

|                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| 女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料 |                      |
| 資料番号                  | 02-補-E-19-0610-13_改1 |
| 提出年月日                 | 2021年4月19日           |

補足 610-13 【タービン建屋の耐震性についての計算書に関する  
補足説明資料】

1. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

添付書類「VI-2-11-2-3 タービン建屋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。

別紙 1 東北地方太平洋沖地震等に対するタービン建屋のシミュレーション解析

別紙 2 タービン建屋の地震応答解析における既工認と今回工認の解析モデル及び手法の比較

別紙 3 タービン建屋の地震応答解析における耐震壁のスケルトンカーブの設定

別紙 3-1 タービン建屋のフレーム部の構造詳細

別紙 4 タービン建屋の地震応答解析結果について

別紙 5 タービン建屋の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

別紙 5-1 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 5-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

別紙 6 タービン建屋の弾性設計用地震動  $S_d$  に対する地震応答解析結果

別紙 7 床ばねの諸元及び非線形性を考慮した解析

┌───┐ 本日の説明範囲

別紙 1 東北地方太平洋沖地震等に対するタービン建屋の  
シミュレーション解析

## 目次

1. はじめに..... 別紙 1- 1
2. シミュレーション解析..... 別紙 1- 2
  - 2.1 地震計の配置..... 別紙 1- 2
  - 2.2 地震応答解析 ..... 別紙 1- 3
3. 評価結果のまとめ ..... 別紙 1-32

## 1. はじめに

タービン建屋について，3.11地震及び4.7地震の2つの地震に対して，建屋の振動特性を確認することを目的としてシミュレーション解析を実施する。

## 2. シミュレーション解析

### 2.1 地震計の配置

タービン建屋における地震計配置図（断面図及び平面図）を図 2-1 に示す。

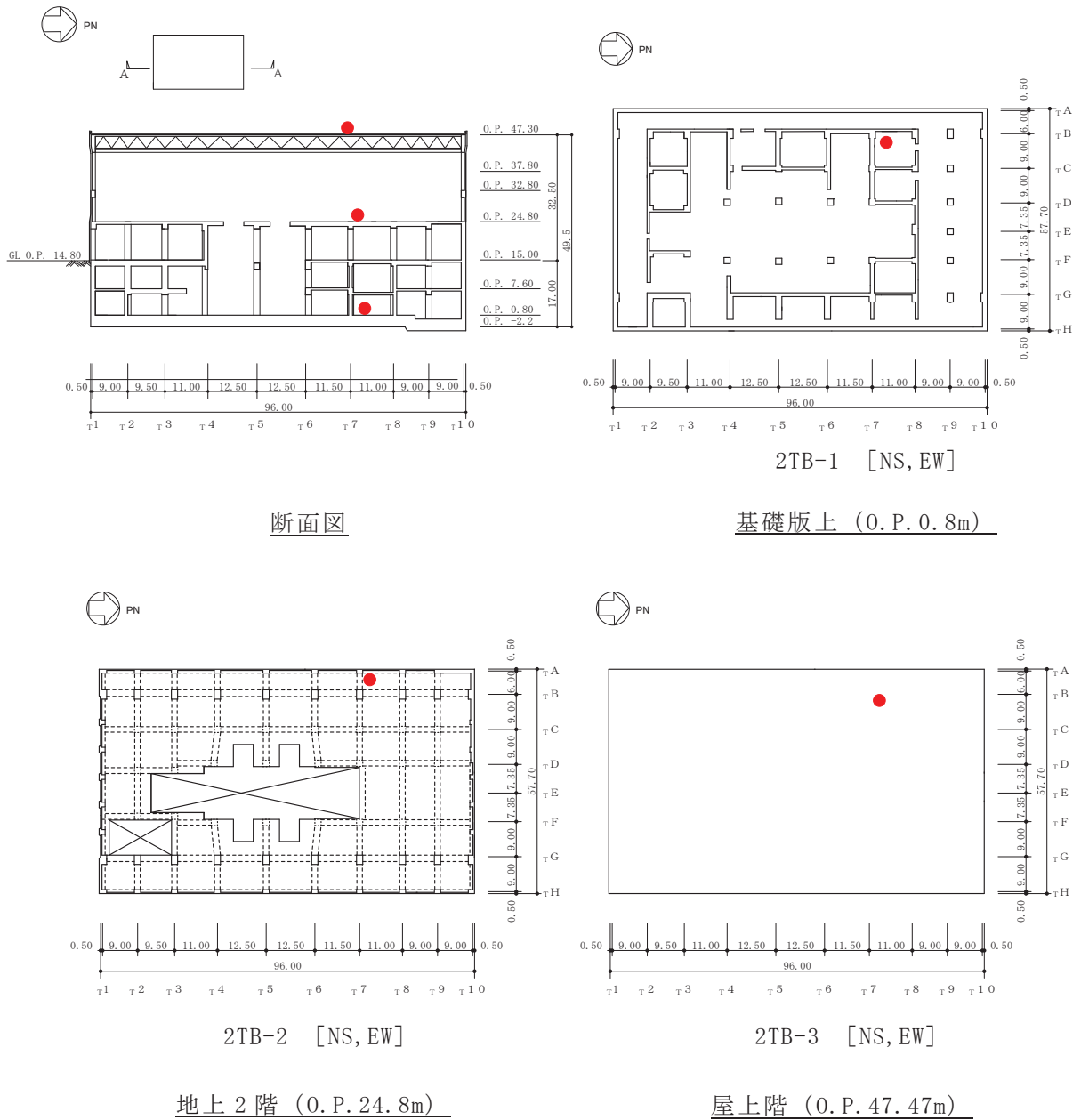


図 2-1 地震計配置図

## 2.2 地震応答解析

### 2.2.1 地震応答解析の概要

当該地震に対するタービン建屋の地震応答解析は、基礎版上における水平方向の地震観測記録を用いた解析（非線形解析）とする。

解析モデルへの入力地震動は、タービン建屋の基礎版上での観測記録を線形解析モデルの基礎版上に入力し、基礎版上から建屋底面ばね外の伝達関数を用いて算定する。

解析結果と観測記録の整合性は、タービン建屋各階における最大応答加速度、最大応答変位及び加速度応答スペクトルについて観測記録との比較によって確認する。

入力地震動の算出概念図を図 2-2 に示す。

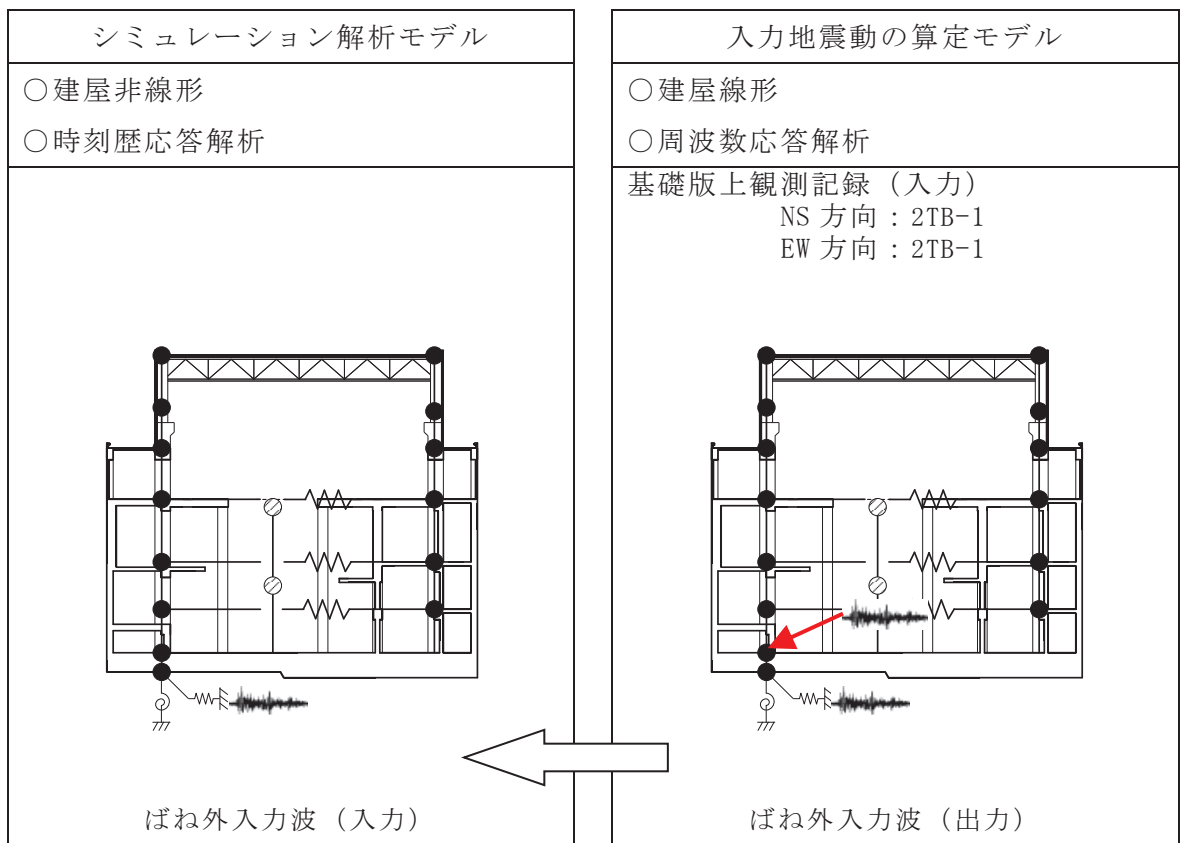


図 2-2 入力地震動の算出概念図

解析モデルは、地震観測記録と解析結果が整合するように次の2項目を見直して新たな解析モデルを構築した。

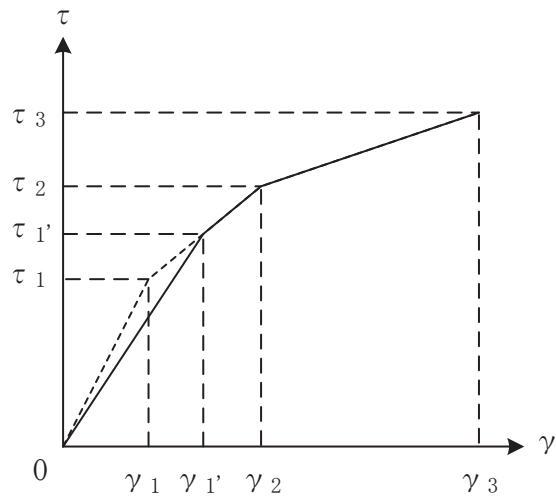
解析モデルの諸元の設定について表2-1に示す。

- ① 鉄筋コンクリート部の剛性評価は、耐震壁について観測記録と整合するように等価な剛性として設定し、図2-3に示すように復元力特性の第1勾配は設計時から見直した。
- ② 建屋の減衰定数は、観測記録と整合するように解析では全て鉄筋コンクリート部の減衰定数に代表させて5%に設定した。また、水平は両方向ともに同じ減衰定数とした。

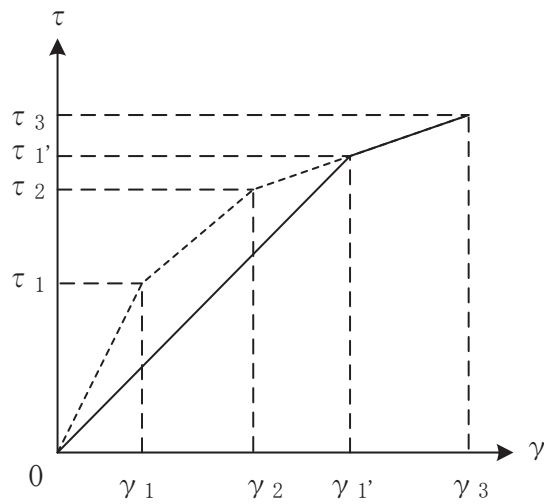


表 2-1 解析モデル諸元の設定（水平方向）

| 項 目       |                        | シミュレーション解析<br>(当該地震による評価)  |
|-----------|------------------------|--|
| 応答計算法     |                        | 時刻歴応答解析(非線形解析)   |
| 入力地震動     |                        | 入力地震動の算定モデルで求めた<br>基礎底面ばね外における地震動  |
| 剛性評価      | 考慮範囲                   | 耐震壁  |
|           | ヤング係数(E)<br>せん断弾性係数(G) | 観測記録との整合性を踏まえ再設定   |
|           | 剛性・復元力特性の<br>設定の考え方    | 観測記録と整合する等価な剛性のモデル化は、耐震壁のヤング係数・せん断弾性係数を再設定することにより行い、復元力特性は設計時モデルのスケルトンと接続。建屋全体に一律の等価剛性を設定。 |
| 減衰定数      | 鉄筋コンクリート               | 5%<br>(ひずみエネルギー比例型)  |
|           | 減衰定数設定の<br>考え方         | 観測記録のみかけの減衰に対して、解析では全て鉄筋コンクリート部の減衰に代表させた。なお、水平2方向は同じ値を採用。                                  |
| 解析<br>モデル | 建屋-地盤相互作用              | スウェイ・ロッキングモデル<br>(側面地盤との相互作用は考慮しない)  |
|           | 建屋モデル                  | 質点系多軸モデル 床の柔性考慮  |
|           | 地盤ばね                   | J E A Gによる近似法  |



(a) 第1折点～第2折点で交差する場合



(b) 第2折点以降で交差する場合

図 2-3 等価な剛性の設定による復元力特性見直しの例

### 2.2.2 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルは、図 2-4 に示すように、建屋を曲げ変形とせん断変形をする質点系モデルとし、地盤を等価なばねで評価した建屋-地盤連成系モデルとする。また、各質点間の床は面内にせん断変形するものとする。

観測記録と整合するように設定した鉄筋コンクリート部の等価なヤング係数、せん断弾性係数及び減衰定数を表 2-2 に示す。なお、床のばね値の算定に用いたコンクリートの物性値は設計値を用いる。また、耐震壁のせん断応力度-せん断ひずみ度関係( $\tau-\gamma$  関係)を図 2-5 に示すようなトリリニア型スケルトンカーブに置換し、復元力特性は図 2-6 に示すような最大点指向型履歴ループを用いる。耐震壁の曲げモーメント-曲率関係( $M-\phi$  関係)は図 2-7 に示すようなトリリニア型スケルトンカーブに置換し、復元力特性は図 2-8 に示すような履歴ループを用いる。各耐震壁について算定したせん断及び曲げスケルトンカーブの諸数値を表 2-3~表 2-6 に示す。

解析モデルにおいて、基礎底面地盤ばねのスウェイ及びロッキングばね定数及び減衰係数は、振動アドミタンス理論に基づいて近似的に評価する。

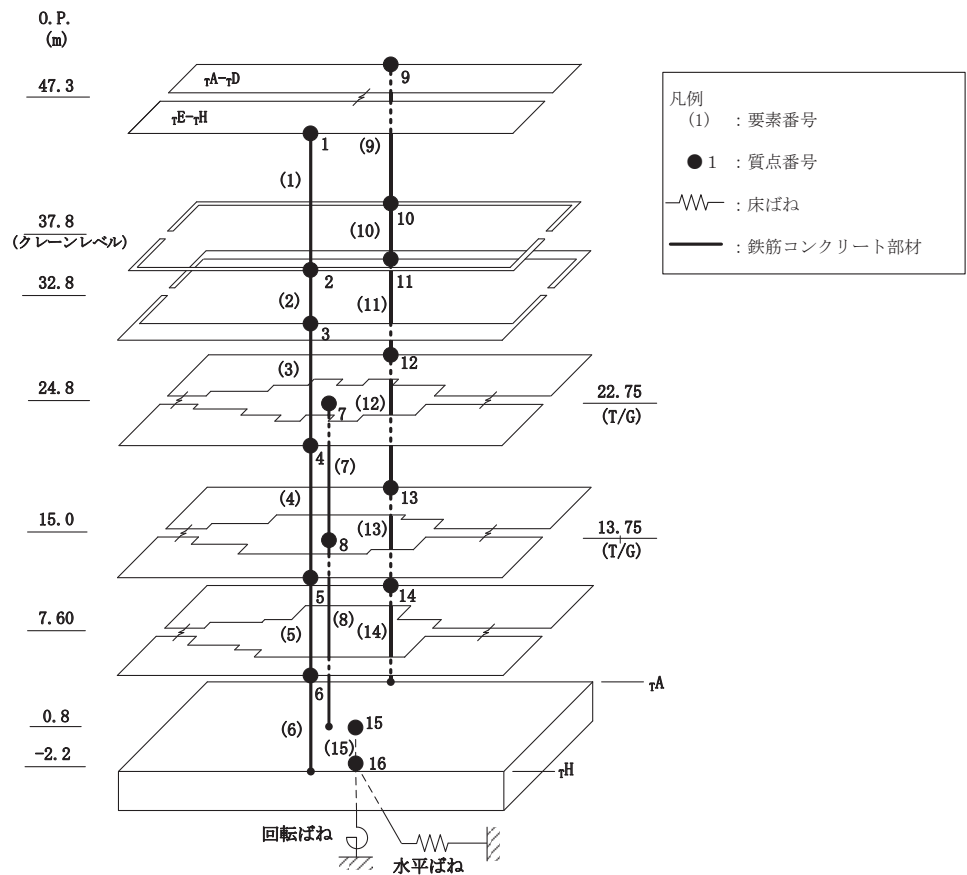


図 2-4(1) 地震応答解析モデル (NS 方向)

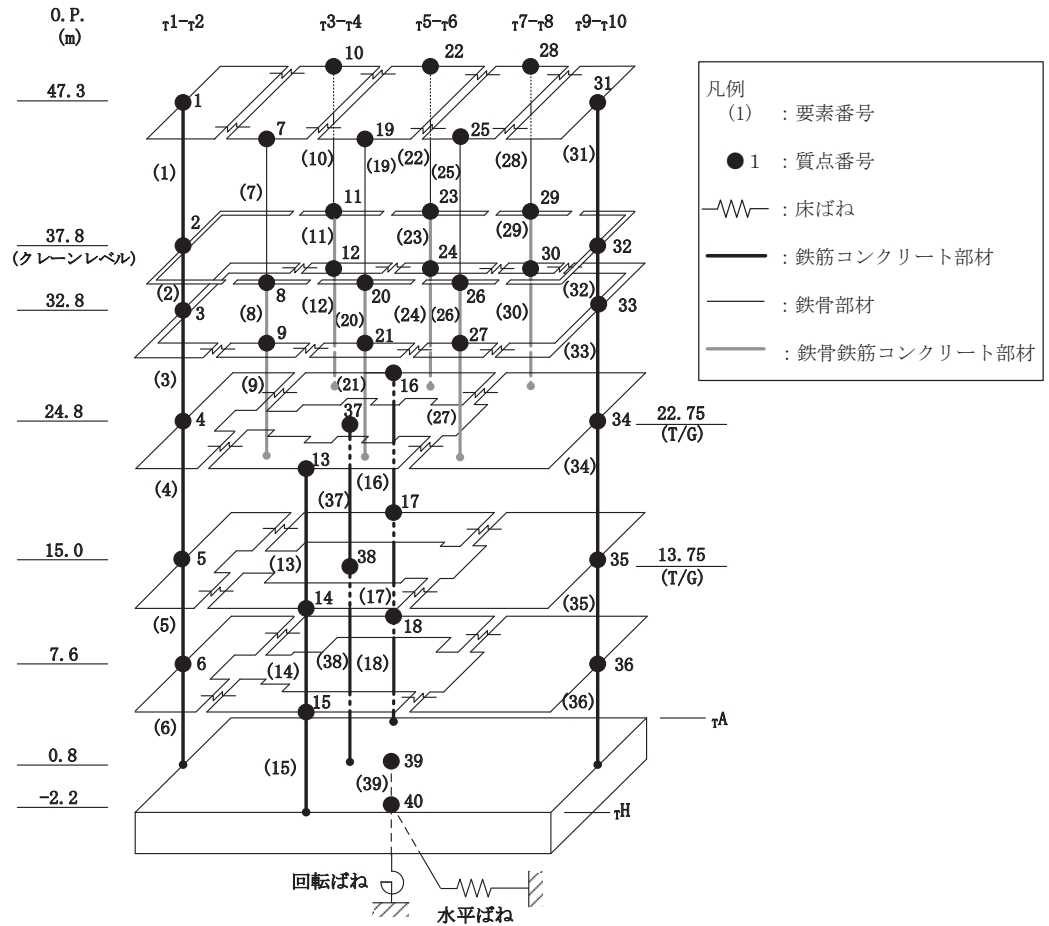


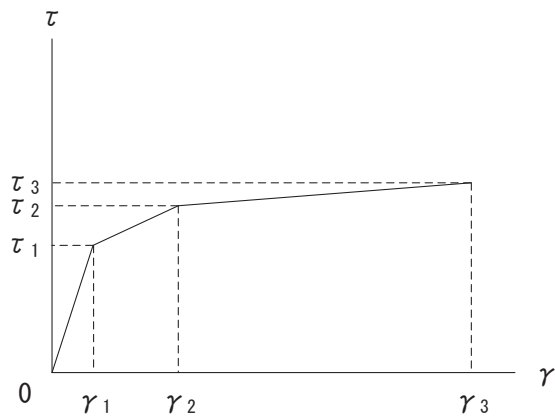
図 2-4(2) 地震応答解析モデル (EW 方向)

表 2-2 地震応答解析に用いる物性値

| 材 料                         | 方向 | 初期剛性<br>補正係数* | ヤング係数<br>E (N/mm <sup>2</sup> ) | せん断<br>弾性係数<br>G (N/mm <sup>2</sup> ) | 減衰<br>定数<br>h (%) |
|-----------------------------|----|---------------|---------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| コンクリート<br>(O.P. 24.8m より上部) | NS | 0.30          | $0.79 \times 10^4$              | $0.34 \times 10^4$                    | 5                 |
|                             | EW | 0.35          | $0.93 \times 10^4$              | $0.40 \times 10^4$                    | 5                 |
| コンクリート<br>(O.P. 24.8m より下部) | NS | 0.35          | $0.93 \times 10^4$              | $0.40 \times 10^4$                    | 5                 |
|                             | EW | 0.40          | $1.06 \times 10^4$              | $0.46 \times 10^4$                    | 5                 |

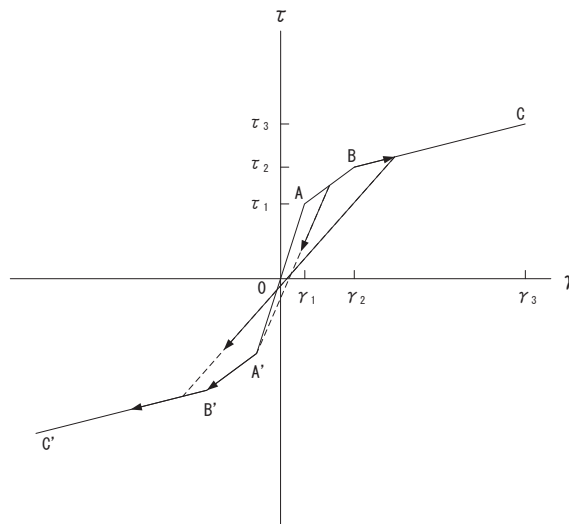
注記\* : 初期剛性補正係数は、観測記録と整合するように設定した耐震壁の初期剛性の設計値に対する係数

設計値 ヤング係数  $2.65 \times 10^4$  N/mm<sup>2</sup>  
せん断弾性係数  $1.14 \times 10^4$  N/mm<sup>2</sup>



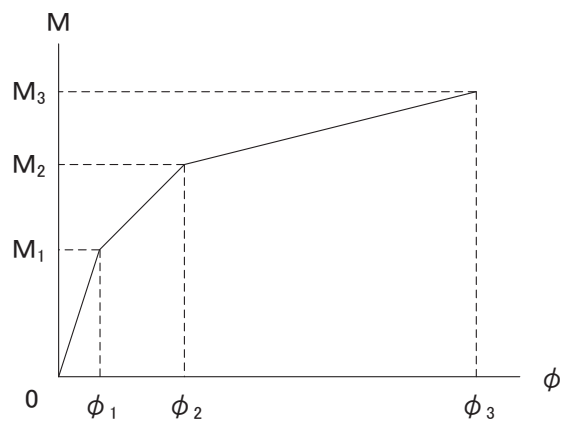
- $\tau_1$  : 第1折点のせん断応力度
- $\tau_2$  : 第2折点のせん断応力度
- $\tau_3$  : 終局点のせん断応力度
- $\gamma_1$  : 第1折点のせん断ひずみ
- $\gamma_2$  : 第2折点のせん断ひずみ
- $\gamma_3$  : 終局点のせん断ひずみ ( $=4 \times 10^{-3}$ )

図 2-5 せん断応力度－せん断ひずみ関係



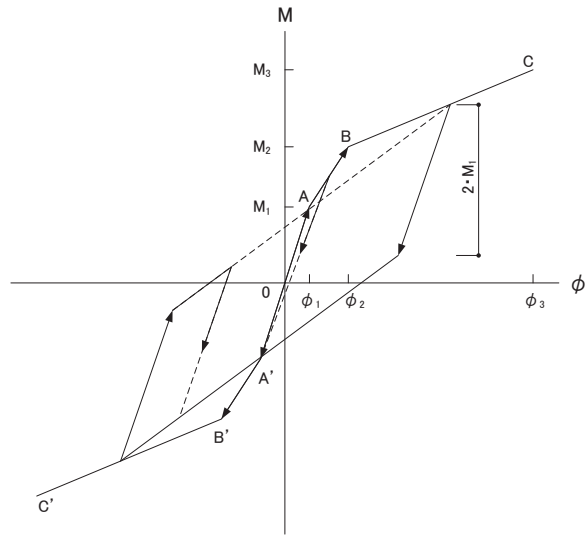
- a. 0-A 間：弾性範囲
- b. A-B 間：負側スケルトンが経験した最大点に向かう。ただし、負側最大点が第1折点を越えていない時は負側第1折点に向かう。
- c. B-C 間：負側最大点指向
- d. 各最大点は、スケルトン上を移動することにより更新される。
- e. 安定ループは面積を持たない。

図 2-6 せん断応力度－せん断ひずみ関係の復元力特性



- $M_1$  : 第 1 折点の曲げモーメント
- $M_2$  : 第 2 折点の曲げモーメント
- $M_3$  : 終局点の曲げモーメント
- $\phi_1$  : 第 1 折点の曲率
- $\phi_2$  : 第 2 折点の曲率
- $\phi_3$  : 終局点の曲率

図 2-7 曲げモーメントー曲率関係



- a. 0-A 間：弾性範囲
- b. A-B 間：負側スケルトンが経験した最大点に向かう。ただし、負側最大点が第 1 折点を越えていない時は負側第 1 折点に向かう。
- c. B-C 間：最大点指向型で、安定ループは最大曲率に応じた等価粘性減衰を与える平行四辺形をしたディグレイディングトリリニア型とする。平行四辺形の折点は最大値から  $2 \cdot M_1$  を減じた点とする。ただし、負側最大点が第 2 折点を越えていなければ、負側第 2 折点を最大点とする安定ループを形成する。また、安定ループ内部での繰り返しに用いる剛性は安定ループの戻り剛性に同じとする。
- d. 各最大点はスケルトン上を移動することにより更新される。

図 2-8 曲げモーメント-曲率関係の復元力特性

表 2-3 せん断力のスケルトンカーブ ( $\tau - \gamma$  関係)

NS 方向

$\tau$ E- $\tau$ H

| O. P.<br>(m) | $\tau_1'$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_2$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_3$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\gamma_1'$<br>( $\times 10^{-3}$ ) | $\gamma_2$<br>( $\times 10^{-3}$ ) | $\gamma_3$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|--------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 47.3 ~ 37.8  | 2.80                              | —                                | 5.77                             | 0.822                               | —                                  | 4.00                               |
| 37.8 ~ 32.8  | 3.47                              | —                                | 6.49                             | 1.02                                | —                                  | 4.00                               |
| 32.8 ~ 24.8  | 2.76                              | —                                | 5.86                             | 0.810                               | —                                  | 4.00                               |
| 24.8 ~ 15.0  | 2.95                              | —                                | 5.07                             | 0.740                               | —                                  | 4.00                               |
| 15.0 ~ 7.6   | 3.11                              | —                                | 5.57                             | 0.780                               | —                                  | 4.00                               |
| 7.6 ~ 0.8    | 3.30                              | —                                | 5.36                             | 0.828                               | —                                  | 4.00                               |

$\tau$ A- $\tau$ D

| O. P.<br>(m) | $\tau_1'$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_2$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_3$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\gamma_1'$<br>( $\times 10^{-3}$ ) | $\gamma_2$<br>( $\times 10^{-3}$ ) | $\gamma_3$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|--------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 47.3 ~ 37.8  | 2.80                              | —                                | 5.77                             | 0.822                               | —                                  | 4.00                               |
| 37.8 ~ 32.8  | 3.47                              | —                                | 6.49                             | 1.02                                | —                                  | 4.00                               |
| 32.8 ~ 24.8  | 2.73                              | —                                | 5.81                             | 0.799                               | —                                  | 4.00                               |
| 24.8 ~ 15.0  | 2.88                              | —                                | 4.60                             | 0.723                               | —                                  | 4.00                               |
| 15.0 ~ 7.6   | 3.13                              | —                                | 5.24                             | 0.787                               | —                                  | 4.00                               |
| 7.6 ~ 0.8    | 3.31                              | —                                | 5.26                             | 0.831                               | —                                  | 4.00                               |



表 2-4 せん断力のスケルトンカーブ ( $\tau - \gamma$  関係)

EW 方向

$\tau_1 - \tau_2$

| O. P.<br>(m) | $\tau_1'$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_2$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_3$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\gamma_1'$<br>( $\times 10^{-3}$ ) | $\gamma_2$<br>( $\times 10^{-3}$ ) | $\gamma_3$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|--------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 47.3 ~ 37.8  | 2.63                              | —                                | 5.95                             | 0.662                               | —                                  | 4.00                               |
| 37.8 ~ 32.8  | 2.96                              | —                                | 6.44                             | 0.744                               | —                                  | 4.00                               |
| 32.8 ~ 24.8  | 2.83                              | —                                | 6.44                             | 0.710                               | —                                  | 4.00                               |
| 24.8 ~ 15.0  | 2.82                              | —                                | 5.88                             | 0.621                               | —                                  | 4.00                               |
| 15.0 ~ 7.6   | 2.94                              | —                                | 5.44                             | 0.646                               | —                                  | 4.00                               |
| 7.6 ~ 0.8    | 3.14                              | —                                | 5.60                             | 0.690                               | —                                  | 4.00                               |

$\tau_3 - \tau_6$  ( $\tau_H$  側)

| O. P.<br>(m) | $\tau_1'$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_2$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_3$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\gamma_1'$<br>( $\times 10^{-3}$ ) | $\gamma_2$<br>( $\times 10^{-3}$ ) | $\gamma_3$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|--------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 24.8 ~ 15.0  | 2.79                              | —                                | 3.85                             | 0.613                               | —                                  | 4.00                               |
| 15.0 ~ 7.6   | 3.10                              | —                                | 3.86                             | 0.681                               | —                                  | 4.00                               |
| 7.6 ~ 0.8    | 3.19                              | —                                | 3.62                             | 0.700                               | —                                  | 4.00                               |

$\tau_3 - \tau_6$  ( $\tau_A$  側)

| O. P.<br>(m) | $\tau_1'$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_2$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_3$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\gamma_1'$<br>( $\times 10^{-3}$ ) | $\gamma_2$<br>( $\times 10^{-3}$ ) | $\gamma_3$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|--------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 24.8 ~ 15.0  | 2.81                              | —                                | 3.52                             | 0.617                               | —                                  | 4.00                               |
| 15.0 ~ 7.6   | 3.18                              | —                                | 3.52                             | 0.698                               | —                                  | 4.00                               |
| 7.6 ~ 0.8    | 3.39                              | —                                | 3.42                             | 0.744                               | —                                  | 4.00                               |

$\tau_9 - \tau_{10}$

| O. P.<br>(m) | $\tau_1'$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_2$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_3$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\gamma_1'$<br>( $\times 10^{-3}$ ) | $\gamma_2$<br>( $\times 10^{-3}$ ) | $\gamma_3$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|--------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 47.3 ~ 37.8  | 2.63                              | —                                | 5.95                             | 0.662                               | —                                  | 4.00                               |
| 37.8 ~ 32.8  | 2.96                              | —                                | 6.43                             | 0.743                               | —                                  | 4.00                               |
| 32.8 ~ 24.8  | 2.76                              | —                                | 6.01                             | 0.694                               | —                                  | 4.00                               |
| 24.8 ~ 15.0  | 2.87                              | —                                | 5.49                             | 0.631                               | —                                  | 4.00                               |
| 15.0 ~ 7.6   | 3.14                              | —                                | 5.33                             | 0.691                               | —                                  | 4.00                               |
| 7.6 ~ 0.8    | 3.27                              | —                                | 5.19                             | 0.719                               | —                                  | 4.00                               |

表 2-5 曲げモーメントのスケルトンカーブ数値表 (M- $\phi$  関係)

NS 方向

$\tau$ E- $\tau$ H

| O. P.<br>(m) | $M_1'$<br>( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ ) | $M_2$<br>( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ ) | $M_3$<br>( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ ) | $\phi_1'$<br>( $\times 10^{-5}/\text{m}$ ) | $\phi_2$<br>( $\times 10^{-5}/\text{m}$ ) | $\phi_3$<br>( $\times 10^{-5}/\text{m}$ ) |
|--------------|--|---|---|--|---|---|
| 47.3 ~ 37.8  | 2.14   | 3.13  | 4.44  | 0.830                                      | 2.06                                      | 41.2                                      |
| 37.8 ~ 32.8  | 4.61   | 5.31  | 7.42  | 1.79                                       | 2.26                                      | 45.2                                      |
| 32.8 ~ 24.8  | 6.59   | 7.66  | 10.4  | 1.74                                       | 2.20                                      | 43.9                                      |
| 24.8 ~ 15.0  | 11.1   | 16.8  | 23.4  | 0.873                                      | 2.22                                      | 44.5                                      |
| 15.0 ~ 7.6   | 17.9   | 26.6  | 37.7  | 1.22                                       | 2.38                                      | 47.6                                      |
| 7.6 ~ 0.8    | 25.5   | 35.9  | 50.2  | 1.36                                       | 2.53                                      | 46.9                                      |

$\tau$ A- $\tau$ D

| O. P.<br>(m) | $M_1'$<br>( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ ) | $M_2$<br>( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ ) | $M_3$<br>( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ ) | $\phi_1'$<br>( $\times 10^{-5}/\text{m}$ ) | $\phi_2$<br>( $\times 10^{-5}/\text{m}$ ) | $\phi_3$<br>( $\times 10^{-5}/\text{m}$ ) |
|--------------|--|---|---|--|---|---|
| 47.3 ~ 37.8  | 2.14   | 3.13  | 4.44  | 0.830                                      | 2.06                                      | 41.2                                      |
| 37.8 ~ 32.8  | 4.61   | 5.31  | 7.42  | 1.79                                       | 2.26                                      | 45.2                                      |
| 32.8 ~ 24.8  | 5.10   | 7.62  | 10.2  | 0.917                                      | 1.97                                      | 39.4                                      |
| 24.8 ~ 15.0  | 16.0   | 24.2  | 34.0  | 0.906                                      | 2.43                                      | 48.7                                      |
| 15.0 ~ 7.6   | 23.8   | 34.4  | 48.6  | 1.33                                       | 2.59                                      | 48.4                                      |
| 7.6 ~ 0.8    | 28.9   | 40.1  | 55.7  | 1.47                                       | 2.64                                      | 44.4                                      |

表 2-6 曲げモーメントのスケルトンカーブ数値表 (M-φ 関係)

EW 方向

τ1-τ2

| O. P.<br>(m) | $M_1'$<br>( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ ) | $M_2$<br>( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ ) | $M_3$<br>( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ ) | $\phi_1'$<br>( $\times 10^{-5}/\text{m}$ ) | $\phi_2$<br>( $\times 10^{-5}/\text{m}$ ) | $\phi_3$<br>( $\times 10^{-5}/\text{m}$ ) |
|--------------|--|---|---|--|---|---|
| 47.3 ~ 37.8  | 0.772  | 1.27  | 1.82  | 1.11                                       | 4.38                                      | 87.6                                      |
| 37.8 ~ 32.8  | 1.11   | 1.88  | 2.65  | 1.59                                       | 4.64                                      | 92.8                                      |
| 32.8 ~ 24.8  | 2.43   | 3.57  | 5.19  | 1.98                                       | 3.69                                      | 73.8                                      |
| 24.8 ~ 15.0  | 3.03   | 5.22  | 7.92  | 1.03                                       | 3.55                                      | 71.1                                      |
| 15.0 ~ 7.6   | 7.00   | 12.0  | 18.0  | 1.29                                       | 3.70                                      | 74.1                                      |
| 7.6 ~ 0.8    | 8.11   | 13.0  | 19.1  | 1.48                                       | 3.77                                      | 75.4                                      |

τ3-τ6 (τH 側)

| O. P.<br>(m) | $M_1'$<br>( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ ) | $M_2$<br>( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ ) | $M_3$<br>( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ ) | $\phi_1'$<br>( $\times 10^{-5}/\text{m}$ ) | $\phi_2$<br>( $\times 10^{-5}/\text{m}$ ) | $\phi_3$<br>( $\times 10^{-5}/\text{m}$ ) |
|--------------|--|---|---|--|---|---|
| 24.8 ~ 15.0  | 0.485  | 0.578   | 0.806   | 2.90                                       | 12.2                                      | 244                                       |
| 15.0 ~ 7.6   | 0.653  | 0.837   | 1.09  | 4.40                                       | 15.2                                      | 305                                       |
| 7.6 ~ 0.8    | 1.09   | 1.43  | 1.83  | 5.46                                       | 16.6                                      | 331                                       |

τ3-τ6 (τA 側)

| O. P.<br>(m) | $M_1'$<br>( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ ) | $M_2$<br>( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ ) | $M_3$<br>( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ ) | $\phi_1'$<br>( $\times 10^{-5}/\text{m}$ ) | $\phi_2$<br>( $\times 10^{-5}/\text{m}$ ) | $\phi_3$<br>( $\times 10^{-5}/\text{m}$ ) |
|--------------|--|---|---|--|---|---|
| 24.8 ~ 15.0  | 0.915  | 1.10  | 1.44  | 3.56                                       | 13.9                                      | 277                                       |
| 15.0 ~ 7.6   | 1.05   | 1.45  | 2.00  | 3.90                                       | 11.9                                      | 239                                       |
| 7.6 ~ 0.8    | 1.58   | 2.20  | 2.94  | 4.28                                       | 11.2                                      | 224                                       |

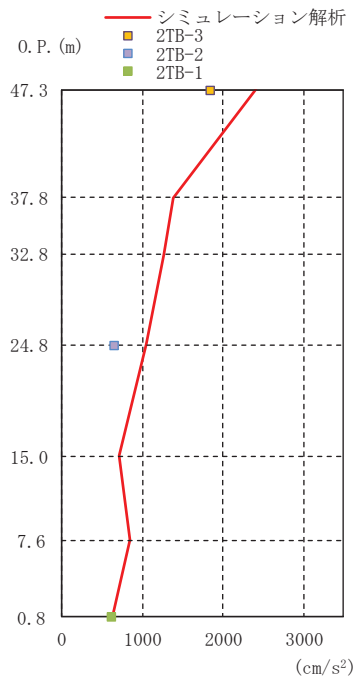
τ9-τ10

| O. P.<br>(m) | $M_1'$<br>( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ ) | $M_2$<br>( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ ) | $M_3$<br>( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ ) | $\phi_1'$<br>( $\times 10^{-5}/\text{m}$ ) | $\phi_2$<br>( $\times 10^{-5}/\text{m}$ ) | $\phi_3$<br>( $\times 10^{-5}/\text{m}$ ) |
|--------------|--|---|---|--|---|---|
| 47.3 ~ 37.8  | 0.772  | 1.27  | 1.82  | 1.11                                       | 4.38                                      | 87.6                                      |
| 37.8 ~ 32.8  | 1.10   | 1.88  | 2.65  | 1.58                                       | 4.64                                      | 92.7                                      |
| 32.8 ~ 24.8  | 2.11   | 3.72  | 5.45  | 1.16                                       | 3.34                                      | 66.8                                      |
| 24.8 ~ 15.0  | 5.50   | 8.93  | 12.5  | 1.29                                       | 3.82                                      | 76.3                                      |
| 15.0 ~ 7.6   | 11.0   | 17.2  | 23.6  | 1.63                                       | 4.12                                      | 82.5                                      |
| 7.6 ~ 0.8    | 14.3   | 21.3  | 29.0  | 1.77                                       | 4.06                                      | 76.3                                      |

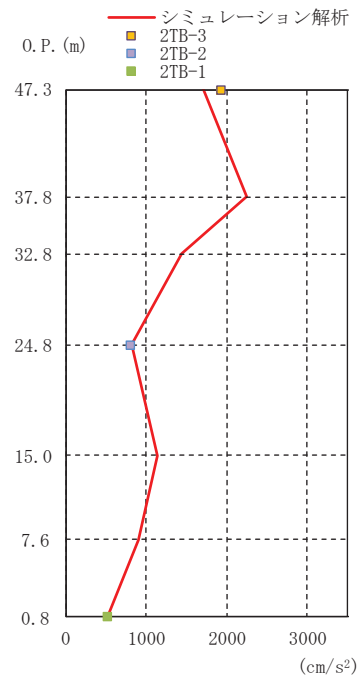
### 2.2.3 地震応答解析結果

地震応答解析により求められた応答と観測記録を比較する。比較する項目は NS 方向及び EW 方向の最大応答加速度，最大応答変位及び加速度応答スペクトルとする。ここで，変位の観測記録は加速度の観測記録を積分することで算出した。3.11 地震の観測記録との比較を～に，4.7 地震の観測記録との比較を～に示す。解析モデルの固有値解析結果を表 2-7，表 2-8，図 2-15 及び図 2-16 に示す。

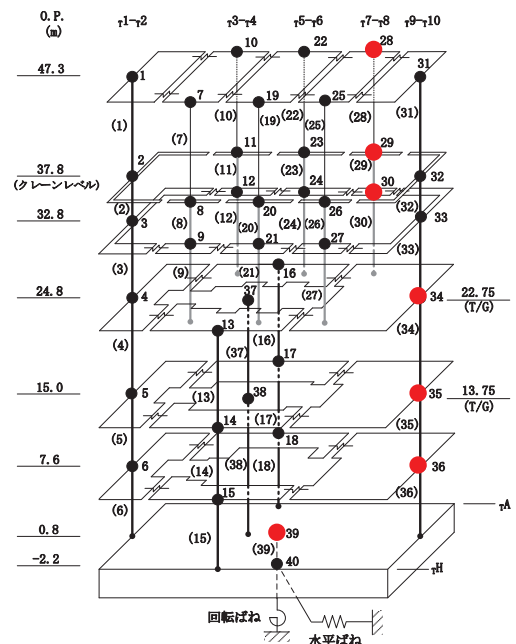
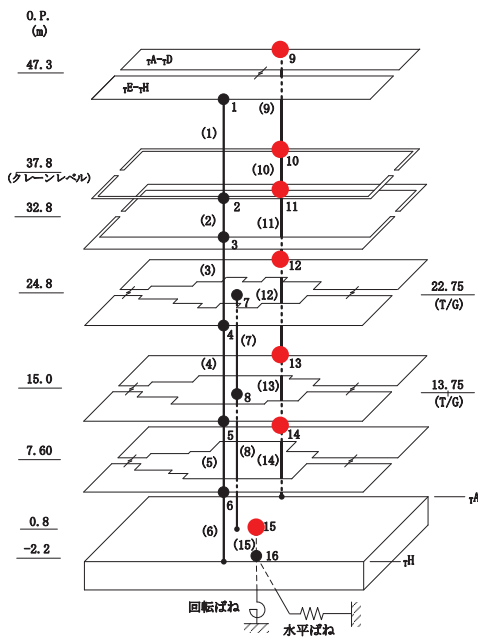
これより，観測記録と解析結果の最大応答加速度，最大応答変位及び加速度応答スペクトルは概ね整合していることを確認した。



NS 方向

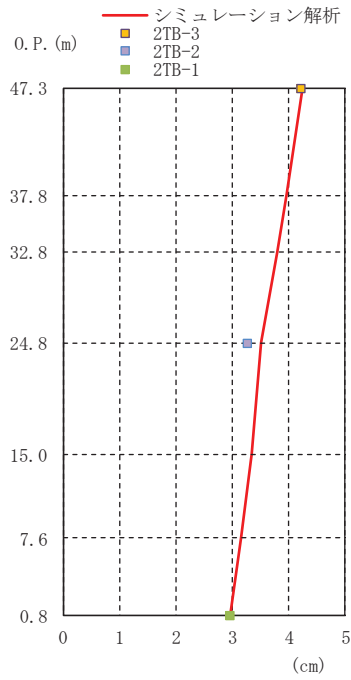


EW 方向

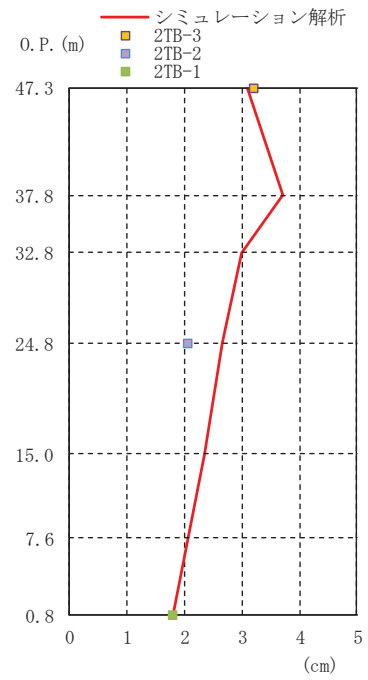


● シミュレーション解析結果を示している質点

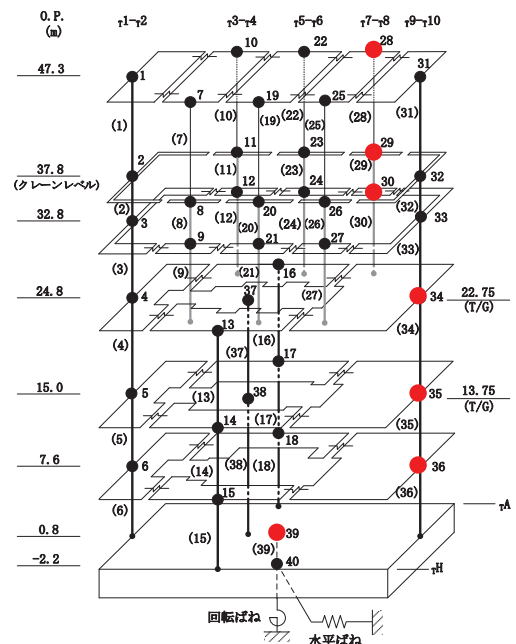
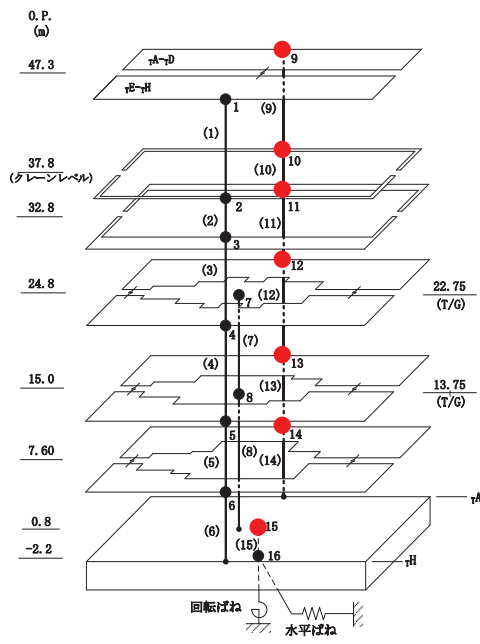
図 2-9 最大応答加速度の比較 (3.11 地震)



NS 方向

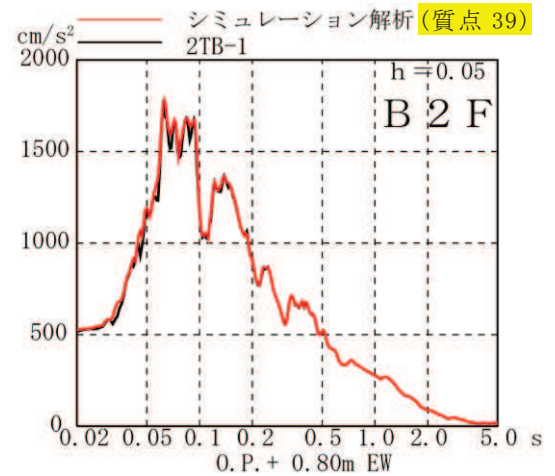
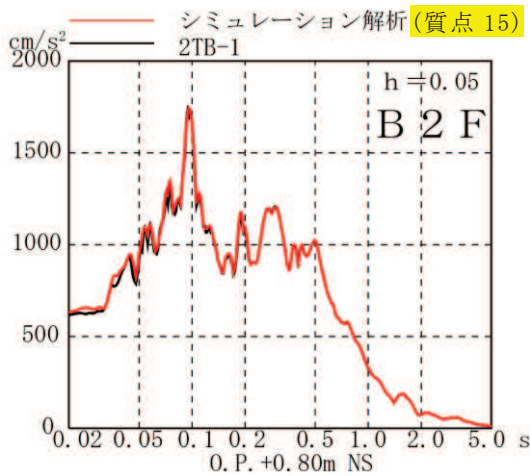
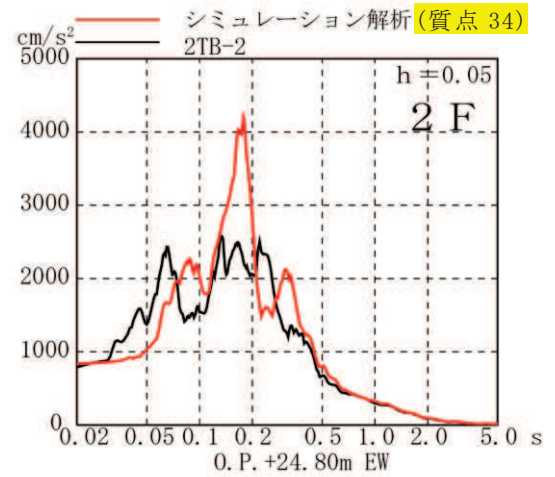
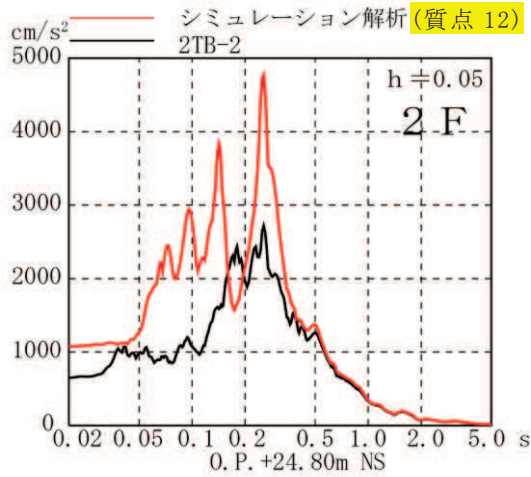
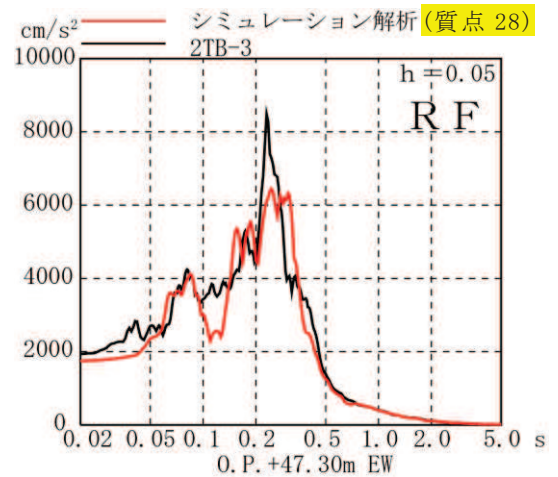
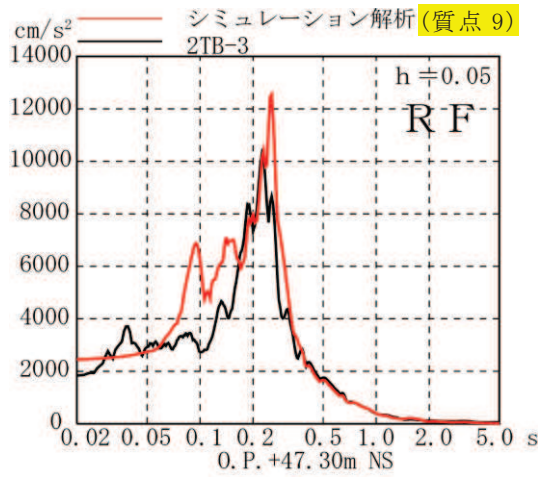


EW 方向



● シミュレーション解析結果を示している質点

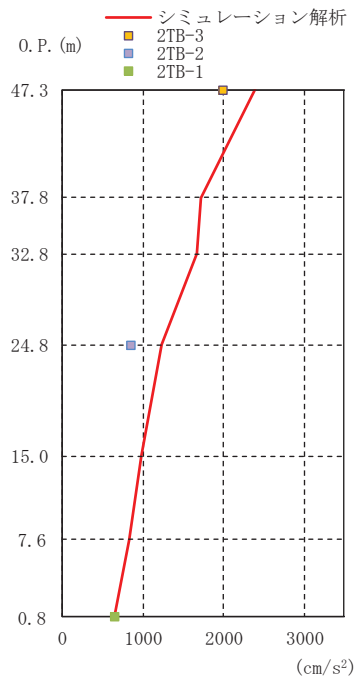
図 2-10 最大応答変位の比較 (3.11 地震)



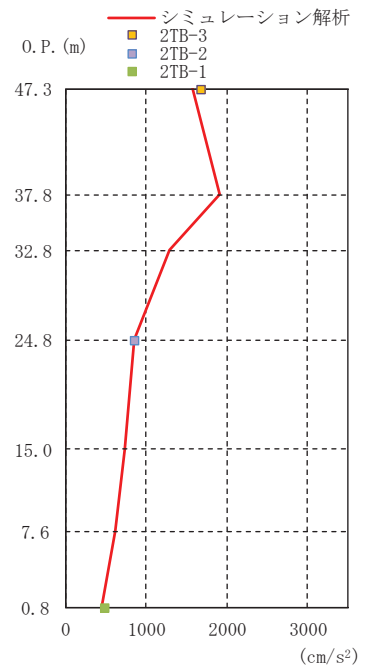
NS 方向

EW 方向

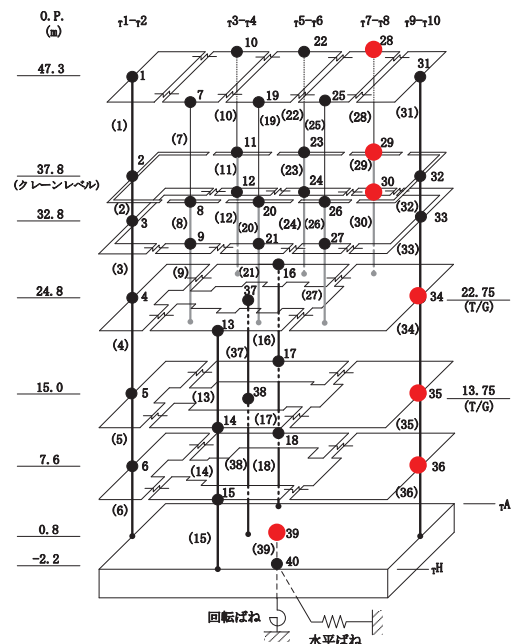
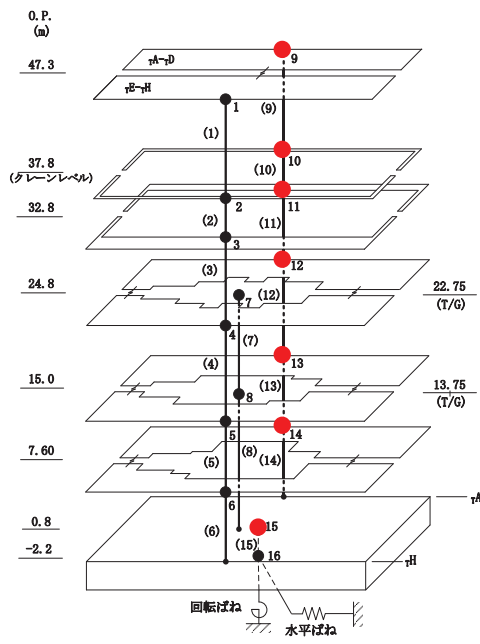
図 2-11 加速度応答スペクトルの比較 (3.11 地震)



NS 方向



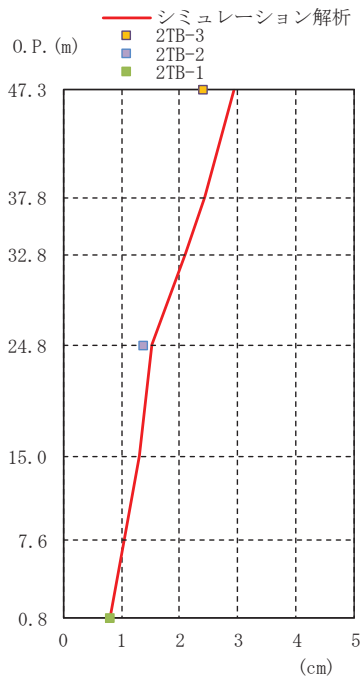
EW 方向



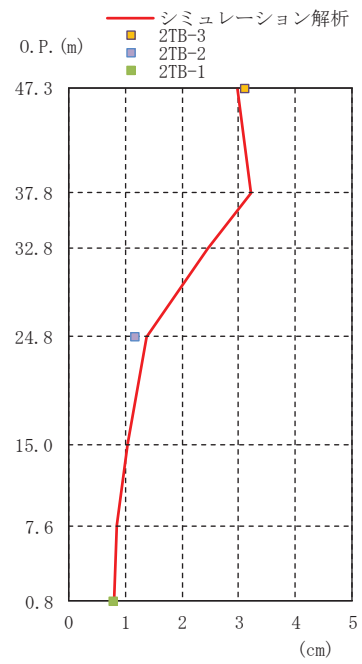
● シミュレーション解析結果を示している質点

図 2-12 最大応答加速度の比較 (4.7 地震)

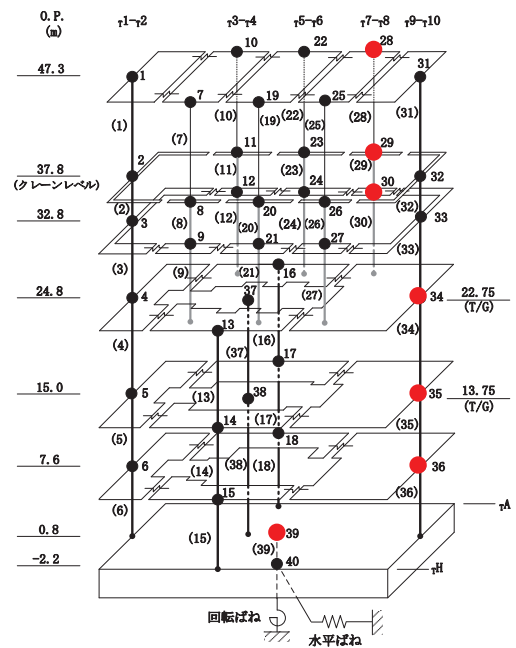
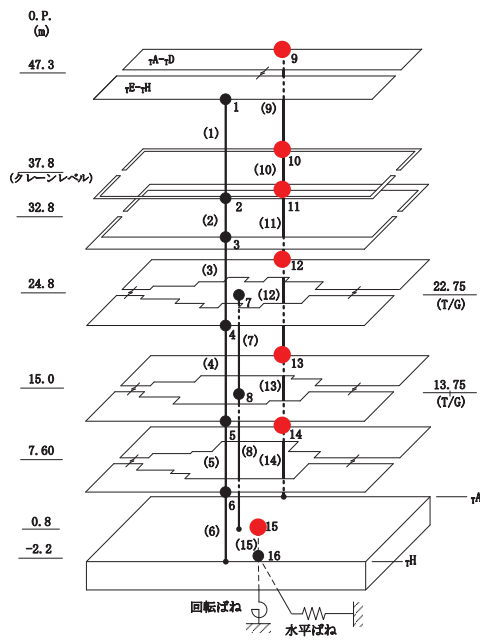




NS 方向

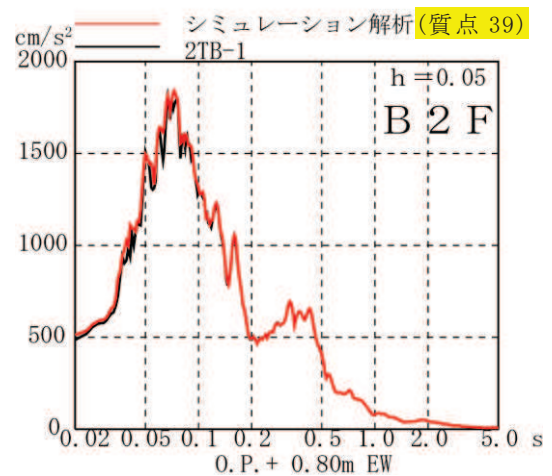
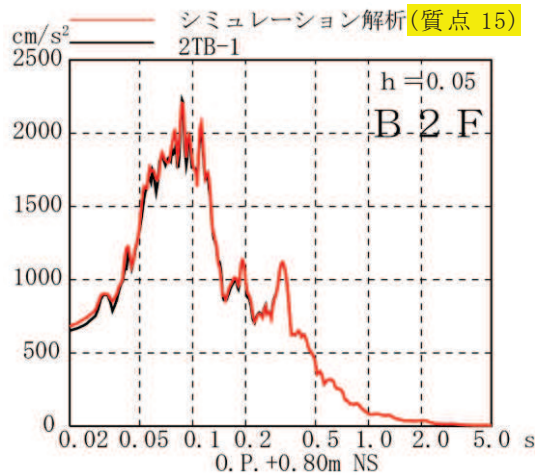
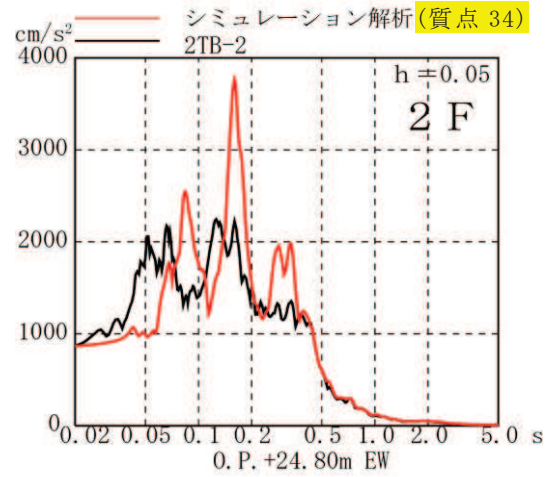
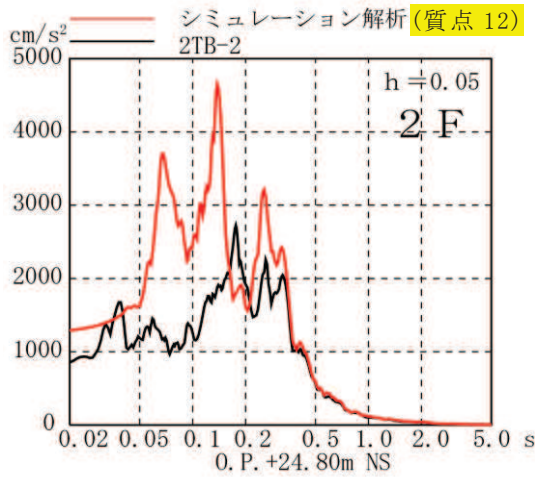
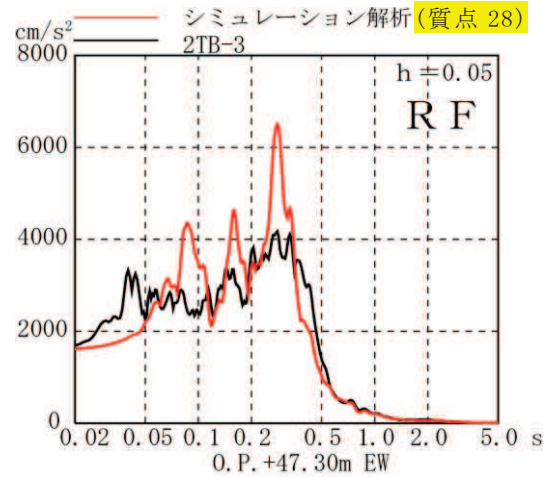
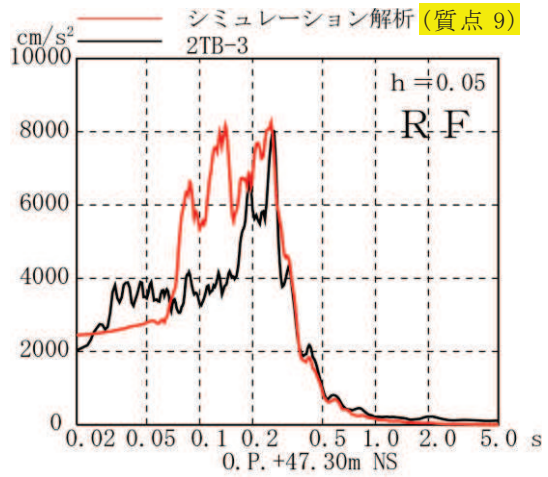


EW 方向



● シミュレーション解析結果を示している質点

図 2-13 最大応答変位の比較 (4.7 地震)



NS 方向

EW 方向

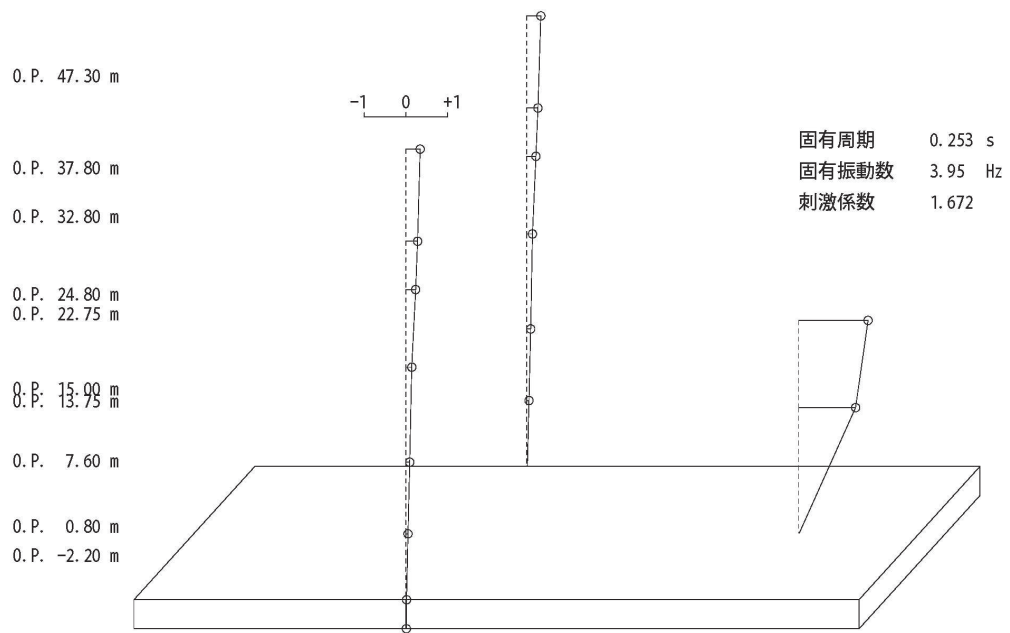
図 2-14 加速度応答スペクトルの比較 (4.7 地震)

表 2-7 固有値解析結果(NS 方向)

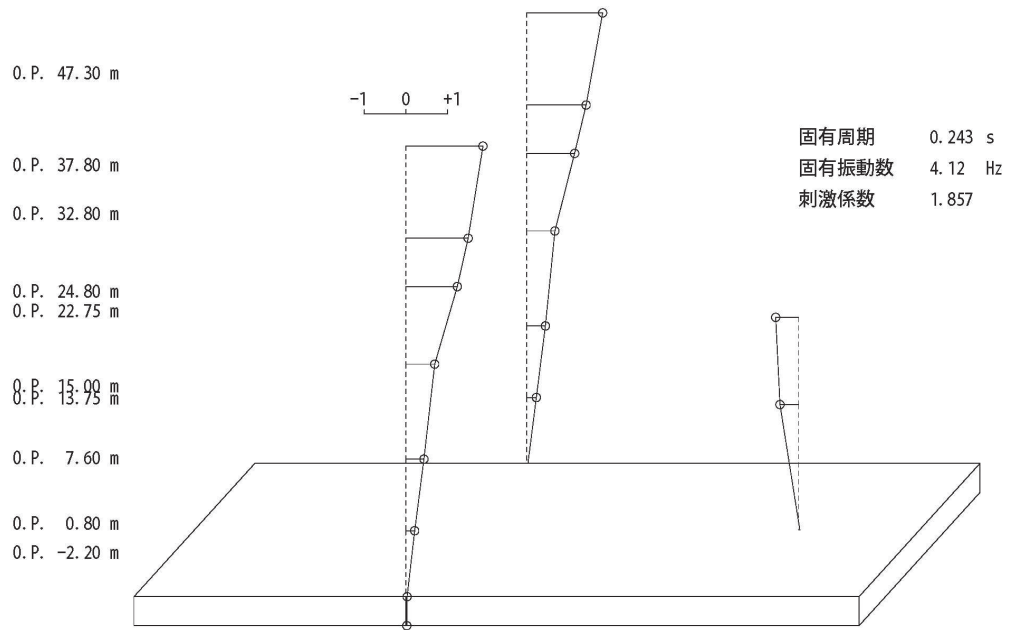
| 次数 | 固有周期 (s) | 振動数 (Hz) | 刺激係数  |
|----|----------|----------|-------|
| 1  | 0.253    | 3.95     | 1.672 |
| 2  | 0.243    | 4.12     | 1.857 |
| 3  | 0.143    | 6.97     | 1.565 |
| 4  | 0.123    | 8.10     | 0.259 |
| 5  | 0.089    | 11.26    | 0.061 |
| 6  | 0.083    | 12.02    | 0.595 |
| 7  | 0.067    | 14.95    | 0.456 |
| 8  | 0.064    | 15.59    | 0.034 |
| 9  | 0.063    | 15.88    | 0.106 |
| 10 | 0.058    | 17.12    | 0.016 |

表 2-8 固有値解析結果(EW 方向)

| 次数 | 固有周期(s) | 振動数(Hz) | 刺激係数  |
|----|---------|---------|-------|
| 1  | 0.290   | 3.45    | 2.667 |
| 2  | 0.245   | 4.09    | 1.036 |
| 3  | 0.191   | 5.24    | 0.364 |
| 4  | 0.181   | 5.54    | 1.917 |
| 5  | 0.172   | 5.81    | 3.662 |
| 6  | 0.156   | 6.43    | 1.480 |
| 7  | 0.139   | 7.21    | 0.449 |
| 8  | 0.135   | 7.43    | 0.591 |
| 9  | 0.131   | 7.66    | 0.393 |
| 10 | 0.128   | 7.84    | 0.031 |
| 11 | 0.125   | 8.02    | 0.001 |
| 12 | 0.111   | 9.02    | 0.202 |
| 13 | 0.106   | 9.40    | 0.533 |
| 14 | 0.105   | 9.56    | 0.763 |
| 15 | 0.092   | 10.92   | 0.300 |
| 16 | 0.089   | 11.25   | 0.445 |
| 17 | 0.085   | 11.73   | 1.209 |
| 18 | 0.083   | 12.06   | 1.119 |
| 19 | 0.080   | 12.54   | 0.030 |
| 20 | 0.078   | 12.85   | 0.059 |
| 21 | 0.074   | 13.47   | 0.184 |
| 22 | 0.073   | 13.72   | 0.186 |
| 23 | 0.071   | 14.11   | 0.169 |
| 24 | 0.066   | 15.13   | 0.215 |
| 25 | 0.062   | 16.20   | 0.586 |
| 26 | 0.056   | 17.83   | 0.076 |
| 27 | 0.051   | 19.45   | 1.027 |

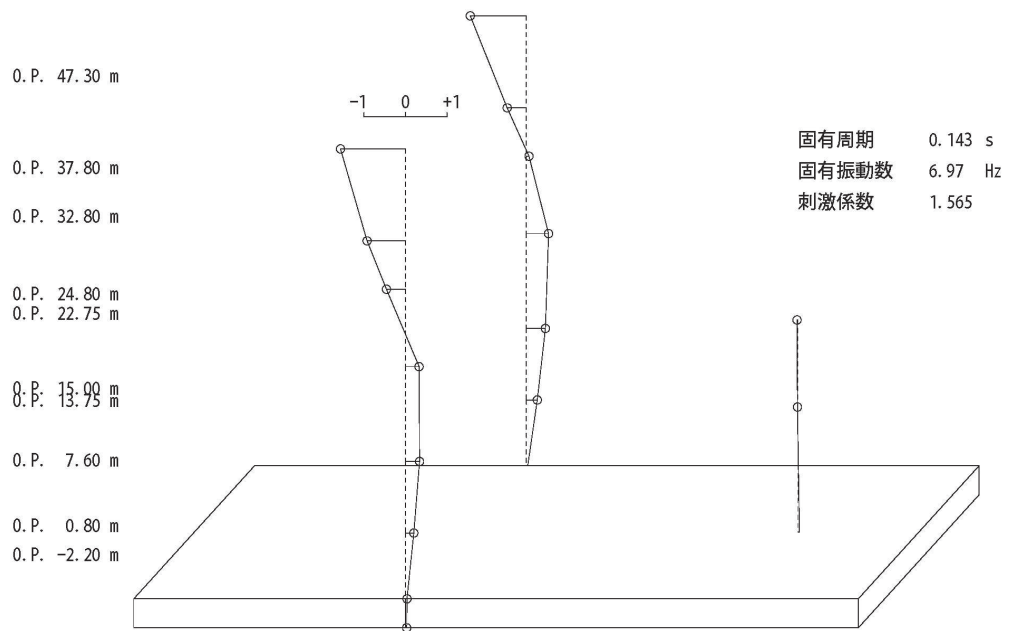


1 次

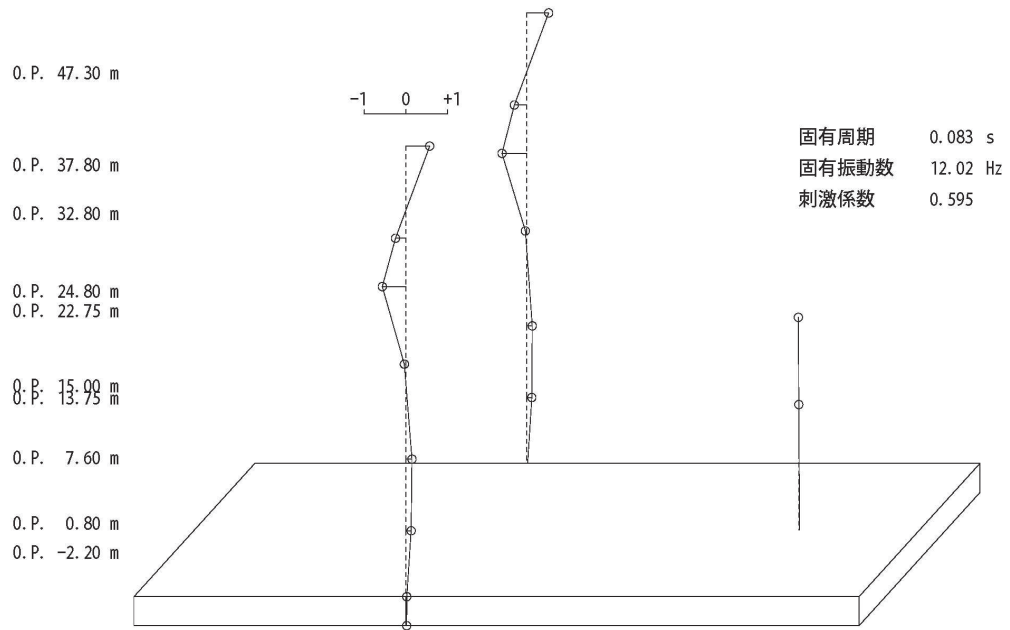


2 次

図 2-15(1) 固有振動モード (NS 方向)

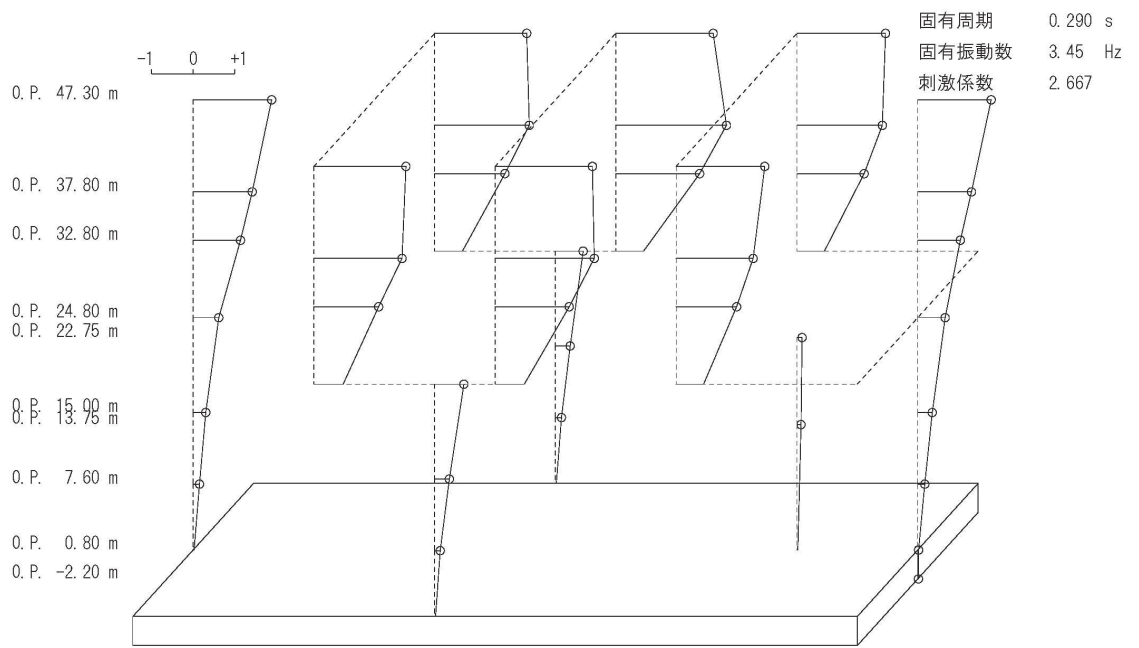


3 次

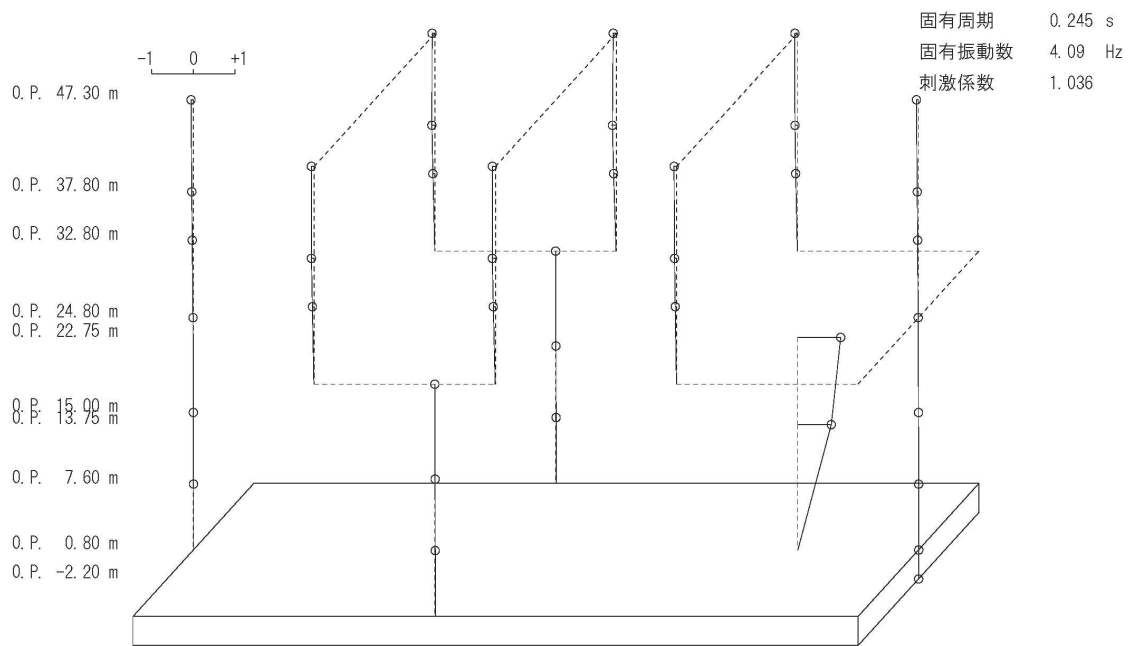


6 次

図 2-15(2) 固有振動モード (NS 方向)

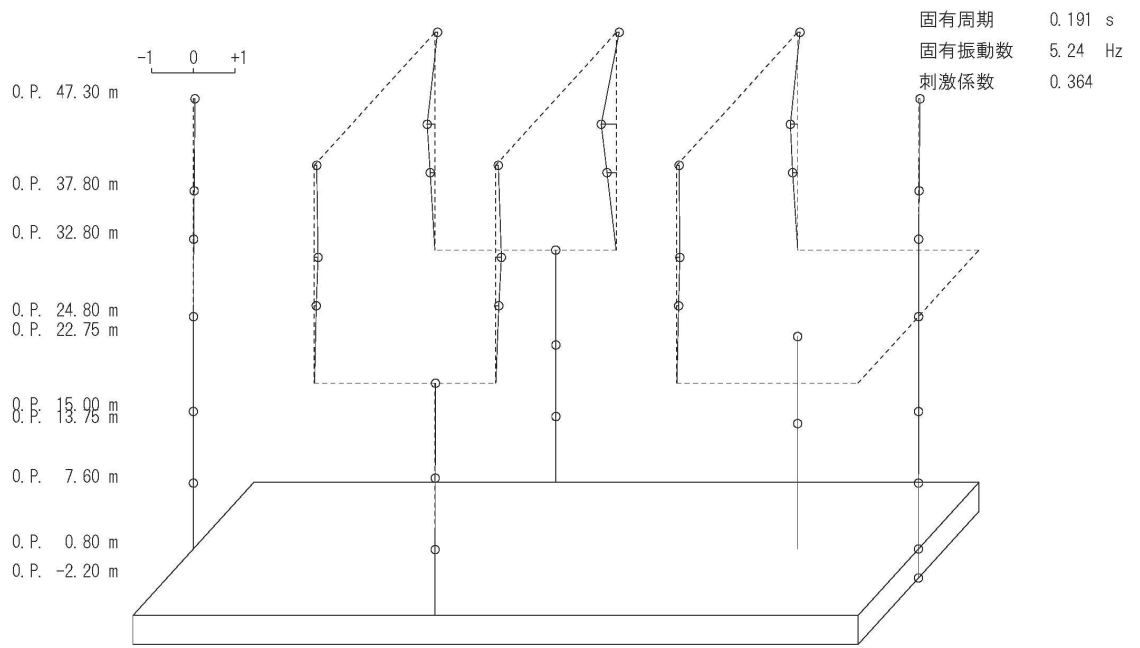


1次

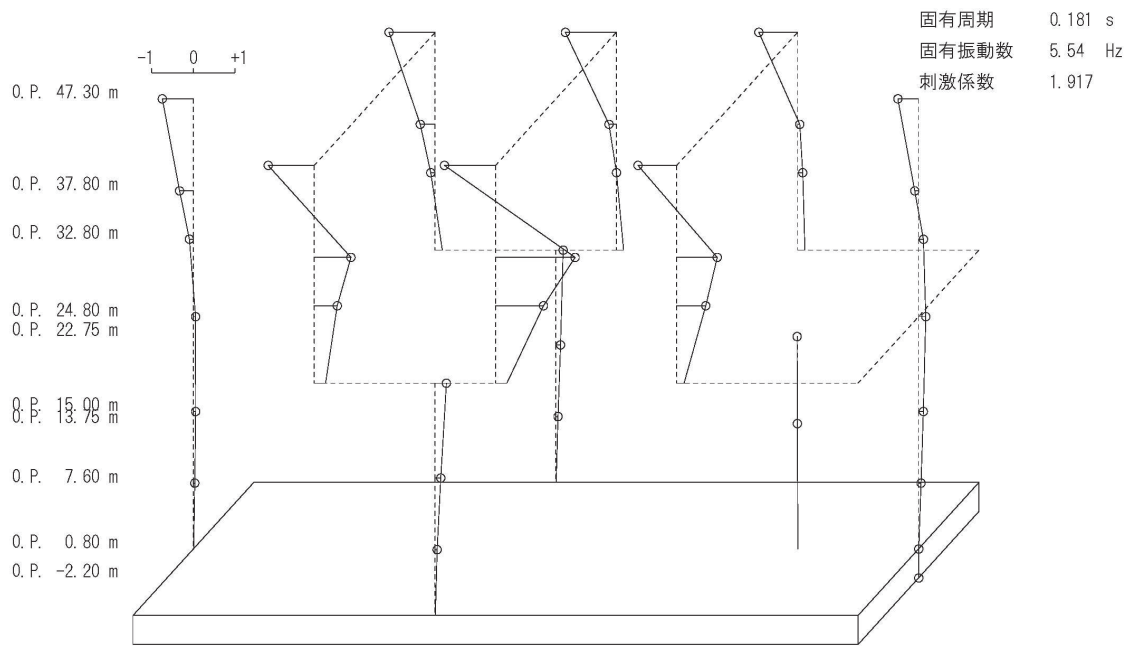


2次

図 2-16(1) 固有振動モード (EW 方向)



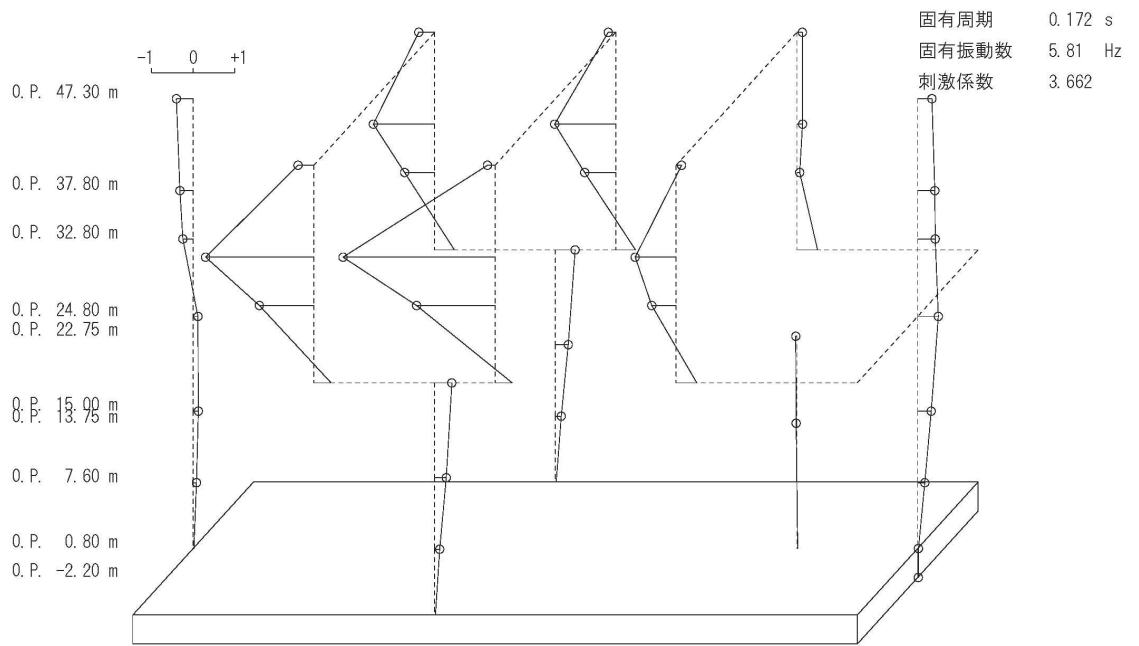
3 次



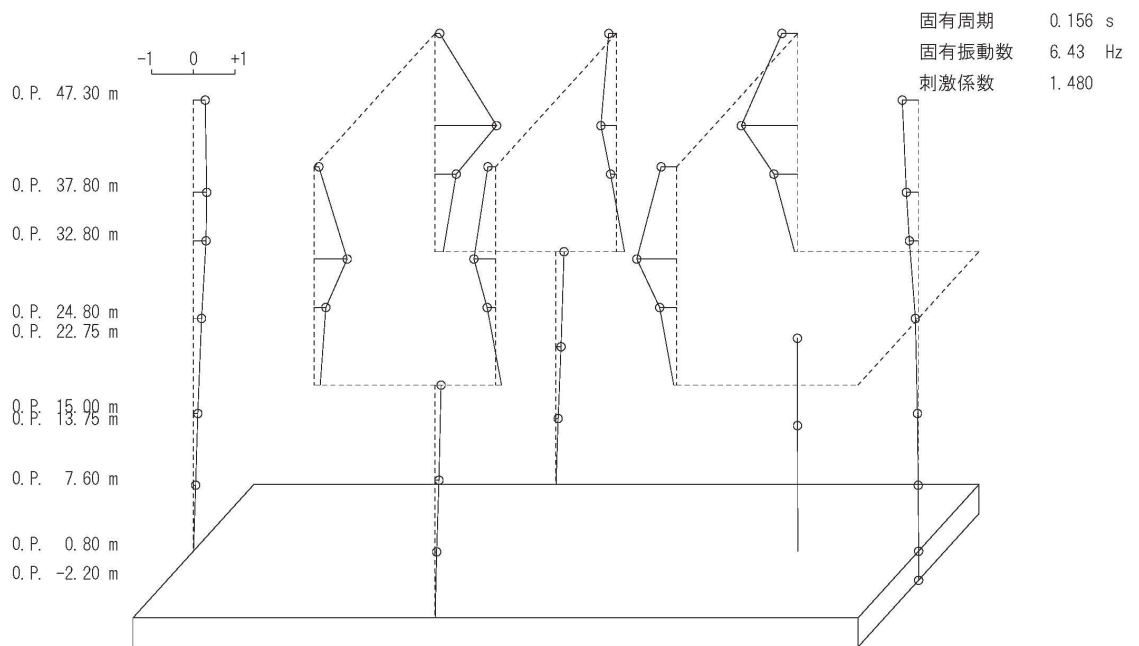
4 次

図 2-16(2) 固有振動モード (EW 方向)



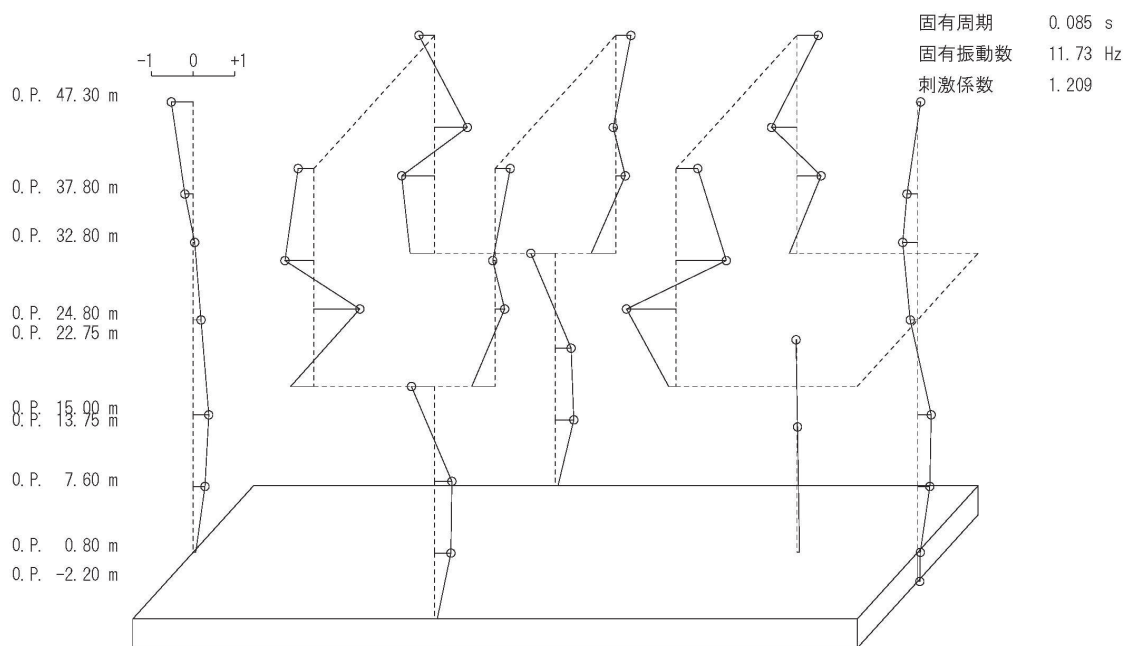


5 次

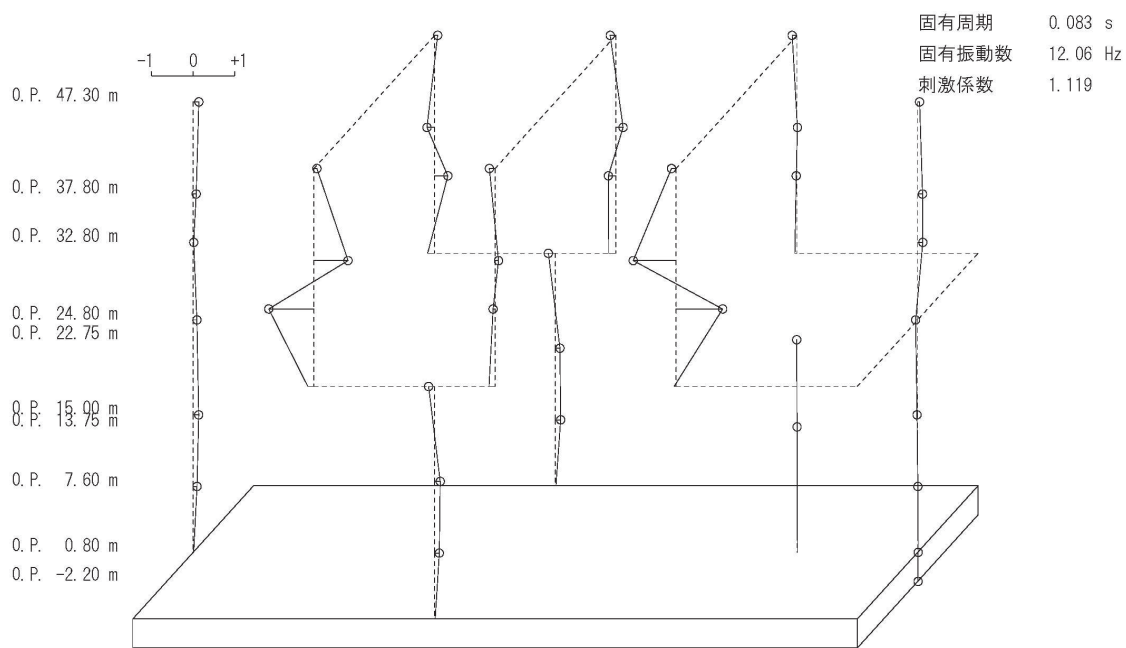


6 次

図 2-16(3) 固有振動モード (EW 方向)



17 次



18 次

図 2-16(4) 固有振動モード (EW 方向)

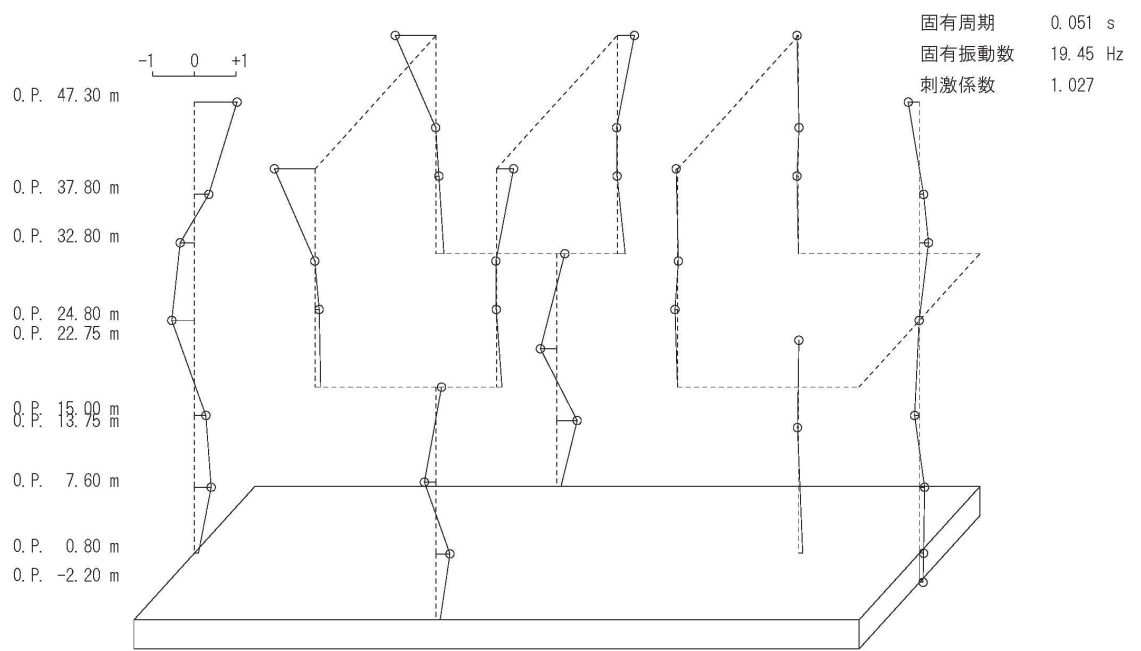


図 2-16(5) 固有振動モード (EW 方向)

### 3. 評価結果のまとめ

タービン建屋のシミュレーション解析の結果，以下の傾向が確認された。

- ① 水平動について，初期剛性低下を考慮したモデルを設定すると，設計で考慮している剛性をNS方向で0.30倍（O.P. 24.8mより上部）及び0.35倍（O.P. 24.8mより下部），EW方向で0.35倍（O.P. 24.8mより上部）及び0.40倍（O.P. 24.8mより下部）に低下させた解析結果が，記録との整合性が良い。
- ② RC減衰については5%で観測記録との整合性が良い結果が得られた。

別紙 2 タービン建屋の地震応答解析における既工認と今回工認  
の解析モデル及び手法の比較

## 目次

1. 概要…………… 別紙 2-1
2. 地震応答解析モデルの変更点について…………… 別紙 2-2

## 1. 概要

本資料は、タービン建屋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の変更点について

タービン建屋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、建設工認のものである。



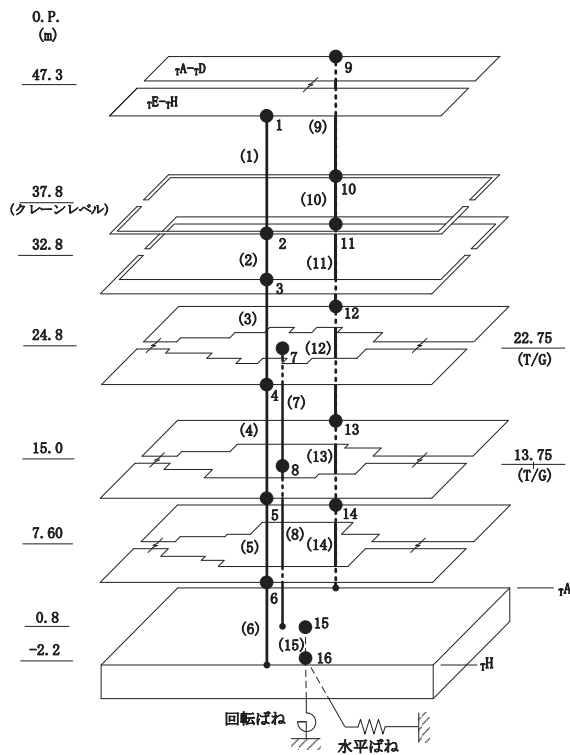
表 2-1 タービン建屋の地震応答解析モデル及び手法の比較

| 項目            | 内容       | 既工認時*  | 今回工認   | 備考  |
|---------------|----------|--|--|-----|
| 入力地震動の算定<br>法 |          | 基準地震動を基礎底面に<br>直接入力  | 表層地盤の影響を考慮<br>(E + F 入力)   | (1) |
| 解析コード         |          | N U P P II   | N U P P 4  | —   |
| 建屋の<br>モデル化   | モデル      | 多軸床柔多質点系モデル  | 同左   | —   |
|               | 材料<br>物性 | 検討時の規準に基づき設定<br>・コンクリートのヤング係<br>数, ポアソン比<br>$E = 2.65 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$<br>(SI 換算)<br>$\nu = 0.167$<br>・鋼材のヤング係数, ポアソ<br>ン比<br>$E = 2.06 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$<br>(SI 換算)<br>$\nu = 0.3$ | ・コンクリートのヤング係<br>数, ポアソン比<br>同左<br><br>・鋼材のヤング係数, ポアソ<br>ン比<br>同左 | (2) |
|               | 回転<br>慣性 | 基礎版下端に集約   | 同左   | —   |
|               | 剛性<br>評価 | 耐震壁及びフレームを考慮   | 耐震壁及びフレームを考慮<br>初期剛性はシミュレーショ<br>ンにて補正                            | (3) |
|               | 減衰<br>定数 | 建屋全体 : 5%  | RC : 5%<br>鋼材 : 2%   | —   |
| 地盤の<br>モデル化   | 底面<br>ばね | 水平及び回転ばねを考慮  | 同左   | —   |
|               | 側面<br>ばね | 考慮せず   | 同左   |     |
| 非線形<br>特性     | 耐震壁      | 考慮せず   | 考慮   | (4) |
|               | 底面<br>ばね | 考慮せず   | 接地率 75%を下回る場合, 基<br>礎浮上りによる幾何学的非<br>線形性考慮                        |     |
| 誘発上下動         |          | 考慮せず   | 接地率 65%を下回る場合,<br>考慮する   | —   |

注記\* : 女川原子力発電所第二号機『工事計画認可申請書第 2 回添付資料「IV-2-3 タービン建屋の耐震性についての計算書」(元資庁第 14466 号平成 2 年 5 月 24 日認可)』

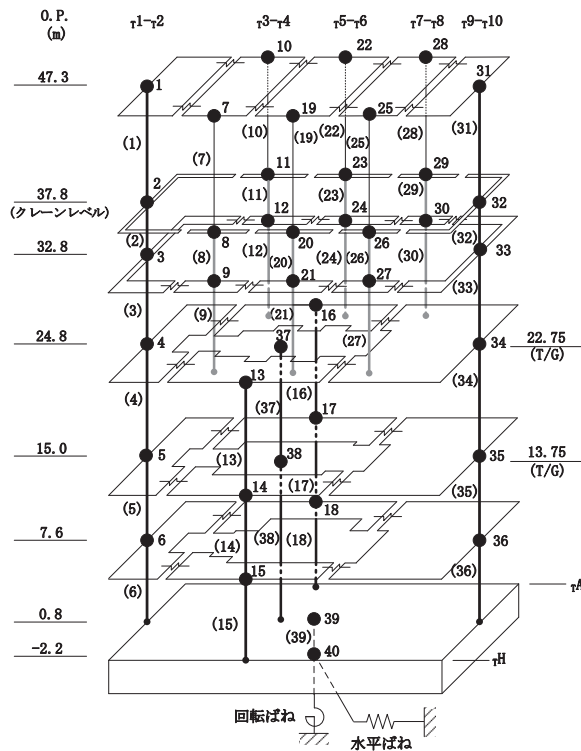
具体的な反映事項（表の備考欄に対応）

- (1) 解放基盤表面で定義される基準地震動を用いて、一次元逐次非線形解析により算定した位置での応答波を入力した。変更の内容を 2.1 に示し、詳細を補足-620-2 に示す。
- (2) 「日本建築学会 1988 年 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」及び「日本建築学会 2005 年 鋼構造設計規準 -許容応力度設計法-」に基づく。なお、「日本建築学会 1999 年 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-」に基づく物性値とした場合の影響については、補足-620-3 に原子炉建屋を代表に示す。
- (3) 平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震の地震観測記録を用いたシミュレーションを実施し、初期剛性の補正係数を設定。設定の内容について 2.2 に示し、詳細を別紙 1 に示す。
- (4) 「原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版）」に基づく。詳細は別紙 3 に示す。



凡例  
 (1) : 要素番号  
 ● 1 : 質点番号  
 ——— : 水平つなぎばね  
 ——— : 鉄筋コンクリート部材

(a) NS 方向



凡例  
 (1) : 要素番号  
 ● 1 : 質点番号  
 ——— : 水平つなぎばね  
 ——— : 鉄筋コンクリート部材  
 ——— : 鉄骨部材  
 ——— : 鉄骨鉄筋コンクリート部材

(b) EW 方向

図 2-1 地震応答解析モデル (水平方向)

## 2.1 入力地震動の掘り込み効果の考慮

既工認モデルでは基準地震動を基礎底面に直接入力としていたが、今回工認モデルでは建屋が地盤に掘り込まれた形状を反映し、表層地盤の影響を考慮する。したがって、今回工認モデルにおける入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動  $S_s$  を基に、1次元波動論により底面地盤下端の入射波を算定し、表層の地盤の非線形特性を適切に考慮した上で、1次元地盤応答解析により地震応答解析モデルの入力位置で評価する。また、入力波には1次元地盤応答解析で求まる土中の加速度 (E+F) に加えて、建屋により地盤が切り欠かれていることから、補正水平力 (P) も考慮する。図 2-2 に入力地震動の算定概念図を、表 2-2 にタービン建屋の地震応答解析に用いる地盤モデルを示す。表 2-2 の地盤モデルのうち表層地盤 (O.P. 14.8m~O.P. 0m) には、地盤調査結果に基づき、初期せん断剛性  $G_0$ 、 $G/G_0-\gamma$  曲線及び  $h-\gamma$  曲線の非線形特性を設定した。 $G/G_0-\gamma$  曲線及び  $h-\gamma$  曲線の非線形特性を図 2-3 及び図 2-4 に示す。なお、タービン建屋の地震応答解析に用いる地盤モデルは、「補足-620-2 別紙 18 シミュレーション解析による表層地盤の影響確認 (タービン建屋、第 3 号機海水熱交換器建屋)」の検討を踏まえて設定している。

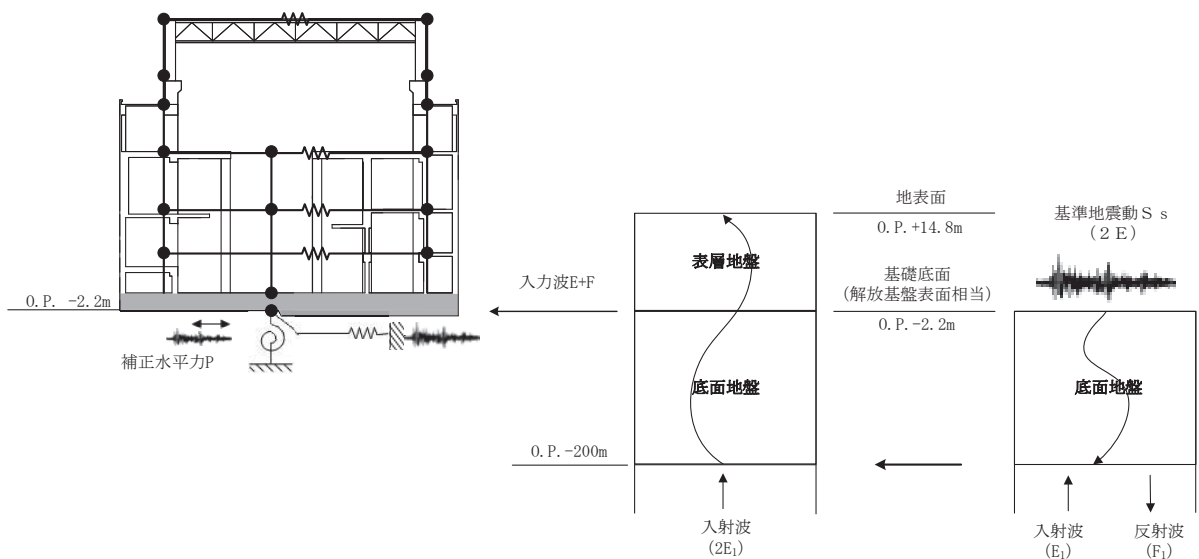


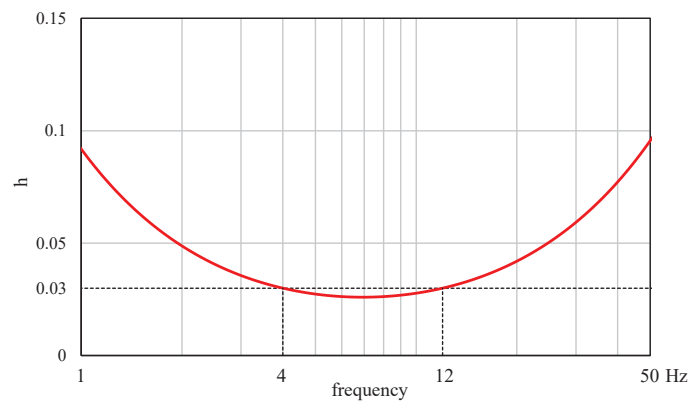
図 2-2 入力地震動の算定概念図

表 2-2 タービン建屋の地震応答解析に用いる地盤モデルの物性値

|      | 地層レベル<br>O.P. (m) | 単位体積重量<br>$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | せん断波速度<br>$V_s$ (m/s) | 減衰定数* <sup>2</sup><br>h (%) |
|------|-------------------|---|-----------------------|-----------------------------|
| 表層地盤 | 14.80             | 18.6                                    | *1                    | 3* <sup>3</sup>             |
|      | 0.00              | 23.3                                    | 900* <sup>4</sup>     | 3                           |
| 底面地盤 | -2.20             | 23.8                                    | 1300                  | 3                           |
|      | -25.00            | 24.6                                    | 2150                  | 3                           |
|      | -80.00            | 25.0                                    | 2440                  | 3                           |
|      | -200.0            | 25.0                                    | 2440                  | 3                           |

注記\*1：O.P. 14.8m～O.P. 0m は，上載圧依存を考慮してせん断波速度と相関のある初期せん断剛性 $G_0$ を設定する。また，ひずみ依存による非線形特性を考慮する。地盤の応答解析においては10層に分割する。

\*2：O.P. 14.8m～O.P. 0m の表層地盤の1次振動数及び2次振動数を基準として，レーリー減衰を4Hzと12Hzで設定する。



\*3：ひずみ依存による非線形特性を考慮する。

\*4：PS 検層結果と観測記録の分析より設定

O.P. 14.80m～O.P. 0m の表層地盤の初期せん断剛性 $G_0$ は，PS 検層結果により次式で設定する。

$$G_0 = 1787 \cdot \sigma_c^{0.84} \quad (3.1)$$

ここで，

$$\sigma_c = Z \cdot \rho_t \cdot 2/3 \text{ (MN/m}^2\text{)}$$

Z : 深度 (m)

$$\rho_t = 18.6 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

$G/G_0 - \gamma$  曲線は，原位置せん断試験結果による強度定数と拘束圧から求めたせん断強度  $\tau_m$  と初期せん断剛性  $G_0$  から，基準ひずみ  $\gamma_m$  を算定し次式により求める。

$$G/G_0 = 1 / (1 + \gamma / \gamma_m) \quad (3.2)$$

ここで，

$$\gamma_m = \tau_m / G_0$$

$$\tau_m = \tau_0 + \sigma_m \cdot \tan \phi \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\tau_0 = 0.1 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\phi = 33.9 \text{ (}^\circ\text{)}$$

$$\sigma_{m,d} = 3/4 \cdot Z \cdot \rho_t \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$h - \gamma$  曲線は，繰返し三軸試験結果に基づき次式により求める。

$$h = 0.183 \cdot \gamma / (\gamma + 0.000261) \quad (3.3)$$

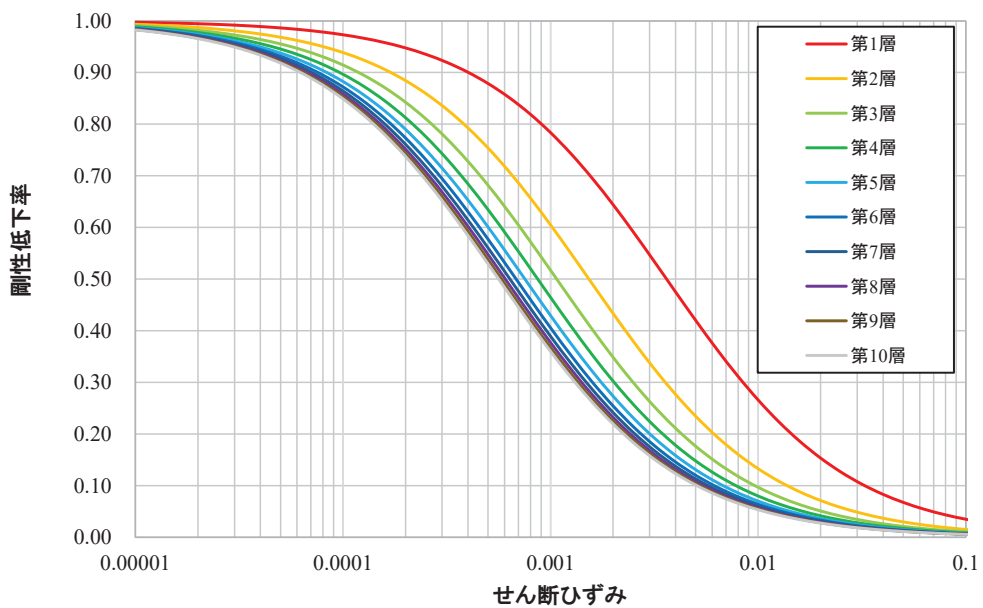


図 2-3  $G/G_0 - \gamma$  曲線

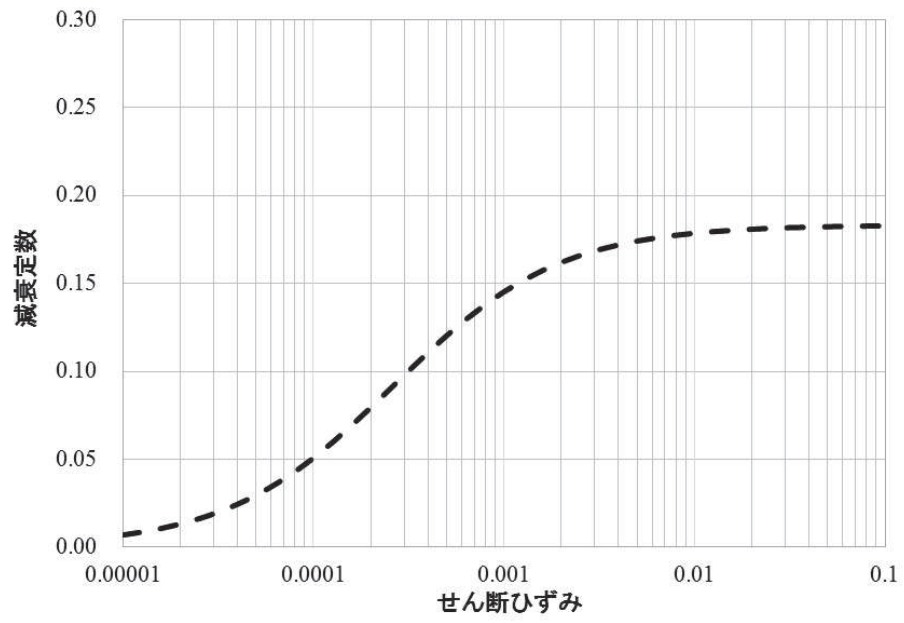
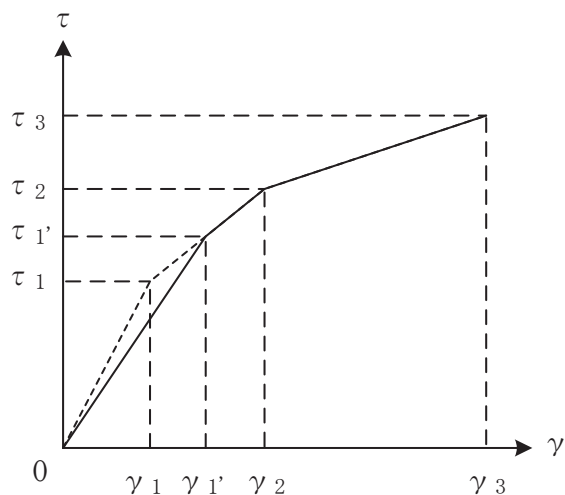


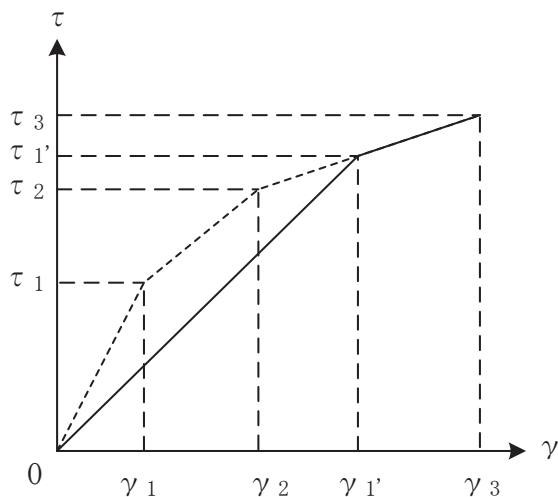
図 2-4 h- $\gamma$  曲線

## 2.2 初期剛性低下の考慮

3.11 地震や 4.7 地震に対するタービン建屋のシミュレーション解析（水平方向）では、6～7 割程度剛性が低下している結果が得られた。したがって、せん断力及び曲げモーメントのスケルトンカーブの初期剛性を補正する。図 2-5 にせん断力のスケルトンカーブを例に補正方法を示す。また、表 2-3 に既工認及び今回工認における初期剛性の補正係数を示す。



(a) 補正後の初期剛性が第 2 勾配と交わる場合



(b) 補正後の初期剛性が第 3 勾配と交わる場合

図 2-5 初期剛性を補正したせん断力のスケルトンカーブ



表 2-3 耐震壁の初期剛性の設計値に対する補正係数

(a) 既工認モデル

| 方向 | 建屋全体 |
|----|------|
| NS | 1.00 |
| EW | 1.00 |

(b) 今回工認モデル

| 方向 | 地上 3 階及びクレーン階<br>(O. P. 24.8m より上部) | 地下 2 階～地上 2 階<br>(O. P. 24.8m より下部) |
|----|-------------------------------------|-------------------------------------|
| NS | 0.30                                | 0.35                                |
| EW | 0.35                                | 0.40                                |

## 2.4 建屋重量の変更

### 2.4.1 SI 単位系への単位変換による変更

既工認モデルでは重力単位系による重量を用いていたが、今回工認モデルでは SI 単位系へ単位換算する。

### 2.4.2 屋上ブロック撤去分の屋上重量低減

3階（O.P. 32.8m）の RC 屋根及び屋上階（O.P. 47.3m）の鉄骨屋根の屋上ブロック撤去工事による屋根重量の低減を考慮している。

## 2.5 既工認モデルと今回工認モデルの諸元の比較

表 2-4 及び表 2-5 に既工認モデルと今回工認モデルの諸元の比較を示す。

表 2-4(1) 既工認モデルと今回工認モデルの諸元の比較 (NS 方向, 重量)

(a) 既工認モデル

| 標高<br>O.P.<br>(m) | 建屋              |      |                 |
|-------------------|-----------------|------|-----------------|
|                   | $\tau E-\tau H$ | T/G  | $\tau A-\tau D$ |
| 47.3              | 1               |      | 9               |
|                   | 2191            |      | 2191            |
| 37.8              | 2               |      | 10              |
|                   | 1244            |      | 1244            |
| 32.8              | 3               |      | 11              |
|                   | 3857            |      | 4221            |
| 24.8              | 4               | 7    | 12              |
| 22.75(T/G)        | 11278           | 7840 | 16871           |
| 15.0              | 5               | 8    | 13              |
| 13.75(T/G)        | 13817           | 5080 | 18090           |
| 7.6               | 6               |      | 14              |
|                   | 12576           |      | 14515           |
| 0.8               | 15              |      |                 |
|                   | 37152           |      |                 |
| -2.2              | 16              |      |                 |
|                   | 31030           |      |                 |

|         |
|---------|
| 質点番号    |
| 質点重量(t) |

回転慣性重量 =  $1.436 \times 10^{12} \text{t} \cdot \text{cm}^2$

(b) 今回工認モデル

| 標高<br>O.P.<br>(m) | 建屋              |      |                 |
|-------------------|-----------------|------|-----------------|
|                   | $\tau E-\tau H$ | T/G  | $\tau A-\tau D$ |
| 47.3              | 1               |      | 9               |
|                   | 1942            |      | 1942            |
| 37.8              | 2               |      | 10              |
|                   | 1220            |      | 1220            |
| 32.8              | 3               |      | 11              |
|                   | 3713            |      | 4089            |
| 24.8              | 4               | 7    | 12              |
| 22.75(T/G)        | 11060           | 7688 | 16545           |
| 15.0              | 5               | 8    | 13              |
| 13.75(T/G)        | 13550           | 4982 | 17740           |
| 7.6               | 6               |      | 14              |
|                   | 12333           |      | 14234           |
| 0.8               | 15              |      |                 |
|                   | 36434           |      |                 |
| -2.2              | 16              |      |                 |
|                   | 30430           |      |                 |

|             |
|-------------|
| 質点番号        |
| 質点重量(×10kN) |

回転慣性重量 =  $1.404 \times 10^9 \text{kN} \cdot \text{m}^2$

表 2-4(2) 既工認モデルと今回工認モデルの重量の比較 (EW 方向, 重量)

(a) 既工認モデル

|         |
|---------|
| 質点番号    |
| 質点重量(t) |

| 標高<br>O.P.<br>(m) | 建屋    |             |     |             |     |       |        |        |
|-------------------|-------|-------------|-----|-------------|-----|-------|--------|--------|
|                   | r1-r2 | r3-r4       |     | r5-r6       |     | r7-r8 |        | r9-r10 |
| 47.3              | 1     | 7           | 10  | 19          | 22  | 25    | 28     | 31     |
|                   | 817   | 448         | 448 | 498         | 498 | 433   | 433    | 807    |
| 37.8              | 2     | 8           | 11  | 20          | 23  | 26    | 29     | 32     |
|                   | 851   | 188         | 188 | 186         | 186 | 165   | 165    | 559    |
| 32.8              | 3     | 9           | 12  | 21          | 24  | 27    | 30     | 33     |
|                   | 1464  | 729         | 697 | 793         | 759 | 735   | 814    | 2087   |
|                   | r1-r2 | r3-r6 (TG側) |     | r3-r6 (TA側) |     | T/G   | r7-r10 |        |
| 24.8              | 4     | 13          |     | 16          |     | 37    | 34     |        |
| 22.75 (T/G)       | 4072  | 4378        |     | 6300        |     | 7840  | 13399  |        |
| 15.0              | 5     | 14          |     | 17          |     | 38    | 35     |        |
| 13.75 (T/G)       | 5732  | 5393        |     | 7450        |     | 5080  | 13332  |        |
| 7.6               | 6     | 15          |     | 18          |     |       | 36     |        |
|                   | 5223  | 4492        |     | 5979        |     |       | 11397  |        |
| 0.8               | 39    |             |     |             |     |       |        |        |
|                   | 37152 |             |     |             |     |       |        |        |
| -2.2              | 40    |             |     |             |     |       |        |        |
|                   | 31030 |             |     |             |     |       |        |        |

回転慣性重量=0.5373×10<sup>12</sup>t・cm<sup>2</sup>

(b) 今回工認モデル

|             |
|-------------|
| 質点番号        |
| 質点重量(×10kN) |

| 標高<br>O.P.<br>(m) | 建屋    |             |     |             |     |       |        |        |
|-------------------|-------|-------------|-----|-------------|-----|-------|--------|--------|
|                   | r1-r2 | r3-r4       |     | r5-r6       |     | r7-r8 |        | r9-r10 |
| 47.3              | 1     | 7           | 10  | 19          | 22  | 25    | 28     | 31     |
|                   | 740   | 391         | 391 | 435         | 435 | 379   | 379    | 733    |
| 37.8              | 2     | 8           | 11  | 20          | 23  | 26    | 29     | 32     |
|                   | 835   | 184         | 184 | 182         | 182 | 162   | 162    | 548    |
| 32.8              | 3     | 9           | 12  | 21          | 24  | 27    | 30     | 33     |
|                   | 1417  | 698         | 672 | 761         | 732 | 705   | 787    | 2030   |
|                   | r1-r2 | r3-r6 (TG側) |     | r3-r6 (TA側) |     | T/G   | r7-r10 |        |
| 24.8              | 4     | 13          |     | 16          |     | 37    | 34     |        |
| 22.75 (T/G)       | 3993  | 4293        |     | 6178        |     | 7688  | 13140  |        |
| 15.0              | 5     | 14          |     | 17          |     | 38    | 35     |        |
| 13.75 (T/G)       | 5621  | 5289        |     | 7306        |     | 4982  | 13074  |        |
| 7.6               | 6     | 15          |     | 18          |     |       | 36     |        |
|                   | 5122  | 4405        |     | 5863        |     |       | 11177  |        |
| 0.8               | 39    |             |     |             |     |       |        |        |
|                   | 36434 |             |     |             |     |       |        |        |
| -2.2              | 40    |             |     |             |     |       |        |        |
|                   | 30430 |             |     |             |     |       |        |        |

回転慣性重量=5.251×10<sup>8</sup>kN・m<sup>2</sup>

表 2-5(1) 既工認モデルと今回工認モデルの諸元の比較 (NS 方向, 剛性)

(a) 既工認モデル

| 標高<br>O.P.<br>(m)  | 建屋              |          |                 |
|--------------------|-----------------|----------|-----------------|
|                    | $\tau E-\tau H$ | T/G      | $\tau A-\tau D$ |
| 47.3               | 1               |          | 9               |
|                    | 24.0            |          | 24.0            |
|                    | 324.4           |          | 324.4           |
| 37.8               | 2               |          | 10              |
|                    | 24.0            |          | 24.0            |
|                    | 324.4           |          | 324.4           |
| 32.8               | 3               |          | 11              |
|                    | 32.6            |          | 39.8            |
|                    | 477.1           |          | 699.8           |
| 24.8<br>22.75(T/G) | 4               | 7        | 12              |
|                    | 132.2           | 21.43    | 196.6           |
|                    | 1366.0          | $\infty$ | 1905.5          |
| 15.0<br>13.75(T/G) | 5               | 8        | 13              |
|                    | 148.6           | 10.43    | 192.7           |
|                    | 1589.7          | $\infty$ | 1932.9          |
| 7.6                | 6               |          | 14              |
|                    | 177.6           |          | 198.8           |
|                    | 2031.4          |          | 2130.1          |
| 0.8                | 15              |          |                 |
|                    | 5539.2          |          |                 |
|                    | 42541.1         |          |                 |

耐震壁 建屋全体  
 ヤング係数 E 270 t/cm<sup>2</sup>  
 せん断弾性係数 G 116 t/cm<sup>2</sup>  
 ポアソン比  $\nu$  0.167  
 減衰定数 h 5%

|   |
|---|
| 要素番号  |
| せん断断面積(m <sup>2</sup> )                     |
| 断面2次モーメント(×10 <sup>2</sup> m <sup>4</sup> ) |

(b) 今回工認モデル

| 標高<br>O.P.<br>(m)  | 建屋              |          |                 |
|--------------------|-----------------|----------|-----------------|
|                    | $\tau E-\tau H$ | T/G      | $\tau A-\tau D$ |
| 47.3               | 1               |          | 9               |
|                    | 24.0            |          | 24.0            |
|                    | 324.4           |          | 324.4           |
| 37.8               | 2               |          | 10              |
|                    | 24.0            |          | 24.0            |
|                    | 324.4           |          | 324.4           |
| 32.8               | 3               |          | 11              |
|                    | 32.6            |          | 39.8            |
|                    | 477.1           |          | 699.8           |
| 24.8<br>22.75(T/G) | 4               | 7        | 12              |
|                    | 132.2           | 21.43    | 196.6           |
|                    | 1366.0          | $\infty$ | 1905.5          |
| 15.0<br>13.75(T/G) | 5               | 8        | 13              |
|                    | 148.6           | 10.43    | 192.7           |
|                    | 1589.7          | $\infty$ | 1932.9          |
| 7.6                | 6               |          | 14              |
|                    | 177.6           |          | 198.8           |
|                    | 2031.4          |          | 2130.1          |
| 0.8                | 15              |          |                 |
|                    | 5539.2          |          |                 |
|                    | 42541.1         |          |                 |

①耐震壁 (O.P. 24.8mより上部) (要素1~3, 9~11)  
 ヤング係数 E  $7.94 \times 10^3$  (N/mm<sup>2</sup>)  
 せん断弾性係数 G  $3.41 \times 10^3$  (N/mm<sup>2</sup>)  
 ポアソン比  $\nu$  0.167  
 減衰定数 h 5%

②耐震壁 (O.P. 24.8mより下部) (要素4~6, 12~15)  
 ヤング係数 E  $9.27 \times 10^3$  (N/mm<sup>2</sup>)  
 せん断弾性係数 G  $3.98 \times 10^3$  (N/mm<sup>2</sup>)  
 ポアソン比  $\nu$  0.167  
 減衰定数 h 5%

③T/G架台 (要素7, 8)  
 ヤング係数 E  $2.65 \times 10^4$  (N/mm<sup>2</sup>)  
 せん断弾性係数 G  $1.14 \times 10^4$  (N/mm<sup>2</sup>)  
 ポアソン比  $\nu$  0.167  
 減衰定数 h 5%

|   |
|---|
| 要素番号  |
| せん断断面積(m <sup>2</sup> )                     |
| 断面2次モーメント(×10 <sup>2</sup> m <sup>4</sup> ) |

表 2-5(2) 既工認モデルと今回工認モデルの諸元の比較 (EW 方向, 剛性)

(a) 既工認モデル

| 標高<br>O.P.<br>(m) | 建屋      |             |        |             |        |        |        |        |
|-------------------|---------|-------------|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|
|                   | ↑1-↑2   | ↑3-↑4       |        | ↑5-↑6       |        | ↑7-↑8  |        | ↑9-↑10 |
| 47.3              | 1       | 7           | 10     | 19          | 22     | 25     | 28     | 31     |
|                   | 15.9    | 1.51        | 1.51   | 1.51        | 1.51   | 1.51   | 1.51   | 15.9   |
|                   | 75.2    | 0.0176      | 0.0176 | 0.0176      | 0.0176 | 0.0176 | 0.0176 | 75.2   |
| 37.8              | 2       | 8           | 11     | 20          | 23     | 26     | 29     | 32     |
|                   | 15.9    | 7.68        | 7.68   | 7.68        | 7.68   | 7.68   | 7.68   | 15.9   |
|                   | 75.2    | 0.0369      | 0.0369 | 0.0369      | 0.0369 | 0.0369 | 0.0369 | 75.2   |
| 32.8              | 3       | 9           | 12     | 21          | 24     | 27     | 30     | 33     |
|                   | 24.3    | 1.15        | 1.23   | 1.15        | 1.23   | 1.15   | 1.23   | 38.7   |
|                   | 132.8   | 2.07        | 1.08   | 2.07        | 1.08   | 2.07   | 1.08   | 196.8  |
| 24.8              | ↑1-↑2   | ↑3-↑6 (TG側) |        | ↑3-↑6 (TA側) |        | T/G    | ↑7-↑10 |        |
|                   | 4       | 13          |        | 16          |        | 37     | 34     |        |
| 22.75(T/G)        | 64.4    | 34.8        |        | 54.9        |        | 18.88  | 93.4   |        |
|                   | 278.6   | 15.83       |        | 24.25       |        | ∞      | 403.5  |        |
| 15.0              | 5       | 14          |        | 17          |        | 38     | 35     |        |
|                   | 122.0   | 38.1        |        | 51.4        |        | 11.45  | 138.4  |        |
| 13.75(T/G)        | 511.6   | 14.03       |        | 25.43       |        |        | 638.2  |        |
| 7.6               | 6       | 15          |        | 18          |        | ∞      | 36     |        |
|                   | 113.0   | 56.7        |        | 60.7        |        |        | 146.6  |        |
|                   | 516.0   | 18.91       |        | 34.93       |        |        | 762.1  |        |
| 0.8               | 39      |             |        |             |        |        |        |        |
|                   | 5539.2  |             |        |             |        |        |        |        |
|                   | 15368.0 |             |        |             |        |        |        |        |

耐震壁 建屋全体  
 ヤング係数 E 270 t/cm<sup>2</sup>  
 セン断弾性係数 G 116 t/cm<sup>2</sup>  
 ポアソン比 ν 0.167  
 減衰定数 h 5%

|   |
|---|
| 要素番号  |
| せん断断面積(m <sup>2</sup> )                     |
| 断面2次モーメント(×10 <sup>2</sup> m <sup>4</sup> ) |

(b) 今回工認モデル

| 標高<br>O.P.<br>(m) | 建屋      |             |        |             |        |        |        |        |
|-------------------|---------|-------------|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|
|                   | ↑1-↑2   | ↑3-↑4       |        | ↑5-↑6       |        | ↑7-↑8  |        | ↑9-↑10 |
| 47.3              | 1       | 7           | 10     | 19          | 22     | 25     | 28     | 31     |
|                   | 15.9    | 0.0216      | 0.0216 | 0.0216      | 0.0216 | 0.0216 | 0.0216 | 15.9   |
|                   | 75.2    | ∞           | ∞      | ∞           | ∞      | ∞      | ∞      | 75.2   |
| 37.8              | 2       | 8           | 11     | 20          | 23     | 26     | 29     | 32     |
|                   | 15.9    | 0.895       | 0.895  | 0.895       | 0.895  | 0.895  | 0.895  | 15.9   |
|                   | 75.2    | ∞           | ∞      | ∞           | ∞      | ∞      | ∞      | 75.2   |
| 32.8              | 3       | 9           | 12     | 21          | 24     | 27     | 30     | 33     |
|                   | 24.3    | 0.431       | 0.445  | 0.431       | 0.446  | 0.431  | 0.455  | 38.7   |
|                   | 132.8   | ∞           | ∞      | ∞           | ∞      | ∞      | ∞      | 196.8  |
| 24.8              | ↑1-↑2   | ↑3-↑6 (TG側) |        | ↑3-↑6 (TA側) |        | T/G    | ↑7-↑10 |        |
|                   | 4       | 13          |        | 16          |        | 37     | 34     |        |
| 22.75(T/G)        | 64.4    | 34.8        |        | 54.9        |        | 18.88  | 93.4   |        |
|                   | 278.6   | 15.83       |        | 24.25       |        | ∞      | 403.5  |        |
| 15.0              | 5       | 14          |        | 17          |        | 38     | 35     |        |
|                   | 122.0   | 38.1        |        | 51.4        |        | 11.45  | 138.4  |        |
| 13.75(T/G)        | 511.6   | 14.03       |        | 25.43       |        |        | 638.2  |        |
| 7.6               | 6       | 15          |        | 18          |        | ∞      | 36     |        |
|                   | 113.0   | 56.7        |        | 60.7        |        |        | 146.6  |        |
|                   | 516.0   | 18.91       |        | 34.93       |        |        | 762.1  |        |
| 0.8               | 39      |             |        |             |        |        |        |        |
|                   | 5539.2  |             |        |             |        |        |        |        |
|                   | 15368.0 |             |        |             |        |        |        |        |

①耐震壁 (O.P. 24.8mより上部)  
 (要素1~3, 8, 9, 11, 12, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 29, 30, 31~33)  
 ヤング係数 E 9.27×10<sup>3</sup>(N/mm<sup>2</sup>)  
 セン断弾性係数 G 3.98×10<sup>3</sup>(N/mm<sup>2</sup>)  
 ポアソン比 ν 0.167  
 減衰定数 h 5%

②耐震壁 (O.P. 24.8mより下部)  
 (要素4~6, 13~15, 16~18, 34~36)  
 ヤング係数 E 1.06×10<sup>4</sup>(N/mm<sup>2</sup>)  
 セン断弾性係数 G 4.55×10<sup>3</sup>(N/mm<sup>2</sup>)  
 ポアソン比 ν 0.167  
 減衰定数 h 5%

③T/G架台 (要素37, 38)  
 ヤング係数 E 2.65×10<sup>4</sup>(N/mm<sup>2</sup>)  
 セン断弾性係数 G 1.14×10<sup>4</sup>(N/mm<sup>2</sup>)  
 ポアソン比 ν 0.167  
 減衰定数 h 5%

④鉄骨部 (要素7, 10, 19, 22, 25, 28)  
 ヤング係数 E 2.05×10<sup>5</sup>(N/mm<sup>2</sup>)  
 セン断弾性係数 G 7.90×10<sup>4</sup>(N/mm<sup>2</sup>)  
 ポアソン比 ν 0.3  
 減衰定数 h 2%

|   |
|---|
| 要素番号  |
| せん断断面積(m <sup>2</sup> )                     |
| 断面2次モーメント(×10 <sup>2</sup> m <sup>4</sup> ) |

別紙 3 タービン建屋の地震応答解析における耐震壁のスケルトン  
カーブの設定



## 目次

|   |         |
|---|---------|
| 1. 概要   | 別紙 3- 1 |
| 2. 耐震壁の非線形特性の設定について                             | 別紙 3- 2 |
| 2.1 第1折点の設定                                     | 別紙 3- 3 |
| 2.2 第2折点の設定                                     | 別紙 3- 3 |
| 2.3 終局点の設定                                      | 別紙 3- 4 |
| 2.4 初期剛性の補正                                     | 別紙 3- 6 |
| 3. フレームの非線形特性の設定について                            | 別紙 3- 7 |
| 4. せん断力のスケルトンカーブの設定について                         | 別紙 3- 8 |
| 4.1 水平方向モデル                                     | 別紙 3- 8 |
| 4.2 使用材料の物性値と剛性補正係数                             | 別紙 3-14 |
| 4.3 剛性低下による補正前の RC 造耐震壁のせん断力のスケルトンカーブ<br>の諸数値   | 別紙 3-15 |
| 4.4 剛性低下による補正前の SRC 造フレームのせん断力のスケルトンカーブ<br>の諸数値 | 別紙 3-22 |
| 4.5 S 造フレームのせん断力のスケルトンカーブの諸数値                   | 別紙 3-25 |
| 4.6 剛性低下による補正後の RC 造耐震壁のせん断力のスケルトンカーブ<br>の諸数値   | 別紙 3-28 |
| 4.7 剛性低下による補正後の SRC 造フレームのせん断力のスケルトンカーブ<br>の諸数値 | 別紙 3-32 |
| 5. まとめ  | 別紙 3-35 |
| 5.1 耐震壁部のスケルトンカーブのまとめ                           | 別紙 3-35 |
| 5.2 SRC 造フレームのスケルトンカーブのまとめ                      | 別紙 3-37 |
| 5.3 S 造フレームのスケルトンカーブのまとめ                        | 別紙 3-38 |

別紙 3-1 タービン建屋のフレーム部の構造詳細

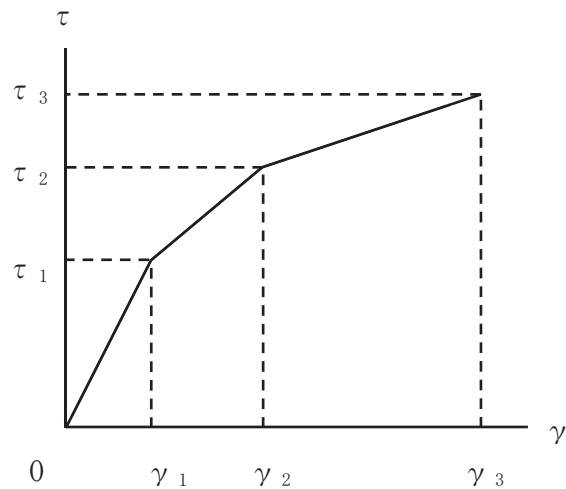
## 1. 概要

タービン建屋は、鉄筋コンクリート造の耐震壁を主体とし、一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造の構造物である。このため、地震応答解析においては、鉄筋コンクリート造耐震壁（以下「RC造耐震壁」という。）、鉄骨鉄筋コンクリート造フレーム（以下「SRC造フレーム」という。）及び鉄骨造フレーム（以下「S造フレーム」という。）の非線形特性を考慮している。本資料は、これらのせん断力のスケルトンカーブの設定について説明するものである。

## 2. 耐震壁の非線形特性の設定について

RC造耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係（ $\tau$ － $\gamma$  関係）は、「原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1-1991 追補版）」（以下「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」という。）に基づき、トリリニア型スケルトンカーブとする。せん断応力度－せん断ひずみ関係を図 2-1 に示す。

複数の耐震壁の構面を集約してスケルトンを作成する場合は、個々の耐震壁のスケルトンを合算して等価なスケルトンに集約する。



$\tau_1$  : 第1折点のせん断応力度

$\tau_2$  : 第2折点のせん断応力度

$\tau_3$  : 終局点のせん断応力度

$\gamma_1$  : 第1折点のせん断ひずみ

$\gamma_2$  : 第2折点のせん断ひずみ

$\gamma_3$  : 終局点のせん断ひずみ ( $4.0 \times 10^{-3}$ )

図 2-1 せん断応力度－せん断ひずみ関係

## 2.1 第1折点の設定

RC造耐震壁におけるせん断力のスケルトンカーブの第1折点は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき、以下の式より算出している。

$$\tau_1 = \sqrt{\sqrt{F_c} (\sqrt{F_c + \sigma_v})}$$
$$\gamma_1 = \tau_1 / G$$

ここで、

$F_c$  : コンクリートの圧縮強度 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$G$  : コンクリートのせん断弾性係数 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_v$  : 縦軸応力度 (kgf/cm<sup>2</sup>) (圧縮を正とする。)

## 2.2 第2折点の設定

RC造耐震壁におけるせん断力のスケルトンカーブの第2折点は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき、以下の式より算出している。

$$\tau_2 = 1.35 \cdot \tau_1$$

$$\gamma_2 = 3 \cdot \gamma_1$$

### 2.3 終局点の設定

RC 造耐震壁のうち外周部におけるせん断力のスケルトンカーブの終局点は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき、以下の式より算出している。

$\tau_s \leq 4.5 \cdot \sqrt{F_c}$  の場合

$$\tau_3 = \left( 1 - \frac{\tau_s}{4.5 \sqrt{F_c}} \right) \cdot \tau_0 + \tau_s$$

$\tau_s > 4.5 \cdot \sqrt{F_c}$  の場合

$$\tau_3 = 4.5 \cdot \sqrt{F_c}$$

$$\gamma_3 = 4.0 \times 10^{-3}$$

$$\tau_0 = \left( 3 - \frac{1.8 \cdot M}{Q \cdot D} \right) \cdot \sqrt{F_c}$$

ただし、 $M/QD > 1$  のとき  $M/QD = 1$

$$\tau_s = \frac{(P_V + P_H) \cdot r \sigma_y}{2} + \frac{(\sigma_V + \sigma_H)}{2}$$

ここで、

$F_c$  : コンクリートの圧縮強度 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$P_V, P_H$  : 縦, 横筋比 (実数)

$\sigma_V, \sigma_H$  : 縦, 横軸応力度 (kgf/cm<sup>2</sup>) (圧縮を正とする。)

$r \sigma_y$  : 鉄筋降伏応力度 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$M/QD$  : シアスパン比

RC 造耐震壁のうち外周部以外の耐震壁におけるせん断力のスケルトンカーブの終局点は、「保有水平耐力の計算方法（平成 19 年 5 月 18 日国交省告示 594 号第四）」に基づき、以下の式より算出している。

$$\tau_u = \frac{0.068 \cdot P_{te}^{0.23} \cdot (F_c + 18)}{\sqrt{M/QD + 0.12}} + 0.85 \cdot \sqrt{\sigma_{wh} \cdot P_{wh} + 0.1 \cdot \sigma_0}$$

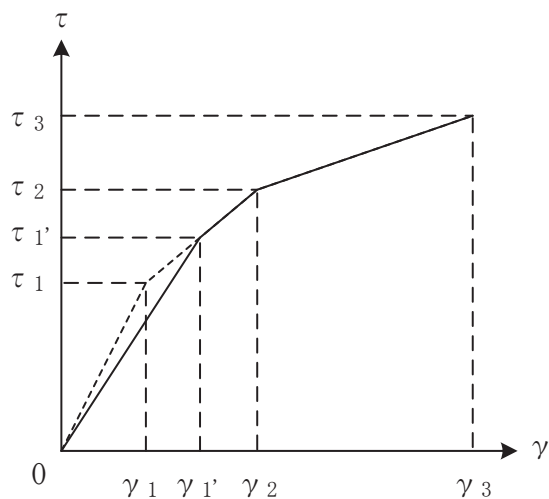
ただし、 $1 \leq M/QD \leq 3$

ここで、

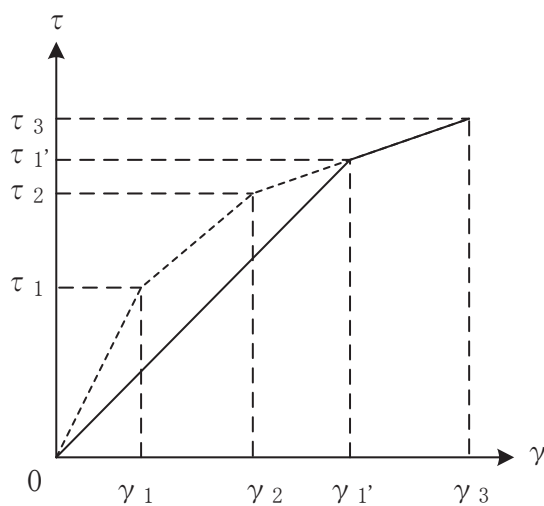
- $F_c$  : コンクリートの圧縮強度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $P_{wh}$  : せん断補強筋比 (実数)
- $\sigma_0$  : 縦応力度 (N/mm<sup>2</sup>) (圧縮を正とする)
- $\sigma_{wh}$  : 鉄筋降伏応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $M/QD$  : シアスパン比
- $P_{te}$  : 等価引張鉄筋比 (%)

## 2.4 初期剛性の補正

タービン建屋の初期剛性は、地震観測記録のシミュレーション解析に基づいて設定した補正係数を乗じて補正を行っている。せん断力のスケルトンカーブの初期剛性の補正方法を図 2-2 に示す。



(a) 補正後の初期剛性が第 2 勾配と交わる場合



(b) 補正後の初期剛性が第 3 勾配と交わる場合

図 2-2 初期剛性を補正したせん断力のスケルトンカーブ

### 3. フレームの非線形特性の設定について

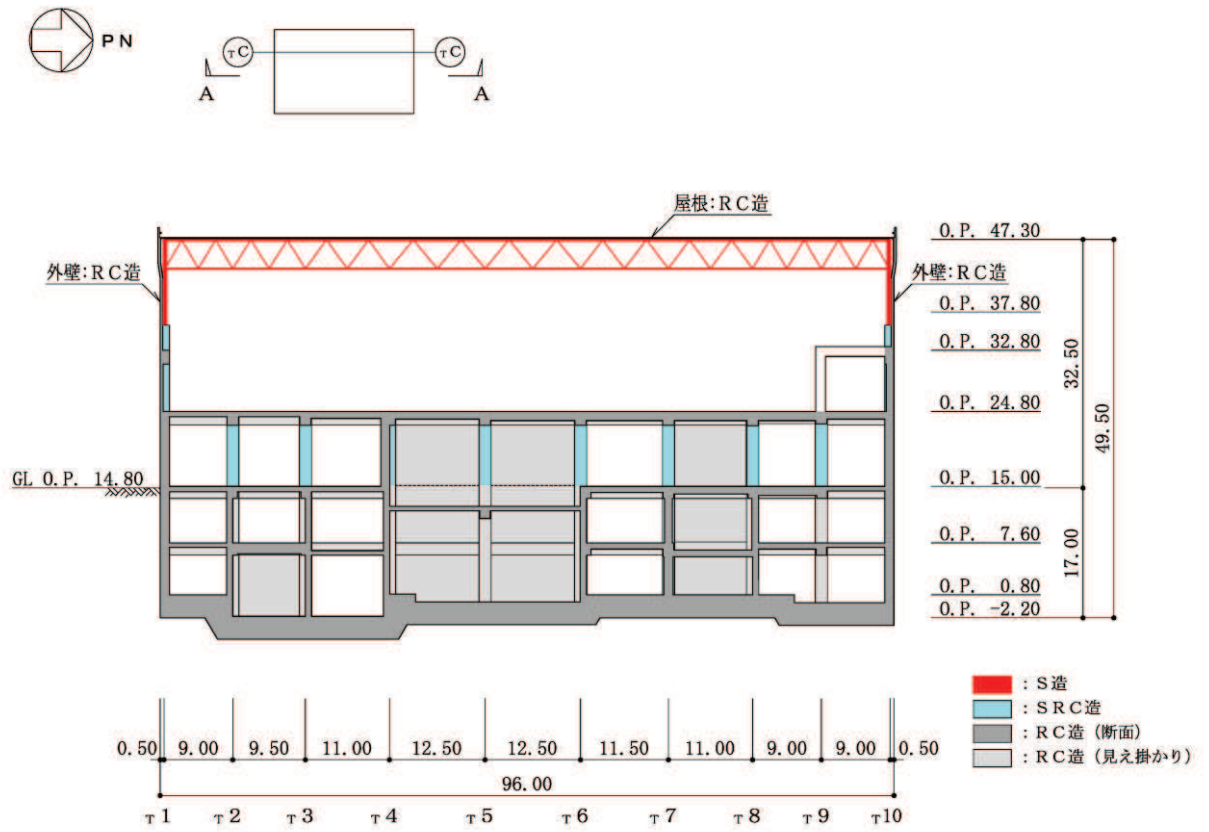
耐震壁を有しないフレームについては、当該部分の柱及び梁の弾塑性特性を考慮に入れたフレームモデルを作成した上で静的漸増解析を行い、得られる変形量に基づいた非線形特性を定める。フレームの変形には、曲げ変形とせん断変形による水平変位が生じるが、層間変位と層せん断力を3折れ線型の等価せん断スケルトンカーブとして評価する。フレームの漸増解析には解析コード「fappase」を用いる。評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

フレーム部の構造を図3-1に示す。フレーム部はO.P. 36.0mより上部がS造であり、O.P. 36.0mからO.P. 24.8mがSRC造である。フレーム部の等価せん断スケルトンはそれぞれの構造を反映して設定する。複数のフレームを集約して等価なスケルトンを作成する場合は、個々のフレームの等価なスケルトンを合算して集約した等価なスケルトンとする。

静的漸増解析においては、柱、梁、屋根トラス及び耐力壁をモデル化する。境界条件は、評価するフレーム部分の脚部を固定とし、対象とする層に漸増する水平変位( $\delta$ )を作用させ、鉛直変位は考慮しない。静的漸増解析で得られる荷重(Q)－せん断変形角( $\gamma$ )関係より、最初にヒンジが発生する位置を第1折点とし、次にヒンジが発生する位置を第2折点とする3折れ線として評価する。

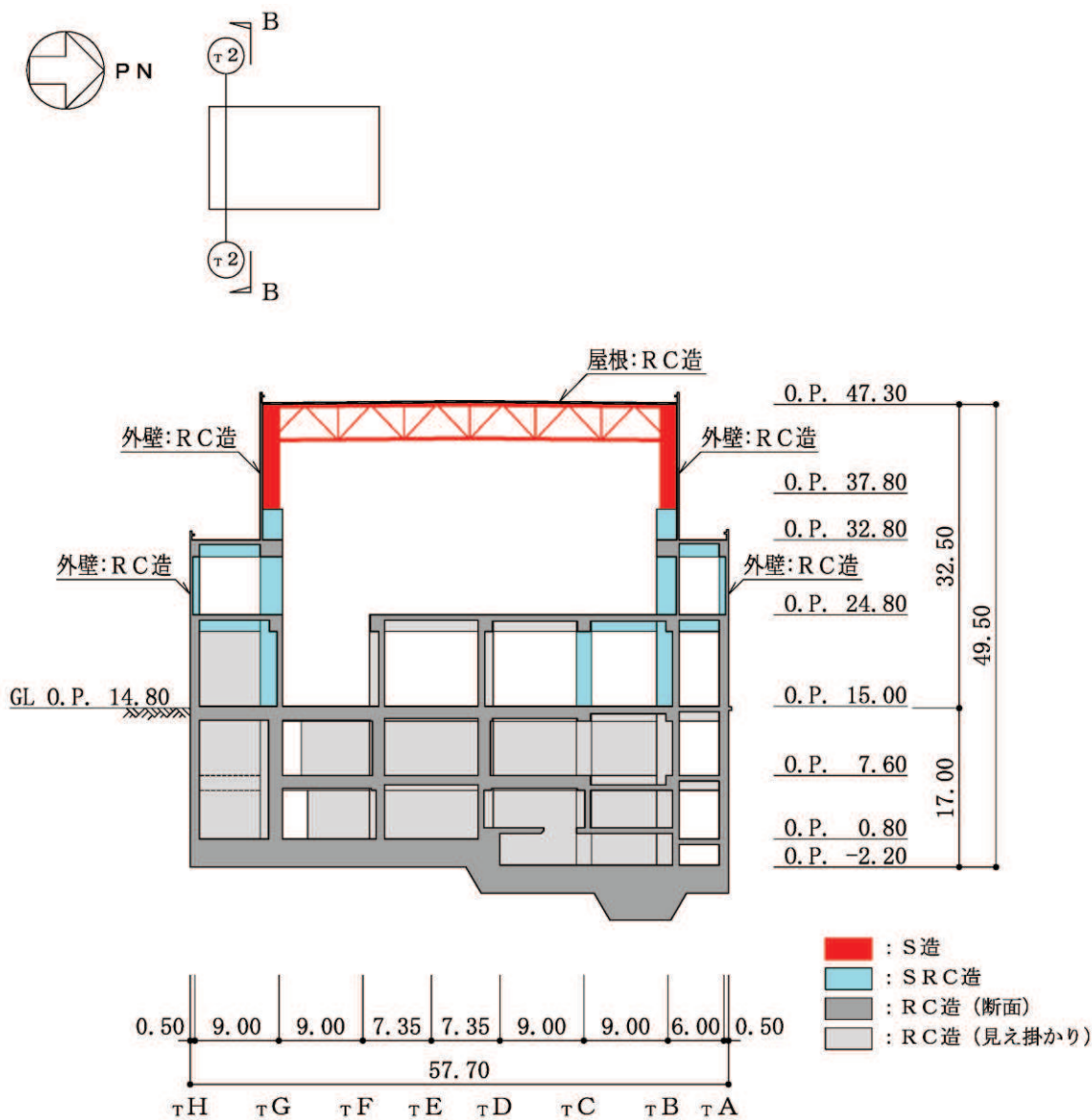
フレーム部の等価せん断スケルトンの設定フローを図3-2に示す。





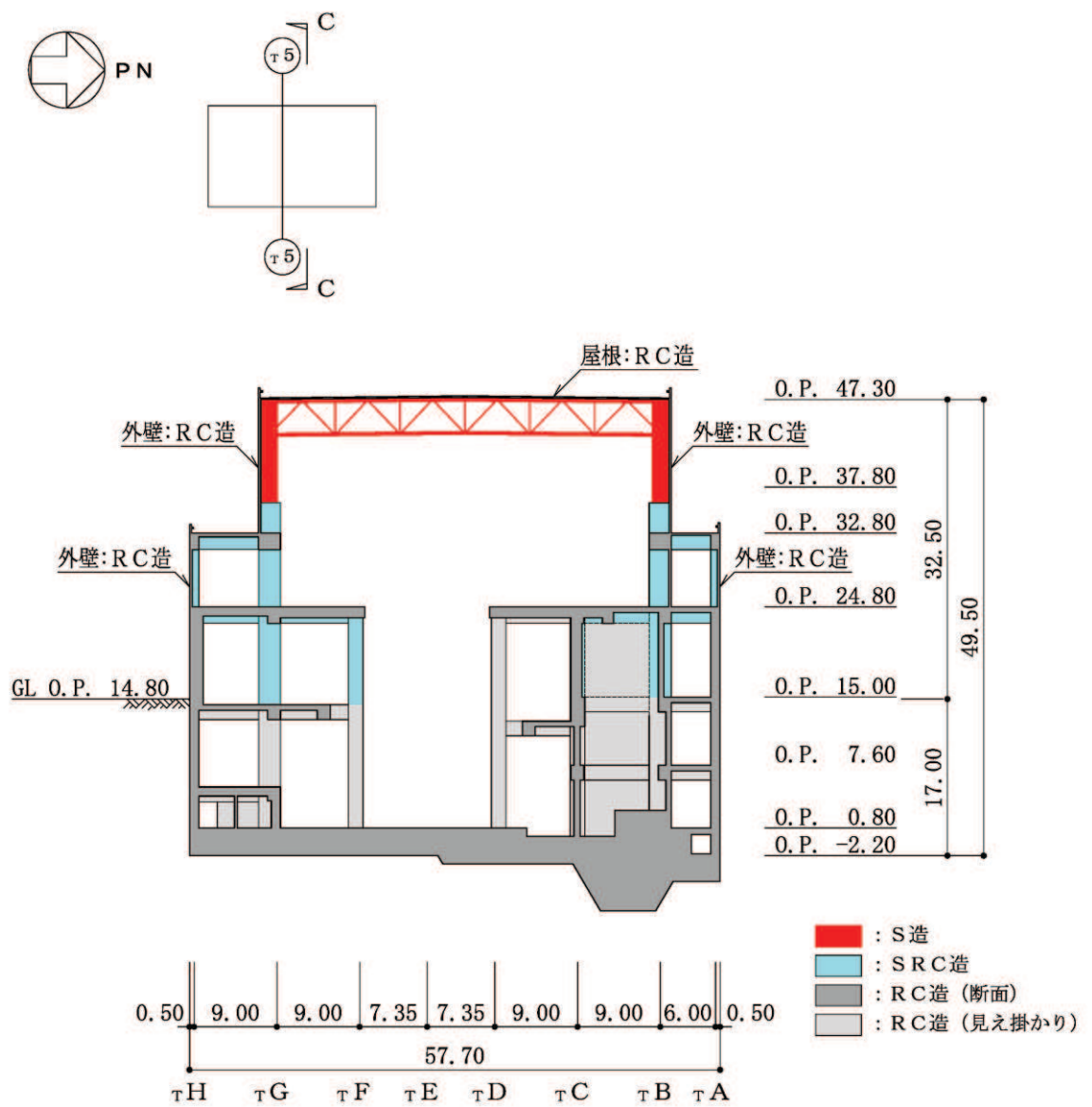
(単位 : m)

図 3-1(1) フレーム部の構造概要 (A-A 断面, NS 方向)



(単位 : m)

図 3-1 (2) フレーム部の構造概要 (B-B 断面, EW 方向)



(単位 : m)

図 3-1 (3) フレーム部の構造概要 (C-C 断面, EW 方向)

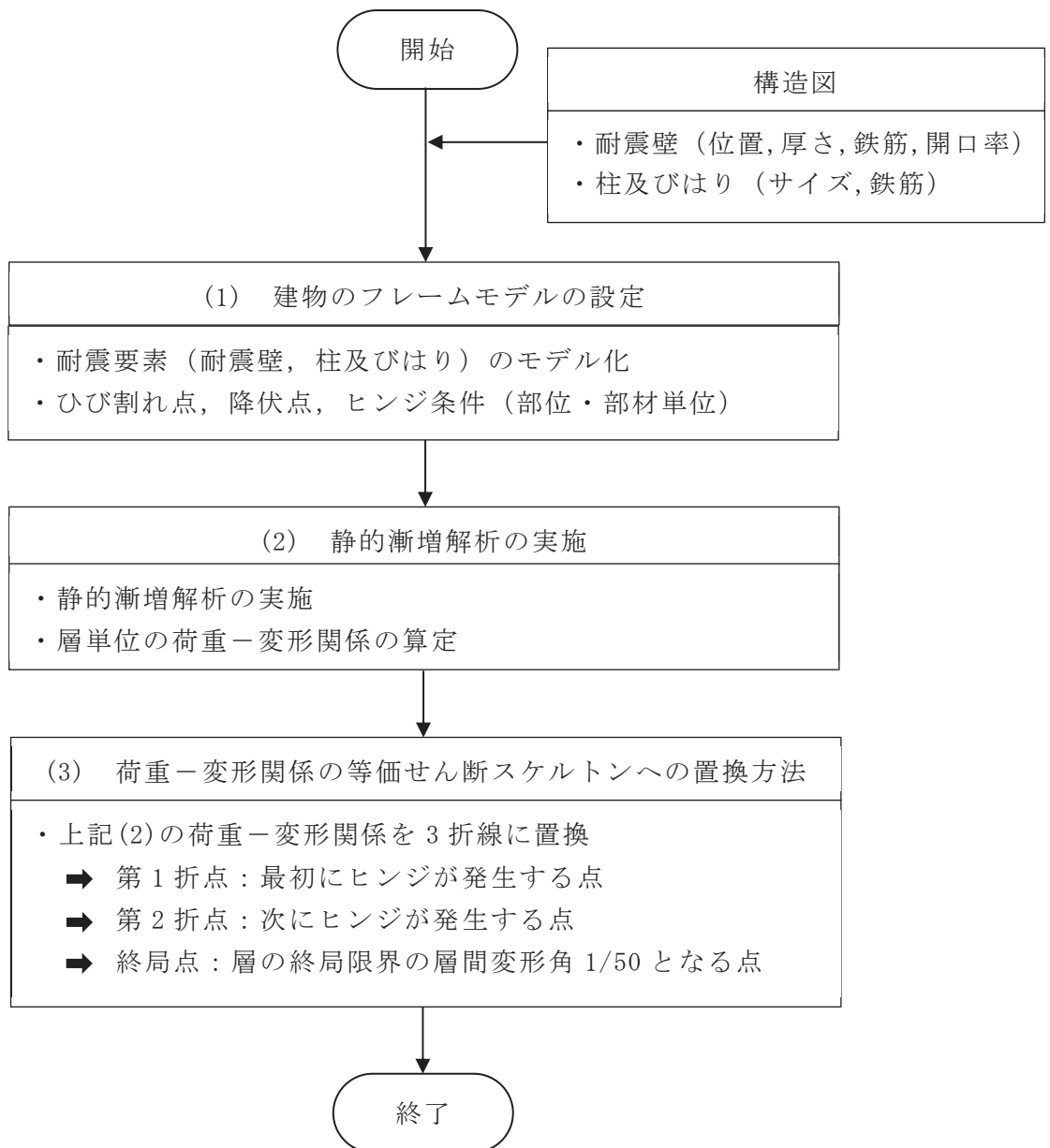


図 3-2 フレーム部スケルトンの設定フロー

## (1) 建屋のフレームモデルの設定

フレーム部のモデル化では、構造的な特徴を勘案しながら、耐震要素（柱及びはり）を部位及び部材単位でフレームにモデル化し、柱及びはりにはコンクリートのひび割れ点や鉄筋降伏の影響を考慮し、材端の塑性ヒンジを設定する。鉄骨柱の柱脚部を固定として鉄骨柱の柱頭部に荷重を掛けるモデル（モデル(1)）と、クレーン階（O. P. 31. 9m）を固定として SRC 柱の柱頭部に荷重を掛けるモデル（モデル(2)）と、オペフロ（O. P. 23. 9m）を固定としてクレーン階に荷重を掛けるモデル（モデル(3)）の3つを作成する。また、フレームモデルの柱脚部（最下層）は、固定とする。

## (2) 静的漸増解析の実施

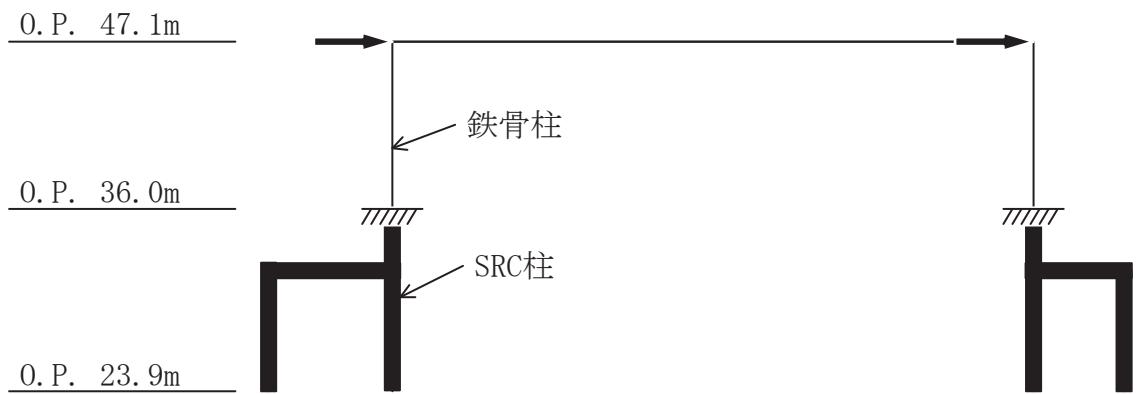
上記のフレームモデルを用い、静的漸増解析を実施し、層単位の荷重（ $Q$ ）-変形（ $\gamma$ ）関係を求める。このとき、柱部材に生じる長期の曲げ応力は小さいことから考慮していない。

複数のフレームモデルを集約して等価せん断スケルトンを作成する場合は、個々のフレームモデルで作成した等価せん断スケルトンを合算して、集約した等価なせん断スケルトンとする。

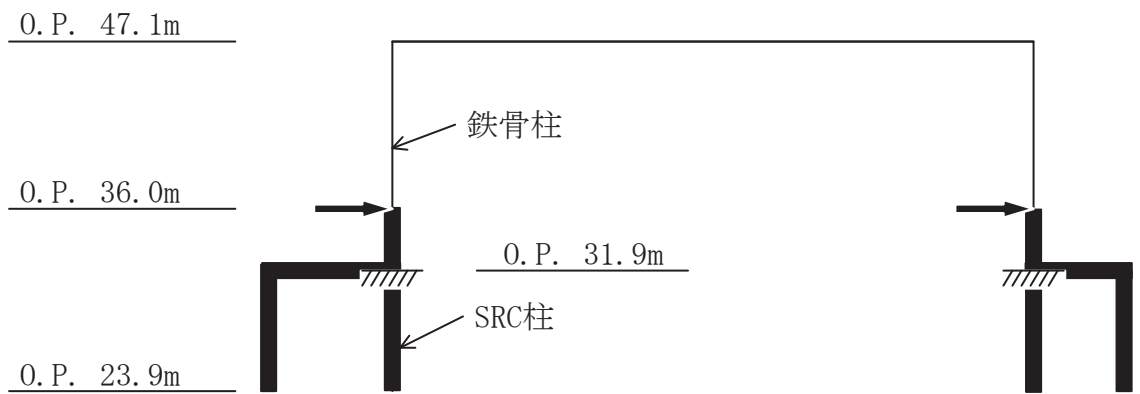
モデル(1)に関しては鉄骨柱の柱頭部のせん断力と変位の関係から  $Q - \gamma$  曲線を作成し、モデル(2)に関しては SRC 柱の柱頭部のせん断力と変位の関係から  $Q - \gamma$  曲線を作成し、モデル(3)に関しては 2 本の SRC 柱のせん断力の和とクレーン階の変位の関係から  $Q - \gamma$  曲線を作成する。

また、 ${}_{1}H-{}_{1}G$  側、 ${}_{1}B-{}_{1}A$  側それぞれで  $Q - \gamma$  曲線を作成する。

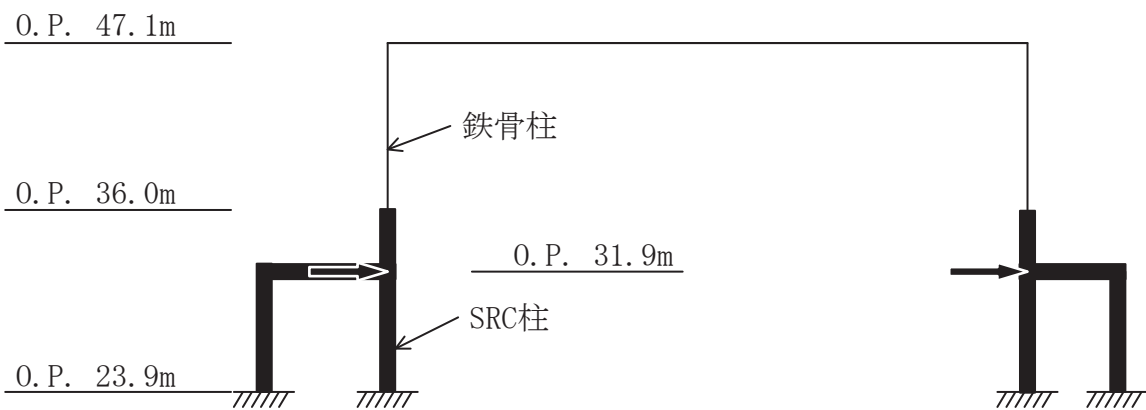
静的漸増解析の概要を図 3-3 に示す。



(a) モデル(1)



(b) モデル(2)



(c) モデル(3)

図 3-3 フレームの静的漸増解析モデルの概要

(3) 荷重－変形関係の等価せん断スケルトンへの置換方法

層単位の荷重－変形関係をスケルトンカーブとして地震応答解析モデルに適用するために、等価せん断スケルトンに置換する。

モデル(1)により求まる折れ点を、質点系モデル 0. P. 47. 3m～0. P. 37. 8m に設定し、モデル(2)により求まる折れ点を、質点系モデル 0. P. 37. 8m～0. P. 32. 8m に設定し、モデル(3)により求まる折れ点を、質点系モデル 0. P. 32. 8m～0. P. 24. 8m に設定する。

最初にヒンジが発生する点を第1折点 ( $\gamma_1, Q_1$ ) とし、次にヒンジが発生する点を第2折点 ( $\gamma_2, Q_2$ ) とする。また、終局点は建築基準法施行令第 82 条の 2 に定められた層間変形角の許容値である 1/120 付近までの荷重－変形関係を確実に求めるために、層の終局限界の目安として層間変形角 1/50 となる点 ( $\gamma_3, Q_3$ ) とする。

以上の荷重－変形関係の等価せん断スケルトンへの置換方法を図 3-3 に示す。

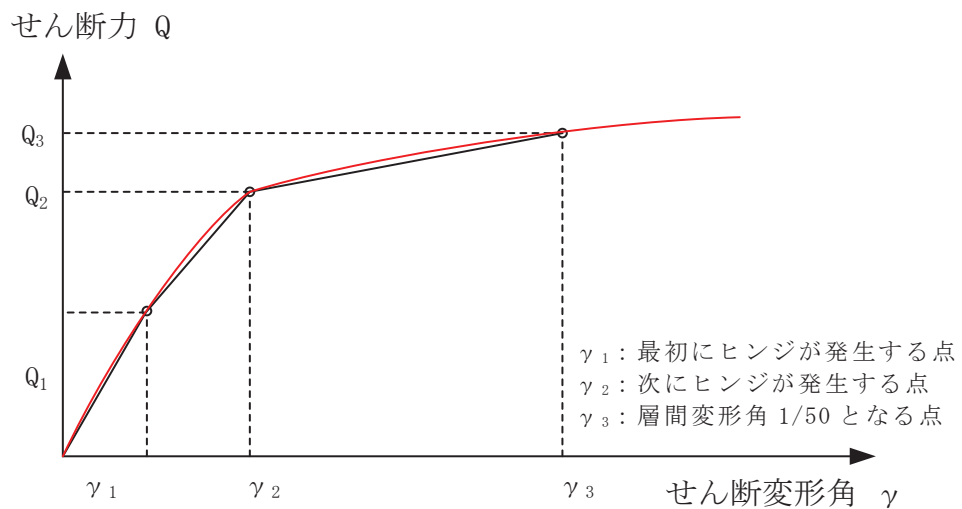


図 3-3 荷重－変形関係の等価せん断スケルトンへの置換方法

#### 4. せん断力のスケルトンカーブの設定について

##### 4.1 水平方向モデル

水平方向は、地盤との相互作用を考慮し、耐震壁及び柱の曲げ・せん断剛性を評価した多質点系モデルとしている。地震応答解析モデルを図 4-1 に、解析モデルの諸元を表 4-1 及び表 4-2 に示す。



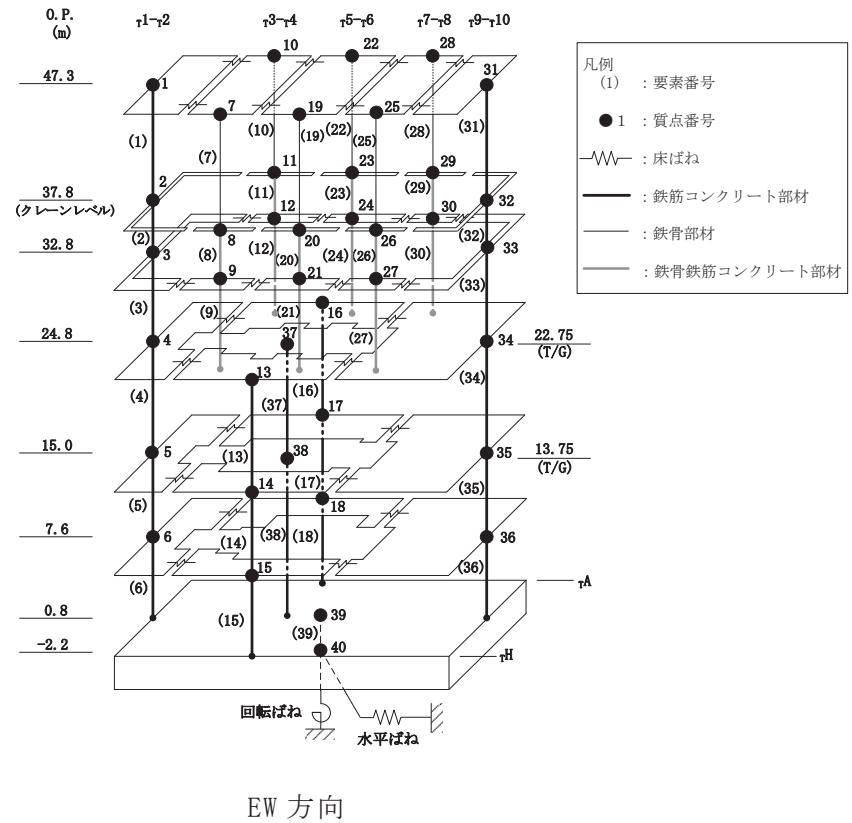
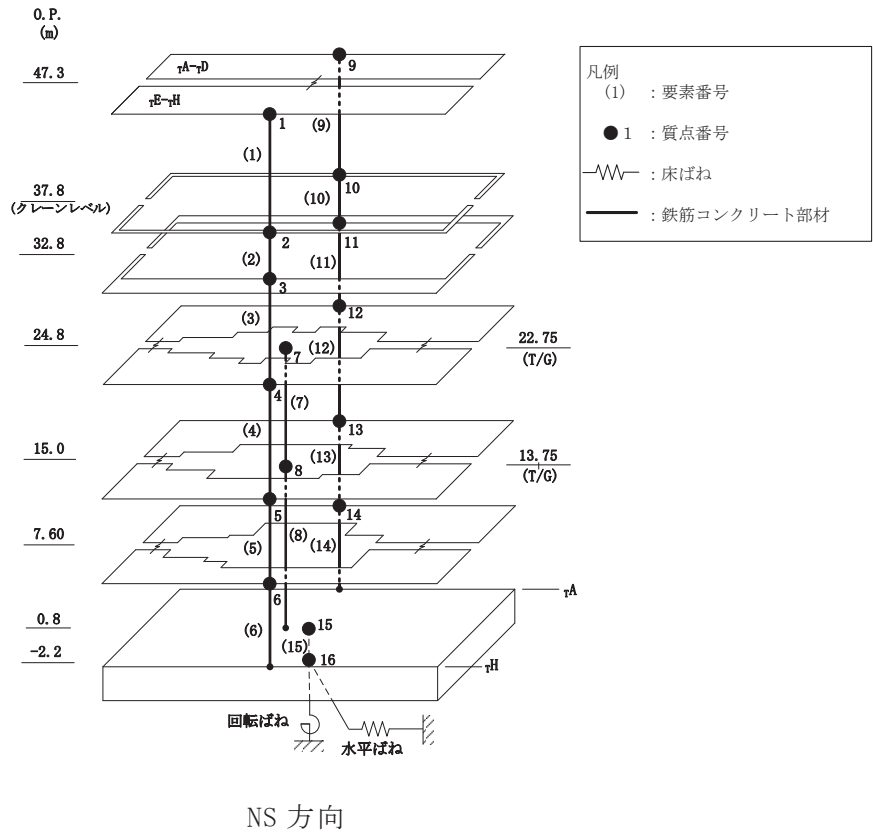


図 4-1 地震応答解析モデル

表 4-1(1) 解析モデルの諸元 (NS 方向)

(a) 重量・回転慣性重量

| 質点番号               |       |     |       |       |
|--------------------|-------|-----|-------|-------|
| 質点重量(×10kN)        |       |     |       |       |
| 標高<br>O. P.<br>(m) | 建屋    |     |       |       |
|                    | ↑E-↑H | T/G | ↑A-↑D |       |
| 47.3               | 1     |     | 9     |       |
|                    | 1942  |     | 1942  |       |
| 37.8               | 2     |     | 10    |       |
|                    | 1220  |     | 1220  |       |
| 32.8               | 3     |     | 11    |       |
|                    | 3713  |     | 4089  |       |
| 24.8               | 4     |     | 7     | 12    |
| 22.75 (T/G)        | 11060 |     | 7688  | 16545 |
| 15.0               | 5     |     | 8     | 13    |
| 13.75 (T/G)        | 13550 |     | 4982  | 17740 |
| 7.6                | 6     |     | 14    |       |
|                    | 12333 |     | 14234 |       |
| 0.8                | 15    |     |       |       |
|                    | 36434 |     |       |       |
| -2.2               | 16    |     |       |       |
|                    | 30430 |     |       |       |

回転慣性重量\* =  $1.404 \times 10^9 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$

注記\* : 回転慣性重量は基礎下質点 (質点番号16) に集約している。

表 4-1(2) 解析モデルの諸元 (NS 方向)

(b) 剛性

|  |
|--|
| 要素番号   |
| せん断断面積 (m <sup>2</sup> )                     |
| 断面2次モーメント (×10 <sup>2</sup> m <sup>4</sup> ) |

| 標高<br>O. P.<br>(m) | 建屋      |       |        |       |
|--------------------|---------|-------|--------|-------|
|                    | TE-TH   | T/G   | TA-TD  |       |
| 47.3               | 1       |       | 9      |       |
|                    | 24.0    |       | 24.0   |       |
|                    | 324.4   |       | 324.4  |       |
| 37.8               | 2       |       | 10     |       |
|                    | 24.0    |       | 24.0   |       |
|                    | 324.4   |       | 324.4  |       |
| 32.8               | 3       |       | 11     |       |
|                    | 32.6    |       | 39.8   |       |
|                    | 477.1   |       | 699.8  |       |
| 24.8               | 4       |       | 7      | 12    |
| 22.75(T/G)         | 132.2   |       | 21.43  | 196.6 |
|                    | 1366.0  | ∞     | 1905.5 |       |
| 15.0               | 5       | 8     | 13     |       |
| 13.75(T/G)         | 148.6   | 10.43 | 192.7  |       |
|                    | 1589.7  | ∞     | 1932.9 |       |
| 7.6                | 6       |       | 14     |       |
|                    | 177.6   |       | 198.8  |       |
|                    | 2031.4  |       | 2130.1 |       |
| 0.8                | 15      |       |        |       |
|                    | 5539.2  |       |        |       |
|                    | 42541.1 |       |        |       |

①耐震壁 (O. P. 24.8mより上部) (要素1~3, 9~11)

|         |   |   |
|---------|---|---|
| ヤング係数   | E | 7.94 × 10 <sup>3</sup> (N/mm <sup>2</sup> ) |
| せん断弾性係数 | G | 3.41 × 10 <sup>3</sup> (N/mm <sup>2</sup> ) |
| ポアソン比   | ν | 0.167                                       |
| 減衰定数    | h | 5%  |

②耐震壁 (O. P. 24.8mより下部) (要素4~6, 12~15)

|         |   |   |
|---------|---|---|
| ヤング係数   | E | 9.27 × 10 <sup>3</sup> (N/mm <sup>2</sup> ) |
| せん断弾性係数 | G | 3.98 × 10 <sup>3</sup> (N/mm <sup>2</sup> ) |
| ポアソン比   | ν | 0.167                                       |
| 減衰定数    | h | 5%  |

③T/G架台 (要素7, 8)

|         |   |   |
|---------|---|---|
| ヤング係数   | E | 2.65 × 10 <sup>4</sup> (N/mm <sup>2</sup> ) |
| せん断弾性係数 | G | 1.14 × 10 <sup>4</sup> (N/mm <sup>2</sup> ) |
| ポアソン比   | ν | 0.167                                       |
| 減衰定数    | h | 5%  |

表 4-2(1) 解析モデルの諸元 (EW 方向)

(a) 重量・回転慣性重量

|             |
|-------------|
| 質点番号        |
| 質点重量(×10kN) |

| 標高<br>O.P.<br>(m) | 建屋    |             |     |             |     |       |        |        |
|-------------------|-------|-------------|-----|-------------|-----|-------|--------|--------|
|                   | τ1-τ2 | τ3-τ4       |     | τ5-τ6       |     | τ7-τ8 |        | τ9-τ10 |
| 47.3              | 1     | 7           | 10  | 19          | 22  | 25    | 28     | 31     |
|                   | 740   | 391         | 391 | 435         | 435 | 379   | 379    | 733    |
| 37.8              | 2     | 8           | 11  | 20          | 23  | 26    | 29     | 32     |
|                   | 835   | 184         | 184 | 182         | 182 | 162   | 162    | 548    |
| 32.8              | 3     | 9           | 12  | 21          | 24  | 27    | 30     | 33     |
|                   | 1417  | 698         | 672 | 761         | 732 | 705   | 787    | 2030   |
|                   | τ1-τ2 | τ3-τ6 (TH側) |     | τ3-τ6 (TA側) |     | T/G   | τ7-τ10 |        |
| 24.8              | 4     | 13          |     | 16          |     | 37    | 34     |        |
| 22.75 (T/G)       | 3993  | 4293        |     | 6178        |     | 7688  | 13140  |        |
| 15.0              | 5     | 14          |     | 17          |     | 38    | 35     |        |
| 13.75 (T/G)       | 5621  | 5289        |     | 7306        |     | 4982  | 13074  |        |
| 7.6               | 6     | 15          |     | 18          |     |       | 36     |        |
|                   | 5122  | 4405        |     | 5863        |     |       | 11177  |        |
| 0.8               | 39    |             |     |             |     |       |        |        |
|                   | 36434 |             |     |             |     |       |        |        |
| -2.2              | 40    |             |     |             |     |       |        |        |
|                   | 30430 |             |     |             |     |       |        |        |

回転慣性重量\* =  $5.251 \times 10^8 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$

注記\* : 回転慣性重量は基礎下質点 (質点番号40) に集約している。

表 4-2(2) 解析モデルの諸元 (EW 方向)

(b) 剛性

|   |
|---|
| 要素番号  |
| せん断断面積(m <sup>2</sup> )                     |
| 断面2次モーメント(×10 <sup>3</sup> m <sup>4</sup> ) |

| 標高<br>O. P.<br>(m)  | 建屋      |            |        |            |        |        |        |       |
|---------------------|---------|------------|--------|------------|--------|--------|--------|-------|
|                     | 1-12    | 3-14       |        | 5-16       |        | 7-18   |        | 9-10  |
| 47.3                | 1       | 7          | 10     | 19         | 22     | 25     | 28     | 31    |
|                     | 15.9    | 0.0216     | 0.0216 | 0.0216     | 0.0216 | 0.0216 | 0.0216 | 15.9  |
|                     | 75.2    | ∞          | ∞      | ∞          | ∞      | ∞      | ∞      | 75.2  |
| 37.8                | 2       | 8          | 11     | 20         | 23     | 26     | 29     | 32    |
|                     | 15.9    | 0.895      | 0.895  | 0.895      | 0.895  | 0.895  | 0.895  | 15.9  |
|                     | 75.2    | ∞          | ∞      | ∞          | ∞      | ∞      | ∞      | 75.2  |
| 32.8                | 3       | 9          | 12     | 21         | 24     | 27     | 30     | 33    |
|                     | 24.3    | 0.431      | 0.445  | 0.431      | 0.446  | 0.431  | 0.455  | 38.7  |
|                     | 132.8   | ∞          | ∞      | ∞          | ∞      | ∞      | ∞      | 196.8 |
|                     | 1-12    | 3-16 (TG側) |        | 3-16 (TA側) |        | T/G    | 7-10   |       |
| 24.8<br>22.75 (T/G) | 4       | 13         |        | 16         |        | 37     | 34     |       |
|                     | 64.4    | 34.8       |        | 54.9       |        | 18.88  | 93.4   |       |
|                     | 278.6   | 15.83      |        | 24.25      |        | ∞      | 403.5  |       |
| 15.0<br>13.75 (T/G) | 5       | 14         |        | 17         |        | 38     | 35     |       |
|                     | 122.0   | 38.1       |        | 51.4       |        | 11.45  | 138.4  |       |
|                     | 511.6   | 14.03      |        | 25.43      |        |        | 638.2  |       |
| 7.6                 | 6       | 15         |        | 18         |        | ∞      | 36     |       |
|                     | 113.0   | 56.7       |        | 60.7       |        |        | 146.6  |       |
|                     | 516.0   | 18.91      |        | 34.93      |        | 762.1  |        |       |
| 0.8                 | 39      |            |        |            |        |        |        |       |
|                     | 5539.2  |            |        |            |        |        |        |       |
|                     | 15368.0 |            |        |            |        |        |        |       |

①耐震壁・SRC造フレーム (O. P. 24.8mより上部)

(要素1~3, 8, 9, 11, 12, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 29, 30, 31~33)

|         |   |   |
|---------|---|---|
| ヤング係数   | E | 9.27×10 <sup>3</sup> (N/mm <sup>2</sup> ) |
| せん断弾性係数 | G | 3.98×10 <sup>3</sup> (N/mm <sup>2</sup> ) |
| ポアソン比   | ν | 0.167                                     |
| 減衰定数    | h | 5%  |

②耐震壁 (O. P. 24.8mより下部)

(要素4~6, 13~15, 16~18, 34~36)

|         |   |   |
|---------|---|---|
| ヤング係数   | E | 1.06×10 <sup>4</sup> (N/mm <sup>2</sup> ) |
| せん断弾性係数 | G | 4.55×10 <sup>3</sup> (N/mm <sup>2</sup> ) |
| ポアソン比   | ν | 0.167                                     |
| 減衰定数    | h | 5%  |

③T/G架台 (要素37, 38)

|         |   |   |
|---------|---|---|
| ヤング係数   | E | 2.65×10 <sup>4</sup> (N/mm <sup>2</sup> ) |
| せん断弾性係数 | G | 1.14×10 <sup>4</sup> (N/mm <sup>2</sup> ) |
| ポアソン比   | ν | 0.167                                     |
| 減衰定数    | h | 5%  |

④S造フレーム (要素7, 10, 19, 22, 25, 28)

|         |   |   |
|---------|---|---|
| ヤング係数   | E | 2.05×10 <sup>5</sup> (N/mm <sup>2</sup> ) |
| せん断弾性係数 | G | 7.90×10 <sup>4</sup> (N/mm <sup>2</sup> ) |
| ポアソン比   | ν | 0.3                                       |
| 減衰定数    | h | 2%  |

#### 4.2 使用材料の物性値と剛性補正係数

地震応答解析に用いるタービン建屋の使用材料の物性値を表4-3～表4-5に示す。  
また、表4-6にシミュレーション解析に基づく剛性補正係数を示す。

表 4-3 使用材料の物性値（コンクリート）

| 使用材料   | ヤング係数<br>E (N/mm <sup>2</sup> ) | せん断弾性係数<br>G (N/mm <sup>2</sup> ) | 減衰定数<br>h (%) |
|--|---------------------------------|-----------------------------------|---------------|
| コンクリート：<br>F <sub>C</sub> = 330kgf/cm <sup>2</sup> | 2.65×10 <sup>4</sup>            | 1.14×10 <sup>4</sup>              | 5             |

表 4-4 使用材料の物性値（鉄筋）

| 使用材料         | 降伏応力度<br>rσ <sub>y</sub> (N/mm <sup>2</sup> ) |
|--------------|---|
| 鉄筋：SD345 相当* | 345   |

注記\*：建設当時の鉄筋の種類はSD35であるが、現在の規格（SD345）に読み替えた降伏応力度を示す。

表 4-5 使用材料の物性値（鉄骨）

| 種別        | 板厚       | 降伏応力度<br>sσ <sub>y</sub> (N/mm <sup>2</sup> ) |
|-----------|----------|---|
| SM490 相当* | t ≤ 40mm | 325   |

注記\*：建設当時の鋼材の種類はSM50であるが、現在の規格（SM490）に読み替えた降伏応力度を示す。

表 4-6 RC造耐震壁及びSRC造フレームの初期剛性の設計値に対する補正係数

| 部位   | 方向 | 補正係数                        |
|------|----|-----------------------------|
| 建屋全体 | NS | 0.35 (O.P. 24.8m より上部 0.30) |
|      | EW | 0.40 (O.P. 24.8m より上部 0.35) |

4.3 剛性低下による補正前の RC 造耐震壁のせん断力のスケルトンカーブの諸数値

(1) 第 1 折点

RC 造耐震壁の各要素におけるせん断力のスケルトンカーブの第 1 折点の設定根拠を表 4-7 に示す。

表 4-7(1) せん断力のスケルトンカーブ ( $\tau - \gamma$  関係, 第 1 折点) (補正前)

(a) NS 方向

| 要素番号 | 部位                | 壁    | 設計基準強度 $F_c$<br>( $N/mm^2$ ) | せん断弾性係数 $G$<br>( $\times 10^4 N/mm^2$ ) | 断面積 $A_s$<br>( $m^2$ ) | 縦軸応力度 $\sigma_v^*$<br>( $N/mm^2$ ) | $\tau_1$<br>( $N/mm^2$ ) | $\gamma_1$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|------|-------------------|------|------------------------------|---|------------------------|------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| (1)  | $\tau E - \tau H$ | TG11 | 32.4                         | 1.14                                    | 24.00                  | 0.131                              | 1.85                     | 0.162                              |
| (2)  | $\tau E - \tau H$ | TG11 | 32.4                         | 1.14                                    | 24.00                  | 1.065                              | 2.25                     | 0.198                              |
| (3)  | $\tau E - \tau H$ | TH11 | 32.4                         | 1.14                                    | 28.80                  | 0.723                              | 1.87                     | 0.164                              |
| (4)  | $\tau E - \tau H$ | TF23 | 32.4                         | 1.14                                    | 6.66                   | 0.636                              | 2.09                     | 0.184                              |
|      |                   | TG23 | 32.4                         | 1.14                                    | 6.66                   | 1.533                              |                          |                                    |
|      |                   | TG68 | 32.4                         | 1.14                                    | 28.92                  | 1.010                              |                          |                                    |
|      |                   | TH11 | 32.4                         | 1.14                                    | 89.98                  | 0.514                              |                          |                                    |
| (5)  | $\tau E - \tau H$ | TF23 | 32.4                         | 1.14                                    | 14.43                  | 0.704                              | 2.19                     | 0.192                              |
|      |                   | TG23 | 32.4                         | 1.14                                    | 16.65                  | 0.939                              |                          |                                    |
|      |                   | TG68 | 32.4                         | 1.14                                    | 23.00                  | 1.409                              |                          |                                    |
|      |                   | TH11 | 32.4                         | 1.14                                    | 94.50                  | 0.808                              |                          |                                    |
| (6)  | $\tau E - \tau H$ | TF23 | 32.4                         | 1.14                                    | 8.88                   | 1.617                              | 2.34                     | 0.206                              |
|      |                   | TF78 | 32.4                         | 1.14                                    | 11.34                  | 1.552                              |                          |                                    |
|      |                   | TG28 | 32.4                         | 1.14                                    | 61.35                  | 1.403                              |                          |                                    |
|      |                   | TH11 | 32.4                         | 1.14                                    | 96.00                  | 1.165                              |                          |                                    |
| (9)  | $\tau A - \tau D$ | TB11 | 32.4                         | 1.14                                    | 24.00                  | 0.131                              | 1.85                     | 0.162                              |
| (10) | $\tau A - \tau D$ | TB11 | 32.4                         | 1.14                                    | 24.00                  | 1.065                              | 2.25                     | 0.198                              |
| (11) | $\tau A - \tau D$ | TA11 | 32.4                         | 1.14                                    | 36.01                  | 0.518                              | 1.83                     | 0.161                              |
| (12) | $\tau A - \tau D$ | TA11 | 32.4                         | 1.14                                    | 94.00                  | 0.481                              | 2.06                     | 0.181                              |
|      |                   | TB28 | 32.4                         | 1.14                                    | 57.54                  | 0.870                              |                          |                                    |
|      |                   | TC48 | 32.4                         | 1.14                                    | 37.33                  | 0.481                              |                          |                                    |
|      |                   | TD23 | 32.4                         | 1.14                                    | 7.77                   | 0.892                              |                          |                                    |
| (13) | $\tau A - \tau D$ | TA11 | 32.4                         | 1.14                                    | 96.00                  | 0.740                              | 2.22                     | 0.195                              |
|      |                   | TB28 | 32.4                         | 1.14                                    | 49.50                  | 1.472                              |                          |                                    |
|      |                   | TC48 | 32.4                         | 1.14                                    | 32.78                  | 1.045                              |                          |                                    |
|      |                   | TD23 | 32.4                         | 1.14                                    | 14.43                  | 0.997                              |                          |                                    |
| (14) | $\tau A - \tau D$ | TA11 | 32.4                         | 1.14                                    | 96.00                  | 0.958                              | 2.36                     | 0.207                              |
|      |                   | TB28 | 32.4                         | 1.14                                    | 47.73                  | 1.896                              |                          |                                    |
|      |                   | TC28 | 32.4                         | 1.14                                    | 37.07                  | 1.464                              |                          |                                    |
|      |                   | TD23 | 32.4                         | 1.14                                    | 6.66                   | 2.079                              |                          |                                    |
|      |                   | TD78 | 32.4                         | 1.14                                    | 11.34                  | 1.486                              |                          |                                    |

注記\* : 縦軸応力度  $\sigma_v =$  当該部分が支える重量 / 断面積

表 4-7(2) せん断力のスケルトンカーブ ( $\tau - \gamma$  関係, 第 1 折点) (補正前)

(b) EW 方向

| 要素<br>番号 | 部位                               | 壁     | 設計基準<br>強度 $F_c$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | せん断弾性<br>係数 $G$<br>( $\times 10^4$ N/mm <sup>2</sup> ) | 断面積<br>$A_s$<br>(m <sup>2</sup> ) | 縦軸応力度<br>$\sigma_v^*$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_1$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\gamma_1$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|----------|----------------------------------|-------|--|--|-----------------------------------|---|----------------------------------|------------------------------------|
| (1)      | $\tau_1-\tau_2$                  | T1BG  | 32.4                                     | 1.14   | 15.72                             | 0.128   | 1.82                             | 0.160                              |
| (2)      | $\tau_1-\tau_2$                  | T1BG  | 32.4                                     | 1.14   | 15.72                             | 0.600   | 2.04                             | 0.179                              |
| (3)      | $\tau_1-\tau_2$                  | T1AH  | 32.4                                     | 1.14   | 23.08                             | 0.604   | 1.96                             | 0.172                              |
| (4)      | $\tau_1-\tau_2$                  | T1AH  | 32.4                                     | 1.14   | 58.44                             | 0.537   | 2.04                             | 0.179                              |
|          |                                  | T2GH  | 32.4                                     | 1.14   | 5.92                              | 0.661   |                                  |                                    |
| (5)      | $\tau_1-\tau_2$                  | T1AH  | 32.4                                     | 1.14   | 69.24                             | 0.771   | 2.13                             | 0.187                              |
|          |                                  | T2BH  | 32.4                                     | 1.14   | 52.76                             | 0.758   |                                  |                                    |
| (6)      | $\tau_1-\tau_2$                  | T1AH  | 32.4                                     | 1.14   | 69.24                             | 1.024   | 2.28                             | 0.200                              |
|          |                                  | T2BH  | 32.4                                     | 1.14   | 43.78                             | 1.301   |                                  |                                    |
| (13)     | $\tau_3-\tau_6$<br>( $\tau_H$ 側) | T4FH  | 32.4                                     | 1.14   | 22.89                             | 0.563   | 2.05                             | 0.180                              |
|          |                                  | T6GH  | 32.4                                     | 1.14   | 11.88                             | 0.624   |                                  |                                    |
| (14)     | $\tau_3-\tau_6$<br>( $\tau_H$ 側) | T3GH  | 32.4                                     | 1.14   | 13.86                             | 0.847   | 2.28                             | 0.200                              |
|          |                                  | T4FH  | 32.4                                     | 1.14   | 14.36                             | 1.380   |                                  |                                    |
|          |                                  | T6GH  | 32.4                                     | 1.14   | 9.90                              | 1.201   |                                  |                                    |
| (15)     | $\tau_3-\tau_6$<br>( $\tau_H$ 側) | T3GH  | 32.4                                     | 1.14   | 12.87                             | 1.379   | 2.35                             | 0.207                              |
|          |                                  | T4FH  | 32.4                                     | 1.14   | 18.56                             | 1.373   |                                  |                                    |
|          |                                  | T5GH  | 32.4                                     | 1.14   | 12.64                             | 1.164   |                                  |                                    |
|          |                                  | T6GH  | 32.4                                     | 1.14   | 12.64                             | 1.358   |                                  |                                    |
| (16)     | $\tau_3-\tau_6$<br>( $\tau_A$ 側) | T3BC  | 32.4                                     | 1.14   | 8.80                              | 0.836   | 2.07                             | 0.182                              |
|          |                                  | T4BD  | 32.4                                     | 1.14   | 23.19                             | 0.504   |                                  |                                    |
|          |                                  | T5BC  | 32.4                                     | 1.14   | 9.75                              | 0.586   |                                  |                                    |
|          |                                  | T6BC  | 32.4                                     | 1.14   | 13.20                             | 0.697   |                                  |                                    |
| (17)     | $\tau_3-\tau_6$<br>( $\tau_A$ 側) | T3BC  | 32.4                                     | 1.14   | 8.80                              | 1.583   | 2.35                             | 0.206                              |
|          |                                  | T4BD  | 32.4                                     | 1.14   | 15.82                             | 1.350   |                                  |                                    |
|          |                                  | T5BC  | 32.4                                     | 1.14   | 8.80                              | 1.333   |                                  |                                    |
|          |                                  | T6BD  | 32.4                                     | 1.14   | 18.00                             | 1.139   |                                  |                                    |
| (18)     | $\tau_3-\tau_6$<br>( $\tau_A$ 側) | T3BD  | 32.4                                     | 1.14   | 17.22                             | 1.726   | 2.51                             | 0.221                              |
|          |                                  | T4BD  | 32.4                                     | 1.14   | 14.22                             | 2.275   |                                  |                                    |
|          |                                  | T5BC  | 32.4                                     | 1.14   | 13.20                             | 1.445   |                                  |                                    |
|          |                                  | T6BD  | 32.4                                     | 1.14   | 16.04                             | 1.597   |                                  |                                    |
| (31)     | $\tau_9-\tau_{10}$               | T10BG | 32.4                                     | 1.14   | 15.72                             | 0.128   | 1.82                             | 0.160                              |
| (32)     | $\tau_9-\tau_{10}$               | T10BG | 32.4                                     | 1.14   | 15.72                             | 0.594   | 2.03                             | 0.179                              |
| (33)     | $\tau_9-\tau_{10}$               | T10AH | 32.4                                     | 1.14   | 37.54                             | 0.424   | 1.92                             | 0.169                              |
| (34)     | $\tau_7-\tau_{10}$               | T7BC  | 32.4                                     | 1.14   | 13.20                             | 0.730   | 2.08                             | 0.183                              |
|          |                                  | T8BC  | 32.4                                     | 1.14   | 11.00                             | 1.048   |                                  |                                    |
|          |                                  | T10AH | 32.4                                     | 1.14   | 69.24                             | 0.570   |                                  |                                    |
| (35)     | $\tau_7-\tau_{10}$               | T7BG  | 32.4                                     | 1.14   | 34.35                             | 1.232   | 2.28                             | 0.201                              |
|          |                                  | T8BG  | 32.4                                     | 1.14   | 34.82                             | 1.593   |                                  |                                    |
|          |                                  | T10AH | 32.4                                     | 1.14   | 69.24                             | 0.896   |                                  |                                    |
| (36)     | $\tau_7-\tau_{10}$               | T7BH  | 32.4                                     | 1.14   | 39.25                             | 1.471   | 2.38                             | 0.210                              |
|          |                                  | T8BH  | 32.4                                     | 1.14   | 38.08                             | 1.776   |                                  |                                    |
|          |                                  | T10AH | 32.4                                     | 1.14   | 69.24                             | 1.189   |                                  |                                    |

注記\* : 縦軸応力度  $\sigma_v =$  当該部分が支える重量 / 断面積



(2) 第2折点

RC造耐震壁の各要素におけるせん断力のスケルトンカーブの第2折点の設定根拠を表4-8に示す。

表4-8 せん断力のスケルトンカーブ ( $\tau - \gamma$  関係, 第2折点) (補正前)

(a) NS方向

| 要素番号 | 部位                | $\tau_2^{*1}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\gamma_2^{*2}$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|------|-------------------|---------------------------------------|---|
| (1)  | $\tau E - \tau H$ | 2.49                                  | 0.487                                   |
| (2)  | $\tau E - \tau H$ | 3.04                                  | 0.594                                   |
| (3)  | $\tau E - \tau H$ | 2.52                                  | 0.557                                   |
| (4)  | $\tau E - \tau H$ | 2.82                                  | 0.551                                   |
| (5)  | $\tau E - \tau H$ | 2.95                                  | 0.577                                   |
| (6)  | $\tau E - \tau H$ | 3.16                                  | 0.617                                   |
| (9)  | $\tau A - \tau D$ | 2.49                                  | 0.487                                   |
| (10) | $\tau A - \tau D$ | 3.04                                  | 0.594                                   |
| (11) | $\tau A - \tau D$ | 2.47                                  | 0.534                                   |
| (12) | $\tau A - \tau D$ | 2.79                                  | 0.544                                   |
| (13) | $\tau A - \tau D$ | 3.00                                  | 0.586                                   |
| (14) | $\tau A - \tau D$ | 3.18                                  | 0.621                                   |

(b) EW方向

| 要素番号 | 部位                      | $\tau_2^{*1}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\gamma_2^{*2}$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|------|-------------------------|---------------------------------------|---|
| (1)  | $\tau 1 - \tau 2$       | 2.46                                  | 0.487                                   |
| (2)  | $\tau 1 - \tau 2$       | 2.75                                  | 0.544                                   |
| (3)  | $\tau 1 - \tau 2$       | 2.64                                  | 0.544                                   |
| (4)  | $\tau 1 - \tau 2$       | 2.75                                  | 0.537                                   |
| (5)  | $\tau 1 - \tau 2$       | 2.88                                  | 0.562                                   |
| (6)  | $\tau 1 - \tau 2$       | 3.08                                  | 0.601                                   |
| (13) | $\tau 3 - \tau 6$ (TH側) | 2.77                                  | 0.542                                   |
| (14) | $\tau 3 - \tau 6$ (TH側) | 3.08                                  | 0.601                                   |
| (15) | $\tau 3 - \tau 6$ (TH側) | 3.18                                  | 0.620                                   |
| (16) | $\tau 3 - \tau 6$ (TA側) | 2.79                                  | 0.545                                   |
| (17) | $\tau 3 - \tau 6$ (TA側) | 3.17                                  | 0.619                                   |
| (18) | $\tau 3 - \tau 6$ (TA側) | 3.39                                  | 0.662                                   |
| (31) | $\tau 9 - \tau 10$      | 2.46                                  | 0.487                                   |
| (32) | $\tau 9 - \tau 10$      | 2.75                                  | 0.543                                   |
| (33) | $\tau 9 - \tau 10$      | 2.60                                  | 0.523                                   |
| (34) | $\tau 7 - \tau 10$      | 2.81                                  | 0.549                                   |
| (35) | $\tau 7 - \tau 10$      | 3.08                                  | 0.602                                   |
| (36) | $\tau 7 - \tau 10$      | 3.22                                  | 0.629                                   |

注記\*1:  $\tau_2 = 1.35 \cdot \tau_1$

\*2:  $\gamma_2 = 3 \cdot \gamma_1$

(3) 終局点

RC造耐震壁の終局点は、「2.3 終局点の設定」に基づき、各層の終局せん断応力度を算出する。シアスパン比 $M/QD$ を評価するための $M$ 及び $Q$ は、建設工認時の $S_2$ 地震時の最大応答値を用いている。

RC造耐震壁の各要素におけるせん断力のスケルトンカーブの終局点の設定根拠を表4-9に示す。また、一例としてタービン建屋のO.P.0.80m~O.P.7.60mについて、各耐震壁の配筋を示したものを図4-2及び表4-10に示す。

表4-9(1) せん断力のスケルトンカーブ ( $\tau - \gamma$  関係, 終局点) (補正前)

(a) NS方向

| 要素番号 | 部位              | 壁    | $P_V$<br>(%) | $P_H$<br>(%) | 縦軸応力度<br>$\sigma_v^*$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $M/QD$ | $\tau_3$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\gamma_3$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|------|-----------------|------|--------------|--------------|---|--------|----------------------------------|------------------------------------|
| (1)  | $\tau E-\tau H$ | TG11 | 0.796        | 0.796        | 0.131   | 0.240  | 5.77                             | 4.00                               |
| (2)  | $\tau E-\tau H$ | TG11 | 1.148        | 1.148        | 1.065   | 0.240  | 6.49                             | 4.00                               |
| (3)  | $\tau E-\tau H$ | TH11 | 1.290        | 1.290        | 0.723   | 0.240  | 5.86                             | 4.00                               |
| (4)  | $\tau E-\tau H$ | TF23 | 0.478        | 0.478        | 0.636   | 0.883  | 5.07                             | 4.00                               |
|      |                 | TG23 | 0.478        | 0.478        | 1.533   | 0.933  |                                  |                                    |
|      |                 | TG68 | 0.535        | 0.535        | 1.010   | 0.421  |                                  |                                    |
|      |                 | TH11 | 0.957        | 0.794        | 0.514   | 0.240  |                                  |                                    |
| (5)  | $\tau E-\tau H$ | TF23 | 0.494        | 0.494        | 0.704   | 0.952  | 5.57                             | 4.00                               |
|      |                 | TG23 | 0.529        | 0.529        | 0.939   | 0.887  |                                  |                                    |
|      |                 | TG68 | 0.607        | 0.607        | 1.409   | 0.478  |                                  |                                    |
|      |                 | TH11 | 1.436        | 1.191        | 0.808   | 0.240  |                                  |                                    |
| (6)  | $\tau E-\tau H$ | TF23 | 0.634        | 0.634        | 1.617   | 1.360  | 5.36                             | 4.00                               |
|      |                 | TF78 | 0.563        | 0.563        | 1.552   | 0.589  |                                  |                                    |
|      |                 | TG28 | 0.635        | 0.635        | 1.403   | 0.240  |                                  |                                    |
|      |                 | TH11 | 1.436        | 1.191        | 1.165   | 0.281  |                                  |                                    |
| (9)  | $\tau A-\tau D$ | TB11 | 0.796        | 0.796        | 0.131   | 0.240  | 5.77                             | 4.00                               |
| (10) | $\tau A-\tau D$ | TB11 | 1.148        | 1.148        | 1.065   | 0.240  | 6.49                             | 4.00                               |
| (11) | $\tau A-\tau D$ | TA11 | 1.201        | 1.158        | 0.518   | 0.240  | 5.81                             | 4.00                               |
| (12) | $\tau A-\tau D$ | TA11 | 0.957        | 0.794        | 0.481   | 0.240  | 4.60                             | 4.00                               |
|      |                 | TB28 | 0.517        | 0.517        | 0.870   | 0.240  |                                  |                                    |
|      |                 | TC48 | 0.591        | 0.591        | 0.481   | 0.240  |                                  |                                    |
|      |                 | TD23 | 0.553        | 0.553        | 0.892   | 0.878  |                                  |                                    |
| (13) | $\tau A-\tau D$ | TA11 | 1.436        | 1.191        | 0.740   | 0.240  | 5.24                             | 4.00                               |
|      |                 | TB28 | 0.680        | 0.680        | 1.472   | 0.240  |                                  |                                    |
|      |                 | TC48 | 0.770        | 0.770        | 1.045   | 0.283  |                                  |                                    |
|      |                 | TD23 | 0.494        | 0.494        | 0.997   | 0.706  |                                  |                                    |
| (14) | $\tau A-\tau D$ | TA11 | 1.436        | 1.191        | 0.958   | 0.254  | 5.26                             | 4.00                               |
|      |                 | TB28 | 0.685        | 0.685        | 1.896   | 0.286  |                                  |                                    |
|      |                 | TC28 | 0.783        | 0.783        | 1.464   | 0.274  |                                  |                                    |
|      |                 | TD23 | 0.645        | 0.645        | 2.079   | 1.249  |                                  |                                    |
|      |                 | TD78 | 0.563        | 0.563        | 1.486   | 0.591  |                                  |                                    |

注記\* : 縦軸応力度  $\sigma_v$  = 当該部分が支える重量 / 断面積

表 4-9(2) せん断力のスケルトンカーブ ( $\tau - \gamma$  関係, 終局点) (補正前)

(b) EW 方向

| 要素<br>番号 | 部位                               | 壁     | $P_V$<br>(%) | $P_H$<br>(%) | 縦軸応力度<br>$\sigma_v^*$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | M/QD  | $\tau_3$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\gamma_3$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|----------|----------------------------------|-------|--------------|--------------|---|-------|----------------------------------|------------------------------------|
| (1)      | $\tau 1-\tau 2$                  | T1BG  | 1.106        | 0.820        | 0.128   | 0.240 | 5.95                             | 4.00                               |
| (2)      | $\tau 1-\tau 2$                  | T1BG  | 1.449        | 1.106        | 0.600   | 0.295 | 6.44                             | 4.00                               |
| (3)      | $\tau 1-\tau 2$                  | T1AH  | 1.605        | 1.268        | 0.604   | 0.278 | 6.44                             | 4.00                               |
| (4)      | $\tau 1-\tau 2$                  | T1AH  | 1.196        | 0.993        | 0.537   | 0.366 | 5.88                             | 4.00                               |
|          |                                  | T2GH  | 0.634        | 0.634        | 0.661   | 1.077 |                                  |                                    |
| (5)      | $\tau 1-\tau 2$                  | T1AH  | 1.595        | 1.196        | 0.771   | 0.520 | 5.44                             | 4.00                               |
|          |                                  | T2BH  | 0.571        | 0.571        | 0.758   | 0.240 |                                  |                                    |
| (6)      | $\tau 1-\tau 2$                  | T1AH  | 1.595        | 1.196        | 1.024   | 0.620 | 5.60                             | 4.00                               |
|          |                                  | T2BH  | 0.602        | 0.602        | 1.301   | 0.291 |                                  |                                    |
| (13)     | $\tau 3-\tau 6$<br>( $\tau H$ 側) | T4FH  | 0.535        | 0.535        | 0.563   | 0.528 | 3.85                             | 4.00                               |
|          |                                  | T6GH  | 0.535        | 0.535        | 0.624   | 1.126 |                                  |                                    |
| (14)     | $\tau 3-\tau 6$<br>( $\tau H$ 側) | T3GH  | 0.567        | 0.567        | 0.847   | 0.855 | 3.86                             | 4.00                               |
|          |                                  | T4FH  | 0.654        | 0.654        | 1.380   | 0.962 |                                  |                                    |
|          |                                  | T6GH  | 0.642        | 0.642        | 1.201   | 1.578 |                                  |                                    |
| (15)     | $\tau 3-\tau 6$<br>( $\tau H$ 側) | T3GH  | 0.611        | 0.611        | 1.379   | 1.485 | 3.62                             | 4.00                               |
|          |                                  | T4FH  | 0.616        | 0.616        | 1.373   | 1.209 |                                  |                                    |
|          |                                  | T5GH  | 0.598        | 0.598        | 1.164   | 0.764 |                                  |                                    |
|          |                                  | T6GH  | 0.598        | 0.598        | 1.358   | 2.270 |                                  |                                    |
| (16)     | $\tau 3-\tau 6$<br>( $\tau A$ 側) | T3BC  | 0.634        | 0.634        | 0.836   | 0.916 | 3.52                             | 4.00                               |
|          |                                  | T4BD  | 0.545        | 0.545        | 0.504   | 0.503 |                                  |                                    |
|          |                                  | T5BC  | 0.494        | 0.494        | 0.586   | 0.990 |                                  |                                    |
|          |                                  | T6BC  | 0.535        | 0.535        | 0.697   | 0.990 |                                  |                                    |
| (17)     | $\tau 3-\tau 6$<br>( $\tau A$ 側) | T3BC  | 0.634        | 0.634        | 1.583   | 1.015 | 3.52                             | 4.00                               |
|          |                                  | T4BD  | 0.634        | 0.634        | 1.350   | 0.832 |                                  |                                    |
|          |                                  | T5BC  | 0.634        | 0.634        | 1.333   | 1.373 |                                  |                                    |
|          |                                  | T6BD  | 0.639        | 0.639        | 1.139   | 0.720 |                                  |                                    |
| (18)     | $\tau 3-\tau 6$<br>( $\tau A$ 側) | T3BD  | 0.634        | 0.634        | 1.726   | 0.638 | 3.42                             | 4.00                               |
|          |                                  | T4BD  | 0.634        | 0.634        | 2.275   | 1.231 |                                  |                                    |
|          |                                  | T5BC  | 0.535        | 0.535        | 1.445   | 1.672 |                                  |                                    |
|          |                                  | T6BD  | 0.639        | 0.639        | 1.597   | 0.978 |                                  |                                    |
| (31)     | $\tau 9-\tau 10$                 | T10BG | 1.106        | 0.820        | 0.128   | 0.240 | 5.95                             | 4.00                               |
| (32)     | $\tau 9-\tau 10$                 | T10BG | 1.449        | 1.106        | 0.594   | 0.304 | 6.43                             | 4.00                               |
| (33)     | $\tau 9-\tau 10$                 | T10AH | 1.194        | 0.967        | 0.424   | 0.280 | 6.01                             | 4.00                               |
| (34)     | $\tau 7-\tau 10$                 | T7BC  | 0.662        | 0.662        | 0.730   | 0.990 | 5.49                             | 4.00                               |
|          |                                  | T8BC  | 0.642        | 0.642        | 1.048   | 0.990 |                                  |                                    |
|          |                                  | T10AH | 1.196        | 0.993        | 0.570   | 0.330 |                                  |                                    |
| (35)     | $\tau 7-\tau 10$                 | T7BG  | 0.647        | 0.647        | 1.232   | 0.307 | 5.33                             | 4.00                               |
|          |                                  | T8BG  | 0.573        | 0.573        | 1.593   | 0.259 |                                  |                                    |
|          |                                  | T10AH | 1.595        | 1.196        | 0.896   | 0.452 |                                  |                                    |
| (36)     | $\tau 7-\tau 10$                 | T7BH  | 0.653        | 0.653        | 1.471   | 0.340 | 5.19                             | 4.00                               |
|          |                                  | T8BH  | 0.605        | 0.605        | 1.776   | 0.320 |                                  |                                    |
|          |                                  | T10AH | 1.595        | 1.196        | 1.189   | 0.556 |                                  |                                    |

注記\* : 縦軸応力度  $\sigma_v =$  当該部分が支える重量 / 断面積



表4-10 耐震壁の配筋 (O. P. 0.8m ~ O. P. 7.6m)

| 記号     | 壁厚   | 縦筋                    | 横筋                    |
|--------|------|-----------------------|-----------------------|
| TW60   | 600  | 2-D22@200             | 2-D22@200             |
| TW60A  | 600  | 2-D25@200             | 2-D25@200             |
| TW70   | 700  | 2-D25@200             | 2-D25@200             |
| TW70A  | 700  | 2-D29@200             | 2-D29@200             |
| TW80   | 800  | 2-D25@200             | 2-D25@200             |
| TW85   | 850  | 2-D25@200             | 2-D25@200             |
| TW90   | 900  | 2-D25@200             | 2-D25@200             |
| TW100  | 1000 | 2-D35@200 + 2-D35@400 | 2-D32@200 + 2-D32@400 |
| TW100A | 1000 | 2-D29@200             | 2-D29@200             |
| TW120  | 1200 | 4-D35@200             | 2-D35@200 + 2-D35@400 |
| TW120A | 1200 | 2-D32@200             | 2-D32@200             |
| TW120B | 1200 | 2-D29@200             | 2-D29@200             |
| TW130  | 1300 | 2-D32@200             | 2-D32@200             |
| TW150  | 1500 | 2-D32@200             | 2-D32@200             |
| TW160  | 1600 | 2-D35@200             | 2-D35@200             |

4.4 剛性低下による補正前の SRC 造フレームのせん断力のスケルトンカーブの諸数値

(1) 第 1 折点

SRC 造フレームの各要素におけるせん断力のスケルトンカーブの第 1 折点の諸数値を表 4-11 に示す。

表 4-11 せん断力のスケルトンカーブ (Q- $\gamma$  関係, 第 1 折点) (補正前)  
EW 方向

| 要素<br>番号 | 部位              | $Q_1$<br>(kN) | $\gamma_1^*$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|----------|-----------------|---------------|--------------------------------------|
| (8)      | $\tau 3-\tau 4$ | 16083         | 1.58                                 |
| (9)      | $\tau 3-\tau 4$ | 15455         | 3.15                                 |
| (11)     | $\tau 3-\tau 4$ | 16083         | 1.58                                 |
| (12)     | $\tau 3-\tau 4$ | 15799         | 3.12                                 |
| (20)     | $\tau 5-\tau 6$ | 16171         | 1.59                                 |
| (21)     | $\tau 5-\tau 6$ | 15661         | 3.19                                 |
| (23)     | $\tau 5-\tau 6$ | 16171         | 1.59                                 |
| (24)     | $\tau 5-\tau 6$ | 16004         | 3.15                                 |
| (26)     | $\tau 7-\tau 8$ | 16053         | 1.58                                 |
| (27)     | $\tau 7-\tau 8$ | 15396         | 3.14                                 |
| (29)     | $\tau 7-\tau 8$ | 16053         | 1.58                                 |
| (30)     | $\tau 7-\tau 8$ | 15965         | 3.15                                 |

注記\* : 層間変位  $\delta$  を階高  $h$  で除して算出したせん断変形角を表す。

(2) 第2折点

SRC造フレームの各要素におけるせん断力のスケルトンカーブの第2折点の諸数値を表4-12に示す。

表4-12 せん断力のスケルトンカーブ(Q- $\gamma$ 関係, 第2折点)(補正前)

EW方向

| 要素番号 | 部位                  | $Q_2$<br>(kN) | $\gamma_2^*$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|------|---------------------|---------------|--------------------------------------|
| (8)  | $\Gamma 3-\Gamma 4$ | 26409         | 15.0                                 |
| (9)  | $\Gamma 3-\Gamma 4$ | 18083         | 4.88                                 |
| (11) | $\Gamma 3-\Gamma 4$ | 26409         | 15.0                                 |
| (12) | $\Gamma 3-\Gamma 4$ | 18162         | 4.86                                 |
| (20) | $\Gamma 5-\Gamma 6$ | 26498         | 15.0                                 |
| (21) | $\Gamma 5-\Gamma 6$ | 18211         | 4.88                                 |
| (23) | $\Gamma 5-\Gamma 6$ | 26498         | 15.0                                 |
| (24) | $\Gamma 5-\Gamma 6$ | 18289         | 4.85                                 |
| (26) | $\Gamma 7-\Gamma 8$ | 26390         | 15.0                                 |
| (27) | $\Gamma 7-\Gamma 8$ | 18074         | 4.89                                 |
| (29) | $\Gamma 7-\Gamma 8$ | 26390         | 15.0                                 |
| (30) | $\Gamma 7-\Gamma 8$ | 18260         | 4.88                                 |

注記\* : 層間変位  $\delta$  を階高  $h$  で除して算出したせん断変形角を表す。

(3) 終局点

SRC 造フレームの各要素におけるせん断力のスケルトンカーブの終局点の諸数値を表 4-13 に示す。

表 4-13 せん断力のスケルトンカーブ (Q- $\gamma$  関係, 終局点) (補正前)

EW 方向

| 要素番号 | 部位    | Q <sub>3</sub><br>(kN) | $\gamma_{3}^{*}$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|------|-------|------------------------|--|
| (8)  | T3-T4 | 26644                  | 20.0                                     |
| (9)  | T3-T4 | 20182                  | 20.0                                     |
| (11) | T3-T4 | 26644                  | 20.0                                     |
| (12) | T3-T4 | 20077                  | 19.0                                     |
| (20) | T5-T6 | 26720                  | 20.0                                     |
| (21) | T5-T6 | 20429                  | 20.0                                     |
| (23) | T5-T6 | 26720                  | 20.0                                     |
| (24) | T5-T6 | 20409                  | 20.0                                     |
| (26) | T7-T8 | 26618                  | 20.0                                     |
| (27) | T7-T8 | 20154                  | 20.0                                     |
| (29) | T7-T8 | 26618                  | 20.0                                     |
| (30) | T7-T8 | 20393                  | 20.0                                     |

注記\* : 層間変位  $\delta$  を階高  $h$  で除して算出したせん断変形角を表す。



#### 4.5 S造フレームのせん断力のスケルトンカーブの諸数値

##### (1) 第1折点

S造フレームの各要素におけるせん断力のスケルトンカーブの第1折点の諸数値を表4-14に示す。S造では剛性低下を考慮しない。

表4-14 せん断力のスケルトンカーブ (Q- $\gamma$ 関係, 第1折点)

EW方向

| 要素番号 | 部位              | Q <sub>1</sub><br>(kN) | $\gamma_1^*$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|------|-----------------|------------------------|--------------------------------------|
| (7)  | $\tau 3-\tau 4$ | 5658                   | 3.30                                 |
| (10) | $\tau 3-\tau 4$ | 5658                   | 3.30                                 |
| (19) | $\tau 5-\tau 6$ | 5658                   | 3.30                                 |
| (22) | $\tau 5-\tau 6$ | 5658                   | 3.30                                 |
| (25) | $\tau 7-\tau 8$ | 5658                   | 3.30                                 |
| (28) | $\tau 7-\tau 8$ | 5658                   | 3.30                                 |

注記\* : 層間変位  $\delta$  を階高  $h$  で除して算出したせん断変形角を表す。

(2) 第2折点

S造フレームの各要素におけるせん断力のスケルトンカーブの第2折点の諸数値を表4-15に示す。

表4-15 せん断力のスケルトンカーブ (Q- $\gamma$ 関係, 第2折点)

EW方向

| 要素番号 | 部位              | Q <sub>2</sub><br>(kN) | $\gamma_{2}^*$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|------|-----------------|------------------------|--|
| (7)  | $\tau 3-\tau 4$ | 7639                   | 7.82                                   |
| (10) | $\tau 3-\tau 4$ | 7639                   | 7.82                                   |
| (19) | $\tau 5-\tau 6$ | 7639                   | 7.82                                   |
| (22) | $\tau 5-\tau 6$ | 7639                   | 7.82                                   |
| (25) | $\tau 7-\tau 8$ | 7639                   | 7.82                                   |
| (28) | $\tau 7-\tau 8$ | 7639                   | 7.82                                   |

注記\* : 層間変位  $\delta$  を階高  $h$  で除して算出したせん断変形角を表す。

(3) 終局点

S 造フレームの各要素におけるせん断力のスケルトンカーブの終局点の諸数値を表 4-16 に示す。

表 4-16 せん断力のスケルトンカーブ (Q -  $\gamma$  関係, 終局点)

EW 方向

| 要素<br>番号 | 部位              | Q <sub>3</sub><br>(kN) | $\gamma_3^*$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|----------|-----------------|------------------------|--------------------------------------|
| (7)      | $\tau 3-\tau 4$ | 7645                   | 20.0                                 |
| (10)     | $\tau 3-\tau 4$ | 7645                   | 20.0                                 |
| (19)     | $\tau 5-\tau 6$ | 7645                   | 20.0                                 |
| (22)     | $\tau 5-\tau 6$ | 7645                   | 20.0                                 |
| (25)     | $\tau 7-\tau 8$ | 7645                   | 20.0                                 |
| (28)     | $\tau 7-\tau 8$ | 7645                   | 20.0                                 |

注記\* : 層間変位  $\delta$  を階高  $h$  で除して算出したせん断変形角を表す。

4.6 剛性低下による補正後の RC 造耐震壁のせん断力のスケルトンカーブの諸数値

(1) 第 1 折点

RC 造耐震壁の各要素におけるせん断力のスケルトンカーブの第 1 折点の設定根拠を表 4-17 に示す。

表 4-17(1) せん断力のスケルトンカーブ ( $\tau - \gamma$  関係, 第 1 折点) (補正後)

(a) NS 方向

| 要素番号 | 部位                | 壁    | 設計基準強度 $F_c$<br>( $N/mm^2$ ) | せん断弾性係数 $G$<br>( $\times 10^4 N/mm^2$ ) | 断面積 $A_s$<br>( $m^2$ ) | 縦軸応力度 $\sigma_v^*$<br>( $N/mm^2$ ) | $\tau_1'$<br>( $N/mm^2$ ) | $\gamma_1'$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|------|-------------------|------|------------------------------|---|------------------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| (1)  | $\tau E - \tau H$ | TG11 | 32.4                         | 1.14                                    | 24.00                  | 0.131                              | 2.80                      | 0.822                               |
| (2)  | $\tau E - \tau H$ | TG11 | 32.4                         | 1.14                                    | 24.00                  | 1.065                              | 3.47                      | 1.02                                |
| (3)  | $\tau E - \tau H$ | TH11 | 32.4                         | 1.14                                    | 28.80                  | 0.723                              | 2.76                      | 0.810                               |
| (4)  | $\tau E - \tau H$ | TF23 | 32.4                         | 1.14                                    | 6.66                   | 0.636                              | 2.95                      | 0.740                               |
|      |                   | TG23 |                              |   | 6.66                   | 1.533                              |                           |                                     |
|      |                   | TG68 |                              |   | 28.92                  | 1.010                              |                           |                                     |
|      |                   | TH11 |                              |   | 89.98                  | 0.514                              |                           |                                     |
| (5)  | $\tau E - \tau H$ | TF23 | 32.4                         | 1.14                                    | 14.43                  | 0.704                              | 3.11                      | 0.780                               |
|      |                   | TG23 |                              |   | 16.65                  | 0.939                              |                           |                                     |
|      |                   | TG68 |                              |   | 23.00                  | 1.409                              |                           |                                     |
|      |                   | TH11 |                              |   | 94.50                  | 0.808                              |                           |                                     |
| (6)  | $\tau E - \tau H$ | TF23 | 32.4                         | 1.14                                    | 8.88                   | 1.617                              | 3.30                      | 0.828                               |
|      |                   | TF78 |                              |   | 11.34                  | 1.552                              |                           |                                     |
|      |                   | TG28 |                              |   | 61.35                  | 1.403                              |                           |                                     |
|      |                   | TH11 |                              |   | 96.00                  | 1.165                              |                           |                                     |
| (9)  | $\tau A - \tau D$ | TB11 | 32.4                         | 1.14                                    | 24.00                  | 0.131                              | 2.80                      | 0.822                               |
| (10) | $\tau A - \tau D$ | TB11 | 32.4                         | 1.14                                    | 24.00                  | 1.065                              | 3.47                      | 1.02                                |
| (11) | $\tau A - \tau D$ | TA11 | 32.4                         | 1.14                                    | 36.01                  | 0.518                              | 2.73                      | 0.799                               |
| (12) | $\tau A - \tau D$ | TA11 | 32.4                         | 1.14                                    | 94.00                  | 0.481                              | 2.88                      | 0.723                               |
|      |                   | TB28 |                              |   | 57.54                  | 0.870                              |                           |                                     |
|      |                   | TC48 |                              |   | 37.33                  | 0.481                              |                           |                                     |
|      |                   | TD23 |                              |   | 7.77                   | 0.892                              |                           |                                     |
| (13) | $\tau A - \tau D$ | TA11 | 32.4                         | 1.14                                    | 96.00                  | 0.740                              | 3.13                      | 0.787                               |
|      |                   | TB28 |                              |   | 49.50                  | 1.472                              |                           |                                     |
|      |                   | TC48 |                              |   | 32.78                  | 1.045                              |                           |                                     |
|      |                   | TD23 |                              |   | 14.43                  | 0.997                              |                           |                                     |
| (14) | $\tau A - \tau D$ | TA11 | 32.4                         | 1.14                                    | 96.00                  | 0.958                              | 3.31                      | 0.831                               |
|      |                   | TB28 |                              |   | 47.73                  | 1.896                              |                           |                                     |
|      |                   | TC28 |                              |   | 37.07                  | 1.464                              |                           |                                     |
|      |                   | TD23 |                              |   | 6.66                   | 2.079                              |                           |                                     |
|      |                   | TD78 |                              |   | 11.34                  | 1.486                              |                           |                                     |

注記\* : 縦軸応力度  $\sigma_v =$  当該部分が支える重量 / 断面積

表 4-17(2) せん断力のスケルトンカーブ ( $\tau - \gamma$  関係, 第 1 折点) (補正後)

(b) EW 方向

| 要素<br>番号 | 部位                               | 壁     | 設計基準<br>強度 $F_c$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | せん断弾性<br>係数 $G$<br>( $\times 10^4$ N/mm <sup>2</sup> ) | 断面積<br>$A_s$<br>(m <sup>2</sup> ) | 縦軸応力度<br>$\sigma_v^*$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_1'$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\gamma_1'$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|----------|----------------------------------|-------|--|--|-----------------------------------|---|-----------------------------------|-------------------------------------|
| (1)      | $\tau 1-\tau 2$                  | T1BG  | 32.4                                     | 1.14   | 15.72                             | 0.128   | 2.63                              | 0.662                               |
| (2)      | $\tau 1-\tau 2$                  | T1BG  | 32.4                                     | 1.14   | 15.72                             | 0.600   | 2.96                              | 0.744                               |
| (3)      | $\tau 1-\tau 2$                  | T1AH  | 32.4                                     | 1.14   | 23.08                             | 0.604   | 2.83                              | 0.710                               |
| (4)      | $\tau 1-\tau 2$                  | T1AH  | 32.4                                     | 1.14   | 58.44                             | 0.537   | 2.82                              | 0.621                               |
|          |                                  | T2GH  | 32.4                                     | 1.14   | 5.92                              | 0.661   |                                   |                                     |
| (5)      | $\tau 1-\tau 2$                  | T1AH  | 32.4                                     | 1.14   | 69.24                             | 0.771   | 2.94                              | 0.646                               |
|          |                                  | T2BH  | 32.4                                     | 1.14   | 52.76                             | 0.758   |                                   |                                     |
| (6)      | $\tau 1-\tau 2$                  | T1AH  | 32.4                                     | 1.14   | 69.24                             | 1.024   | 3.14                              | 0.690                               |
|          |                                  | T2BH  | 32.4                                     | 1.14   | 43.78                             | 1.301   |                                   |                                     |
| (13)     | $\tau 3-\tau 6$<br>( $\tau H$ 側) | T4FH  | 32.4                                     | 1.14   | 22.89                             | 0.563   | 2.79                              | 0.613                               |
|          |                                  | T6GH  | 32.4                                     | 1.14   | 11.88                             | 0.624   |                                   |                                     |
| (14)     | $\tau 3-\tau 6$<br>( $\tau H$ 側) | T3GH  | 32.4                                     | 1.14   | 13.86                             | 0.847   | 3.10                              | 0.681                               |
|          |                                  | T4FH  | 32.4                                     | 1.14   | 14.36                             | 1.380   |                                   |                                     |
|          |                                  | T6GH  | 32.4                                     | 1.14   | 9.90                              | 1.201   |                                   |                                     |
| (15)     | $\tau 3-\tau 6$<br>( $\tau H$ 側) | T3GH  | 32.4                                     | 1.14   | 12.87                             | 1.379   | 3.19                              | 0.700                               |
|          |                                  | T4FH  | 32.4                                     | 1.14   | 18.56                             | 1.373   |                                   |                                     |
|          |                                  | T5GH  | 32.4                                     | 1.14   | 12.64                             | 1.164   |                                   |                                     |
|          |                                  | T6GH  | 32.4                                     | 1.14   | 12.64                             | 1.358   |                                   |                                     |
| (16)     | $\tau 3-\tau 6$<br>( $\tau A$ 側) | T3BC  | 32.4                                     | 1.14   | 8.80                              | 0.836   | 2.81                              | 0.617                               |
|          |                                  | T4BD  | 32.4                                     | 1.14   | 23.19                             | 0.504   |                                   |                                     |
|          |                                  | T5BC  | 32.4                                     | 1.14   | 9.75                              | 0.586   |                                   |                                     |
|          |                                  | T6BC  | 32.4                                     | 1.14   | 13.20                             | 0.697   |                                   |                                     |
| (17)     | $\tau 3-\tau 6$<br>( $\tau A$ 側) | T3BC  | 32.4                                     | 1.14   | 8.80                              | 1.583   | 3.18                              | 0.698                               |
|          |                                  | T4BD  | 32.4                                     | 1.14   | 15.82                             | 1.350   |                                   |                                     |
|          |                                  | T5BC  | 32.4                                     | 1.14   | 8.80                              | 1.333   |                                   |                                     |
|          |                                  | T6BD  | 32.4                                     | 1.14   | 18.00                             | 1.139   |                                   |                                     |
| (18)     | $\tau 3-\tau 6$<br>( $\tau A$ 側) | T3BD  | 32.4                                     | 1.14   | 17.22                             | 1.726   | 3.39                              | 0.744                               |
|          |                                  | T4BD  | 32.4                                     | 1.14   | 14.22                             | 2.275   |                                   |                                     |
|          |                                  | T5BC  | 32.4                                     | 1.14   | 13.20                             | 1.445   |                                   |                                     |
|          |                                  | T6BD  | 32.4                                     | 1.14   | 16.04                             | 1.597   |                                   |                                     |
| (31)     | $\tau 9-\tau 10$                 | T10BG | 32.4                                     | 1.14   | 15.72                             | 0.128   | 2.63                              | 0.662                               |
| (32)     | $\tau 9-\tau 10$                 | T10BG | 32.4                                     | 1.14   | 15.72                             | 0.594   | 2.96                              | 0.743                               |
| (33)     | $\tau 9-\tau 10$                 | T10AH | 32.4                                     | 1.14   | 37.54                             | 0.424   | 2.76                              | 0.694                               |
| (34)     | $\tau 7-\tau 10$                 | T7BC  | 32.4                                     | 1.14   | 13.20                             | 0.730   | 2.87                              | 0.631                               |
|          |                                  | T8BC  | 32.4                                     | 1.14   | 11.00                             | 1.048   |                                   |                                     |
|          |                                  | T10AH | 32.4                                     | 1.14   | 69.24                             | 0.570   |                                   |                                     |
| (35)     | $\tau 7-\tau 10$                 | T7BG  | 32.4                                     | 1.14   | 34.35                             | 1.232   | 3.14                              | 0.691                               |
|          |                                  | T8BG  | 32.4                                     | 1.14   | 34.82                             | 1.593   |                                   |                                     |
|          |                                  | T10AH | 32.4                                     | 1.14   | 69.24                             | 0.896   |                                   |                                     |
| (36)     | $\tau 7-\tau 10$                 | T7BH  | 32.4                                     | 1.14   | 39.25                             | 1.471   | 3.27                              | 0.719                               |
|          |                                  | T8BH  | 32.4                                     | 1.14   | 38.08                             | 1.776   |                                   |                                     |
|          |                                  | T10AH | 32.4                                     | 1.14   | 69.24                             | 1.189   |                                   |                                     |

注記\* : 縦軸応力度  $\sigma_v =$  当該部分が支える重量 / 断面積

(2) 第 2 折点

RC 造耐震壁の補正後の初期剛性が第 3 勾配と交わるため第 2 折点は設定されない。

(3) 終局点

RC 造耐震壁のせん断力のスケルトンカーブの剛性低下による補正後の終局点は表 4-9 で示した補正前の終局点と同じ値である。

4.7 剛性低下による補正後の SRC 造フレームのせん断力のスケルトンカーブの諸数値

(1) 第 1 折点

SRC 造フレームの各要素におけるせん断力のスケルトンカーブの第 1 折点の諸数値を表 4-18 に示す。

表 4-18 せん断力のスケルトンカーブ (Q- $\gamma$  関係, 第 1 折点) (補正後)

(a) EW 方向

| 要素<br>番号 | 部位                | $Q_1'$<br>(kN) | $\gamma_1'$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|----------|-------------------|----------------|-------------------------------------|
| (8)      | $\tau_{3-\tau 4}$ | 18966          | 5.32                                |
| (9)      | $\tau_{3-\tau 4}$ | 18937          | 11.0                                |
| (11)     | $\tau_{3-\tau 4}$ | 18966          | 5.32                                |
| (12)     | $\tau_{3-\tau 4}$ | 18956          | 10.7                                |
| (20)     | $\tau_{5-\tau 6}$ | 19074          | 5.35                                |
| (21)     | $\tau_{5-\tau 6}$ | 19133          | 11.1                                |
| (23)     | $\tau_{5-\tau 6}$ | 19074          | 5.35                                |
| (24)     | $\tau_{5-\tau 6}$ | 19113          | 10.8                                |
| (26)     | $\tau_{7-\tau 8}$ | 18937          | 5.31                                |
| (27)     | $\tau_{7-\tau 8}$ | 18917          | 11.0                                |
| (29)     | $\tau_{7-\tau 8}$ | 18937          | 5.31                                |
| (30)     | $\tau_{7-\tau 8}$ | 19094          | 10.8                                |



(2) 第2折点

SRC造フレームのせん断力のスケルトンカーブの剛性低下による補正後の第2折点は、O.P. 37.8m～O.P. 32.8mでは表4-12で示した補正前の第2折点と同じ値である。O.P. 32.8m～O.P. 24.8mでは、補正後の初期剛性が第3勾配と交わるため第2折点は設定されない。

(3) 終局点

SRC 造フレームのせん断力のスケルトンカーブの剛性低下による補正後の終局点は表 4-13 で示した補正前の終局点と同じ値である。

5. まとめ

5.1 耐震壁部のスケルトンカーブのまとめ

タービン建屋の耐震壁部におけるせん断力のスケルトンカーブの設定について整理した。算出したせん断力のスケルトンカーブの諸数値を表 5-1 に示す。

表 5-1(1) 耐震壁部のせん断力のスケルトンカーブ ( $\tau - \gamma$  関係)

(a) NS 方向

| 要素<br>番号 | 部位                | $\tau_1'$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\gamma_1'$<br>( $\times 10^{-3}$ ) | $\tau_2$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\gamma_2$<br>( $\times 10^{-3}$ ) | $\tau_3$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\gamma_3$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|----------|-------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| (1)      | $\tau E - \tau H$ | 2.80                              | 0.822                               | —                                | —                                  | 5.77                             | 4.00                               |
| (2)      | $\tau E - \tau H$ | 3.47                              | 1.02                                | —                                | —                                  | 6.49                             | 4.00                               |
| (3)      | $\tau E - \tau H$ | 2.76                              | 0.810                               | —                                | —                                  | 5.86                             | 4.00                               |
| (4)      | $\tau E - \tau H$ | 2.95                              | 0.740                               | —                                | —                                  | 5.07                             | 4.00                               |
| (5)      | $\tau E - \tau H$ | 3.11                              | 0.780                               | —                                | —                                  | 5.57                             | 4.00                               |
| (6)      | $\tau E - \tau H$ | 3.30                              | 0.828                               | —                                | —                                  | 5.36                             | 4.00                               |
| (9)      | $\tau A - \tau D$ | 2.80                              | 0.822                               | —                                | —                                  | 5.77                             | 4.00                               |
| (10)     | $\tau A - \tau D$ | 3.47                              | 1.02                                | —                                | —                                  | 6.49                             | 4.00                               |
| (11)     | $\tau A - \tau D$ | 2.73                              | 0.799                               | —                                | —                                  | 5.81                             | 4.00                               |
| (12)     | $\tau A - \tau D$ | 2.88                              | 0.723                               | —                                | —                                  | 4.60                             | 4.00                               |
| (13)     | $\tau A - \tau D$ | 3.13                              | 0.787                               | —                                | —                                  | 5.24                             | 4.00                               |
| (14)     | $\tau A - \tau D$ | 3.31                              | 0.831                               | —                                | —                                  | 5.26                             | 4.00                               |

表 5-1(2) 耐震壁部のせん断力のスケルトンカーブ ( $\tau - \gamma$  関係)

(b) EW 方向

| 要素<br>番号 | 部位                            | $\tau_1'$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\gamma_1'$<br>( $\times 10^{-3}$ ) | $\tau_2$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\gamma_2$<br>( $\times 10^{-3}$ ) | $\tau_3$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\gamma_3$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|----------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| (1)      | $\tau_1-\tau_2$               | 2.63                              | 0.662                               | —                                | —                                  | 5.95                             | 4.00                               |
| (2)      | $\tau_1-\tau_2$               | 2.96                              | 0.744                               | —                                | —                                  | 6.44                             | 4.00                               |
| (3)      | $\tau_1-\tau_2$               | 2.83                              | 0.710                               | —                                | —                                  | 6.44                             | 4.00                               |
| (4)      | $\tau_1-\tau_2$               | 2.82                              | 0.621                               | —                                | —                                  | 5.88                             | 4.00                               |
| (5)      | $\tau_1-\tau_2$               | 2.94                              | 0.646                               | —                                | —                                  | 5.44                             | 4.00                               |
| (6)      | $\tau_1-\tau_2$               | 3.14                              | 0.690                               | —                                | —                                  | 5.60                             | 4.00                               |
| (13)     | $\tau_3-\tau_6$ ( $\tau_H$ 側) | 2.79                              | 0.613                               | —                                | —                                  | 3.85                             | 4.00                               |
| (14)     | $\tau_3-\tau_6$ ( $\tau_H$ 側) | 3.10                              | 0.681                               | —                                | —                                  | 3.86                             | 4.00                               |
| (15)     | $\tau_3-\tau_6$ ( $\tau_H$ 側) | 3.19                              | 0.700                               | —                                | —                                  | 3.62                             | 4.00                               |
| (16)     | $\tau_3-\tau_6$ ( $\tau_A$ 側) | 2.81                              | 0.617                               | —                                | —                                  | 3.52                             | 4.00                               |
| (17)     | $\tau_3-\tau_6$ ( $\tau_A$ 側) | 3.18                              | 0.698                               | —                                | —                                  | 3.52                             | 4.00                               |
| (18)     | $\tau_3-\tau_6$ ( $\tau_A$ 側) | 3.39                              | 0.744                               | —                                | —                                  | 3.42                             | 4.00                               |
| (31)     | $\tau_9-\tau_{10}$            | 2.63                              | 0.662                               | —                                | —                                  | 5.95                             | 4.00                               |
| (32)     | $\tau_9-\tau_{10}$            | 2.96                              | 0.743                               | —                                | —                                  | 6.43                             | 4.00                               |
| (33)     | $\tau_9-\tau_{10}$            | 2.76                              | 0.694                               | —                                | —                                  | 6.01                             | 4.00                               |
| (34)     | $\tau_7-\tau_{10}$            | 2.87                              | 0.631                               | —                                | —                                  | 5.49                             | 4.00                               |
| (35)     | $\tau_7-\tau_{10}$            | 3.14                              | 0.691                               | —                                | —                                  | 5.33                             | 4.00                               |
| (36)     | $\tau_7-\tau_{10}$            | 3.27                              | 0.719                               | —                                | —                                  | 5.19                             | 4.00                               |

## 5.2 SRC 造フレームのスケルトンカーブのまとめ

タービン建屋の SRC 造フレームにおけるせん断力のスケルトンカーブの設定について整理した。算出したせん断力のスケルトンカーブの諸数値を表 5-2 に示す。

表 5-2 SRC 造フレームのせん断力のスケルトンカーブ (Q -  $\gamma$  関係)

EW 方向

| 要素<br>番号 | 部位              | 構造  | $Q_1'$<br>(kN) | $\gamma_1'$<br>( $\times 10^{-3}$ ) | $Q_2$<br>(kN) | $\gamma_2$<br>( $\times 10^{-3}$ ) | $Q_3$<br>(kN) | $\gamma_3$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|----------|-----------------|-----|----------------|-------------------------------------|---------------|------------------------------------|---------------|------------------------------------|
| (8)      | $\tau 3-\tau 4$ | SRC | 18966          | 5.32                                | 26409         | 15.0                               | 26644         | 20.0                               |
| (9)      | $\tau 3-\tau 4$ | SRC | 18937          | 11.0                                | —             | —                                  | 20182         | 20.0                               |
| (11)     | $\tau 3-\tau 4$ | SRC | 18966          | 5.32                                | 26409         | 15.0                               | 26644         | 20.0                               |
| (12)     | $\tau 3-\tau 4$ | SRC | 18956          | 10.7                                | —             | —                                  | 20077         | 19.0                               |
| (20)     | $\tau 5-\tau 6$ | SRC | 19074          | 5.35                                | 26498         | 15.0                               | 26720         | 20.0                               |
| (21)     | $\tau 5-\tau 6$ | SRC | 19133          | 11.1                                | —             | —                                  | 20429         | 20.0                               |
| (23)     | $\tau 5-\tau 6$ | SRC | 19074          | 5.35                                | 26498         | 15.0                               | 26720         | 20.0                               |
| (24)     | $\tau 5-\tau 6$ | SRC | 19113          | 10.8                                | —             | —                                  | 20409         | 20.0                               |
| (26)     | $\tau 7-\tau 8$ | SRC | 18937          | 5.31                                | 26390         | 15.0                               | 26618         | 20.0                               |
| (27)     | $\tau 7-\tau 8$ | SRC | 18917          | 11.0                                | —             | —                                  | 20154         | 20.0                               |
| (29)     | $\tau 7-\tau 8$ | SRC | 18937          | 5.31                                | 26390         | 15.0                               | 26618         | 20.0                               |
| (30)     | $\tau 7-\tau 8$ | SRC | 19094          | 10.8                                | —             | —                                  | 20393         | 20.0                               |

### 5.3 S造フレームのスケルトンカーブのまとめ

タービン建屋のS造フレームにおけるせん断力のスケルトンカーブの設定について整理した。算出したせん断力のスケルトンカーブの諸数値を表5-3に示す。

表5-3 S造フレームのせん断力のスケルトンカーブ (Q- $\gamma$ 関係)

EW方向

| 要素番号 | 部位    | 構造 | Q <sub>1</sub><br>(kN) | $\gamma_1$<br>( $\times 10^{-3}$ ) | Q <sub>2</sub><br>(kN) | $\gamma_2$<br>( $\times 10^{-3}$ ) | Q <sub>3</sub><br>(kN) | $\gamma_3$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|------|-------|----|------------------------|------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------|------------------------------------|
| (7)  | r3-r4 | S  | 5658                   | 3.30                               | 7639                   | 7.82                               | 7645                   | 20.0                               |
| (10) | r3-r4 | S  | 5658                   | 3.30                               | 7639                   | 7.82                               | 7645                   | 20.0                               |
| (19) | r5-r6 | S  | 5658                   | 3.30                               | 7639                   | 7.82                               | 7645                   | 20.0                               |
| (22) | r5-r6 | S  | 5658                   | 3.30                               | 7639                   | 7.82                               | 7645                   | 20.0                               |
| (25) | r7-r8 | S  | 5658                   | 3.30                               | 7639                   | 7.82                               | 7645                   | 20.0                               |
| (28) | r7-r8 | S  | 5658                   | 3.30                               | 7639                   | 7.82                               | 7645                   | 20.0                               |

別紙 3-1 タービン建屋のフレーム部の構造詳細

## 目次

1. タービン建屋のフレーム部の構造詳細..... 別紙 3-1-1



## 1. タービン建屋のフレーム部の構造詳細

タービン建屋の地震応答解析モデルにおける等価せん断スケルトンの設定にあたっては、鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造のフレームの非線形特性を考慮した静的漸増解析を実施している。

本資料は、タービン建屋のフレーム部の構造詳細について、T5通りを代表構面として部材断面を説明するものである。タービン建屋 T5通り構面の概略断面図を図3-1、断面詳細図を図3-2に示す。

T5通り構面の O. P. 24. 8m より上部をフレーム部として扱っている。

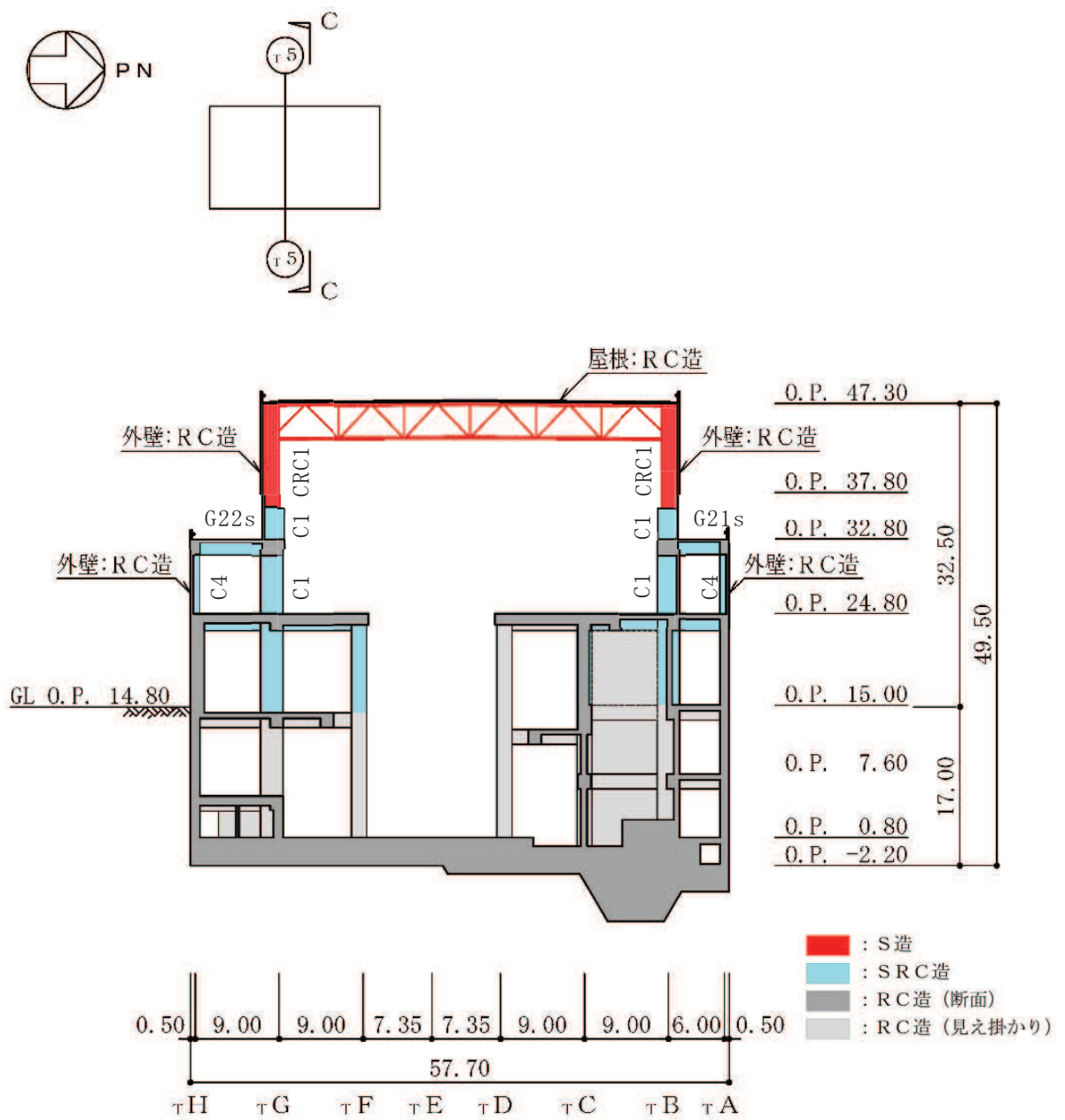


図 3-1 タービン建屋の概略断面図 (T5 通り)

|       |        |      |                   |                   |                   |
|-------|--------|------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 大梁の断面 | 3<br>階 | 符号   | G21s              |                   |                   |
|       |        | 位置   | TA,TH端            | 中央                | TB,TG端            |
|       |        |      |                   |                   |                   |
|       |        | 鉄骨   | BH-1300×500×28×40 |                   | BH-1300×700×28×40 |
|       |        | 上端筋  | 8-D38             | 8-D38             | 8-D38             |
|       |        | 下端筋  | 8-D38             | 8-D38             | 8-D38             |
|       |        | あばら筋 | 2-D16@200         |                   |                   |
|       |        |      | G22s              |                   |                   |
|       |        |      | TB端               | 中央                | TA端               |
|       |        |      |                   |                   |                   |
|       |        | 鉄骨   | BH-1300×700×28×40 | BH-1300×500×28×40 |                   |
|       |        | 上端筋  | 8-D38             | 8-D38             | 8-D38             |
|       |        | 下端筋  | 14-D38            | 14-D38            | 8-D38             |
|       |        | あばら筋 | 2-D16@200         |                   |                   |

注：3階の大梁はO.P.32.80mに位置する。

図3-2(1) タービン建屋の断面詳細図 (T5通り) (1/2)

|      |     |                   |                   |         |
|------|-----|-------------------|-------------------|---------|
| 柱の断面 | 2階  | 符号                | C1                | C4      |
|      |     | 位置                | 全断面               | 全断面     |
|      |     | 断面                |                   |         |
|      |     | 主筋                | 28-D38            | 20-D38  |
|      |     | 帯筋                | D19@200           | D16@200 |
|      | 鉄骨  | BH-1700×700×28×40 | BH-500×500×19×32  |         |
|      | 3階  | 符号                | C1                |         |
|      |     | 位置                | 全断面               |         |
|      |     | 断面                |                   |         |
|      |     | 主筋                | 28-D38            |         |
|      | 帯筋  | D19@200           |                   |         |
|      | 鉄骨  | BH-1700×700×28×40 |                   |         |
|      | CR階 | 符号                | CR C1             |         |
|      |     | 断面                |                   |         |
|      |     | 主材                | BH-1700×700×28×40 |         |

注：2階は O.P. 32.80m～O.P. 24.80m，3階は O.P. 37.8m0～O.P. 32.80m，CR階は O.P. 47.30m～O.P. 37.80m である。

図 3-2(2) タービン建屋の断面詳細図 (T5 通り) (2/2)

別紙 6 タービン建屋の弾性設計用地震動  $S_d$  に対する地震応答解析結果

## 目次

|                   |         |
|-------------------|---------|
| 1. 概要.....        | 別紙 6- 1 |
| 2. 評価に用いる地震波..... | 別紙 6- 5 |
| 3. 解析結果.....      | 別紙 6-13 |
| 3.1 地震応答解析結果..... | 別紙 6-13 |

## 1. 概要

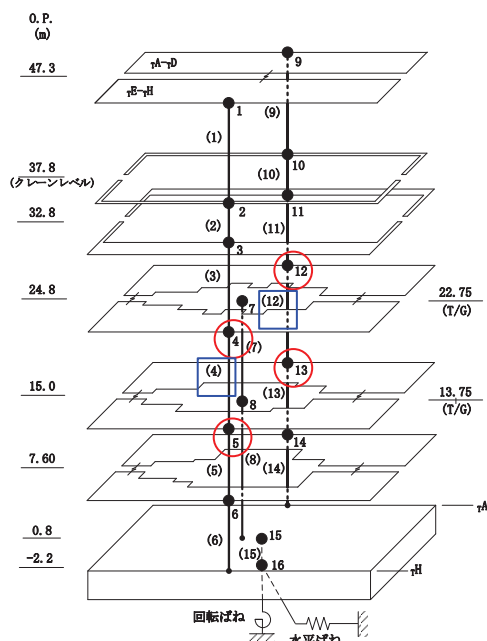
本資料は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に基づきタービン建屋の機能維持エリアの弾性設計用地震動  $S_d$  による地震応答解析結果を示すものである。図 1-1 に示すタービン建屋の地震応答解析モデル図中に機能維持評価に用いる応答値の算出箇所を示す。

なお、本資料で用いる地震応答解析モデル、解析方法及び解析条件は添付書類「VI-2-11-2-3 タービン建屋の耐震性についての計算書」に準じるものとする。弾性設計用地震動  $S_d$  に対する材料物性の不確かさを考慮する地震応答解析ケースを表 1-1 に示す。

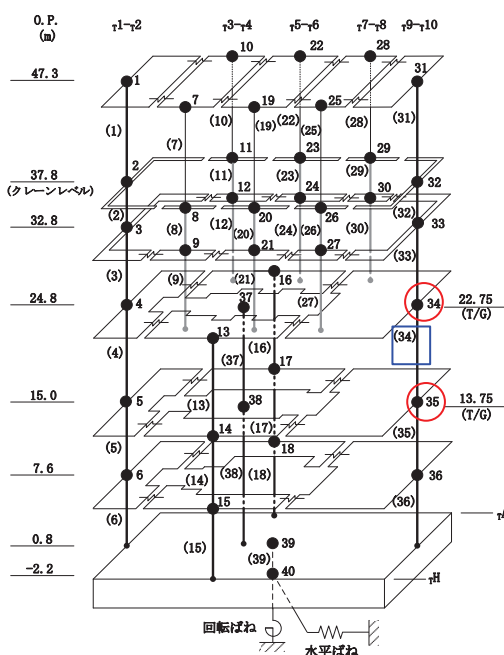
表 1-1 材料物性の不確かさを考慮する地震応答解析ケース

| 対象地震動                                   | ケース名            | スケルトンカーブ   |      | 建屋材料減衰           | 地盤物性  |                 |
|---|-----------------|--|------|------------------|---|-----------------|
|   |                 | 初期剛性   | 終局耐力 |                  | 入力地震動   | 底面地盤ばね          |
| 弾性設計用<br>地震動 S <sub>d</sub><br>(水平, 鉛直) | ケース1<br>(基本ケース) | 2011年3月11日東北地方<br>太平洋沖地震の観測記録を<br>用いたシミュレーション解<br>析により補正 | —    | 5%<br>(水平, 鉛直とも) | (水平) 表層上部: 非線形性を考慮<br>表層下部: Vs900m/s<br>(鉛直) 直接入力     | 標準地盤            |
|   | ケース2            | 同上   | —    | 同上               | (水平) 表層上部: 非線形性を考慮<br>表層下部: Vs900+100m/s<br>(鉛直) 直接入力 | 標準地盤 + $\sigma$ |
|   | ケース3            | 同上   | —    | 同上               | (水平) 表層上部: 非線形性を考慮<br>表層下部: Vs900-100m/s<br>(鉛直) 直接入力 | 標準地盤 - $\sigma$ |





(a) NS 方向

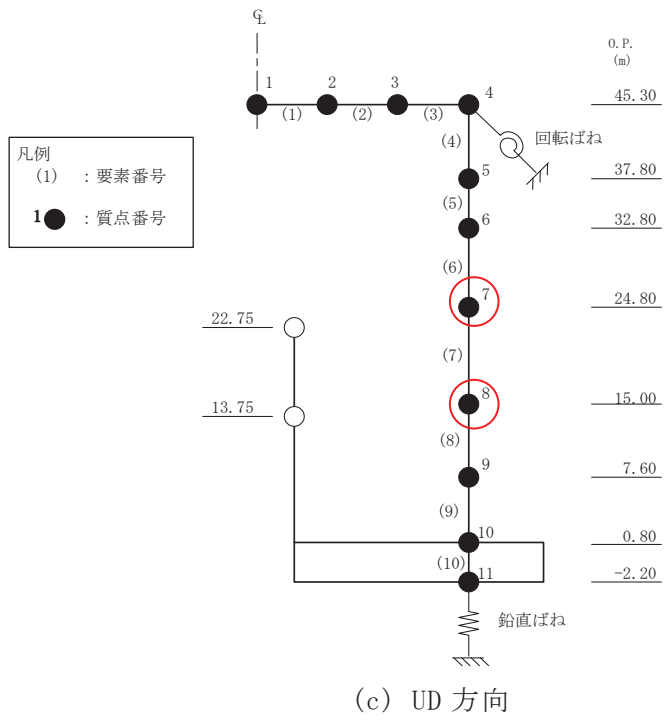


(b) EW 方向

注記：○最大応答加速度を記載する質点

□最大せん断ひずみを記載する要素

図 1-1(1) タービン建屋の地震応答解析モデル (1/2)



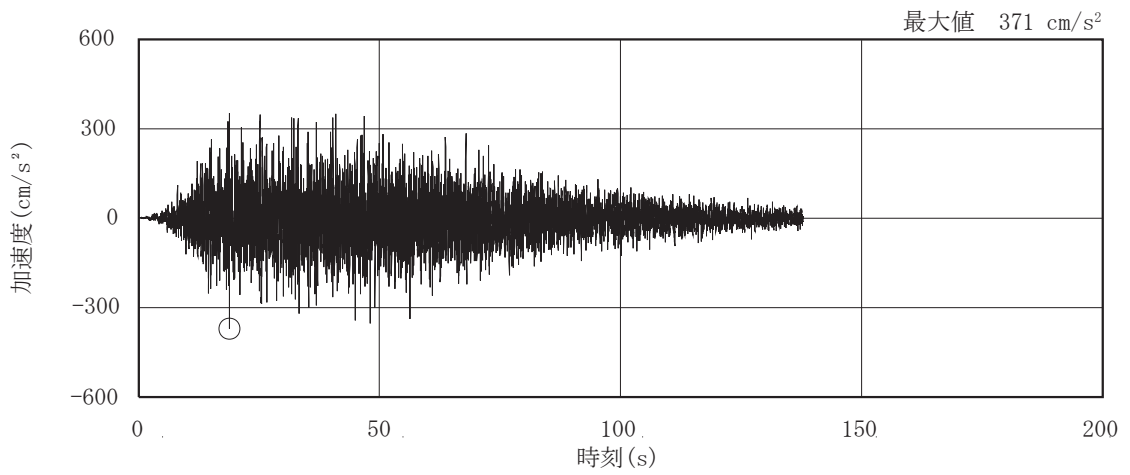
注記：○最大加速度応答を記載する質点

図 1-1(2) タービン建屋の地震応答解析モデル (2/2)

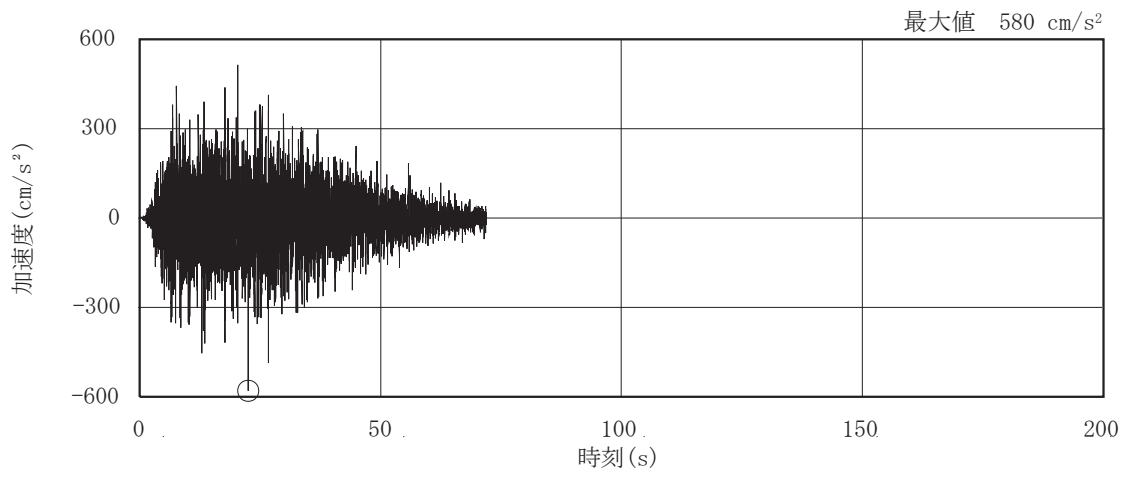
## 2. 評価に用いる地震波

タービン建屋の地震応答解析に用いる地震波は，添付書類「VI-2-1-2 基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  の策定概要」に示す解放基盤表面レベルに想定する地震波のうち，弾性設計用地震動  $S_d$  とする。

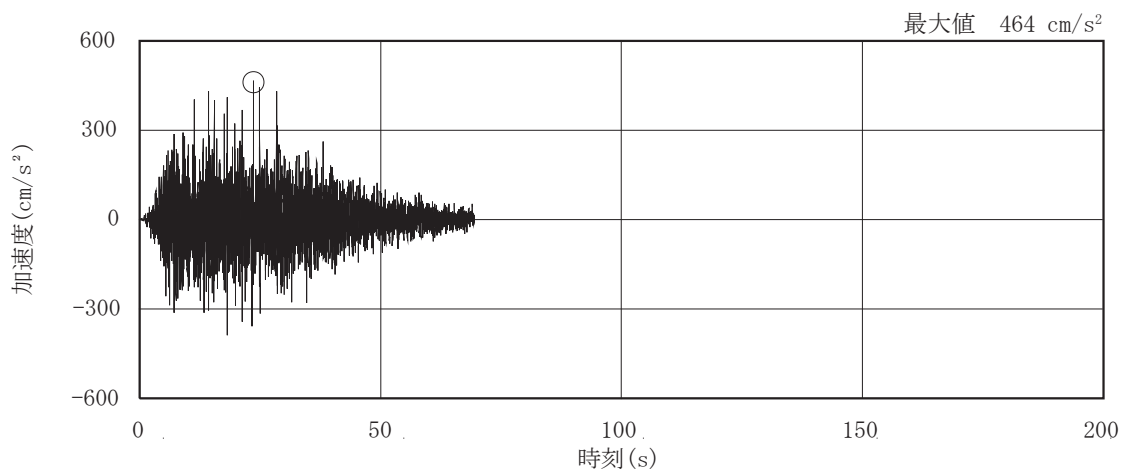
弾性設計用地震動  $S_d$  の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを，図 2-1 及び図 2-2 に示す。



(a) S d - D 1

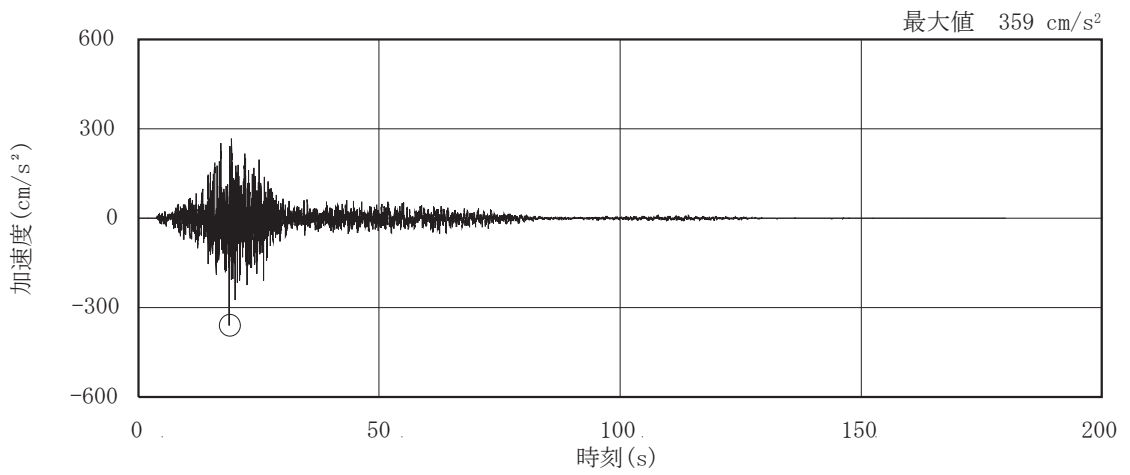


(b) S d - D 2

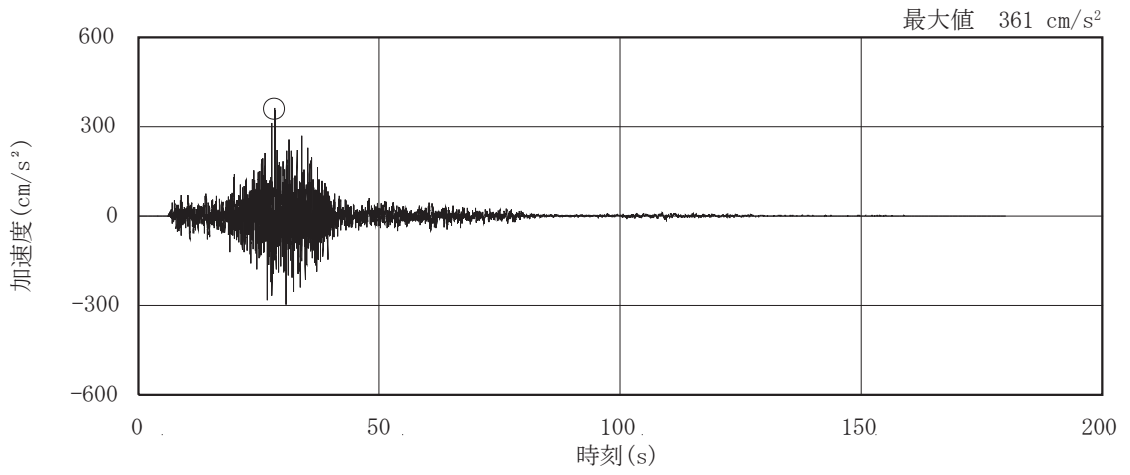


(c) S d - D 3

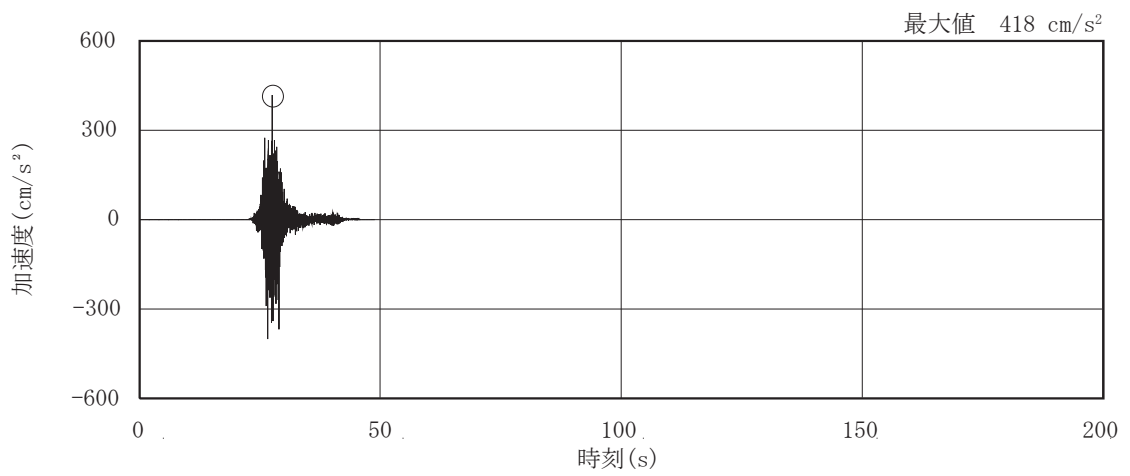
図 2-1(1) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, 水平方向) (1/3)



(d) S d - F 1

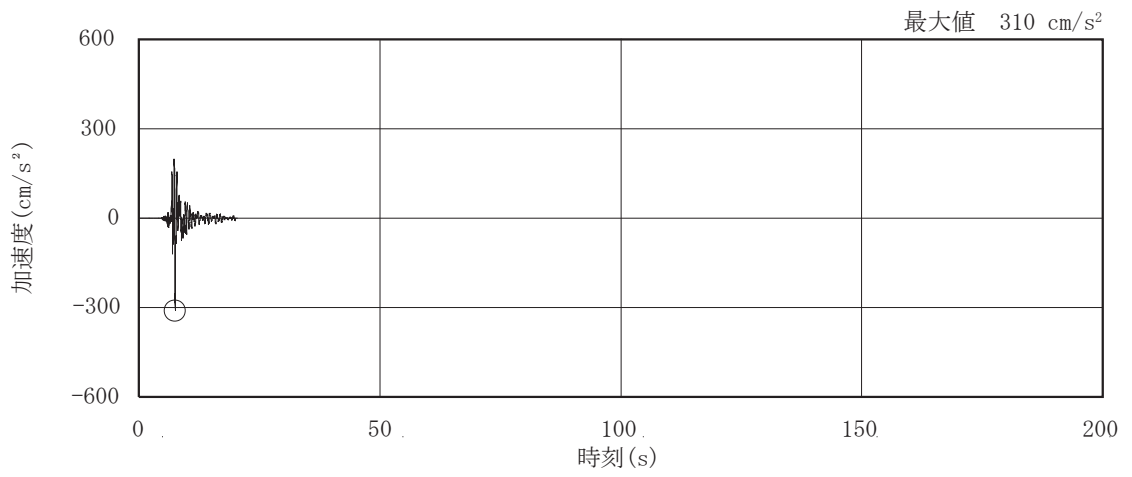


(e) S d - F 2



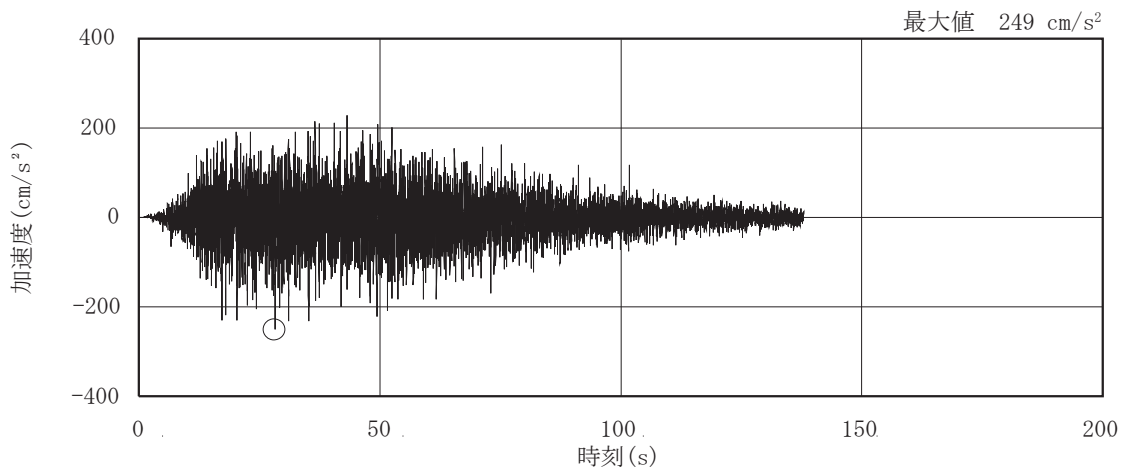
(f) S d - F 3

図 2-1(2) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, 水平方向) (2/3)

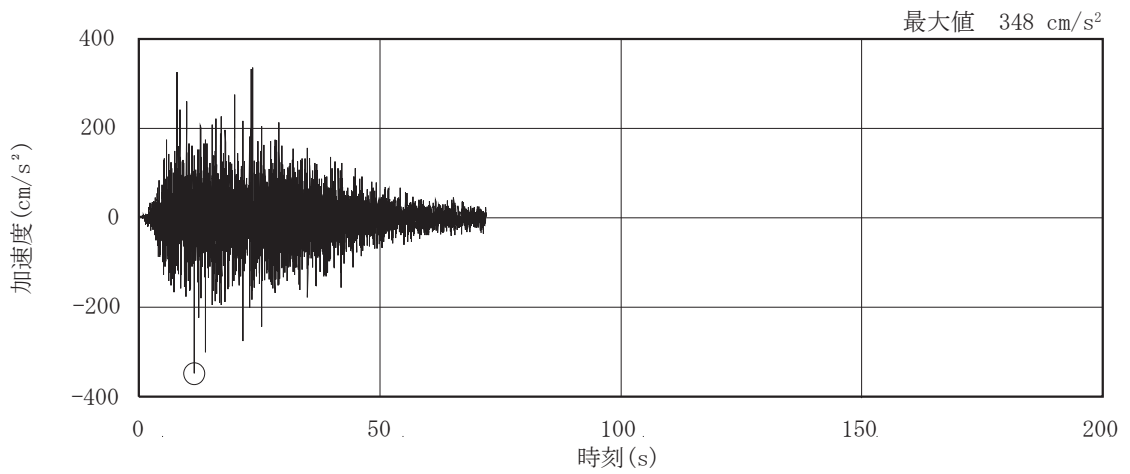


(g) S d - N 1

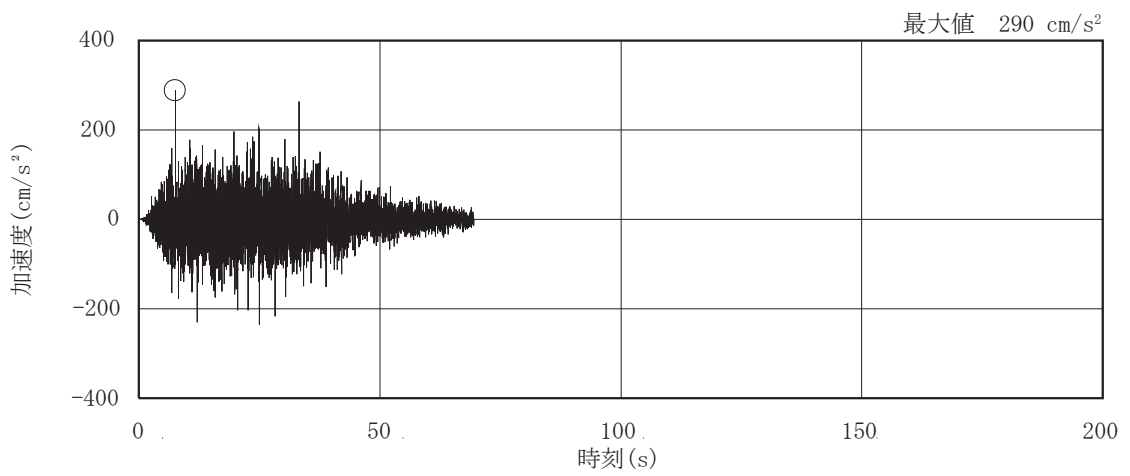
図 2-1(3) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, 水平方向) (3/3)



(a) S d - D 1

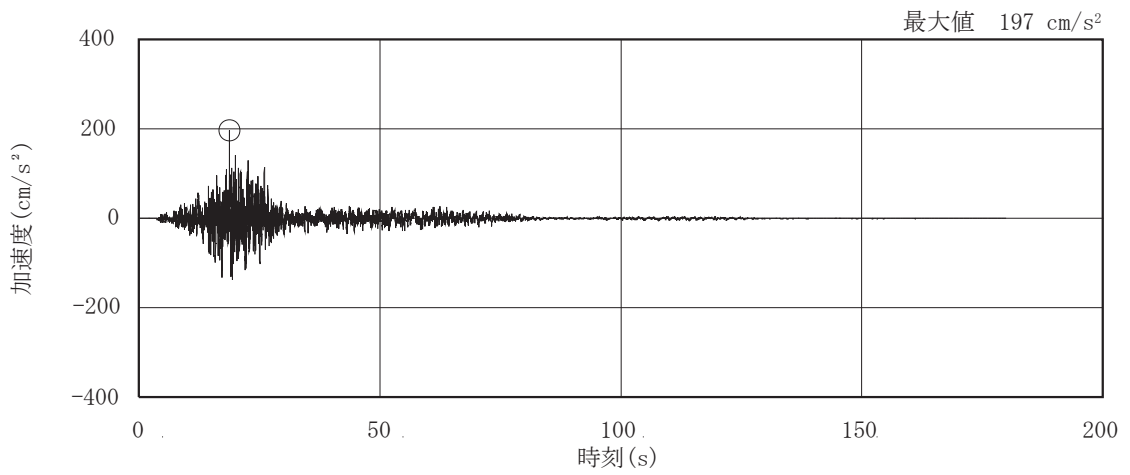


(b) S d - D 2

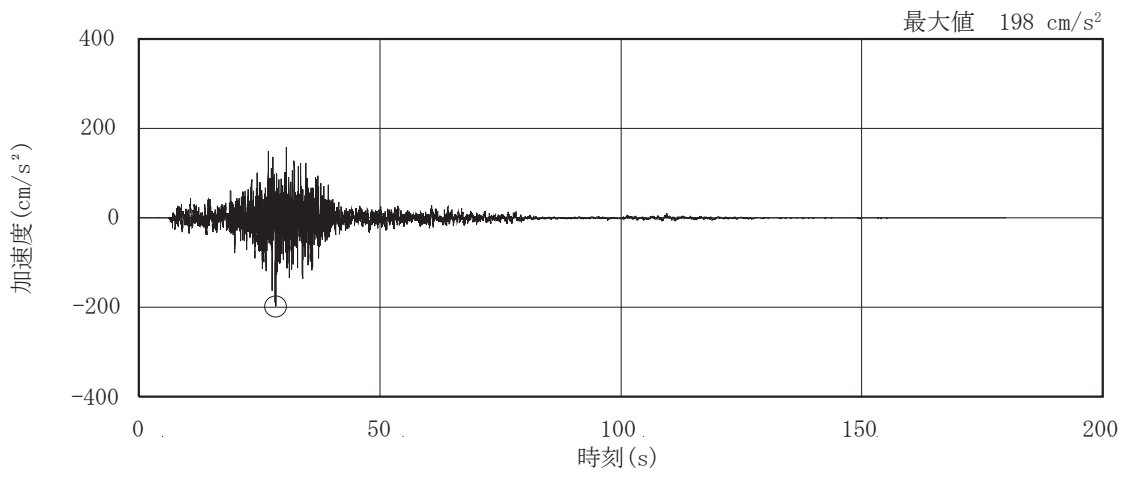


(c) S d - D 3

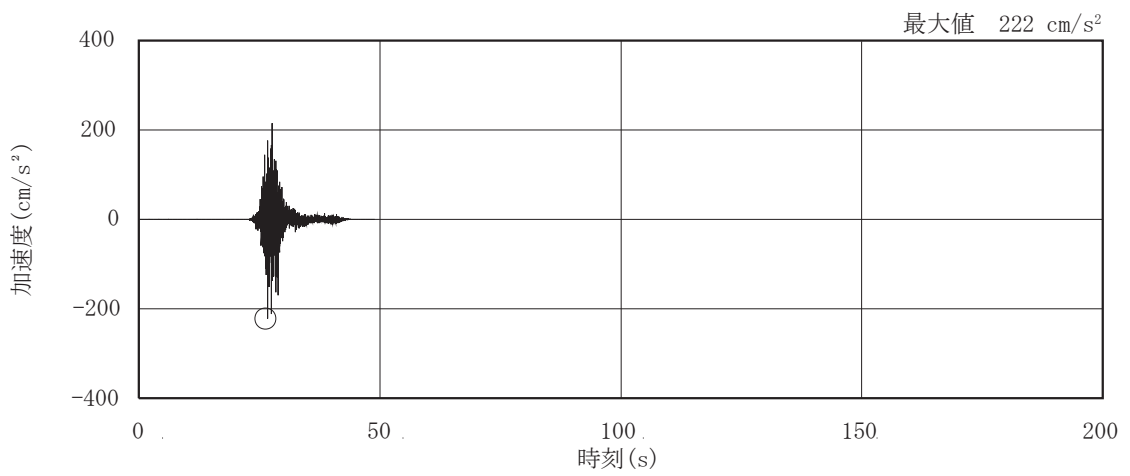
図 2-1(4) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, 鉛直方向) (1/3)



(d) S d - F 1



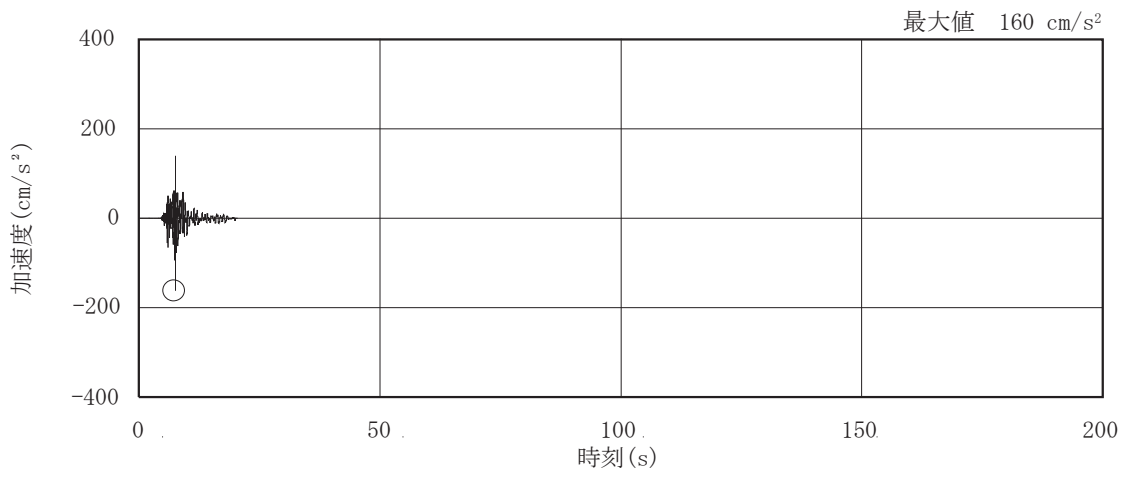
(e) S d - F 2



(f) S d - F 3

図 2-1(5) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, 鉛直方向) (2/3)





(g) S d - N 1

图 2-1(6) 加速度時刻歴波形 (弹性設計用地震動 S d, 鉛直方向) (3/3)

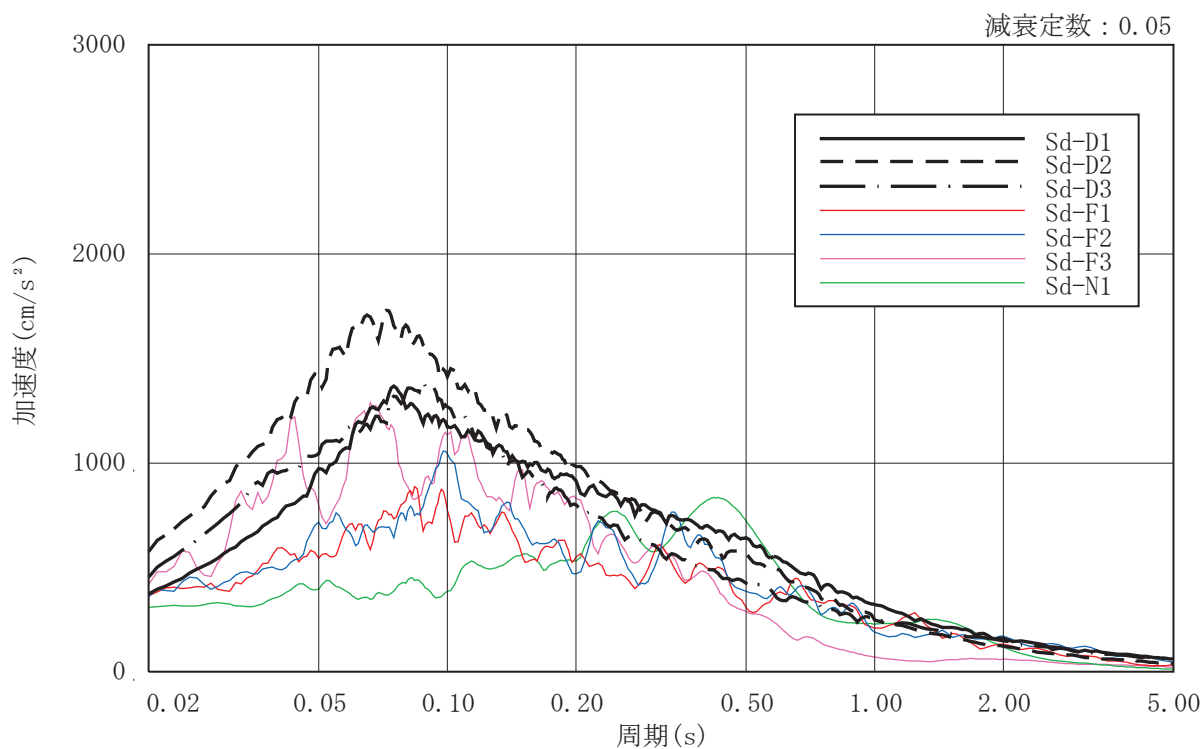


図 2-2(1) 加速度応答スペクトル (弾性設計用地震動 S d , 水平方向)

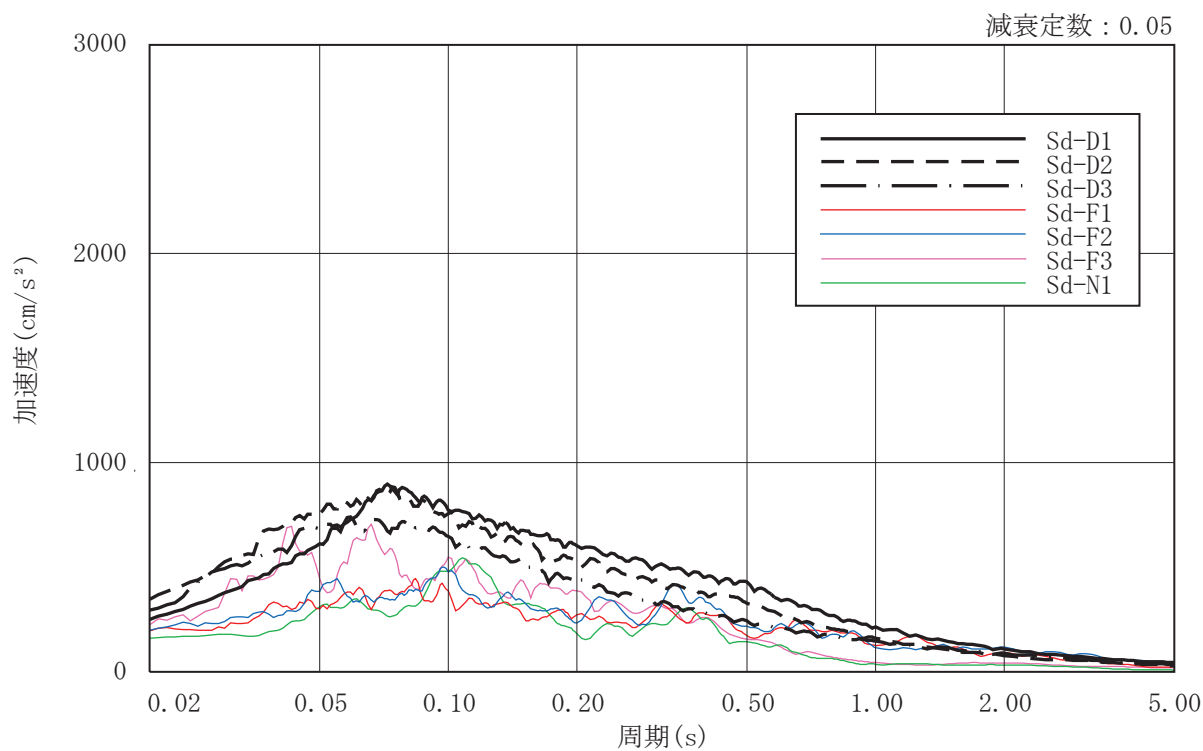


図 2-2(2) 加速度応答スペクトル (弾性設計用地震動 S d , 鉛直方向)

### 3. 解析結果

#### 3.1 地震応答解析結果

弾性設計用地震動 S d に対する最大応答加速度を表 3-1 に示し、最大応答せん断ひずみを表 3-2 に示す。なお、最大応答せん断ひずみの最大値は、ケース 1 (基本ケース) においては  $0.460 \times 10^{-3}$  (要素番号(34), EW 方向, S d - D 1), 材料物性の不確かさを考慮したケースにおいては最大で  $0.463 \times 10^{-3}$  (要素番号(34), EW 方向, ケース 2, S d - D 1) であり、いずれの場合においても機能維持の許容限界 ( $2.0 \times 10^{-3}$ ) を超えないことを確認した。

表 3-1(1) 最大応答加速度 (NS 方向) (1/3)

(a) S d - D 1

(単位 :  $\text{cm/s}^2$ )

| ケース<br>質点 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| 4         | 715              | 718   | 708   |
| 5         | 502              | 514   | 497   |
| 12        | 700              | 713   | 682   |
| 13        | 570              | 582   | 555   |

(b) S d - D 2

(単位 :  $\text{cm/s}^2$ )

| ケース<br>質点 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| 4         | 828              | 833   | 827   |
| 5         | 625              | 628   | 625   |
| 12        | 780              | 786   | 779   |
| 13        | 635              | 641   | 634   |

(c) S d - D 3

(単位 :  $\text{cm/s}^2$ )

| ケース<br>質点 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| 4         | 655              | 671   | 638   |
| 5         | 463              | 468   | 455   |
| 12        | 695              | 710   | 678   |
| 13        | 530              | 535   | 521   |

表 3-1(2) 最大応答加速度 (NS 方向) (2/3)

(d) S d - F 1

(単位 :  $\text{cm/s}^2$ )

| ケース<br>質点 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| 4         | 429              | 437   | 424   |
| 5         | 426              | 430   | 417   |
| 12        | 448              | 457   | 439   |
| 13        | 444              | 449   | 435   |

(e) S d - F 2

(単位 :  $\text{cm/s}^2$ )

| ケース<br>質点 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| 4         | 580              | 587   | 571   |
| 5         | 504              | 513   | 496   |
| 12        | 680              | 697   | 669   |
| 13        | 584              | 598   | 568   |

(f) S d - F 3

(単位 :  $\text{cm/s}^2$ )

| ケース<br>質点 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| 4         | 600              | 617   | 579   |
| 5         | 516              | 520   | 515   |
| 12        | 599              | 601   | 599   |
| 13        | 573              | 582   | 568   |

表 3-1(3) 最大応答加速度 (NS 方向) (3/3)

(g) S d - N 1

(単位 :  $\text{cm/s}^2$ )

| ケース<br>質点 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| 4         | 683              | 693   | 667   |
| 5         | 568              | 571   | 565   |
| 12        | 703              | 713   | 688   |
| 13        | 594              | 598   | 590   |

表 3-1(4) 最大応答加速度 (EW 方向) (1/2)

(a) S d - D 1

(単位 :  $\text{cm/s}^2$ )

| ケース<br>質点 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| 34        | 811              | 817   | 805   |
| 35        | 586              | 601   | 567   |

(b) S d - D 2

(単位 :  $\text{cm/s}^2$ )

| ケース<br>質点 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| 34        | 802              | 814   | 786   |
| 35        | 698              | 711   | 686   |

(c) S d - D 3

(単位 :  $\text{cm/s}^2$ )

| ケース<br>質点 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| 34        | 663              | 675   | 651   |
| 35        | 525              | 542   | 504   |

(d) S d - F 1

(単位 :  $\text{cm/s}^2$ )

| ケース<br>質点 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| 34        | 521              | 522   | 519   |
| 35        | 340              | 339   | 340   |

表 3-1(5) 最大応答加速度 (EW 方向) (2/2)

(e) S d - F 2

(単位 :  $\text{cm/s}^2$ )

| ケース<br>質点 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| 34        | 620              | 619   | 621   |
| 35        | 470              | 466   | 476   |

(f) S d - F 3

(単位 :  $\text{cm/s}^2$ )

| ケース<br>質点 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| 34        | 620              | 624   | 616   |
| 35        | 503              | 516   | 486   |

(g) S d - N 1

(単位 :  $\text{cm/s}^2$ )

| ケース<br>質点 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| 34        | 561              | 563   | 558   |
| 35        | 454              | 461   | 449   |



表 3-1(6) 最大応答加速度 (UD 方向) (1/2)

(a) S d - D 1

(単位 :  $\text{cm/s}^2$ )

| ケース<br>質点 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| 34        | 655              | 673   | 634   |
| 35        | 525              | 539   | 510   |

(b) S d - D 2

(単位 :  $\text{cm/s}^2$ )

| ケース<br>質点 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| 34        | 692              | 711   | 672   |
| 35        | 528              | 539   | 517   |

(c) S d - D 3

(単位 :  $\text{cm/s}^2$ )

| ケース<br>質点 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| 34        | 633              | 649   | 615   |
| 35        | 472              | 483   | 459   |

(d) S d - F 1

(単位 :  $\text{cm/s}^2$ )

| ケース<br>質点 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| 34        | 313              | 318   | 307   |
| 35        | 262              | 266   | 257   |

表 3-1(7) 最大応答加速度 (UD 方向) (2/2)

(e) S d - F 2

(単位 :  $\text{cm/s}^2$ )

| ケース<br>質点 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| 34        | 350              | 354   | 346   |
| 35        | 285              | 288   | 282   |

(f) S d - F 3

(単位 :  $\text{cm/s}^2$ )

| ケース<br>質点 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| 34        | 496              | 509   | 482   |
| 35        | 397              | 407   | 386   |

(g) S d - N 1

(単位 :  $\text{cm/s}^2$ )

| ケース<br>質点 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| 34        | 332              | 336   | 327   |
| 35        | 268              | 271   | 265   |

表 3-2(1) 最大応答せん断ひずみ (NS 方向) (1/2)

(a) S d - D 1

(単位 :  $\times 10^{-3}$ )

| ケース<br>要素 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| (4)       | 0.295            | 0.302 | 0.286 |
| (12)      | 0.249            | 0.255 | 0.240 |

(b) S d - D 2

(単位 :  $\times 10^{-3}$ )

| ケース<br>要素 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| (4)       | 0.297            | 0.307 | 0.285 |
| (12)      | 0.253            | 0.263 | 0.240 |

(c) S d - D 3

(単位 :  $\times 10^{-3}$ )

| ケース<br>要素 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| (4)       | 0.258            | 0.264 | 0.249 |
| (12)      | 0.215            | 0.221 | 0.208 |

(d) S d - F 1

(単位 :  $\times 10^{-3}$ )

| ケース<br>要素 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| (4)       | 0.186            | 0.188 | 0.182 |
| (12)      | 0.159            | 0.161 | 0.157 |

表 3-2(2) 最大応答せん断ひずみ (NS 方向) (2/2)

(e) S d - F 2

(単位 :  $\times 10^{-3}$ )

| ケース<br>要素 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| (4)       | 0.238            | 0.245 | 0.230 |
| (12)      | 0.217            | 0.223 | 0.209 |

(f) S d - F 3

(単位 :  $\times 10^{-3}$ )

| ケース<br>要素 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| (4)       | 0.249            | 0.252 | 0.244 |
| (12)      | 0.200            | 0.203 | 0.195 |

(g) S d - N 1

(単位 :  $\times 10^{-3}$ )

| ケース<br>要素 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| (4)       | 0.282            | 0.284 | 0.279 |
| (12)      | 0.249            | 0.250 | 0.246 |

表 3-2(3) 最大応答せん断ひずみ (EW 方向) (1/2)

(a) S d - D 1

(単位 :  $\times 10^{-3}$ )

| ケース<br>要素 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| (34)      | 0.460            | 0.463 | 0.457 |

(b) S d - D 2

(単位 :  $\times 10^{-3}$ )

| ケース<br>要素 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| (34)      | 0.443            | 0.450 | 0.433 |

(c) S d - D 3

(単位 :  $\times 10^{-3}$ )

| ケース<br>要素 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| (34)      | 0.334            | 0.336 | 0.329 |

(d) S d - F 1

(単位 :  $\times 10^{-3}$ )

| ケース<br>要素 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| (34)      | 0.276            | 0.275 | 0.277 |

(e) S d - F 2

(単位 :  $\times 10^{-3}$ )

| ケース<br>要素 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| (34)      | 0.285            | 0.284 | 0.288 |

表 3-2(4) 最大応答せん断ひずみ (EW 方向) (2/2)

(f) S d - F 3

(単位 :  $\times 10^{-3}$ )

| ケース<br>要素 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| (34)      | 0.325            | 0.325 | 0.324 |

(g) S d - N 1

(単位 :  $\times 10^{-3}$ )

| ケース<br>要素 | ケース 1<br>(基本ケース) | ケース 2 | ケース 3 |
|-----------|------------------|-------|-------|
| (34)      | 0.326            | 0.329 | 0.322 |

別紙 7 床ばねの諸元及び非線形性を考慮した解析

## 目 次

|                               |        |
|-------------------------------|--------|
| 1. 概要.....                    | 別紙 7-1 |
| 1.1 床ばねの諸元について.....           | 別紙 7-1 |
| 1.2 床ばねの応答結果.....             | 別紙 7-4 |
| 2. 床ばねを非線形ばねとした場合の検討.....     | 別紙 7-6 |
| 2.1 概要.....                   | 別紙 7-6 |
| 2.2 検討に用いる地震波及び地震応答解析モデル..... | 別紙 7-6 |
| 2.3 非線形特性の設定.....             | 別紙 7-6 |
| 2.4 床ばねを非線形ばねとした場合の解析結果.....  | 別紙 7-8 |

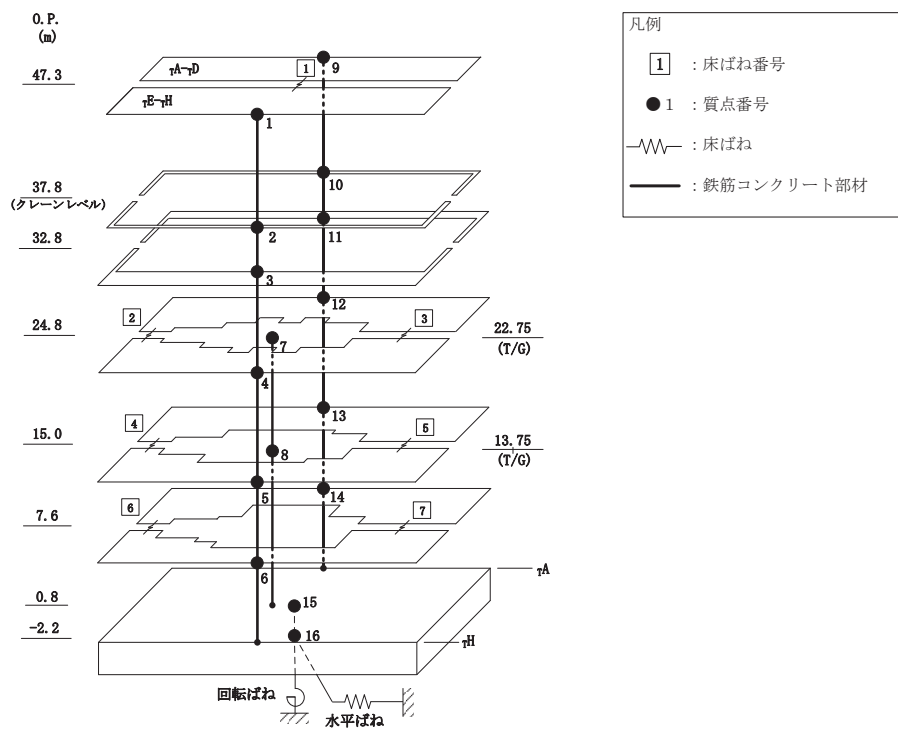


## 1. 概要

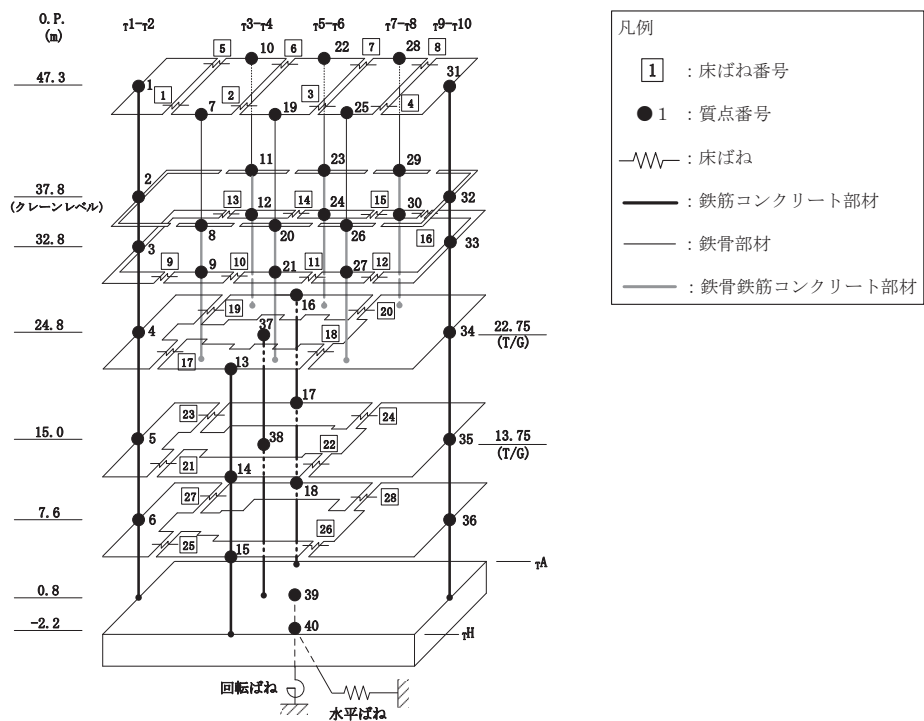
タービン建屋の波及影響評価における地震応答解析モデルでは、床ばねを線形でモデル化していることから、その適用性について確認する。

### 1.1 床ばねの諸元について

タービン建屋の地震応答解析モデル（水平方向）を図 1-1 に示す。床ばねのせん断応力度－せん断ひずみ関係（ $\tau - \gamma$  関係）は線形でモデル化しており、表 1-1 のとおり設定している。



(a) NS 方向



(b) EW 方向

注：0.P. は女川原子力発電所工所用基準面であり、東京湾平均海面 (T.P.) -0.74m である。

図 1-1 地震応答解析モデル (水平方向)

表 1-1 床ばねのばね定数

(a) NS 方向

| O.P.<br>(m) | 床ばね<br>番号 | せん断ばね<br>( $\times 10^5$ kN/m) |
|-------------|-----------|--------------------------------|
| 47.3        | 1         | 73.0                           |
| 24.8        | 2         | 53.2                           |
|             | 3         | 118.5                          |
| 15.0        | 4         | 65.4                           |
|             | 5         | 107.9                          |
| 7.6         | 6         | 57.2                           |
|             | 7         | 81.3                           |

(b) EW 方向

| O.P.<br>(m) | 床ばね<br>番号 | せん断ばね<br>( $\times 10^5$ kN/m) |
|-------------|-----------|--------------------------------|
| 47.3        | 1         | 21.2                           |
|             | 2         | 16.5                           |
|             | 3         | 16.8                           |
|             | 4         | 21.8                           |
|             | 5         | 21.2                           |
|             | 6         | 16.5                           |
|             | 7         | 16.8                           |
|             | 8         | 21.8                           |
| 32.8        | 9         | 20.6                           |
|             | 10        | 12.2                           |
|             | 11        | 12.4                           |
|             | 12        | 21.2                           |
|             | 13        | 16.0                           |
|             | 14        | 9.4                            |
|             | 15        | 9.6                            |
|             | 16        | 16.5                           |
| 24.8        | 17        | 35.8                           |
|             | 18        | 48.6                           |
|             | 19        | 65.9                           |
|             | 20        | 61.5                           |
| 15.0        | 21        | 63.3                           |
|             | 22        | 31.5                           |
|             | 23        | 77.1                           |
|             | 24        | 39.5                           |
| 7.6         | 25        | 58.8                           |
|             | 26        | 32.7                           |
|             | 27        | 60.3                           |
|             | 28        | 22.4                           |

## 1.2 床ばねの応答結果

「原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1-1991 追補版）」（以下「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」という。）に基づきせん断スケルトンカーブの第1折点を算出し、基準地震動  $S_s - D 1 \sim S_s - N 1$  の基本ケースにおける最大応答せん断ひずみと比較を行った結果を表 1-2 に示す。

表 1-2 より、NS 方向における O.P. 47.3m の床ばね、EW 方向における O.P. 47.3m の床ばね及び O.P. 32.8m と O.P. 24.8m の一部の床ばねにおいて、 $\gamma_1$  ( $0.156 \times 10^{-3}$ ) を上回るせん断ひずみが生じていることを確認した。

表 1-2 セン断スケルトンカーブ ( $\tau - \gamma$  関係, 第 1 折点) との比較

(a) NS 方向

| O.P.<br>(m) | 床ばね<br>番号 | コンクリート<br>設計基準強度<br>$F_c$<br>( $N/mm^2$ ) | せん断<br>弾性係数<br>$G$<br>( $\times 10^4 N/mm^2$ ) | せん断<br>断面積<br>$A_s$<br>( $m^2$ ) | $\tau_1$<br>( $N/mm^2$ ) | $\gamma_1$<br>( $\times 10^{-3}$ ) | $S_s - D1 \sim S_s - N1$<br>基本ケースの<br>最大応答せん断ひずみ<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|-------------|-----------|---|--|----------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--|
| 47.3        | 1         | 32.4                                      | 1.14   | 14.40                            | 1.78                     | 0.156                              | 0.179  |
| 24.8        | 2         |   |  | 15.02                            |                          |                                    | 0.070  |
|             | 3         |   |  | 33.47                            |                          |                                    | 0.070  |
| 15.0        | 4         |   |  | 18.48                            |                          |                                    | 0.044  |
|             | 5         |   |  | 30.48                            |                          |                                    | 0.044  |
| 7.6         | 6         |   |  | 16.15                            |                          |                                    | 0.027  |
|             | 7         |   |  | 22.97                            |                          |                                    | 0.027  |

(b) EW 方向

| O.P.<br>(m) | 床ばね<br>番号 | コンクリート<br>設計基準強度<br>$F_c$<br>( $N/mm^2$ ) | せん断<br>弾性係数<br>$G$<br>( $\times 10^4 N/mm^2$ ) | せん断<br>断面積<br>$A_s$<br>( $m^2$ ) | $\tau_1$<br>( $N/mm^2$ ) | $\gamma_1$<br>( $\times 10^{-3}$ ) | $S_s - D1 \sim S_s - N1$<br>基本ケースの<br>最大応答せん断ひずみ<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|-------------|-----------|---|--|----------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--|
| 47.3        | 1         | 32.4                                      | 1.14   | 3.37                             | 1.78                     | 0.156                              | 0.436  |
|             | 2         |   |  | 3.37                             |                          |                                    | 0.204  |
|             | 3         |   |  | 3.37                             |                          |                                    | 0.380  |
|             | 4         |   |  | 3.37                             |                          |                                    | 0.627  |
|             | 5         |   |  | 3.37                             |                          |                                    | 0.436  |
|             | 6         |   |  | 3.37                             |                          |                                    | 0.204  |
|             | 7         |   |  | 3.37                             |                          |                                    | 0.380  |
|             | 8         |   |  | 3.37                             |                          |                                    | 0.627  |
| 32.8        | 9         |   |  | 3.28                             |                          |                                    | 0.572  |
|             | 10        |   |  | 2.48                             |                          |                                    | 0.329  |
|             | 11        |   |  | 2.48                             |                          |                                    | 0.564  |
|             | 12        |   |  | 3.28                             |                          |                                    | 0.795  |
|             | 13        |   |  | 2.55                             |                          |                                    | 0.698  |
|             | 14        |   |  | 1.93                             |                          |                                    | 0.373  |
|             | 15        |   |  | 1.93                             |                          |                                    | 0.666  |
|             | 16        |   |  | 2.55                             |                          |                                    | 1.017  |
| 24.8        | 17        |   |  | 9.52                             |                          |                                    | 0.274  |
|             | 18        |   |  | 17.83                            |                          |                                    | 0.077  |
|             | 19        |   |  | 17.56                            |                          |                                    | 0.241  |
|             | 20        |   |  | 22.51                            |                          |                                    | 0.095  |
| 15.0        | 21        |   |  | 16.82                            |                          |                                    | 0.112  |
|             | 22        |   |  | 11.54                            |                          |                                    | 0.045  |
|             | 23        |   |  | 20.54                            |                          |                                    | 0.117  |
|             | 24        |   |  | 14.47                            |                          |                                    | 0.053  |
| 7.6         | 25        |   |  | 15.65                            |                          |                                    | 0.030  |
|             | 26        |   |  | 11.97                            |                          |                                    | 0.034  |
|             | 27        |   |  | 16.07                            |                          |                                    | 0.037  |
|             | 28        |   |  | 8.19                             |                          |                                    | 0.026  |

注：網掛け部分は、 $\gamma_1$ を上回る値を示す。

## 2. 床ばねを非線形ばねとした場合の検討

### 2.1 概要

今回工認モデルにおける床ばねの設定の妥当性を確認する目的で、非線形性を考慮した床ばねを用いた地震応答解析を行い、その結果を確認する。

### 2.2 検討に用いる地震波及び地震応答解析モデル

表 1-2 より、NS 方向及び EW 方向の一部の床ばねにおいて第 1 折れ点を超える最大応答せん断ひずみが生じていることを確認した。添付書類「VI-2-11-2-3 タービン建屋の耐震性についての計算書」から、波及的影響評価においては EW 方向（基準地震動  $S_s - D2$ ，ケース 5）が相対変位の評価で最も厳しくなることから、非線形ばねを用いた地震応答解析での検討ケースは基準地震動  $S_s - D2$  のケース 5 とし、EW 方向モデルに対して実施する。このとき、すべての床ばねを非線形ばねとする。

### 2.3 非線形特性の設定

鉄筋コンクリート造スラブの非線形特性は、「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」の鉄筋コンクリート造耐震壁のせん断スケルトンの評価式を基に設定し、評価結果を表 2-1 に示す。

表 2-1 せん断スケルトンカーブ ( $\tau - \gamma$  関係, EW 方向)

| O.P.<br>(m) | 床ばね<br>番号 | $\tau_2$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\gamma_2$<br>( $\times 10^{-3}$ ) | $\tau_3$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\gamma_3$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|-------------|-----------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 47.3        | 1         | 2.39                             | 0.468                              | 2.89                             | 4.00                               |
|             | 2         |                                  |                                    |                                  |                                    |
|             | 3         |                                  |                                    |                                  |                                    |
|             | 4         |                                  |                                    |                                  |                                    |
|             | 5         |                                  |                                    |                                  |                                    |
|             | 6         |                                  |                                    |                                  |                                    |
|             | 7         |                                  |                                    |                                  |                                    |
|             | 8         |                                  |                                    |                                  |                                    |
| 32.8        | 9         |                                  |                                    |                                  |                                    |
|             | 10        |                                  |                                    |                                  |                                    |
|             | 11        |                                  |                                    |                                  |                                    |
|             | 12        |                                  |                                    |                                  |                                    |
|             | 13        |                                  |                                    |                                  |                                    |
|             | 14        |                                  |                                    |                                  |                                    |
|             | 15        |                                  |                                    |                                  |                                    |
|             | 16        |                                  |                                    |                                  |                                    |
| 24.8        | 17        |                                  |                                    |                                  |                                    |
|             | 18        |                                  |                                    |                                  |                                    |
|             | 19        |                                  |                                    |                                  |                                    |
|             | 20        |                                  |                                    |                                  |                                    |
| 15.0        | 21        |                                  |                                    |                                  |                                    |
|             | 22        |                                  |                                    |                                  |                                    |
|             | 23        |                                  |                                    |                                  |                                    |
|             | 24        |                                  |                                    |                                  |                                    |
| 7.6         | 25        |                                  |                                    |                                  |                                    |
|             | 26        |                                  |                                    |                                  |                                    |
|             | 27        |                                  |                                    |                                  |                                    |
|             | 28        |                                  |                                    |                                  |                                    |

## 2.4 床ばねを非線形ばねとした場合の解析結果

今回工認モデル及び床ばね非線形モデルの応答値の比較結果を示す。最大応答加速度，最大応答変位，最大応答せん断力，最大応答曲げモーメント，床ばねの最大応答せん断ひずみを表 2-2～表 2-6 及び図 2-1～図 2-4 に示す。最大応答せん断ひずみが最大となる耐震壁（要素番号(32)）のスケルトンプロットを図 2-5 に示す。タービン建屋と隣接する制御建屋との最大応答変位の絶対値和（最大相対変位）を表 2-7 に示す。

各応答成分の比較から，最大応答変位で部分的に今回工認モデルと比較して床ばね非線形モデルの方が大きいものの，全体的に今回工認モデルが床ばね非線形モデルを概ね包絡していることから，タービン建屋の耐震性に与える影響は小さいことを確認した。なお，床ばねの最大応答せん断ひずみは，表 2-6 より，O.P. 15.0m 以下において弾性範囲にあること，また O.P. 24.8m 以上では一部の床ばねの応答値がせん断スケルトンカーブの第 2 折れ点を超えるものの，最大応答せん断ひずみは  $3.991 \times 10^{-3}$ （床ばね番号 4 及び 8 の屋根トラスの床）であり，ひずみは大きいものの耐震性に問題はないことを確認した。

タービン建屋の波及的影響評価の観点では，図 2-5 より耐震壁の最大応答せん断ひずみは， $0.823 \times 10^{-3}$ （要素番号(32)）であり，許容限界（せん断ひずみ  $4.0 \times 10^{-3}$ ）を下回ることを確認した。また，制御建屋との最大相対変位は，表 2-7 より制御建屋質点レベル O.P. 29.15m（タービン建屋質点レベル O.P. 32.8m～O.P. 24.8m）で 76.1mm であり，許容限界（建屋間の離隔距離 100mm）を下回ることを確認した。



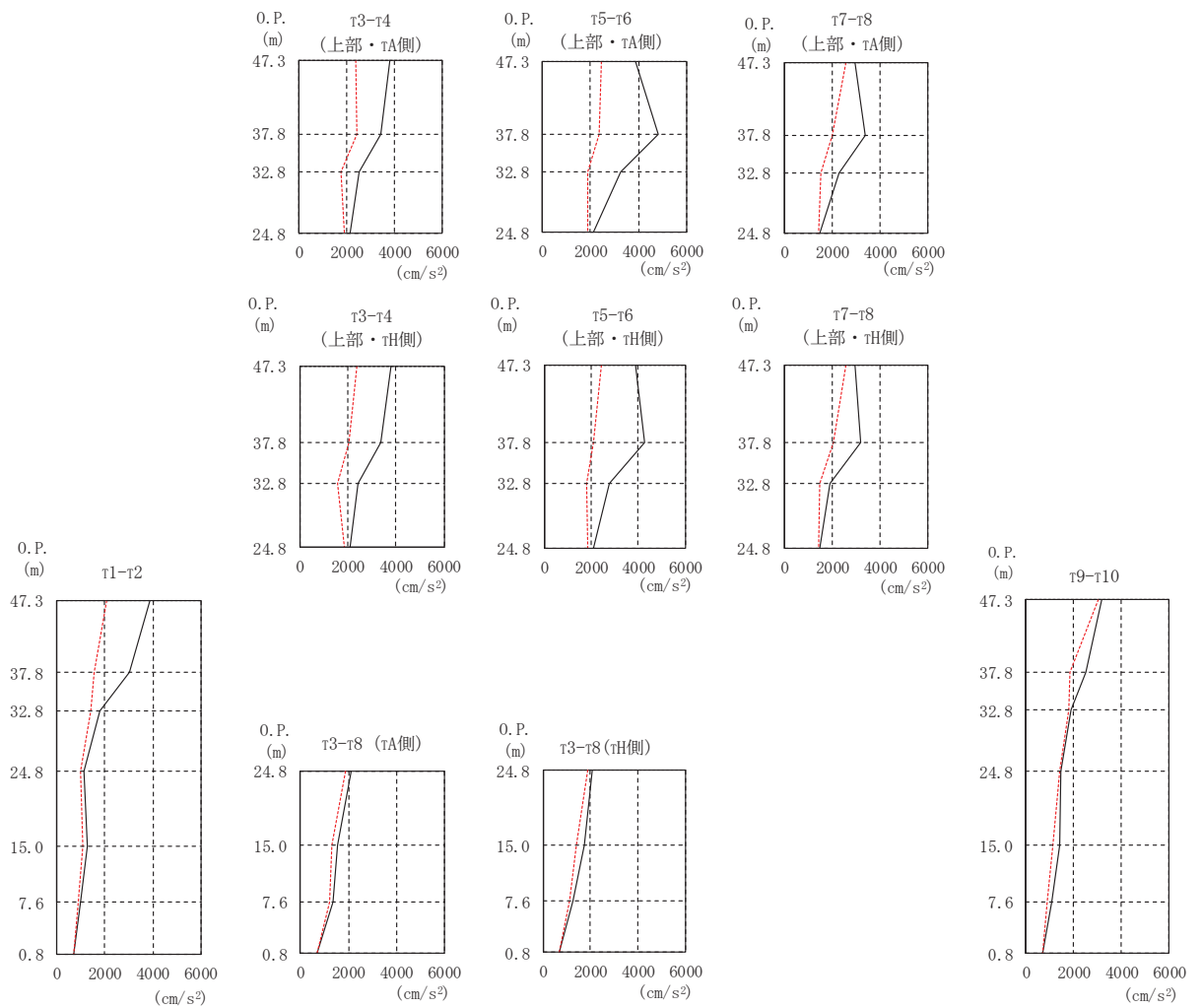
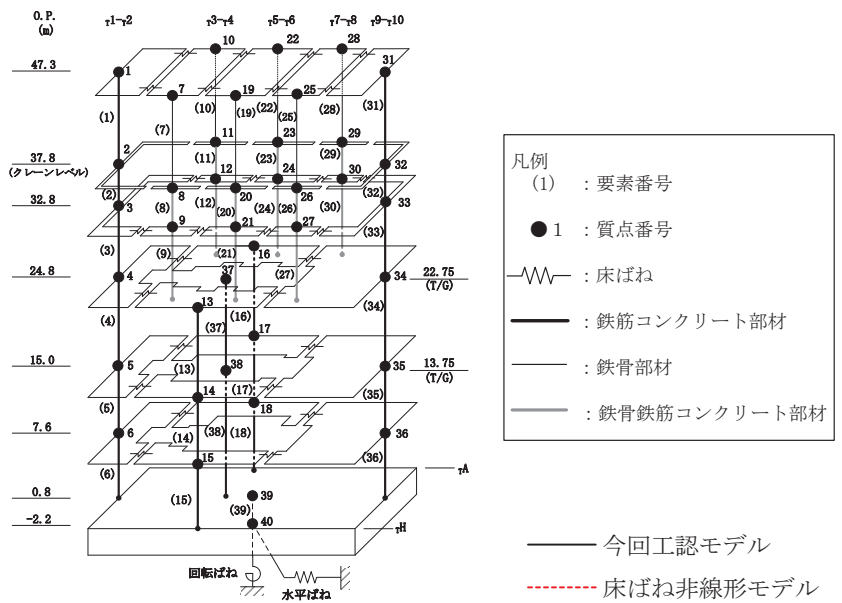
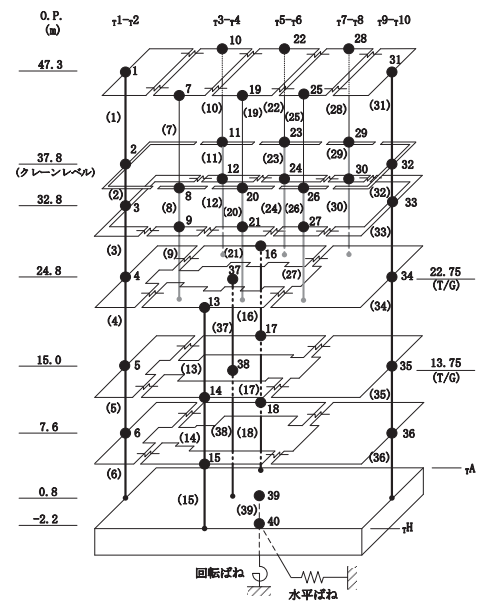
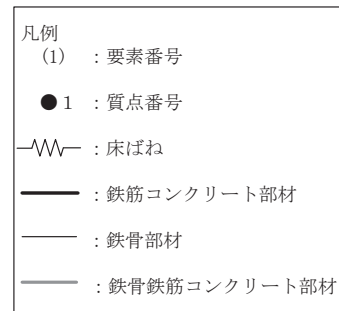


図 2-1 最大応答加速度 (EW 方向,  $S_s - D_2$  (ケース 5))

表 2-2 最大応答加速度 (EW 方向, S s - D 2 (ケース 5))

( $\text{cm/s}^2$ )

| 部 位  | 質点<br>番号 | 今回工認モデル | 床ばね<br>非線形モデル |
|--|----------|---------|---------------|
| $\tau_{1-\tau 2}$                              | 1        | 3853    | 2065          |
|  | 2        | 3005    | 1573          |
|  | 3        | 1764    | 1385          |
|  | 4        | 1126    | 996           |
|  | 5        | 1252    | 1063          |
|  | 6        | 998     | 874           |
| $\tau_{3-\tau 4}$<br>(上部・ $\tau_{\text{H}}$ 側) | 7        | 3805    | 2361          |
|  | 8        | 3350    | 2036          |
|  | 9        | 2403    | 1588          |
| $\tau_{3-\tau 4}$<br>(上部・ $\tau_{\text{A}}$ 側) | 10       | 3805    | 2361          |
|  | 11       | 3432    | 2415          |
|  | 12       | 2495    | 1772          |
| $\tau_{3-\tau 8}$<br>(下部・ $\tau_{\text{H}}$ 側) | 13       | 2078    | 1873          |
|  | 14       | 1727    | 1431          |
|  | 15       | 1274    | 1118          |
| $\tau_{3-\tau 8}$<br>(下部・ $\tau_{\text{A}}$ 側) | 16       | 2130    | 1899          |
|  | 17       | 1551    | 1322          |
|  | 18       | 1354    | 1198          |
| $\tau_{5-\tau 6}$<br>(上部・ $\tau_{\text{H}}$ 側) | 19       | 3894    | 2456          |
|  | 20       | 4288    | 2069          |
|  | 21       | 2793    | 1791          |
| $\tau_{5-\tau 6}$<br>(上部・ $\tau_{\text{A}}$ 側) | 22       | 3894    | 2456          |
|  | 23       | 4812    | 2365          |
|  | 24       | 3243    | 1904          |
| $\tau_{7-\tau 8}$<br>(上部・ $\tau_{\text{H}}$ 側) | 25       | 2974    | 2562          |
|  | 26       | 3211    | 2038          |
|  | 27       | 1902    | 1493          |
| $\tau_{7-\tau 8}$<br>(上部・ $\tau_{\text{A}}$ 側) | 28       | 2974    | 2562          |
|  | 29       | 3395    | 2004          |
|  | 30       | 2295    | 1546          |
| $\tau_{9-\tau 10}$                             | 31       | 3198    | 3044          |
|  | 32       | 2533    | 1876          |
|  | 33       | 1898    | 1786          |
|  | 34       | 1494    | 1435          |
|  | 35       | 1447    | 1128          |
|  | 36       | 1091    | 893           |



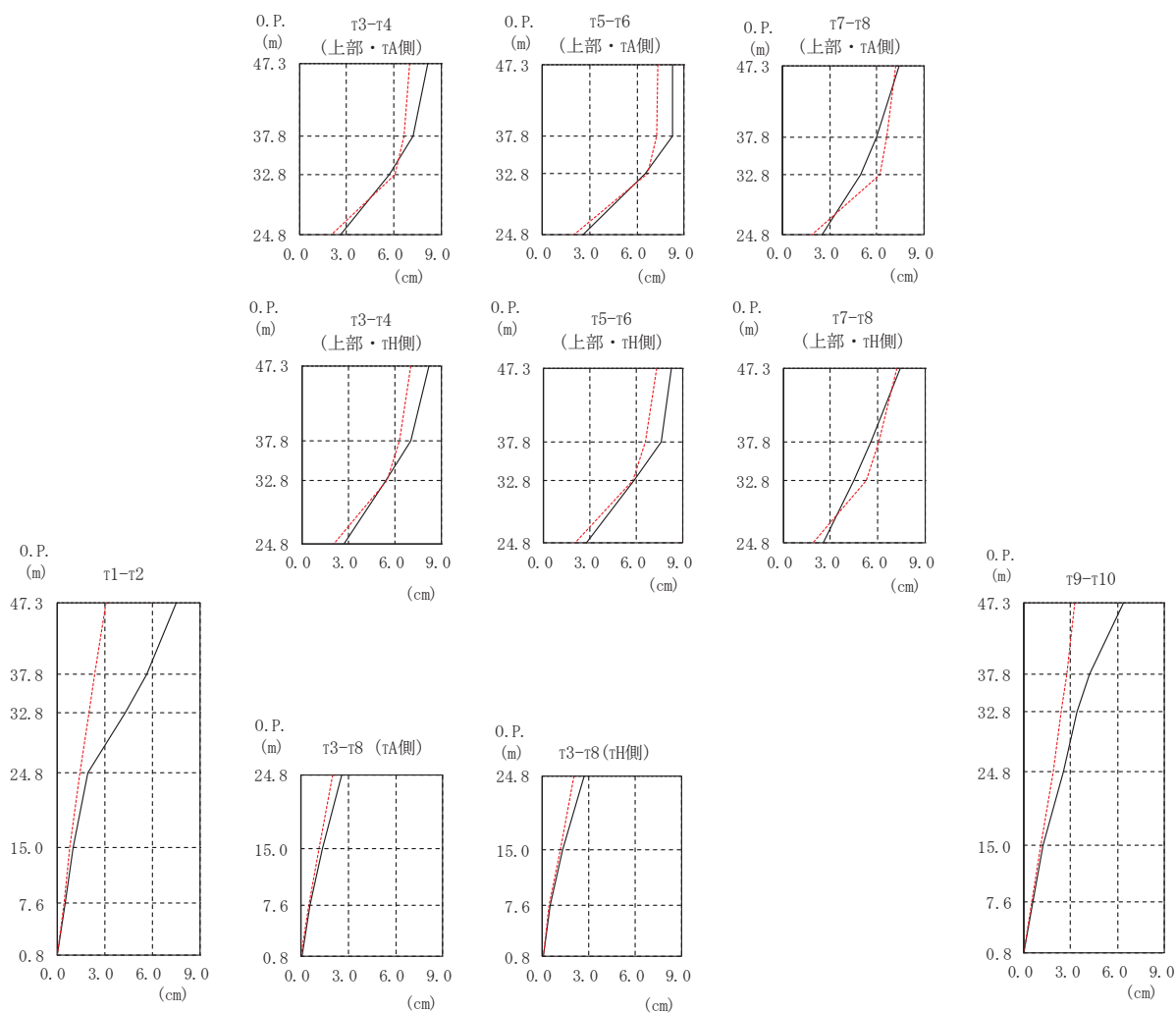
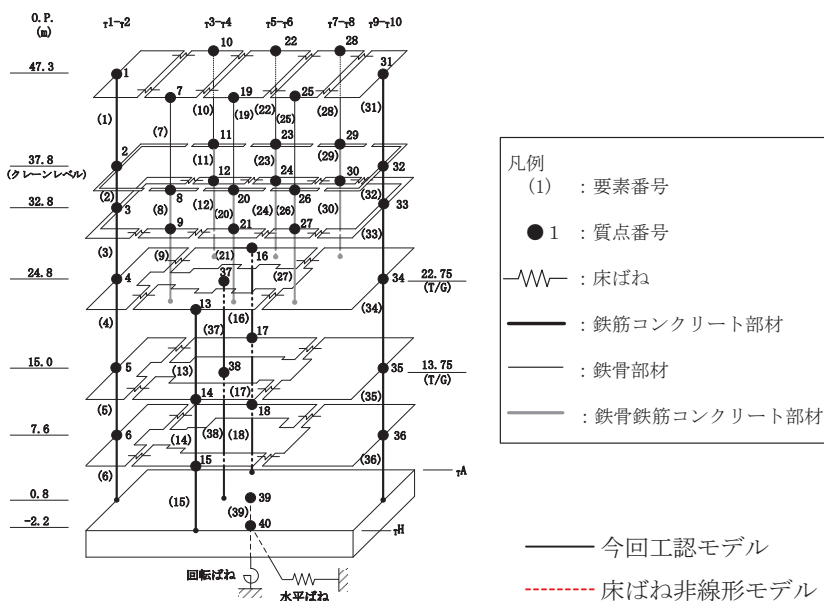
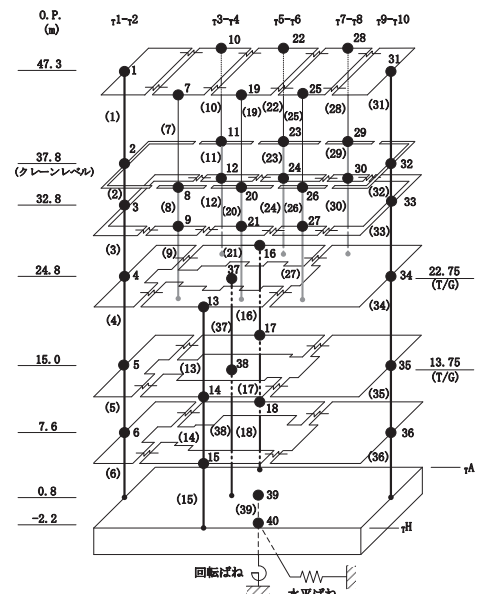
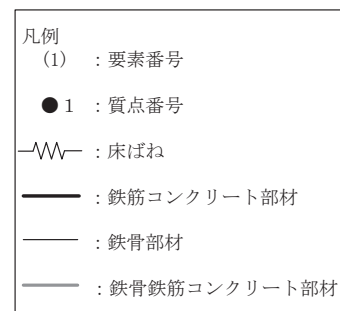


図 2-2 最大応答変位 (EW 方向,  $S_s - D_2$  (ケース 5))

表 2-3 最大応答変位 (EW 方向, S s - D 2 (ケース 5))

(cm)

| 部 位               | 質点<br>番号 | 今回工認モデル | 床ばね<br>非線形モデル |
|-------------------|----------|---------|---------------|
| T1-T2             | 1        | 7.47    | 3.10          |
|                   | 2        | 5.64    | 2.36          |
|                   | 3        | 4.33    | 2.03          |
|                   | 4        | 1.92    | 1.47          |
|                   | 5        | 1.01    | 0.84          |
|                   | 6        | 0.50    | 0.44          |
| T3-T4<br>(上部・TH側) | 7        | 8.13    | 7.01          |
|                   | 8        | 7.00    | 6.25          |
|                   | 9        | 5.41    | 5.48          |
| T3-T4<br>(上部・TA側) | 10       | 8.13    | 7.01          |
|                   | 11       | 7.23    | 6.62          |
|                   | 12       | 5.73    | 6.09          |
| T3-T8<br>(下部・TH側) | 13       | 2.73    | 2.05          |
|                   | 14       | 1.32    | 1.13          |
|                   | 15       | 0.54    | 0.44          |
| T3-T8<br>(下部・TA側) | 16       | 2.60    | 2.00          |
|                   | 17       | 1.34    | 1.16          |
|                   | 18       | 0.59    | 0.48          |
| T5-T6<br>(上部・TH側) | 19       | 8.27    | 7.31          |
|                   | 20       | 7.60    | 6.57          |
|                   | 21       | 5.84    | 5.76          |
| T5-T6<br>(上部・TA側) | 22       | 8.27    | 7.31          |
|                   | 23       | 8.25    | 7.24          |
|                   | 24       | 6.57    | 6.67          |
| T7-T8<br>(上部・TH側) | 25       | 7.41    | 7.22          |
|                   | 26       | 5.58    | 6.05          |
|                   | 27       | 4.49    | 5.28          |
| T7-T8<br>(上部・TA側) | 28       | 7.41    | 7.22          |
|                   | 29       | 6.02    | 6.60          |
|                   | 30       | 5.00    | 6.23          |
| T9-T10            | 31       | 6.40    | 3.30          |
|                   | 32       | 4.21    | 2.76          |
|                   | 33       | 3.40    | 2.40          |
|                   | 34       | 2.56    | 1.89          |
|                   | 35       | 1.28    | 1.08          |
|                   | 36       | 0.62    | 0.54          |



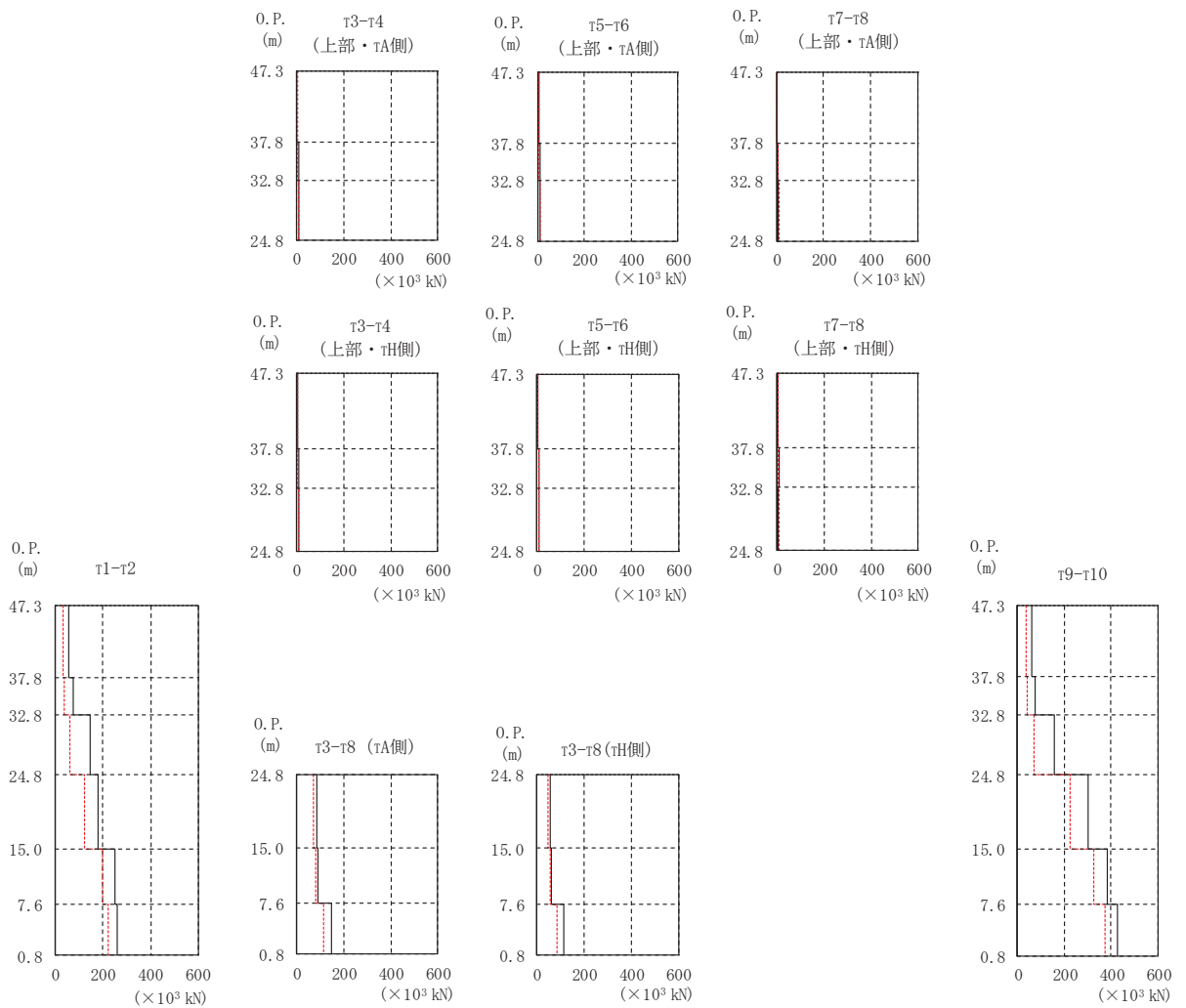
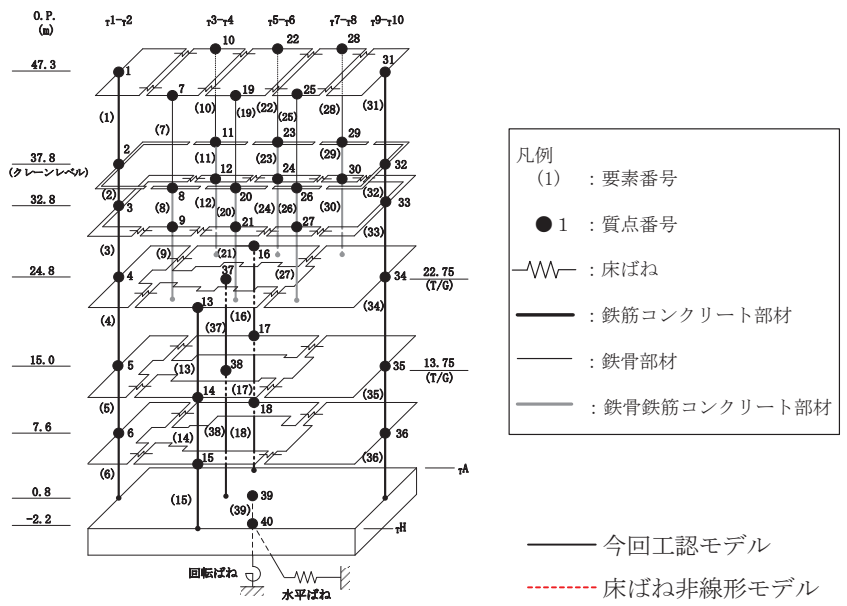
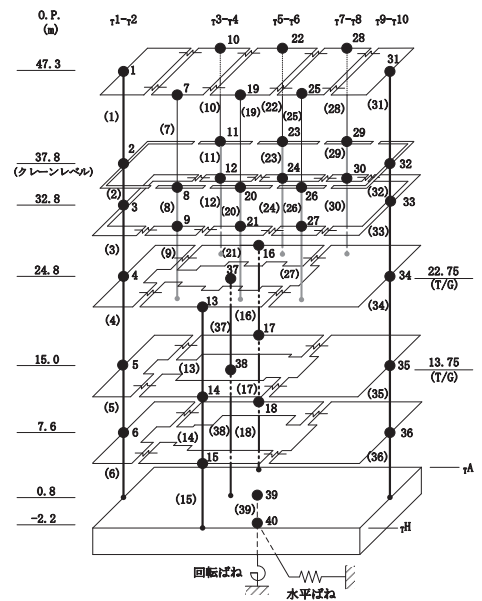
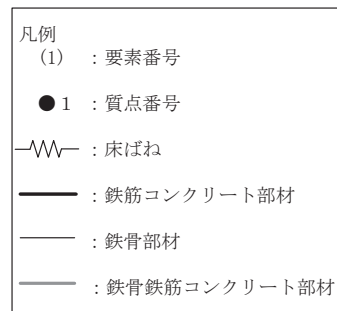


図 2-3 最大応答せん断力 (EW 方向,  $S_s - D2$  (ケース 5))

表 2-4 最大応答せん断力 (EW 方向, S s - D 2 (ケース 5))

( $\times 10^3 \text{kN}$ )

| 部位                | 要素<br>番号 | 今回工認モデル | 床ばね<br>非線形モデル |
|-------------------|----------|---------|---------------|
| T1-T2             | (1)      | 54.4    | 29.3          |
|                   | (2)      | 76.1    | 38.6          |
|                   | (3)      | 145     | 61.9          |
|                   | (4)      | 179     | 120           |
|                   | (5)      | 250     | 198           |
|                   | (6)      | 260     | 223           |
| T3-T4<br>(上部・TH側) | (7)      | 2.02    | 2.35          |
|                   | (8)      | 7.34    | 5.67          |
|                   | (9)      | 6.35    | 9.07          |
| T3-T4<br>(上部・TA側) | (10)     | 1.56    | 3.64          |
|                   | (11)     | 6.73    | 4.88          |
|                   | (12)     | 7.48    | 10.5          |
| T3-T8<br>(下部・TH側) | (13)     | 54.2    | 47.4          |
|                   | (14)     | 62.3    | 54.3          |
|                   | (15)     | 112     | 82.8          |
| T3-T8<br>(下部・TA側) | (16)     | 86.5    | 69.2          |
|                   | (17)     | 91.4    | 82.0          |
|                   | (18)     | 149     | 112           |
| T5-T6<br>(上部・TH側) | (19)     | 2.76    | 2.36          |
|                   | (20)     | 7.94    | 5.50          |
|                   | (21)     | 6.72    | 9.52          |
| T5-T6<br>(上部・TA側) | (22)     | 2.34    | 4.18          |
|                   | (23)     | 8.00    | 4.35          |
|                   | (24)     | 8.61    | 11.5          |
| T7-T8<br>(上部・TH側) | (25)     | 3.38    | 2.56          |
|                   | (26)     | 6.57    | 5.56          |
|                   | (27)     | 5.04    | 9.05          |
| T7-T8<br>(上部・TA側) | (28)     | 2.73    | 2.90          |
|                   | (29)     | 6.31    | 4.18          |
|                   | (30)     | 6.02    | 10.6          |
| T9-T10            | (31)     | 62.7    | 34.5          |
|                   | (32)     | 74.2    | 41.7          |
|                   | (33)     | 156     | 69.7          |
|                   | (34)     | 301     | 224           |
|                   | (35)     | 383     | 327           |
|                   | (36)     | 426     | 372           |



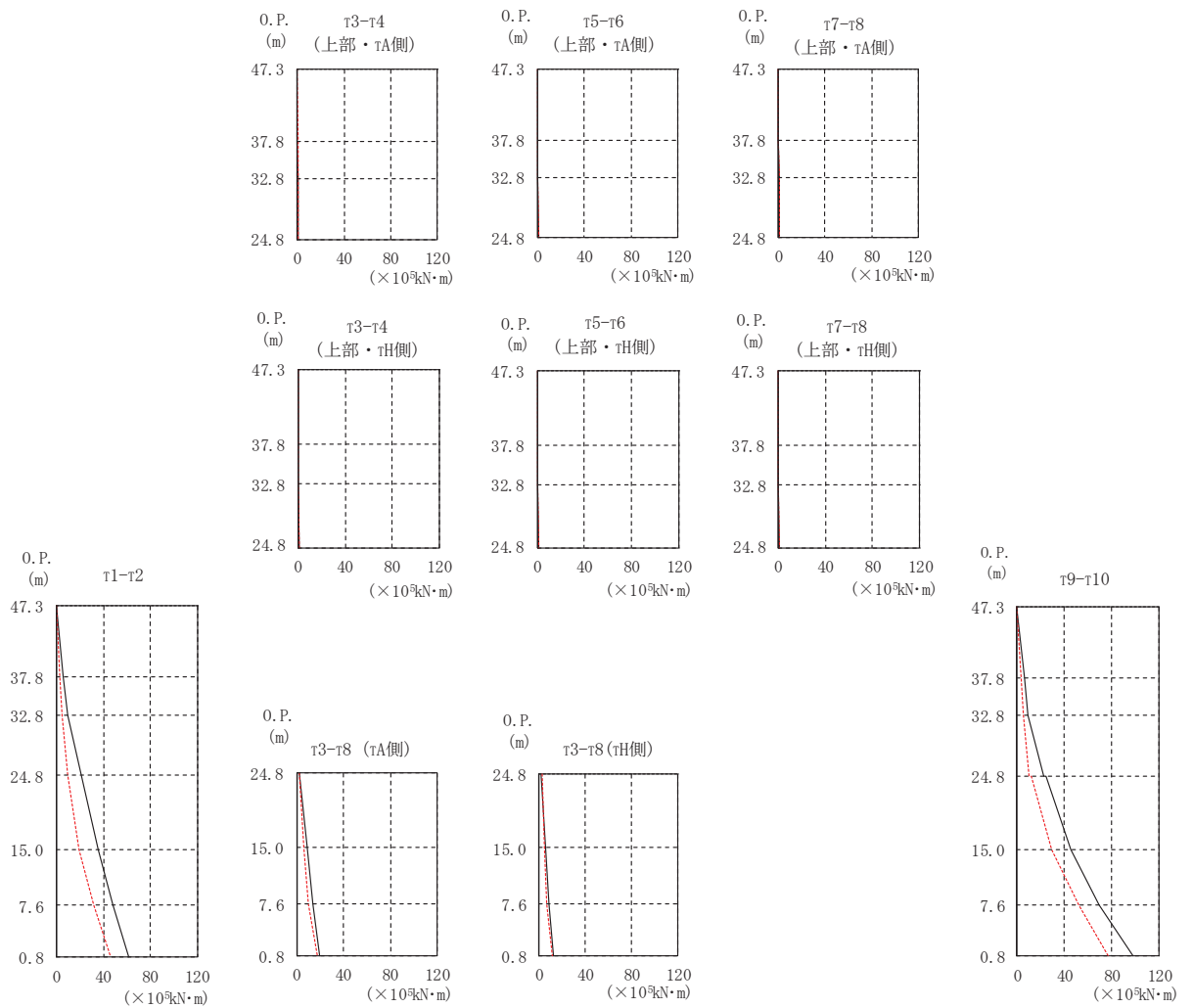
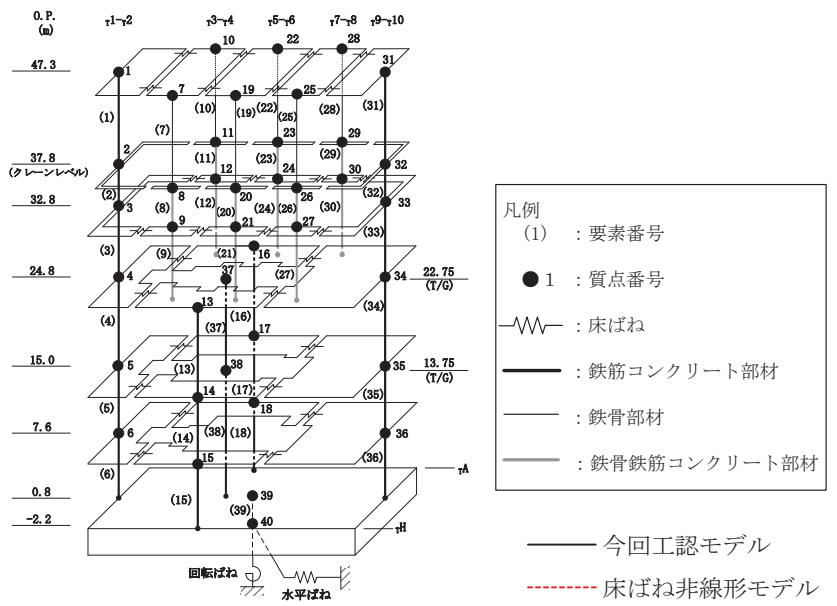


図 2-4 最大応答曲げモーメント (EW 方向, S s - D 2 (ケース 5))

表 2-5(1) 最大応答曲げモーメント (EW 方向, S s - D 2 (ケース 5)) (1/2)

( $\times 10^3 \text{kN}\cdot\text{m}$ )

| 部位                                  | 要素番号 | 今回工認モデル | 床ばね<br>非線形モデル |
|-------------------------------------|------|---------|---------------|
| $\tau^1-\tau^2$                     | (1)  | 0.000   | 0.000         |
|                                     |      | 5.23    | 2.78          |
|                                     | (2)  | 5.23    | 2.78          |
|                                     |      | 8.99    | 4.71          |
|                                     | (3)  | 8.99    | 4.71          |
|                                     |      | 20.6    | 9.64          |
| $\tau^3-\tau^4$<br>(上部・ $\tau^H$ 側) | (4)  | 20.6    | 9.64          |
|                                     |      | 35.5    | 18.6          |
|                                     | (5)  | 35.5    | 18.6          |
|                                     |      | 48.3    | 31.4          |
|                                     | (6)  | 48.3    | 31.4          |
|                                     |      | 61.2    | 46.1          |
| $\tau^3-\tau^4$<br>(上部・ $\tau^A$ 側) | (7)  | 0.001   | 0.001         |
|                                     |      | 0.191   | 0.223         |
|                                     | (8)  | 0.192   | 0.223         |
| $\tau^3-\tau^4$<br>(上部・ $\tau^H$ 側) |      | 0.493   | 0.501         |
|                                     | (9)  | 0.493   | 0.501         |
|                                     |      | 0.992   | 1.15          |
| $\tau^3-\tau^4$<br>(上部・ $\tau^A$ 側) | (10) | 0.000   | 0.001         |
|                                     |      | 0.148   | 0.346         |
|                                     | (11) | 0.148   | 0.346         |
| $\tau^3-\tau^8$<br>(下部・ $\tau^H$ 側) |      | 0.432   | 0.425         |
|                                     | (12) | 0.432   | 0.425         |
|                                     |      | 1.02    | 1.13          |
| $\tau^3-\tau^8$<br>(下部・ $\tau^A$ 側) | (13) | 1.97    | 2.32          |
|                                     |      | 5.61    | 4.35          |
|                                     | (14) | 5.61    | 4.35          |
| $\tau^3-\tau^8$<br>(下部・ $\tau^H$ 側) |      | 8.14    | 6.35          |
|                                     | (15) | 8.14    | 6.35          |
|                                     |      | 12.7    | 11.5          |
| $\tau^3-\tau^8$<br>(下部・ $\tau^A$ 側) | (16) | 2.05    | 2.29          |
|                                     |      | 8.92    | 6.36          |
|                                     | (17) | 8.92    | 6.36          |
| $\tau^3-\tau^8$<br>(下部・ $\tau^H$ 側) |      | 13.4    | 10.2          |
|                                     | (18) | 13.4    | 10.2          |
|                                     |      | 19.9    | 17.3          |

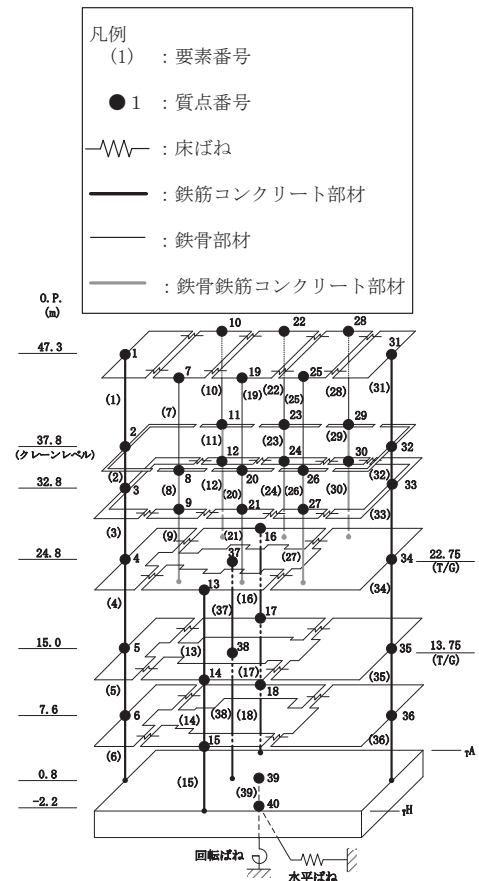




表 2-5(2) 最大応答曲げモーメント (EW 方向, S s - D 2 (ケース 5)) (2/2)

(×10<sup>5</sup>kN・m)

| 部位   | 要素番号  | 今回工認モデル | 床ばね<br>非線形モデル |
|--|-------|---------|---------------|
| T <sup>5</sup> -T <sup>6</sup><br>(上部・TH側) | (19)  | 0.001   | 0.001         |
|  |       | 0.262   | 0.225         |
|  | (20)  | 0.262   | 0.224         |
|  |       | 0.462   | 0.482         |
| (21)                                       | 0.462 | 0.482   |               |
|  | 0.983 | 1.17    |               |
|  | 0.000 | 0.000   |               |
| T <sup>5</sup> -T <sup>6</sup><br>(上部・TA側) | (22)  | 0.000   | 0.000         |
|  |       | 0.222   | 0.397         |
|  | (23)  | 0.222   | 0.397         |
|  |       | 0.387   | 0.509         |
| (24)                                       | 0.387 | 0.509   |               |
| T <sup>7</sup> -T <sup>8</sup><br>(上部・TH側) | (25)  | 0.000   | 0.000         |
|  |       | 0.322   | 0.244         |
|  | (26)  | 0.321   | 0.244         |
|  |       | 0.614   | 0.500         |
| (27)                                       | 0.614 | 0.500   |               |
|  | 1.01  | 1.17    |               |
| T <sup>7</sup> -T <sup>8</sup><br>(上部・TA側) | (28)  | 0.000   | 0.000         |
|  |       | 0.259   | 0.276         |
|  | (29)  | 0.259   | 0.276         |
|  |       | 0.545   | 0.375         |
| (30)                                       | 0.545 | 0.375   |               |
|  | 1.01  | 1.13    |               |
| T <sup>9</sup> -T <sup>10</sup>            | (31)  | 0.000   | 0.000         |
|  |       | 6.01    | 3.28          |
|  | (32)  | 6.01    | 3.28          |
|  |       | 9.64    | 5.35          |
|  | (33)  | 9.64    | 5.35          |
|  |       | 22.2    | 10.5          |
|  | (34)  | 24.2    | 12.1          |
|  |       | 45.6    | 29.2          |
| (35)                                       | 45.6  | 29.2    |               |
|  | 69.7  | 52.6    |               |
| (36)                                       | 69.7  | 52.6    |               |
|  |       | 98.1    | 76.9          |

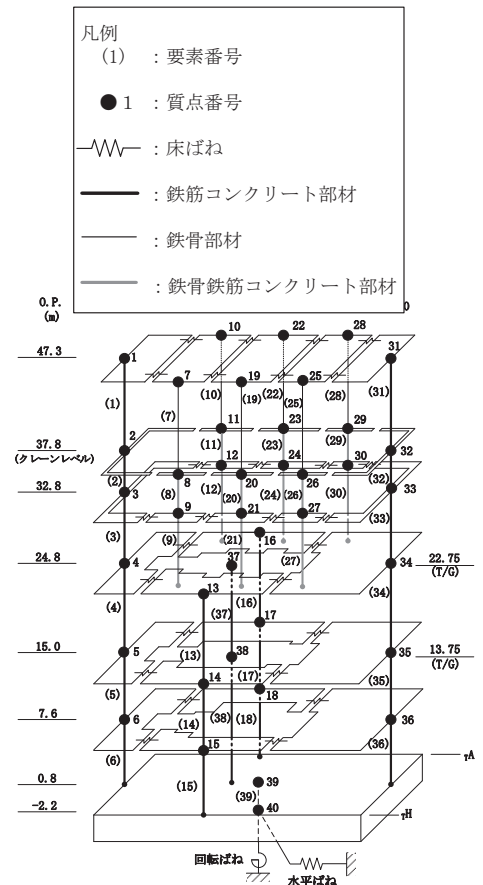
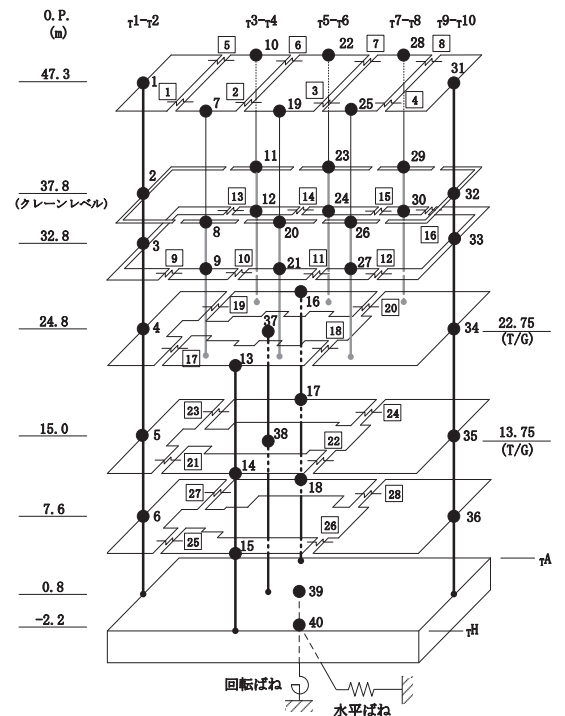
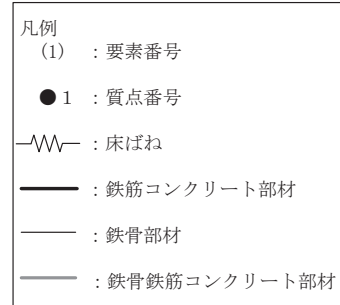
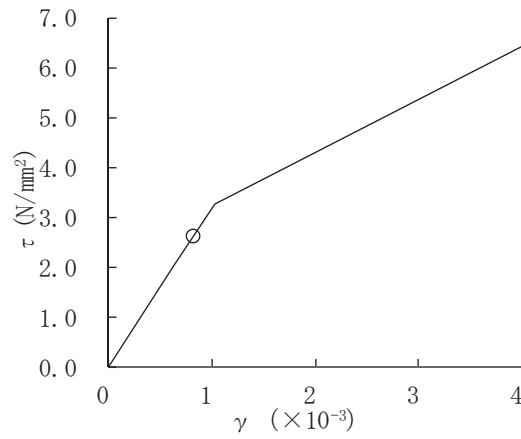


表 2-6 床ばねの最大応答せん断ひずみ (EW 方向, S s - D 2 (ケース 5))

| O. P.<br>(m) | 床ばね<br>番号 | 最大応答せん断ひずみ<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|--------------|-----------|------------------------------------|
| 47.3         | 1         | 3.374                              |
|              | 2         | 0.202                              |
|              | 3         | 0.179                              |
|              | 4         | 3.991                              |
|              | 5         | 3.374                              |
|              | 6         | 0.202                              |
|              | 7         | 0.179                              |
|              | 8         | 3.991                              |
| 32.8         | 9         | 2.741                              |
|              | 10        | 0.153                              |
|              | 11        | 0.256                              |
|              | 12        | 2.921                              |
|              | 13        | 2.971                              |
|              | 14        | 0.318                              |
|              | 15        | 0.257                              |
|              | 16        | 3.406                              |
| 24.8         | 17        | 0.215                              |
|              | 18        | 0.083                              |
|              | 19        | 0.216                              |
|              | 20        | 0.085                              |
| 15.0         | 21        | 0.098                              |
|              | 22        | 0.046                              |
|              | 23        | 0.108                              |
|              | 24        | 0.045                              |
| 7.6          | 25        | 0.027                              |
|              | 26        | 0.037                              |
|              | 27        | 0.040                              |
|              | 28        | 0.034                              |





要素番号(32)

図 2-5 耐震壁のせん断スケルトンプロット  
(EW 方向, S s - D 2 (ケース 5))

表 2-7 最大相対変位 (絶対値和)

(単位 : mm)

| タービン<br>建屋 |              | 制御建屋     |              | S s - D 2<br>(ケース 5) | 許容<br>限界 |
|------------|--------------|----------|--------------|----------------------|----------|
| 質点<br>番号   | O. P.<br>(m) | 質点<br>番号 | O. P.<br>(m) |                      |          |
| *          | 29.15        | 1, 9, 10 | 29.15        | 76.1                 | 100      |
| 16, 34     | 24.8         | 2, 11    | 22.95        | 44.3                 |          |
| 17, 35     | 15.0         | 4, 13    | 15.0         | 25.5                 |          |
| 18, 36     | 7.6          | 5, 14    | 8.0          | 11.2                 |          |

注記\* : 制御建屋の質点番号 1, 9 及び 10 (O. P. 29.15m)  
の応答変位に加算するタービン建屋の応答変位  
は, タービン建屋の上下階の質点間 (O. P. 32.8m  
~O. P. 24.8m) で線形補間して算定する。