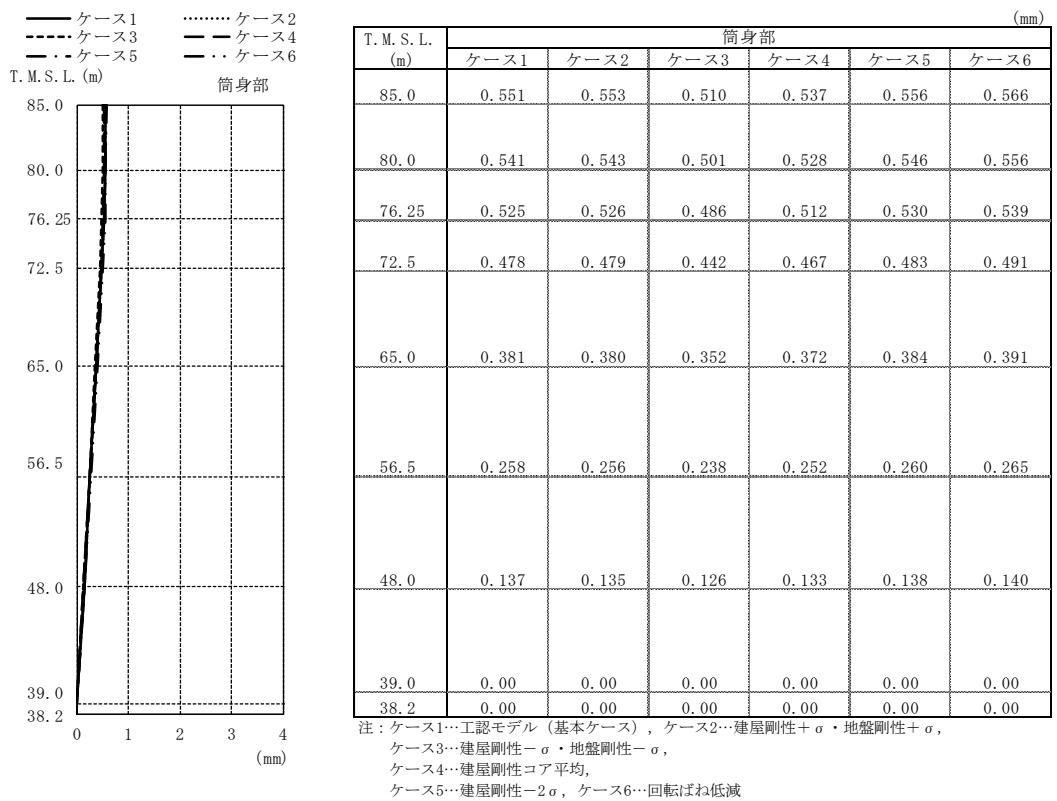
注：ケース1…工認モデル（基本ケース），ケース2…建屋剛性+ $\sigma$ ・地盤剛性+ $\sigma$ ，  
 ケース3…建屋剛性- $\sigma$ ・地盤剛性- $\sigma$ ，  
 ケース4…建屋剛性コア平均，  
 ケース5…建屋剛性-2 $\sigma$ ，ケース6…回転ばね低減

(b) 筒身部

図2-18 最大応答加速度 (Ss-8, 鉛直方向) (2/2)

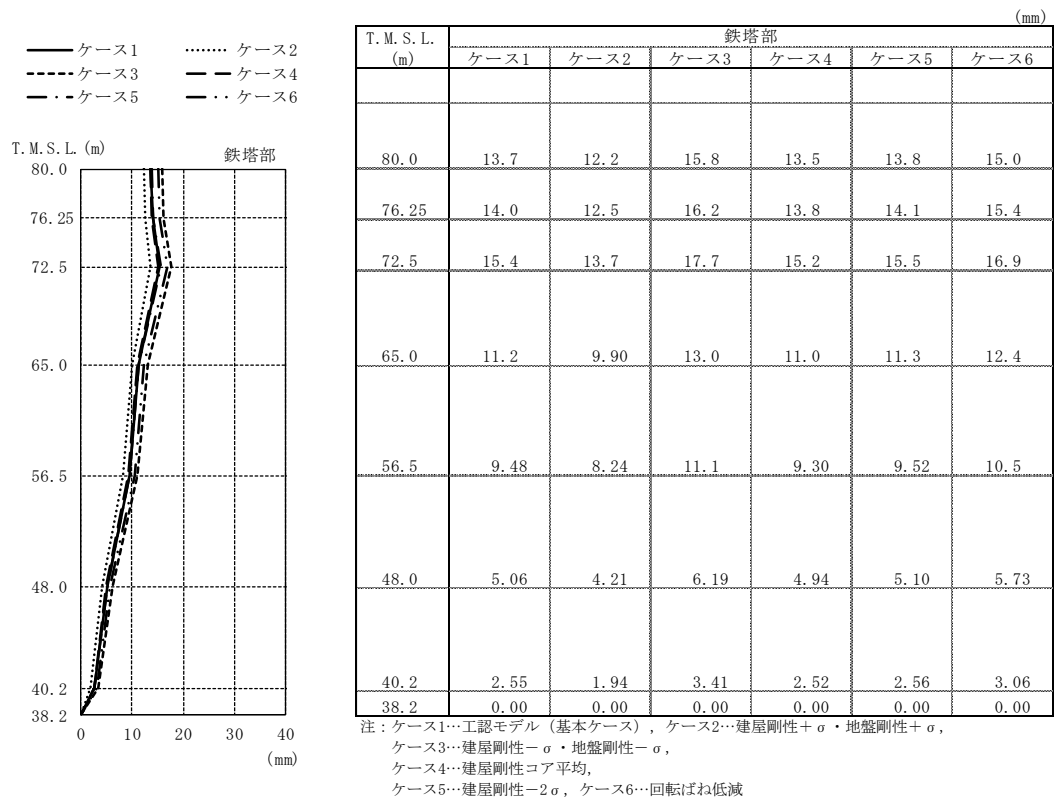


(a) 鉄塔部

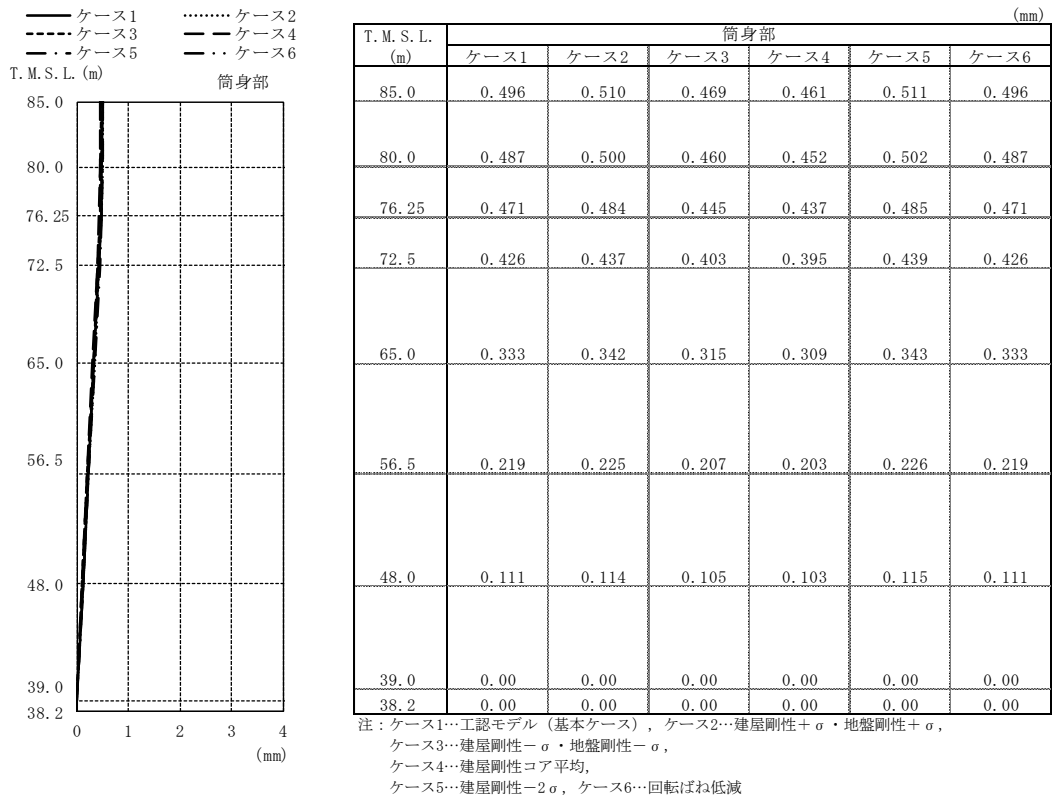


(b) 筒身部

図2-19 最大応答変位 (Ss-2, 鉛直方向) (1/2)

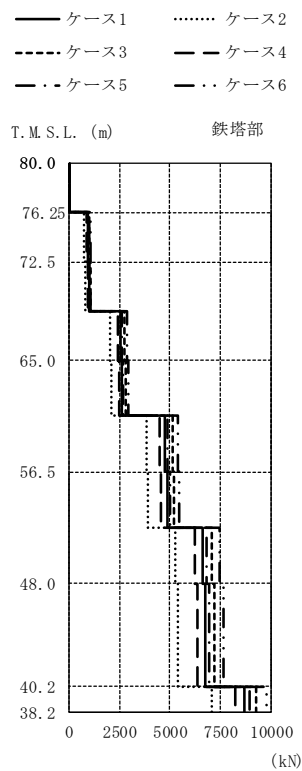


(a) 鉄塔部



(b) 筒身部

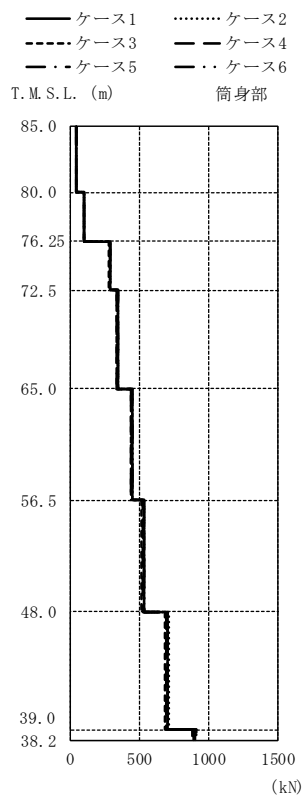
図2-19 最大応答変位 (Ss-8, 鉛直方向) (2/2)



| T. M. S. L. (m) | 鉄塔部 (kN) |      |      |      |      |      |
|-----------------|----------|------|------|------|------|------|
|                 | ケース1     | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 |
| 80.0            |          |      |      |      |      |      |
| 76.25           | 20.9     | 21.4 | 22.2 | 20.4 | 21.0 | 21.6 |
| 72.5            | 956      | 772  | 1030 | 908  | 986  | 1070 |
| 68.75           | 982      | 794  | 1060 | 934  | 1010 | 1100 |
| 65.0            | 2560     | 2060 | 2760 | 2420 | 2640 | 2880 |
| 60.75           | 2610     | 2100 | 2810 | 2470 | 2690 | 2930 |
| 56.5            | 4760     | 3820 | 5120 | 4500 | 4910 | 5380 |
| 52.25           | 4850     | 3900 | 5210 | 4590 | 5000 | 5470 |
| 48.0            | 6600     | 5280 | 7060 | 6230 | 6800 | 7460 |
| 40.2            | 6760     | 5400 | 7220 | 6390 | 6960 | 7630 |
| 38.2            | 8720     | 7070 | 9240 | 8260 | 8970 | 9770 |

注：ケース1…工認モデル（基本ケース），ケース2…建屋剛性+ $\sigma$ ・地盤剛性+ $\sigma$ ，  
 ケース3…建屋剛性- $\sigma$ ・地盤剛性- $\sigma$ ，  
 ケース4…建屋剛性コア平均，  
 ケース5…建屋剛性- $2\sigma$ ，ケース6…回転ばね低減

(a) 鉄塔部 主柱材包絡

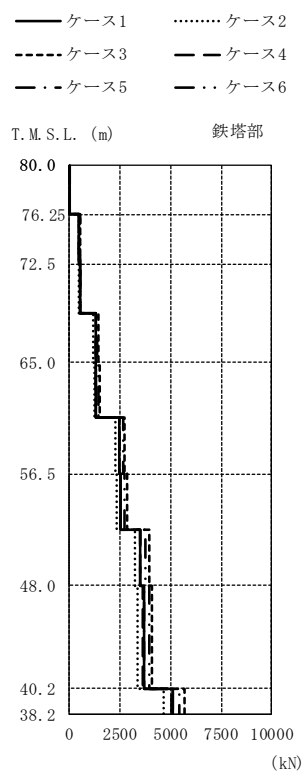


| T. M. S. L. (m) | 筒身部 (kN) |      |      |      |      |      |
|-----------------|----------|------|------|------|------|------|
|                 | ケース1     | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 |
| 85.0            |          |      |      |      |      |      |
| 80.0            | 43.5     | 43.9 | 42.4 | 42.9 | 43.8 | 43.5 |
| 76.25           | 102      | 103  | 99.4 | 100  | 103  | 102  |
| 72.5            | 287      | 290  | 280  | 283  | 289  | 287  |
| 65.0            | 343      | 346  | 334  | 338  | 345  | 343  |
| 56.5            | 446      | 450  | 434  | 439  | 448  | 446  |
| 48.0            | 530      | 535  | 517  | 523  | 533  | 530  |
| 39.0            | 702      | 708  | 684  | 692  | 706  | 702  |
| 38.2            | 904      | 910  | 881  | 893  | 909  | 904  |

注：ケース1…工認モデル（基本ケース），ケース2…建屋剛性+ $\sigma$ ・地盤剛性+ $\sigma$ ，  
 ケース3…建屋剛性- $\sigma$ ・地盤剛性- $\sigma$ ，  
 ケース4…建屋剛性コア平均，  
 ケース5…建屋剛性- $2\sigma$ ，ケース6…回転ばね低減

(b) 筒身部

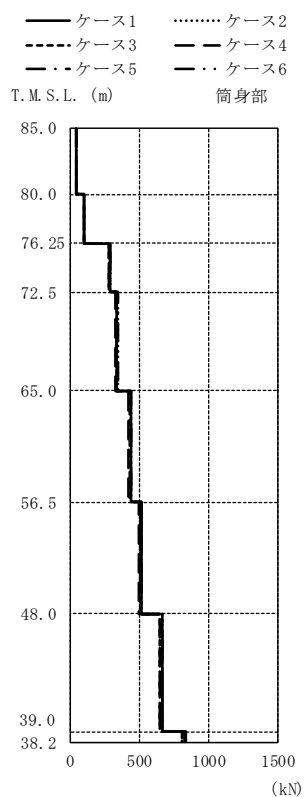
図2-20 最大応答軸力 (Ss-2) (1/2)



| T. M. S. L. (m) | 鉄塔部 (kN) |      |      |      |      |      |
|-----------------|----------|------|------|------|------|------|
|                 | ケース1     | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 |
| 80.0            |          |      |      |      |      |      |
| 76.25           | 18.1     | 18.7 | 17.6 | 17.6 | 18.2 | 18.0 |
| 72.5            | 484      | 450  | 540  | 481  | 488  | 523  |
| 68.75           | 503      | 470  | 559  | 500  | 507  | 543  |
| 65.0            | 1280     | 1190 | 1440 | 1280 | 1290 | 1390 |
| 60.75           | 1330     | 1230 | 1480 | 1320 | 1330 | 1440 |
| 56.5            | 2470     | 2270 | 2750 | 2460 | 2470 | 2660 |
| 52.25           | 2550     | 2350 | 2830 | 2540 | 2550 | 2750 |
| 48.0            | 3530     | 3230 | 3920 | 3500 | 3530 | 3780 |
| 40.2            | 3670     | 3360 | 4060 | 3630 | 3670 | 3920 |
| 38.2            | 5120     | 4670 | 5670 | 5050 | 5130 | 5440 |

注：ケース1…工認モデル（基本ケース），ケース2…建屋剛性+ $\sigma$ ・地盤剛性+ $\sigma$ ，  
 ケース3…建屋剛性- $\sigma$ ・地盤剛性- $\sigma$ ，  
 ケース4…建屋剛性コア平均，  
 ケース5…建屋剛性- $2\sigma$ ，ケース6…回転ばね低減

(a) 鉄塔部 主柱材包絡



| T. M. S. L. (m) | 筒身部 (kN) |      |      |      |      |      |
|-----------------|----------|------|------|------|------|------|
|                 | ケース1     | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 |
| 85.0            |          |      |      |      |      |      |
| 80.0            | 43.2     | 43.7 | 42.3 | 42.0 | 43.7 | 43.2 |
| 76.25           | 101      | 102  | 99.0 | 98.3 | 102  | 101  |
| 72.5            | 284      | 287  | 277  | 276  | 287  | 283  |
| 65.0            | 338      | 342  | 331  | 329  | 342  | 338  |
| 56.5            | 435      | 439  | 426  | 423  | 440  | 435  |
| 48.0            | 511      | 516  | 501  | 497  | 517  | 511  |
| 39.0            | 661      | 666  | 648  | 644  | 668  | 661  |
| 38.2            | 822      | 828  | 808  | 804  | 830  | 822  |

注：ケース1…工認モデル（基本ケース），ケース2…建屋剛性+ $\sigma$ ・地盤剛性+ $\sigma$ ，  
 ケース3…建屋剛性- $\sigma$ ・地盤剛性- $\sigma$ ，  
 ケース4…建屋剛性コア平均，  
 ケース5…建屋剛性- $2\sigma$ ，ケース6…回転ばね低減

(b) 筒身部

図2-20 最大応答軸力 (Ss-8) (2/2)



表2-2 制震装置（オイルダンパー）の最大応答値及び許容値

(a) Ss-2

|             | オイルダンパーの最大応答値 |      |      |      |      |      | 許容値  |
|-------------|---------------|------|------|------|------|------|------|
|             | ケース1          | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 |      |
| 速度<br>(m/s) | 1.74          | 1.53 | 1.91 | 1.70 | 1.76 | 1.90 | 2.60 |
| 変位<br>(mm)  | 133           | 114  | 149  | 130  | 135  | 146  | 175  |

(b) Ss-8

|             | オイルダンパーの最大応答値 |      |      |      |      |      | 許容値  |
|-------------|---------------|------|------|------|------|------|------|
|             | ケース1          | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 |      |
| 速度<br>(m/s) | 1.42          | 1.30 | 1.58 | 1.40 | 1.43 | 1.53 | 2.60 |
| 変位<br>(mm)  | 117           | 104  | 132  | 115  | 118  | 126  | 175  |

### 別紙3-3 減衰をレーリー減衰にした場合の地震応答解析結果

## 目 次

|                   |          |
|-------------------|----------|
| 1. 概要 .....       | 別紙 3-3-1 |
| 2. 地震応答解析結果 ..... | 別紙 3-3-2 |

## 1. 概要

V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」では、減衰を剛性比例型減衰（鉄塔部の水平方向1次固有振動数に対し、鉄骨造は2%、鉄筋コンクリート造（基礎）は5%を設定）とした地震応答解析について示している。

本資料では、減衰をレーリー減衰にした場合の地震応答解析を行い、剛性比例型減衰の解析結果と比べることで、V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」における減衰設定の妥当性を確認する。詳細には、以下に示す検討を実施する。

- ・ S<sub>s</sub>-1を用いたケース1（基本ケース）に対する検討
- ・ S<sub>s</sub>-2を用いたケース6（回転ばね低減）に対する検討

S<sub>s</sub>-1を用いたケース1（基本ケース）に対する検討では、全周期帯の応答が大きく、耐震評価への影響も大きい基準地震動S<sub>s</sub>-1を用いた基本ケースを選定し、減衰の違いによる影響を確認することを目的とする。

S<sub>s</sub>-2を用いたケース6（回転ばね低減）に対する検討では、V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」における断面算定結果（検定値）が最も厳しくなる検討ケースを対象に、減衰をレーリー減衰にした場合においても断面算定結果が許容値を超過しないことを確認することを目的とする。

なお、入力地震動は、別紙3「地震応答解析における原子炉建屋の材料物性の不確かさに関する検討」に基づき、S<sub>s</sub>-1は、2方向（3成分）（NS方向（並進・回転）及び鉛直方向）同時入力とし、S<sub>s</sub>-2は、3方向（5成分）（水平2方向（並進・回転）及び鉛直方向）同時入力とする。

また、固有値解析結果は、別紙3「地震応答解析における原子炉建屋の材料物性の不確かさに関する検討」に示すケース1（基本ケース）と同一である。

## 2. 地震応答解析結果

固有値解析結果を表2-1に、減衰の設定方法を図2-1に、解析ケースを表2-2に示す。

レーリー減衰は、主排気筒の応答に影響の大きい鉄塔NS方向の1次振動数（3.69Hz）と主要モード（鉄塔水平2次）が存在する12.0Hzに対し、鋼材の減衰定数（2%）となるように設定した。

減衰をレーリー減衰にした場合の基準地震動  $S_s$  に対する地震応答解析結果を図2-2～図2-15に示す。なお、図2-8、図2-9、図2-14及び図2-15では、以下の支柱材の最大応力を包絡したものを「鉄塔部 支柱材包絡」として示す。

- ・原子炉建屋の $R_1$ 通りと $R_C$ 通りの交点に位置する支柱材
- ・原子炉建屋の $R_1$ 通りと $R_D$ 通りの交点に位置する支柱材
- ・原子炉建屋の $R_2$ 通りと $R_C$ 通りの交点に位置する支柱材
- ・原子炉建屋の $R_2$ 通りと $R_D$ 通りの交点に位置する支柱材

また、制震装置（オイルダンパー）の最大応答値及び許容値を表2-3に、地震応答解析結果に基づく断面算定結果を表2-4に示す。

減衰をレーリー減衰にした場合の地震応答解析結果は剛性比例型減衰に比べ、一部の応答は大きくなるものの、制震装置（オイルダンパー）の最大応答値は許容値以下であり、減少傾向にある。

また、各部材の断面算定結果について、 $S_s-1$ を用いたケース1（基本ケース）に対する検討では、筒身部B-C間を除き、レーリー減衰の断面算定結果（検定値）は剛性比例型減衰の断面算定結果（検定値）以下となっている。なお、筒身部B-C間についても検定値が0.71（剛性比例型減衰）から0.72（レーリー減衰）に増加してはいるものの、その影響は軽微である。

一方で、 $S_s-2$ を用いたケース6（回転ばね低減）に対する検討では、剛性比例型減衰に比べレーリー減衰の検定値が大きくなる部材がいくつかあり、検定値の変動は筒身部が大きい傾向である。しかしながら、筒身部のうち、レーリー減衰の検定値が最大となるB-C間において、検定値は0.83（剛性比例型減衰）及び0.87（レーリー減衰）と変動は小さく、いずれも裕度は確保されている。また、全部材中で最も検定値が大きくなる支柱材D-E間について、剛性比例型減衰では検定値は0.99であったが、レーリー減衰では検定値は0.95まで低減している。

以上より、減衰をレーリー減衰にした場合についても耐震性に影響がないことを確認するとともに、V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」における減衰設定が妥当であることを確認した。

表2-1 固有値解析結果（水平方向）

| 方向 | 固有モード | 固有振動数 (Hz) | 固有周期 (s) | 刺激係数     |          |          |
|----|-------|------------|----------|----------|----------|----------|
|    |       |            |          | X (NS方向) | Y (EW方向) | Z (鉛直方向) |
| NS | 筒身1次  | 0.98       | 1.021    | 1.528    | 0.000    | 0.000    |
|    | 筒身2次  | 6.63       | 0.151    | -1.201   | 0.000    | 0.000    |
|    | 鉄塔1次  | 3.69       | 0.271    | -1.616   | 0.000    | 0.000    |
|    | 鉄塔2次  | 10.74      | 0.093    | 1.067    | 0.000    | 0.001    |
| EW | 筒身1次  | 0.98       | 1.018    | 0.000    | 1.511    | 0.000    |
|    | 筒身2次  | 6.67       | 0.150    | 0.000    | -1.186   | 0.000    |
|    | 鉄塔1次  | 3.71       | 0.269    | 0.000    | -1.538   | 0.000    |
|    | 鉄塔2次  | 11.15      | 0.090    | 0.000    | 1.035    | 0.000    |

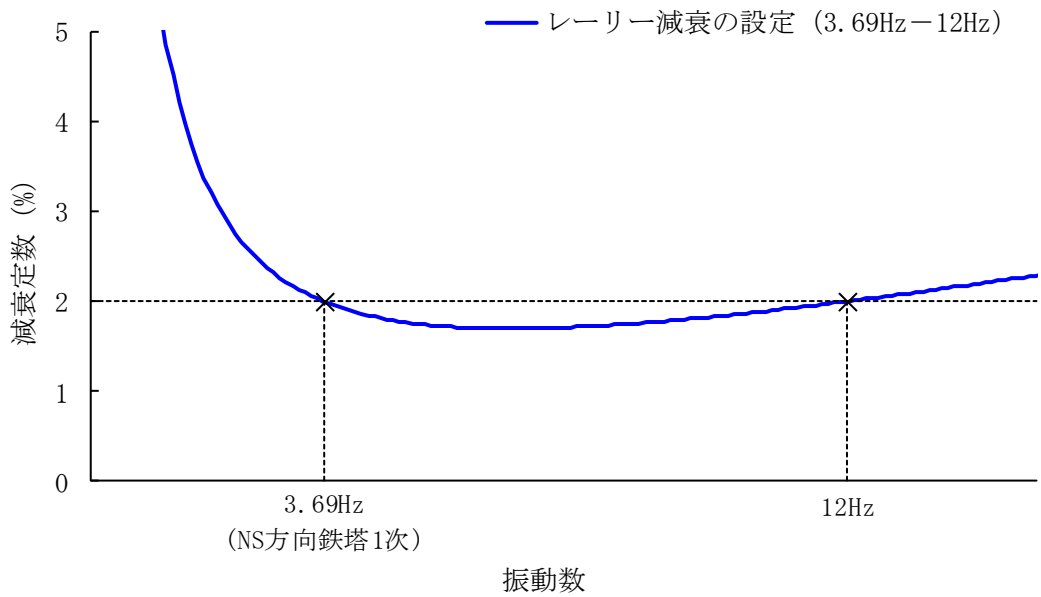


図2-1 減衰の設定方法

表2-2 検討ケース

(a) Ss-1を用いたケース1（基本ケース）に対する検討

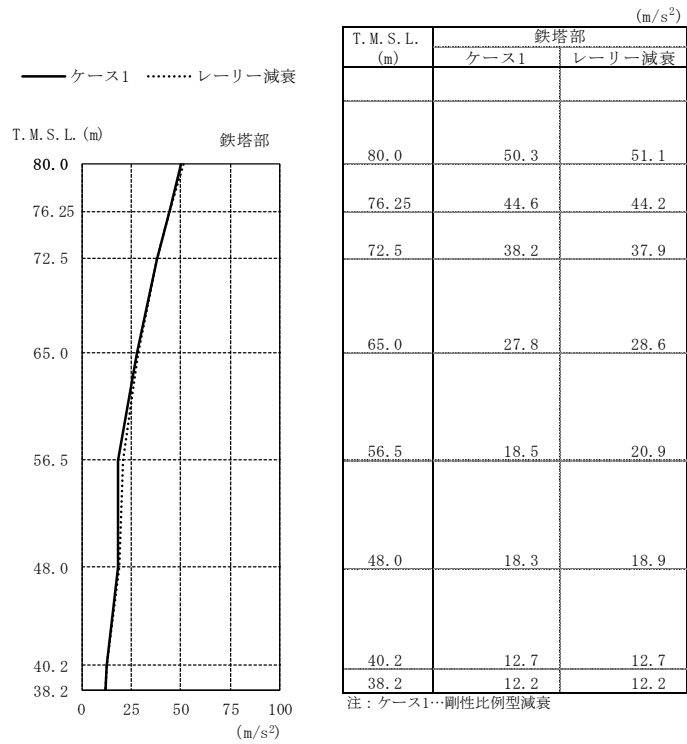
| 検討ケース            | 地震動  | 建屋応答の不確かさ（基本ケース）                |        |      | 減衰          | 備考         |
|------------------|------|---------------------------------|--------|------|-------------|------------|
|                  |      | コンクリート剛性                        | 回転ばね定数 | 地盤剛性 |             |            |
| ①ケース1<br>（工認モデル） | Ss-1 | 実強度<br>(43.1N/mm <sup>2</sup> ) | 100%   | 標準地盤 | 剛性比例型       | 計算書*<br>記載 |
| レーリー減衰           | Ss-1 | 実強度<br>(43.1N/mm <sup>2</sup> ) | 100%   | 標準地盤 | <u>レーリー</u> |            |

(b) Ss-2を用いたケース6（回転ばね低減）に対する検討

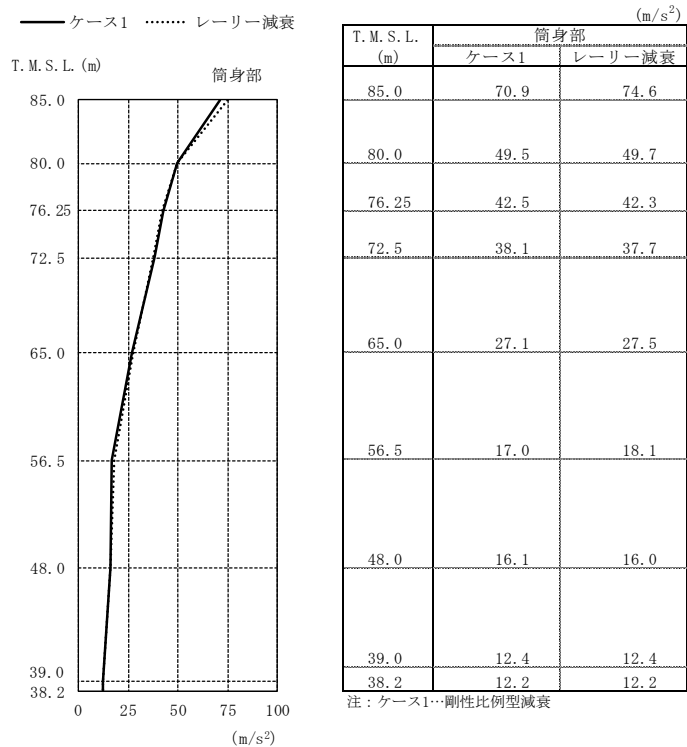
| 検討ケース             | 地震動  | 建屋応答の不確かさ（ケース6）                 |        |      | 減衰          | 備考         |
|-------------------|------|---------------------------------|--------|------|-------------|------------|
|                   |      | コンクリート剛性                        | 回転ばね定数 | 地盤剛性 |             |            |
| ⑥ケース6<br>（回転ばね低減） | Ss-2 | 実強度<br>(43.1N/mm <sup>2</sup> ) | 50%    | 標準地盤 | 剛性比例型       | 計算書*<br>記載 |
| レーリー減衰            | Ss-2 | 実強度<br>(43.1N/mm <sup>2</sup> ) | 50%    | 標準地盤 | <u>レーリー</u> |            |

注：下線部は，V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」記載ケースとの差異を示す。

注記\*：「計算書」とは，V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」を指す。



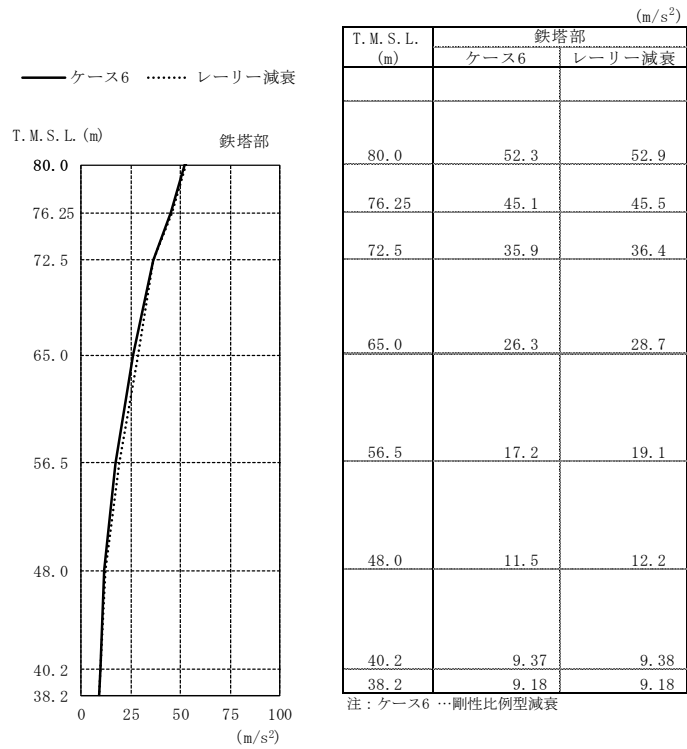
(a) 鉄塔部



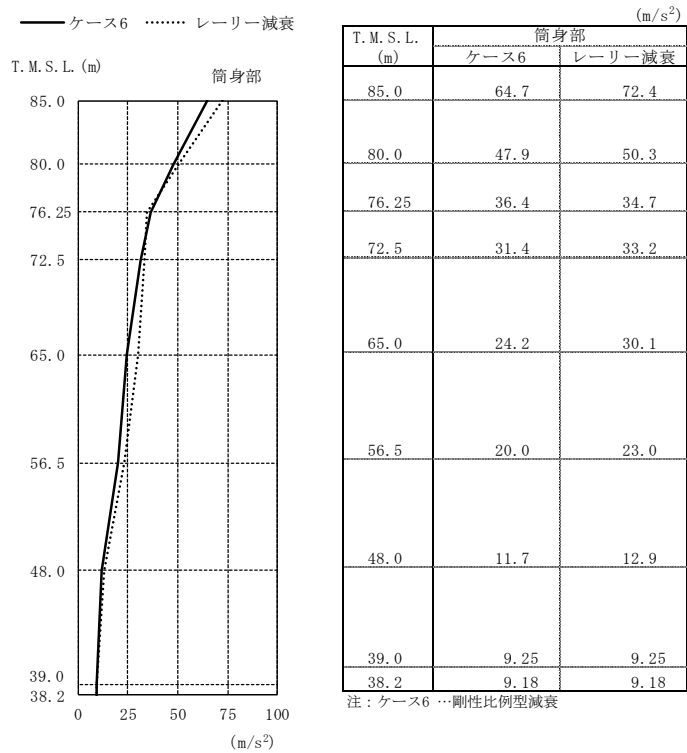
(b) 筒身部

図2-2 最大応答加速度 (Ss-1を用いたケース1 (基本ケース) に対する検討, NS方向)



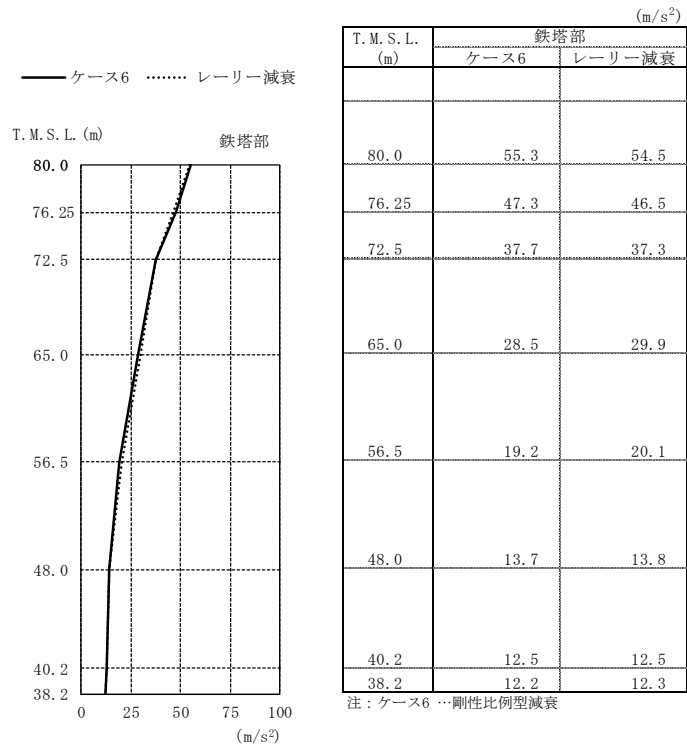


(a) 鉄塔部

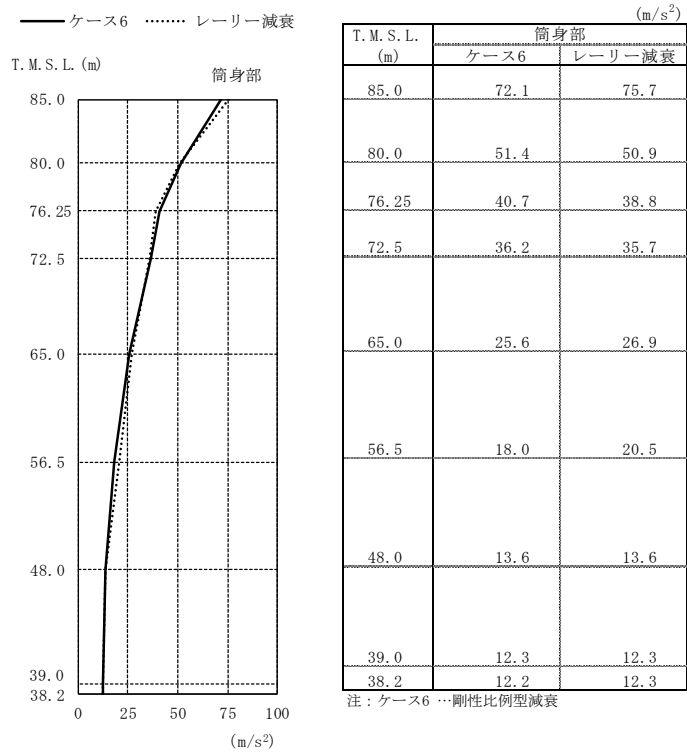


(b) 筒身部

図2-3 最大応答加速度 (Ss-2を用いたケース6 (回転ばね低減) に対する検討, NS方向)

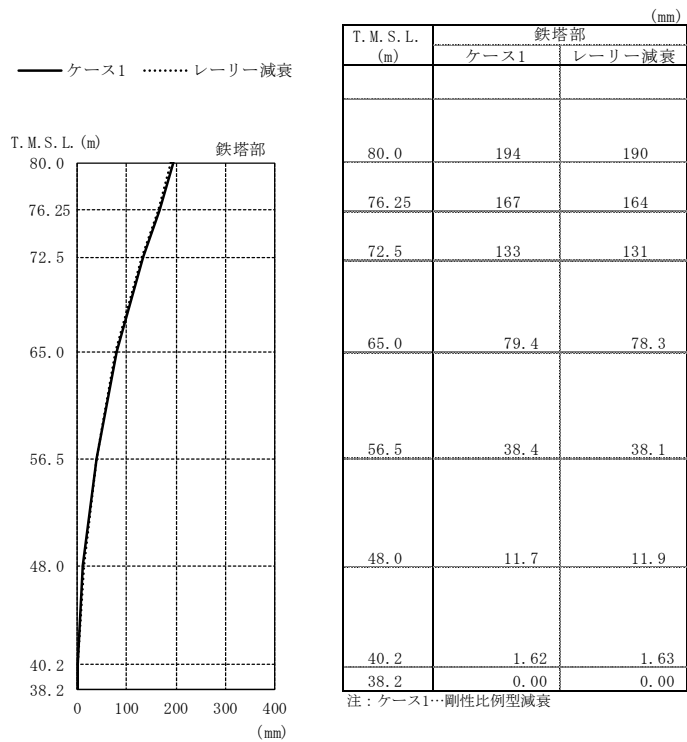


(a) 鉄塔部

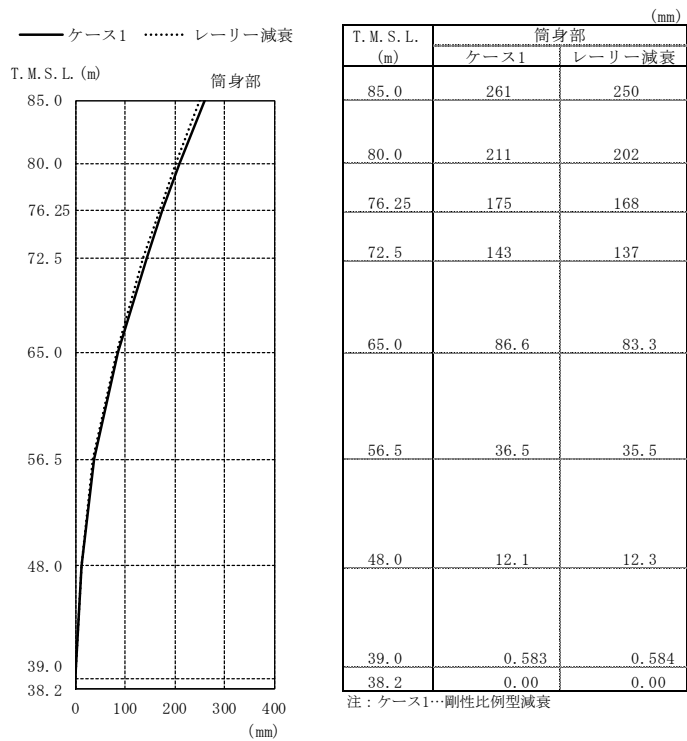


(b) 筒身部

図2-4 最大応答加速度 (Ss-2を用いたケース6 (回転ばね低減) に対する検討, EW方向)

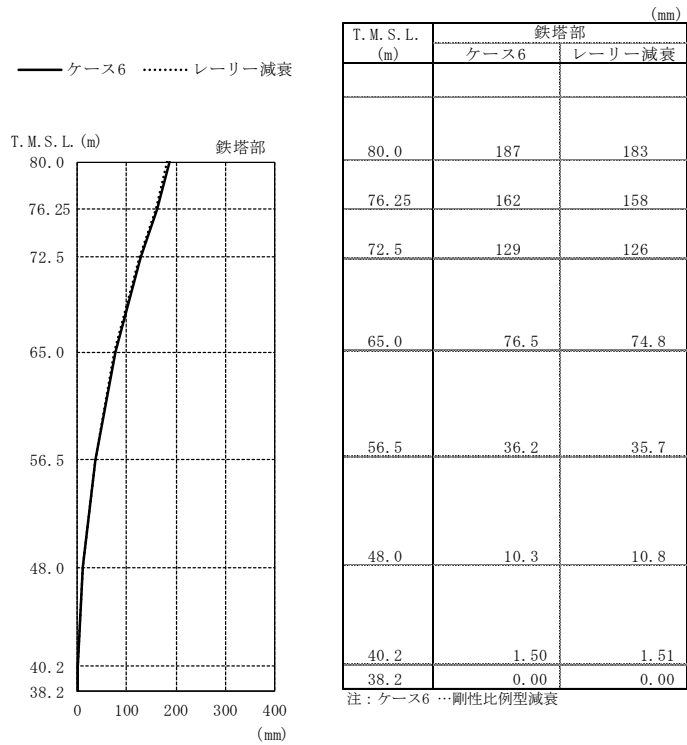


(a) 鉄塔部

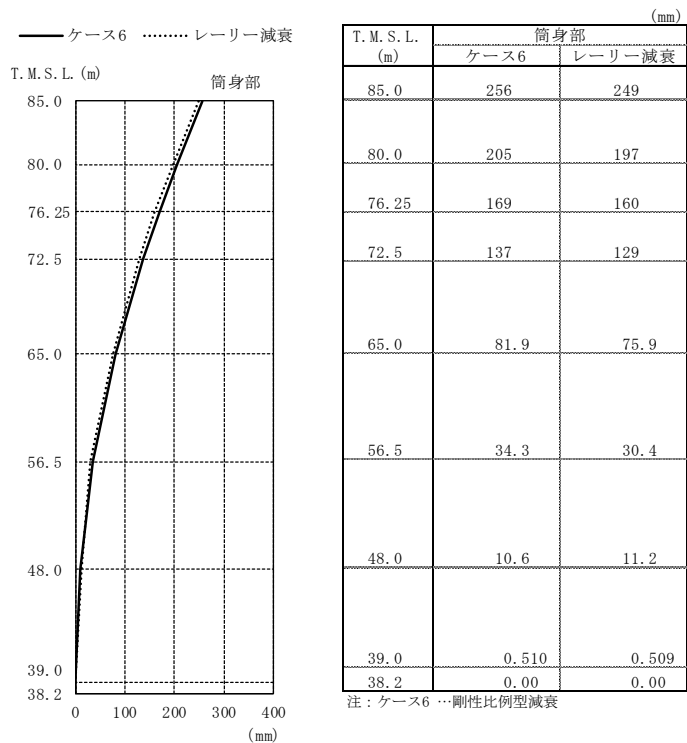


(b) 筒身部

図2-5 最大応答変位 (Ss-1を用いたケース1 (基本ケース) に対する検討, NS方向)

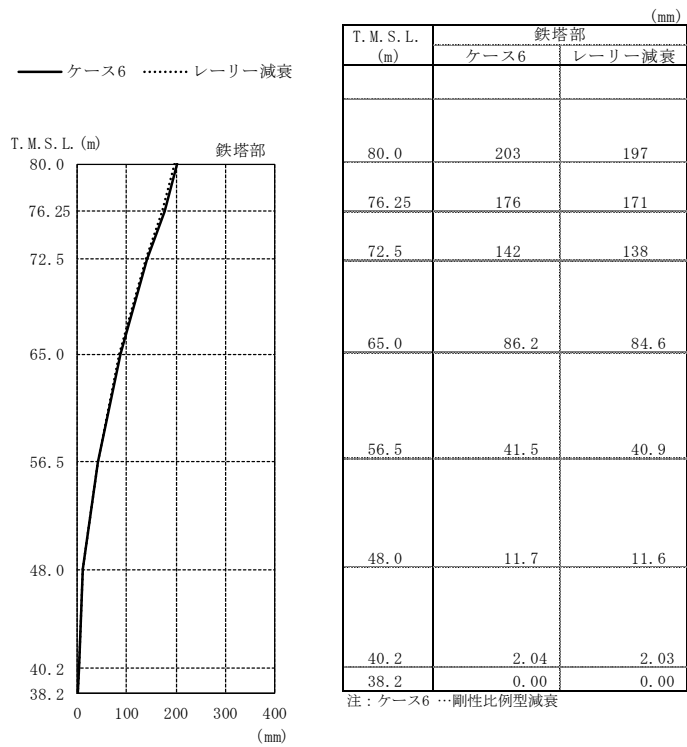


(a) 鉄塔部

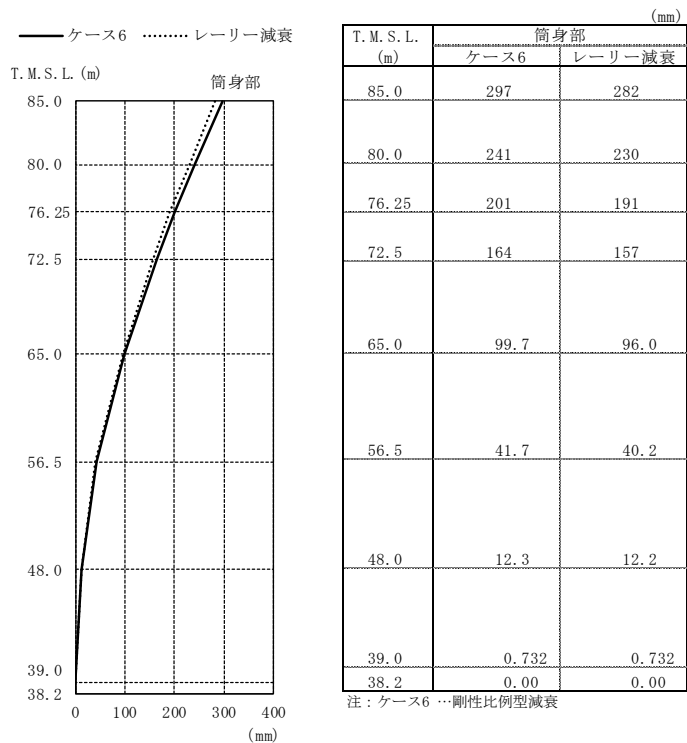


(b) 筒身部

図2-6 最大応答変位 (Ss-2を用いたケース6 (回転ばね低減) に対する検討, NS方向)

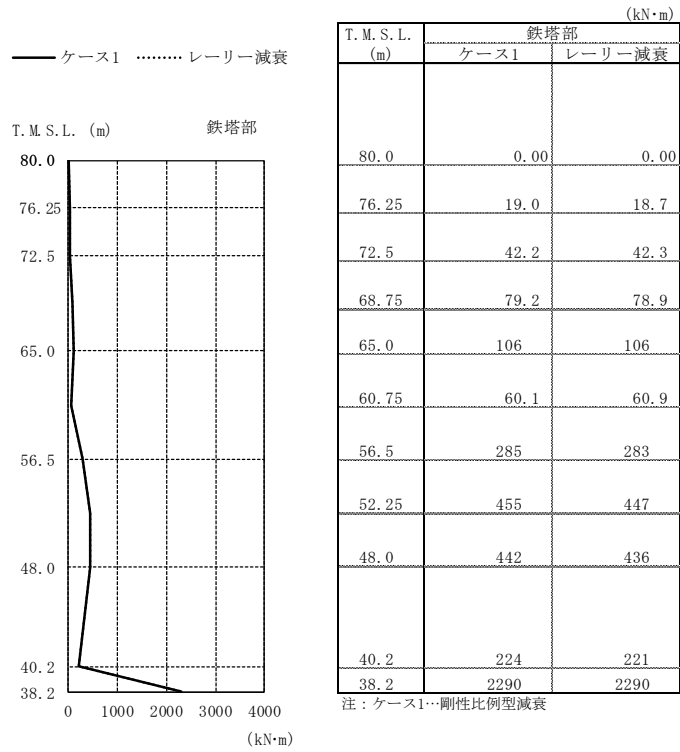


(a) 鉄塔部

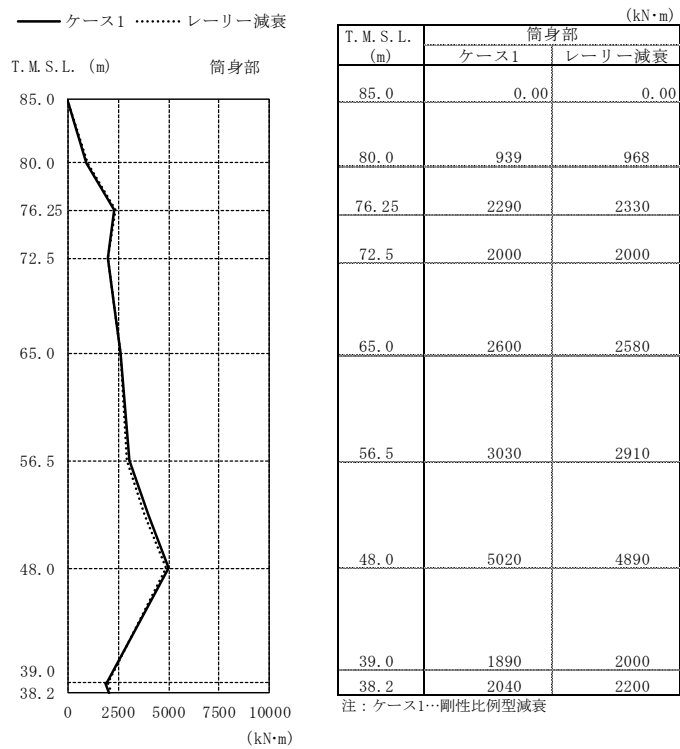


(b) 筒身部

図2-7 最大応答変位 (Ss-2を用いたケース6 (回転ばね低減) に対する検討, EW方向)

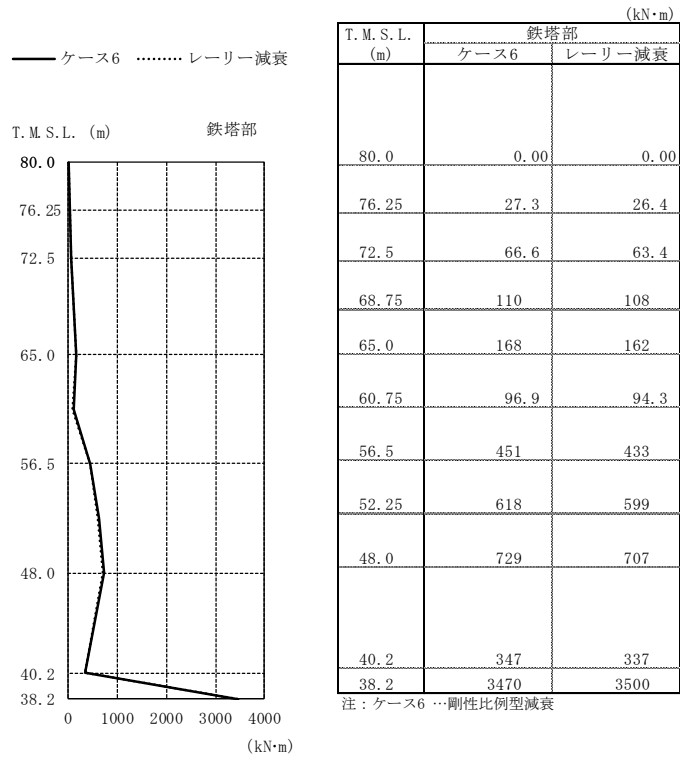


(a) 鉄塔部 主柱材包絡

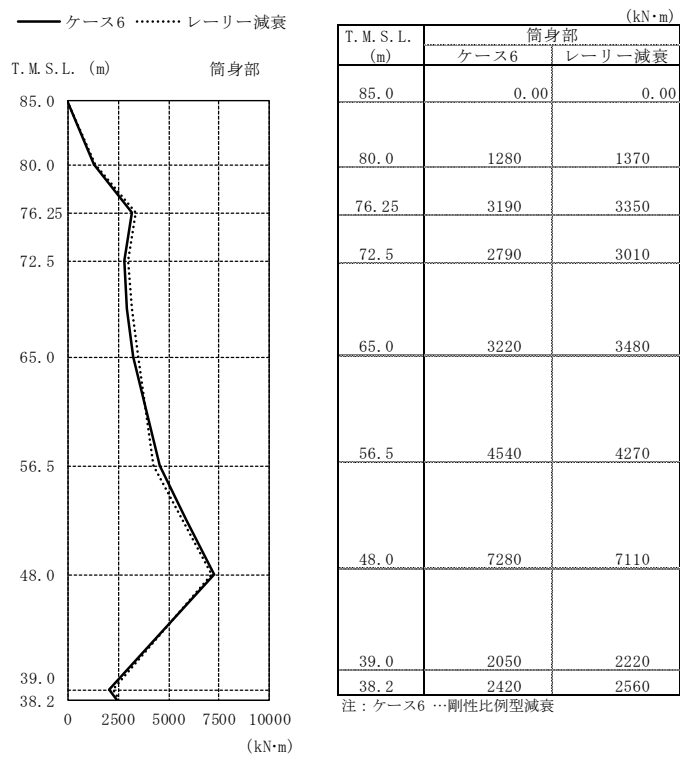


(b) 筒身部

図2-8 最大応答曲げモーメント (Ss-1を用いたケース1 (基本ケース) に対する検討)

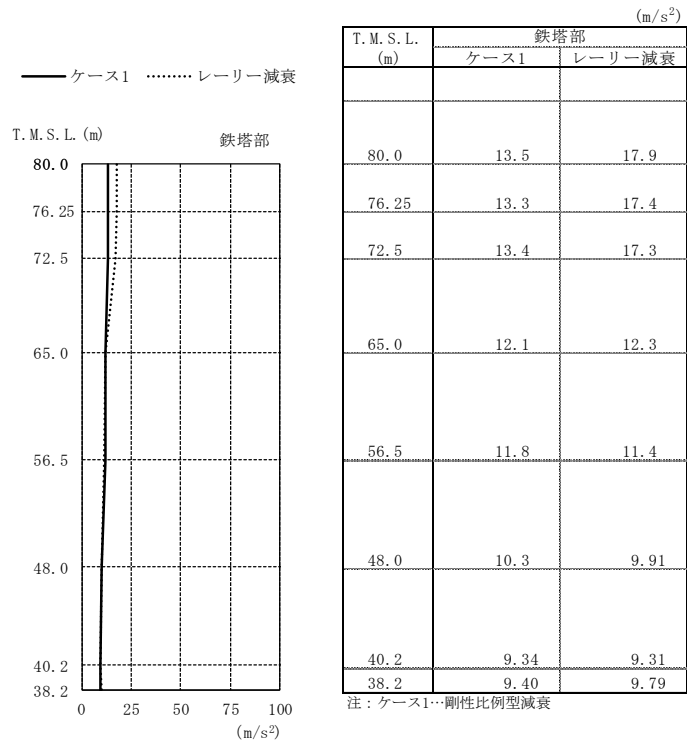


(a) 鉄塔部 主柱材包絡

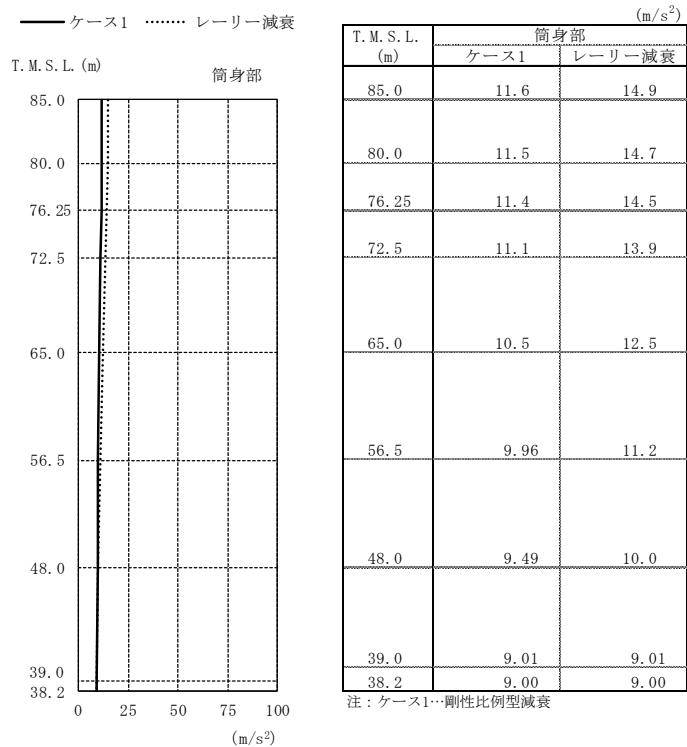


(b) 筒身部

図2-9 最大応答曲げモーメント (Ss-2を用いたケース6 (回転ばね低減) に対する検討)



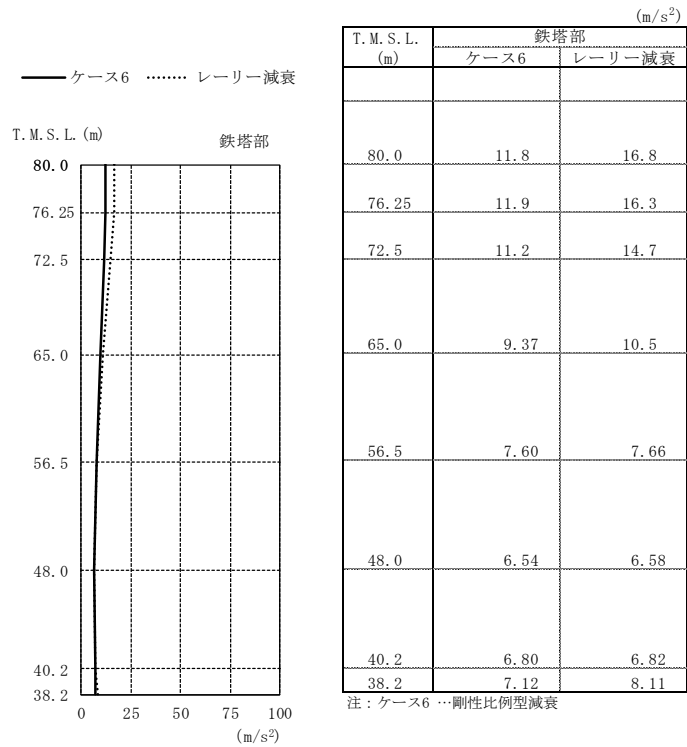
(a) 鉄塔部



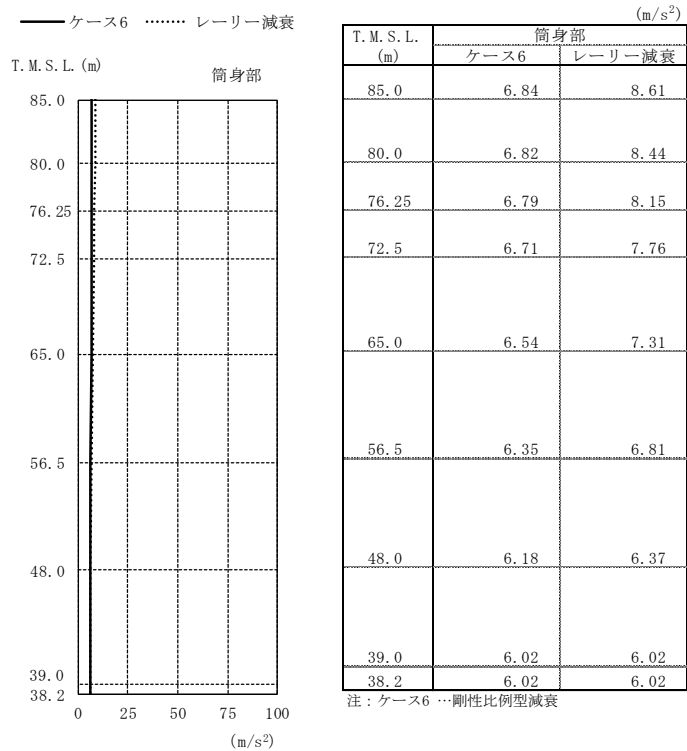
(b) 筒身部

図2-10 最大応答加速度 (Ss-1を用いたケース1 (基本ケース) に対する検討, 鉛直方向)





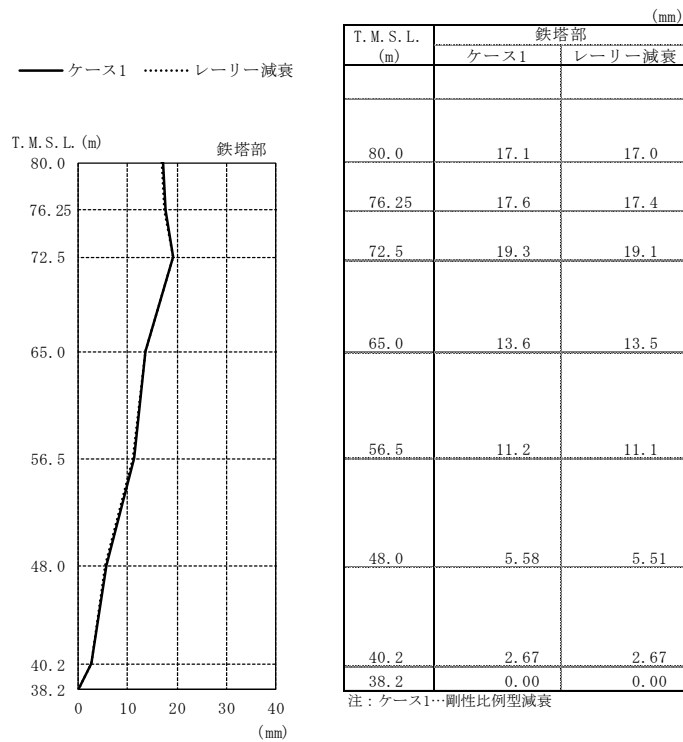
(a) 鉄塔部



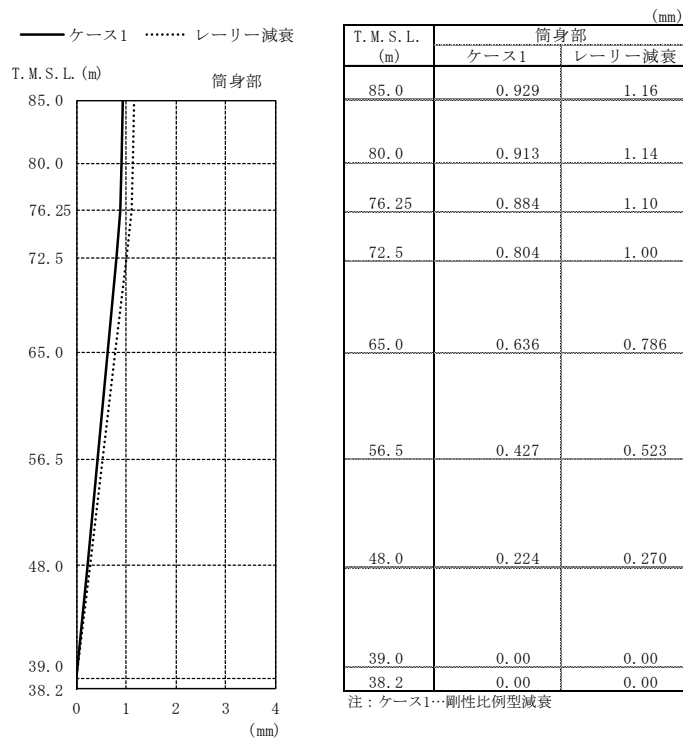
(b) 筒身部

図2-11 最大応答加速度

(Ss-2を用いたケース6 (回転ばね低減) に対する検討, 鉛直方向)

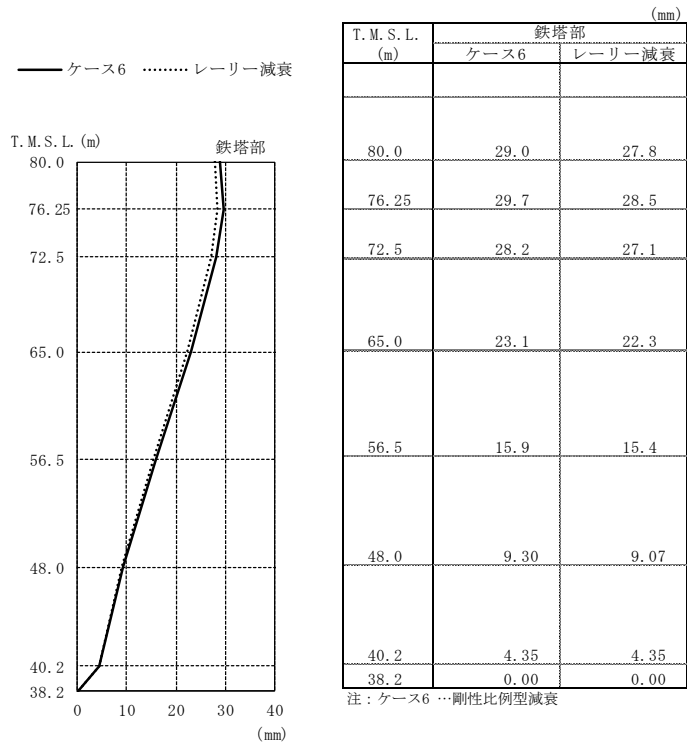


(a) 鉄塔部

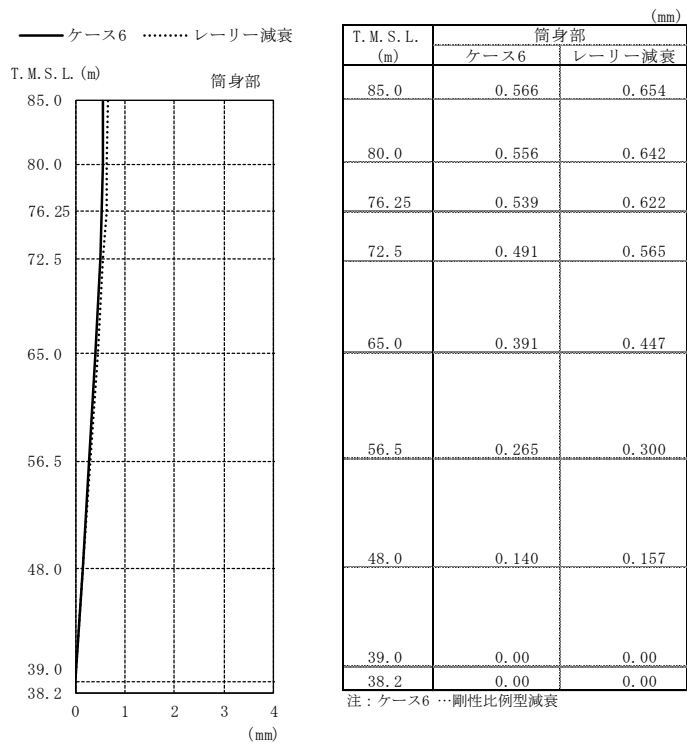


(b) 筒身部

図2-12 最大応答変位 (Ss-1を用いたケース1 (基本ケース) に対する検討, 鉛直方向)

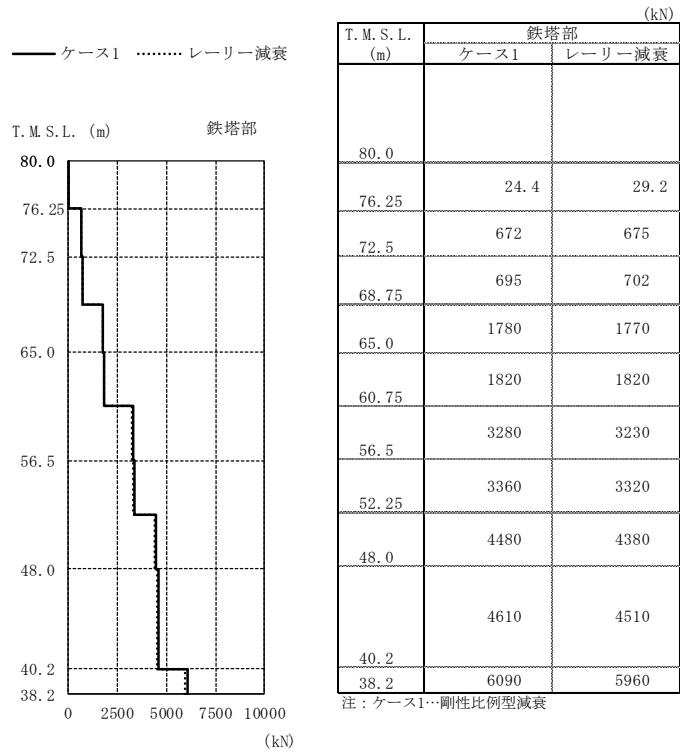


(a) 鉄塔部

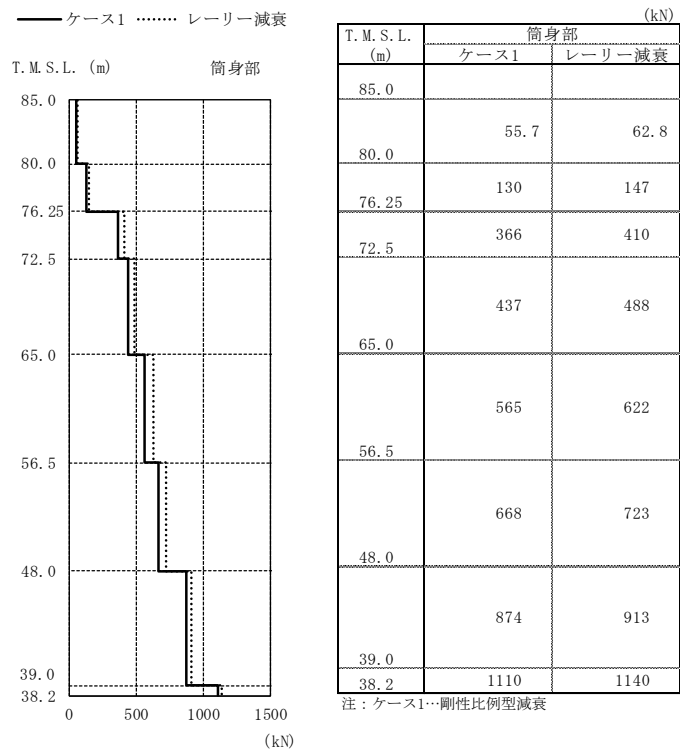


(b) 筒身部

図2-13 最大応答変位 (Ss-2を用いたケース6 (回転ばね低減) に対する検討, 鉛直方向)

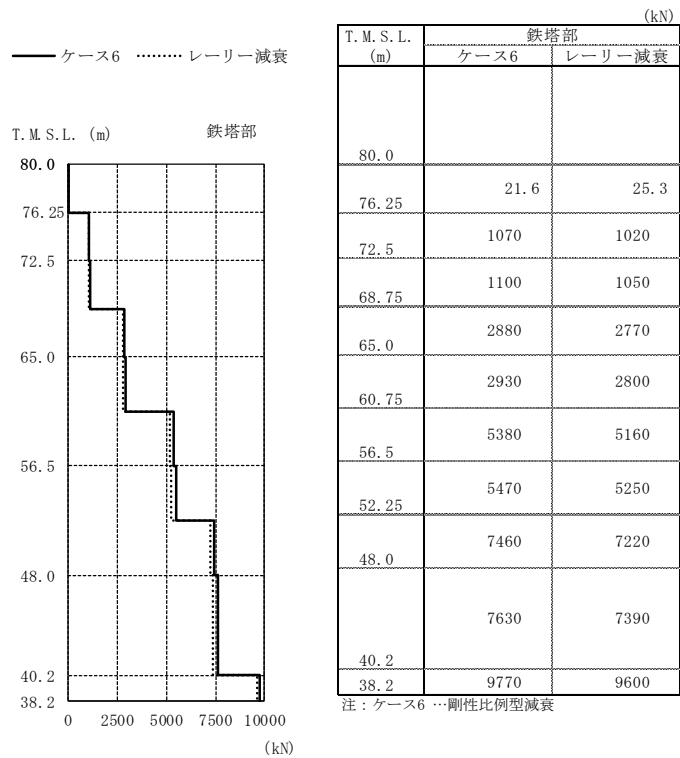


(a) 鉄塔部 主柱材包絡

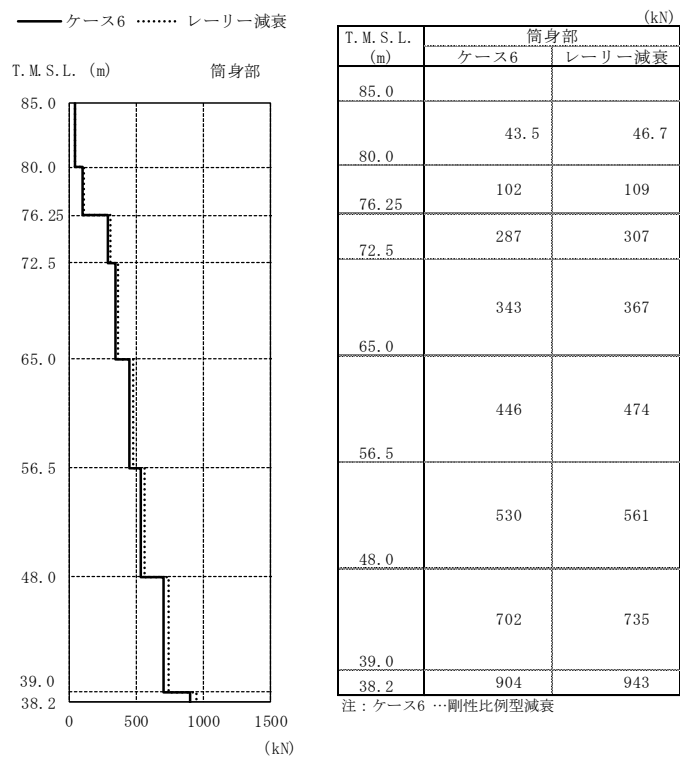


(b) 筒身部

図2-14 最大応答軸力 (Ss-1を用いたケース1 (基本ケース) に対する検討)



(a) 鉄塔部 主柱材包絡



(b) 筒身部

図2-15 最大応答軸力 (Ss-2を用いたケース6 (回転ばね低減) に対する検討)

表2-3 制震装置（オイルダンパー）の最大応答値及び許容値

|             | オイルダンパーの最大応答値                       |            |                                      |            | 許容値  |
|-------------|-------------------------------------|------------|--------------------------------------|------------|------|
|             | Ss-1 を用いた<br>ケース 1（基本ケース）<br>に対する検討 |            | Ss-2 を用いた<br>ケース 6（回転ばね低減）<br>に対する検討 |            |      |
|             | 剛性比例型<br>減衰                         | レーリー<br>減衰 | 剛性比例型<br>減衰                          | レーリー<br>減衰 |      |
| 速度<br>(m/s) | 1.91                                | 1.86       | 1.90                                 | 1.79       | 2.60 |
| 変位<br>(mm)  | 124                                 | 118        | 146                                  | 139        | 175  |

表2-4 (1/2) 断面算定結果

(a) 主柱材

| 標高<br>T. M. S. L.<br>(m) | 部材間 | Ss-1を用いたケース1 (基本ケース) に対する検討 |          |   |        |          |   | Ss-2を用いたケース6 (回転ばね低減) に対する検討 |          |   |        |          |   |
|--------------------------|-----|-----------------------------|----------|---|--------|----------|---|------------------------------|----------|---|--------|----------|---|
|                          |     | 剛性比例型減衰                     |          |   | レーリー減衰 |          |   | 剛性比例型減衰                      |          |   | レーリー減衰 |          |   |
|                          |     | 評価用応力                       |          | $\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$ | 評価用応力  |          | $\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$ | 評価用応力                        |          | $\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$ | 評価用応力  |          | $\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$ |
|                          |     | N (kN)                      | M (kN・m) |   | N (kN) | M (kN・m) |   | N (kN)                       | M (kN・m) |   | N (kN) | M (kN・m) |   |
| 80.0                     | B-C | 24.4                        | 19.0     | 0.14  | 29.2   | 18.7     | 0.14  | 21.6                         | 27.3     | 0.19  | 25.3   | 26.4     | 0.18  |
| 72.5                     | C-D | 695                         | 79.2     | 0.54  | 702    | 78.9     | 0.54  | 1100                         | 110      | 0.79  | 1050   | 108      | 0.77  |
| 65.0                     | D-E | 1820                        | 106      | 0.62  | 1820   | 106      | 0.62  | 2930                         | 168      | 0.99  | 2800   | 162      | 0.95  |
| 56.5                     | E-F | 3360                        | 455      | 0.62  | 3320   | 447      | 0.61  | 5470                         | 618      | 0.93  | 5250   | 599      | 0.90  |
| 48.0                     | F-G | 4610                        | 455      | 0.52  | 4510   | 447      | 0.51  | 7630                         | 729      | 0.84  | 7390   | 707      | 0.81  |

注：断面算定方法は、V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」に基づく。

(b) 斜材

| 標高<br>T. M. S. L.<br>(m) | 部材間 | Ss-1を用いたケース1 (基本ケース) に対する検討 |                        |        |                        | Ss-2を用いたケース6 (回転ばね低減) に対する検討 |                        |        |                        |
|--------------------------|-----|-----------------------------|------------------------|--------|------------------------|------------------------------|------------------------|--------|------------------------|
|                          |     | 剛性比例型減衰                     |                        | レーリー減衰 |                        | 剛性比例型減衰                      |                        | レーリー減衰 |                        |
|                          |     | 評価用応力                       |                        | N (kN) | $\frac{\sigma_c}{f_c}$ | 評価用応力                        |                        | N (kN) | $\frac{\sigma_c}{f_c}$ |
|                          |     | N (kN)                      | $\frac{\sigma_c}{f_c}$ |        |                        | N (kN)                       | $\frac{\sigma_c}{f_c}$ |        |                        |
| 80.0                     | B-C | 655                         | 0.73                   | 646    | 0.72                   | 633                          | 0.71                   | 611    | 0.69                   |
| 72.5                     | C-D | 758                         | 0.49                   | 746    | 0.48                   | 738                          | 0.47                   | 713    | 0.46                   |
| 65.0                     | D-E | 942                         | 0.33                   | 928    | 0.33                   | 968                          | 0.34                   | 932    | 0.33                   |
| 56.5                     | E-F | 1100                        | 0.21                   | 1090   | 0.21                   | 1130                         | 0.22                   | 1120   | 0.22                   |
| 48.0                     | F-G | 1210                        | 0.14                   | 1230   | 0.14                   | 1360                         | 0.16                   | 1430   | 0.17                   |

注：断面算定方法は、V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」に基づく。

(c) 水平材

| 標高<br>T. M. S. L.<br>(m) | 部材位置 | Ss-1を用いたケース1 (基本ケース) に対する検討 |                        |        |                        | Ss-2を用いたケース6 (回転ばね低減) に対する検討 |                        |        |                        |
|--------------------------|------|-----------------------------|------------------------|--------|------------------------|------------------------------|------------------------|--------|------------------------|
|                          |      | 剛性比例型減衰                     |                        | レーリー減衰 |                        | 剛性比例型減衰                      |                        | レーリー減衰 |                        |
|                          |      | 評価用応力                       |                        | N (kN) | $\frac{\sigma_c}{f_c}$ | 評価用応力                        |                        | N (kN) | $\frac{\sigma_c}{f_c}$ |
|                          |      | N (kN)                      | $\frac{\sigma_c}{f_c}$ |        |                        | N (kN)                       | $\frac{\sigma_c}{f_c}$ |        |                        |
| 80.0                     | B    | 58.7                        | 0.08                   | 58.8   | 0.08                   | 63.6                         | 0.09                   | 62.3   | 0.09                   |
| 72.5                     | C    | 73.2                        | 0.12                   | 73.0   | 0.12                   | 92.9                         | 0.15                   | 90.9   | 0.14                   |
| 65.0                     | D    | 139                         | 0.10                   | 139    | 0.10                   | 178                          | 0.12                   | 181    | 0.13                   |
| 56.5                     | E    | 207                         | 0.15                   | 205    | 0.15                   | 326                          | 0.24                   | 325    | 0.24                   |
| 48.0                     | F    | 220                         | 0.11                   | 215    | 0.11                   | 325                          | 0.16                   | 306    | 0.15                   |

注：断面算定方法は、V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」に基づく。

表2-4 (2/2) 断面算定結果

(d) 筒身部

| 標高<br>T. M. S. L.<br>(m) | 部材間         | Ss-1を用いたケース1 (基本ケース) に対する検討 |             |   |           |             |   | Ss-2を用いたケース6 (回転ばね低減) に対する検討 |             |   |        |      |   |
|--------------------------|-------------|-----------------------------|-------------|---|-----------|-------------|---|------------------------------|-------------|---|--------|------|---|
|                          |             | 剛性比例型減衰                     |             |   | レーリー減衰    |             |   | 剛性比例型減衰                      |             |   | レーリー減衰 |      |   |
|                          |             | 評価用応力                       |             | $\frac{\sigma_c}{c f_{cr}} + \frac{\sigma_b}{b f_{cr}}$ | 評価用応力     |             | $\frac{\sigma_c}{c f_{cr}} + \frac{\sigma_b}{b f_{cr}}$ | 評価用応力                        |             | $\frac{\sigma_c}{c f_{cr}} + \frac{\sigma_b}{b f_{cr}}$ | 評価用応力  |      | $\frac{\sigma_c}{c f_{cr}} + \frac{\sigma_b}{b f_{cr}}$ |
| N<br>(kN)                | M<br>(kN・m) | N<br>(kN)                   | M<br>(kN・m) |   | N<br>(kN) | M<br>(kN・m) |   | N<br>(kN)                    | M<br>(kN・m) |   |        |      |   |
| 85.0                     | A-B         | 24.2                        | 938         | 0.29  | 25.1      | 967         | 0.29  | 21.7                         | 1090        | 0.33  | 21.7   | 1160 | 0.35  |
| 80.0                     | B-C         | 163                         | 2290        | 0.71  | 168       | 2330        | 0.72  | 152                          | 2720        | 0.83  | 148    | 2850 | 0.87  |
| 72.5                     | C-D         | 227                         | 2290        | 0.72  | 209       | 2290        | 0.72  | 203                          | 2450        | 0.77  | 206    | 2650 | 0.83  |
| 65.0                     | D-E         | 301                         | 3020        | 0.57  | 314       | 2910        | 0.55  | 256                          | 3630        | 0.67  | 274    | 3510 | 0.65  |
| 56.5                     | E-F         | 282                         | 3980        | 0.73  | 292       | 3830        | 0.71  | 396                          | 4570        | 0.85  | 421    | 4410 | 0.82  |
| 48.0                     | F-G         | 379                         | 5020        | 0.50  | 381       | 4890        | 0.49  | 539                          | 5660        | 0.57  | 562    | 5530 | 0.56  |
| 39.0                     |             |                             |             |   |           |             |   |                              |             |   |        |      |   |

注：断面算定方法は、V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」に基づき、時刻歴断面算定結果を示す。



## 別紙 4 地震荷重と風荷重を重畳させた場合の影響検討

## 目 次

|                        |        |
|------------------------|--------|
| 1. 概要                  | 別紙 4-1 |
| 2. 解析方針                | 別紙 4-2 |
| 2.1 解析モデル              | 別紙 4-2 |
| 2.2 風荷重                | 別紙 4-5 |
| 3. 断面算定結果（検定値）に基づく影響評価 | 別紙 4-7 |

## 1. 概要

本資料は主排気筒に対し、地震荷重に加えて風荷重（風速4.1m/s及び16.0m/s）を重畳させた場合の耐震性に関する裕度を示すものである。詳細には、以下に示す検討を実施する。

- ・ S<sub>s</sub>-1を用いたケース1（基本ケース）に対する検討
- ・ S<sub>s</sub>-2を用いたケース6（回転ばね低減）に対する検討

S<sub>s</sub>-1を用いたケース1（基本ケース）に対する検討では、建屋応答の不確かさを含めた各入力地震動の代表として、全周期帯の応答が大きく、耐震評価への影響も大きい基準地震動 S<sub>s</sub>-1を用いた基本ケースを選定し、地震荷重と風荷重を重畳させた場合の影響を確認することを目的とする。

S<sub>s</sub>-2を用いたケース6（回転ばね低減）に対する検討では、V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」における断面算定結果が最も厳しくなる検討ケースを対象に、地震荷重と風荷重を重畳させた場合においても断面算定結果に一定の裕度を有することを確認することを目的とする。

また、上述の各検討において重畳させる風荷重を以下に示す。

- ・ 風速4.1m/sによる風荷重
- ・ 風速16.0m/sによる風荷重

なお、入力地震動は、別紙3「地震応答解析における原子炉建屋の材料物性の不確かさに関する検討」に基づき、S<sub>s</sub>-1については2方向（3成分）（NS方向（並進・回転）及び鉛直方向）同時入力とし、S<sub>s</sub>-2について3方向（5成分）（水平2方向（並進・回転）及び鉛直方向）同時入力とする。

また、固有値解析結果は、別紙3「地震応答解析における原子炉建屋の材料物性の不確かさに関する検討」に示すケース1（基本ケース）と同一である。

## 2. 解析方針

### 2.1 解析モデル

V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」における解析モデル（以下「工認モデル」という。）では，既工認との整合性と保守性を担保するため，支柱材及び筒身の実状の部材断面の切り替え位置よりも低い位置に部材の切り替え位置を設定し，モデル化を行っている。本検討では，地震荷重に加えて，風荷重を重畳させた場合の耐震性に関する裕度を確認することを目的としているため，支柱材及び筒身部について，実状に合わせた切り替え位置を考慮したモデルに変更する。

切り替え位置の一覧を表 2-1 に示す。支柱材は，工認モデルに対して，1.65m～2.15m 高い位置に部材断面の切り替え位置を変更し，筒身は，C-D間で 0.25m 高い位置，E-F間で 1.75m 高い位置に部材断面の切り替え位置を変更する。

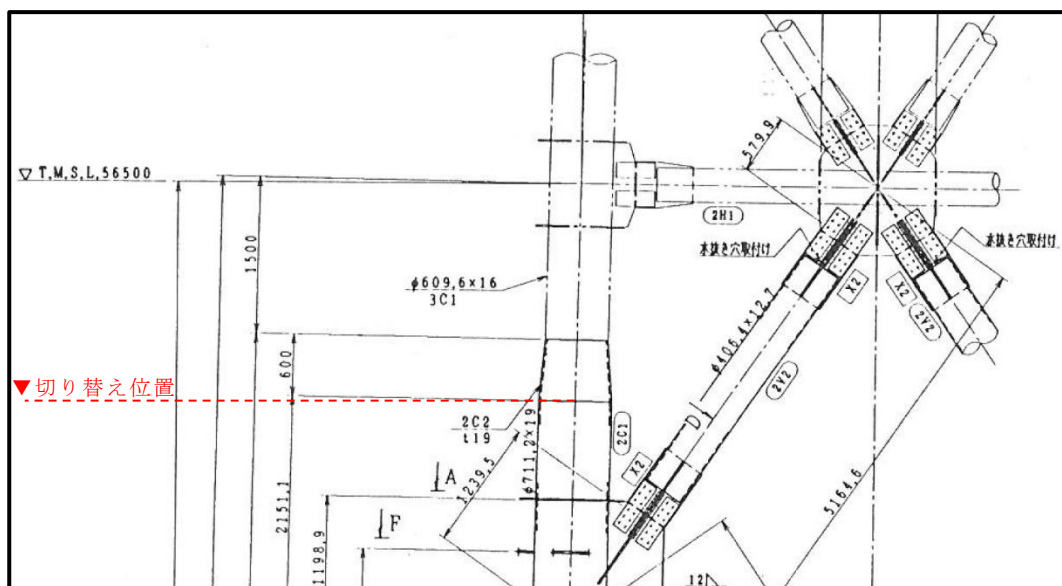
また，切り替え位置の変更を考慮した解析モデルを図 2-1 に示す。

表 2-1 切り替え位置の一覧

| 部材  | 部材間 | 切り替え位置のレベル<br>T. M. S. L. (m) |            | 切り替え位置<br>の差<br>(①-②)<br>(m) |
|-----|-----|-------------------------------|------------|------------------------------|
|     |     | ①<br>本検討における<br>解析モデル         | ②<br>工認モデル |                              |
| 主柱材 | B-C | 77.90                         | 76.25      | 1.65                         |
|     | C-D | 70.40                         | 68.75      | 1.65                         |
|     | D-E | 62.50                         | 60.75      | 1.75                         |
|     | E-F | 54.40                         | 52.25      | 2.15                         |
| 筒身  | C-D | 69.00                         | 68.75      | 0.25                         |
|     | E-F | 54.00                         | 52.25      | 1.75                         |

切り替え位置の設定例（主柱材 E-F間）

（「柏崎刈羽原子力発電所7号機工事の内発電所本館建物新設工事 原子炉建屋 施工図  
一覧表（11/16） 排気筒鉄骨工事」のうち、KMG-205「鉄塔詳細図(2C)」）



注：主柱材の切り替え位置は保守的に切り替え位置の始点とする。

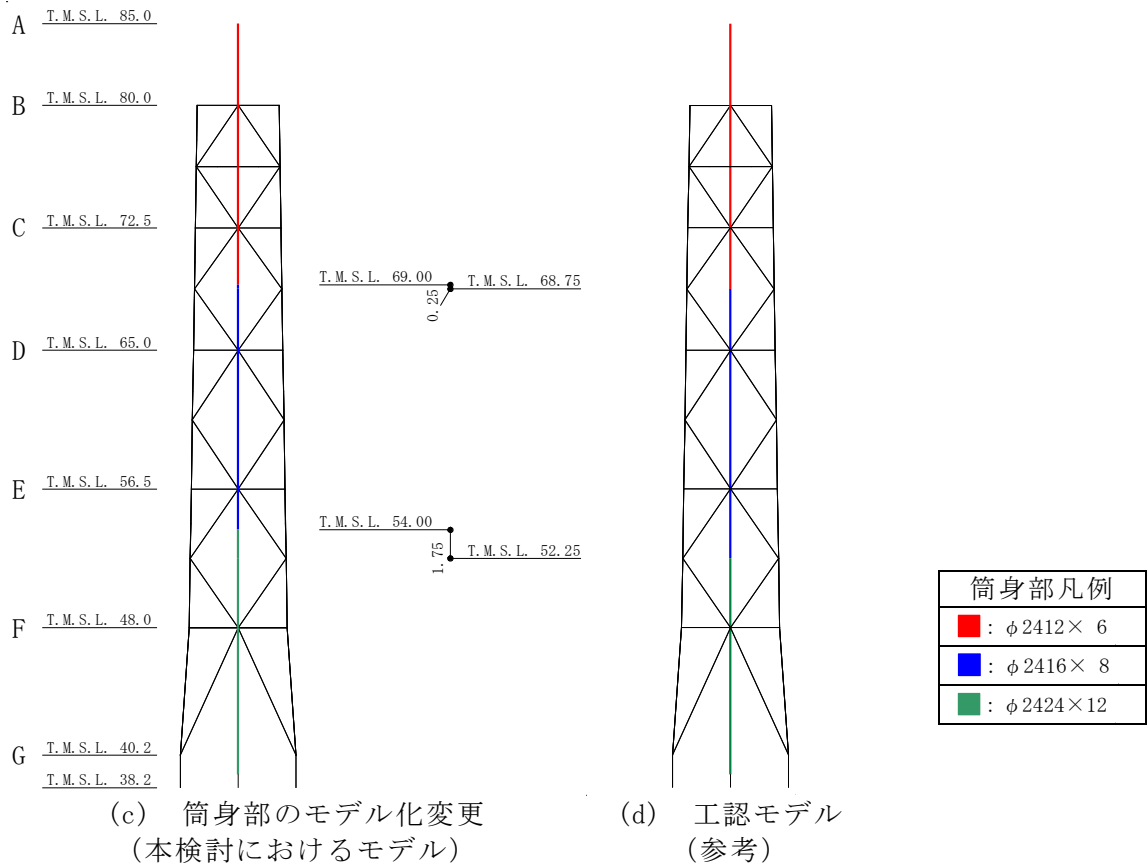
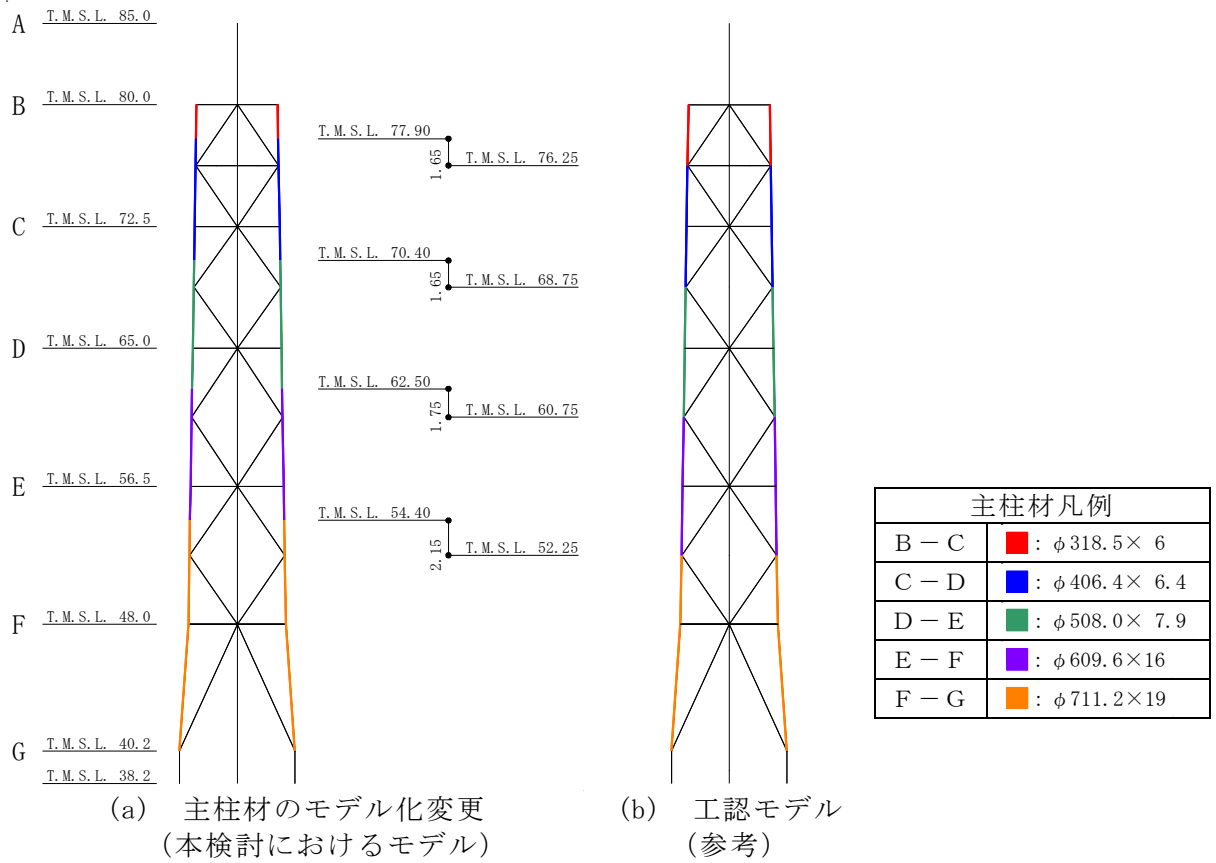


図 2-1 切り替え位置の変更を考慮した解析モデル (単位: m)

## 2.2 風荷重

風荷重は、V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」と同一方法により算定し、作用方向も同一とする。また、風速については4.1m/s及び16.0m/sの2ケースについて検討する。

風荷重計算表を表2-2及び表2-3に示す。

表2-2 風荷重計算表（風速4.1m/s）

### (a) 鉄塔部

| 標高<br>T. M. S. L.<br>(m) | 速度圧<br>q<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | 90° 方向風荷重*             |                             |               | 45° 方向風荷重              |                             |               |
|--------------------------|----------------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------|------------------------|-----------------------------|---------------|
|                          |                                  | 風力係数<br>C <sub>f</sub> | 見付面積<br>A (m <sup>2</sup> ) | 風荷重<br>P (kN) | 風力係数<br>C <sub>f</sub> | 見付面積<br>A (m <sup>2</sup> ) | 風荷重<br>P (kN) |
| 80.00                    | 0.0358                           | 1.92                   | 3.4                         | 0.24          | 1.50                   | 5.4                         | 0.29          |
| 76.25                    | 0.0358                           | 1.82                   | 7.6                         | 0.50          | 1.44                   | 11.9                        | 0.62          |
| 72.50                    | 0.0358                           | 1.86                   | 9.6                         | 0.64          | 1.45                   | 15.5                        | 0.81          |
| 65.00                    | 0.0358                           | 1.72                   | 16.8                        | 1.04          | 1.36                   | 27.1                        | 1.32          |
| 56.50                    | 0.0358                           | 1.63                   | 21.0                        | 1.23          | 1.26                   | 34.1                        | 1.54          |
| 48.00                    | 0.0358                           | 1.48                   | 24.3                        | 1.29          | 1.15                   | 39.7                        | 1.64          |
| 40.20                    | 0.0358                           | 1.43                   | 11.0                        | 0.57          | 1.10                   | 18.5                        | 0.73          |

注記\* : NS方向, EW方向の包絡値を示す。

### (b) 筒身部

| 標高<br>T. M. S. L.<br>(m) | 速度圧<br>q<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | 90° 方向風荷重              |                             |               | 45° 方向風荷重              |                             |               |
|--------------------------|----------------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------|------------------------|-----------------------------|---------------|
|                          |                                  | 風力係数<br>C <sub>f</sub> | 見付面積<br>A (m <sup>2</sup> ) | 風荷重<br>P (kN) | 風力係数<br>C <sub>f</sub> | 見付面積<br>A (m <sup>2</sup> ) | 風荷重<br>P (kN) |
| 85.00                    | 0.0365                           | 0.90                   | 6.0                         | 0.20          | 0.90                   | 6.0                         | 0.20          |
| 80.00                    | 0.0365                           | 0.89                   | 10.6                        | 0.35          | 0.89                   | 10.6                        | 0.35          |
| 76.25                    | 0.0365                           | 0.88                   | 9.0                         | 0.29          | 0.88                   | 9.0                         | 0.29          |
| 72.50                    | 0.0365                           | 0.86                   | 13.6                        | 0.43          | 0.86                   | 13.6                        | 0.43          |
| 65.00                    | 0.0365                           | 0.83                   | 19.3                        | 0.59          | 0.83                   | 19.3                        | 0.59          |
| 56.50                    | 0.0365                           | 0.79                   | 20.5                        | 0.60          | 0.79                   | 20.5                        | 0.60          |
| 48.00                    | 0.0365                           | 0.74                   | 21.2                        | 0.58          | 0.74                   | 21.2                        | 0.58          |
| 39.00                    | 0.0365                           | 0.68                   | 10.9                        | 0.28          | 0.68                   | 10.9                        | 0.28          |

表 2-3 風荷重計算表 (風速 16.0m/s)

(a) 鉄塔部

| 標高<br>T. M. S. L.<br>(m) | 速度圧<br>q<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | 90° 方向風荷重*             |                             |               | 45° 方向風荷重              |                             |               |
|--------------------------|----------------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------|------------------------|-----------------------------|---------------|
|                          |                                  | 風力係数<br>C <sub>f</sub> | 見付面積<br>A (m <sup>2</sup> ) | 風荷重<br>P (kN) | 風力係数<br>C <sub>f</sub> | 見付面積<br>A (m <sup>2</sup> ) | 風荷重<br>P (kN) |
| 80.00                    | 0.544                            | 1.92                   | 3.4                         | 3.6           | 1.50                   | 5.4                         | 4.5           |
| 76.25                    | 0.544                            | 1.82                   | 7.6                         | 7.6           | 1.44                   | 11.9                        | 9.4           |
| 72.50                    | 0.544                            | 1.86                   | 9.6                         | 9.8           | 1.45                   | 15.5                        | 12.3          |
| 65.00                    | 0.544                            | 1.72                   | 16.8                        | 15.8          | 1.36                   | 27.1                        | 20.1          |
| 56.50                    | 0.544                            | 1.63                   | 21.0                        | 18.7          | 1.26                   | 34.1                        | 23.4          |
| 48.00                    | 0.544                            | 1.48                   | 24.3                        | 19.6          | 1.15                   | 39.7                        | 24.9          |
| 40.20                    | 0.544                            | 1.43                   | 11.0                        | 8.6           | 1.10                   | 18.5                        | 11.1          |

注記\* : NS方向, EW方向の包絡値を示す。

(b) 筒身部

| 標高<br>T. M. S. L.<br>(m) | 速度圧<br>q<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | 90° 方向風荷重              |                             |               | 45° 方向風荷重              |                             |               |
|--------------------------|----------------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------|------------------------|-----------------------------|---------------|
|                          |                                  | 風力係数<br>C <sub>f</sub> | 見付面積<br>A (m <sup>2</sup> ) | 風荷重<br>P (kN) | 風力係数<br>C <sub>f</sub> | 見付面積<br>A (m <sup>2</sup> ) | 風荷重<br>P (kN) |
| 85.00                    | 0.555                            | 0.90                   | 6.0                         | 3.0           | 0.90                   | 6.0                         | 3.0           |
| 80.00                    | 0.555                            | 0.89                   | 10.6                        | 5.3           | 0.89                   | 10.6                        | 5.3           |
| 76.25                    | 0.555                            | 0.88                   | 9.0                         | 4.4           | 0.88                   | 9.0                         | 4.4           |
| 72.50                    | 0.555                            | 0.86                   | 13.6                        | 6.5           | 0.86                   | 13.6                        | 6.5           |
| 65.00                    | 0.555                            | 0.83                   | 19.3                        | 8.9           | 0.83                   | 19.3                        | 8.9           |
| 56.50                    | 0.555                            | 0.79                   | 20.5                        | 9.0           | 0.79                   | 20.5                        | 9.0           |
| 48.00                    | 0.555                            | 0.74                   | 21.2                        | 8.8           | 0.74                   | 21.2                        | 8.8           |
| 39.00                    | 0.555                            | 0.68                   | 10.9                        | 4.2           | 0.68                   | 10.9                        | 4.2           |



### 3. 断面算定結果（検定値）に基づく影響評価

断面算定結果を表 3-1 に示す。

鉄塔部について、地震荷重と風荷重（風速 4.1m/s 及び 16.0m/s）を重畳させた場合の検定値の変動はごく微小であることを確認した。特に、V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」において最も厳しい検定値（0.99）を示す主柱材 D-E 間についても、重畳させる風荷重を風速 4.1m/s から風速 16.0m/s に変動させた場合においても検定値は 0.01 程度の変動であることを確認した。

主柱材の評価用応力の発生要素の比較（Ss-2（ケース 6））を図 3-1 に示す。

部材断面の切り替え位置を変更することで、主排気筒の剛性が増加するとともに、部材の評価位置が上がるため、風速 16.0m/s を重畳させたとしても主柱材 D-E 間の検定値は 0.95 となる。

また、筒身部についてはその他部材と比較をして受風面積が大きいことから、重畳させる風荷重の増加に伴い、検定値も増加する傾向であることが確認されたが、最大検定値は E-F 間の検定値 0.81 であり、十分な裕度を有することを確認した。

以上のことから、風荷重と地震荷重を重畳させた場合についても主排気筒の耐震性に影響が無いことを確認した。

表 3-1 断面算定結果（1/2）

(a) 主柱材

| 標高<br>T. M. S. L.<br>(m) | 部材間 | Ss-1を用いたケース1（基本ケース）に対する検討 |             |   |               |             |   | Ss-2を用いたケース6（回転ばね低減）に対する検討 |             |   |               |             |   |
|--------------------------|-----|---------------------------|-------------|---|---------------|-------------|---|----------------------------|-------------|---|---------------|-------------|---|
|                          |     | 風速4.1m/sとの重畳              |             |   | 風速16.0m/sとの重畳 |             |   | 風速4.1m/sとの重畳               |             |   | 風速16.0m/sとの重畳 |             |   |
|                          |     | 評価用応力                     |             |   | 評価用応力         |             |   | 評価用応力                      |             |   | 評価用応力         |             |   |
|                          |     | N<br>(kN)                 | M<br>(kN・m) | $\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$ | N<br>(kN)     | M<br>(kN・m) | $\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$ | N<br>(kN)                  | M<br>(kN・m) | $\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$ | N<br>(kN)     | M<br>(kN・m) | $\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$ |
| 80.0                     | B-C | 24.2                      | 15.0        | 0.11  | 24.1          | 14.9        | 0.11  | 21.5                       | 19.7        | 0.14  | 21.5          | 19.7        | 0.14  |
| 72.5                     | C-D | 688                       | 41.3        | 0.40  | 691           | 41.3        | 0.40  | 1060                       | 63.6        | 0.61  | 1060          | 63.7        | 0.61  |
| 65.0                     | D-E | 1810                      | 98.4        | 0.60  | 1830          | 99.4        | 0.61  | 2840                       | 152         | 0.94  | 2850          | 153         | 0.95  |
| 56.5                     | E-F | 3370                      | 272         | 0.50  | 3410          | 275         | 0.51  | 5330                       | 418         | 0.79  | 5360          | 421         | 0.79  |
| 48.0                     | F-G | 4600                      | 550         | 0.55  | 4670          | 558         | 0.56  | 7400                       | 719         | 0.82  | 7460          | 726         | 0.83  |
| 40.2                     |     |                           |             |   |               |             |   |                            |             |   |               |             |   |

注：断面算定方法は、V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」に基づく。

(b) 斜材

| 標高<br>T. M. S. L.<br>(m) | 部材間 | Ss-1を用いたケース1 (基本ケース) に対する検討 |                        |               |                        | Ss-2を用いたケース6 (回転ばね低減) に対する検討 |                        |               |                        |
|--------------------------|-----|-----------------------------|------------------------|---------------|------------------------|------------------------------|------------------------|---------------|------------------------|
|                          |     | 風速4.1m/sとの重畳                |                        | 風速16.0m/sとの重畳 |                        | 風速4.1m/sとの重畳                 |                        | 風速16.0m/sとの重畳 |                        |
|                          |     | 評価用応力                       |                        | 評価用応力         |                        | 評価用応力                        |                        | 評価用応力         |                        |
|                          |     | N<br>(kN)                   | $\frac{\sigma_c}{f_c}$ | N<br>(kN)     | $\frac{\sigma_c}{f_c}$ | N<br>(kN)                    | $\frac{\sigma_c}{f_c}$ | N<br>(kN)     | $\frac{\sigma_c}{f_c}$ |
| 80.0                     | B-C | 649                         | 0.73                   | 656           | 0.74                   | 613                          | 0.69                   | 616           | 0.69                   |
| 72.5                     | C-D | 758                         | 0.49                   | 769           | 0.49                   | 721                          | 0.46                   | 729           | 0.47                   |
| 65.0                     | D-E | 948                         | 0.34                   | 961           | 0.34                   | 945                          | 0.34                   | 953           | 0.34                   |
| 56.5                     | E-F | 1110                        | 0.22                   | 1130          | 0.22                   | 1120                         | 0.22                   | 1140          | 0.22                   |
| 48.0                     | F-G | 1200                        | 0.14                   | 1220          | 0.14                   | 1400                         | 0.16                   | 1470          | 0.17                   |
| 40.2                     |     |                             |                        |               |                        |                              |                        |               |                        |

注：断面算定方法は、V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」に基づく。

(c) 水平材

| 標高<br>T. M. S. L.<br>(m) | 部材位置 | Ss-1を用いたケース1 (基本ケース) に対する検討 |                        |               |                        | Ss-2を用いたケース6 (回転ばね低減) に対する検討 |                        |               |                        |
|--------------------------|------|-----------------------------|------------------------|---------------|------------------------|------------------------------|------------------------|---------------|------------------------|
|                          |      | 風速4.1m/sとの重畳                |                        | 風速16.0m/sとの重畳 |                        | 風速4.1m/sとの重畳                 |                        | 風速16.0m/sとの重畳 |                        |
|                          |      | 評価用応力                       |                        | 評価用応力         |                        | 評価用応力                        |                        | 評価用応力         |                        |
|                          |      | N<br>(kN)                   | $\frac{\sigma_c}{f_c}$ | N<br>(kN)     | $\frac{\sigma_c}{f_c}$ | N<br>(kN)                    | $\frac{\sigma_c}{f_c}$ | N<br>(kN)     | $\frac{\sigma_c}{f_c}$ |
| 80.0                     | B    | 60.1                        | 0.09                   | 62.0          | 0.09                   | 63.6                         | 0.09                   | 64.9          | 0.09                   |
| 72.5                     | C    | 76.3                        | 0.12                   | 80.9          | 0.13                   | 96.7                         | 0.15                   | 101           | 0.16                   |
| 65.0                     | D    | 138                         | 0.10                   | 145           | 0.10                   | 182                          | 0.13                   | 189           | 0.13                   |
| 56.5                     | E    | 228                         | 0.17                   | 232           | 0.17                   | 335                          | 0.25                   | 346           | 0.25                   |
| 48.0                     | F    | 201                         | 0.10                   | 204           | 0.10                   | 294                          | 0.15                   | 306           | 0.15                   |

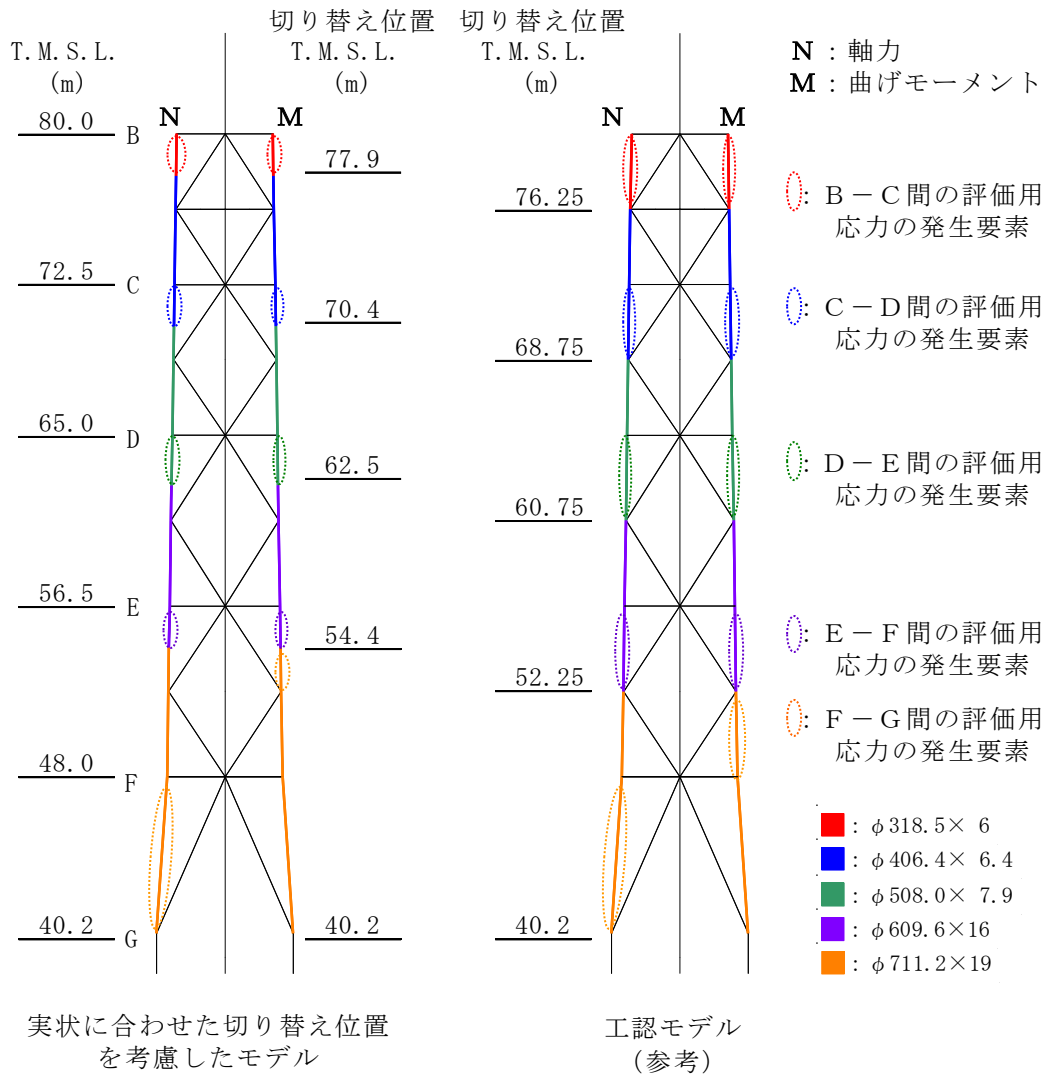
注：断面算定方法は、V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」に基づく。

表 3-1 断面算定結果 (2/2)

(d) 筒身部

| 標高<br>T. M. S. L.<br>(m) | 部材間 | Ss-1を用いたケース1 (基本ケース) に対する検討 |             |   |               |             |   | Ss-2を用いたケース6 (回転ばね低減) に対する検討 |             |   |               |             |   |
|--------------------------|-----|-----------------------------|-------------|---|---------------|-------------|---|------------------------------|-------------|---|---------------|-------------|---|
|                          |     | 風速4.1m/sとの重畳                |             |   | 風速16.0m/sとの重畳 |             |   | 風速4.1m/sとの重畳                 |             |   | 風速16.0m/sとの重畳 |             |   |
|                          |     | 評価用応力                       |             | $\frac{\sigma_c}{f_{cr}} + \frac{\sigma_b}{f_{cr}}$ | 評価用応力         |             | $\frac{\sigma_c}{f_{cr}} + \frac{\sigma_b}{f_{cr}}$ | 評価用応力                        |             | $\frac{\sigma_c}{f_{cr}} + \frac{\sigma_b}{f_{cr}}$ | 評価用応力         |             | $\frac{\sigma_c}{f_{cr}} + \frac{\sigma_b}{f_{cr}}$ |
|                          |     | N<br>(kN)                   | M<br>(kN・m) |   | N<br>(kN)     | M<br>(kN・m) |   | N<br>(kN)                    | M<br>(kN・m) |   | N<br>(kN)     | M<br>(kN・m) |   |
| 85.0                     | A-B | 24.3                        | 959         | 0.29  | 23.5          | 976         | 0.30  | 18.5                         | 1070        | 0.32  | 21.4          | 1050        | 0.32  |
| 80.0                     | B-C | 164                         | 2340        | 0.73  | 164           | 2380        | 0.74  | 145                          | 2660        | 0.82  | 137           | 2620        | 0.80  |
| 72.5                     | C-D | 224                         | 2250        | 0.71  | 224           | 2100        | 0.67  | 197                          | 2390        | 0.75  | 240           | 2390        | 0.76  |
| 65.0                     | D-E | 301                         | 3020        | 0.57  | 246           | 3430        | 0.63  | 260                          | 3530        | 0.65  | 274           | 3950        | 0.72  |
| 56.5                     | E-F | 289                         | 3610        | 0.67  | 287           | 4140        | 0.76  | 395                          | 4080        | 0.76  | 333           | 4430        | 0.81  |
| 48.0                     | F-G | 379                         | 5100        | 0.51  | 382           | 5840        | 0.58  | 539                          | 5620        | 0.57  | 469           | 5640        | 0.56  |
| 39.0                     |     |                             |             |   |               |             |   |                              |             |   |               |             |   |

注：断面算定方法は、V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」に基づき、時刻歴断面算定結果を示す。



| 標高<br>T.M.S.L.<br>(m) | 部材間 | 主柱材断面算定結果 Ss-2 (ケース6) |             |   |               |             |   |           |             |   |
|-----------------------|-----|-----------------------|-------------|---|---------------|-------------|---|-----------|-------------|---|
|                       |     | 風速4.1m/sとの重畳          |             |   | 風速16.0m/sとの重畳 |             |   | 工認モデル(参考) |             |   |
|                       |     | 評価用応力                 |             | $\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$ | 評価用応力         |             | $\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$ | 評価用応力     |             | $\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$ |
|                       |     | N<br>(kN)             | M<br>(kN・m) |   | N<br>(kN)     | M<br>(kN・m) |   | N<br>(kN) | M<br>(kN・m) |   |
| 80.0                  | B-C | 21.5                  | 19.7        | 0.14  | 21.5          | 19.7        | 0.14  | 21.6      | 27.3        | 0.19  |
| 72.5                  | C-D | 1060                  | 63.6        | 0.61  | 1060          | 63.7        | 0.61  | 1100      | 110         | 0.79  |
| 65.0                  | D-E | 2840                  | 152         | 0.94  | 2850          | 153         | 0.95  | 2930      | 168         | 0.99  |
| 56.5                  | E-F | 5330                  | 418         | 0.79  | 5360          | 421         | 0.79  | 5470      | 618         | 0.93  |
| 48.0                  | F-G | 7400                  | 719         | 0.82  | 7460          | 726         | 0.83  | 7630      | 729         | 0.84  |
| 40.2                  |     |                       |             |   |               |             |   |           |             |   |

注1 : 実状に合わせた切り替え位置を考慮したモデルでは、風を重畳させた結果（風速 4.1m/s との重畳、及び風速 16.0m/s との重畳）を示す。

注2 : 断面算定方法は、V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」に基づく。

図 3-1 評価用応力の発生要素の比較 (Ss-2 (ケース 6), 主柱材)

## 別紙5 接合部の耐震性について

## 目 次

|             |         |
|-------------|---------|
| 1. 概要       | 別紙 5-1  |
| 2. 検討方針     | 別紙 5-2  |
| 2.1 主柱材     | 別紙 5-6  |
| 2.2 斜材及び水平材 | 別紙 5-7  |
| 3. 検討条件     | 別紙 5-9  |
| 4. 検討結果     | 別紙 5-11 |
| 4.1 検討用応力   | 別紙 5-11 |
| 4.2 検討結果    | 別紙 5-12 |

## 1. 概要

V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」においては、主排気筒を構成する鉄塔部材、筒身部材、及び基礎について断面算定結果を示している。

本資料では、主排気筒を構成する部材のうち、ボルト接合をしている鉄塔部材について、その接合部の耐震性について確認した結果を示す。

## 2. 検討方針

鉄塔部材の支柱材，斜材，及び水平材について，地震時において接合部が破断しないことを確認する。

検討は，各部材の端部及び接合部の破断耐力が，基準地震動  $S_s$ （建屋応答の不確かさの考慮を含む）による応力を上回っていることを確認する。

鉄塔部材の接合形式は以下のとおりとなっている。

支柱材　：フランジ継手

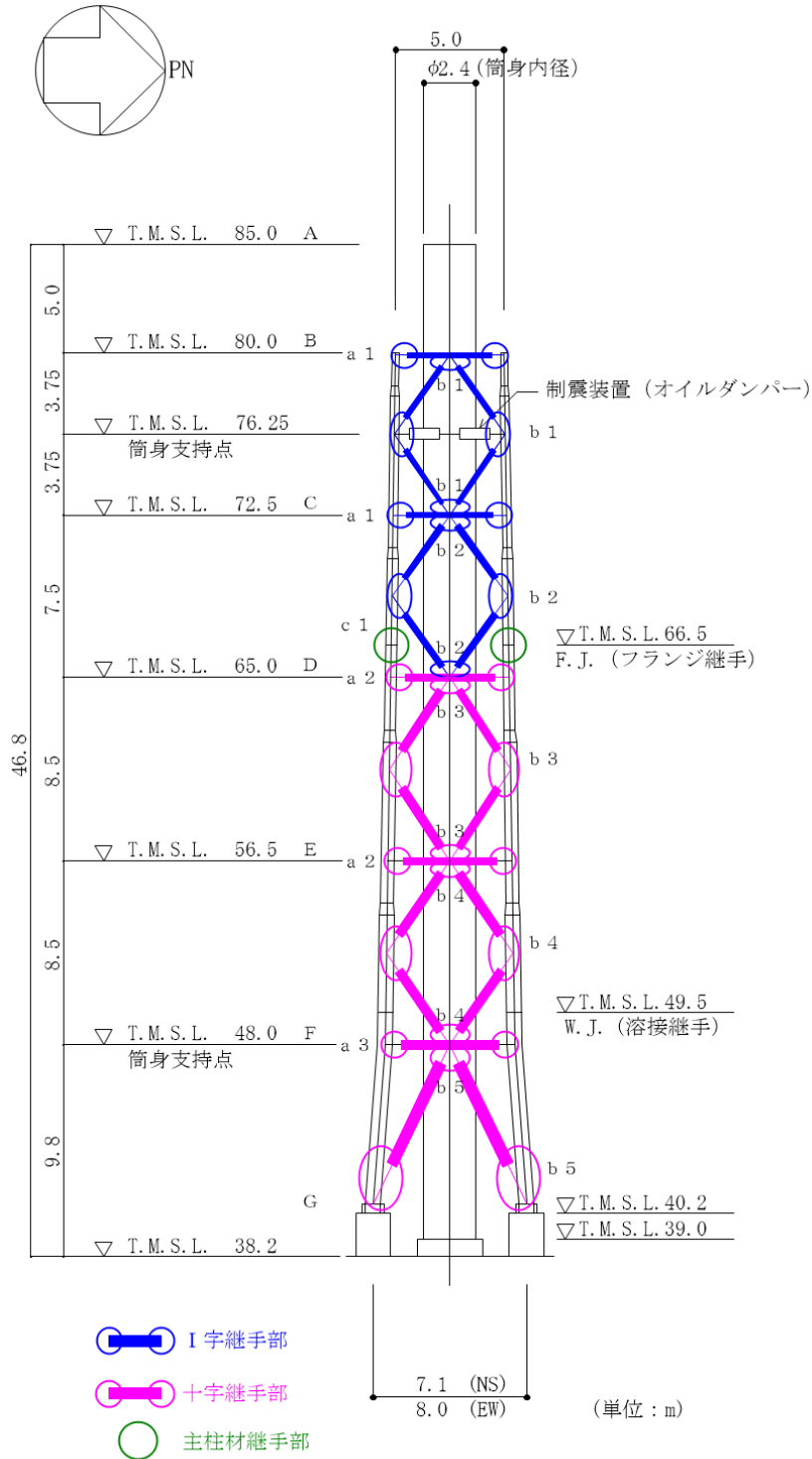
斜材　　：十字継手又は I 字継手

水平材　：十字継手又は I 字継手

各部材の接合部の位置及び詳細図を図 2-1 及び図 2-2 に示す。

なお，支柱材及び筒身部の溶接継手は，いずれも突合せ溶接であり母材と同等の耐力があるため，接合部の検討は行わない。

接合部の詳細は，柏崎刈羽原子力発電所の竣工図書のうち，「柏崎刈羽原子力発電所 第 7 号機本館建物新設工事 排気筒継手詳細図 (K-7 SST-XX-S-006)」による。



注：a1～a3, b1～b5, c1は、継手の種類を示す。  
 (図2-2参照)

|  |               |               |               |               |             |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|
| STK490 [STK50]*                        | φ 711.2 × 19  | φ 508.0 × 7.9 | φ 406.4 × 6.4 | φ 318.5 × 6   | φ 318.5 × 6 |
| STK400 [STK41]                         | φ 406.4 × 6.4 | φ 318.5 × 6   | φ 267.4 × 6   | φ 216.3 × 4.5 |             |
| STK490 [STK50]                         | φ 558.8 × 16  | φ 355.6 × 7.9 | φ 267.4 × 6   | φ 216.3 × 4.5 | t=6         |
| SMA400A [STK41A]                       | t=12          |               |               |               | t=8         |
| 主 水 斜 筒<br>柱 平 身<br>材 材 材 板<br>材 材 材 厚 |               |               |               |               |             |
| 部材リスト<br>(単位：mm)                       |               |               |               |               |             |

注記\*：[]内は従来標記を示す。

図2-1 接合部の位置



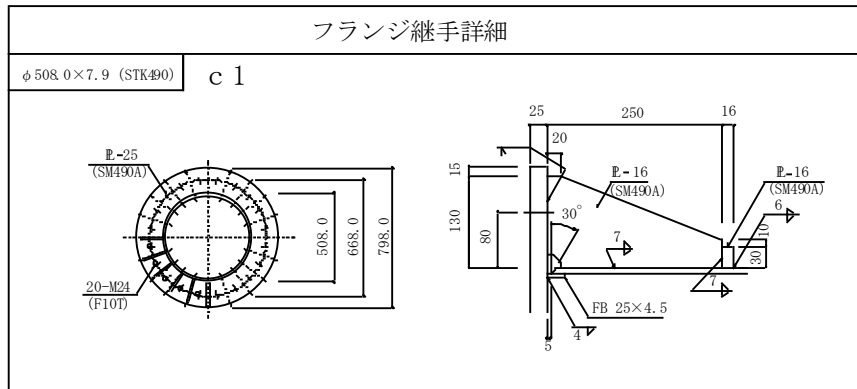


図 2-2 接合部詳細 (1/3)

| I 字継手詳細  | 継手<br>板厚       | 使 用<br>ボルト径   | 本 数 |
|--|----------------|---------------|-----|
| <p style="text-align: center;">φ 267.4 × 6.0 (STK490)    b 2</p> | 16<br>(SM490A) | M22<br>(F10T) | 12  |
| <p style="text-align: center;">φ 216.3 × 4.5 (STK490)    b 1</p> | 12<br>(SM490A) | M22<br>(F10T) | 8   |
| <p style="text-align: center;">φ 216.3 × 4.5 (STK490)    a 1</p> | 12             | M22<br>(F10T) | 6   |

図 2-2 接合部詳細 (2/3)

| 十字継手詳細   |                | 継手<br>板厚       | スプライス<br>板厚   | 使用<br>ボルト径 | 本数 |
|--|----------------|----------------|---------------|------------|----|
| $\phi 558.8 \times 16.0$ (STK490) <p style="text-align: center;">b 5</p> | 22<br>(SM490A) | 19<br>(SM490A) | M24<br>(F10T) | 32         |    |
| $\phi 406.4 \times 12.7$ (STK490) <p style="text-align: center;">b 4</p> | 22<br>(SM490A) | 19<br>(SM490A) | M22<br>(F10T) | 24         |    |
| $\phi 406.4 \times 6.4$ (STK400) <p style="text-align: center;">a 3</p>  | 16             | 12             | M22<br>(F10T) | 16         |    |
| $\phi 355.6 \times 7.9$ (STK490) <p style="text-align: center;">b 3</p>  | 16<br>(SM490A) | 12<br>(SM490A) | M22<br>(F10T) | 16         |    |
| $\phi 318.5 \times 6.0$ (STK400) <p style="text-align: center;">a 2</p>  | 16             | 12             | M22<br>(F10T) | 16         |    |

図 2-2 接合部詳細 (3/3)

以下に各部位の検討方針を示す。

なお、検討に当たっては、「鋼構造設計規準 ー許容応力度設計法ー（（社）日本建築学会，2005年）」及び「2015年版 建築物の構造関係技術基準解説書（国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所）」に準拠して算定する。

## 2.1 主柱材

フランジ継手部について、継手位置のボルトに生じる検討用応力が、破断耐力以下であることを確認する。

検討用応力 $N'$ は以下により算定する。

$$N' = \left( \frac{N}{A} + \frac{M}{Z} \right) \times A$$

ここで、

$N$  : 評価用応力（主柱材に発生する軸力の最大値）（kN）

$A$  : 主柱材の断面積（ $\text{mm}^2$ ）

$M$  : 評価用応力（主柱材に発生する曲げモーメントの最大値）（ $\text{kN}\cdot\text{m}$ ）

$Z$  : 主柱材の断面係数（ $\text{mm}^3$ ）

継手位置の破断耐力 $P_u$ は、以下により算定する。

$$P_u = T \times n$$

ここで、

$T$  : 高力ボルト1本あたりの引張破断耐力（kN）

$n$  : 高力ボルト本数

## 2.2 斜材及び水平材

十字継手部及びI字継手部について、接合部の部材端部（十字継手部はスプライスプレートを含む）、接合ファスナー、ファスナーのはしあき部分、ガセットプレート及び溶接部に対して、破断形式に応じた破断耐力を算定し、部材に生じる応力が破断耐力以下であることを確認する。

以下に示す部材端部及び接合部の破断形式(1)～(5)の各々の場合について、破断耐力 $A_j \cdot \sigma_u$ を算定し、その最小の値を接合部の破断耐力とする。

### (1) 部材端部で破断する場合

$$A_j \cdot \sigma_u = A_1 \cdot {}_b \sigma_u$$

$$A_1 = A_g - A_d$$

ここで、 ${}_b \sigma_u$  : 部材端部の破断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

$A_g$  : 部材端部の断面積 (mm<sup>2</sup>)

$A_d$  : 部材端部の欠損断面積 (mm<sup>2</sup>)

$A_j \cdot \sigma_u$  : 部材端部の破断耐力 (N)

### (2) 部材の接合ファスナーで破断する場合

$$A_j \cdot \sigma_u = 0.75 \cdot A_2 \cdot {}_f \sigma_u$$

$$A_2 = n \cdot m \cdot {}_f A$$

ここで、 ${}_f \sigma_u$  : 接合ファスナーの破断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

$n$  : ファスナーの数

$m$  : ファスナーがせん断を受ける面の数

${}_f A$  : ファスナー1つの断面積 (mm<sup>2</sup>)

ただし、ねじ部がせん断面にかかる時は、

$${}_f A = 0.75 \cdot \pi (d/2)^2$$

$d$  : ファスナーの呼び径 (mm)

$A_j \cdot \sigma_u$  : 接合ファスナーの破断耐力 (N)

### (3) ファスナーのはしあき部分で破断する場合

#### a. 部材端部の場合

$$A_j \cdot \sigma_u = {}_1A_3 \cdot {}_b \sigma_u$$

$${}_1A_3 = n \cdot {}_b e \cdot {}_b t$$

ここで、 ${}_b \sigma_u$  : 部材端部の破断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

${}_b e$  : 部材端部のはしあき距離 (mm)

${}_b t$  : 部材端部のファスナー接合部での板厚 (mm)

$n$  : ファスナーの数

$A_j \cdot \sigma_u$  : ファスナーのはしあき部分の破断耐力 (N)

b. ガセットプレートの場合

$$A_j \cdot \sigma_u = 2A_3 \cdot g \sigma_u$$

$$2A_3 = n \cdot g e \cdot g t$$

ここで、 $g \sigma_u$  : ガセットプレートの破断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

$g e$  : ガセットプレートのはしあき距離 (mm)

$g t$  : ガセットプレートのファスナー接合部での板厚 (mm)

$n$  : ファスナーの数

$A_j \cdot \sigma_u$  : ガセットプレートのはしあき部分の破断耐力 (N)

(4) ガセットプレートの破断による場合

$$A_j \cdot \sigma_u = A_4 \cdot g \sigma_u$$

$$A_4 = (2 / \sqrt{3} \cdot \ell_1 + b) \cdot g t - A_d$$

ここで、 $g \sigma_u$  : ガセットプレートの破断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

$\ell_1$  : 応力方向の両端ボルト間の距離 (mm)

$b$  : 応力直交方向の両端ボルト間の距離 (mm)

$g t$  : ガセットプレートの板厚 (mm)

$A_d$  : ガセットプレートのファスナー端部における欠損断面積 (mm<sup>2</sup>)

$A_j \cdot \sigma_u$  : ガセットプレートの破断耐力 (N)

(5) 溶接部で破断する場合

接合部はすみ肉溶接であるため、

$$A_j \cdot \sigma_u = 1 / \sqrt{3} \cdot A_5 \cdot a \sigma_u$$

$$A_5 = \Sigma 0.7 \cdot S \cdot \ell_e$$

ここで、 $a \sigma_u$  : 接合される母材の破断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

$\ell_e$  : すみ肉溶接の有効長さ (mm) ( $\ell_e = \ell - 2S$  とする。)

$\ell$  : 1つの連続したすみ肉溶接の長さ (mm)

$S$  : すみ肉溶接のサイズ (mm)

$A_j \cdot \sigma_u$  : 溶接部の破断耐力 (N)

### 3. 検討条件

各部材の接合部検討用の諸元を表 3-1～表 3-3 に示す。

表 3-1 接合部検討用諸元（フランジ継手部：主柱材）

| 符号           |                   | フランジ継手         |  |
|--------------|-------------------|----------------|--|
|              |                   | c 1<br>主柱材 D-E |  |
| 使用部材         | 径 (mm)            | φ 508.0        |  |
|              | 厚さ (mm)           | 7.9            |  |
|              | 材料                | STK490         |  |
| 使用ボルト        |                   | M24            |  |
|              |                   | HTB            |  |
| 検討用諸元        |                   |                |  |
| A            | mm <sup>2</sup>   | 12410          |  |
| Z            | mm <sup>3</sup>   | 1530000        |  |
| n            | 本                 | 20             |  |
| $\sigma_u$   | N/mm <sup>2</sup> | 490            |  |
| $f \sigma_u$ | N/mm <sup>2</sup> | 1000           |  |

記号の説明

- A : 断面積
- Z : 断面係数
- n : 高力ボルト本数
- $\sigma_u$  : 接合部の破断応力度（鋼材の引張強さ）
- $f \sigma_u$  : 高力ボルトの引張強さ（F10T）

表 3-2 接合部検討用諸元（I 字継手部：斜材及び水平材）

| 符号             |                   | I 字継手         |               |                 |
|----------------|-------------------|---------------|---------------|-----------------|
|                |                   | b 1<br>斜材 B-C | b 2<br>斜材 C-D | a 1<br>水平材 B, C |
| 使用部材           | 径 (mm)            | φ 216.3       | φ 267.4       | φ 216.3         |
|                | 厚さ (mm)           | 4.5           | 6.0           | 4.5             |
|                | 材料                | STK490        | STK490        | STK400          |
| 使用ボルト          |                   | M22           | M22           | M22             |
|                |                   | HTB           | HTB           | HTB             |
| 検討用諸元          |                   |               |               |                 |
| A <sub>0</sub> | mm <sup>2</sup>   | 2994          | 4927          | 2994            |
| h              | mm                | 250           | 300           | 250             |
| t              | mm                | 12            | 16            | 12              |
| A <sub>g</sub> | mm <sup>2</sup>   | 3000          | 4800          | 3000            |
| r              | 列                 | 2             | 2             | 2               |
| f              | 列                 | 4             | 6             | 3               |
| m              | 面                 | 1             | 1             | 1               |
| d <sub>0</sub> | mm                | 24            | 24            | 24              |
| $\sigma_u$     | N/mm <sup>2</sup> | 490           | 490           | 400             |
| $f \sigma_u$   | N/mm <sup>2</sup> | 1000          | 1000          | 1000            |

記号の説明

- A<sub>0</sub> : 斜材又は水平材の断面積
- h : I 字プレートの幅
- t : I 字プレートの厚さ
- A<sub>g</sub> : I 字プレートの断面積
- r : ファスナー群1箇所あたりの軸直交方向ボルト列数
- f : ファスナー群1箇所あたりの軸方向ボルト列数
- m : ファスナーがせん断を受ける面の数
- d<sub>0</sub> : 高力ボルト孔径
- $\sigma_u$  : 接合部の破断応力度（鋼材の引張強さ）
- $f \sigma_u$  : 高力ボルトの引張強さ（F10T）

表 3-3 接合部検討用諸元（十字継手部：斜材及び水平材）

| 符号               |                   | 十字継手         |              |              |                |             |
|------------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|----------------|-------------|
|                  |                   | b 3<br>斜材D-E | b 4<br>斜材E-F | b 5<br>斜材F-G | a 2<br>水平材D, E | a 3<br>水平材F |
| 使用部材             | 径(mm)             | φ 355.6      | φ 406.4      | φ 558.8      | φ 318.5        | φ 406.4     |
|                  | 厚さ(mm)            | 7.9          | 12.7         | 16.0         | 6.0            | 6.4         |
|                  | 材料                | STK490       | STK490       | STK490       | STK400         | STK400      |
| 使用ボルト            |                   | M22          | M22          | M24          | M22            | M22         |
|                  |                   | HTB          | HTB          | HTB          | HTB            | HTB         |
| 検討用諸元            |                   |              |              |              |                |             |
| A <sub>0</sub>   | mm <sup>2</sup>   | 8629         | 15710        | 27280        | 5891           | 8042        |
| h                | mm                | 440          | 440          | 590          | 440            | 440         |
| t                | mm                | 16           | 22           | 22           | 16             | 16          |
| A <sub>g</sub>   | mm <sup>2</sup>   | 13824        | 18876        | 25476        | 13824          | 13824       |
| r                | 列                 | 2            | 2            | 2            | 2              | 2           |
| f                | 列                 | 2            | 3            | 4            | 2              | 2           |
| m                | 面                 | 2            | 2            | 2            | 2              | 2           |
| d <sub>0</sub>   | mm                | 24           | 24           | 26           | 24             | 24          |
| b <sub>s</sub>   | mm                | 150          | 150          | 220          | 150            | 150         |
| t <sub>s</sub>   | mm                | 12           | 19           | 19           | 12             | 12          |
| σ <sub>u</sub>   | N/mm <sup>2</sup> | 490          | 490          | 490          | 400            | 400         |
| f σ <sub>u</sub> | N/mm <sup>2</sup> | 1000         | 1000         | 1000         | 1000           | 1000        |

記号の説明

- A<sub>0</sub> : 斜材又は水平材の断面積
- h : 十字プレートの幅
- t : 十字プレートの厚さ（ガセットプレートも同様）
- A<sub>g</sub> : 十字プレートの断面積
- r : ファスナー群1箇所あたりの軸直交方向ボルト列数
- f : ファスナー群1箇所あたりの軸方向ボルト列数
- m : ファスナーがせん断を受ける面の数
- d<sub>0</sub> : 高力ボルト孔径
- b<sub>s</sub> : 十字プレートスプライスプレートの幅
- t<sub>s</sub> : 十字プレートスプライスプレートの厚さ
- σ<sub>u</sub> : 接合部の破断応力度（鋼材の引張強さ）
- f σ<sub>u</sub> : 高力ボルトの引張強さ（F10T）

#### 4. 検討結果

##### 4.1 検討用応力

各部材の接合部検討用の評価応力を表 4-1～表 4-3 に示す。

表 4-1 接合部検討用応力（主柱材）

| 標高<br>T. M. S. L.<br>(m) | 部材間 | 検討用応力     |             |            |                | 使用部材       | 備考     |    |
|--------------------------|-----|-----------|-------------|------------|----------------|------------|--------|----|
|                          |     | N<br>(kN) | M<br>(kN・m) | N'<br>(kN) | 地震動<br>(ケース)   | 寸法<br>(mm) | 継手形式   | 符号 |
| 66.5                     | D-E | 2930      | 168         | 4290       | Ss-2<br>(ケース6) | φ508.0×7.9 | フランジ継手 | c1 |

表 4-2 接合部検討用応力（斜材）

| 標高<br>T. M. S. L.<br>(m) | 部材間 | 検討用応力     |                | 使用部材        | 備考   |    |
|--------------------------|-----|-----------|----------------|-------------|------|----|
|                          |     | N<br>(kN) | 地震動<br>(ケース)   | 寸法<br>(mm)  | 継手形式 | 符号 |
| 80.0                     |     |           |                |             |      |    |
| 72.5                     | B-C | 699       | Ss-1<br>(ケース6) | φ216.3×4.5  | I字継手 | b1 |
| 65.0                     | C-D | 807       | Ss-1<br>(ケース6) | φ267.4×6    | I字継手 | b2 |
| 56.5                     | D-E | 995       | Ss-2<br>(ケース3) | φ355.6×7.9  | 十字継手 | b3 |
| 48.0                     | E-F | 1190      | Ss-2<br>(ケース3) | φ406.4×12.7 | 十字継手 | b4 |
| 40.2                     | F-G | 1360      | Ss-2<br>(ケース6) | φ558.8×16   | 十字継手 | b5 |

表 4-3 接合部検討用応力（水平材）

| 標高<br>T. M. S. L.<br>(m) | 部材位置 | 検討用応力     |                | 使用部材       | 備考   |    |
|--------------------------|------|-----------|----------------|------------|------|----|
|                          |      | N<br>(kN) | 地震動<br>(ケース)   | 寸法<br>(mm) | 継手形式 | 符号 |
| 80.0                     | B    | 65.3      | Ss-1<br>(ケース6) | φ216.3×4.5 | I字継手 | a1 |
| 72.5                     | C    | 92.9      | Ss-2<br>(ケース6) | φ216.3×4.5 | I字継手 | a1 |
| 65.0                     | D    | 178       | Ss-2<br>(ケース6) | φ318.5×6   | 十字継手 | a2 |
| 56.5                     | E    | 326       | Ss-2<br>(ケース6) | φ318.5×6   | 十字継手 | a2 |
| 48.0                     | F    | 325       | Ss-2<br>(ケース6) | φ406.4×6.4 | 十字継手 | a3 |



#### 4.2 検討結果

各部材の接合部検討用の破断耐力の算定結果を表 4-4～表 4-6 に示す。

表 4-4 接合部検討用の破断耐力（フランジ継手部：主柱材）

| 符号                     |                 | フランジ継手        |
|------------------------|-----------------|---------------|
|                        |                 | c 1<br>主柱材D-E |
| 主柱材継手部の検討              |                 |               |
| 有効断面積(M24)             | mm <sup>2</sup> | 353           |
| T                      | kN              | 353           |
| n                      | 本               | 20            |
| 破断耐力<br>P <sub>u</sub> | kN              | 7060          |

表 4-5 接合部検討用の破断耐力 (I 字継手部 : 斜材及び水平材)

| 符号   |                   | I 字継手         |               |                 |
|--|-------------------|---------------|---------------|-----------------|
|  |                   | b 1<br>斜材 B-C | b 2<br>斜材 C-D | a 1<br>水平材 B, C |
| 使用部材                                       | 径 (mm)            | φ 216.3       | φ 267.4       | φ 216.3         |
|  | 厚さ (mm)           | 4.5           | 6.0           | 4.5             |
|  | 材料                | STK490        | STK490        | STK400          |
| 使用ボルト                                      |                   | M22           | M22           | M22             |
|  |                   | HTB           | HTB           | HTB             |
| (1) 部材端部で破断する場合 (I 字プレート端部)                |                   |               |               |                 |
| $b \sigma_u$                               | N/mm <sup>2</sup> | 490           | 490           | 400             |
| $A_g$                                      | mm <sup>2</sup>   | 3000          | 4800          | 3000            |
| $A_d$                                      | mm <sup>2</sup>   | 576           | 768           | 576             |
| $A_1$                                      | mm <sup>2</sup>   | 2424          | 4032          | 2424            |
| $A_j \cdot \sigma_u$                       | kN                | <u>1180</u>   | 1970          | <u>969</u>      |
| (2) 部材の接合ファスナーで破断する場合                      |                   |               |               |                 |
| $f \sigma_u$                               | N/mm <sup>2</sup> | 1000          | 1000          | 1000            |
| n  | 箇所                | 8             | 12            | 6               |
| m  | 面                 | 1             | 1             | 1               |
| $f A$                                      | mm <sup>2</sup>   | 285           | 285           | 285             |
| $A_2$                                      | mm <sup>2</sup>   | 2280          | 3420          | 1710            |
| $A_j \cdot \sigma_u$                       | kN                | 1710          | 2560          | 1280            |
| (3) ファスナーのはしあき部分で破断する場合                    |                   |               |               |                 |
| a. 部材端部の場合 (I 字プレート端部のはしあき)                |                   |               |               |                 |
| $b \sigma_u$                               | N/mm <sup>2</sup> | 490           | 490           | 400             |
| $b e$                                      | mm                | 45            | 55            | 45              |
| $b t$                                      | mm                | 12            | 16            | 12              |
| n  | 箇所                | 8             | 12            | 6               |
| ${}_1 A_3$                                 | mm <sup>2</sup>   | 4320          | 10560         | 3240            |
| $A_j \cdot \sigma_u$                       | kN                | 2110          | 5170          | 1290            |
| b. ガセットプレートの場合 (ガセットプレートのはしあき)             |                   |               |               |                 |
| $g \sigma_u$                               | N/mm <sup>2</sup> | 490           | 490           | 400             |
| $g e$                                      | mm                | 45            | 55            | 45              |
| $g t$                                      | mm                | 12            | 16            | 12              |
| n  | 箇所                | 8             | 12            | 6               |
| ${}_2 A_3$                                 | mm <sup>2</sup>   | 4320          | 10560         | 3240            |
| $A_j \cdot \sigma_u$                       | kN                | 2110          | 5170          | 1290            |
| (4) ガセットプレートの破断による場合                       |                   |               |               |                 |
| $g \sigma_u$                               | N/mm <sup>2</sup> | 490           | 490           | 400             |
| $\ell_1$                                   | mm                | 225           | 275           | 150             |
| b  | mm                | 160           | 120           | 160             |
| $g t$                                      | mm                | 12            | 16            | 12              |
| $A_d$                                      | mm <sup>2</sup>   | 576           | 768           | 576             |
| $A_4$                                      | mm <sup>2</sup>   | 4462          | 6233          | 3422            |
| $A_j \cdot \sigma_u$                       | kN                | 2180          | 3050          | 1360            |
| (5) 溶接部で破断する場合                             |                   |               |               |                 |
| $a \sigma_u$                               | N/mm <sup>2</sup> | 490           | 490           | 400             |
| $\ell$                                     | mm                | 930           | 1030          | 725             |
| $\ell e$                                   | mm                | 906           | 1006          | 689             |
| S  | mm                | 4             | 4             | 6               |
| $A_5$                                      | mm <sup>2</sup>   | 5074          | 5634          | 5788            |
| $A_j \cdot \sigma_u$                       | kN                | 1430          | <u>1590</u>   | 1330            |
| 破断耐力<br>$P_u = \min\{A_j \cdot \sigma_u\}$ | kN                | 1180          | 1590          | 969             |

注 : 下線部は破断耐力を決定する形式を示す。

表 4-6 接合部検討用の破断耐力（十字継手部：斜材及び水平材）（1/2）

| 符号                         |                   | 十字継手         |              |              |                |             |
|----------------------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|----------------|-------------|
|                            |                   | b 3<br>斜材D-E | b 4<br>斜材E-F | b 5<br>斜材F-G | a 2<br>水平材D, E | a 3<br>水平材F |
| 使用部材                       | 径(mm)             | φ 355.6      | φ 406.4      | φ 558.8      | φ 318.5        | φ 406.4     |
|                            | 厚さ(mm)            | 7.9          | 12.7         | 16.0         | 6.0            | 6.4         |
|                            | 材料                | STK490       | STK490       | STK490       | STK400         | STK400      |
| 使用ボルト                      |                   | M22          | M22          | M24          | M22            | M22         |
|                            |                   | HTB          | HTB          | HTB          | HTB            | HTB         |
| (1) 部材端部で破断する場合            |                   |              |              |              |                |             |
| a. 十字プレート端部                |                   |              |              |              |                |             |
| $b \sigma_u$               | N/mm <sup>2</sup> | 490          | 490          | 490          | 400            | 400         |
| $A_g$                      | mm <sup>2</sup>   | 13824        | 18876        | 25476        | 13824          | 13824       |
| $A_d$                      | mm <sup>2</sup>   | 3072         | 4224         | 4576         | 3072           | 3072        |
| $A_1$                      | mm <sup>2</sup>   | 10752        | 14652        | 20900        | 10752          | 10752       |
| $A_j \cdot \sigma_u$       | kN                | 5260         | 7170         | 10200        | 4300           | 4300        |
| b. スプライスプレート端部             |                   |              |              |              |                |             |
| $b \sigma_u$               | N/mm <sup>2</sup> | 490          | 490          | 490          | 400            | 400         |
| $A_g$                      | mm <sup>2</sup>   | 14400        | 22800        | 33440        | 14400          | 14400       |
| $A_d$                      | mm <sup>2</sup>   | 4608         | 7296         | 7904         | 4608           | 4608        |
| $A_1$                      | mm <sup>2</sup>   | 9792         | 15504        | 25536        | 9792           | 9792        |
| $A_j \cdot \sigma_u$       | kN                | 4790         | 7590         | 12500        | 3910           | 3910        |
| (2) 部材の接合ファスナーで破断する場合      |                   |              |              |              |                |             |
| $f \sigma_u$               | N/mm <sup>2</sup> | 1000         | 1000         | 1000         | 1000           | 1000        |
| n                          | 箇所                | 16           | 24           | 32           | 16             | 16          |
| m                          | 面                 | 2            | 2            | 2            | 2              | 2           |
| $f A$                      | mm <sup>2</sup>   | 285          | 285          | 339          | 285            | 285         |
| $A_2$                      | mm <sup>2</sup>   | 9120         | 13680        | 21696        | 9120           | 9120        |
| $A_j \cdot \sigma_u$       | kN                | 6840         | 10200        | 16200        | 6840           | 6840        |
| (3) ファスナーのはしあき部分で破断する場合    |                   |              |              |              |                |             |
| a. 部材端部の場合（十字プレート端部のはしあき）  |                   |              |              |              |                |             |
| $b \sigma_u$               | N/mm <sup>2</sup> | 490          | 490          | 490          | 400            | 400         |
| b e                        | mm                | 55           | 55           | 45           | 55             | 55          |
| b t                        | mm                | 16           | 22           | 22           | 16             | 16          |
| n                          | 箇所                | 16           | 24           | 32           | 16             | 16          |
| $1 A_3$                    | mm <sup>2</sup>   | 14080        | 29040        | 31680        | 14080          | 14080       |
| $A_j \cdot \sigma_u$       | kN                | 6890         | 14200        | 15500        | 5630           | 5630        |
| b. 部材端部の場合（スプライスプレートのはしあき） |                   |              |              |              |                |             |
| $s \sigma_u$               | N/mm <sup>2</sup> | 490          | 490          | 490          | 400            | 400         |
| s e                        | mm                | 55           | 55           | 45           | 55             | 55          |
| s t                        | mm                | 12           | 19           | 19           | 12             | 12          |
| n                          | 箇所                | 16           | 24           | 32           | 16             | 16          |
| $2 A_3$                    | mm <sup>2</sup>   | 21120        | 50160        | 54720        | 21120          | 21120       |
| $A_j \cdot \sigma_u$       | kN                | 10300        | 24500        | 26800        | 8440           | 8440        |
| c. 部材端部の場合（ガセットプレートのはしあき）  |                   |              |              |              |                |             |
| $g \sigma_u$               | N/mm <sup>2</sup> | 490          | 490          | 490          | 400            | 400         |
| g e                        | mm                | 55           | 55           | 45           | 55             | 55          |
| g t                        | mm                | 16           | 22           | 22           | 16             | 16          |
| n                          | 箇所                | 16           | 24           | 32           | 16             | 16          |
| $2 A_3$                    | mm <sup>2</sup>   | 14080        | 29040        | 31680        | 14080          | 14080       |
| $A_j \cdot \sigma_u$       | kN                | 6890         | 14200        | 15500        | 5630           | 5630        |

表 4-6 接合部検討用の破断耐力（十字継手部：斜材及び水平材）（2/2）

| 符号   |                   | 十字継手          |               |               |                 |              |
|--|-------------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|--------------|
|  |                   | b 3<br>斜材 D-E | b 4<br>斜材 E-F | b 5<br>斜材 F-G | a 2<br>水平材 D, E | a 3<br>水平材 F |
| 使用部材                                       | 径(mm)             | φ 355.6       | φ 406.4       | φ 558.8       | φ 318.5         | φ 406.4      |
|  | 厚さ(mm)            | 7.9           | 12.7          | 16.0          | 6.0             | 6.4          |
|  | 材料                | STK490        | STK490        | STK490        | STK400          | STK400       |
| 使用ボルト                                      |                   | M22           | M22           | M24           | M22             | M22          |
|  |                   | HTB           | HTB           | HTB           | HTB             | HTB          |
| (4) ガセットプレートの破断による場合                       |                   |               |               |               |                 |              |
| $g \sigma_u$                               | N/mm <sup>2</sup> | 490           | 490           | 490           | 400             | 400          |
| $l_1$                                      | mm                | 75            | 150           | 225           | 75              | 75           |
| b  | mm                | 340           | 340           | 480           | 340             | 340          |
| $g t$                                      | mm                | 16            | 22            | 22            | 16              | 16           |
| $A_d$                                      | mm <sup>2</sup>   | 1536          | 2112          | 2288          | 1536            | 1536         |
| $A_4$                                      | mm <sup>2</sup>   | 10579         | 18357         | 27976         | 10579           | 10579        |
| $A_j \cdot \sigma_u$                       | kN                | 5180          | 8990          | 13700         | 4230            | 4230         |
| (5) 溶接部で破断する場合                             |                   |               |               |               |                 |              |
| $a \sigma_u$                               | N/mm <sup>2</sup> | 490           | 490           | 490           | 400             | 400          |
| $l$  | mm                | 2085          | 2209          | 3041          | 1436            | 1486         |
| $l_e$                                      | mm                | 2025          | 2149          | 2971          | 1366            | 1366         |
| S  | mm                | 6             | 6             | 7             | 7               | 12           |
| $A_5$                                      | mm <sup>2</sup>   | 17010         | 18052         | 29116         | 13387           | 22949        |
| $A_j \cdot \sigma_u$                       | kN                | 4810          | <u>5100</u>   | <u>8230</u>   | <u>3090</u>     | 5290         |
| 破断耐力<br>$P_u = \min\{A_j \cdot \sigma_u\}$ | kN                | 4790          | 5100          | 8230          | 3090            | 3910         |

注：下線部は破断耐力を決定する形式を示す。

各部材について、検討用応力と接合部の破断耐力の比較を表4-7～表4-9に示す。  
 検討用応力は、接合部の破断耐力以下となる。

表4-7 検討用応力と接合部の破断耐力の比較（主柱材）

| 標高<br>T. M. S. L.<br>(m) | 部材間 | 検討用<br>応力  | 破断<br>耐力               | 検定値                 | 備考     |    |
|--------------------------|-----|------------|------------------------|---------------------|--------|----|
|                          |     | N'<br>(kN) | P <sub>u</sub><br>(kN) | N' / P <sub>u</sub> | 継手形式   | 符号 |
| 66.5                     | D-E | 4290       | 7060                   | 0.61                | フランジ継手 | c1 |

表4-8 検討用応力と接合部の破断耐力の比較（斜材）

| 標高<br>T. M. S. L.<br>(m) | 部材間 | 検討用<br>応力 | 破断<br>耐力               | 検定値                | 備考   |    |
|--------------------------|-----|-----------|------------------------|--------------------|------|----|
|                          |     | N<br>(kN) | P <sub>u</sub><br>(kN) | N / P <sub>u</sub> | 継手形式 | 符号 |
| 80.0                     |     |           |                        |                    |      |    |
| 72.5                     | B-C | 699       | 1180                   | 0.60               | I字継手 | b1 |
| 65.0                     | C-D | 807       | 1590                   | 0.51               | I字継手 | b2 |
| 56.5                     | D-E | 995       | 4790                   | 0.21               | 十字継手 | b3 |
| 48.0                     | E-F | 1190      | 5100                   | 0.24               | 十字継手 | b4 |
| 40.2                     | F-G | 1360      | 8230                   | 0.17               | 十字継手 | b5 |

表4-9 検討用応力と接合部の破断耐力の比較（水平材）

| 標高<br>T. M. S. L.<br>(m) | 部材位置 | 検討用<br>応力 | 破断<br>耐力               | 検定値                | 備考   |    |
|--------------------------|------|-----------|------------------------|--------------------|------|----|
|                          |      | N<br>(kN) | P <sub>u</sub><br>(kN) | N / P <sub>u</sub> | 継手形式 | 符号 |
| 80.0                     | B    | 65.3      | 969                    | 0.07               | I字継手 | a1 |
| 72.5                     | C    | 92.9      | 969                    | 0.10               | I字継手 | a1 |
| 65.0                     | D    | 178       | 3090                   | 0.06               | 十字継手 | a2 |
| 56.5                     | E    | 326       | 3090                   | 0.11               | 十字継手 | a2 |
| 48.0                     | F    | 325       | 3910                   | 0.09               | 十字継手 | a3 |

## 別紙6 原子炉建屋と主排気筒の連成解析による影響評価

## 目 次

|             |        |
|-------------|--------|
| 1. 概要       | 別紙 6-1 |
| 2. 解析方針     | 別紙 6-3 |
| 3. 地震応答解析結果 | 別紙 6-8 |

## 1. 概要

本資料では、主排気筒の地震応答解析モデルについて、既工認と同様に原子炉建屋と分離した解析モデルを採用することの妥当性を、主排気筒と原子炉建屋を連成した地震応答解析（以下「連成解析」という。）を実施することにより確認する。

主排気筒の配置図を図 1-1 に示す。

主排気筒は、原子炉建屋の屋上（T.M.S.L. \*<sup>1</sup> 38.2m）に位置しており、V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」（以下「STK 今回工認」という。）における地震応答解析モデルには、原子炉建屋屋上（T.M.S.L. 38.2m）より上部を対象とした立体フレームモデル（以下「STK 単独モデル」という。）を採用している。

本資料では、以下の解析を行うことにより、原子炉建屋との連成の影響が小さいことを断面算定結果（検定値）で確認する。

### ①減衰及び誘発上下動の影響

連成解析を行うにあたり、「減衰を原子炉建屋で採用しているひずみエネルギー比例型減衰に合わせる事」及び「連成解析で考慮することができない誘発上下動を考慮しない事」による影響をSTK単独モデルで確認する。

### ②連成の影響

①による影響を確認した上で、連成の影響確認では、STK単独モデルによる地震応答解析（以下「STK単独解析」という。）と連成解析の断面算定結果を比較することで、連成解析が主排気筒の耐震性に与える影響を確認する。

注記\*1：東京湾平均海面（以下「T.M.S.L.」という。）



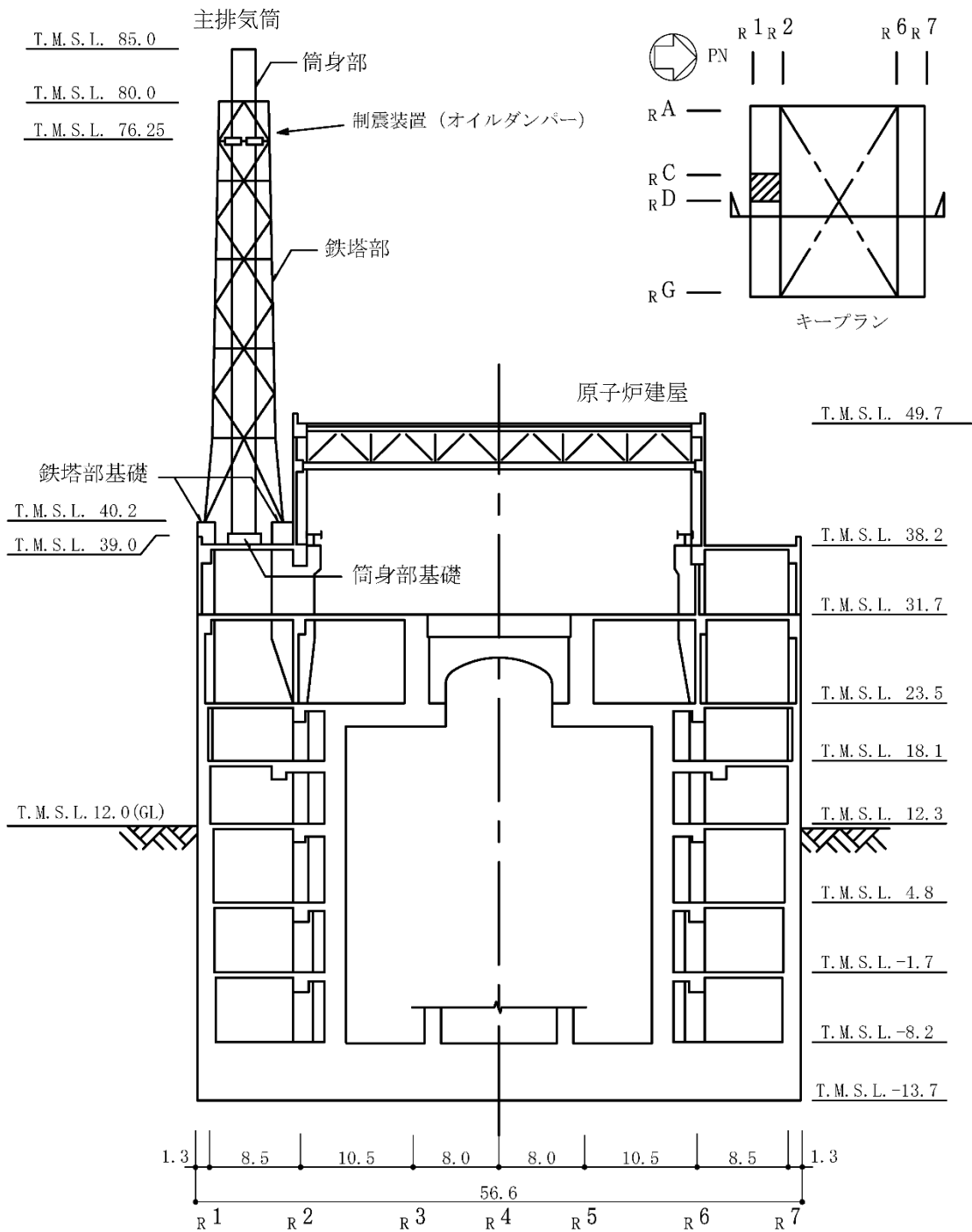


図 1-1 主排気筒配置図 (単位 : m)

## 2. 解析方針

検討ケースを表 2-1 に示す。

入力地震動について、STK 単独解析では、STK 今回工認における断面算定結果として、支柱材 D-E 間の検定値が 0.99 で最も厳しくなる S<sub>s</sub>-2 (ケース 6) を用いるものとし、原子炉建屋屋上 (T.M.S.L. 38.2m) で 3 方向 (5 成分) (水平 2 方向 (並進・回転) 及び鉛直方向) の同時入力とする。連成解析では、V-2-2-1 「原子炉建屋の地震応答計算書」 (以下「R/B 今回工認」という。) の方法を準用し、S<sub>s</sub>-2 を入力 (3 方向 (3 成分) (水平 2 方向 (並進) 及び鉛直方向)) する。

検討ケースについて、①STK 今回工認は、「別紙 3-2 原子炉建屋の材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」で検討したケースであり、STK 単独解析で誘発上下動を考慮し、減衰は剛性比例型減衰を設定している。②減衰変更は、①STK 今回工認の減衰をひずみエネルギー比例型減衰に変更している。③誘発上下動変更は、①STK 今回工認の減衰をひずみエネルギー比例型減衰、誘発上下動を非考慮に変更している。④連成解析は、連成解析で誘発上下動を非考慮とし、減衰はひずみエネルギー比例型減衰を設定している。

解析モデルとして、STK 単独モデルを図 2-1、原子炉建屋の地震応答解析モデル (以下「R/B 単独モデル」という。) を図 2-2、連成解析の解析モデル (以下「R/B 連成モデル」という。) の概念図を図 2-3 に示す。

図 2-1 及び図 2-2 に示す STK 単独モデル及び R/B 単独モデルは、それぞれ STK 今回工認及び R/B 今回工認に示す地震応答解析モデルと同一である。

R/B 連成モデルは、上記で示す STK 単独モデルを R/B 単独モデルと原子炉建屋屋上 (T.M.S.L. 38.2m) で多点拘束により結合している。なお、R/B 単独モデルでは主排気筒の重量を考慮しているが、R/B 連成モデルでは主排気筒をモデル化するため、当該重量を差し引くものとする。

表 2-1 検討ケース

| 検討<br>ケース名   | 解析<br>モデル | 主排気筒への入力 (Ss-2 (ケース 6)) |    |       |    |                        |                 | 減衰 |
|--------------|-----------|-------------------------|----|-------|----|------------------------|-----------------|----|
|              |           | 水平方向* <sup>1</sup>      |    |       |    | 鉛直<br>方向* <sup>1</sup> |                 |    |
|              |           | NS 方向                   |    | EW 方向 |    |                        |                 |    |
|              |           | 並進                      | 回転 | 並進    | 回転 | 並進                     |                 |    |
| ①STK 今回工認    | STK<br>単独 | ○                       | ○  | ○     | ○  | ○* <sup>2</sup>        | 剛性比例型           |    |
| ②減衰変更        | STK<br>単独 | ○                       | ○  | ○     | ○  | ○* <sup>2</sup>        | ひずみエネルギー<br>比例型 |    |
| ③誘発上下動<br>変更 | STK<br>単独 | ○                       | ○  | ○     | ○  | ○                      | ひずみエネルギー<br>比例型 |    |
| ④連成解析        | R/B<br>連成 | ○                       | ○  | ○     | ○  | ○                      | ひずみエネルギー<br>比例型 |    |

注記\*1 : 組み合わせる成分を「○」で示す。

\*2 : 誘発上下動を考慮する。

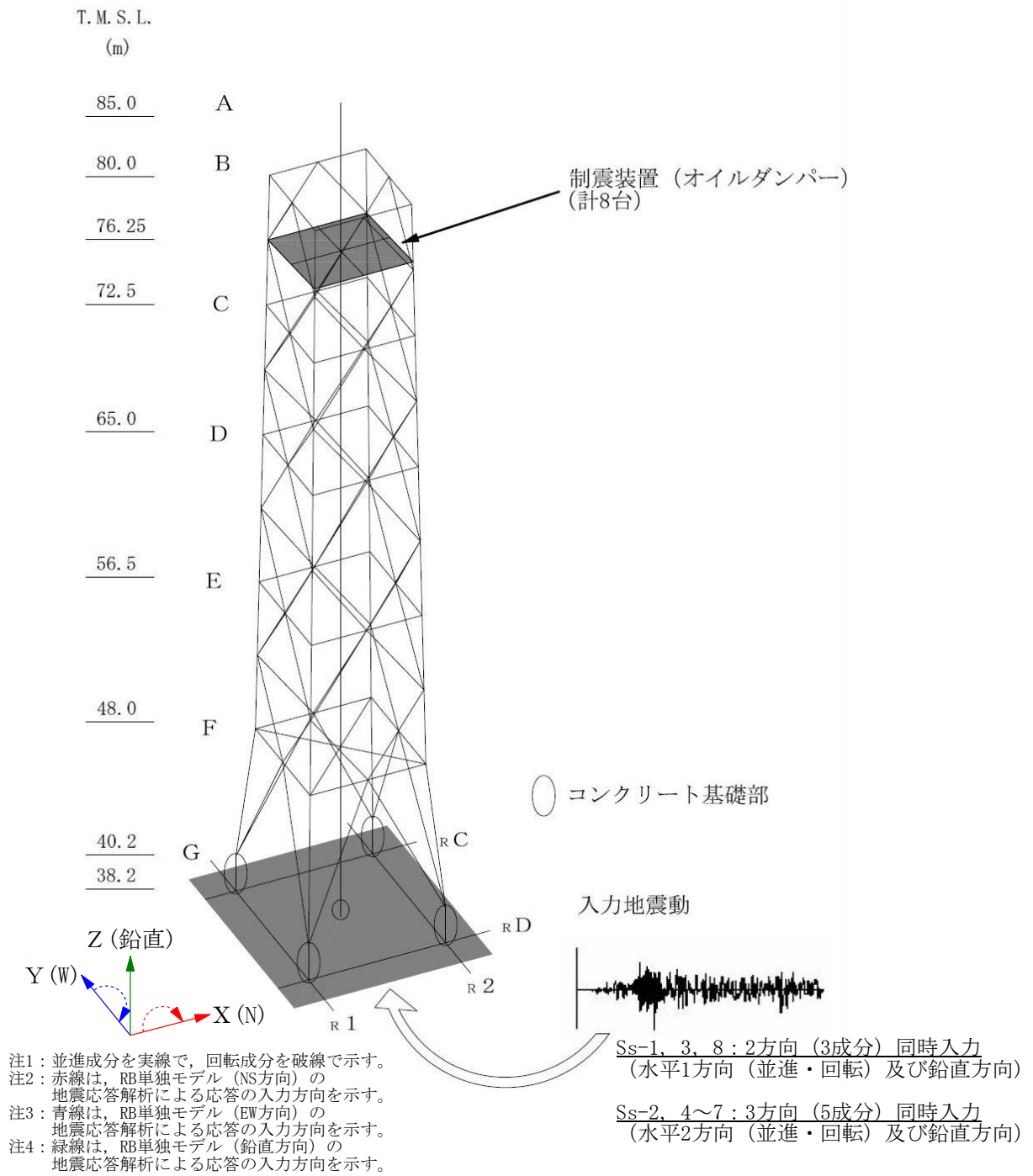
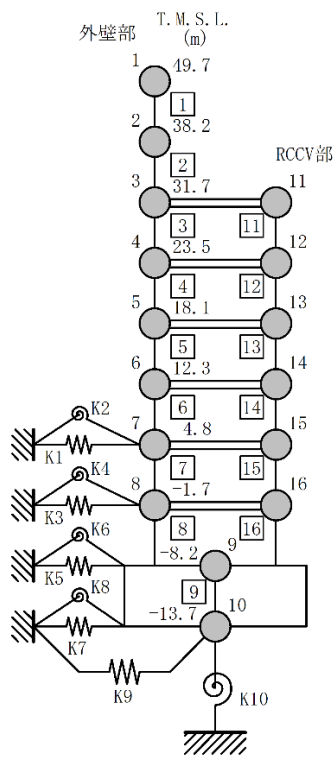
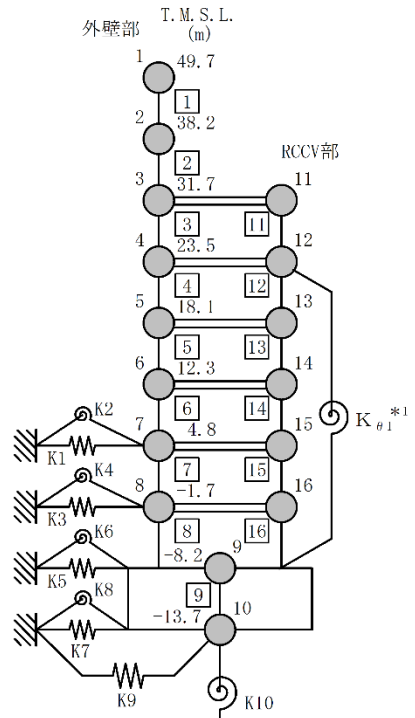


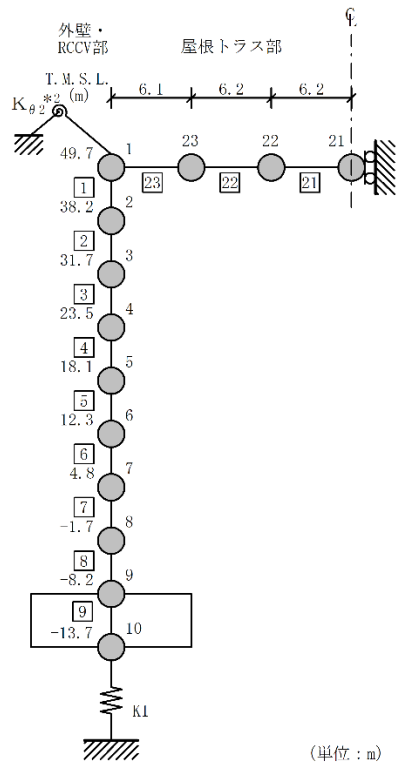
図 2-1 STK 単独モデル



(a) NS 方向



(b) EW 方向



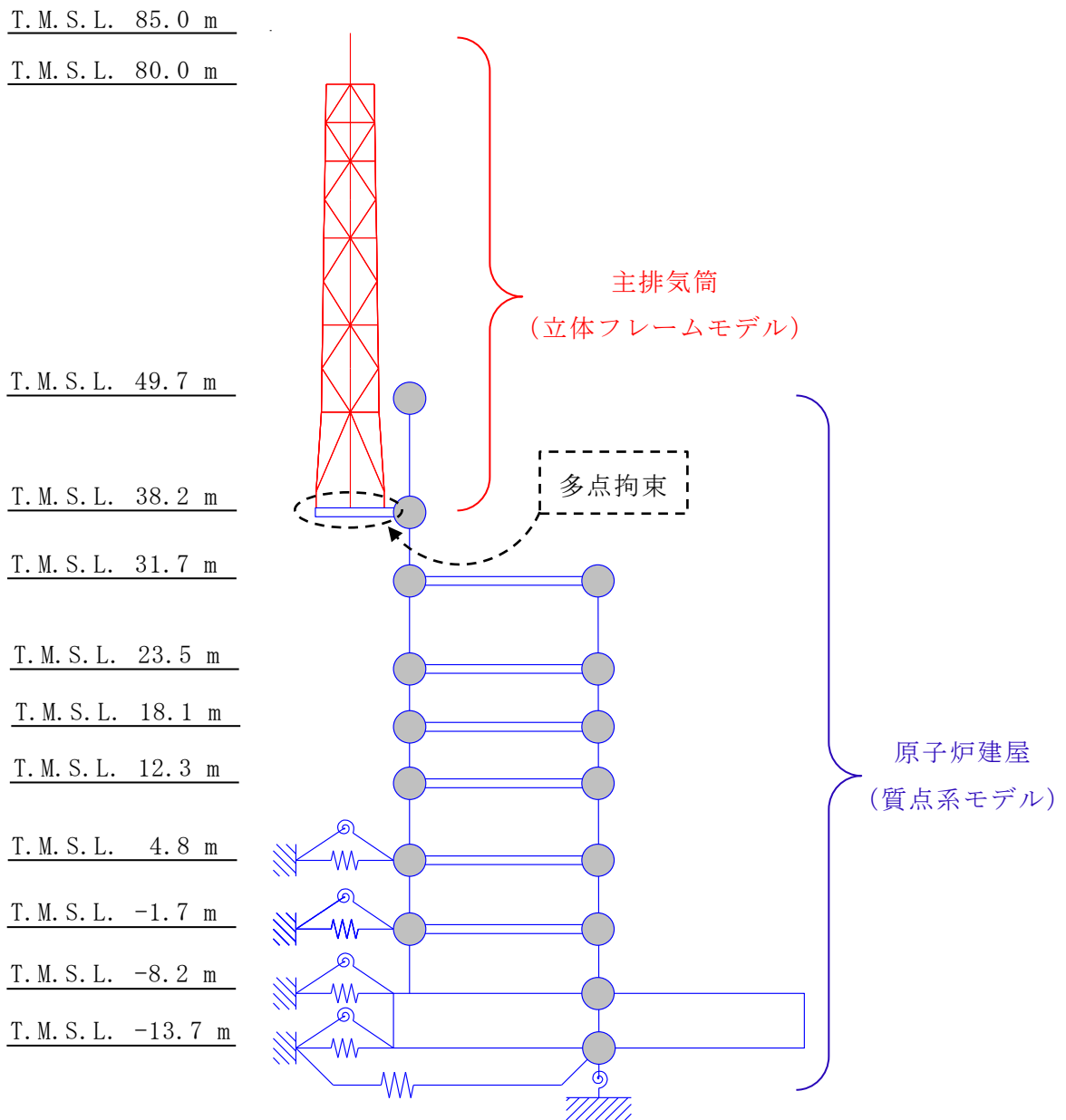
(c) 鉛直方向

(単位: m)

注記 \* 1 : RCCV 回転ばね

\* 2 : 屋根トラス端部回転拘束ばね

図 2-2 R/B 単独モデル



- 注 1：赤線部は主排気筒（立体フレームモデル）であり，図 2-1 をモデル化する。
- 注 2：青線部は原子炉建屋（質点系モデル）であり，原子炉建屋の各方向の応答を主排気筒で考慮するために，図 2-2 に示す 3 方向のモデルを主排気筒と T.M.S.L. 38.2m において同時に多点拘束で結合する。本図では，例として NS 方向のみを記載する。
- 注 3：主排気筒と原子炉建屋の詳細は，それぞれ STK 今回工認と R/B 今回工認に示す通りである。

図 2-3 R/B 連成モデルの概念図

### 3. 地震応答解析結果

表 3-1 に地震応答解析結果に基づく断面算定結果を示す。

主柱材の検定値について、STK 単独解析である②減衰変更及び③誘発上下動変更は、①STK 今回工認に対して減少する傾向にある。これは、②減衰変更及び③誘発上下動変更が同じ検定値であるため、ひずみエネルギー比例型減衰の影響であることを確認した。④連成解析の検定値は、②減衰変更及び③誘発上下動変更よりもやや小さいものの、検定値が①STK 今回工認に対して減少する傾向は、②減衰変更及び③誘発上下動変更と同じである。なお、全部材中で最も検定値が大きくなる主柱材 D-E 間について、①STK 今回工認では検定値が 0.99 であったが、②減衰変更及び③誘発上下動変更で 0.98、④連成解析では 0.96 まで低減している。

斜材及び水平材の検定値は、各ケースでおおむね整合している。

筒身部の検定値について、②減衰変更、③誘発上下動変更及び④連成解析は、①STK 今回工認に対して、T.M.S.L. 65.0m 以上で増大する傾向にあるものの、最大でも 0.89 となっている。T.M.S.L. 65.0m 以上の検定値については、②減衰変更、③誘発上下動変更及び④連成解析がほぼ同じであり、ひずみエネルギー比例型減衰の影響で①STK 今回工認より検定値が増加したものの、連成による影響は軽微である。

以上より、原子炉建屋と主排気筒を連成した場合についても耐震性に影響が無いことを確認するとともに、V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」で原子炉建屋と分離した解析モデルを採用することの妥当性を確認した。

表 3-1 断面算定結果 (1/2)

(a) 主柱材

| 標高<br>T. M. S. L.<br>(m) | 部材間 | STK単独解析   |             |   |           |             |   |           |             |   | 連成解析      |             |   |
|--------------------------|-----|-----------|-------------|---|-----------|-------------|---|-----------|-------------|---|-----------|-------------|---|
|                          |     | ①STK今回工認  |             |   | ②減衰変更     |             |   | ③誘発上下動変更  |             |   | ④連成解析     |             |   |
|                          |     | 評価用応力     |             | $\frac{\sigma_c + \sigma_b}{f_c + f_b}$ | 評価用応力     |             | $\frac{\sigma_c + \sigma_b}{f_c + f_b}$ | 評価用応力     |             | $\frac{\sigma_c + \sigma_b}{f_c + f_b}$ | 評価用応力     |             | $\frac{\sigma_c + \sigma_b}{f_c + f_b}$ |
|                          |     | N<br>(kN) | M<br>(kN・m) |   | N<br>(kN) | M<br>(kN・m) |   | N<br>(kN) | M<br>(kN・m) |   | N<br>(kN) | M<br>(kN・m) |   |
| 80.0                     | B-C | 21.6      | 27.3        | 0.19                                    | 26.6      | 27.3        | 0.19                                    | 22.9      | 27.3        | 0.19                                    | 22.7      | 26.9        | 0.18                                    |
| 72.5                     | C-D | 1100      | 110         | 0.79                                    | 1070      | 111         | 0.78                                    | 1070      | 111         | 0.78                                    | 1060      | 110         | 0.78                                    |
| 65.0                     | D-E | 2930      | 168         | 0.99                                    | 2870      | 167         | 0.98                                    | 2870      | 167         | 0.98                                    | 2830      | 166         | 0.96                                    |
| 56.5                     | E-F | 5470      | 618         | 0.93                                    | 5390      | 616         | 0.92                                    | 5390      | 615         | 0.92                                    | 5300      | 612         | 0.91                                    |
| 48.0                     | F-G | 7630      | 729         | 0.84                                    | 7580      | 724         | 0.83                                    | 7580      | 724         | 0.83                                    | 7440      | 703         | 0.82                                    |
| 40.2                     |     |           |             |   |           |             |   |           |             |   |           |             |   |

注：断面算定方法は、V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」に基づく。

(b) 斜材

| 標高<br>T. M. S. L.<br>(m) | 部材間 | STK単独解析   |                        |           |                        |           |                        | 連成解析      |                        |
|--------------------------|-----|-----------|------------------------|-----------|------------------------|-----------|------------------------|-----------|------------------------|
|                          |     | ①STK今回工認  |                        | ②減衰変更     |                        | ③誘発上下動変更  |                        | ④連成解析     |                        |
|                          |     | 評価用応力     | $\frac{\sigma_c}{f_c}$ | 評価用応力     | $\frac{\sigma_c}{f_c}$ | 評価用応力     | $\frac{\sigma_c}{f_c}$ | 評価用応力     | $\frac{\sigma_c}{f_c}$ |
|                          |     | N<br>(kN) |                        | N<br>(kN) |                        | N<br>(kN) |                        | N<br>(kN) |                        |
| 80.0                     | B-C | 633       | 0.71                   | 631       | 0.71                   | 631       | 0.71                   | 627       | 0.70                   |
| 72.5                     | C-D | 738       | 0.47                   | 736       | 0.47                   | 736       | 0.47                   | 731       | 0.47                   |
| 65.0                     | D-E | 968       | 0.34                   | 960       | 0.34                   | 960       | 0.34                   | 955       | 0.34                   |
| 56.5                     | E-F | 1130      | 0.22                   | 1150      | 0.22                   | 1150      | 0.22                   | 1130      | 0.22                   |
| 48.0                     | F-G | 1360      | 0.16                   | 1430      | 0.17                   | 1430      | 0.17                   | 1420      | 0.16                   |
| 40.2                     |     |           |                        |           |                        |           |                        |           |                        |

注：断面算定方法は、V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」に基づく。

(c) 水平材

| 標高<br>T. M. S. L.<br>(m) | 部材位置 | STK単独解析   |                        |           |                        |           |                        | 連成解析      |                        |
|--------------------------|------|-----------|------------------------|-----------|------------------------|-----------|------------------------|-----------|------------------------|
|                          |      | ①STK今回工認  |                        | ②減衰変更     |                        | ③誘発上下動変更  |                        | ④連成解析     |                        |
|                          |      | 評価用応力     | $\frac{\sigma_c}{f_c}$ | 評価用応力     | $\frac{\sigma_c}{f_c}$ | 評価用応力     | $\frac{\sigma_c}{f_c}$ | 評価用応力     | $\frac{\sigma_c}{f_c}$ |
|                          |      | N<br>(kN) |                        | N<br>(kN) |                        | N<br>(kN) |                        | N<br>(kN) |                        |
| 80.0                     | B    | 63.6      | 0.09                   | 63.4      | 0.09                   | 63.4      | 0.09                   | 65.2      | 0.09                   |
| 72.5                     | C    | 92.9      | 0.15                   | 93.0      | 0.15                   | 93.0      | 0.15                   | 91.0      | 0.14                   |
| 65.0                     | D    | 178       | 0.12                   | 185       | 0.13                   | 185       | 0.13                   | 176       | 0.12                   |
| 56.5                     | E    | 326       | 0.24                   | 330       | 0.24                   | 331       | 0.24                   | 324       | 0.24                   |
| 48.0                     | F    | 325       | 0.16                   | 314       | 0.16                   | 314       | 0.16                   | 311       | 0.16                   |

注：断面算定方法は、V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」に基づく。



表 3-1 断面算定結果 (2/2)

(d) 筒身部

| 標高<br>T.M.S.L.<br>(m) | 部材間 | STK単独解析   |             |   |           |             |   |           |             |   | 連成解析      |             |   |
|-----------------------|-----|-----------|-------------|---|-----------|-------------|---|-----------|-------------|---|-----------|-------------|---|
|                       |     | ①STK今回工認  |             |   | ②減衰変更     |             |   | ③誘発上下動変更  |             |   | ④連成解析     |             |   |
|                       |     | 評価用応力     |             | $\frac{\sigma_c}{c f_{cr}} + \frac{\sigma_b}{b f_{cr}}$ | 評価用応力     |             | $\frac{\sigma_c}{c f_{cr}} + \frac{\sigma_b}{b f_{cr}}$ | 評価用応力     |             | $\frac{\sigma_c}{c f_{cr}} + \frac{\sigma_b}{b f_{cr}}$ | 評価用応力     |             | $\frac{\sigma_c}{c f_{cr}} + \frac{\sigma_b}{b f_{cr}}$ |
|                       |     | N<br>(kN) | M<br>(kN・m) |   | N<br>(kN) | M<br>(kN・m) |   | N<br>(kN) | M<br>(kN・m) |   | N<br>(kN) | M<br>(kN・m) |   |
| 85.0                  | A-B | 21.7      | 1090        | 0.33  | 21.3      | 1180        | 0.36  | 24.8      | 1180        | 0.36  | 27.4      | 1180        | 0.36  |
| 80.0                  | B-C | 152       | 2720        | 0.83  | 149       | 2890        | 0.88  | 168       | 2890        | 0.89  | 186       | 2890        | 0.89  |
| 72.5                  | C-D | 203       | 2450        | 0.77  | 193       | 2680        | 0.83  | 224       | 2670        | 0.83  | 229       | 2720        | 0.85  |
| 65.0                  | D-E | 256       | 3630        | 0.67  | 259       | 3640        | 0.67  | 279       | 3640        | 0.67  | 278       | 3600        | 0.66  |
| 56.5                  | E-F | 396       | 4570        | 0.85  | 424       | 4560        | 0.85  | 319       | 4560        | 0.84  | 310       | 4470        | 0.82  |
| 48.0                  | F-G | 539       | 5660        | 0.57  | 578       | 5700        | 0.58  | 426       | 5710        | 0.57  | 419       | 5700        | 0.57  |
| 39.0                  |     |           |             |   |           |             |   |           |             |   |           |             |   |

注：断面算定方法は、V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」に基づき、時刻歴断面算定結果を示す。