

本資料のうち、枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

|                             |                |
|-----------------------------|----------------|
| 柏崎刈羽原子力発電所第6号機 設計及び工事計画審査資料 |                |
| 資料番号                        | KK6補足-025-2 改1 |
| 提出年月日                       | 2024年1月17日     |

タービン建屋の地震応答計算書に関する補足説明資料

2024年1月

東京電力ホールディングス株式会社

1. 設計及び工事の計画添付書類に係る補足説明資料

VI-2-2-5「タービン建屋の地震応答計算書」の記載内容を補足するための資料を以下に示す。  
なお、基礎底面地盤ばねの評価には解析コード「ADMITHF」、建屋側面の水平ばねの評価には解析コード「NOVAK」、入力地震動の算定には解析コード「SHAKE」、建屋の地震応答解析には解析コード「NUPP4」を用いる。

別紙1 地震応答解析における既工認と今回設工認の解析モデル及び手法の比較

別紙2 地震応答解析における耐震壁及び鉄骨部のせん断スケルトン曲線の設定

別紙3 地震応答解析における材料物性の不確かさに関する検討

別紙4 タービン建屋のねじれによる影響について

別紙5 水平つなぎばねの諸元及び非線形性を考慮した解析

別紙6 タービン建屋とT/G架台の相対変位について

別紙7 タービン建屋と廃棄物処理建屋間の相対変位について

別紙8 地震応答解析における建屋側面地盤回転ばねの考慮に関する検討について

: 今回提出範囲

別紙1 地震応答解析における既工認と今回設工認の  
解析モデル及び手法の比較

## 目 次

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

別紙1-1 タービン建屋の地震応答解析モデルの変更点について

別紙1-2  $\tau_A \sim \tau_B$ 通り間の補助壁の考慮範囲について



## 1. 概要

本資料は、タービン建屋の既工認時及び今回設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。

なお、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、平成3年8月23日付け3資庁第6674号にて認可された工事計画の添付書類IV-2-9「タービン建屋の耐震性についての計算書」（以下「既工認」という。）のものである。

## 2. 地震応答解析モデル及び手法の比較

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。鉛直モデルの諸元の設定方法を表2-2に示す。また、今回設工認時の地震応答解析モデルを図2-1及び図2-2に示す。

地震応答解析モデルの各質点重量は各階床位置に集中するものとして、床スラブの形状、吹抜け及びT/G架台の範囲を考慮して、重量区分及び剛性区分を設定している。図2-3～図2-20に重量区分図を、図2-21～図2-36に剛性区分図を示す。

表 2-1 地震応答解析モデル及び手法の比較

| 項目        | 内容     | 既工認  | 今回設工認  | 備考   |
|-----------|--------|--|--|------|
| 入力地震動の算定法 | 水平     | 設計用模擬地震波を用いて、一次元波動論により算定   | 同左   | —    |
|           | 鉛直     | —*   | 設計用模擬地震波を用いて、一次元波動論により算定   | —    |
| 解析コード     |        | D Y N A 2  | N U P P 4  | —    |
| 建屋のモデル化   | モデル    | 多質点系SRモデル  | 同左   | —    |
|           | 材料物性   | 検討時の各規準に基づき設定<br>・コンクリートのヤング係数<br>建屋部及びT/G架台<br>$E = 26.5 \text{ kN/mm}^2$ (SI換算)<br>基礎スラブ<br>$E = 25.5 \text{ kN/mm}^2$ (SI換算)<br>・コンクリートのポアソン比<br>$\nu = 0.167$<br>・鉄骨のヤング係数<br>$E = 205 \text{ kN/mm}^2$ (SI換算)<br>・鉄骨のポアソン比<br>$\nu = 0.3$ | 適用規準の見直しによる再設定<br>・コンクリートのヤング係数<br>建屋部及びT/G架台<br>$E = 28.8 \text{ kN/mm}^2$<br>基礎スラブ<br>$E = 27.9 \text{ kN/mm}^2$<br>・コンクリートのポアソン比<br>$\nu = 0.2$<br>・鉄骨のヤング係数<br>$E = 205 \text{ kN/mm}^2$<br>・鉄骨のポアソン比<br>$\nu = 0.3$ | ①, ② |
|           | 剛性評価   | 耐震壁を考慮 (設計基準強度)  | 耐震壁及び補助壁を考慮 (実強度)  | ③, ④ |
|           | 減衰定数   | ・水平方向 : RC (SRC含む) : 5%<br>S : 2%  | ・水平方向 : RC (SRC含む) : 5%<br>S : 2%<br>・鉛直方向 : RC (SRC含む) : 5%<br>S : 2%   | —    |
|           | 回転拘束ばね | —  | ・鉛直方向 : 屋根トラス端部回転拘束ばね ( $K_\theta$ )<br>屋根トラス端部の柱による曲げ変形を拘束する効果として、屋根トラス端部が柱に剛接されているものとした場合の回転ばね剛性を考慮  | —    |
| 地盤のモデル化   | 底面ばね   | 振動アドミッタンス理論に基づく近似法<br>・水平方向 : 水平及び回転ばねを考慮  | 振動アドミッタンス理論に基づく近似法<br>・水平方向 : 水平及び回転ばねを考慮<br>・鉛直方向 : 鉛直ばねを考慮   | ⑤    |
|           | 側面ばね   | Novakの方法により設定<br>・水平ばねのみ考慮   | Novakの方法により設定<br>・水平ばねのみ考慮 (表層の新期砂層は無視)  | ⑥    |
| 非線形特性     | 耐震壁    | ・水平方向 : 考慮せず   | ・水平方向 : 非線形特性を考慮<br>・鉛直方向 : 考慮せず   | ⑤, ⑦ |
|           | 底面ばね   | ・水平方向 : 考慮せず<br>・鉛直方向 : —*   | ・水平方向 : 考慮せず<br>・鉛直方向 : 考慮せず   |      |

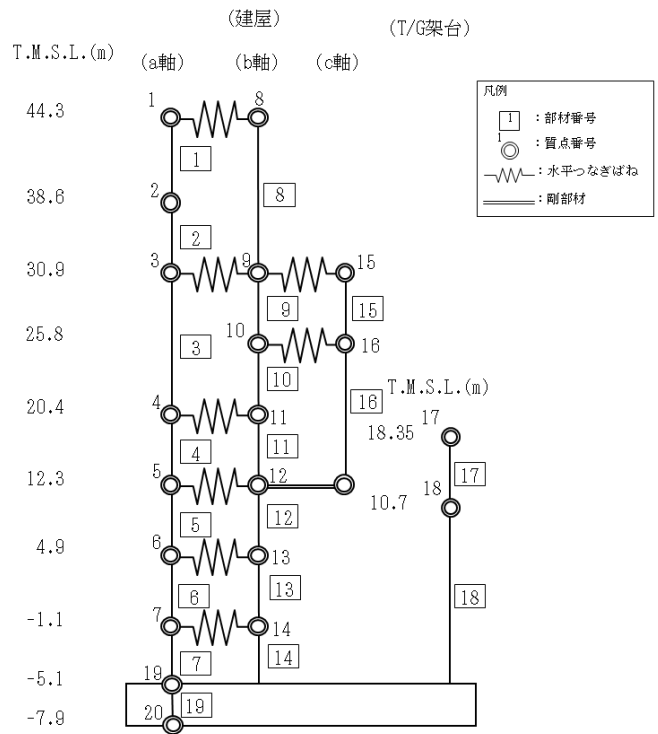
注記\* : 既工認時は、水平方向のみ地震応答解析を実施し、鉛直方向は静的地震力を考慮する。

【具体的な反映事項】（表の備考欄に対応）

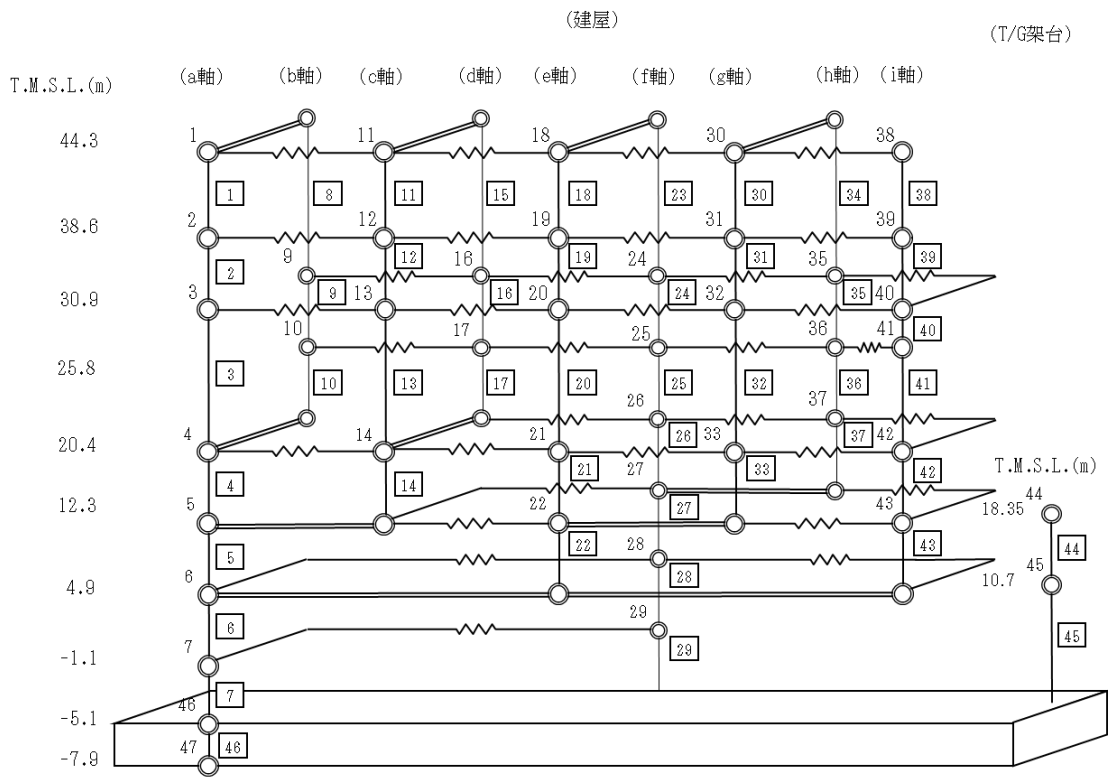
- ① コンクリートのヤング係数及びポアソン比は、「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ー許容応力度設計法ー」（（社）日本建築学会，1999改定）に基づく。
- ② 鉄骨部のヤング係数は、「鋼構造設計規準 ー許容応力度設計法ー」（（社）日本建築学会，2005改定）に基づく。
- ③ 地震時の挙動をより実応答に近い形で評価するため、実際には耐震壁として考慮可能であると考えられる壁を補助壁として、その分の剛性を考慮。補助壁の評価方法については「原子炉建屋の地震応答計算書に関する補足説明資料」のうち別紙1-3「地震応答解析モデルにおける補助壁の評価方法について」に示す。
- ④ 地震時の挙動をより実応答に近い形で評価するため、建屋剛性の評価においてコンクリート実強度に基づき評価される実剛性を考慮。コンクリート実剛性の採用については「原子炉建屋の地震応答計算書に関する補足説明資料」のうち別紙1-4「地震応答解析モデルにおけるコンクリート実剛性の採用について」に示す。
- ⑤ 「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」（（社）日本電気協会）に基づく。
- ⑥ 地震時の挙動をより実応答に近い形で評価するため、地盤表層部（新期砂層）の地盤ばねを考慮しない。地盤表層部（新期砂層）の地盤ばねの取扱いについては「原子炉建屋の地震応答計算書に関する補足説明資料」のうち別紙1-6「表層ばねの取扱いについて」に示す。
- ⑦ 耐震壁及び鉄骨部の非線形特性の設定については「タービン建屋の地震応答計算書に関する補足説明資料」のうち別紙2「地震応答解析における耐震壁及び鉄骨部のせん断スケルトン曲線の設定」に示す。

表2-2 鉛直モデルの諸元の設定方法

| 部位              | 質量                        | 剛性   |
|-----------------|---------------------------|--|
| 耐震壁<br>補助壁<br>柱 | 鉛直モデルに対応する<br>水平モデルの質点の質量 | 水平方向モデルにおいて剛性を考慮している耐震壁及び補助壁の全軸断面積及び鉛直剛性として考慮できる柱の軸断面積の和より軸剛性を算出   |
| 屋根トラス           | 質点の支配面積より算出               | 曲げ変形とせん断変形を生じる質点系の曲げせん断はりモデルとして剛性を算出。なお、曲げ剛性は、主トラス上下弦材の中心軸に関する断面二次モーメントを用いて算出し、せん断剛性は、斜材の断面積に軸変形によって生じるせん断変形量を考慮した等価せん断断面積を用いて算出 |



NS方向

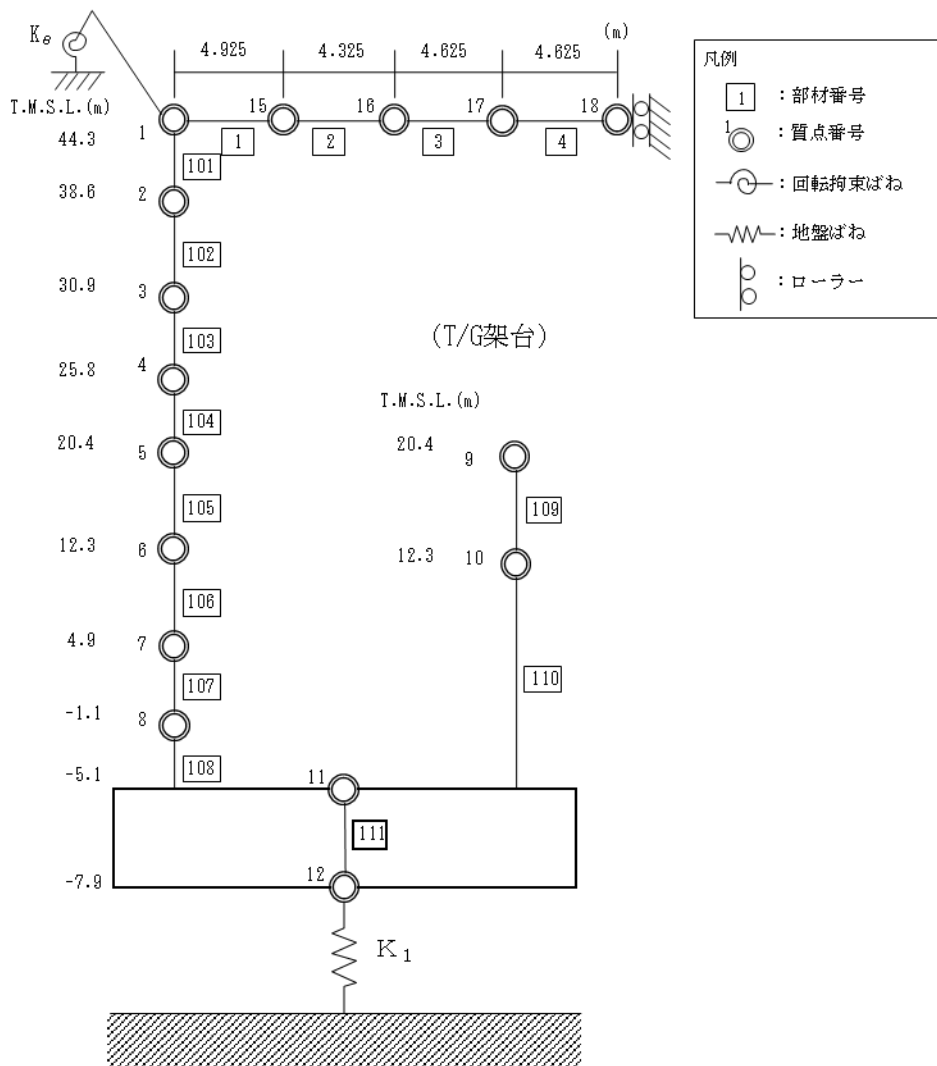


EW方向

注：東京湾平均海面を、以下「T.M.S.L.」という。

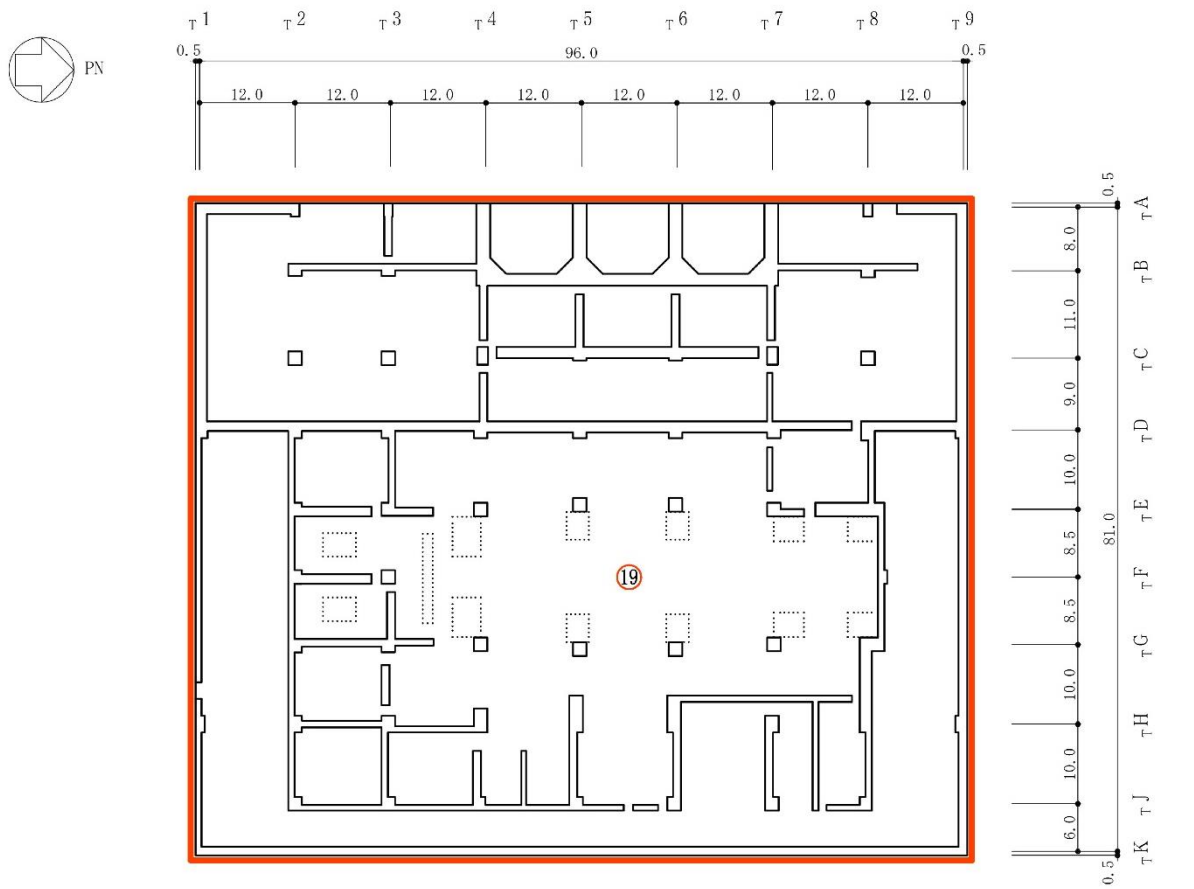
図 2-1 地震応答解析モデル（水平方向）

(建屋)



注： $K_{\theta}$ は屋根トラス端部回転拘束ばねを示す。

図2-2 地震応答解析モデル（鉛直方向）



○：質点番号を示す。

(単位：m)

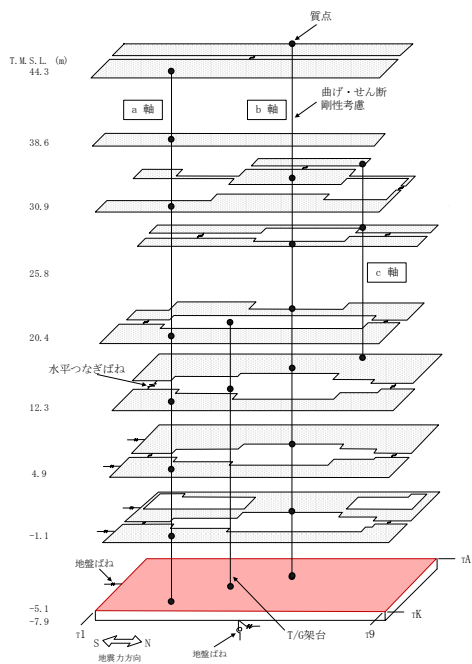
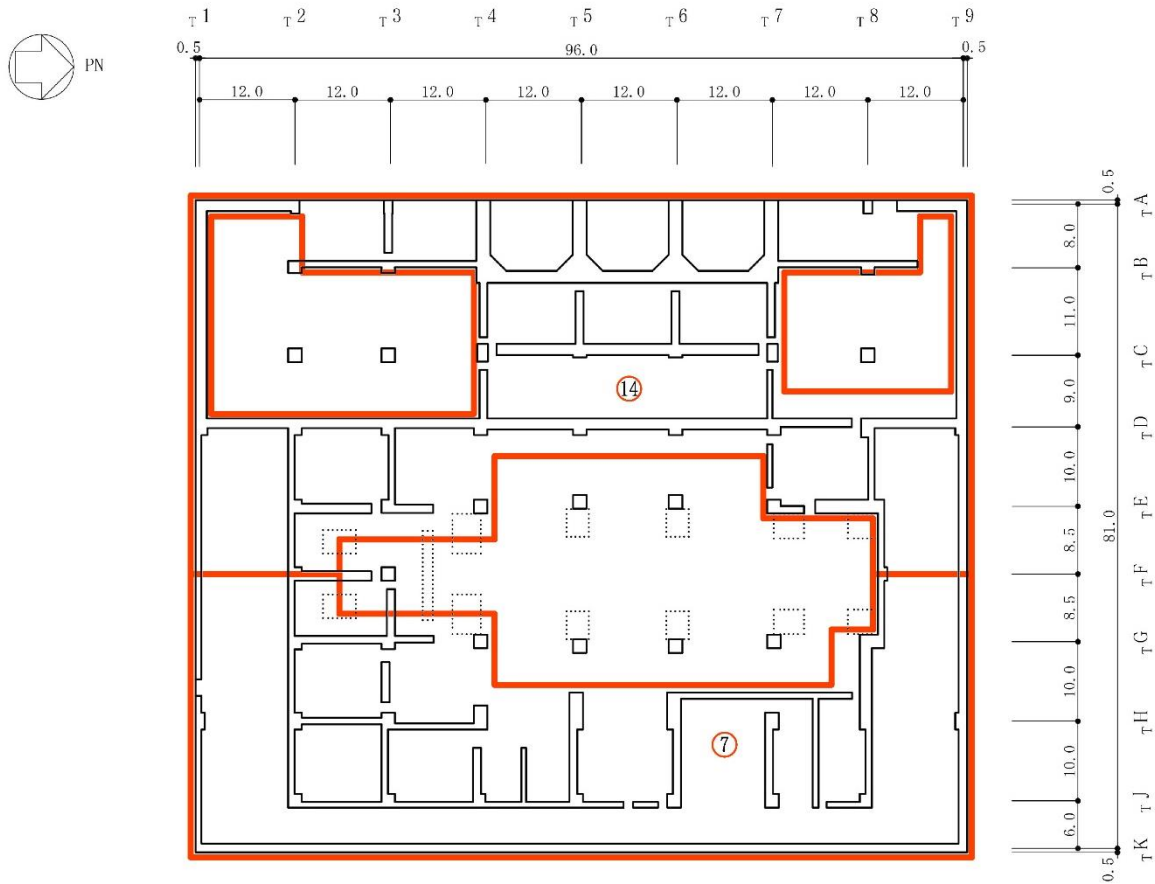


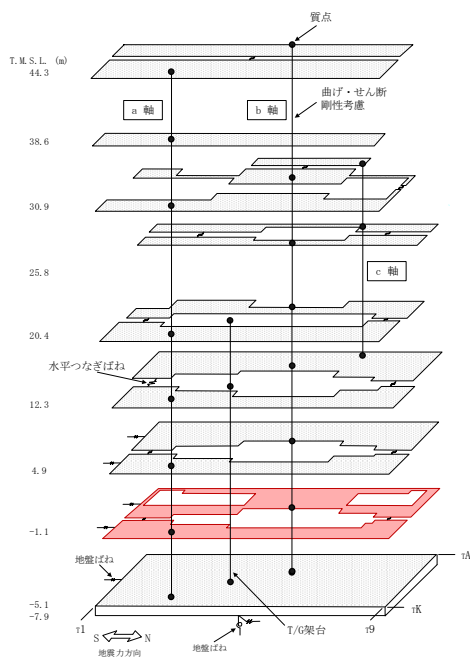
図 2-3 タービン建屋の地震応答解析モデル 重量区分図 (NS 方向, T.M.S.L. -5.1m)





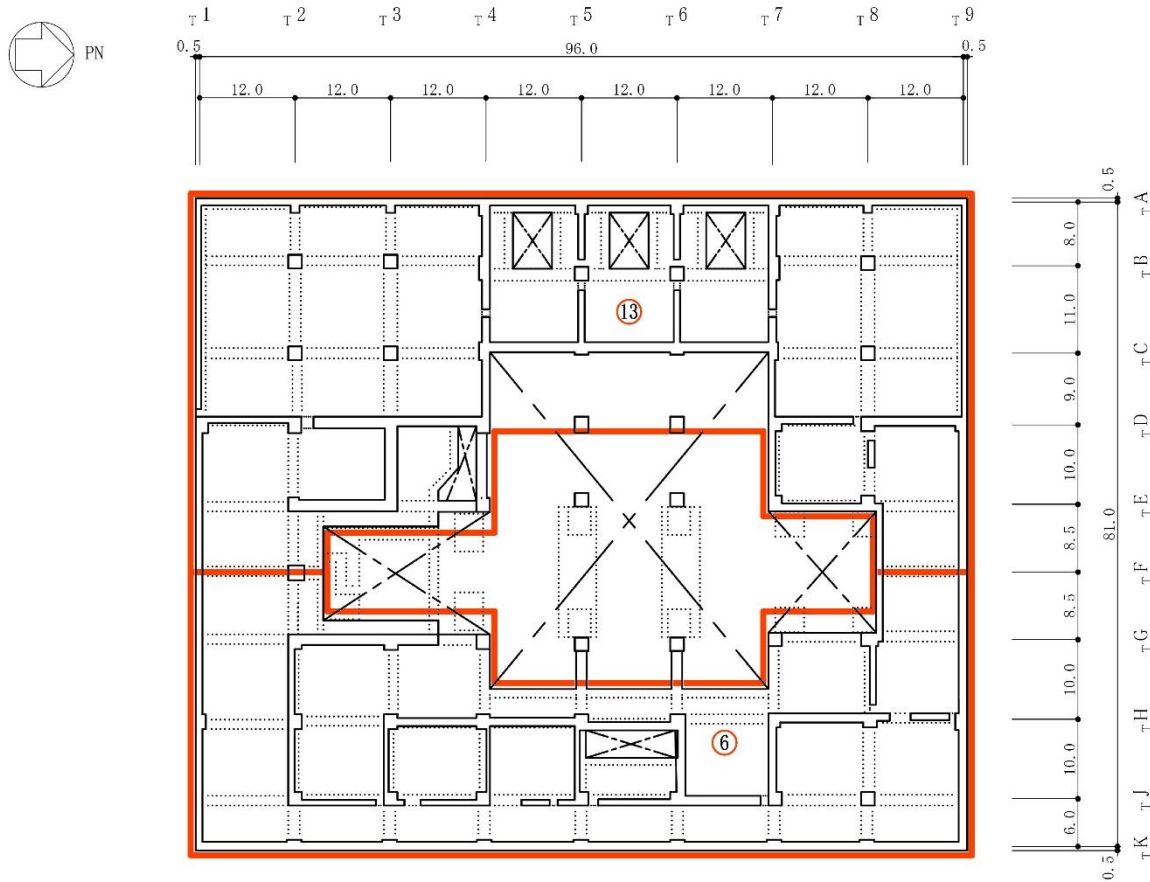
○：質点番号を示す。

(単位：m)



注：T.M.S.L. -1.1mの区分図はT.M.S.L. -5.1mの概略平面図上に図示する。

図 2-4 タービン建屋の地震応答解析モデル 重量区分図 (NS 方向, T.M.S.L. -1.1m)



○：質点番号を示す。

(単位：m)

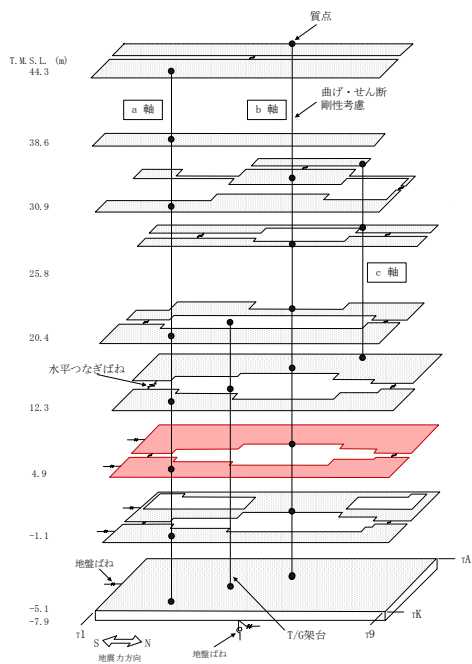
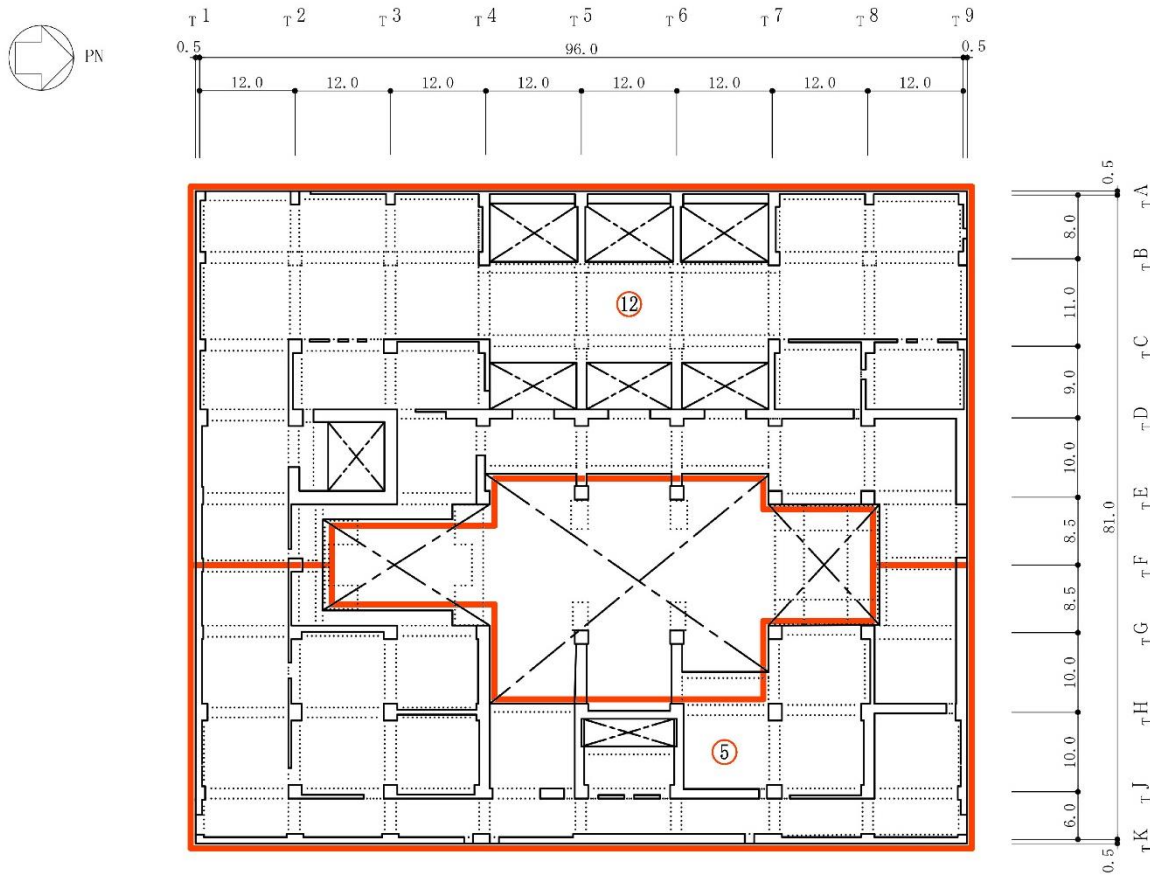


図 2-5 タービン建屋の地震応答解析モデル 重量区分図 (NS 方向, T.M.S.L. 4.9m)



○：質点番号を示す。

(単位：m)

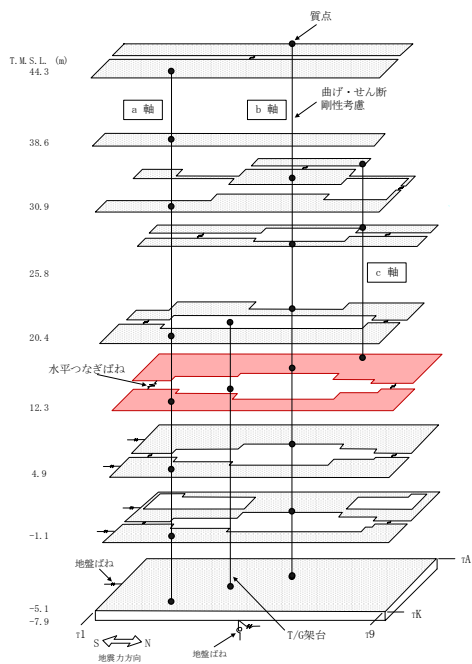
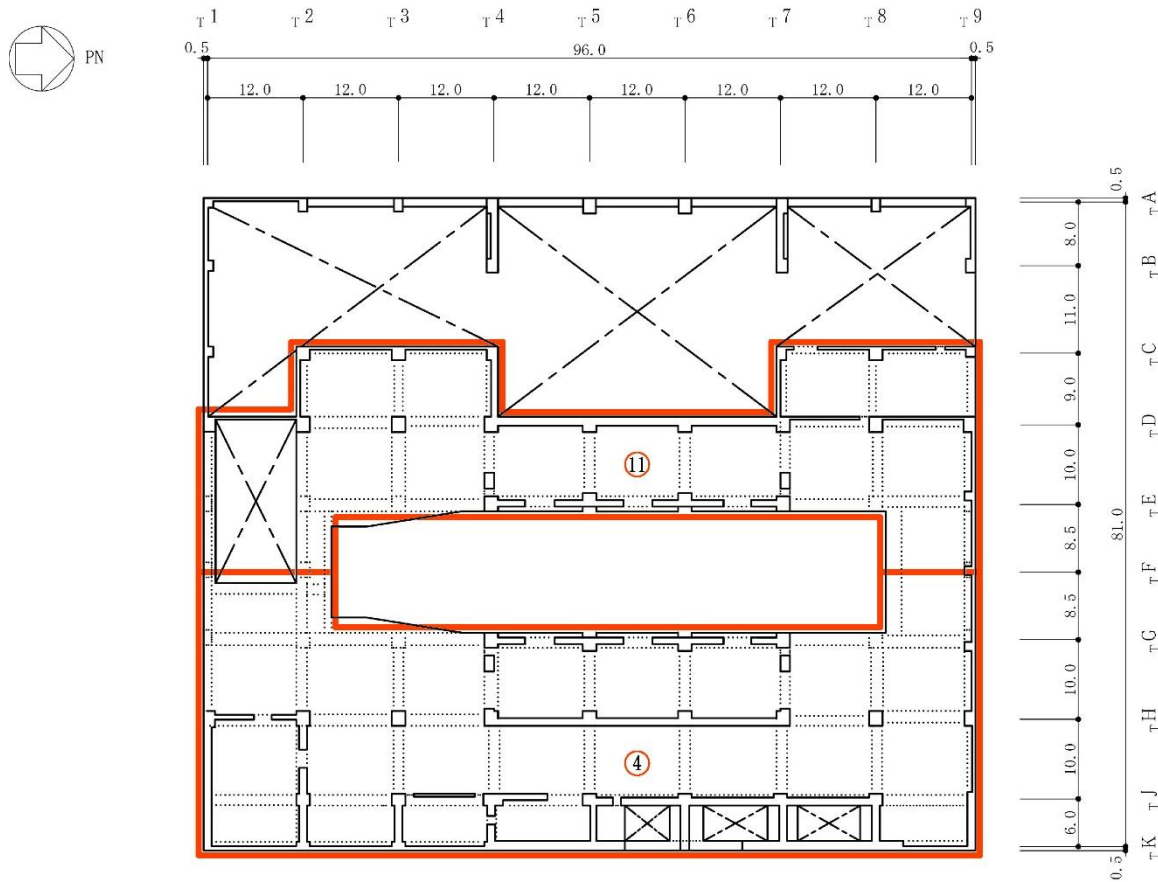


図 2-6 タービン建屋の地震応答解析モデル 重量区分図 (NS 方向, T.M.S.L. 12.3m)



○：質点番号を示す。

(単位：m)

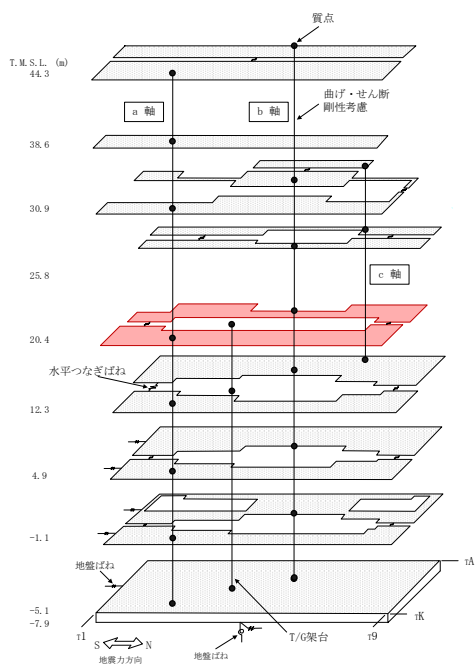
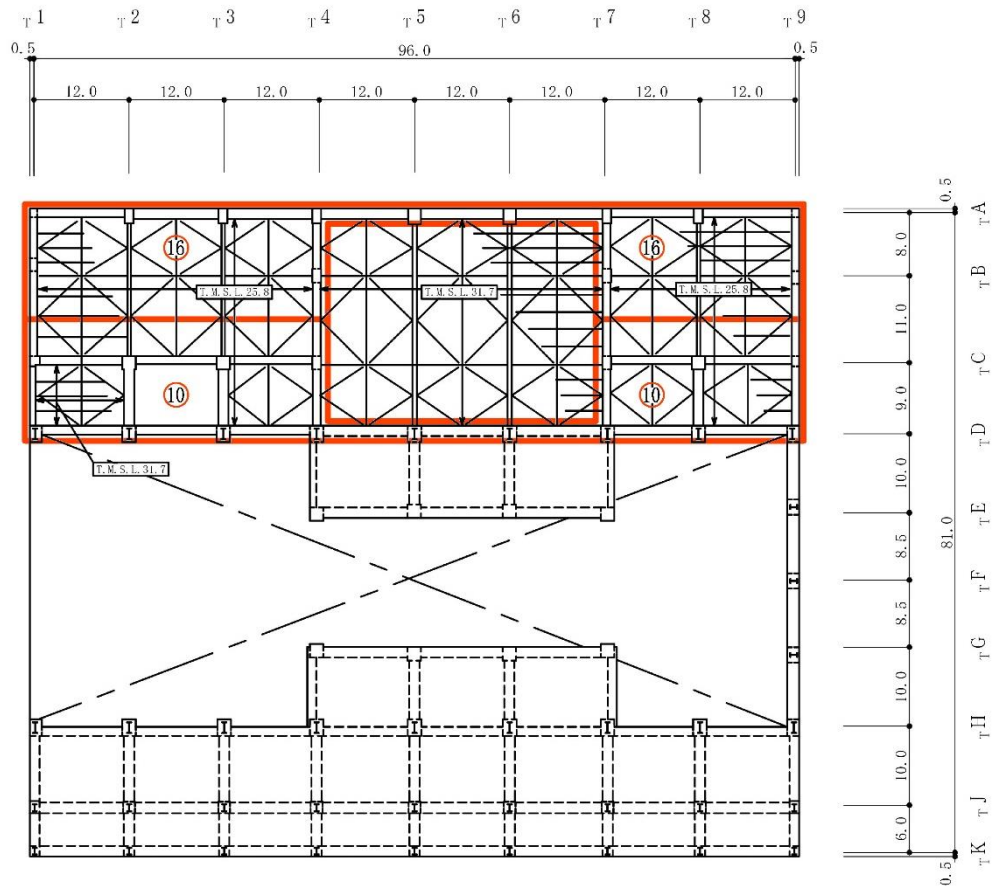
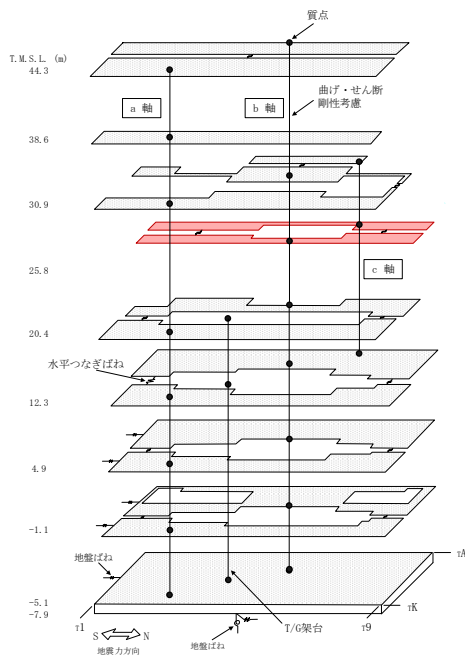


図2-7 タービン建屋の地震応答解析モデル 重量区分図 (NS 方向, T.M.S.L. 20.4m)



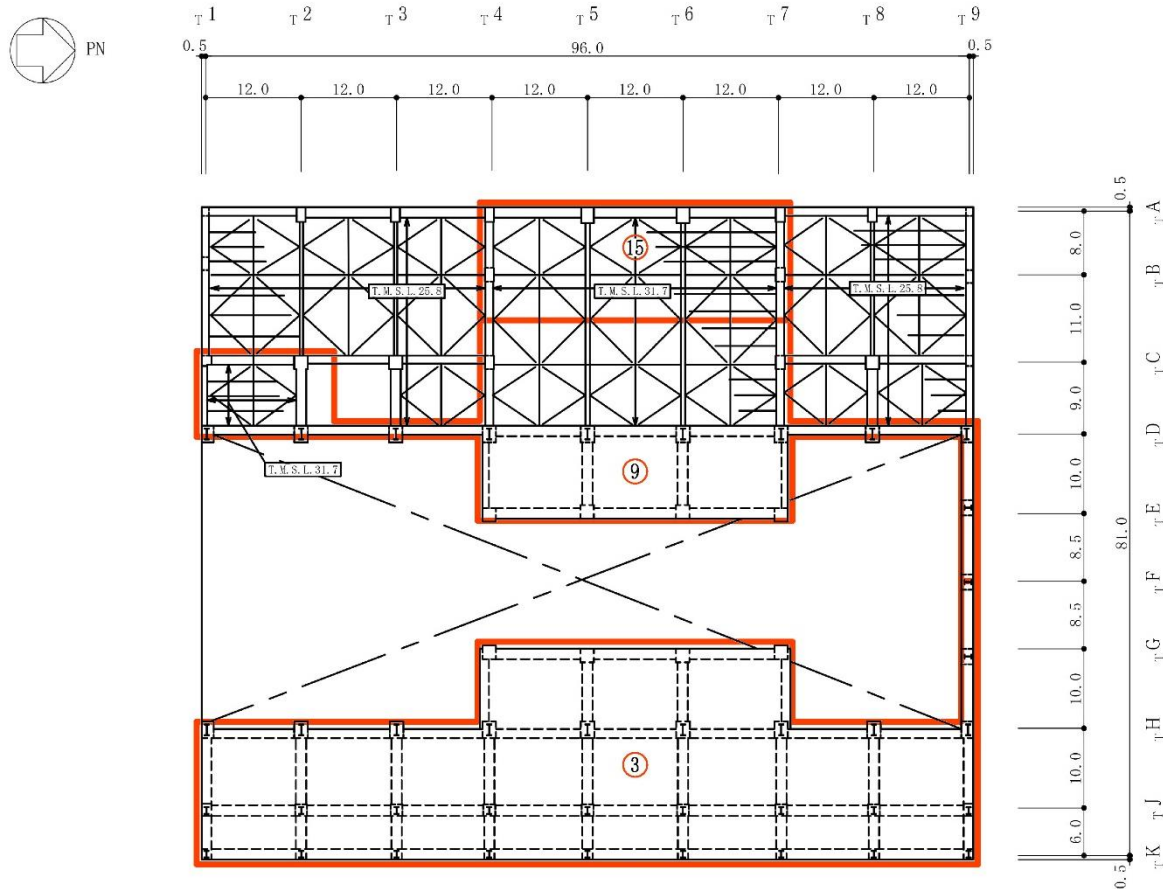
○：質点番号を示す。

(単位：m)



注：T.M.S.L. 25.8m の区分図は T.M.S.L. 30.9m の概略平面図上に図示する。

図 2-8 タービン建屋の地震応答解析モデル 重量区分図 (NS 方向, T.M.S.L. 25.8m)



○：質点番号を示す。

(単位：m)

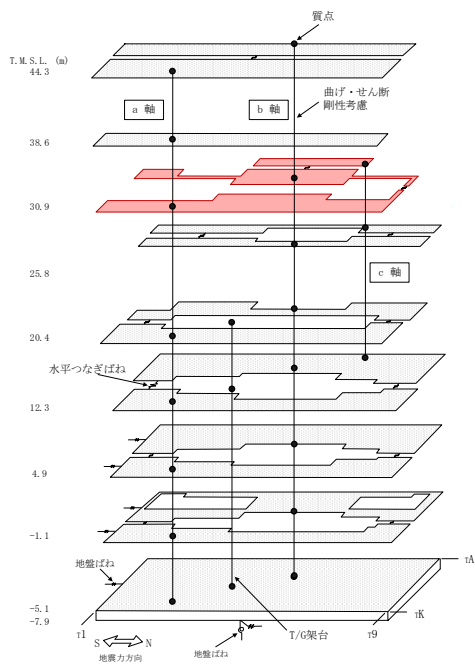
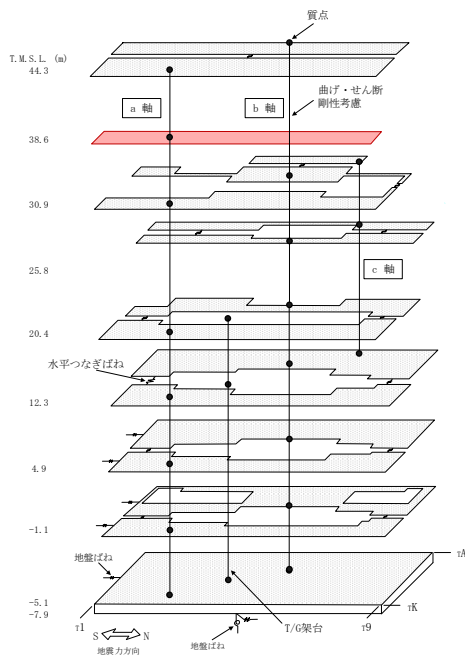
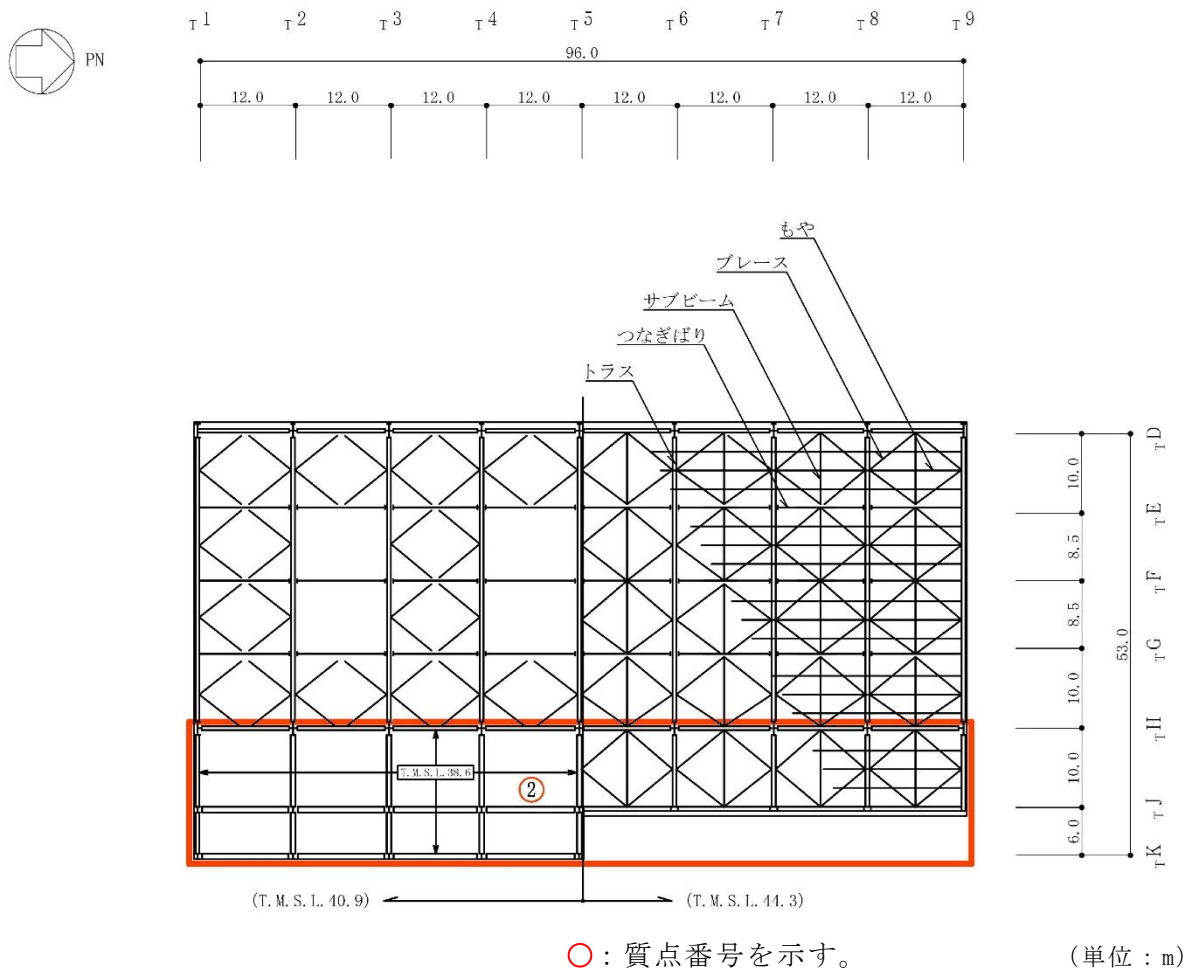


図 2-9 タービン建屋の地震応答解析モデル 重量区分図 (NS 方向, T.M.S.L. 30.9m)



注：T. M. S. L. 38.6m の区分図は T. M. S. L. 44.3m の概略平面図上に図示する。

図 2-10 タービン建屋の地震応答解析モデル 重量区分図 (NS 方向, T. M. S. L. 38.6m)

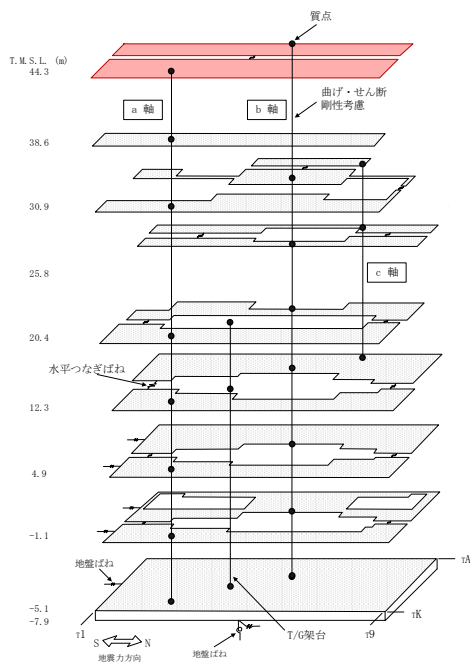
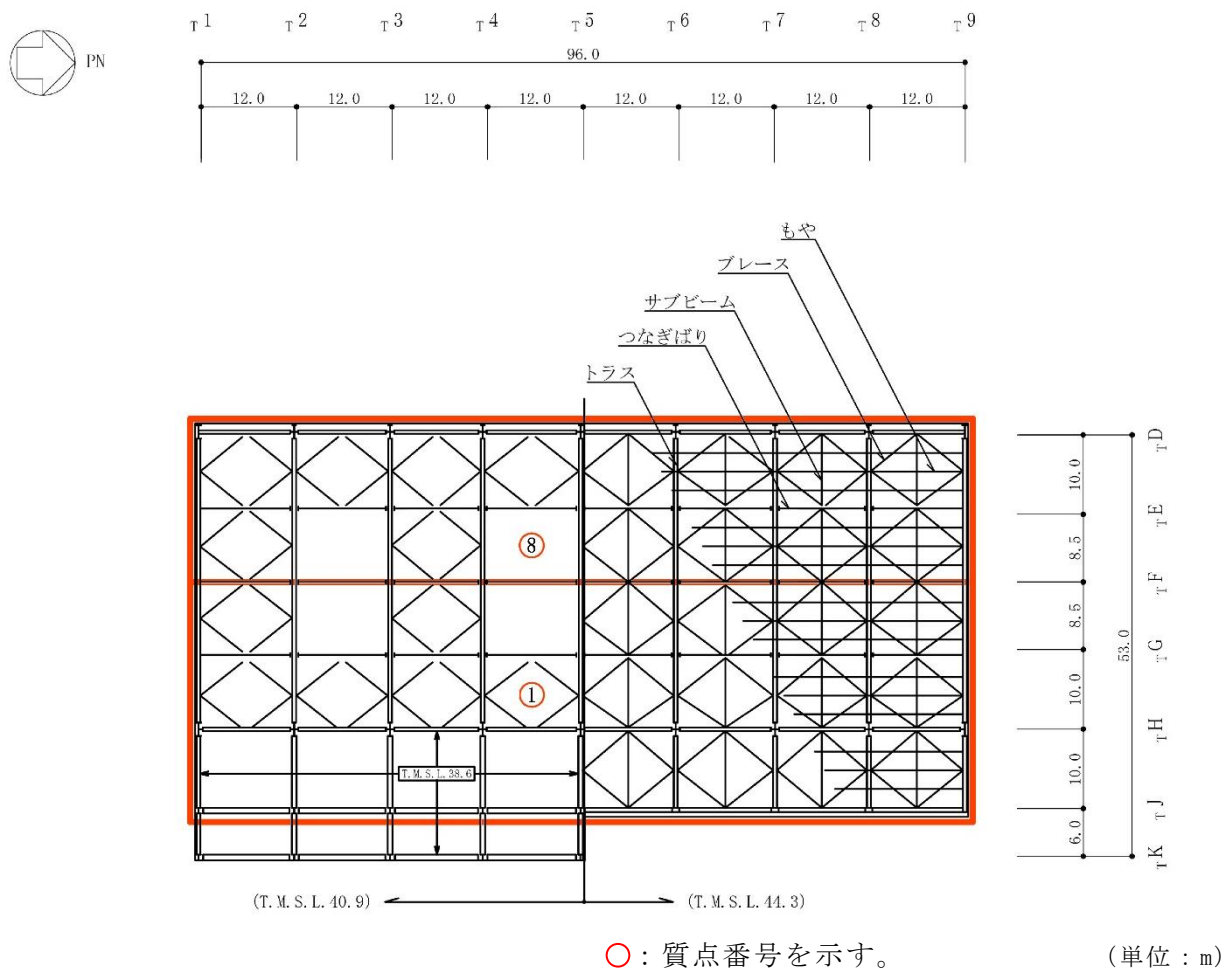
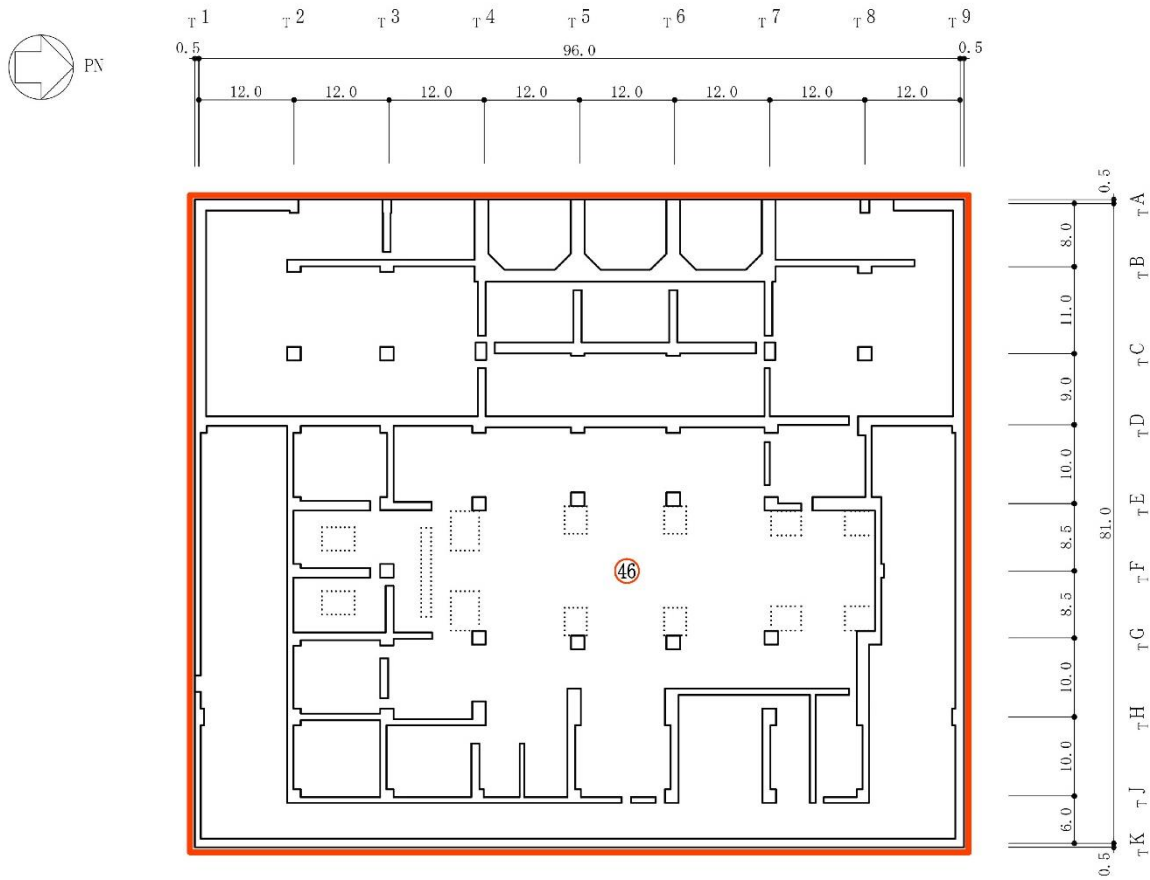


図 2-11 タービン建屋の地震応答解析モデル 重量区分図 (NS 方向, T. M. S. L. 44. 3m)





○：質点番号を示す。

(単位：m)

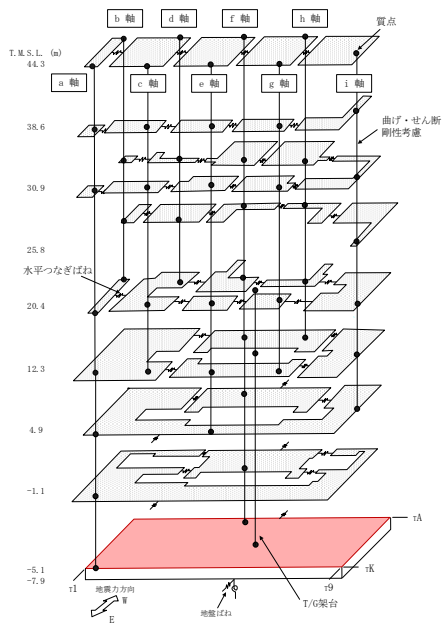
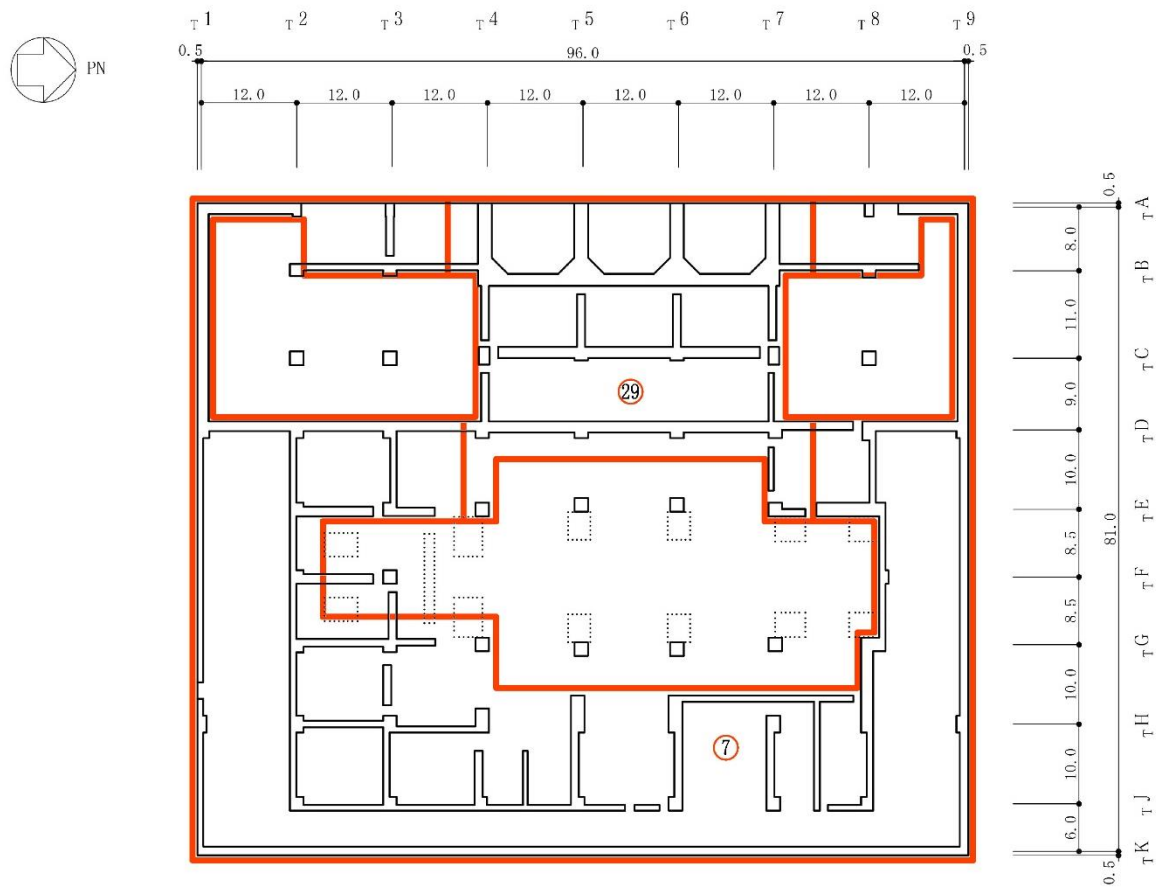
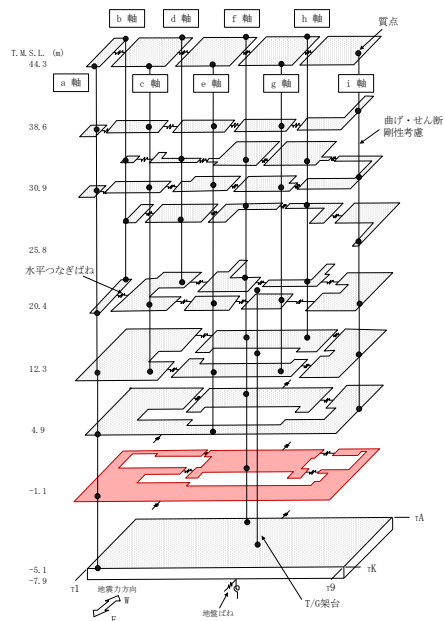


図 2-12 タービン建屋の地震応答解析モデル 重量区分図 (EW 方向, T.M.S.L. -5.1m)



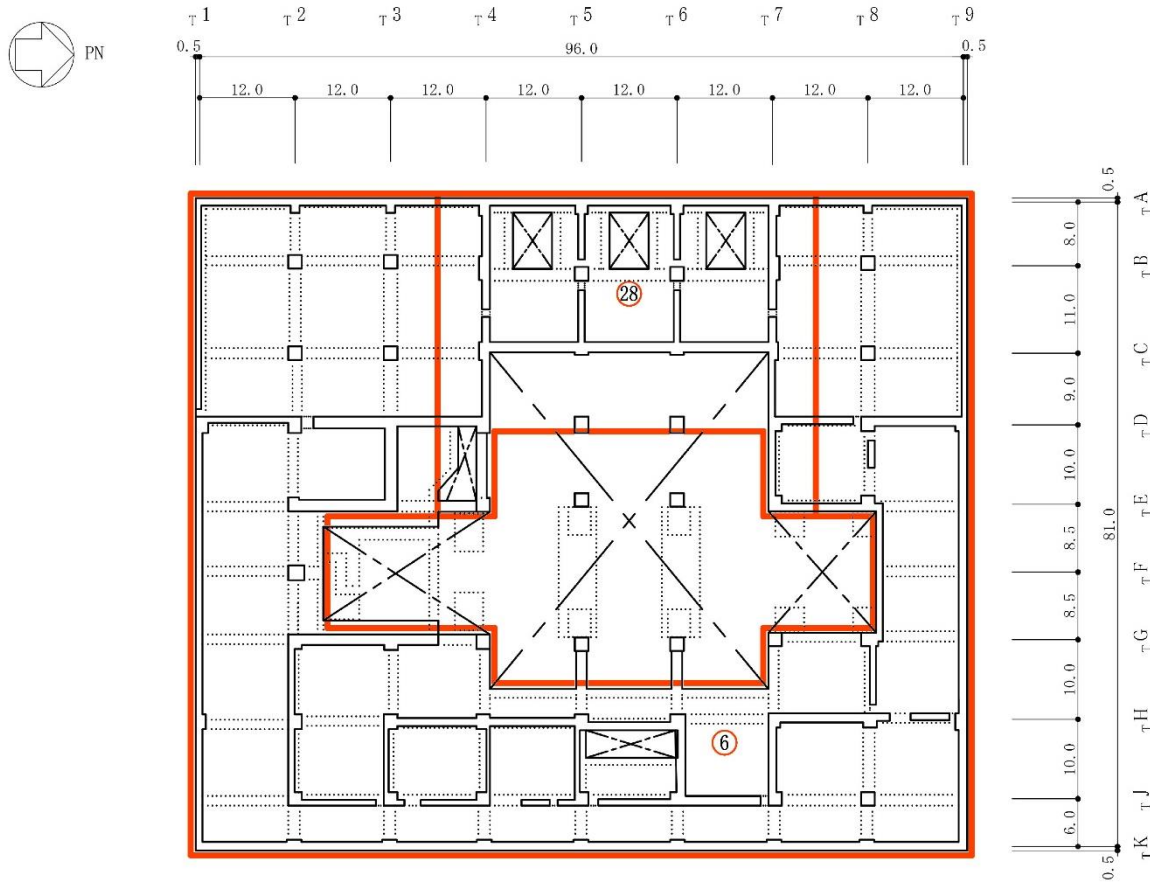
○：質点番号を示す。

(単位：m)



注：T.M.S.L. -1.1m の区分図は T.M.S.L. -5.1m の概略平面図上に図示する。

図 2-13 タービン建屋の地震応答解析モデル 重量区分図 (EW 方向, T.M.S.L. -1.1m)



○：質点番号を示す。

(単位：m)

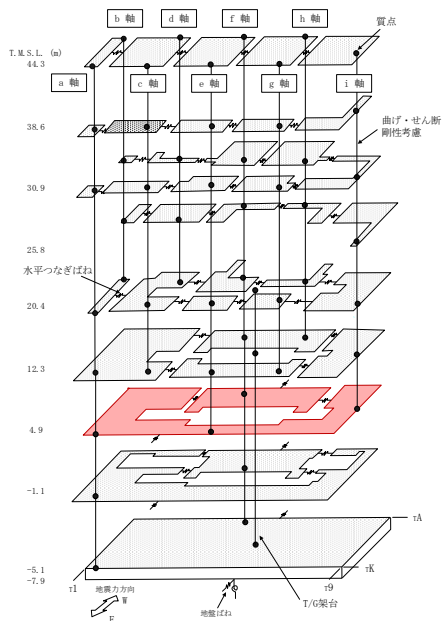
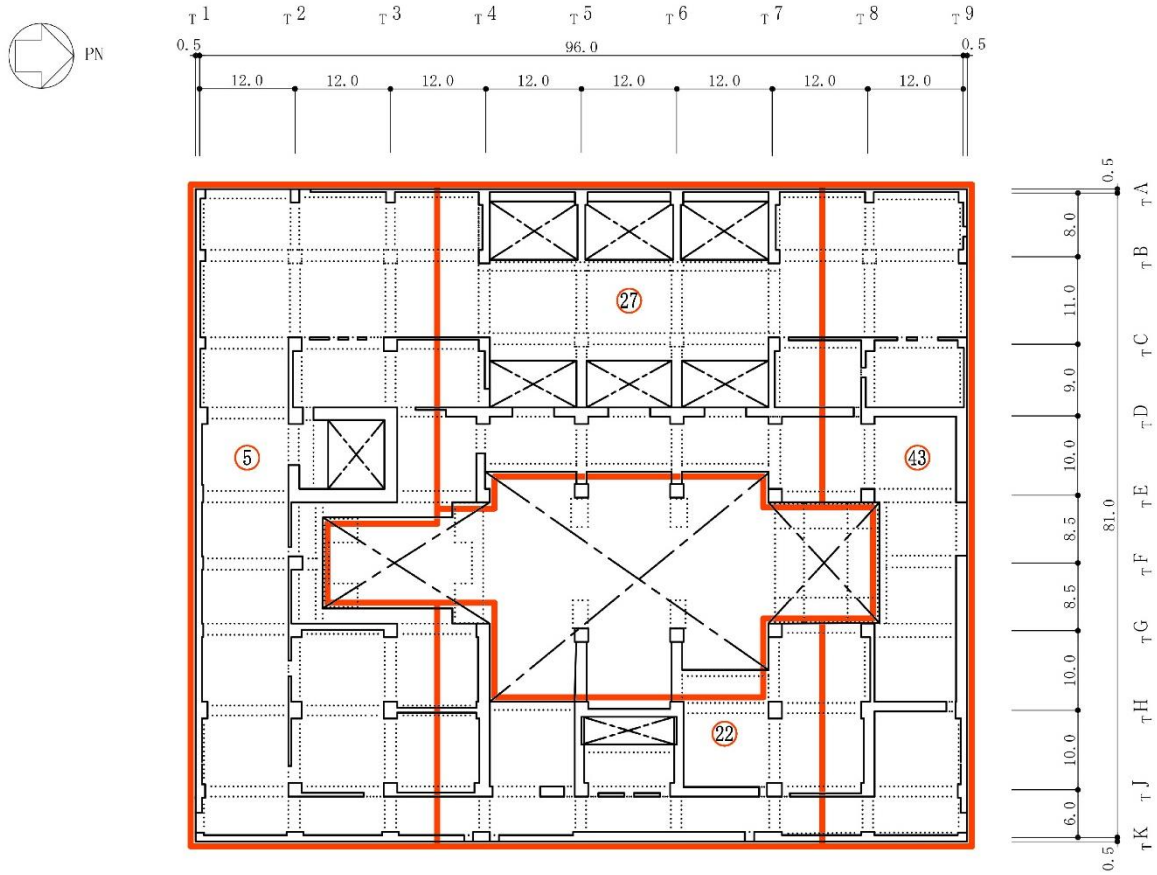


図 2-14 タービン建屋の地震応答解析モデル 重量区分図 (EW 方向, T.M.S.L. 4.9m)



○：質点番号を示す。

(単位：m)

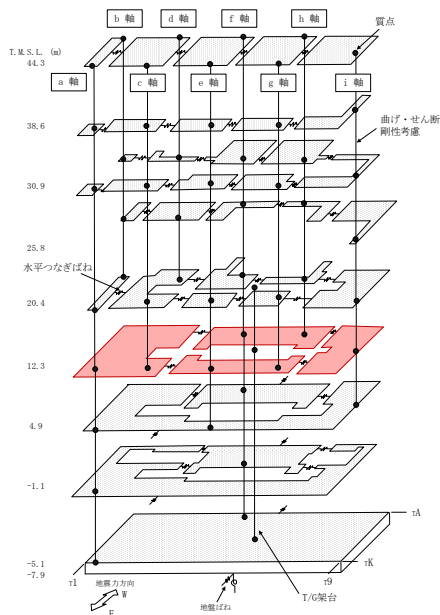
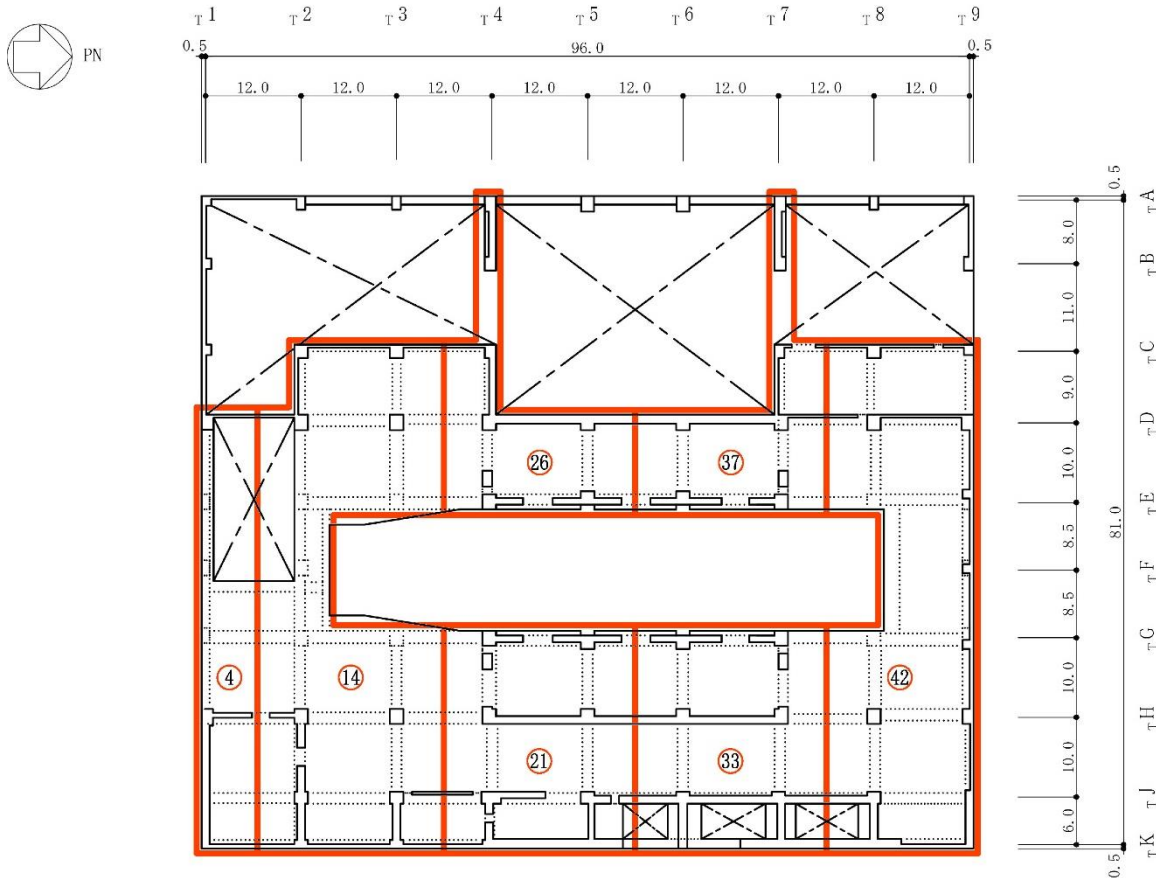


図 2-15 タービン建屋の地震応答解析モデル 重量区分図 (EW 方向, T.M.S.L. 12.3m)



○：質点番号を示す。

(単位：m)

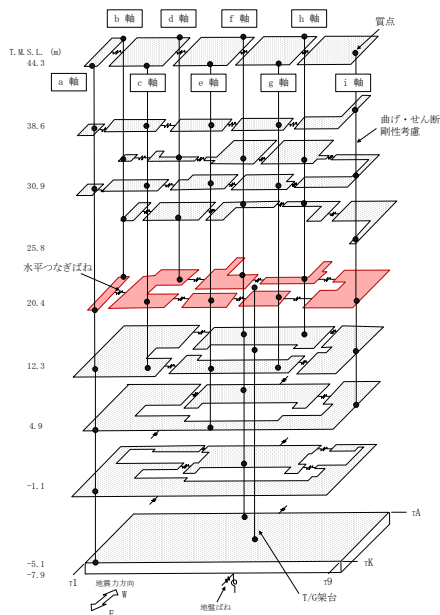
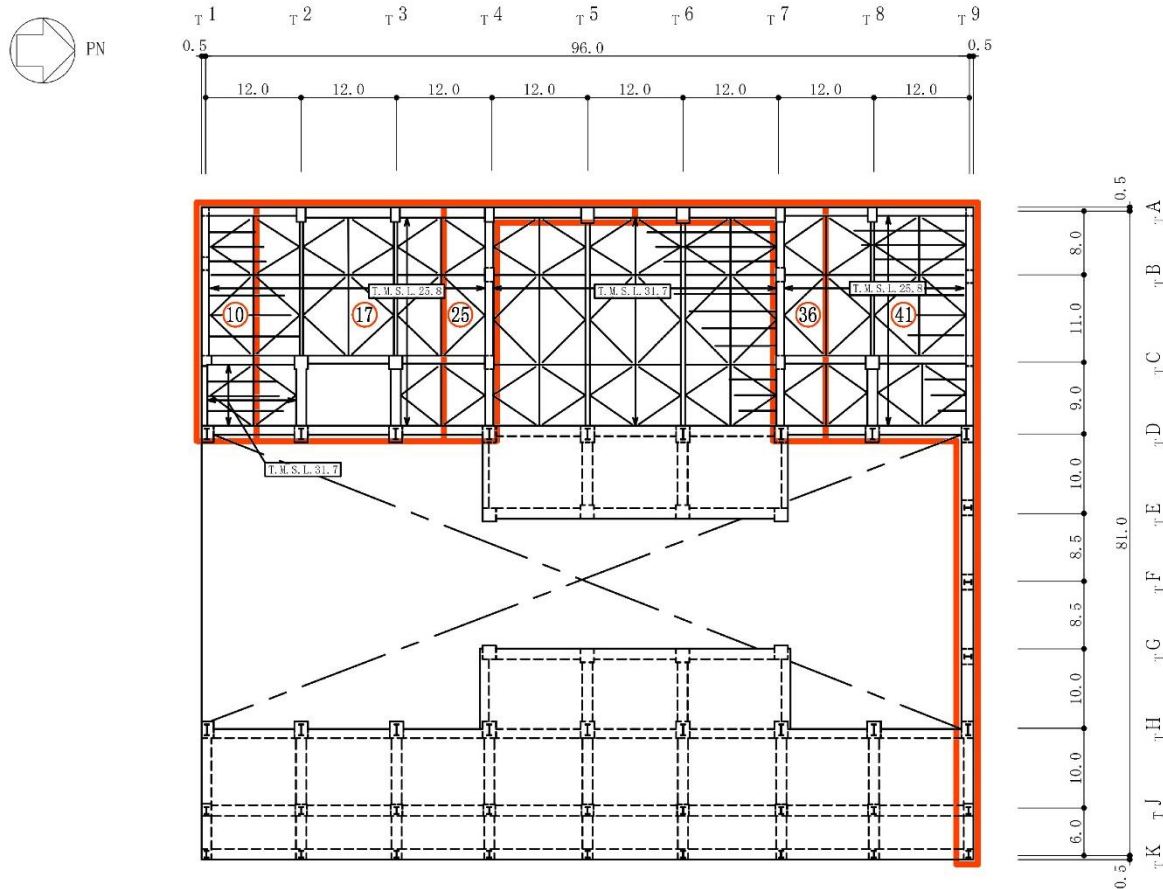
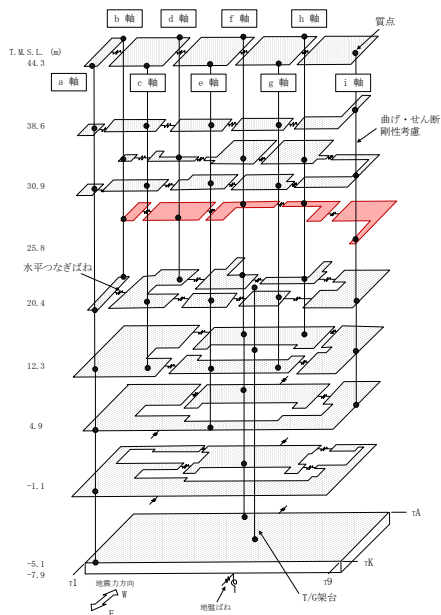


図 2-16 タービン建屋の地震応答解析モデル 重量区分図 (EW 方向, T. M. S. L. 20.4m)



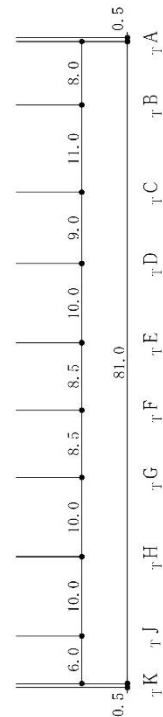
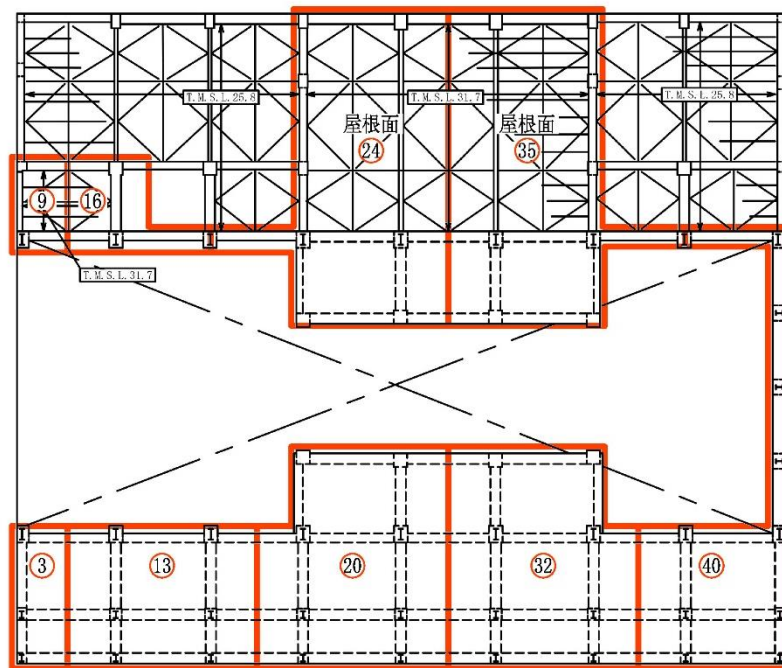
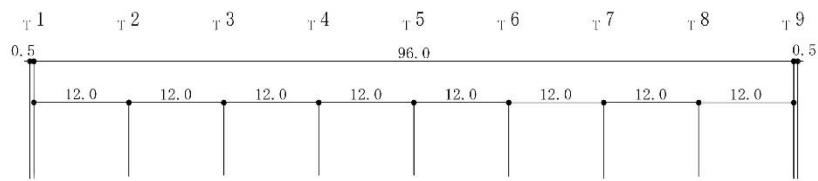
○：質点番号を示す。

(単位：m)



注：T.M.S.L. 25.8m の区分図は T.M.S.L. 30.9m の概略平面図上に図示する。

図 2-17 タービン建屋の地震応答解析モデル 重量区分図 (EW 方向, T.M.S.L. 25.8m)



○：質点番号を示す。

(単位：m)

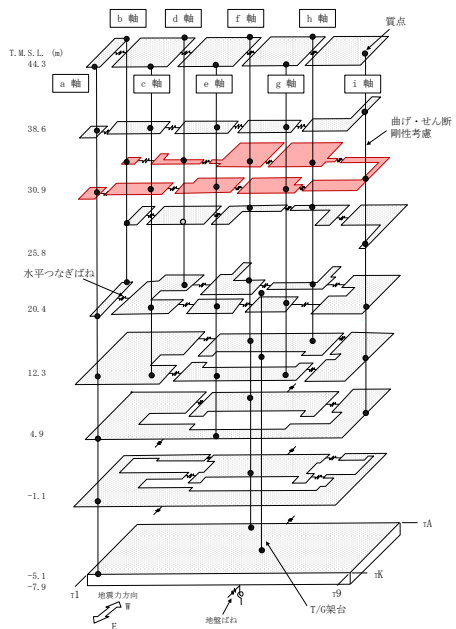
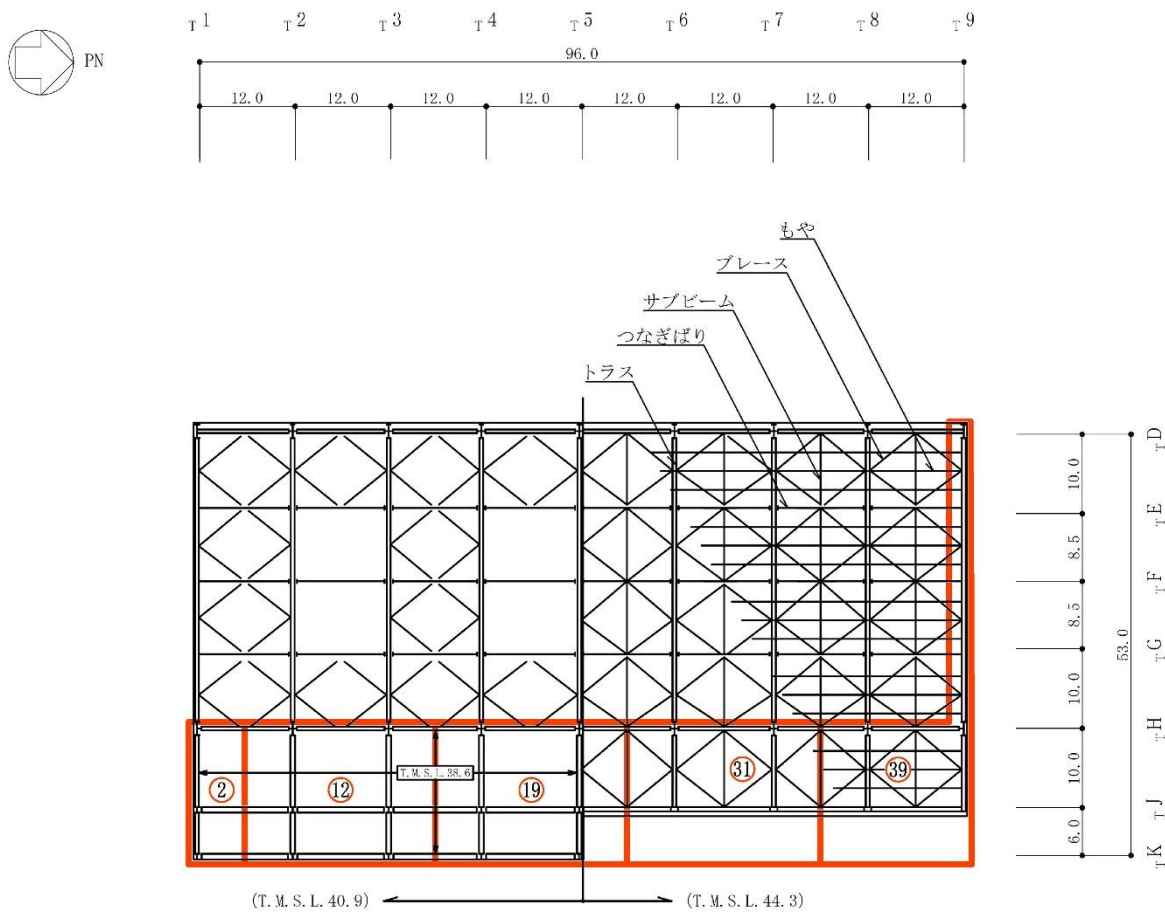


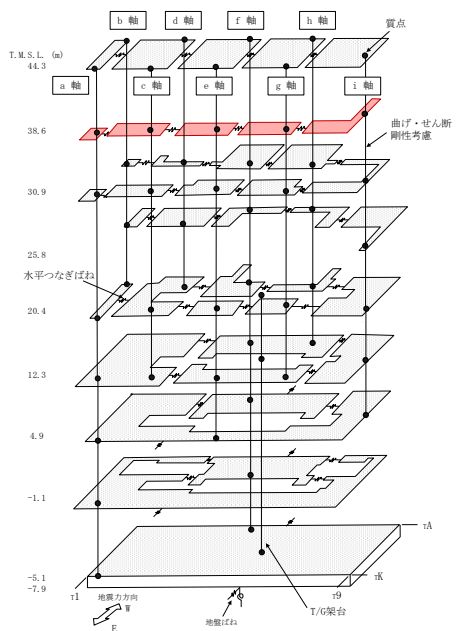
図 2-18 タービン建屋の地震応答解析モデル 重量区分図 (EW 方向, T.M.S.L. 30.9m)





○：質点番号を示す。

(単位：m)



注：T.M.S.L. 38.6mの区分図はT.M.S.L. 44.3mの概略平面図上に図示する。

図 2-19 タービン建屋の地震応答解析モデル 重量区分図 (EW 方向, T.M.S.L. 38.6m)



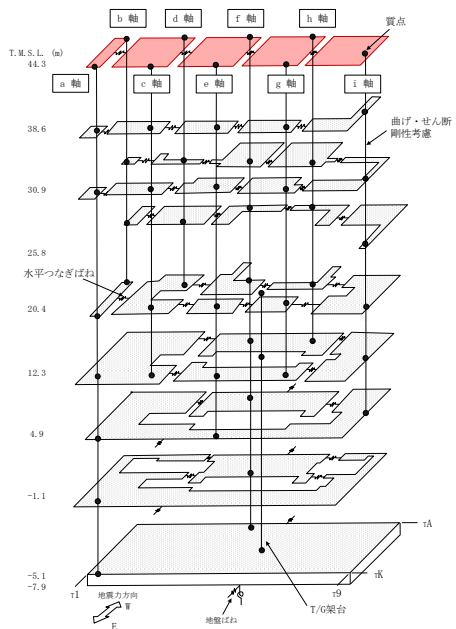
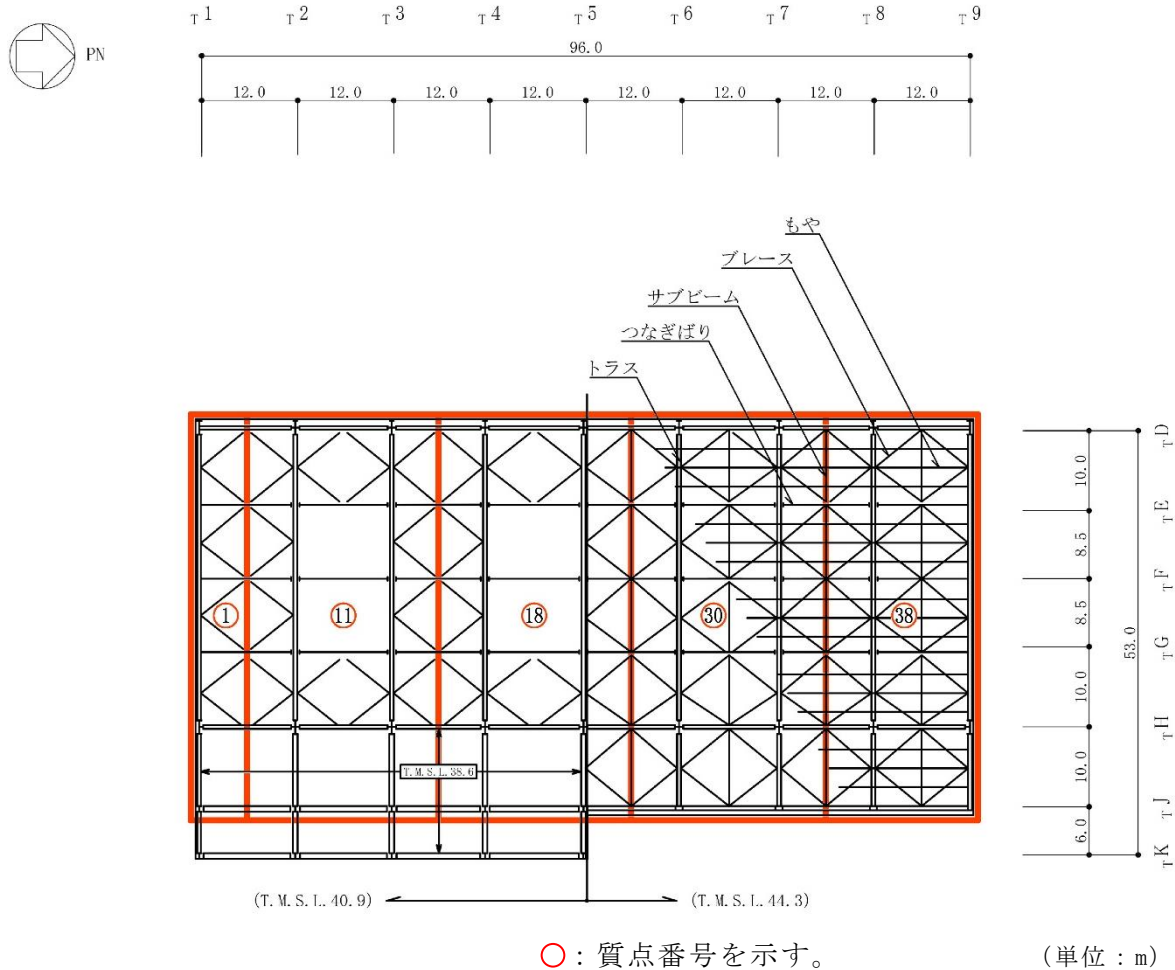
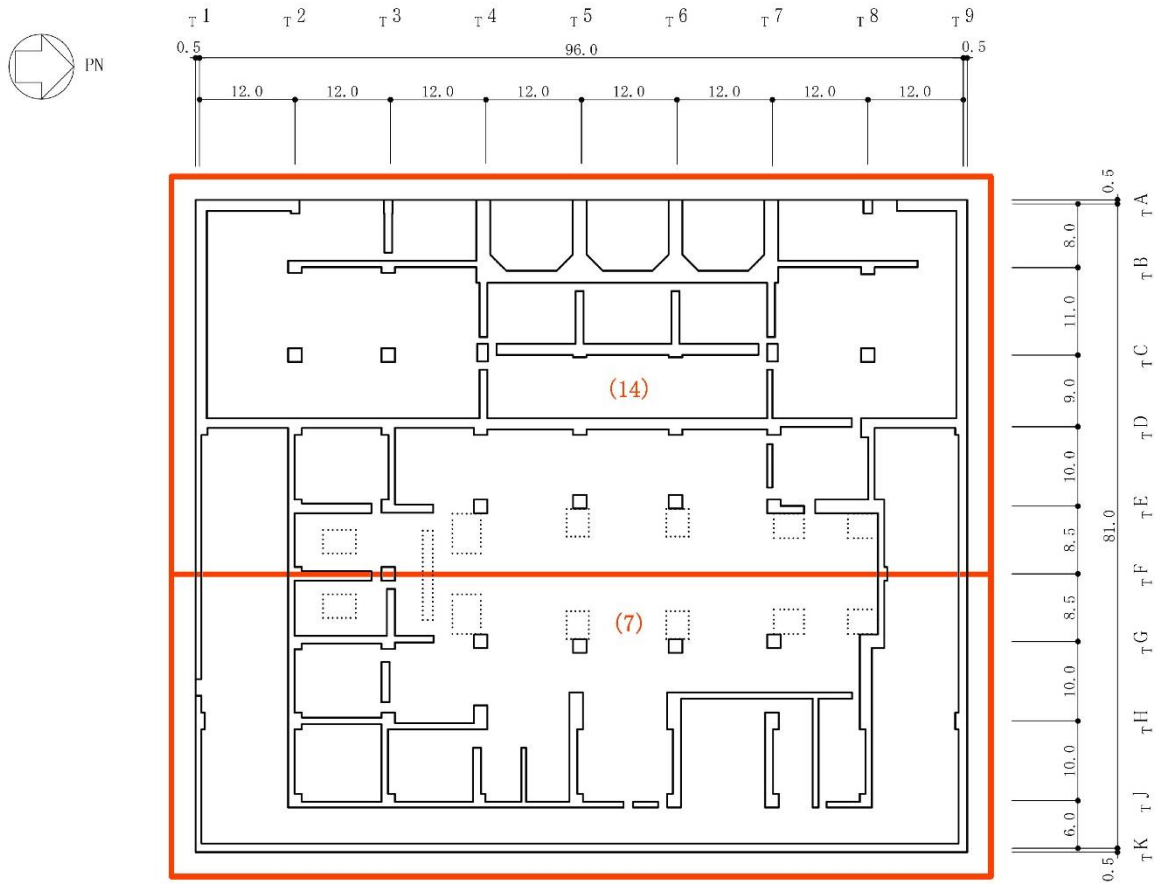


図 2-20 タービン建屋の地震応答解析モデル 重量区分図 (EW 方向, T.M.S.L. 44.3m)



( ) : 部材番号を示す。

(単位 : m)

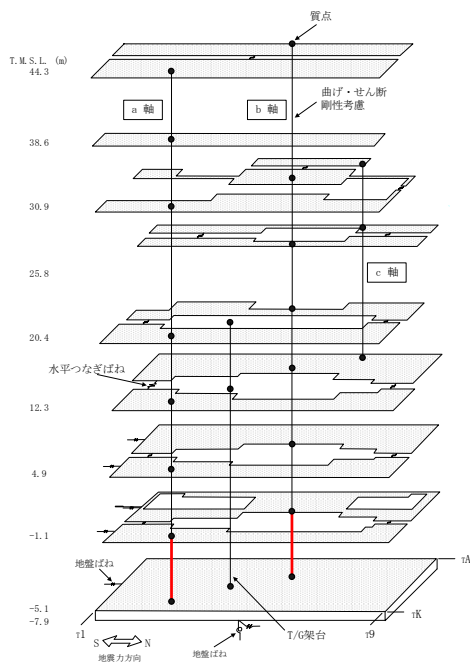
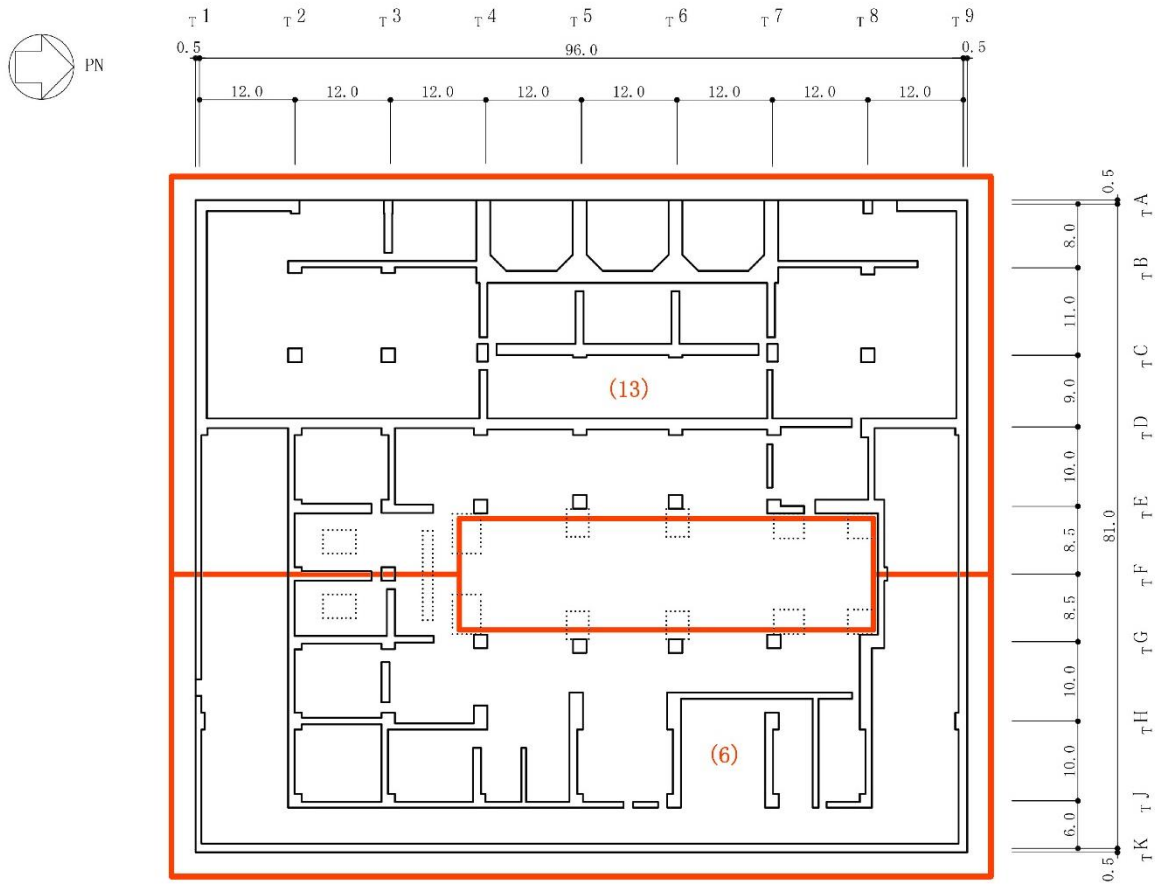
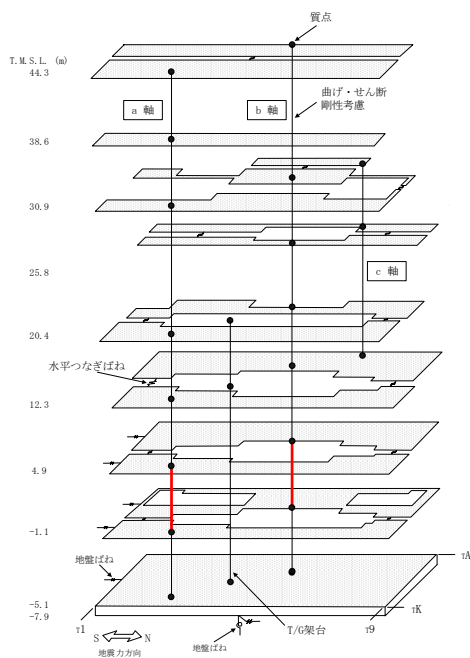


図 2-21 タービン建屋の地震応答解析モデル 剛性区分図 (NS 方向, T.M.S.L. -5.1m)



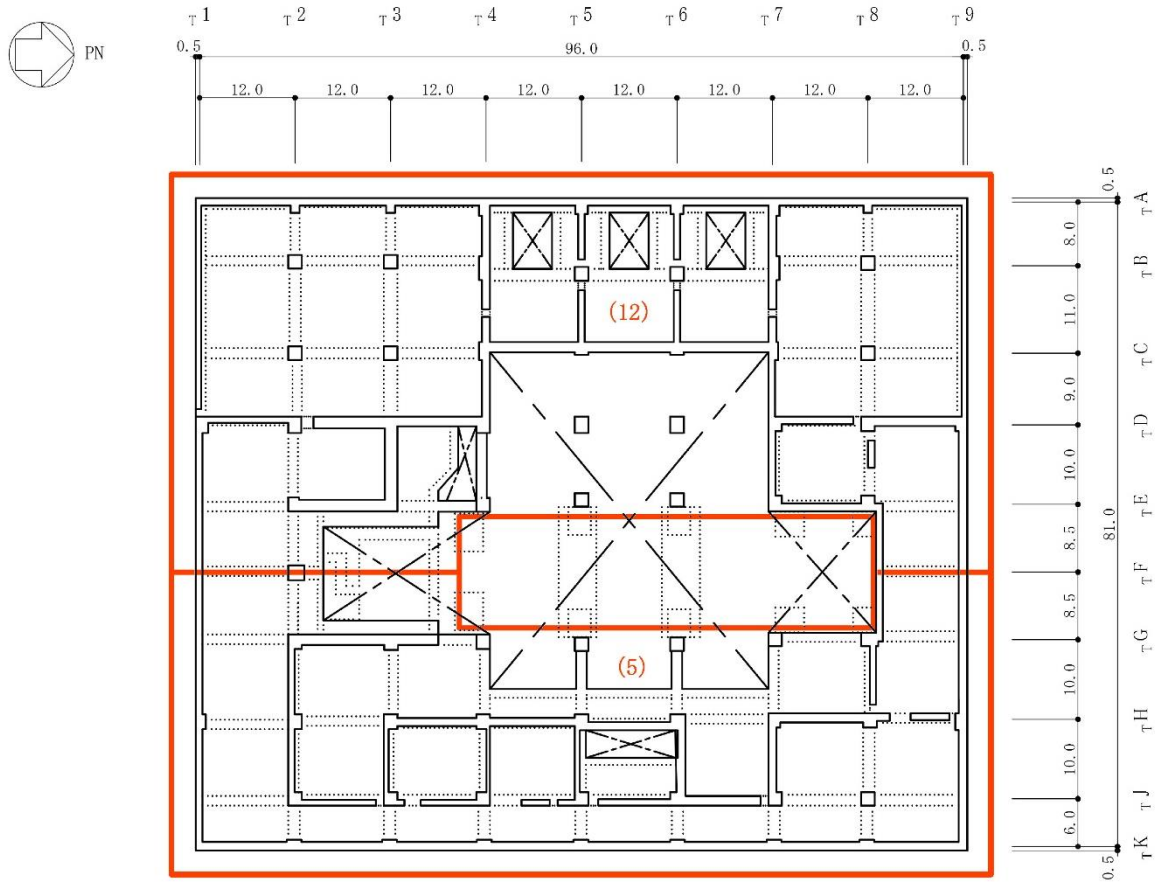
( ) : 部材番号を示す。

(単位 : m)



注 : T.M.S.L. -1.1m の区分図は T.M.S.L. -5.1m の概略平面図上に図示する。

図 2-22 タービン建屋の地震応答解析モデル 剛性区分図 (NS 方向, T.M.S.L. -1.1m)



( ) : 部材番号を示す。

(単位 : m)

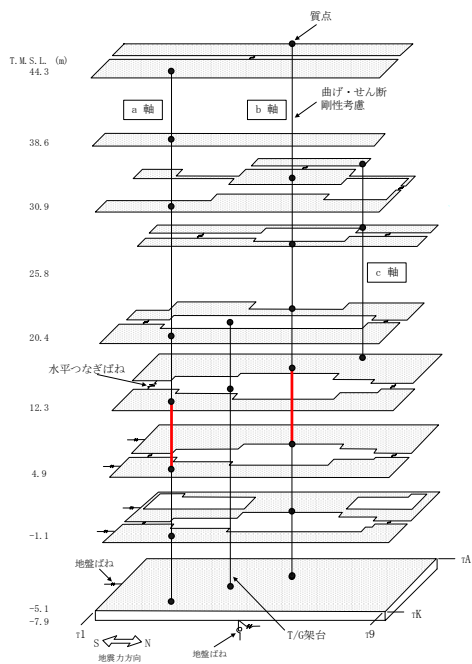
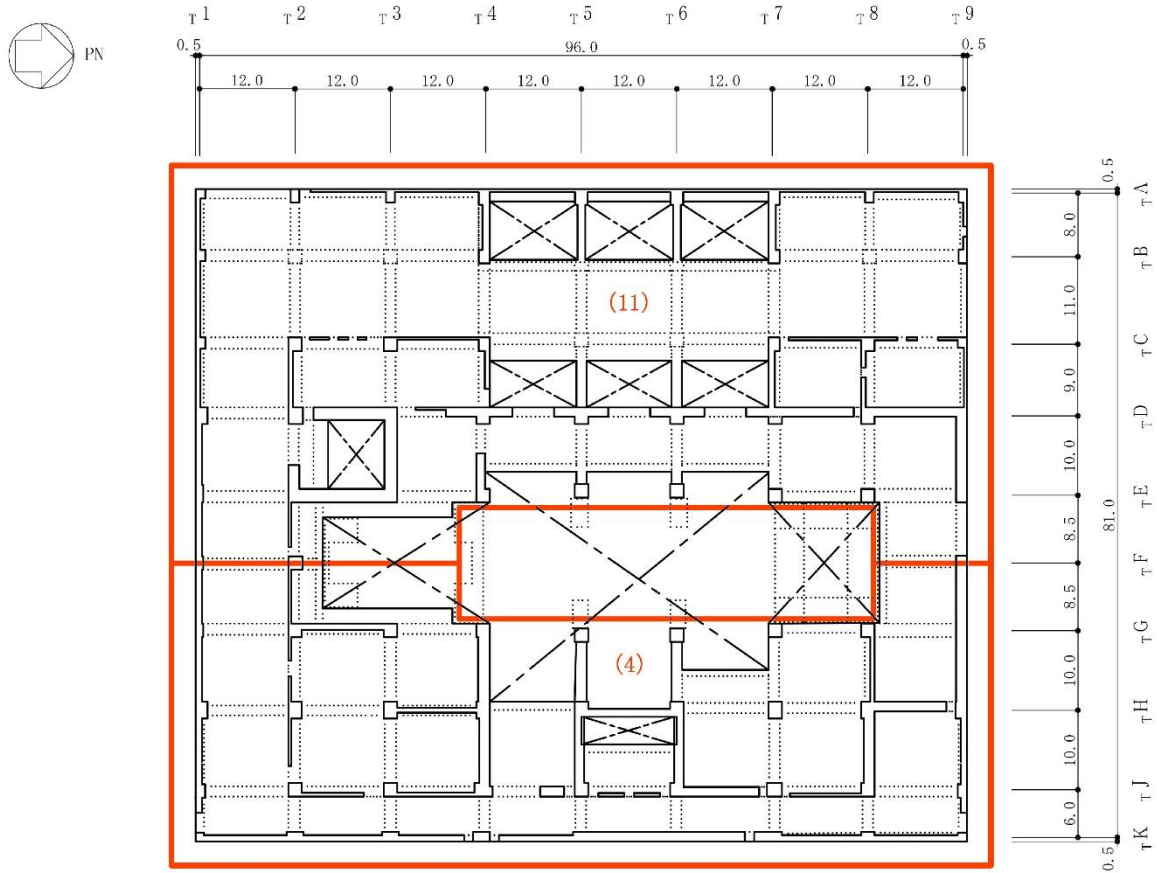


図 2-23 タービン建屋の地震応答解析モデル 剛性区分図 (NS 方向, T.M.S.L. 4.9m)



( ) : 部材番号を示す。

(単位 : m)

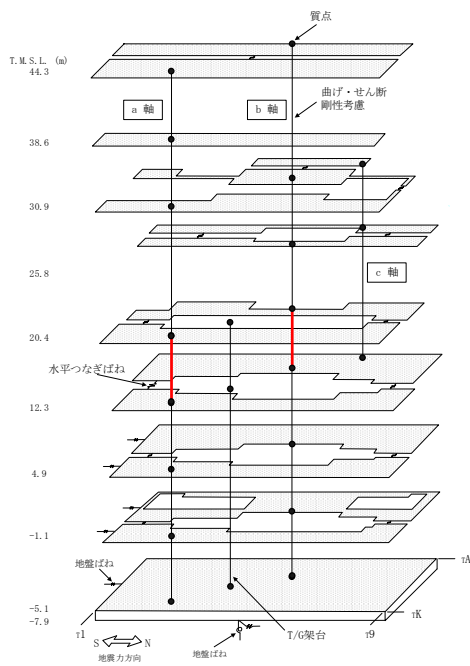
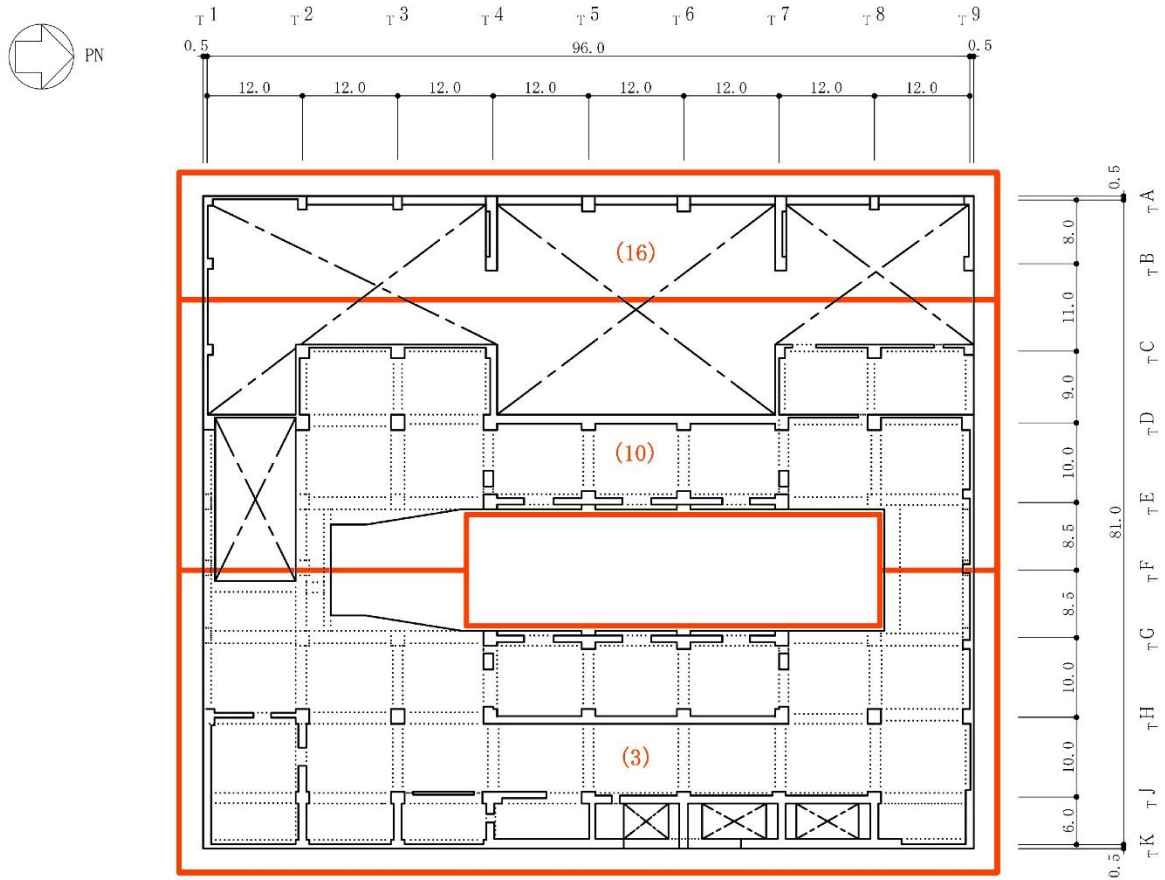


図 2-24 タービン建屋の地震応答解析モデル 剛性区分図 (NS 方向, T. M. S. L. 12.3m)



( ) : 部材番号を示す。

(単位 : m)

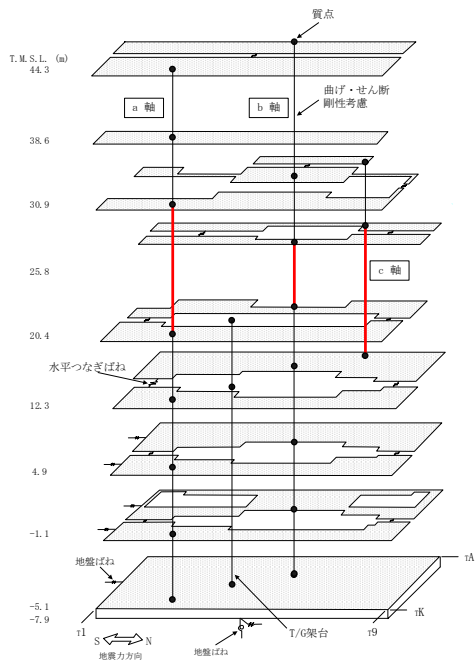
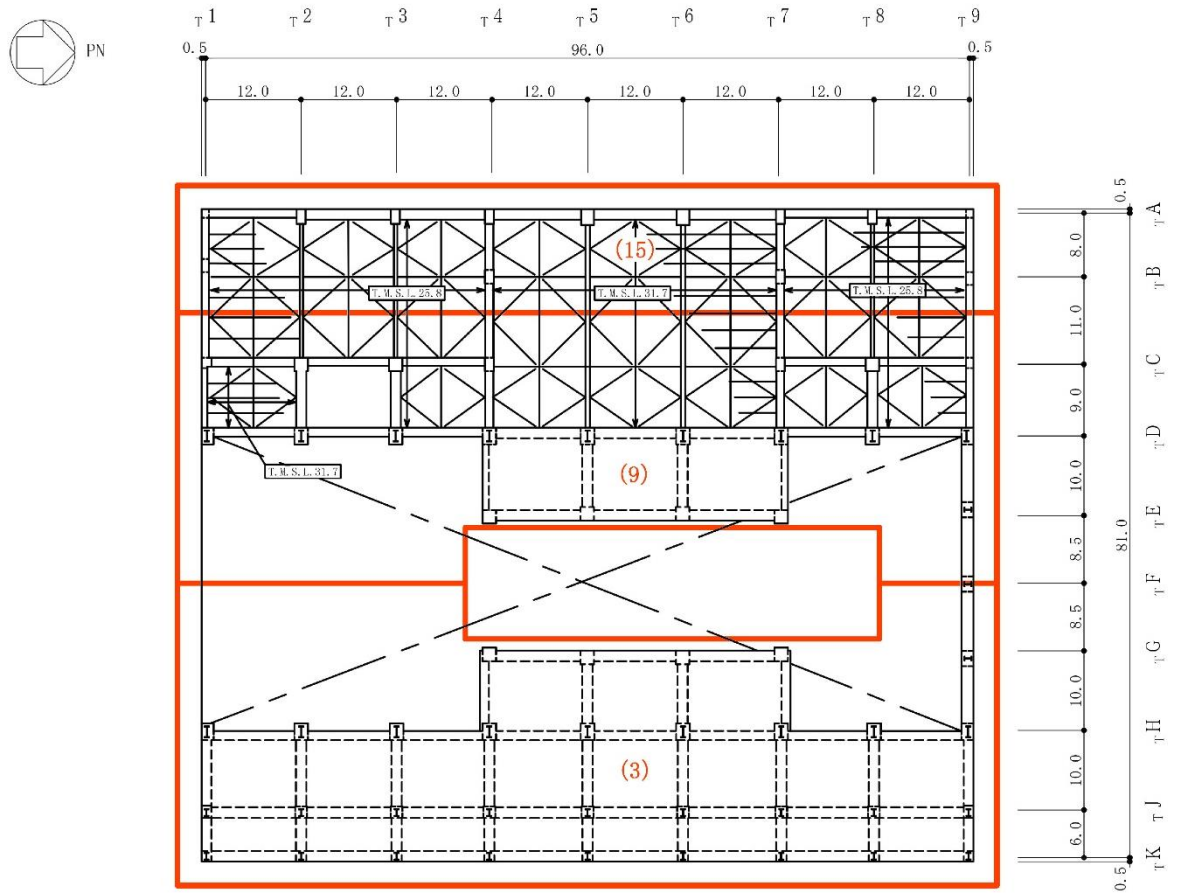
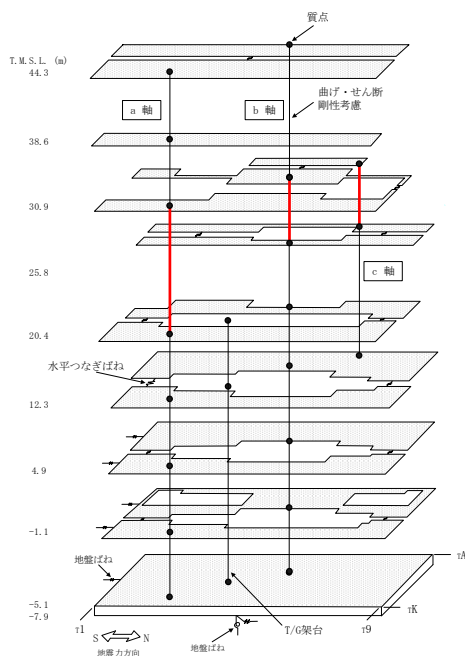


図 2-25 タービン建屋の地震応答解析モデル 剛性区分図 (NS 方向, T. M. S. L. 20.4m)



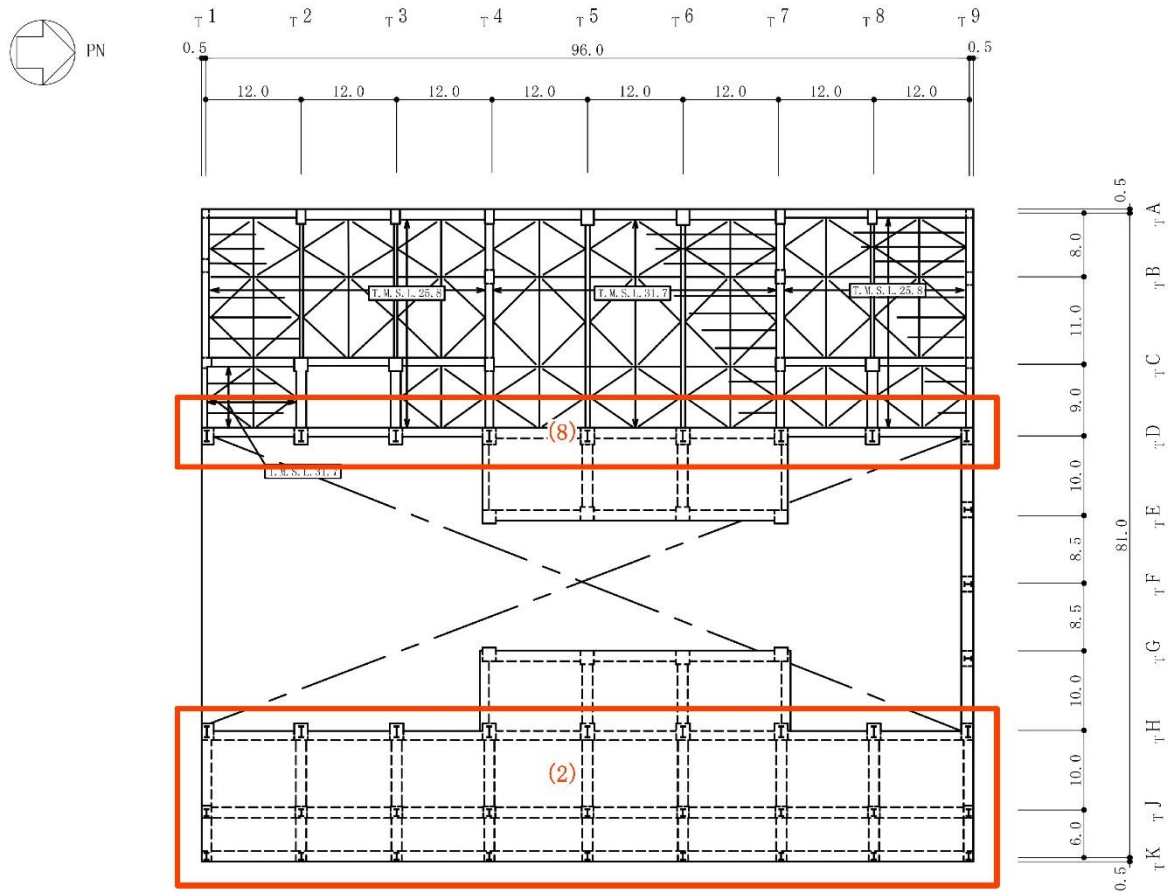
( ) : 部材番号を示す。

(単位 : m)



注 : T.M.S.L. 25.8m の区分図は T.M.S.L. 30.9m の概略平面図上に図示する。

図 2-26 タービン建屋の地震応答解析モデル 剛性区分図 (NS 方向, T.M.S.L. 25.8m)



( ) : 部材番号を示す。

(単位 : m)

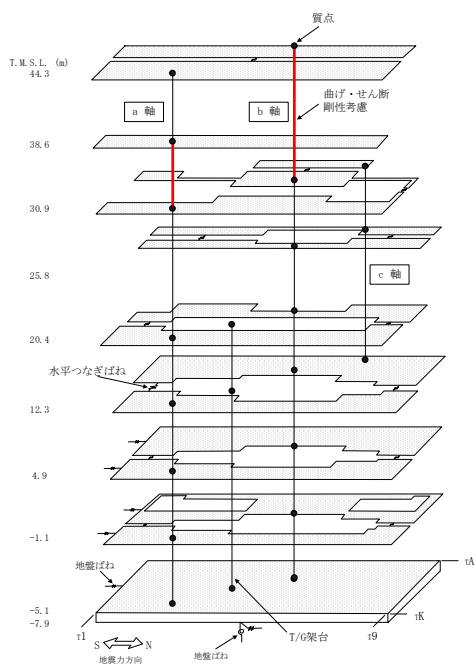
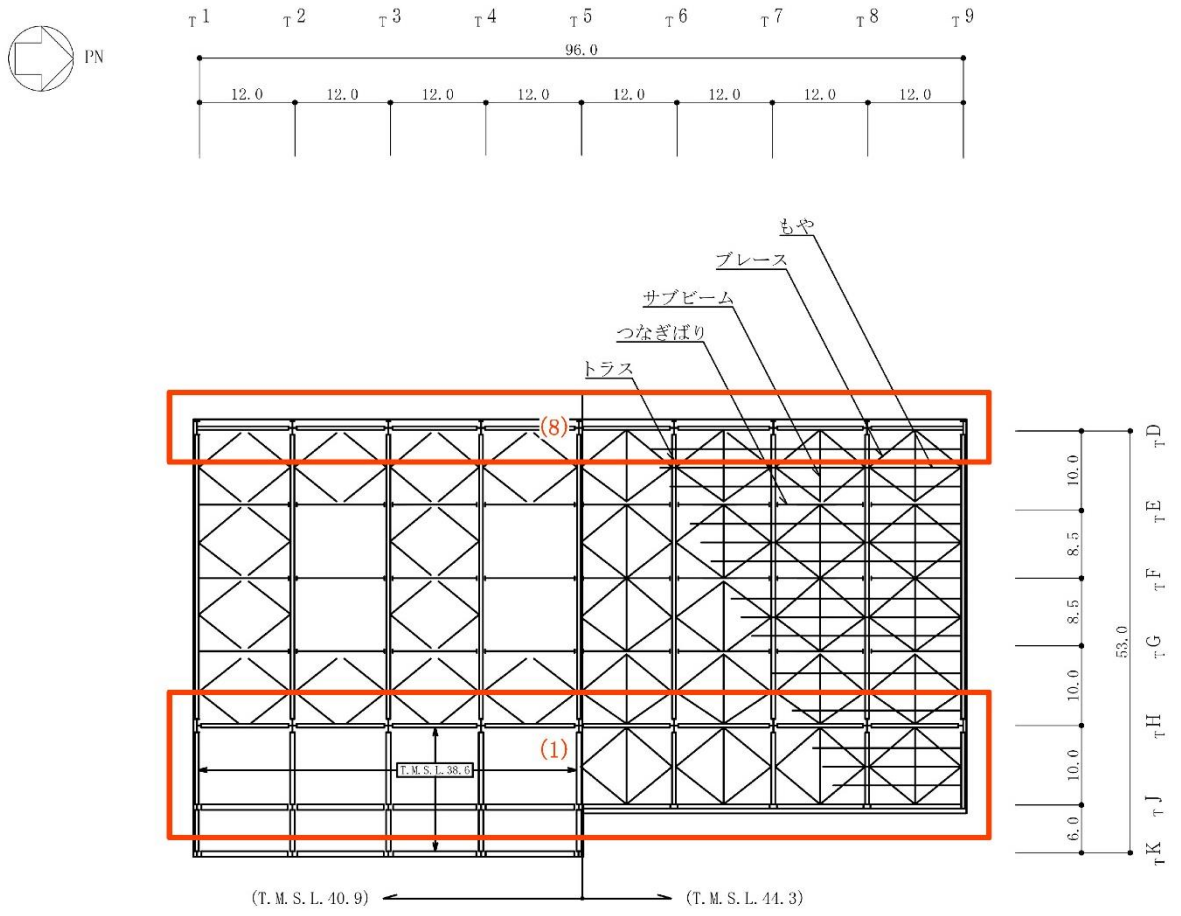


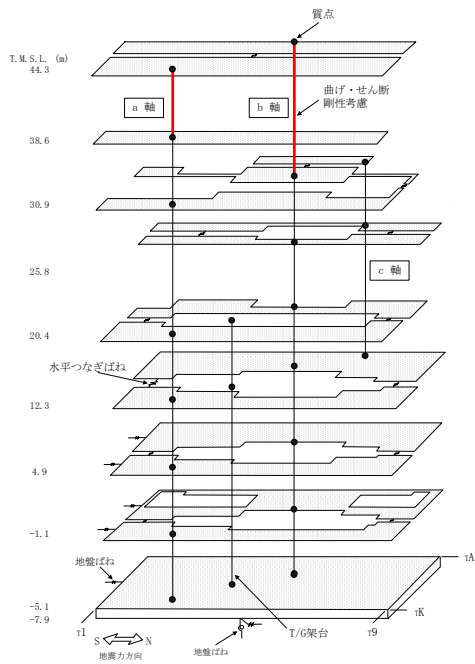
図 2-27 タービン建屋の地震応答解析モデル 剛性区分図 (NS 方向, T.M.S.L. 30.9m)





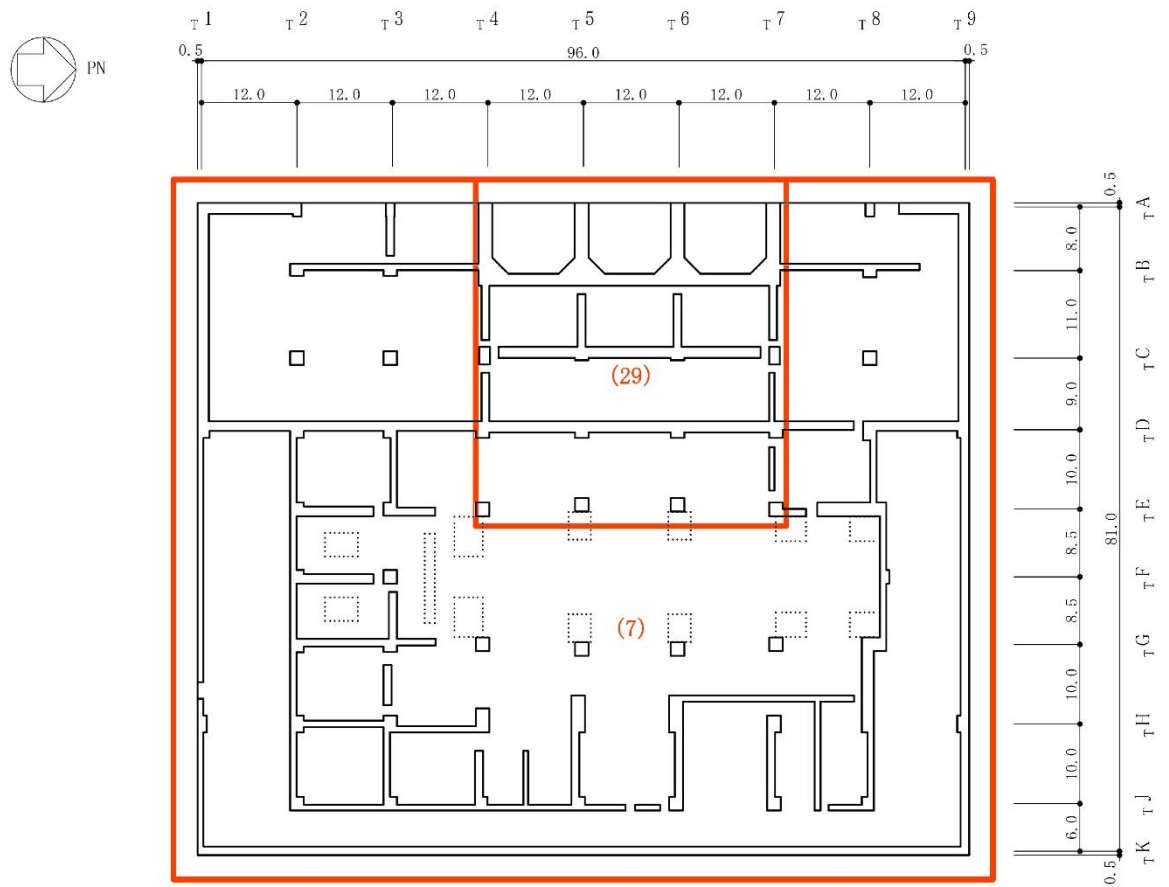
( ) : 部材番号を示す。

(単位 : m)



注 : T.M.S.L. 38.6m の区分図は T.M.S.L. 44.3m の概略平面図上に図示する。

図 2-28 タービン建屋の地震応答解析モデル 剛性区分図 (NS 方向, T.M.S.L. 38.6m)



( ) : 部材番号を示す。

(単位 : m)

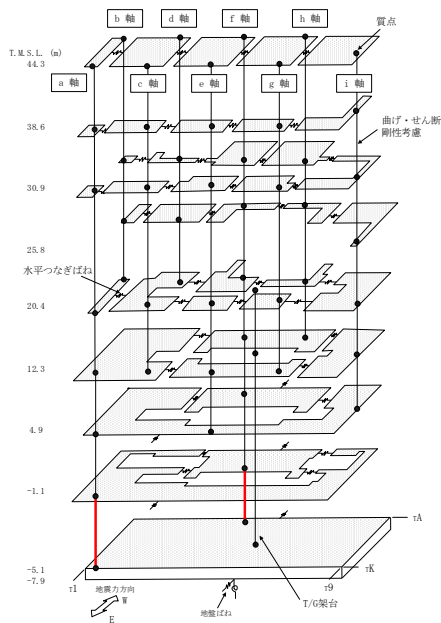
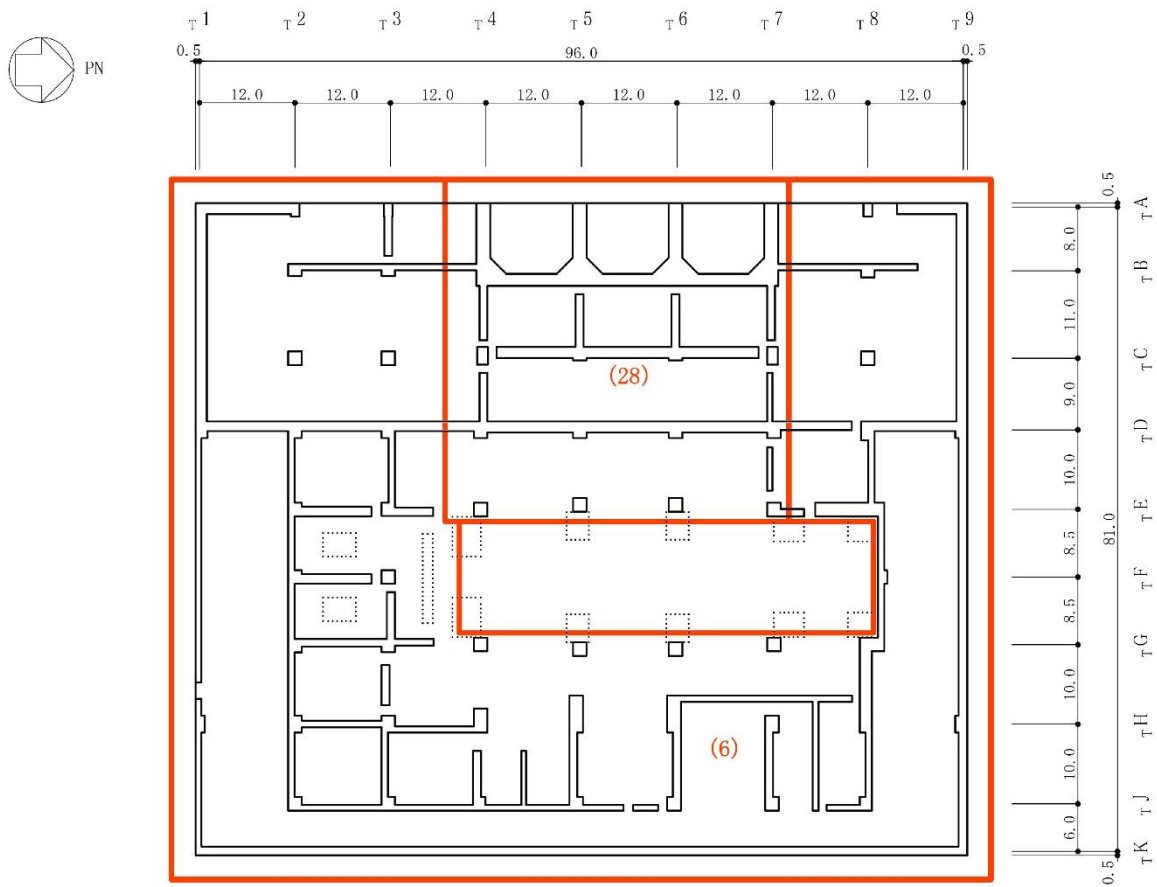
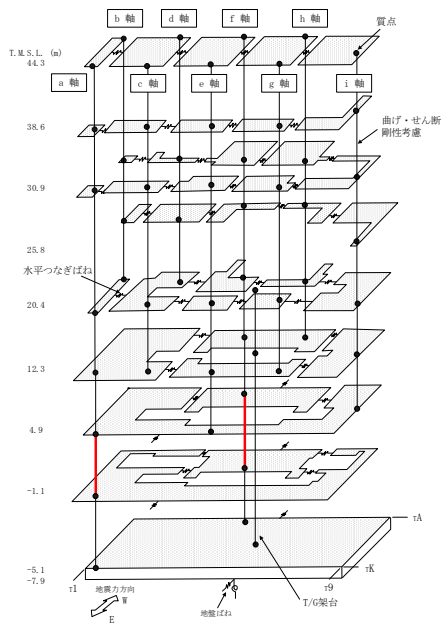


図 2-29 タービン建屋の地震応答解析モデル 剛性区分図 (EW 方向, T.M.S.L. -5.1m)



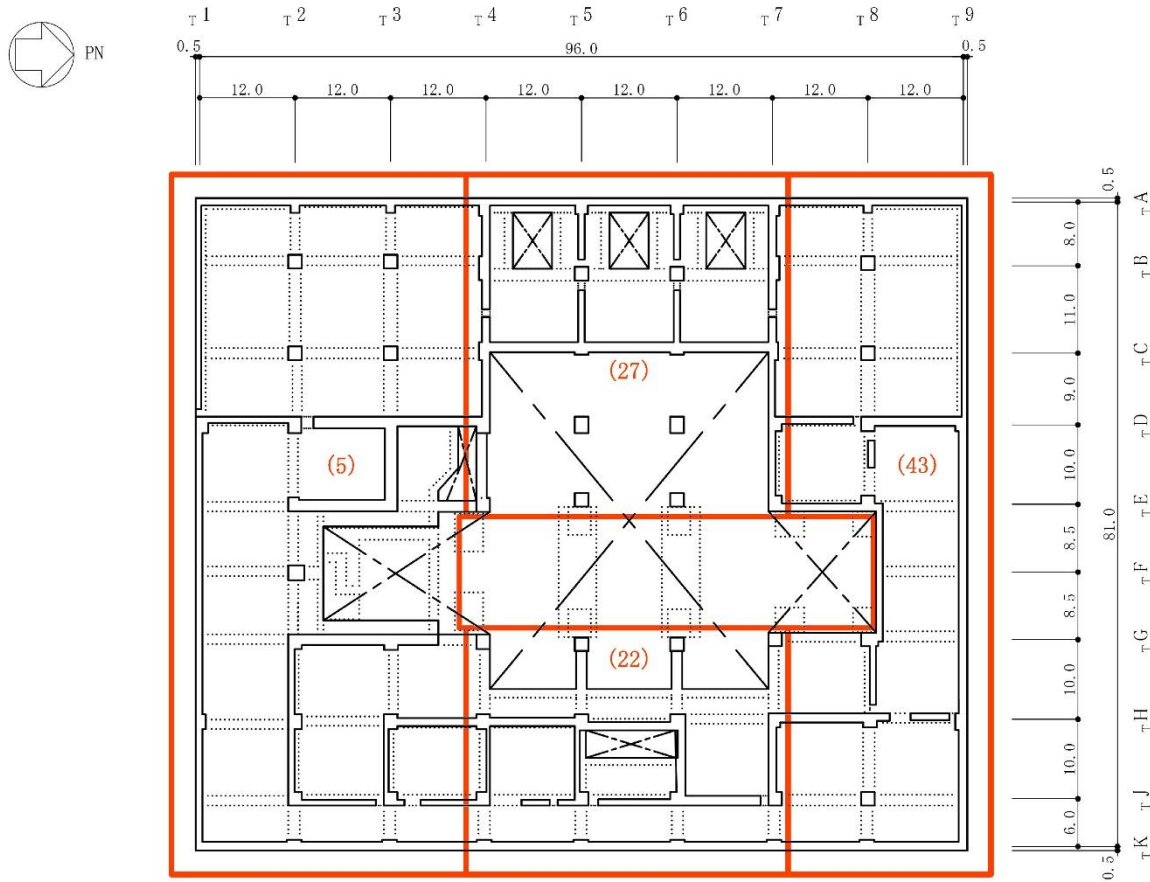
( ) : 部材番号を示す。

(単位 : m)



注 : T.M.S.L. -1.1m の区分図は T.M.S.L. -5.1m の概略平面図上に図示する。

図 2-30 タービン建屋の地震応答解析モデル 剛性区分図 (EW 方向, T.M.S.L. -1.1m)



( ) : 部材番号を示す。

(単位 : m)

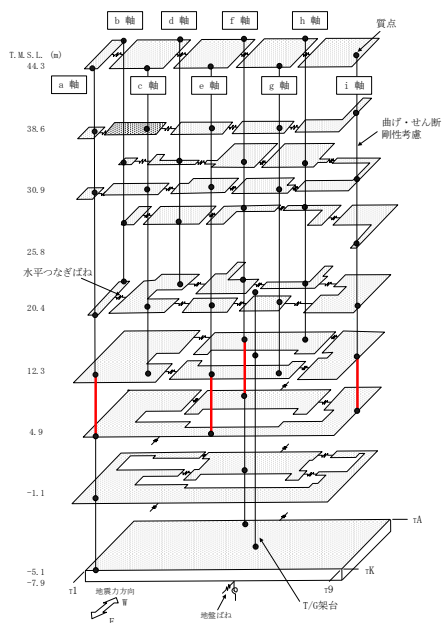
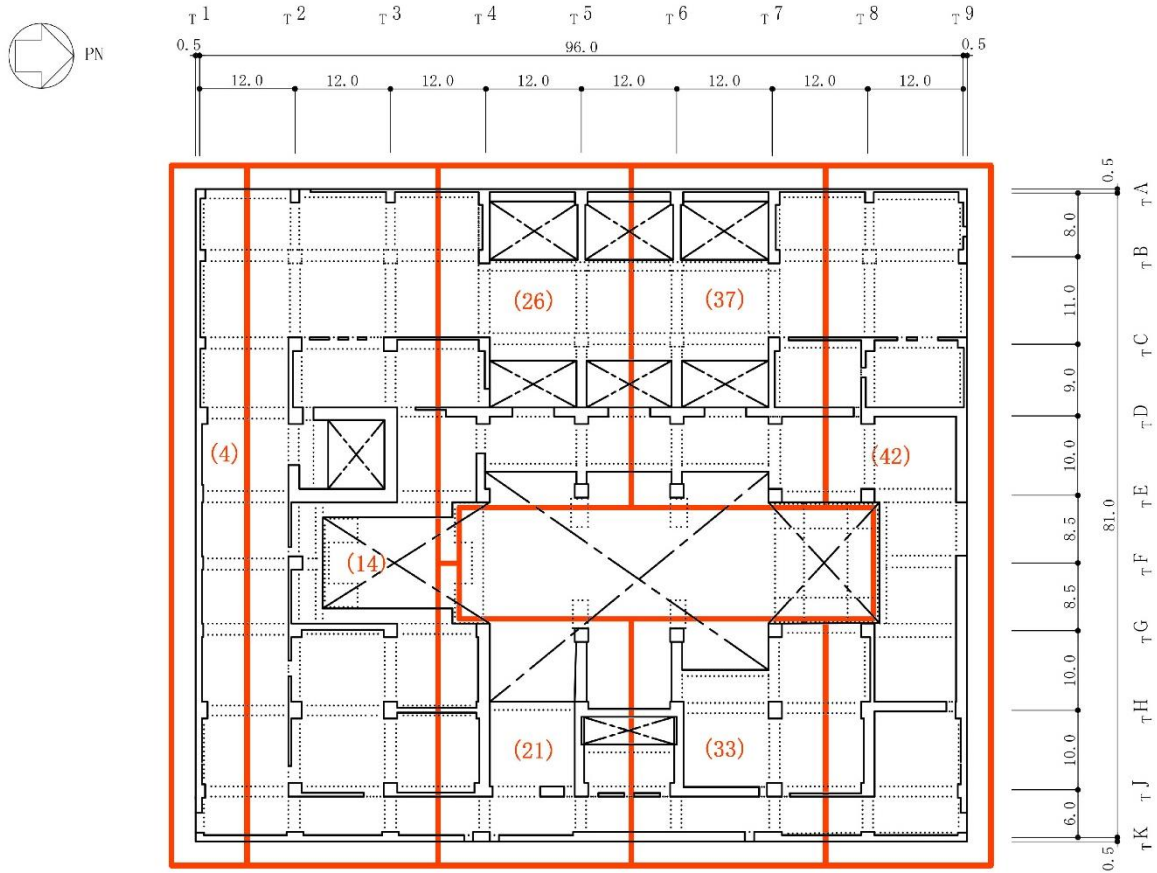


図 2-31 タービン建屋の地震応答解析モデル 剛性区分図 (EW 方向, T.M.S.L. 4.9m)



( ) : 部材番号を示す。

(単位 : m)

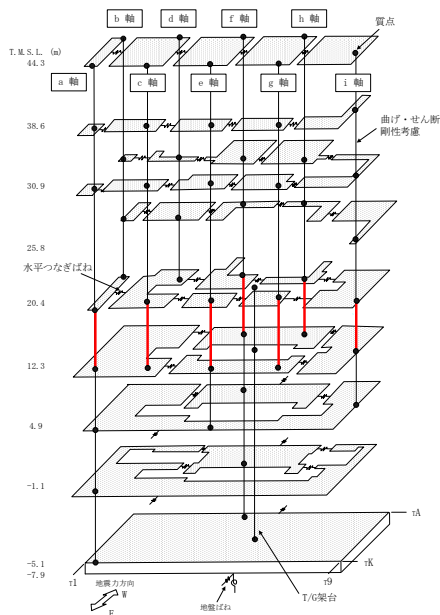
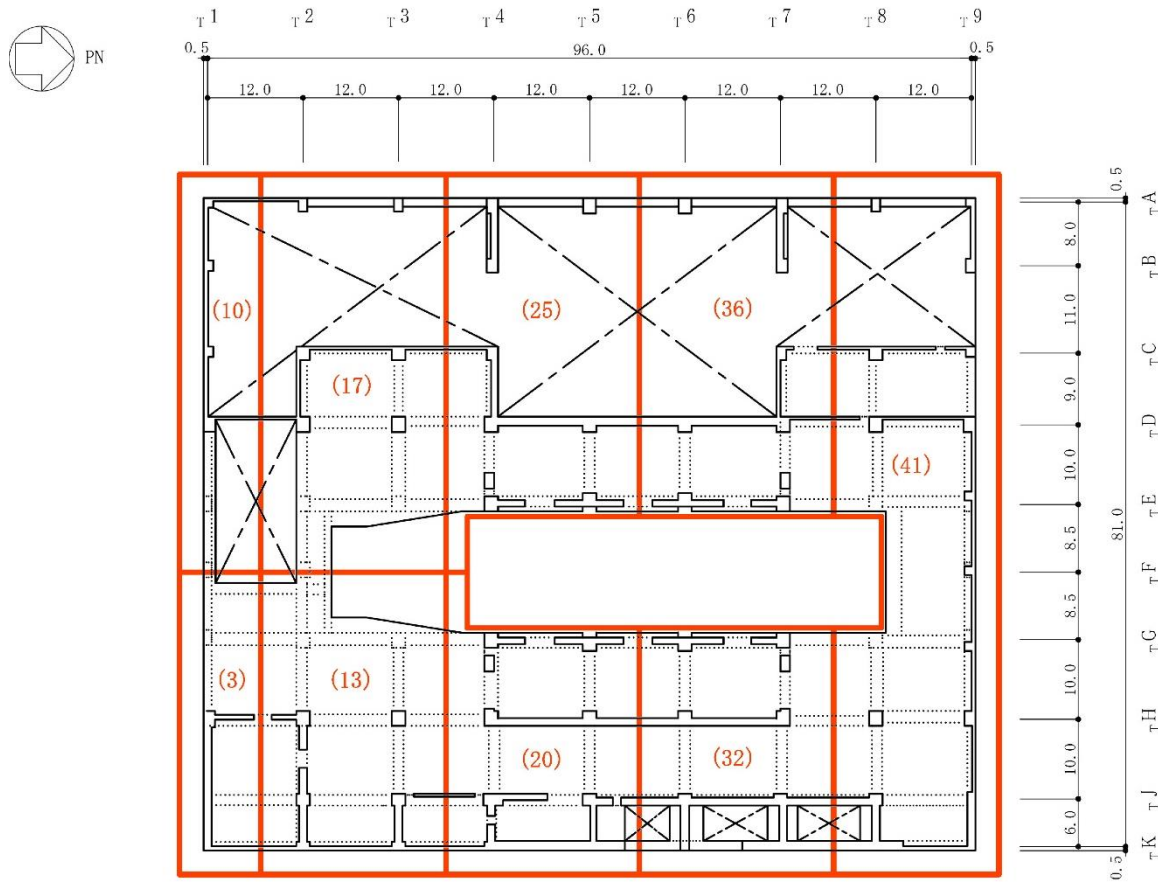


図 2-32 タービン建屋の地震応答解析モデル 剛性区分図 (EW 方向, T. M. S. L. 12.3m)



( ) : 部材番号を示す。

(単位 : m)

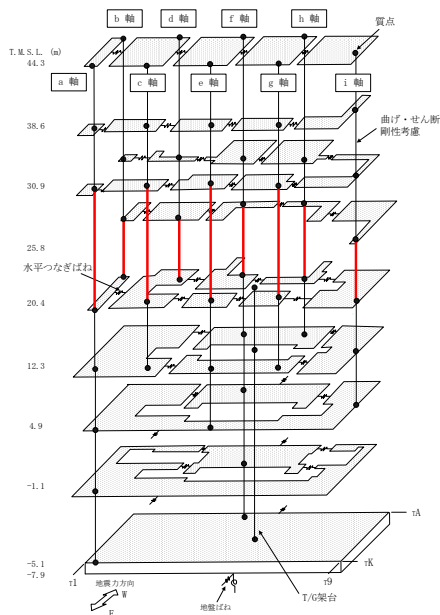
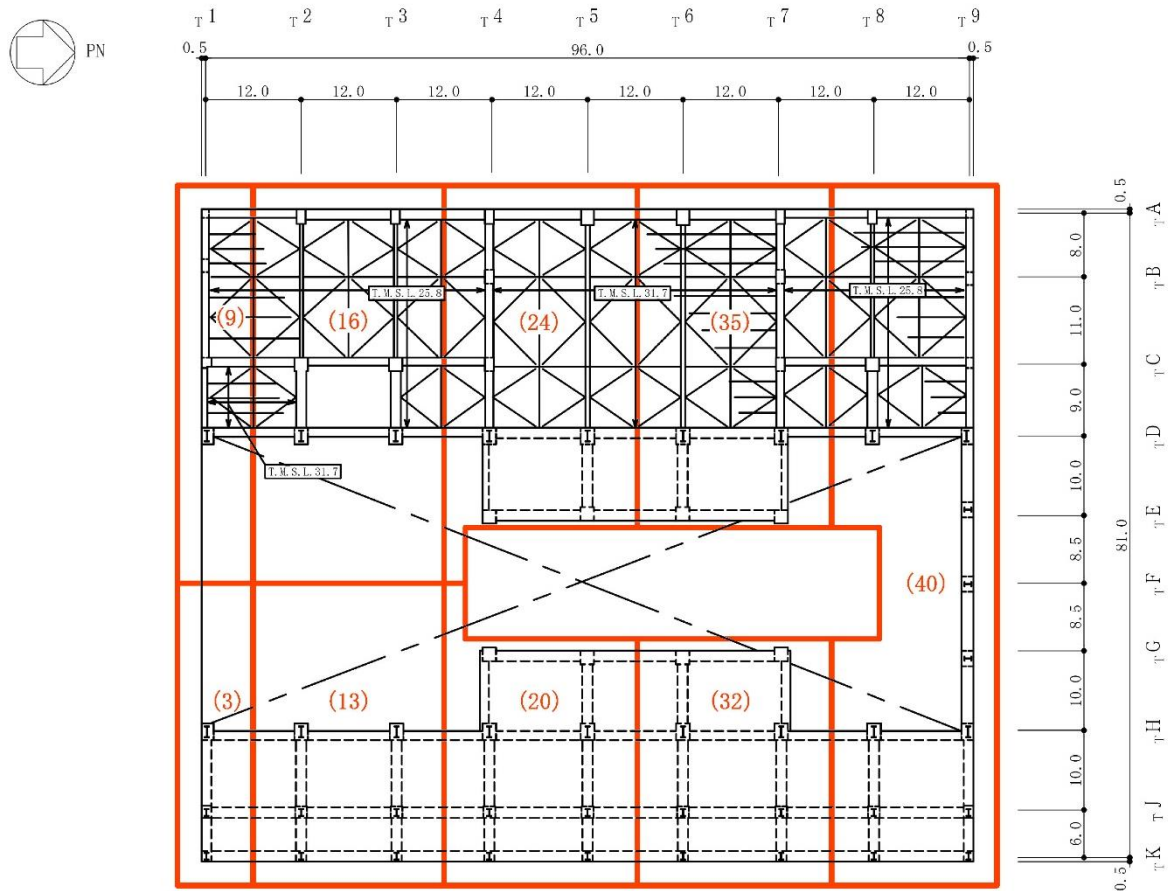
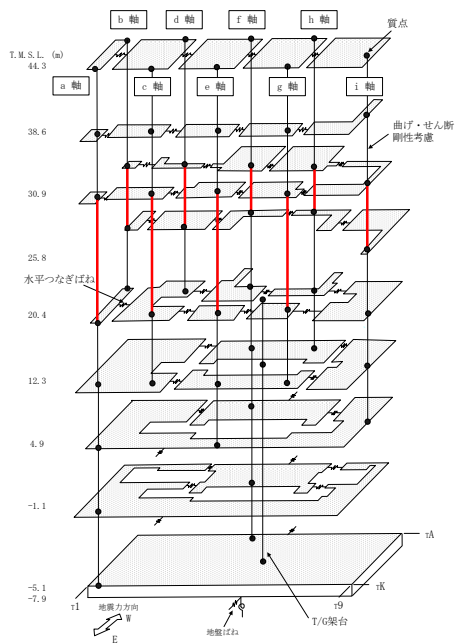


図 2-33 タービン建屋の地震応答解析モデル 剛性区分図 (EW 方向, T. M. S. L. 20.4m)



( ) : 部材番号を示す。

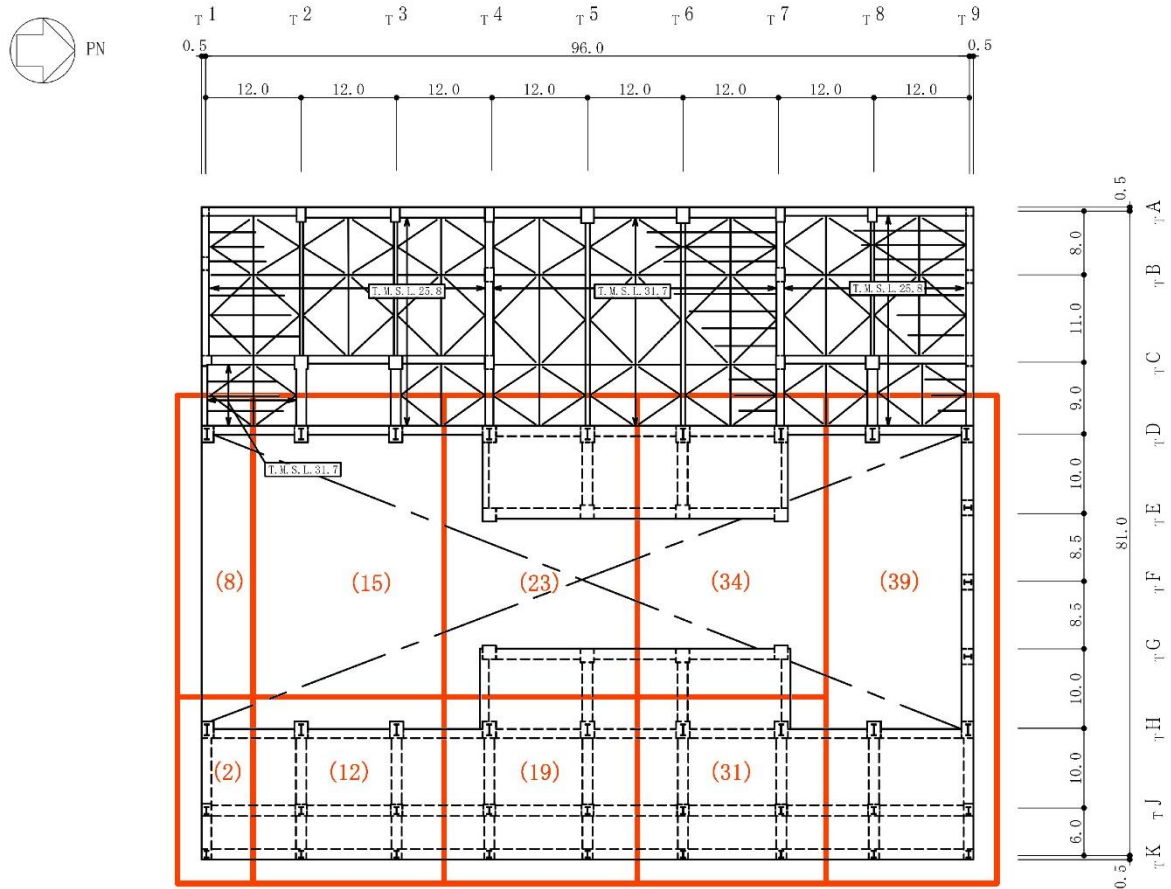
(単位 : m)



注 : T.M.S.L. 25.8m の区分図は T.M.S.L. 30.9m の概略平面図上に図示する。

図 2-34 タービン建屋の地震応答解析モデル 剛性区分図 (EW 方向, T.M.S.L. 25.8m)





( ) : 部材番号を示す。

(単位 : m)

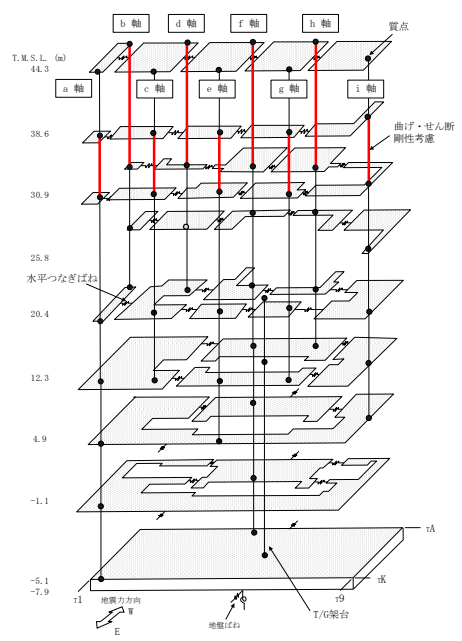
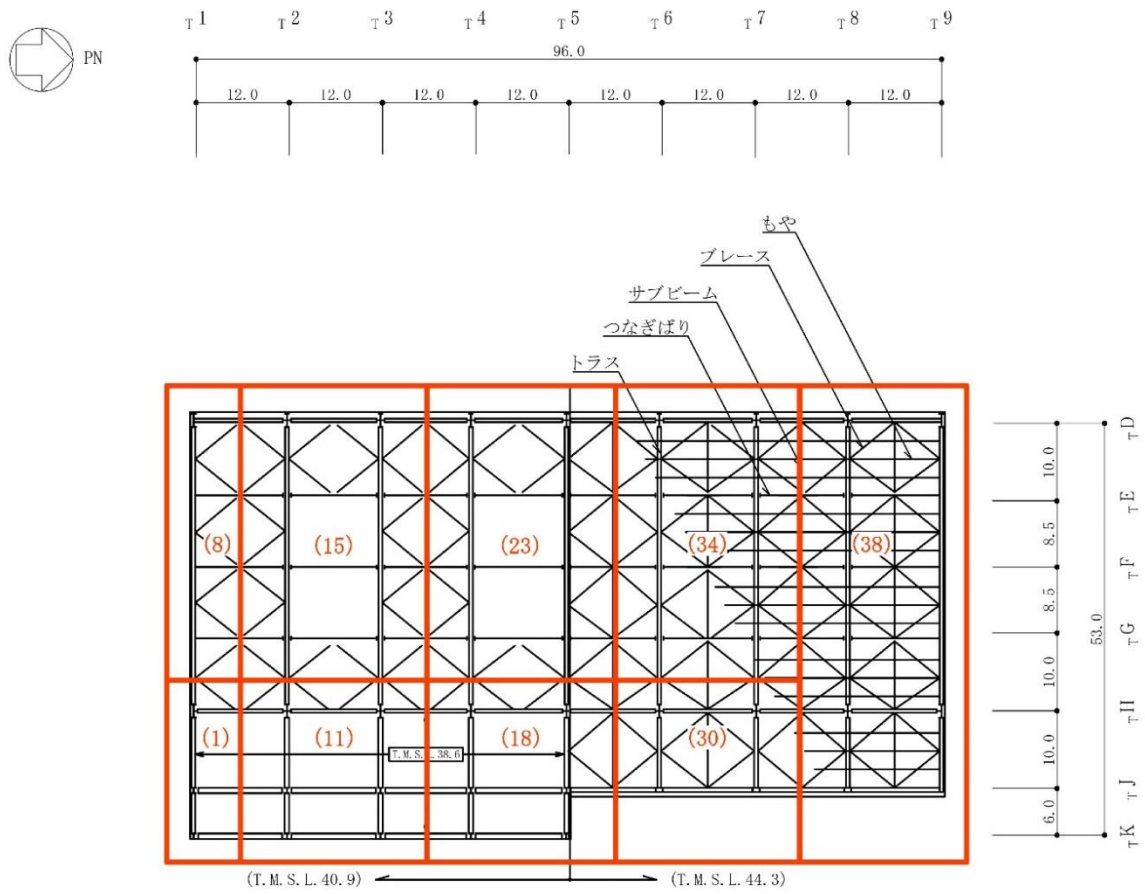


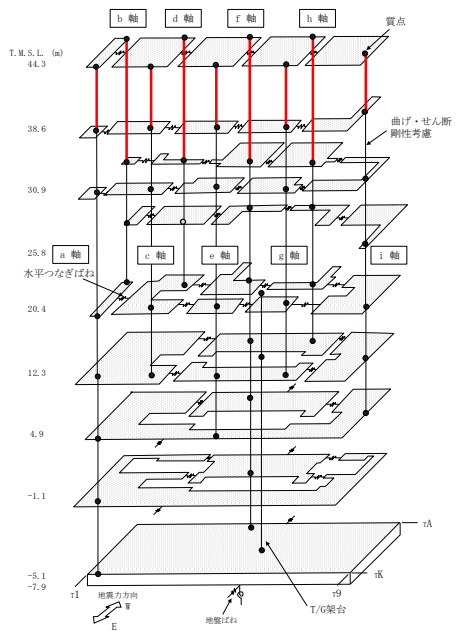
図 2-35 タービン建屋の地震応答解析モデル 剛性区分図 (EW 方向, T.M.S.L. 30.9m)





( ) : 部材番号を示す。

(単位 : m)



注 : T. M. S. L. 38.6m の区分図は T. M. S. L. 44.3m の概略平面図上に図示する。

図 2-36 タービン建屋の地震応答解析モデル 剛性区分図 (EW 方向, T. M. S. L. 38.6m)

## 別紙1-1 タービン建屋の地震応答解析モデルの変更点について

## 目 次

|                                  |         |
|----------------------------------|---------|
| 1. 概要 .....                      | 別紙1-1-1 |
| 2. タービン建屋の地震応答解析モデルの変更について ..... | 別紙1-1-1 |
| 2.1 補助壁の考慮 .....                 | 別紙1-1-1 |
| 2.2 コンクリート実剛性の考慮 .....           | 別紙1-1-7 |
| 2.3 表層地盤ばねの変更 .....              | 別紙1-1-8 |
| 2.4 既工認モデルと今回設工認モデルの諸元の比較 .....  | 別紙1-1-9 |

## 1. 概要

今回設工認におけるタービン建屋の水平方向の地震応答解析モデル（以下「今回設工認モデル」という。）は基本的には既工認時の地震応答解析モデル（以下「既工認モデル」という。）に基づいて設定しているが、解析モデルの精緻化を目的とし、既工認モデルから変更を行っている。本資料では、変更の概要を示す。

なお、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、平成3年8月23日付け3資庁第6674号にて認可された工事計画の添付書類IV-2-9「タービン建屋の耐震性についての計算書」（以下「既工認」という。）のものである。

## 2. タービン建屋の地震応答解析モデルの変更について

### 2.1 補助壁の考慮

今回設工認においては、地震時の挙動をより実応答に近い形で評価するため、動的地震荷重算定時の地震応答解析において使用する建屋剛性の評価に関して、既工認モデルでは耐震要素として考慮しなかったが、実際には耐震壁として考慮可能であると考えられる壁を補助壁として、その分の剛性を考慮する。

補助壁の選定基準の設定に当たっては、「原子炉建屋の地震応答計算書に関する補足説明資料」のうち別紙1-3「地震応答解析モデルにおける補助壁の評価方法について」に基づき設定を行う。図2-1に補助壁として剛性を考慮する範囲を示す。





図2-1 補助壁の考慮範囲 (MB2F, T.M.S.L.-1.1m) (2/5) (単位:m)



図2-1 補助壁の考慮範囲 (B1F, T.M.S.L. 4.9m) (3/5) (単位 : m)



図2-1 補助壁の考慮範囲 (1F, T.M.S.L. 12.3m) (4/5) (単位 : m)



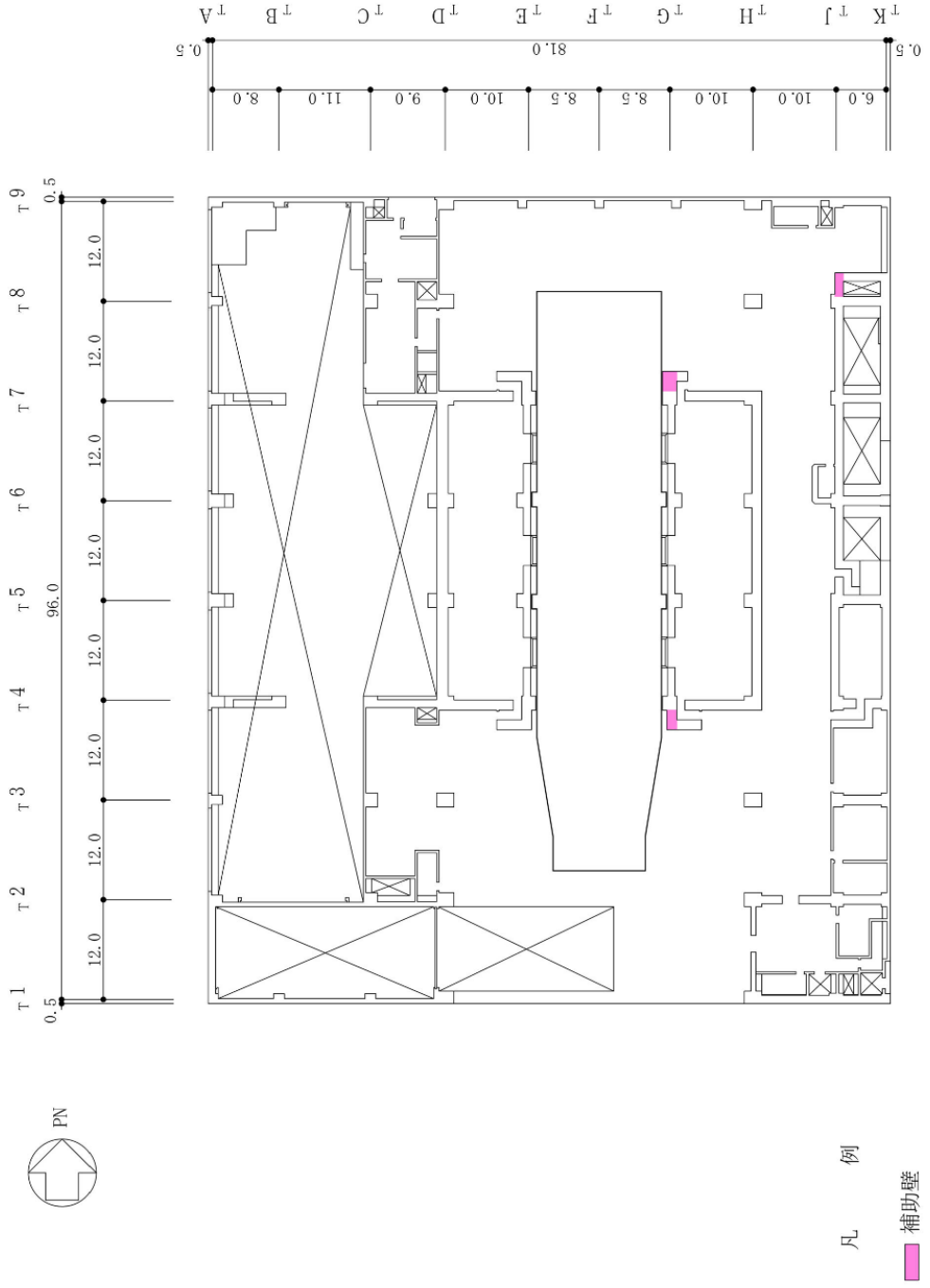


図2-1 補助壁の考慮範囲 (2F, T.M.S.L. 20.4m) (5/5) (単位 : m)

## 2.2 コンクリート実剛性の考慮

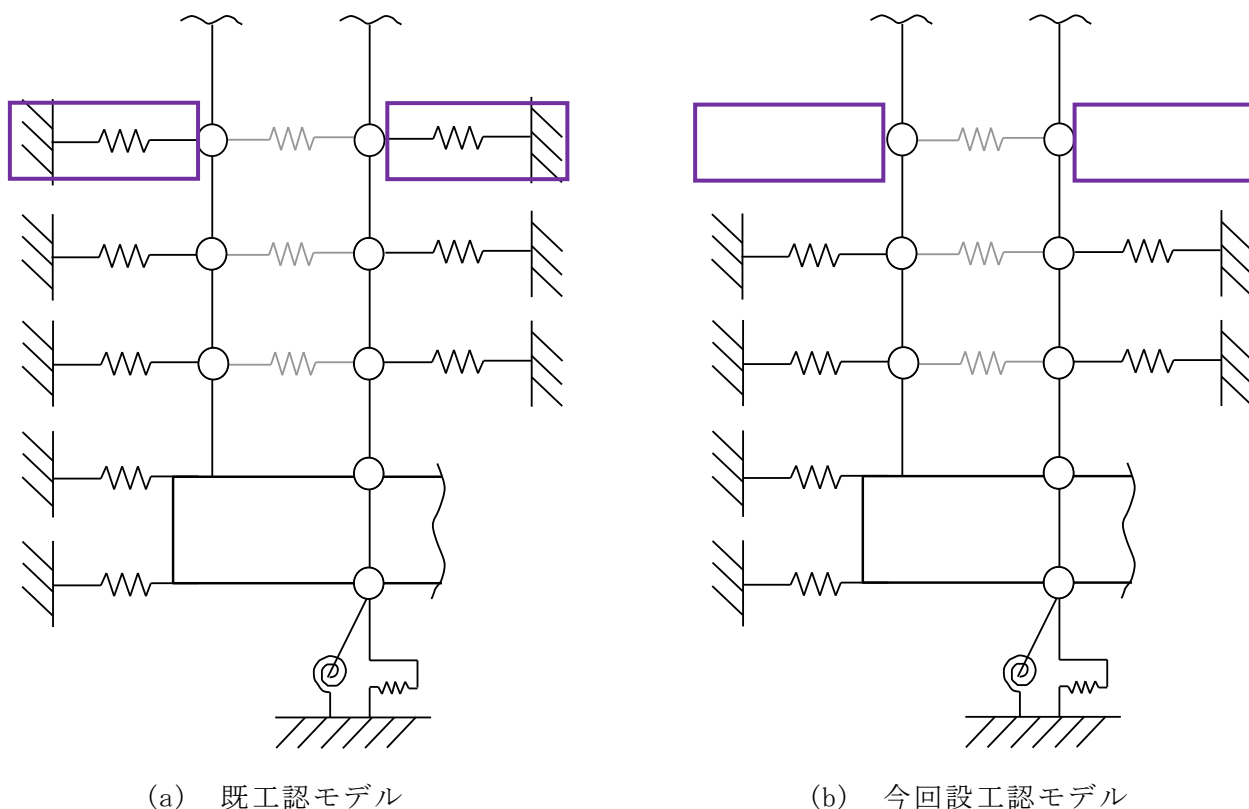
今回設工認においては、地震時の挙動をより実応答に近い形で評価するため、動的地震荷重算定時の地震応答解析において使用する建屋剛性の評価に関して、コンクリート実強度に基づき評価される実剛性を用いる。ただし、許容値の算定に当たっては、設計基準強度を用いる。表2-1に既工認モデル及び今回設工認モデルで用いるコンクリートの材料物性値を示す。

表2-1 地震応答解析に用いるコンクリートの材料物性値の設定

| 材料物性値                     | 既工認モデル  | 今回設工認モデル  |
|---------------------------|---|---|
| コンクリート強度<br>$F_c$         | 設計基準強度<br>建屋部及びT/G架台：32.3N/mm <sup>2</sup><br>(330kgf/cm <sup>2</sup> )<br>基礎スラブ：29.4N/mm <sup>2</sup><br>(300kgf/cm <sup>2</sup> ) | 実強度<br>建屋部及びT/G架台：43.1N/mm <sup>2</sup><br>(440kgf/cm <sup>2</sup> )<br>基礎スラブ：39.2N/mm <sup>2</sup><br>(400kgf/cm <sup>2</sup> )    |
| コンクリートの単位体積重量<br>$\gamma$ | 22.6kN/m <sup>3</sup><br>(2.3tf/m <sup>3</sup> )  | 23.5kN/m <sup>3</sup><br>(2.4tf/m <sup>3</sup> )  |
| ヤング係数<br>$E$              | $2.1 \times 10^5 \times \left(\frac{\gamma}{2.3}\right)^{1.5} \times \sqrt{\frac{F_c}{200}}$<br>(kgf/cm <sup>2</sup> )              | $3.35 \times 10^4 \times \left(\frac{\gamma}{24}\right)^2 \times \left(\frac{F_c}{60}\right)^{\frac{1}{3}}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
| せん断弾性係数<br>$G$            | $\frac{E}{2(1+\nu)}$  | $\frac{E}{2(1+\nu)}$  |
| ポアソン比<br>$\nu$            | 0.167   | 0.2   |
| 適用規準                      | 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（（社）日本建築学会，1988改定）  | 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（（社）日本建築学会，2005制定）   |

### 2.3 表層地盤ばねの変更

既工認モデルでは地盤表層部（新期砂層）についても地盤ばねとして考慮していたが，今回設工認モデルでは，基準地震動  $S_s$  による地盤応答レベルを踏まえ，表層部では建屋－地盤相互作用が見込めないと判断し，地震時の挙動をより実応答に近い形で評価するため，この部分の地盤ばねを考慮しない。図2-2に地震応答解析モデルにおける表層地盤ばねの変更の概念図を示す。



: 表層地盤ばねの変更箇所

図2-2 表層地盤ばねの変更（概念図）

#### 2.4 既工認モデルと今回設工認モデルの諸元の比較

表2-2に既工認モデルと今回設工認モデルの諸元の比較を示す。

表2-2 既工認モデルと今回設工認モデルの諸元の比較 (NS方向) (1/4)

(a) 既工認モデル

| T. M. S. L.<br>(m) | T/G 架台 | 建屋     |        |        | T. M. S. L.<br>(m) | T/G 架台 | 建屋     |     |    |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------------------|--------|--------|-----|----|
|                    |        | 1      | 8      |        |                    |        | 1      | 8   |    |
| 44.3               |        | 3350   | 2132   |        | 44.3               | 4.00   | 2.70   |     |    |
|                    |        | 2409   | 681    |        |                    | —      |        |     |    |
|                    |        | 2      | 2      |        |                    | —      |        |     |    |
| 38.6               |        | 4752   |        | 38.6   |                    | 5.80   | —      |     |    |
|                    |        | 1021   |        |        |                    | —      |        |     |    |
|                    |        | 3      |        |        |                    | 9      |        |     | 15 |
| 30.9               |        | 10443  | 4503   | 850    | 30.9               | 184.0  | 92.0   | 1.1 |    |
|                    |        | 2968   | 14151  | 141    |                    |        | 63290  | —   |    |
|                    |        | 10     | 16     | 10     |                    |        | 16     |     |    |
| 25.8               |        | 4583   | 2335   | 25.8   | 61479              | 109.5  | 4.5    |     |    |
|                    |        | 48942  | 24871  |        |                    | 52346  |        |     |    |
|                    |        | 17     | 4      |        |                    | 11     |        |     |    |
| 20.4               |        | 18170  | 10354  | 20.4   | 14.3               | 159.3  | 135.4  | —   |    |
|                    |        | 33762  | 45459  |        |                    | 80640  | 75327  |     |    |
|                    |        | 18     | 5      |        |                    | 12     |        |     |    |
| 12.3               |        | 17145  | 20853  | 12.3   | 18                 | 228.6  | 252.0  |     |    |
|                    |        | 77286  | 52850  |        |                    | 146933 | 106935 |     |    |
|                    |        | 6      | 13     |        |                    | 6      | 13     |     |    |
| 4.9                |        | 17078  | 20623  | 4.9    | 11.1               | 219.5  | 354.6  |     |    |
|                    |        | 57846  | 74042  |        |                    | 129200 | 200514 |     |    |
|                    |        | 7      | 14     |        |                    | 7      | 14     |     |    |
| -1.1               |        | 12493  | 15317  | -1.1   | —                  | 230.6  | 325.3  |     |    |
|                    |        | 39979  | 105243 |        |                    | 158054 | 182470 |     |    |
|                    |        | 19     | 19     |        |                    | 19     |        |     |    |
| -5.1               |        | 50045  | -5.1   | 7954.0 | —                  |        |        |     |    |
|                    |        | 384627 |        |        |                    |        |        |     |    |
|                    |        | 20     |        |        |                    |        |        |     |    |
| -7.9               |        | 27164  | -7.9   |        |                    |        |        |     |    |
|                    |        | 152474 |        |        |                    |        |        |     |    |
|                    |        |        |        |        |                    |        |        |     |    |

| 質点番号                                 |
|--------------------------------------|
| 重量 (t)                               |
| 回転慣性重量 ( $\times 10^2 t \cdot m^2$ ) |

| ①コンクリート部 建屋及びT/G架台 |                         | ②コンクリート部 基礎スラブ |                         |
|--------------------|-------------------------|----------------|-------------------------|
| ヤング係数 E            | $2.7 \times 10^6 t/m^2$ | ヤング係数 E        | $2.6 \times 10^6 t/m^2$ |
| せん断弾性係数 G          | $1.2 \times 10^6 t/m^2$ | せん断弾性係数 G      | $1.1 \times 10^6 t/m^2$ |
| ポアソン比 $\nu$        | 0.167                   | ポアソン比 $\nu$    | 0.167                   |
| 減衰定数 h             | 5%                      | 減衰定数 h         | 5%                      |

| 部材番号                |
|---------------------|
| せん断断面積 ( $m^2$ )    |
| 断面二次モーメント ( $m^4$ ) |

基礎形状 97.0m (NS方向)  $\times$  82.0m (EW方向)  $\times$  2.0m 又は 2.8m (厚さ)

- : 「2.1 補助壁の考慮」による変更箇所
- : 「2.2 コンクリート実剛性の考慮」による変更箇所

表 2-2 既工認モデルと今回設工認モデルの諸元の比較 (NS 方向) (2/4)

(b) 今回設工認モデル

| T. M. S. L. (m) | T/G 架台 | 建屋     |        |        | T. M. S. L. (m) | T/G 架台 | 建屋     |        |       |     |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|-----------------|--------|--------|--------|-------|-----|
| 44.3            |        | 1      | 8      |        | 44.3            |        | 1      | 8      |       |     |
|                 |        | 32850  | 20910  |        |                 |        | 4.00   | 2.70   |       |     |
|                 |        | 23.6   | 6.7    |        |                 |        | —      | —      |       |     |
| 38.6            |        | 2      |        | 38.6   |                 | 2      |        |        |       |     |
|                 |        | 46600  |        |        |                 | 5.80   |        |        |       |     |
|                 |        | 10.0   |        |        |                 | —      |        |        |       |     |
| 30.9            |        | 3      | 9      | 15     | 30.9            |        | 9      | 15     |       |     |
|                 |        | 102410 | 44160  | 8340   |                 |        | 192.8  | 92.0   |       | 1.1 |
|                 |        | 29.1   | 138.8  | 1.4    |                 |        | 63290  | —      |       | —   |
| 25.8            |        |        | 10     | 16     | 25.8            |        | 10     | 16     |       |     |
|                 |        |        | 44940  | 22900  |                 |        | 61480  | 109.5  |       | 4.5 |
|                 |        |        | 479.9  | 243.9  |                 |        | 52350  | —      |       | —   |
| 20.4            |        | 17     | 4      | 11     | 20.4            |        | 17     | 4      | 11    |     |
|                 |        | 106240 | 178190 | 101540 |                 |        | 14.3   | 187.5  | 135.4 |     |
|                 |        | —      | 331.1  | 445.8  |                 |        | —      | 80640  | 75330 |     |
| 12.3            |        | 18     | 5      | 12     | 12.3            |        | 18     | 5      | 12    |     |
|                 |        | 68920  | 168130 | 204500 |                 |        | 242.1  | 258.6  |       |     |
|                 |        | —      | 758.0  | 518.3  |                 |        | 146930 | 106930 |       |     |
| 4.9             |        | 6      | 13     | 4.9    | 11.1            | 6      | 13     |        |       |     |
|                 |        | 167480 | 202240 |        |                 | 268.8  | 384.0  |        |       |     |
|                 |        | 567.3  | 726.1  |        |                 | 129200 | 200510 |        |       |     |
| -1.1            |        | 7      | 14     | -1.1   | —               | 7      | 14     |        |       |     |
|                 |        | 122510 | 150210 |        |                 | 274.6  | 394.9  |        |       |     |
|                 |        | 392.1  | 1032.0 |        |                 | 158050 | 182470 |        |       |     |
| -5.1            |        | 19     |        |        | -5.1            |        | 19     |        |       |     |
|                 |        | 490770 |        |        |                 |        | 7954.0 |        |       |     |
|                 |        | 3771.9 |        |        |                 |        | —      |        |       |     |
| -7.9            |        | 20     |        |        |                 |        | 20     |        |       |     |
|                 |        | 266390 |        |        |                 |        |        |        |       |     |
|                 |        | 1495.2 |        |        |                 |        |        |        |       |     |

| 質点番号  |
|---|
| 重量 (kN)   |
| 回転慣性重量 ( $\times 10^3 \text{kN}\cdot\text{m}^2$ ) |

| 部材番号                       |
|----------------------------|
| せん断断面積 ( $\text{m}^2$ )    |
| 断面二次モーメント ( $\text{m}^4$ ) |

| ①コンクリート部 建屋及びT/G架台                         | ②コンクリート部 基礎スラブ                             |
|--|--|
| ヤング係数 E $2.88 \times 10^4 \text{N/mm}^2$   | ヤング係数 E $2.79 \times 10^4 \text{N/mm}^2$   |
| せん断弾性係数 G $1.20 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ | せん断弾性係数 G $1.16 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ |
| ポアソン比 $\nu$ 0.2                            | ポアソン比 $\nu$ 0.2                            |
| 減衰定数 h 5%                                  | 減衰定数 h 5%                                  |

基礎形状 97.0m (NS 方向)  $\times$  82.0m (EW 方向)  $\times$  2.0m 又は 2.8m (厚さ)

- : 「2.1 補助壁の考慮」による変更箇所
- : 「2.2 コンクリート実剛性の考慮」による変更箇所

表2-2 既工認モデルと今回設工認モデルの諸元の比較 (EW方向) (3/4)

(a) 既工認モデル

| T. M. S. L.<br>(m) | T/G 架台 | 建屋     |       |        |       |       |        |      |      |      |  |
|--------------------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|------|------|------|--|
|                    |        | 1      | 11    | 18     | 30    | 38    |        |      |      |      |  |
| 44.3               |        | 384    | 1250  | 1316   | 1363  | 1169  |        |      |      |      |  |
|                    |        | 14     | 601   | 633    | 656   | 335   |        |      |      |      |  |
| 38.6               |        | 2      | 12    | 19     | 31    | 39    |        |      |      |      |  |
|                    |        | 318    | 1136  | 1215   | 1048  | 1035  |        |      |      |      |  |
| 30.9               |        | 14     | 554   | 594    | 510   | 306   |        |      |      |      |  |
|                    |        | 3      | 9     | 13     | 16    | 20    | 24     | 32   | 35   | 40   |  |
| 25.8               |        | 669    | 204   | 1644   | 404   | 3175  | 2187   | 3208 | 2130 | 2175 |  |
|                    |        | 45     | 9     | 812    | 41    | 1020  | 667    | 1032 | 649  | 710  |  |
| 20.4               |        | 10     | 17    | 25     | 36    | 41    |        |      |      |      |  |
|                    |        | 670    | 1940  | 1340   | 1261  | 1707  |        |      |      |      |  |
| 12.3               |        | 31     | 944   | 109    | 95    | 502   |        |      |      |      |  |
|                    |        | 44     | 4     | 14     | 21    | 26    | 33     | 37   | 42   |      |  |
| -5.1               |        | 10833  | 1591  | 5800   | 4533  | 2711  | 4941   | 2774 | 6174 |      |  |
|                    |        | —      | 84    | 15681  | 2356  | 1645  | 2605   | 1690 | 8439 |      |  |
| -7.9               |        | 45     | 5     | 22     | 27    | 43    |        |      |      |      |  |
|                    |        | 7028   | 13031 | 7359   | 8261  | 9347  |        |      |      |      |  |
| 4.9                |        | —      | 33508 | 14181  | 16444 | 19661 |        |      |      |      |  |
|                    |        | 6      | 28    | 28     | 28    | 28    |        |      |      |      |  |
| -1.1               |        | 29934  | 7767  | 7767   | 7767  | 7767  |        |      |      |      |  |
|                    |        | 108847 | 15743 | 15743  | 15743 | 15743 |        |      |      |      |  |
| -5.1               |        | 7      | 29    | 29     | 29    | 29    |        |      |      |      |  |
|                    |        | 19943  | 7867  | 7867   | 7867  | 7867  |        |      |      |      |  |
| -7.9               |        | 74212  | 10438 | 10438  | 10438 | 10438 |        |      |      |      |  |
|                    |        | 46     | 50045 | 536567 | 47    | 27164 | 213253 |      |      |      |  |

|  |
|--|
| 質点番号                                       |
| 重量(t)                                      |
| 回転慣性重量(×10 <sup>4</sup> t・m <sup>2</sup> ) |

| T. M. S. L.<br>(m) | T/G 架台 | 建屋    |        |       |       |       |      |      |       |      |  |
|--------------------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|--|
|                    |        | 1     | 8      | 11    | 15    | 18    | 23   | 30   | 34    | 38   |  |
| 44.3               |        | 0.36  | 0.05   | 0.72  | 0.08  | 0.72  | 0.09 | 0.72 | 0.09  | 1.6  |  |
|                    |        | —     | —      | —     | —     | —     | —    | —    | —     | —    |  |
| 38.6               |        | 2     | 12     | 19    | 31    | 39    |      |      |       |      |  |
|                    |        | 0.46  | —      | 0.91  | —     | 0.91  | —    | 0.91 | —     | 2.4  |  |
| 30.9               |        | 3     | 9      | 13    | 16    | 20    | 24   | 32   | 35    | 40   |  |
|                    |        | 17.6  | 10.9   | 24.3  | 6.9   | 25.2  | 27.7 | 25.2 | 27.7  | 32.5 |  |
| 25.8               |        | 112   | 134    | 134   | 134   | 134   |      |      |       |      |  |
|                    |        | 17.7  | 112    | 24.3  | 134   | 25.2  | 27.7 | 25.2 | 27.7  | 32.5 |  |
| 20.4               |        | 10    | 17     | 25    | 36    | 41    |      |      |       |      |  |
|                    |        | 657   | 17.7   | 861   | 8.4   | 324   | 24.9 | 280  | 24.9  | 47.1 |  |
| 12.3               |        | 1297  | 99     | 99    | 99    | 99    |      |      |       |      |  |
|                    |        | 44    | 4      | 14    | 21    | 26    | 33   | 37   | 42    |      |  |
| 4.9                |        | 26.2  | 58.6   | 43.2  | 40.1  | 25.1  | 9.7  | 16.2 | 103.0 |      |  |
|                    |        | —     | 37191  | 4775  | 1666  | 413   | 157  | 372  | 27294 |      |  |
| -5.1               |        | 45    | 5      | 22    | 27    | 43    |      |      |       |      |  |
|                    |        | 129.1 | 56570  | 1495  | 13601 | 55078 |      |      |       |      |  |
| -7.9               |        | 6     | 28     | 28    | 28    | 28    |      |      |       |      |  |
|                    |        | 344.1 | 141575 | 12210 | 12210 | 12210 |      |      |       |      |  |
| -1.1               |        | 7     | 29     | 29    | 29    | 29    |      |      |       |      |  |
|                    |        | 391.2 | 149883 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |      |      |       |      |  |
| -5.1               |        | 74212 | 10438  | 10438 | 10438 | 10438 |      |      |       |      |  |
|                    |        | 46    | 7954.0 | —     | —     | —     |      |      |       |      |  |

|                            |
|----------------------------|
| 部材番号                       |
| せん断断面積(m <sup>2</sup> )    |
| 断面二次モーメント(m <sup>4</sup> ) |

|                    |                                      |                |                                      |
|--------------------|--------------------------------------|----------------|--------------------------------------|
| ①コンクリート部 建屋及びT/G架台 |                                      | ②コンクリート部 基礎スラブ |                                      |
| ヤング係数E             | 2.7×10 <sup>6</sup> t/m <sup>2</sup> | ヤング係数E         | 2.6×10 <sup>6</sup> t/m <sup>2</sup> |
| せん断弾性係数G           | 1.2×10 <sup>6</sup> t/m <sup>2</sup> | せん断弾性係数G       | 1.1×10 <sup>6</sup> t/m <sup>2</sup> |
| ポアソン比ν             | 0.167                                | ポアソン比ν         | 0.167                                |
| 減衰定数h              | 5%                                   | 減衰定数h          | 5%                                   |

基礎形状 97.0m (NS 方向) × 82.0m (EW 方向) × 2.0m 又は 2.8m (厚さ)

- : 「2.1 補助壁の考慮」による変更箇所
- : 「2.2 コンクリート実剛性の考慮」による変更箇所

表2-2 既工認モデルと今回設工認モデルの諸元の比較 (EW方向) (4/4)

(b) 今回設工認モデル

| T. M. S. L.<br>(m) | T/G 架台 | 建屋     |        |        |       |        |        |       |       |       |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|
|                    |        | 1      | 11     | 18     | 30    | 38     |        |       |       |       |
| 44.3               |        | 3770   | 12260  | 12910  | 13370 | 11460  |        |       |       |       |
|                    |        | 0.06   | 3.5    | 3.7    | 3.9   | 3.3    |        |       |       |       |
| 38.6               |        | 2      | 12     | 19     | 31    | 39     |        |       |       |       |
|                    |        | 3120   | 11140  | 11910  | 10280 | 10150  |        |       |       |       |
| 30.9               |        | 0.1    | 5.4    | 5.8    | 5.0   | 3.0    |        |       |       |       |
|                    |        | 3      | 9      | 13     | 16    | 20     | 24     | 32    | 35    | 40    |
| 25.8               |        | 6560   | 2000   | 16120  | 3960  | 31140  | 21450  | 31460 | 20890 | 21330 |
|                    |        | 0.5    | 0.1    | 7.9    | 0.4   | 10.0   | 6.6    | 10.1  | 6.4   | 7.0   |
| 20.4               |        | 10     | 17     | 25     | 36    | 41     |        |       |       |       |
|                    |        | 6570   | 19020  | 13140  | 12370 | 16740  |        |       |       |       |
| 12.3               |        | 0.3    | 9.2    | 1.1    | 0.9   | 4.9    |        |       |       |       |
|                    |        | 44     | 4      | 14     | 21    | 26     | 33     | 37    | 42    |       |
| 4.9                |        | 106240 | 15600  | 56880  | 44450 | 26590  | 48450  | 27200 | 60550 |       |
|                    |        | —      | 0.8    | 153.8  | 23.1  | 16.1   | 25.6   | 16.6  | 82.8  |       |
| -1.1               |        | 45     | 5      | 22     | 27    | 43     |        |       |       |       |
|                    |        | 68920  | 127790 | 72170  | 81010 | 91660  |        |       |       |       |
| -5.1               |        | —      | 328.6  | 139.1  | 161.2 | 192.8  |        |       |       |       |
|                    |        | 6      | 293550 | 28     | 76170 |        |        |       |       |       |
| -7.9               |        | 1067.4 | 1067.4 | 154.4  | 154.4 |        |        |       |       |       |
|                    |        | 7      | 195570 | 29     | 77150 |        |        |       |       |       |
| -7.9               |        | 727.7  | 727.7  | 102.4  | 102.4 |        |        |       |       |       |
|                    |        | 46     | 490770 | 5261.9 | 47    | 266390 | 2091.3 |       |       |       |

|  |
|--|
| 質点番号   |
| 重量(kN)   |
| 回転慣性重量( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}^2$ ) |

| T. M. S. L.<br>(m) | T/G 架台 | 建屋     |        |       |       |       |      |      |       |       |
|--------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|
|                    |        | 1      | 8      | 11    | 15    | 18    | 23   | 30   | 34    | 38    |
| 44.3               |        | 0.36   | —      | 0.72  | —     | 0.72  | —    | 0.72 | —     | 1.6   |
|                    |        | —      | 0.05   | —     | 0.08  | —     | 0.09 | —    | 0.09  | —     |
| 38.6               |        | 2      | —      | 12    | —     | 19    | —    | 31   | —     | 39    |
|                    |        | 0.46   | —      | 0.91  | —     | 0.91  | —    | 0.91 | —     | 2.4   |
| 30.9               |        | 3      | 9      | 13    | 16    | 20    | 24   | 32   | 35    | 40    |
|                    |        | 17.6   | 10.9   | 24.3  | 6.9   | 25.2  | 27.7 | 25.2 | 27.7  | 32.5  |
| 25.8               |        | 110    | 110    | 130   | 130   | 3570  | 3570 | 3570 | 7200  |       |
|                    |        | 10     | 17     | 17    | 17    | 25    | 25   | 36   | 41    |       |
| 20.4               |        | 660    | 17.7   | 860   | 8.4   | 320   | 24.9 | 280  | 24.9  | 47.1  |
|                    |        | 1300   | 1300   | 100   | 100   | 470   | 470  | 480  | 480   | 25240 |
| 12.3               |        | 44     | 4      | 14    | 21    | 26    | 33   | 37   | 42    |       |
|                    |        | 26.2   | 58.6   | 43.2  | 40.1  | 25.1  | 17.7 | 16.2 | 103.0 |       |
| 4.9                |        | —      | 37190  | 4780  | 1670  | 410   | 160  | 370  | 27290 |       |
|                    |        | 45     | 5      | 22    | 27    | 43    |      |      |       |       |
| -1.1               |        | 151.5  | 151.5  | 42.7  | 103.5 | 110.8 |      |      |       |       |
|                    |        | 56570  | 56570  | 1500  | 13600 | 55080 |      |      |       |       |
| -5.1               |        | 6      | 28     | 28    | 28    |       |      |      |       |       |
|                    |        | 12.2   | 398.9  | 105.3 | 105.3 |       |      |      |       |       |
| -7.9               |        | 141570 | 141570 | 12210 | 12210 |       |      |      |       |       |
|                    |        | 7      | 465.4  | 100.0 | 100.0 |       |      |      |       |       |
| -7.9               |        | 149880 | 149880 | 8510  | 8510  |       |      |      |       |       |
|                    |        | 46     | 7954.0 |       |       |       |      |      |       |       |

|                            |
|----------------------------|
| 部材番号                       |
| せん断面積(m <sup>2</sup> )     |
| 断面二次モーメント(m <sup>4</sup> ) |

| ①コンクリート部 建屋及びT/G架台 | ②コンクリート部 基礎スラブ |
|--------------------|----------------|
| ヤング係数 E            | ヤング係数 E        |
| せん断弾性係数 G          | せん断弾性係数 G      |
| ポアソン比 $\nu$        | ポアソン比 $\nu$    |
| 減衰定数 h             | 減衰定数 h         |

基礎形状 97.0m (NS 方向) × 82.0m (EW 方向) × 2.0m 又は 2.8m (厚さ)

- : 「2.1 補助壁の考慮」による変更箇所
- : 「2.2 コンクリート実剛性の考慮」による変更箇所



別紙1-2  $t_A \sim t_B$ 通り間の補助壁の考慮範囲について

## 目 次

1. 概要 ..... 別紙1-2-1
2.  $\tau A \sim \tau B$ 通り間の補助壁の考慮範囲について ..... 別紙1-2-1

## 1. 概要

今回設工認における6号機タービン建屋の地震応答解析において使用する建屋剛性の評価に関して、7号機タービン建屋と同様に既工認モデルでは耐震要素として考慮しなかったが、実際には耐震壁として考慮可能であると考えられる壁を補助壁として、その分の剛性を考慮している。本資料では、地震応答解析モデルにおいて補助壁を考慮している部材のうち、補助壁のせん断断面積が大きいT. M. S. L. -5.1m～T. M. S. L. 4.9mの $\tau A$ ～ $\tau B$ 通り間に着目し、6号機タービン建屋と7号機タービン建屋の補助壁の考慮範囲の比較を示す。

## 2. $\tau A$ ～ $\tau B$ 通り間の補助壁の考慮範囲について

6号機タービン建屋及び7号機タービン建屋の補助壁の考慮範囲（B2F T. M. S. L. -5.1m, MB2F T. M. S. L. -1.1m）を表2-1に示す。

表2-1のとおり、 $\tau A$ ～ $\tau B$ 通り間において6号機タービン建屋では補助壁として考慮しているが、7号機タービン建屋では耐震壁として考慮している壁もあり、壁の扱いに差異が生じている壁もあるものの、 $\tau A$ ～ $\tau B$ 通り間の補助壁の考慮範囲は6号機タービン建屋と7号機タービン建屋はおおむね同等であることを確認した。

表 2-1 6号機タービン建屋及び7号機タービン建屋の補助壁の考慮範囲 (1/2)

(単位：m)

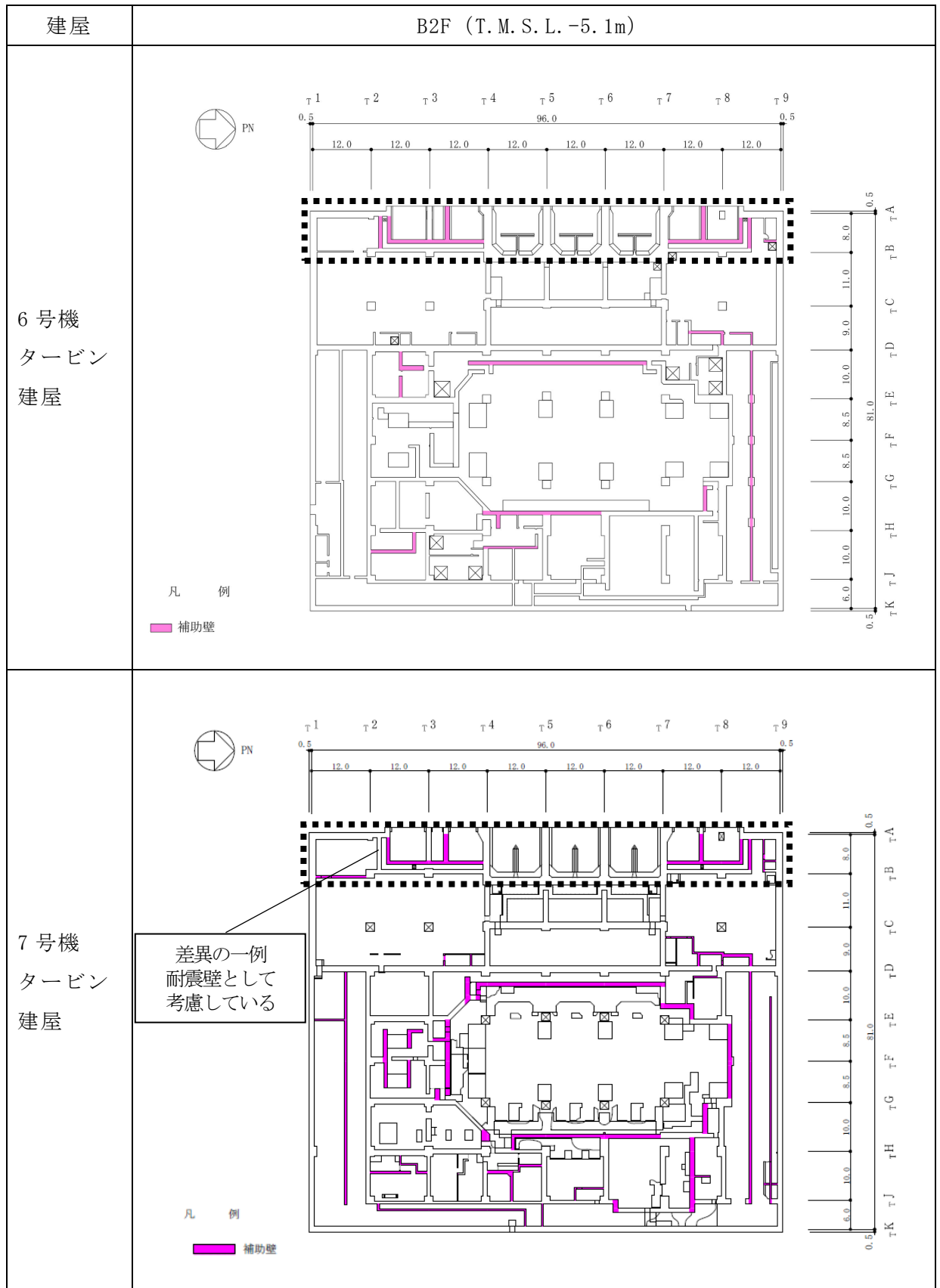
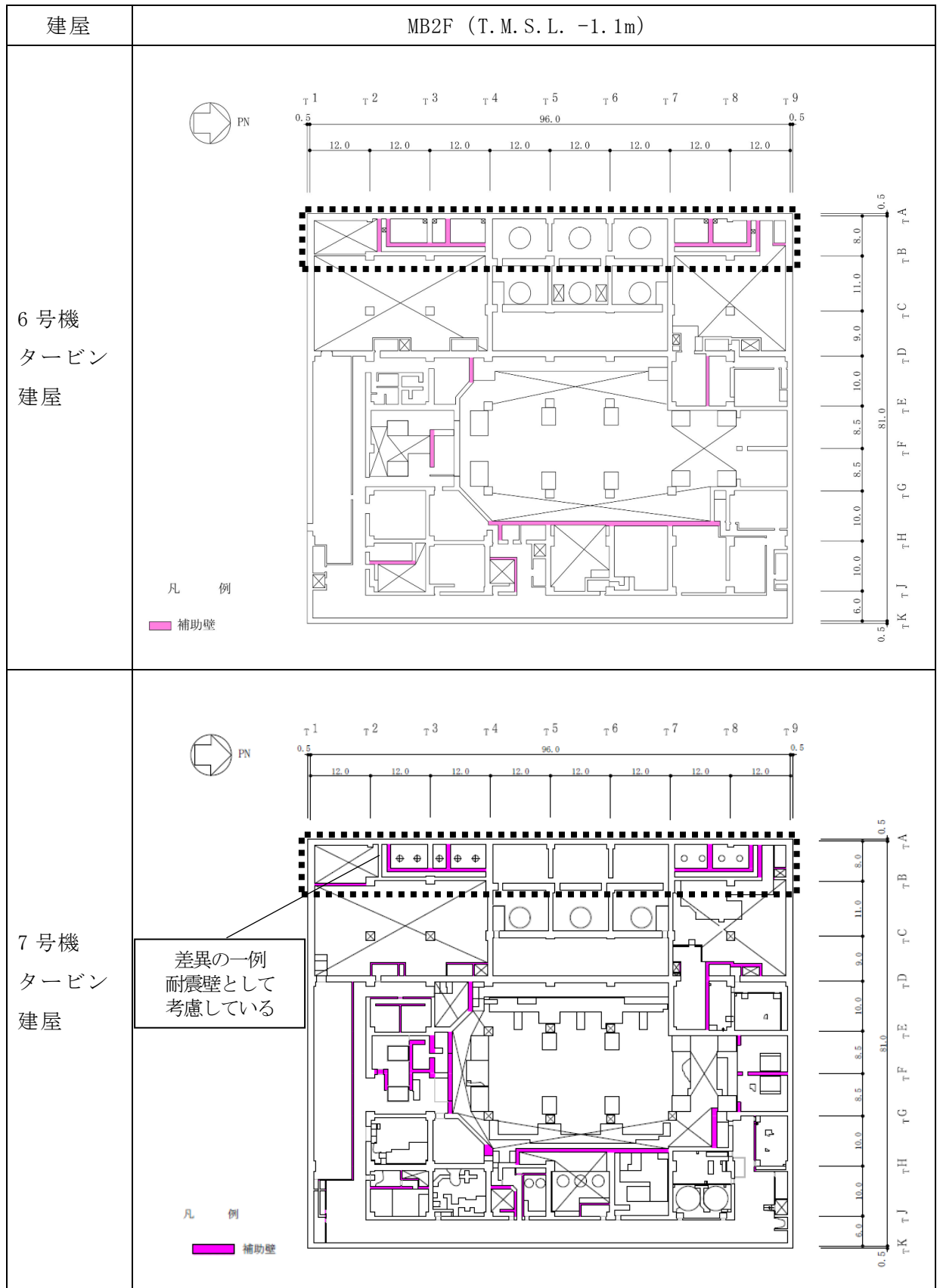


表 2-1 6号機タービン建屋及び7号機タービン建屋の補助壁の考慮範囲 (2/2)

(単位：m)



別紙2 地震応答解析における耐震壁及び鉄骨部の  
せん断スケルトン曲線の設定

## 目 次

|                              |         |
|------------------------------|---------|
| 1. 概要                        | 別紙 2-1  |
| 2. 耐震壁の非線形特性の設定について          | 別紙 2-2  |
| 2.1 第 1 折点の設定                | 別紙 2-3  |
| 2.2 第 2 折点の設定                | 別紙 2-3  |
| 2.3 終局点の設定                   | 別紙 2-4  |
| 3. 補助壁の非線形特性の設定について          | 別紙 2-6  |
| 3.1 第 1 折点の設定                | 別紙 2-7  |
| 4. 鉄骨部の非線形特性の設定について          | 別紙 2-8  |
| 4.1 第 1 折点の設定                | 別紙 2-9  |
| 5. せん断スケルトン曲線の設定について         | 別紙 2-11 |
| 5.1 タービン建屋                   | 別紙 2-11 |
| 5.1.1 水平方向モデル                | 別紙 2-11 |
| 5.1.2 使用材料の物性値               | 別紙 2-17 |
| 5.1.3 RC 造耐震壁のせん断スケルトン曲線の諸数値 | 別紙 2-18 |
| 5.1.4 RC 造補助壁のせん断スケルトン曲線の諸数値 | 別紙 2-31 |
| 5.1.5 鉄骨部のせん断スケルトン曲線の諸数値     | 別紙 2-33 |
| 6. まとめ                       | 別紙 2-34 |

別紙2-1 鉄骨部のせん断スケルトン曲線の設定におけるせん断耐力について

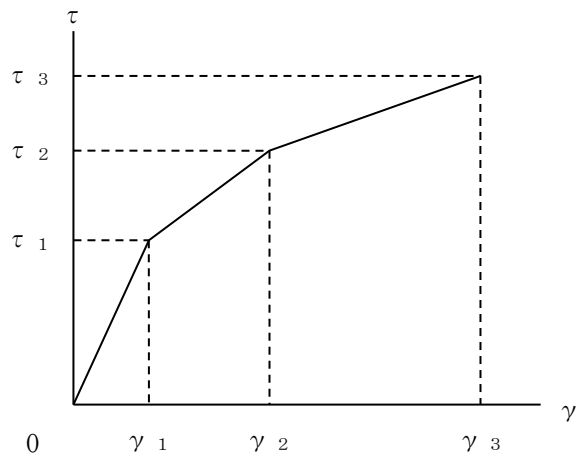
## 1. 概要

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た構造物で、屋根部分が鉄骨造（トラス構造）となっている。このため、これらの建物・構築物の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。）、鉄筋コンクリート造補助壁（以下「RC造補助壁」という。）及び鉄骨部の非線形特性を考慮している。本資料は、これらの耐震壁、補助壁及び鉄骨部のせん断スケルトン曲線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」（（社）日本電気協会）（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曲線とする。せん断応力度－せん断ひずみ関係を図2-1に示す。



$\tau_1$  : 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スケルトン曲線の第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。

$$\tau_1 = \sqrt{\sqrt{F_c} (\sqrt{F_c + \sigma_v})} \dots\dots\dots (2. 1)$$

$$\gamma_1 = \tau_1 / G \dots\dots\dots (2. 2)$$

ここで，

- F<sub>c</sub> : 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>)
- σ<sub>v</sub> : 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スケルトン曲線の第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。

$$\tau_2 = 1.35 \tau_1 \dots\dots\dots (2. 3)$$

$$\gamma_2 = 3\gamma_1 \dots\dots\dots (2. 4)$$

### 2.3 終局点の設定

RC造耐震壁におけるせん断スケルトン曲線の終局点は，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。

$\tau_s \leq 4.5\sqrt{F c}$  の場合

$$\tau_3 = \left( 1 - \frac{\tau_s}{4.5\sqrt{F c}} \right) \tau_0 + \tau_s \dots\dots\dots (2. 5)$$

$\tau_s > 4.5\sqrt{F c}$  の場合

$$\tau_3 = 4.5\sqrt{F c} \dots\dots\dots (2. 6)$$

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

ここで，

$$\tau_0 = \left( 3 - \frac{1.8M}{QD} \right) \sqrt{F c} \dots\dots\dots (2. 7)$$

ただし， $M/QD > 1$  のとき  $M/QD = 1$

$$\tau_s = \frac{(P_V + P_H)}{2} s\sigma_Y + \frac{(\sigma_V + \sigma_H)}{2} \dots\dots\dots (2. 8)$$

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。)
- $s\sigma_Y$  : 鉄筋降伏応力度 (kgf/cm<sup>2</sup>)
- $M/QD$  : シアスパン比

ただし，耐震壁のうち内壁の終局せん断強度は，以下の式により算定している。

$$\tau_3 = \frac{0.068 p_{TE}^{0.23} (F_c + 18)}{\sqrt{M/(QD) + 0.12}} + 0.85 \sqrt{\sigma_{WH} p_{WH}} + 0.1 \sigma_0 \dots\dots\dots (2.9)$$

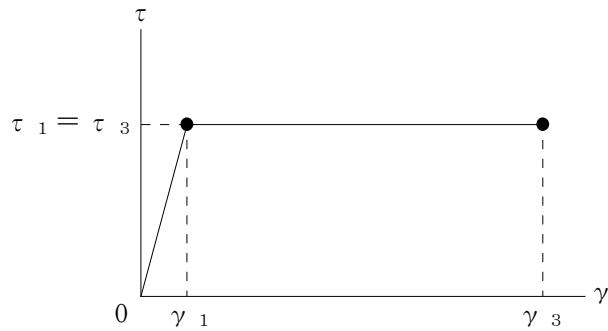
$$\gamma_3 = 4.0 \times 10^{-3} \dots\dots\dots (2.10)$$

ここで、

- $p_{TE}$  : 等価引張鉄筋比 (%)
- $p_{WH}$  :  $b_E$  を厚さと考えた場合の水平せん断補強筋比 (実数)  
ただし、 $p_{WH}$  の値が1.2%以上の場合は、1.2%として計算する。
- $b_E$  : I型断面と長さ及び断面積が等しい矩形断面の幅 (mm)  
ただし、 $b_E$  は壁厚  $t$  の1.5倍以下とする。
- $\sigma_{WH}$  : 水平せん断補強筋の材料強度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_0$  : 耐震壁の全断面積に対する平均軸方向応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

### 3. 補助壁の非線形特性の設定について

RC造補助壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係（ $\tau - \gamma$ 関係）は，J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版で評価される第1折点で降伏する，完全弾塑性型のスケルトン曲線として評価する方針とする。終局点を与えるせん断ひずみについても J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版の記載による値を採用する。せん断応力度－せん断ひずみ関係を図3-1に示す。



$\tau_1$  : 第1折点のせん断応力度

$\tau_3$  : 終局点のせん断応力度 ( $\tau_3 = \tau_1$ )

$\gamma_1$  : 第1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 3-1 せん断応力度－せん断ひずみ関係

### 3.1 第1折点の設定

RC造補助壁におけるせん断スケルトン曲線の第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。

$$\tau_1 = \sqrt{\sqrt{F_c} (\sqrt{F_c} + \sigma_v)} \quad \dots\dots\dots (3. 1)$$

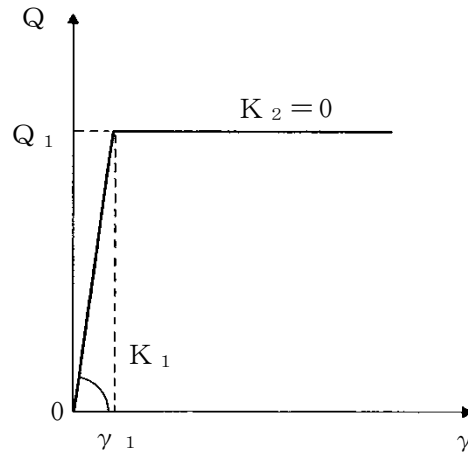
$$\gamma_1 = \tau_1 / G \quad \dots\dots\dots (3. 2)$$

ここで，

- F<sub>c</sub> : 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>)
- σ<sub>v</sub> : 縦軸応力度 (kgf/cm<sup>2</sup>) (圧縮を正とする。)

4. 鉄骨部の非線形特性の設定について

鉄骨部のせん断力-せん断ひずみ関係（ $Q-\gamma$ 関係）は，J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版に基づき，バイリニア型スケルトン曲線とする。せん断力-せん断ひずみ関係を図4-1に示す。



$Q_1$  : 第1折点のせん断力

$\gamma_1$  : 第1折点のせん断ひずみ

$K_1$  : 第1せん断剛性

$K_2$  : 第2せん断剛性

図4-1 せん断力-せん断ひずみ関係

EW 方向の T.M.S.L. 30.9m 以上における耐震壁及びブレースが設置されていない架構については，柱及び梁を線材置換したフレームモデルの応力解析により求まる層せん断力と層間変位から通り毎に等価せん断剛性を算出している。

#### 4.1 第1折点の設定

鉄骨造におけるせん断スケルトン曲線の第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。

$$Q_1 = \frac{2F A \cos \theta}{0.710 + 1.12 \lambda_e} \dots\dots\dots (4. 1)$$

$$\gamma_1 = Q_1 / K_1 \dots\dots\dots (4. 2)$$

ここで、 $Q_1 \leq 2A F \cos \theta$

F : ブレースの許容応力度を決定する場合の基準値 (tf/cm<sup>2</sup>)

A : ブレースの断面積 (cm<sup>2</sup>)

$\theta$  : ブレースとはりのなす角度 (rad)

$\bar{\lambda}_e$  : ブレースの一般化細長比  $= \lambda_e \sqrt{\frac{F}{\pi^2 E}}$

$\lambda_e$  : 有効細長比  $= \alpha \cdot \lambda$

$\alpha$  : 座屈長さ係数

$\lambda$  : ブレースの端部及び中央交差部をピンとした場合の細長比  $= L / i_y$

L : ブレースの端部及び中央交差部の節点間距離  $= \frac{1}{2} \sqrt{S^2 + H^2}$  (cm)

S : 架構の柱間の距離 (cm)

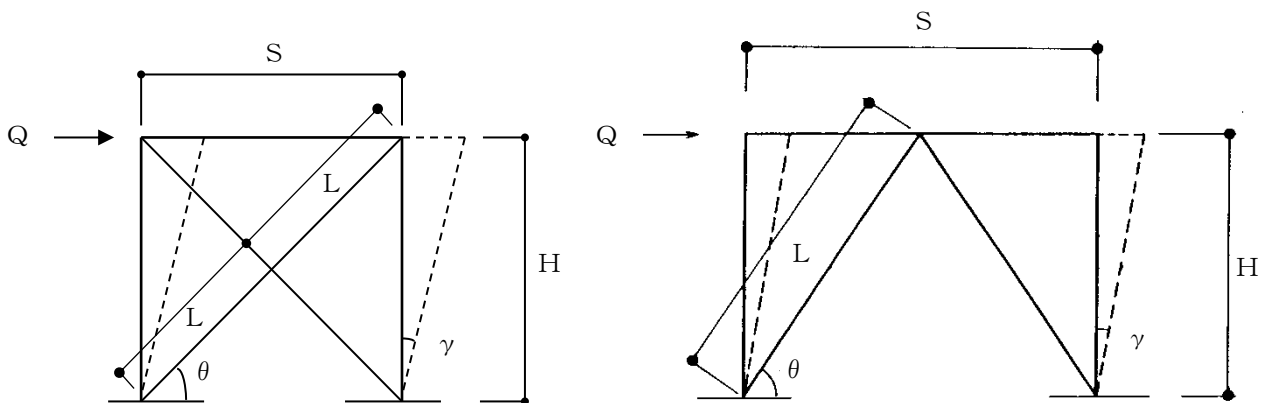
H : 架構の階高 (cm)

$i_y$  : ブレースの弱軸についての断面二次半径 (cm)

E : 鋼材のヤング係数 (tf/cm<sup>2</sup>)

K<sub>1</sub> : 第1せん断剛性 (tf/rad)

K<sub>2</sub> : 第2せん断剛性 (tf/rad)



(a) X型ブレース

(b) K型ブレース

図 4-2 ブレース付きラーメン架構



前述で設定したスケルトン曲線を完全弾塑性型モデルのバイリニア型スケルトン曲線と、スリップ型モデルのバイリニア型スケルトン曲線に分離する。

両者への分離は、分配率  $\beta_1$  により定める。なお、 $\beta_1$  はブレースの一般化細長比の関数により、次式で算定する。

$$\beta_1 = 1.29 - 1.12 \bar{\lambda}_e \quad \dots \dots \dots (4. 3)$$

完全弾塑性型モデルのスケルトン曲線は、次式により算定する（図 4-3 参照）。

$$Q_{P1} = Q_1 \cdot \beta_1 \quad \dots \dots \dots (4. 4)$$

$$\gamma_{P1} = \gamma_1 \quad \dots \dots \dots (4. 5)$$

スリップ型モデルのスケルトン曲線は、次式により算定する（図 4-4 参照）。

$$Q_{S1} = Q_1 (1 - \beta_1) \quad \dots \dots \dots (4. 6)$$

$$\gamma_{S1} = \gamma_1 \quad \dots \dots \dots (4. 7)$$

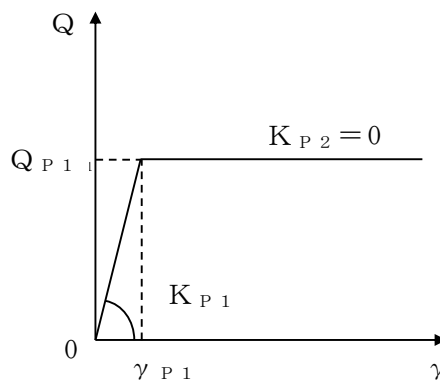


図 4-3 完全弾塑性型モデルのスケルトン曲線

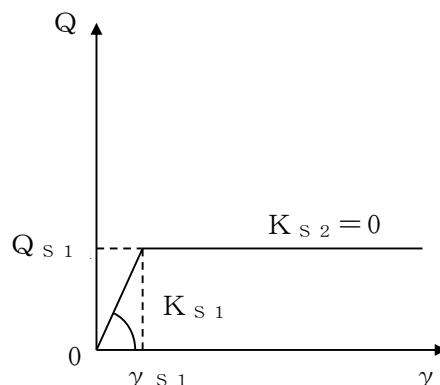


図4-4 スリップ型モデルのスケルトン曲線

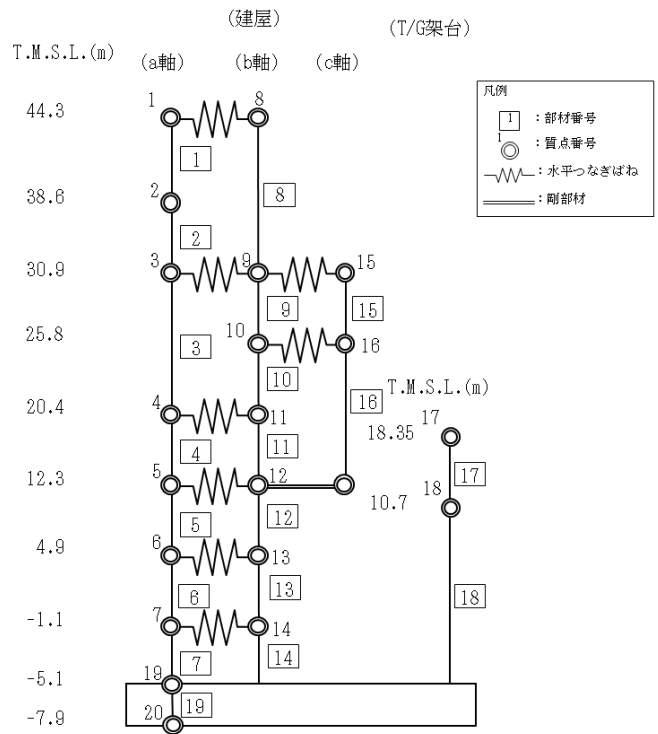
## 5. せん断スケルトン曲線の設定について

### 5.1 タービン建屋

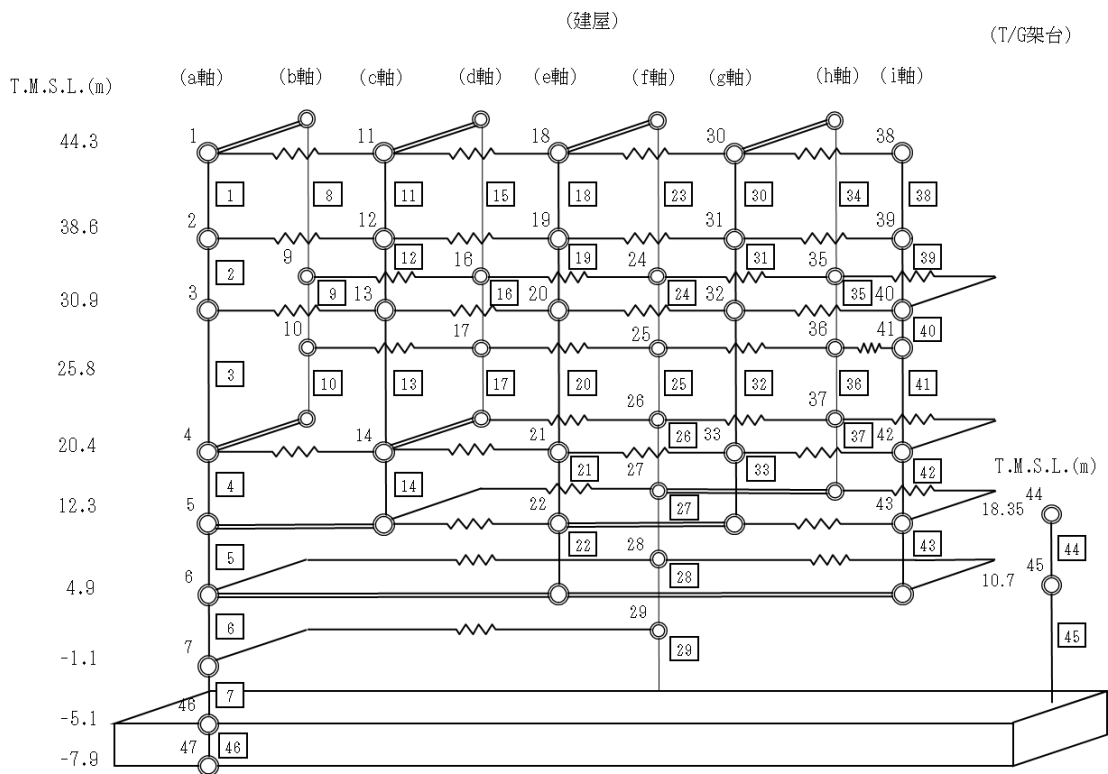
#### 5.1.1 水平方向モデル

水平方向は，地盤との相互作用を考慮し，耐震壁等の曲げ及び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5-1に，解析モデルの諸元を表5-1及び表5-2に示す。

また，各部材のモデル化について表5-3に示す。なお，基礎部，T/G架台及びモデル化範囲に耐震壁・鉄骨ブレースのない部材は線形でモデル化している。



NS 方向



EW 方向

注：東京湾平均海面を、以下「T.M.S.L.」という。

図 5-1 地震応答解析モデル（水平方向）

表 5-1 地震応答解析モデル諸元 (NS 方向)

(a) 重量・回転慣性重量

| T. M. S. L.<br>(m) | T/G 架台 | 建屋     |        |        |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|
| 44.3               |        | 1      | 8      |        |
|                    |        | 32850  | 20910  |        |
|                    |        | 23.6   | 6.7    |        |
| 38.6               |        | 2      |        |        |
|                    |        | 46600  |        |        |
|                    |        | 10.0   |        |        |
| 30.9               |        | 3      | 9      | 15     |
|                    |        | 102410 | 44160  | 8340   |
|                    |        | 29.1   | 138.8  | 1.4    |
| 25.8               |        |        | 10     | 16     |
|                    |        |        | 44940  | 22900  |
|                    |        |        | 479.9  | 243.9  |
| 20.4               |        | 17     | 4      | 11     |
|                    |        | 106240 | 178190 | 101540 |
|                    |        | —      | 331.1  | 445.8  |
| 12.3               |        | 18     | 5      | 12     |
|                    |        | 68920  | 168130 | 204500 |
|                    |        | —      | 758.0  | 518.3  |
| 4.9                |        |        | 6      | 13     |
|                    |        |        | 167480 | 202240 |
|                    |        |        | 567.3  | 726.1  |
| -1.1               |        |        | 7      | 14     |
|                    |        |        | 122510 | 150210 |
|                    |        |        | 392.1  | 1032.0 |
| -5.1               |        |        | 19     |        |
|                    |        |        | 490770 |        |
|                    |        |        | 3771.9 |        |
| 7.9                |        |        | 20     |        |
|                    |        |        | 266390 |        |
|                    |        |        | 1495.2 |        |

| 質点番号  |
|---|
| 重量 (kN)   |
| 回転慣性重量 ( $\times 10^5 \text{kN}\cdot\text{m}^2$ ) |

(b) セン断断面積・断面二次モーメント

| T. M. S. L.<br>(m) | T/G 架台 | 建屋    |        |        |
|--------------------|--------|-------|--------|--------|
| 44.3               |        | 1     | 8      |        |
|                    |        | 4.00  | 2.70   |        |
|                    |        | —     |        |        |
| 38.6               |        | 2     |        |        |
|                    |        | 5.80  |        |        |
|                    |        | —     |        |        |
| 30.9               |        | 3     | 9      | 15     |
|                    |        | 192.8 | 92.0   | 1.1    |
|                    |        |       | 63290  | —      |
| 25.8               |        |       | 10     | 16     |
|                    |        |       | 109.5  | 4.5    |
|                    |        |       | 52350  |        |
| 20.4               |        | 17    | 4      | 11     |
|                    |        | 14.3  | 187.5  | 135.4  |
|                    |        | —     | 80640  | 75330  |
| 12.3               |        | 18    | 5      | 12     |
|                    |        | 11.1  | 242.1  | 258.6  |
|                    |        |       | 146930 | 106930 |
| 4.9                |        |       | 6      | 13     |
|                    |        |       | 268.8  | 384.0  |
|                    |        |       | 129200 | 200510 |
| -1.1               |        |       | 7      | 14     |
|                    |        |       | 274.6  | 394.9  |
|                    |        |       | 158050 | 182470 |
| -5.1               |        |       | 19     |        |
|                    |        |       | 7954.0 |        |
|                    |        |       | —      |        |

- ① コンクリート部建屋及び T/G 架台  
 ヤング係数 E  $2.88 \times 10^4 \text{N/mm}^2$   
 セン断弾性係数 G  $1.20 \times 10^4 \text{N/mm}^2$   
 ポアソン比  $\nu$  0.2  
 減衰定数 h 5%
- ② コンクリート部 基礎スラブ  
 ヤング係数 E  $2.79 \times 10^4 \text{N/mm}^2$   
 セン断弾性係数 G  $1.16 \times 10^4 \text{N/mm}^2$   
 ポアソン比  $\nu$  0.2  
 減衰定数 h 5%
- ③ 鉄骨部  
 ヤング係数 E  $2.05 \times 10^5 \text{N/mm}^2$   
 セン断弾性係数 G  $7.90 \times 10^4 \text{N/mm}^2$   
 ポアソン比  $\nu$  0.3  
 減衰定数 h 2%

基礎形状 97.0m (NS 方向)  $\times$  82.0m (EW 方向)  
 $\times$  2.0m 又は 2.8m (厚さ)

| 部材番号                       |
|----------------------------|
| せん断断面積 ( $\text{m}^2$ )    |
| 断面二次モーメント ( $\text{m}^4$ ) |

表 5-2 地震応答解析モデル諸元 (EW 方向) (1/2)

(a) 重量・回転慣性重量

|   |
|---|
| 質点番号  |
| 重量 (kN)   |
| 回転慣性重量 ( $\times 10^5 \text{kN}\cdot\text{m}^2$ ) |

| T. M. S. L.<br>(m) | T/G 架台 | 建屋     |        |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                    |        | 1      | 11     | 18    | 30    | 38    |       |       |       |       |
| 44.3               |        | 3770   | 12260  | 12910 | 13370 | 11460 |       |       |       |       |
|                    |        | 0.06   | 3.5    | 3.7   | 3.9   | 3.3   |       |       |       |       |
| 38.6               |        | 2      | 12     | 19    | 31    | 39    |       |       |       |       |
|                    |        | 3120   | 11140  | 11910 | 10280 | 10150 |       |       |       |       |
|                    |        | 0.1    | 5.4    | 5.8   | 5.0   | 3.0   |       |       |       |       |
| 30.9               |        | 3      | 9      | 13    | 16    | 20    | 24    | 32    | 35    | 40    |
|                    |        | 6560   | 2000   | 16120 | 3960  | 31140 | 21450 | 31460 | 20890 | 21330 |
|                    |        | 0.5    | 0.1    | 7.9   | 0.4   | 10.0  | 6.6   | 10.1  | 6.4   | 7.0   |
| 25.8               |        | 10     | 17     | 25    | 36    | 41    |       |       |       |       |
|                    |        | 6570   | 19020  | 13140 | 12370 | 16740 |       |       |       |       |
|                    |        | 0.3    | 9.2    | 1.1   | 0.9   | 4.9   |       |       |       |       |
| 20.4               |        | 44     | 4      | 14    | 21    | 26    | 33    | 37    | 42    |       |
|                    |        | 106240 | 15600  | 56880 | 44450 | 26590 | 48450 | 27200 | 60550 |       |
|                    |        | —      | 0.8    | 153.8 | 23.1  | 16.1  | 25.6  | 16.6  | 82.8  |       |
| 12.3               |        | 45     | 5      | 22    | 27    | 43    |       |       |       |       |
|                    |        | 68920  | 127790 | 72170 | 81010 | 91660 |       |       |       |       |
|                    |        | —      | 328.6  | 139.1 | 161.2 | 192.8 |       |       |       |       |
| 4.9                |        | 6      | 28     | 76170 | 154.4 |       |       |       |       |       |
|                    |        | 293550 | 1067.4 | 29    | 77150 |       |       |       |       |       |
| -1.1               |        | 7      | 102.4  |       |       |       |       |       |       |       |
|                    |        | 195570 | 727.7  |       |       |       |       |       |       |       |
| -5.1               |        | 46     |        |       |       |       |       |       |       |       |
|                    |        | 490770 | 5261.9 |       |       |       |       |       |       |       |
| -7.9               |        | 47     |        |       |       |       |       |       |       |       |
|                    |        | 266390 | 2091.3 |       |       |       |       |       |       |       |

表 5-2 地震応答解析モデル諸元 (EW 方向) (2/2)

(b) せん断断面積・断面二次モーメント

|                    |        | 部材番号                        |      |      |      |      |       |      |       |       |
|--------------------|--------|-----------------------------|------|------|------|------|-------|------|-------|-------|
|                    |        | せん断断面積 (m <sup>2</sup> )    |      |      |      |      |       |      |       |       |
|                    |        | 断面二次モーメント (m <sup>4</sup> ) |      |      |      |      |       |      |       |       |
| T. M. S. L.<br>(m) | T/G 架台 | 建屋                          |      |      |      |      |       |      |       |       |
| 44.3               |        | 1                           | 8    | 11   | 15   | 18   | 23    | 30   | 34    | 38    |
|                    |        | 0.36                        |      | 0.72 |      | 0.72 |       | 0.72 |       | 1.6   |
|                    |        | —                           | 0.05 | —    | 0.08 | —    | 0.09  | —    | 0.09  | —     |
| 38.6               |        | 2                           |      | 12   |      | 19   |       | 31   |       | 39    |
|                    |        | 0.46                        | —    | 0.91 | —    | 0.91 | —     | 0.91 | —     | 2.4   |
|                    |        | —                           | —    | —    | —    | —    | —     | —    | —     | —     |
| 30.9               |        | 3                           | 9    | 13   | 16   | 20   | 24    | 32   | 35    | 40    |
|                    |        |                             | 10.9 |      | 6.9  |      | 27.7  |      | 27.7  | 32.5  |
|                    |        | 17.6                        | 110  | 24.3 | 130  | 25.2 | 3570  | 25.2 | 3570  | 7200  |
| 25.8               |        | 10                          |      |      | 17   |      | 25    |      | 36    | 41    |
|                    |        | 17.7                        |      | 8.4  |      | 24.9 |       | 24.9 | 47.1  |       |
|                    | 660    | 1300                        | 860  | 100  | 320  | 470  | 280   | 480  | 25240 |       |
| 20.4               | 44     | 4                           |      | 14   |      | 21   | 26    | 33   | 37    | 42    |
|                    | 26.2   | 58.6                        |      | 43.2 |      | 40.1 | 25.1  | 17.7 | 16.2  | 103.0 |
|                    | —      | 37190                       |      | 4780 |      | 1670 | 410   | 160  | 370   | 27290 |
| 12.3               | 45     | 5                           |      |      |      | 22   | 27    |      |       | 43    |
|                    |        | 151.5                       |      |      |      | 42.7 | 103.5 |      |       | 110.8 |
|                    |        | 56570                       |      |      |      | 1500 | 13600 |      |       | 55080 |
| 4.9                | 12.2   | 6                           |      |      |      |      | 28    |      |       |       |
|                    |        | 398.9                       |      |      |      |      | 105.3 |      |       |       |
|                    |        | 141570                      |      |      |      |      | 12210 |      |       |       |
| -1.1               | —      | 7                           |      |      |      |      | 29    |      |       |       |
|                    |        | 465.4                       |      |      |      |      | 100.0 |      |       |       |
|                    |        | 149880                      |      |      |      |      | 8510  |      |       |       |
| -5.1               |        | 46                          |      |      |      |      |       |      |       |       |
|                    |        | 7954.0                      |      |      |      |      |       |      |       |       |
|                    |        | —                           |      |      |      |      |       |      |       |       |

①コンクリート部 建屋及び T/G 架台  
 ヤング係数 E  $2.88 \times 10^4 \text{N/mm}^2$   
 せん断弾性係数 G  $1.20 \times 10^4 \text{N/mm}^2$   
 ポアソン比  $\nu$  0.2  
 減衰定数 h 5%

②コンクリート部 基礎スラブ  
 ヤング係数 E  $2.79 \times 10^4 \text{N/mm}^2$   
 せん断弾性係数 G  $1.16 \times 10^4 \text{N/mm}^2$   
 ポアソン比  $\nu$  0.2  
 減衰定数 h 5%

③鉄骨部  
 ヤング係数 E  $2.05 \times 10^5 \text{N/mm}^2$   
 せん断弾性係数 G  $7.90 \times 10^4 \text{N/mm}^2$   
 ポアソン比  $\nu$  0.3  
 減衰定数 h 2%

基礎形状 97.0m (NS 方向) × 82.0m (EW 方向)  
 × 2.0m 又は 2.8m (厚さ)

表 5-3 各部材のモデル化

| 方向    | せん断スケルトン曲線を<br>設定している部材  |   | 線形でモデル化<br>している部材   |                    |
|-------|--|---|---------------------|--------------------|
|       | RC 部材  | S 部材                                      | RC 部材               | S 部材               |
| NS 方向 | 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10,<br>11, 12, 13 及び 14  | 1, 2, 8 及び 15                             | 16, 17, 18<br>及び 19 | —                  |
| EW 方向 | 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 13,<br>14, 16, 17, 20, 21, 22,<br>24, 25, 26, 27, 28, 29,<br>32, 33, 35, 36, 37, 40,<br>41, 42 及び 43 | 1, 2, 11, 12, 18, 19,<br>30, 31, 38 及び 39 | 44, 45 及び 46        | 8, 15, 23<br>及び 34 |

### 5.1.2 使用材料の物性値

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5-4及び表5-5に示す。

表 5-4 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>$\sigma_c = 43.1\text{N/mm}^2$<br>( $\sigma_c = 440\text{kgf/cm}^2$ ) | $2.88 \times 10^4$              | $1.20 \times 10^4$                | 5             |

注記\*：実強度に基づくコンクリート強度を示す。

表 5-5 使用材料の物性値（鉄筋）

| 使用材料              | 降伏応力度<br>$s\sigma_Y$ (N/mm <sup>2</sup> ) |
|-------------------|---|
| 鉄筋：SD35（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。



### 5.1.3 RC造耐震壁のせん断スケルトン曲線の諸数値

#### (1) 第1折点

RC造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の第1折点の設定根拠を表5-6に示す。

表5-6 せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係, 第1折点) (1/3)

(a) NS方向

| 部材番号       | 通り         | コンクリート<br>強度 $F_c$<br>( $N/mm^2$ ) | せん断弾性<br>係数 $G$<br>( $\times 10^4 N/mm^2$ ) | 断面積<br>$A_s$<br>( $m^2$ ) | 縦軸応力度<br>$\sigma_v$<br>( $N/mm^2$ ) | $\tau_1$<br>( $N/mm^2$ ) | $\gamma_1$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|------------|------------|------------------------------------|---|---------------------------|-------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| 3          | 7G (74~77) | 43.1                               | 1.20  | 27.2                      | 0.30                                | 2.20                     | 0.184                              |
|            | 7H (71~72) | 43.1                               | 1.20  | 11.6                      | 0.28                                | 2.19                     | 0.183                              |
|            | 7H (74~77) | 43.1                               | 1.20  | 49.1                      | 0.61                                | 2.34                     | 0.196                              |
|            | 7J (73~78) | 43.1                               | 1.20  | 59.0                      | 0.42                                | 2.26                     | 0.189                              |
|            | 7K (71~75) | 43.1                               | 1.20  | 27.8                      | 0.35                                | 2.22                     | 0.186                              |
|            | 7K (77~79) | 43.1                               | 1.20  | 12.2                      | 0.63                                | 2.35                     | 0.196                              |
| 4          | 7G (72~73) | 43.1                               | 1.20  | 14.0                      | 0.39                                | 2.24                     | 0.187                              |
|            | 7H (73~74) | 43.1                               | 1.20  | 13.1                      | 0.75                                | 2.40                     | 0.201                              |
|            | 7H (75~76) | 43.1                               | 1.20  | 17.4                      | 0.38                                | 2.24                     | 0.187                              |
|            | 7H (78~79) | 43.1                               | 1.20  | 18.9                      | 0.30                                | 2.20                     | 0.184                              |
|            | 7J (72~74) | 43.1                               | 1.20  | 19.6                      | 0.50                                | 2.30                     | 0.192                              |
|            | 7K (71~75) | 43.1                               | 1.20  | 39.7                      | 0.65                                | 2.36                     | 0.197                              |
| 7K (77~79) | 43.1       | 1.20                               | 21.3  | 0.87                      | 2.45                                | 0.205                    |                                    |
| 5          | 7G (71~73) | 43.1                               | 1.20  | 23.3                      | 0.36                                | 2.23                     | 0.186                              |
|            | 7H (73~76) | 43.1                               | 1.20  | 36.6                      | 1.32                                | 2.64                     | 0.220                              |
|            | 7H (77~79) | 43.1                               | 1.20  | 27.6                      | 0.89                                | 2.46                     | 0.206                              |
|            | 7J (72~77) | 43.1                               | 1.20  | 55.9                      | 1.18                                | 2.58                     | 0.216                              |
|            | 7K (71~79) | 43.1                               | 1.20  | 92.5                      | 0.86                                | 2.45                     | 0.205                              |
| 6          | 7G (72~75) | 43.1                               | 1.20  | 15.3                      | 0.91                                | 2.47                     | 0.206                              |
|            | 7G (78~79) | 43.1                               | 1.20  | 13.2                      | 0.60                                | 2.34                     | 0.196                              |
|            | 7H (72~75) | 43.1                               | 1.20  | 34.6                      | 1.11                                | 2.55                     | 0.213                              |
|            | 7J (72~75) | 43.1                               | 1.20  | 22.9                      | 1.31                                | 2.63                     | 0.220                              |
|            | 7J (75~78) | 43.1                               | 1.20  | 33.0                      | 1.32                                | 2.64                     | 0.220                              |
| 7          | 7K (71~79) | 43.1                               | 1.20  | 106.7                     | 1.00                                | 2.51                     | 0.210                              |
|            | 7G (72~74) | 43.1                               | 1.20  | 16.5                      | 0.78                                | 2.42                     | 0.202                              |
|            | 7H (72~74) | 43.1                               | 1.20  | 24.7                      | 1.63                                | 2.75                     | 0.230                              |
|            | 7h (76~78) | 43.1                               | 1.20  | 32.6                      | 0.00                                | 2.06                     | 0.172                              |
|            | 7J (71~76) | 43.1                               | 1.20  | 44.8                      | 0.89                                | 2.46                     | 0.206                              |
| 9          | 7J (78~79) | 43.1                               | 1.20  | 9.1                       | 1.10                                | 2.55                     | 0.213                              |
|            | 7K (71~79) | 43.1                               | 1.20  | 106.7                     | 1.16                                | 2.57                     | 0.215                              |
|            | 7C (71~72) | 43.1                               | 1.20  | 7.6                       | 0.21                                | 2.16                     | 0.180                              |
|            | 7D (71~79) | 43.1                               | 1.20  | 72.9                      | 0.27                                | 2.19                     | 0.183                              |
|            | 7E (74~77) | 43.1                               | 1.20  | 37.3                      | 0.11                                | 2.11                     | 0.177                              |
| 10         | 7C (72~74) | 43.1                               | 1.20  | 12.5                      | 0.22                                | 2.16                     | 0.181                              |
|            | 7C (77~79) | 43.1                               | 1.20  | 10.7                      | 0.16                                | 2.13                     | 0.178                              |
|            | 7D (74~79) | 43.1                               | 1.20  | 64.6                      | 0.42                                | 2.26                     | 0.189                              |
|            | 7E (74~77) | 43.1                               | 1.20  | 27.6                      | 0.29                                | 2.20                     | 0.184                              |
| 11         | 7A (72~79) | 43.1                               | 1.20  | 37.0                      | 0.37                                | 2.24                     | 0.187                              |
|            | 7C (72~74) | 43.1                               | 1.20  | 11.3                      | 0.39                                | 2.24                     | 0.187                              |
|            | 7C (77~78) | 43.1                               | 1.20  | 9.4                       | 0.34                                | 2.22                     | 0.186                              |
|            | 7D (72~74) | 43.1                               | 1.20  | 33.7                      | 0.52                                | 2.30                     | 0.192                              |
|            | 7D (77~79) | 43.1                               | 1.20  | 37.7                      | 0.50                                | 2.29                     | 0.192                              |
|            | 7E (72~73) | 43.1                               | 1.20  | 22.3                      | 0.17                                | 2.14                     | 0.179                              |
| 12         | 7A (71~79) | 43.1                               | 1.20  | 106.7                     | 0.31                                | 2.21                     | 0.185                              |
|            | 7B (71~72) | 43.1                               | 1.20  | 6.8                       | 0.37                                | 2.23                     | 0.187                              |
|            | 7C (74~77) | 43.1                               | 1.20  | 58.5                      | 0.21                                | 2.16                     | 0.181                              |
|            | 7D (71~74) | 43.1                               | 1.20  | 48.7                      | 0.88                                | 2.46                     | 0.206                              |
|            | 7D (77~79) | 43.1                               | 1.20  | 26.5                      | 0.86                                | 2.45                     | 0.205                              |
|            | 7E (72~73) | 43.1                               | 1.20  | 23.3                      | 0.63                                | 2.35                     | 0.197                              |
| 13         | 7E (77~78) | 43.1                               | 1.20  | 14.7                      | 0.74                                | 2.40                     | 0.201                              |
|            | 7A (71~79) | 43.1                               | 1.20  | 114.5                     | 0.49                                | 2.29                     | 0.191                              |
|            | 7B (71~79) | 43.1                               | 1.20  | 97.2                      | 0.49                                | 2.29                     | 0.191                              |
|            | 7C (74~77) | 43.1                               | 1.20  | 58.5                      | 0.45                                | 2.27                     | 0.190                              |
|            | 7D (71~73) | 43.1                               | 1.20  | 48.4                      | 1.08                                | 2.54                     | 0.212                              |
|            | 7D (77~79) | 43.1                               | 1.20  | 27.2                      | 1.13                                | 2.56                     | 0.214                              |
| 14         | 7E (72~74) | 43.1                               | 1.20  | 23.3                      | 0.44                                | 2.27                     | 0.189                              |
|            | 7E (77~79) | 43.1                               | 1.20  | 23.7                      | 0.69                                | 2.38                     | 0.199                              |
|            | 7A (71~72) | 43.1                               | 1.20  | 18.6                      | 0.62                                | 2.35                     | 0.196                              |
|            | 7A (78~79) | 43.1                               | 1.20  | 12.8                      | 1.15                                | 2.57                     | 0.215                              |
|            | 7B (71~79) | 43.1                               | 1.20  | 97.0                      | 0.58                                | 2.33                     | 0.195                              |
|            | 7C (74~77) | 43.1                               | 1.20  | 58.1                      | 0.69                                | 2.38                     | 0.199                              |
| 14         | 7D (71~79) | 43.1                               | 1.20  | 126.6                     | 0.95                                | 2.49                     | 0.208                              |
|            | 7E (72~74) | 43.1                               | 1.20  | 23.3                      | 0.71                                | 2.39                     | 0.199                              |
|            | 7E (77~78) | 43.1                               | 1.20  | 15.9                      | 1.32                                | 2.64                     | 0.220                              |

表 5-6 せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係, 第 1 折点) (2/3)

(b) EW方向

| 部材番号                              | 通り                                | コンクリート<br>強度 $F_c$<br>( $N/mm^2$ ) | せん断弾性<br>係数 $G$<br>( $\times 10^4 N/mm^2$ ) | 断面積<br>$A_s$<br>( $m^2$ ) | 縦軸応力度<br>$\sigma_v$<br>( $N/mm^2$ ) | $\tau_1$<br>( $N/mm^2$ ) | $\gamma_1$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---|---------------------------|-------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| 3                                 | $\tau_1$ ( $\tau_H \sim \tau_K$ ) | 43.1                               | 1.20  | 18.8                      | 0.40                                | 2.25                     | 0.188                              |
| 4                                 | $\tau_1$ ( $\tau_A \sim \tau_K$ ) | 43.1                               | 1.20  | 58.9                      | 0.42                                | 2.26                     | 0.189                              |
| 5                                 | $\tau_1$ ( $\tau_A \sim \tau_K$ ) | 43.1                               | 1.20  | 80.7                      | 0.68                                | 2.37                     | 0.198                              |
|                                   | $\tau_2$ ( $\tau_G \sim \tau_I$ ) | 43.1                               | 1.20  | 20.4                      | 1.27                                | 2.62                     | 0.219                              |
|                                   | $\tau_3$ ( $\tau_D \sim \tau_E$ ) | 43.1                               | 1.20  | 19.4                      | 0.18                                | 2.15                     | 0.179                              |
|                                   | $\tau_3$ ( $\tau_H \sim \tau_J$ ) | 43.1                               | 1.20  | 12.1                      | 0.76                                | 2.41                     | 0.201                              |
| 6                                 | $\tau_1$ ( $\tau_A \sim \tau_K$ ) | 43.1                               | 1.20  | 97.4                      | 0.80                                | 2.42                     | 0.203                              |
|                                   | $\tau_2$ ( $\tau_D \sim \tau_I$ ) | 43.1                               | 1.20  | 38.9                      | 1.06                                | 2.53                     | 0.212                              |
|                                   | $\tau_3$ ( $\tau_G \sim \tau_I$ ) | 43.1                               | 1.20  | 20.4                      | 0.97                                | 2.49                     | 0.208                              |
|                                   | $\tau_4$ ( $\tau_H \sim \tau_J$ ) | 43.1                               | 1.20  | 14.6                      | 1.36                                | 2.65                     | 0.222                              |
|                                   | $\tau_5$ ( $\tau_G \sim \tau_I$ ) | 43.1                               | 1.20  | 16.0                      | 1.37                                | 2.66                     | 0.222                              |
|                                   | $\tau_6$ ( $\tau_G \sim \tau_I$ ) | 43.1                               | 1.20  | 16.7                      | 1.26                                | 2.61                     | 0.218                              |
|                                   | $\tau_7$ ( $\tau_G \sim \tau_I$ ) | 43.1                               | 1.20  | 16.7                      | 1.11                                | 2.55                     | 0.213                              |
|                                   | $\tau_8$ ( $\tau_G \sim \tau_I$ ) | 43.1                               | 1.20  | 18.2                      | 1.70                                | 2.78                     | 0.232                              |
|                                   | $\tau_9$ ( $\tau_A \sim \tau_K$ ) | 43.1                               | 1.20  | 99.1                      | 0.71                                | 2.39                     | 0.199                              |
| 7                                 | $\tau_1$ ( $\tau_A \sim \tau_K$ ) | 43.1                               | 1.20  | 96.9                      | 0.89                                | 2.46                     | 0.206                              |
|                                   | $\tau_2$ ( $\tau_D \sim \tau_I$ ) | 43.1                               | 1.20  | 48.0                      | 1.41                                | 2.67                     | 0.223                              |
|                                   | $\tau_3$ ( $\tau_D \sim \tau_E$ ) | 43.1                               | 1.20  | 15.4                      | 1.02                                | 2.51                     | 0.210                              |
|                                   | $\tau_3$ ( $\tau_F \sim \tau_I$ ) | 43.1                               | 1.20  | 21.4                      | 1.01                                | 2.51                     | 0.210                              |
|                                   | $\tau_5$ ( $\tau_G \sim \tau_I$ ) | 43.1                               | 1.20  | 19.6                      | 1.42                                | 2.67                     | 0.224                              |
|                                   | $\tau_6$ ( $\tau_G \sim \tau_I$ ) | 43.1                               | 1.20  | 19.6                      | 1.75                                | 2.80                     | 0.234                              |
|                                   | $\tau_7$ ( $\tau_H \sim \tau_J$ ) | 43.1                               | 1.20  | 14.6                      | 2.86                                | 3.18                     | 0.266                              |
|                                   | $\tau_8$ ( $\tau_D \sim \tau_E$ ) | 43.1                               | 1.20  | 12.9                      | 0.85                                | 2.45                     | 0.204                              |
|                                   | $\tau_8$ ( $\tau_G \sim \tau_I$ ) | 43.1                               | 1.20  | 26.0                      | 2.31                                | 3.00                     | 0.251                              |
| $\tau_9$ ( $\tau_A \sim \tau_K$ ) | 43.1                              | 1.20                               | 99.1  | 0.95                      | 2.49                                | 0.208                    |                                    |
| 9                                 | $\tau_1$ ( $\tau_C \sim \tau_D$ ) | 43.1                               | 1.20  | 11.8                      | 0.15                                | 2.13                     | 0.178                              |
| 10                                | $\tau_1$ ( $\tau_A \sim \tau_D$ ) | 43.1                               | 1.20  | 20.3                      | 0.25                                | 2.18                     | 0.182                              |
| 13                                | $\tau_2$ ( $\tau_H \sim \tau_K$ ) | 43.1                               | 1.20  | 18.4                      | 0.45                                | 2.27                     | 0.190                              |
|                                   | $\tau_3$ ( $\tau_I \sim \tau_K$ ) | 43.1                               | 1.20  | 9.8                       | 0.32                                | 2.21                     | 0.185                              |
| 14                                | $\tau_2$ ( $\tau_C \sim \tau_D$ ) | 43.1                               | 1.20  | 10.7                      | 0.29                                | 2.20                     | 0.184                              |
|                                   | $\tau_2$ ( $\tau_E \sim \tau_I$ ) | 43.1                               | 1.20  | 16.8                      | 0.78                                | 2.41                     | 0.202                              |
|                                   | $\tau_3$ ( $\tau_D \sim \tau_E$ ) | 43.1                               | 1.20  | 19.4                      | 0.26                                | 2.18                     | 0.183                              |
| 16                                | $\tau_2$ ( $\tau_C \sim \tau_D$ ) | 43.1                               | 1.20  | 10.7                      | 0.10                                | 2.11                     | 0.176                              |
| 17                                | $\tau_2$ ( $\tau_C \sim \tau_D$ ) | 43.1                               | 1.20  | 10.7                      | 0.32                                | 2.21                     | 0.185                              |
| 20                                | $\tau_4$ ( $\tau_I \sim \tau_K$ ) | 43.1                               | 1.20  | 9.8                       | 0.35                                | 2.22                     | 0.186                              |
|                                   | $\tau_5$ ( $\tau_I \sim \tau_K$ ) | 43.1                               | 1.20  | 9.8                       | 0.33                                | 2.22                     | 0.185                              |
| 21                                | $\tau_4$ ( $\tau_G \sim \tau_I$ ) | 43.1                               | 1.20  | 29.8                      | 0.51                                | 2.30                     | 0.192                              |
|                                   | $\tau_5$ ( $\tau_H \sim \tau_J$ ) | 43.1                               | 1.20  | 15.9                      | 0.92                                | 2.48                     | 0.207                              |
| 22                                | $\tau_4$ ( $\tau_H \sim \tau_J$ ) | 43.1                               | 1.20  | 10.5                      | 0.41                                | 2.25                     | 0.188                              |
|                                   | $\tau_5$ ( $\tau_H \sim \tau_J$ ) | 43.1                               | 1.20  | 10.5                      | 0.54                                | 2.31                     | 0.193                              |
|                                   | $\tau_6$ ( $\tau_H \sim \tau_J$ ) | 43.1                               | 1.20  | 15.4                      | 0.81                                | 2.43                     | 0.203                              |
| 24                                | $\tau_7$ ( $\tau_H \sim \tau_J$ ) | 43.1                               | 1.20  | 16.2                      | 1.00                                | 2.51                     | 0.209                              |
|                                   | $\tau_4$ ( $\tau_A \sim \tau_D$ ) | 43.1                               | 1.20  | 24.5                      | 0.12                                | 2.12                     | 0.177                              |
| 25                                | $\tau_4$ ( $\tau_C \sim \tau_D$ ) | 43.1                               | 1.20  | 12.7                      | 0.35                                | 2.22                     | 0.186                              |
|                                   | $\tau_4$ ( $\tau_H \sim \tau_K$ ) | 43.1                               | 1.20  | 10.5                      | 0.24                                | 2.17                     | 0.182                              |
| 26                                | $\tau_4$ ( $\tau_A \sim \tau_B$ ) | 43.1                               | 1.20  | 9.7                       | 0.32                                | 2.21                     | 0.185                              |
|                                   | $\tau_4$ ( $\tau_C \sim \tau_D$ ) | 43.1                               | 1.20  | 11.6                      | 0.71                                | 2.38                     | 0.199                              |
| 27                                | $\tau_4$ ( $\tau_A \sim \tau_D$ ) | 43.1                               | 1.20  | 31.8                      | 0.68                                | 2.37                     | 0.198                              |
|                                   | $\tau_5$ ( $\tau_A \sim \tau_C$ ) | 43.1                               | 1.20  | 19.1                      | 0.19                                | 2.15                     | 0.180                              |
|                                   | $\tau_6$ ( $\tau_A \sim \tau_C$ ) | 43.1                               | 1.20  | 19.1                      | 0.19                                | 2.15                     | 0.180                              |
|                                   | $\tau_7$ ( $\tau_A \sim \tau_E$ ) | 43.1                               | 1.20  | 41.3                      | 0.67                                | 2.37                     | 0.198                              |
| 28                                | $\tau_4$ ( $\tau_A \sim \tau_D$ ) | 43.1                               | 1.20  | 35.2                      | 0.74                                | 2.40                     | 0.200                              |
|                                   | $\tau_5$ ( $\tau_A \sim \tau_C$ ) | 43.1                               | 1.20  | 19.1                      | 0.28                                | 2.19                     | 0.183                              |
|                                   | $\tau_6$ ( $\tau_A \sim \tau_C$ ) | 43.1                               | 1.20  | 19.1                      | 0.29                                | 2.20                     | 0.184                              |
|                                   | $\tau_7$ ( $\tau_A \sim \tau_E$ ) | 43.1                               | 1.20  | 43.9                      | 0.84                                | 2.44                     | 0.204                              |
| 29                                | $\tau_4$ ( $\tau_A \sim \tau_D$ ) | 43.1                               | 1.20  | 38.4                      | 0.89                                | 2.46                     | 0.206                              |
|                                   | $\tau_5$ ( $\tau_A \sim \tau_C$ ) | 43.1                               | 1.20  | 27.4                      | 0.57                                | 2.32                     | 0.194                              |
|                                   | $\tau_6$ ( $\tau_A \sim \tau_C$ ) | 43.1                               | 1.20  | 27.4                      | 0.58                                | 2.33                     | 0.195                              |
| 29                                | $\tau_7$ ( $\tau_A \sim \tau_E$ ) | 43.1                               | 1.20  | 41.2                      | 0.81                                | 2.43                     | 0.203                              |

表 5-6 せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係, 第 1 折点) (3/3)

(b) EW方向

| 部材番号 | 通り                                | コンクリート<br>強度 $F_c$<br>( $N/mm^2$ ) | せん断弾性<br>係数 $G$<br>( $\times 10^4 N/mm^2$ ) | 断面積<br>$A_s$<br>( $m^2$ ) | 縦軸応力度<br>$\sigma_v$<br>( $N/mm^2$ ) | $\tau_1$<br>( $N/mm^2$ ) | $\gamma_1$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|------|-----------------------------------|------------------------------------|---|---------------------------|-------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| 32   | $\tau_6$ ( $\tau_J \sim \tau_K$ ) | 43.1                               | 1.20  | 9.2                       | 0.45                                | 2.27                     | 0.190                              |
|      | $\tau_7$ ( $\tau_I \sim \tau_K$ ) | 43.1                               | 1.20  | 9.7                       | 0.25                                | 2.18                     | 0.182                              |
| 33   | $\tau_6$ ( $\tau_H \sim \tau_J$ ) | 43.1                               | 1.20  | 15.4                      | 1.10                                | 2.55                     | 0.213                              |
| 35   | $\tau_7$ ( $\tau_A \sim \tau_D$ ) | 43.1                               | 1.20  | 24.5                      | 0.11                                | 2.11                     | 0.176                              |
| 36   | $\tau_7$ ( $\tau_A \sim \tau_B$ ) | 43.1                               | 1.20  | 10.5                      | 0.24                                | 2.17                     | 0.182                              |
|      | $\tau_7$ ( $\tau_C \sim \tau_D$ ) | 43.1                               | 1.20  | 12.7                      | 0.24                                | 2.18                     | 0.182                              |
| 37   | $\tau_7$ ( $\tau_A \sim \tau_B$ ) | 43.1                               | 1.20  | 9.7                       | 0.32                                | 2.21                     | 0.185                              |
|      | $\tau_7$ ( $\tau_C \sim \tau_D$ ) | 43.1                               | 1.20  | 11.6                      | 0.45                                | 2.27                     | 0.190                              |
| 40   | $\tau_8$ ( $\tau_J \sim \tau_K$ ) | 43.1                               | 1.20  | 9.7                       | 0.27                                | 2.19                     | 0.183                              |
|      | $\tau_9$ ( $\tau_D \sim \tau_K$ ) | 43.1                               | 1.20  | 28.8                      | 0.44                                | 2.27                     | 0.189                              |
| 41   | $\tau_8$ ( $\tau_J \sim \tau_K$ ) | 43.1                               | 1.20  | 9.7                       | 0.27                                | 2.19                     | 0.183                              |
|      | $\tau_9$ ( $\tau_A \sim \tau_B$ ) | 43.1                               | 1.20  | 7.3                       | 0.14                                | 2.13                     | 0.178                              |
|      | $\tau_9$ ( $\tau_D \sim \tau_K$ ) | 43.1                               | 1.20  | 28.8                      | 0.44                                | 2.27                     | 0.189                              |
| 42   | $\tau_8$ ( $\tau_C \sim \tau_D$ ) | 43.1                               | 1.20  | 10.7                      | 0.08                                | 2.10                     | 0.175                              |
|      | $\tau_8$ ( $\tau_G \sim \tau_I$ ) | 43.1                               | 1.20  | 22.9                      | 0.84                                | 2.44                     | 0.204                              |
|      | $\tau_9$ ( $\tau_A \sim \tau_B$ ) | 43.1                               | 1.20  | 7.3                       | 0.24                                | 2.17                     | 0.182                              |
|      | $\tau_9$ ( $\tau_C \sim \tau_K$ ) | 43.1                               | 1.20  | 65.5                      | 0.45                                | 2.27                     | 0.190                              |
| 43   | $\tau_8$ ( $\tau_G \sim \tau_H$ ) | 43.1                               | 1.20  | 13.4                      | 0.96                                | 2.49                     | 0.208                              |
|      | $\tau_9$ ( $\tau_A \sim \tau_K$ ) | 43.1                               | 1.20  | 82.2                      | 0.72                                | 2.39                     | 0.200                              |

(2) 第2折点

RC造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の第2折点の設定根拠を表5-7に示す。

表5-7 せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係, 第2折点) (1/3)

(a) NS方向

| 部材番号                                 | 通り                                   | $\tau_2$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\gamma_2$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 3                                    | $\tau$ G ( $\tau$ 4 $\sim$ $\tau$ 7) | 2.97                             | 0.552                              |
|                                      | $\tau$ H ( $\tau$ 1 $\sim$ $\tau$ 2) | 2.96                             | 0.550                              |
|                                      | $\tau$ H ( $\tau$ 4 $\sim$ $\tau$ 7) | 3.16                             | 0.588                              |
|                                      | $\tau$ J ( $\tau$ 3 $\sim$ $\tau$ 8) | 3.05                             | 0.566                              |
|                                      | $\tau$ K ( $\tau$ 1 $\sim$ $\tau$ 5) | 3.00                             | 0.558                              |
|                                      | $\tau$ K ( $\tau$ 7 $\sim$ $\tau$ 9) | 3.17                             | 0.589                              |
| 4                                    | $\tau$ G ( $\tau$ 2 $\sim$ $\tau$ 3) | 3.03                             | 0.562                              |
|                                      | $\tau$ H ( $\tau$ 3 $\sim$ $\tau$ 4) | 3.24                             | 0.602                              |
|                                      | $\tau$ H ( $\tau$ 5 $\sim$ $\tau$ 6) | 3.02                             | 0.562                              |
|                                      | $\tau$ H ( $\tau$ 8 $\sim$ $\tau$ 9) | 2.97                             | 0.552                              |
|                                      | $\tau$ J ( $\tau$ 2 $\sim$ $\tau$ 4) | 3.10                             | 0.575                              |
|                                      | $\tau$ K ( $\tau$ 1 $\sim$ $\tau$ 5) | 3.19                             | 0.592                              |
| $\tau$ K ( $\tau$ 7 $\sim$ $\tau$ 9) | 3.31                                 | 0.615                            |                                    |
| 5                                    | $\tau$ G ( $\tau$ 1 $\sim$ $\tau$ 3) | 3.01                             | 0.559                              |
|                                      | $\tau$ H ( $\tau$ 3 $\sim$ $\tau$ 6) | 3.56                             | 0.661                              |
|                                      | $\tau$ H ( $\tau$ 7 $\sim$ $\tau$ 9) | 3.33                             | 0.618                              |
|                                      | $\tau$ J ( $\tau$ 2 $\sim$ $\tau$ 7) | 3.48                             | 0.647                              |
|                                      | $\tau$ K ( $\tau$ 1 $\sim$ $\tau$ 9) | 3.30                             | 0.614                              |
| 6                                    | $\tau$ G ( $\tau$ 2 $\sim$ $\tau$ 5) | 3.34                             | 0.619                              |
|                                      | $\tau$ G ( $\tau$ 8 $\sim$ $\tau$ 9) | 3.16                             | 0.587                              |
|                                      | $\tau$ H ( $\tau$ 2 $\sim$ $\tau$ 5) | 3.45                             | 0.640                              |
|                                      | $\tau$ J ( $\tau$ 2 $\sim$ $\tau$ 5) | 3.55                             | 0.660                              |
|                                      | $\tau$ J ( $\tau$ 5 $\sim$ $\tau$ 8) | 3.56                             | 0.661                              |
| 7                                    | $\tau$ K ( $\tau$ 1 $\sim$ $\tau$ 9) | 3.38                             | 0.629                              |
|                                      | $\tau$ G ( $\tau$ 2 $\sim$ $\tau$ 4) | 3.26                             | 0.606                              |
|                                      | $\tau$ H ( $\tau$ 2 $\sim$ $\tau$ 4) | 3.72                             | 0.690                              |
|                                      | $\tau$ h ( $\tau$ 6 $\sim$ $\tau$ 8) | 2.78                             | 0.516                              |
|                                      | $\tau$ J ( $\tau$ 1 $\sim$ $\tau$ 6) | 3.32                             | 0.617                              |
| 9                                    | $\tau$ J ( $\tau$ 8 $\sim$ $\tau$ 9) | 3.44                             | 0.639                              |
|                                      | $\tau$ K ( $\tau$ 1 $\sim$ $\tau$ 9) | 3.47                             | 0.645                              |
|                                      | $\tau$ C ( $\tau$ 1 $\sim$ $\tau$ 2) | 2.91                             | 0.541                              |
|                                      | $\tau$ D ( $\tau$ 1 $\sim$ $\tau$ 9) | 2.95                             | 0.549                              |
| 10                                   | $\tau$ E ( $\tau$ 4 $\sim$ $\tau$ 7) | 2.85                             | 0.530                              |
|                                      | $\tau$ C ( $\tau$ 2 $\sim$ $\tau$ 4) | 2.92                             | 0.542                              |
|                                      | $\tau$ C ( $\tau$ 7 $\sim$ $\tau$ 9) | 2.88                             | 0.535                              |
|                                      | $\tau$ D ( $\tau$ 4 $\sim$ $\tau$ 9) | 3.05                             | 0.566                              |
| 11                                   | $\tau$ E ( $\tau$ 4 $\sim$ $\tau$ 7) | 2.97                             | 0.551                              |
|                                      | $\tau$ A ( $\tau$ 2 $\sim$ $\tau$ 9) | 3.02                             | 0.561                              |
|                                      | $\tau$ C ( $\tau$ 2 $\sim$ $\tau$ 4) | 3.03                             | 0.562                              |
|                                      | $\tau$ C ( $\tau$ 7 $\sim$ $\tau$ 8) | 3.00                             | 0.557                              |
|                                      | $\tau$ D ( $\tau$ 2 $\sim$ $\tau$ 4) | 3.11                             | 0.577                              |
|                                      | $\tau$ D ( $\tau$ 7 $\sim$ $\tau$ 9) | 3.10                             | 0.575                              |
| 12                                   | $\tau$ E ( $\tau$ 2 $\sim$ $\tau$ 3) | 2.89                             | 0.537                              |
|                                      | $\tau$ A ( $\tau$ 1 $\sim$ $\tau$ 9) | 2.98                             | 0.554                              |
|                                      | $\tau$ B ( $\tau$ 1 $\sim$ $\tau$ 2) | 3.02                             | 0.560                              |
|                                      | $\tau$ C ( $\tau$ 4 $\sim$ $\tau$ 7) | 2.92                             | 0.542                              |
|                                      | $\tau$ D ( $\tau$ 1 $\sim$ $\tau$ 4) | 3.32                             | 0.617                              |
|                                      | $\tau$ D ( $\tau$ 7 $\sim$ $\tau$ 9) | 3.31                             | 0.614                              |
| 13                                   | $\tau$ E ( $\tau$ 2 $\sim$ $\tau$ 3) | 3.18                             | 0.590                              |
|                                      | $\tau$ E ( $\tau$ 7 $\sim$ $\tau$ 8) | 3.24                             | 0.602                              |
|                                      | $\tau$ A ( $\tau$ 1 $\sim$ $\tau$ 9) | 3.09                             | 0.574                              |
|                                      | $\tau$ B ( $\tau$ 1 $\sim$ $\tau$ 9) | 3.09                             | 0.574                              |
|                                      | $\tau$ C ( $\tau$ 4 $\sim$ $\tau$ 7) | 3.07                             | 0.570                              |
|                                      | $\tau$ D ( $\tau$ 1 $\sim$ $\tau$ 3) | 3.43                             | 0.637                              |
| 14                                   | $\tau$ D ( $\tau$ 7 $\sim$ $\tau$ 9) | 3.45                             | 0.642                              |
|                                      | $\tau$ E ( $\tau$ 2 $\sim$ $\tau$ 4) | 3.06                             | 0.568                              |
|                                      | $\tau$ E ( $\tau$ 7 $\sim$ $\tau$ 9) | 3.21                             | 0.596                              |
|                                      | $\tau$ A ( $\tau$ 1 $\sim$ $\tau$ 2) | 3.17                             | 0.588                              |
|                                      | $\tau$ A ( $\tau$ 8 $\sim$ $\tau$ 9) | 3.47                             | 0.644                              |
|                                      | $\tau$ B ( $\tau$ 1 $\sim$ $\tau$ 9) | 3.14                             | 0.584                              |
| 14                                   | $\tau$ C ( $\tau$ 4 $\sim$ $\tau$ 7) | 3.21                             | 0.596                              |
|                                      | $\tau$ D ( $\tau$ 1 $\sim$ $\tau$ 9) | 3.36                             | 0.624                              |
|                                      | $\tau$ E ( $\tau$ 2 $\sim$ $\tau$ 4) | 3.22                             | 0.598                              |
|                                      | $\tau$ E ( $\tau$ 7 $\sim$ $\tau$ 8) | 3.56                             | 0.661                              |

表5-7 せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係, 第2折点) (2/3)

(b) EW方向

| 部材番号 | 通り                                | $\tau_2$<br>(N/mm <sup>2</sup> )  | $\gamma_2$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |       |
|------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------|
| 3    | $\tau_1$ ( $\tau_H \sim \tau_K$ ) | 3.03                              | 0.564                              |       |
| 4    | $\tau_1$ ( $\tau_A \sim \tau_K$ ) | 3.05                              | 0.566                              |       |
| 5    | $\tau_1$ ( $\tau_A \sim \tau_K$ ) | 3.20                              | 0.595                              |       |
|      | $\tau_2$ ( $\tau_G \sim \tau_J$ ) | 3.53                              | 0.656                              |       |
|      | $\tau_3$ ( $\tau_D \sim \tau_E$ ) | 2.90                              | 0.538                              |       |
| 6    | $\tau_3$ ( $\tau_H \sim \tau_J$ ) | 3.25                              | 0.604                              |       |
|      | $\tau_1$ ( $\tau_A \sim \tau_K$ ) | 3.27                              | 0.608                              |       |
|      | $\tau_2$ ( $\tau_D \sim \tau_J$ ) | 3.42                              | 0.635                              |       |
|      | $\tau_3$ ( $\tau_G \sim \tau_J$ ) | 3.37                              | 0.625                              |       |
|      | $\tau_4$ ( $\tau_H \sim \tau_J$ ) | 3.58                              | 0.665                              |       |
|      | $\tau_5$ ( $\tau_G \sim \tau_J$ ) | 3.59                              | 0.666                              |       |
|      | $\tau_6$ ( $\tau_G \sim \tau_J$ ) | 3.53                              | 0.655                              |       |
|      | $\tau_7$ ( $\tau_G \sim \tau_J$ ) | 3.45                              | 0.640                              |       |
|      | $\tau_8$ ( $\tau_G \sim \tau_J$ ) | 3.75                              | 0.697                              |       |
| 7    | $\tau_9$ ( $\tau_A \sim \tau_K$ ) | 3.22                              | 0.598                              |       |
|      | $\tau_1$ ( $\tau_A \sim \tau_K$ ) | 3.32                              | 0.618                              |       |
|      | $\tau_2$ ( $\tau_D \sim \tau_J$ ) | 3.61                              | 0.670                              |       |
|      | $\tau_3$ ( $\tau_D \sim \tau_E$ ) | 3.39                              | 0.631                              |       |
|      | $\tau_3$ ( $\tau_F \sim \tau_J$ ) | 3.39                              | 0.630                              |       |
|      | $\tau_5$ ( $\tau_G \sim \tau_J$ ) | 3.61                              | 0.671                              |       |
|      | $\tau_6$ ( $\tau_G \sim \tau_J$ ) | 3.78                              | 0.702                              |       |
|      | $\tau_7$ ( $\tau_H \sim \tau_J$ ) | 4.29                              | 0.797                              |       |
|      | $\tau_8$ ( $\tau_D \sim \tau_E$ ) | 3.30                              | 0.613                              |       |
| 9    | $\tau_8$ ( $\tau_G \sim \tau_J$ ) | 4.05                              | 0.752                              |       |
|      | $\tau_9$ ( $\tau_A \sim \tau_K$ ) | 3.36                              | 0.624                              |       |
|      | $\tau_1$ ( $\tau_C \sim \tau_D$ ) | 2.88                              | 0.534                              |       |
|      | 10                                | $\tau_1$ ( $\tau_A \sim \tau_D$ ) | 2.94                               | 0.546 |
|      | 13                                | $\tau_2$ ( $\tau_H \sim \tau_K$ ) | 3.07                               | 0.569 |
|      |                                   | $\tau_3$ ( $\tau_J \sim \tau_K$ ) | 2.99                               | 0.555 |
|      | 14                                | $\tau_2$ ( $\tau_C \sim \tau_D$ ) | 2.97                               | 0.551 |
|      |                                   | $\tau_2$ ( $\tau_E \sim \tau_J$ ) | 3.26                               | 0.605 |
|      |                                   | $\tau_3$ ( $\tau_D \sim \tau_E$ ) | 2.95                               | 0.548 |
| 16   | $\tau_2$ ( $\tau_C \sim \tau_D$ ) | 2.85                              | 0.529                              |       |
| 17   | $\tau_2$ ( $\tau_C \sim \tau_D$ ) | 2.98                              | 0.554                              |       |
| 20   | $\tau_4$ ( $\tau_J \sim \tau_K$ ) | 3.00                              | 0.558                              |       |
|      | $\tau_5$ ( $\tau_J \sim \tau_K$ ) | 2.99                              | 0.556                              |       |
| 21   | $\tau_4$ ( $\tau_G \sim \tau_J$ ) | 3.10                              | 0.576                              |       |
|      | $\tau_5$ ( $\tau_H \sim \tau_J$ ) | 3.34                              | 0.621                              |       |
| 22   | $\tau_4$ ( $\tau_H \sim \tau_J$ ) | 3.04                              | 0.565                              |       |
|      | $\tau_5$ ( $\tau_H \sim \tau_J$ ) | 3.12                              | 0.580                              |       |
|      | $\tau_6$ ( $\tau_H \sim \tau_J$ ) | 3.28                              | 0.609                              |       |
|      | $\tau_7$ ( $\tau_H \sim \tau_J$ ) | 3.38                              | 0.628                              |       |
| 24   | $\tau_4$ ( $\tau_A \sim \tau_D$ ) | 2.86                              | 0.531                              |       |
| 25   | $\tau_4$ ( $\tau_C \sim \tau_D$ ) | 3.00                              | 0.557                              |       |
|      | $\tau_4$ ( $\tau_H \sim \tau_K$ ) | 2.93                              | 0.545                              |       |
| 26   | $\tau_4$ ( $\tau_A \sim \tau_B$ ) | 2.98                              | 0.554                              |       |
|      | $\tau_4$ ( $\tau_C \sim \tau_D$ ) | 3.22                              | 0.598                              |       |
| 27   | $\tau_4$ ( $\tau_A \sim \tau_D$ ) | 3.20                              | 0.595                              |       |
|      | $\tau_5$ ( $\tau_A \sim \tau_C$ ) | 2.91                              | 0.540                              |       |
|      | $\tau_6$ ( $\tau_A \sim \tau_C$ ) | 2.91                              | 0.540                              |       |
|      | $\tau_7$ ( $\tau_A \sim \tau_E$ ) | 3.20                              | 0.594                              |       |
| 28   | $\tau_4$ ( $\tau_A \sim \tau_D$ ) | 3.24                              | 0.601                              |       |
|      | $\tau_5$ ( $\tau_A \sim \tau_C$ ) | 2.96                              | 0.549                              |       |
|      | $\tau_6$ ( $\tau_A \sim \tau_C$ ) | 2.97                              | 0.551                              |       |
|      | $\tau_7$ ( $\tau_A \sim \tau_E$ ) | 3.29                              | 0.612                              |       |
| 29   | $\tau_4$ ( $\tau_A \sim \tau_D$ ) | 3.32                              | 0.617                              |       |
|      | $\tau_5$ ( $\tau_A \sim \tau_C$ ) | 3.14                              | 0.583                              |       |
|      | $\tau_6$ ( $\tau_A \sim \tau_C$ ) | 3.14                              | 0.584                              |       |
|      | $\tau_7$ ( $\tau_A \sim \tau_E$ ) | 3.28                              | 0.609                              |       |

表5-7 せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係, 第2折点) (3/3)

(b) EW方向

| 部材番号 | 通り                                | $\tau_2$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\gamma_2$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 32   | $\tau_6$ ( $\tau_J \sim \tau_K$ ) | 3.07                             | 0.570                              |
|      | $\tau_7$ ( $\tau_J \sim \tau_K$ ) | 2.94                             | 0.547                              |
| 33   | $\tau_6$ ( $\tau_H \sim \tau_J$ ) | 3.44                             | 0.639                              |
| 35   | $\tau_7$ ( $\tau_A \sim \tau_D$ ) | 2.85                             | 0.529                              |
| 36   | $\tau_7$ ( $\tau_A \sim \tau_B$ ) | 2.93                             | 0.545                              |
|      | $\tau_7$ ( $\tau_C \sim \tau_D$ ) | 2.94                             | 0.545                              |
| 37   | $\tau_7$ ( $\tau_A \sim \tau_B$ ) | 2.98                             | 0.554                              |
|      | $\tau_7$ ( $\tau_C \sim \tau_D$ ) | 3.07                             | 0.570                              |
| 40   | $\tau_8$ ( $\tau_J \sim \tau_K$ ) | 2.96                             | 0.549                              |
|      | $\tau_9$ ( $\tau_D \sim \tau_K$ ) | 3.06                             | 0.568                              |
| 41   | $\tau_8$ ( $\tau_J \sim \tau_K$ ) | 2.96                             | 0.549                              |
|      | $\tau_9$ ( $\tau_A \sim \tau_B$ ) | 2.87                             | 0.533                              |
|      | $\tau_9$ ( $\tau_D \sim \tau_K$ ) | 3.06                             | 0.568                              |
| 42   | $\tau_8$ ( $\tau_C \sim \tau_D$ ) | 2.83                             | 0.526                              |
|      | $\tau_8$ ( $\tau_G \sim \tau_J$ ) | 3.30                             | 0.612                              |
|      | $\tau_9$ ( $\tau_A \sim \tau_B$ ) | 2.93                             | 0.545                              |
|      | $\tau_9$ ( $\tau_C \sim \tau_K$ ) | 3.07                             | 0.570                              |
| 43   | $\tau_8$ ( $\tau_G \sim \tau_H$ ) | 3.37                             | 0.625                              |
|      | $\tau_9$ ( $\tau_A \sim \tau_K$ ) | 3.23                             | 0.600                              |



(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。 $\sigma_H$ は安全側に0.0としている。

RC造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の終局点の設定根拠を表5-8に示す。また、タービン建屋のT.M.S.L. 12.3m～T.M.S.L. 20.4mについて、各耐震壁の配筋（一例）を示したものを図5-2に示す。

表 5-8 せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係, 終局点) (1/3)

(a) NS方向

| 部材番号 | 通り                                  | $P_V$<br>( $P_{TE}^*$ ) | $P_H$<br>( $P_{WH}^*$ ) | 縦軸応力度<br>$\sigma_V$<br>( $N/mm^2$ ) | $M/QD$ | $\tau_3$<br>( $N/mm^2$ ) | $\gamma_3$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------|--------------------------|------------------------------------|
| 3    | $\tau_G$ ( $\tau_4 \sim \tau_7$ ) * | 0.00428                 | 0.00318                 | 0.30                                | 0.400  | 5.73                     | 4.000                              |
|      | $\tau_H$ ( $\tau_1 \sim \tau_2$ ) * | 0.00614                 | 0.00331                 | 0.28                                | 3.112  | 3.49                     | 4.000                              |
|      | $\tau_H$ ( $\tau_4 \sim \tau_7$ ) * | 0.00396                 | 0.00322                 | 0.61                                | 1.081  | 3.58                     | 4.000                              |
|      | $\tau_J$ ( $\tau_3 \sim \tau_8$ ) * | 0.00356                 | 0.00308                 | 0.42                                | 0.400  | 5.69                     | 4.000                              |
|      | $\tau_K$ ( $\tau_1 \sim \tau_5$ )   | 0.00441                 | 0.00441                 | 0.35                                | 0.287  | 5.93                     | 4.000                              |
|      | $\tau_K$ ( $\tau_7 \sim \tau_9$ )   | 0.00497                 | 0.00497                 | 0.63                                | 0.584  | 5.25                     | 4.000                              |
|      | $\tau_G$ ( $\tau_2 \sim \tau_3$ ) * | 0.00546                 | 0.00358                 | 0.39                                | 0.400  | 5.95                     | 4.000                              |
| 4    | $\tau_H$ ( $\tau_3 \sim \tau_4$ ) * | 0.00621                 | 0.00478                 | 0.75                                | 2.303  | 4.07                     | 4.000                              |
|      | $\tau_H$ ( $\tau_5 \sim \tau_6$ ) * | 0.00536                 | 0.00387                 | 0.38                                | 2.245  | 3.68                     | 4.000                              |
|      | $\tau_H$ ( $\tau_8 \sim \tau_9$ ) * | 0.00477                 | 0.00322                 | 0.30                                | 2.301  | 3.47                     | 4.000                              |
|      | $\tau_J$ ( $\tau_2 \sim \tau_4$ ) * | 0.00874                 | 0.00917                 | 0.50                                | 0.898  | 5.30                     | 4.000                              |
|      | $\tau_K$ ( $\tau_1 \sim \tau_5$ )   | 0.00633                 | 0.00633                 | 0.65                                | 0.331  | 6.21                     | 4.000                              |
|      | $\tau_K$ ( $\tau_7 \sim \tau_9$ )   | 0.00633                 | 0.00633                 | 0.87                                | 0.679  | 5.37                     | 4.000                              |
|      | $\tau_G$ ( $\tau_1 \sim \tau_3$ ) * | 0.00463                 | 0.00422                 | 0.36                                | 0.501  | 5.15                     | 4.000                              |
| 5    | $\tau_H$ ( $\tau_3 \sim \tau_6$ ) * | 0.00553                 | 0.00507                 | 1.32                                | 0.947  | 4.44                     | 4.000                              |
|      | $\tau_H$ ( $\tau_7 \sim \tau_9$ ) * | 0.00459                 | 0.00321                 | 0.89                                | 1.428  | 3.68                     | 4.000                              |
|      | $\tau_J$ ( $\tau_2 \sim \tau_7$ ) * | 0.00607                 | 0.00604                 | 1.18                                | 0.400  | 6.16                     | 4.000                              |
|      | $\tau_K$ ( $\tau_1 \sim \tau_9$ )   | 0.00684                 | 0.00533                 | 0.86                                | 0.240  | 6.45                     | 4.000                              |
| 6    | $\tau_G$ ( $\tau_2 \sim \tau_5$ ) * | 0.00539                 | 0.00483                 | 0.91                                | 0.717  | 4.77                     | 4.000                              |
|      | $\tau_G$ ( $\tau_8 \sim \tau_9$ ) * | 0.00551                 | 0.00358                 | 0.60                                | 2.117  | 3.68                     | 4.000                              |
|      | $\tau_H$ ( $\tau_2 \sim \tau_5$ ) * | 0.00533                 | 0.00483                 | 1.11                                | 0.857  | 4.53                     | 4.000                              |
|      | $\tau_J$ ( $\tau_2 \sim \tau_5$ ) * | 0.00578                 | 0.00552                 | 1.31                                | 0.848  | 4.73                     | 4.000                              |
|      | $\tau_J$ ( $\tau_5 \sim \tau_8$ ) * | 0.00556                 | 0.00512                 | 1.32                                | 0.681  | 5.15                     | 4.000                              |
|      | $\tau_K$ ( $\tau_1 \sim \tau_9$ )   | 0.00652                 | 0.00460                 | 1.00                                | 0.249  | 6.38                     | 4.000                              |
| 7    | $\tau_G$ ( $\tau_2 \sim \tau_4$ ) * | 0.00535                 | 0.00483                 | 0.78                                | 0.852  | 4.33                     | 4.000                              |
|      | $\tau_H$ ( $\tau_2 \sim \tau_4$ ) * | 0.00571                 | 0.00483                 | 1.63                                | 1.025  | 4.40                     | 4.000                              |
|      | $\tau_h$ ( $\tau_6 \sim \tau_8$ ) * | 0.00509                 | 0.00390                 | 0.00                                | 1.011  | 3.55                     | 4.000                              |
|      | $\tau_J$ ( $\tau_1 \sim \tau_6$ ) * | 0.00685                 | 0.00682                 | 0.89                                | 0.424  | 6.10                     | 4.000                              |
|      | $\tau_J$ ( $\tau_8 \sim \tau_9$ ) * | 0.00686                 | 0.00574                 | 1.10                                | 2.093  | 4.46                     | 4.000                              |
|      | $\tau_K$ ( $\tau_1 \sim \tau_9$ )   | 0.00652                 | 0.00460                 | 1.16                                | 0.279  | 6.33                     | 4.000                              |
| 9    | $\tau_C$ ( $\tau_1 \sim \tau_2$ ) * | 0.00694                 | 0.00663                 | 0.21                                | 0.400  | 5.91                     | 4.000                              |
|      | $\tau_D$ ( $\tau_1 \sim \tau_9$ ) * | 0.00424                 | 0.00389                 | 0.27                                | 0.400  | 5.97                     | 4.000                              |
|      | $\tau_E$ ( $\tau_4 \sim \tau_7$ ) * | 0.00393                 | 0.00318                 | 0.11                                | 0.400  | 5.69                     | 4.000                              |
| 10   | $\tau_C$ ( $\tau_2 \sim \tau_4$ ) * | 0.00682                 | 0.00644                 | 0.22                                | 0.400  | 6.28                     | 4.000                              |
|      | $\tau_C$ ( $\tau_7 \sim \tau_9$ ) * | 0.00699                 | 0.00663                 | 0.16                                | 0.400  | 6.27                     | 4.000                              |
|      | $\tau_D$ ( $\tau_4 \sim \tau_9$ ) * | 0.00440                 | 0.00396                 | 0.42                                | 0.400  | 5.90                     | 4.000                              |
|      | $\tau_E$ ( $\tau_4 \sim \tau_7$ ) * | 0.00419                 | 0.00318                 | 0.29                                | 0.400  | 5.73                     | 4.000                              |
| 11   | $\tau_A$ ( $\tau_2 \sim \tau_9$ ) * | 0.00529                 | 0.00497                 | 0.37                                | 0.400  | 6.17                     | 4.000                              |
|      | $\tau_C$ ( $\tau_2 \sim \tau_4$ ) * | 0.00709                 | 0.00663                 | 0.39                                | 0.459  | 5.80                     | 4.000                              |
|      | $\tau_C$ ( $\tau_7 \sim \tau_8$ ) * | 0.00782                 | 0.00967                 | 0.34                                | 0.870  | 5.34                     | 4.000                              |
|      | $\tau_D$ ( $\tau_2 \sim \tau_4$ ) * | 0.00494                 | 0.00412                 | 0.52                                | 0.806  | 4.22                     | 4.000                              |
|      | $\tau_D$ ( $\tau_7 \sim \tau_9$ ) * | 0.00451                 | 0.00362                 | 0.50                                | 0.743  | 4.32                     | 4.000                              |
|      | $\tau_E$ ( $\tau_2 \sim \tau_3$ ) * | 0.00439                 | 0.00316                 | 0.17                                | 0.675  | 4.27                     | 4.000                              |
| 12   | $\tau_A$ ( $\tau_1 \sim \tau_9$ )   | 0.00747                 | 0.00437                 | 0.31                                | 0.240  | 6.31                     | 4.000                              |
|      | $\tau_B$ ( $\tau_1 \sim \tau_2$ ) * | 0.00786                 | 0.00956                 | 0.37                                | 0.554  | 6.09                     | 4.000                              |
|      | $\tau_C$ ( $\tau_4 \sim \tau_7$ ) * | 0.00457                 | 0.00428                 | 0.21                                | 0.400  | 5.69                     | 4.000                              |
|      | $\tau_D$ ( $\tau_1 \sim \tau_4$ ) * | 0.00484                 | 0.00423                 | 0.88                                | 0.686  | 4.82                     | 4.000                              |
|      | $\tau_D$ ( $\tau_7 \sim \tau_9$ ) * | 0.00535                 | 0.00426                 | 0.86                                | 1.016  | 3.96                     | 4.000                              |
|      | $\tau_E$ ( $\tau_2 \sim \tau_3$ ) * | 0.00417                 | 0.00316                 | 0.63                                | 0.623  | 4.48                     | 4.000                              |
|      | $\tau_E$ ( $\tau_7 \sim \tau_8$ ) * | 0.00494                 | 0.00318                 | 0.74                                | 0.838  | 3.83                     | 4.000                              |
| 13   | $\tau_A$ ( $\tau_1 \sim \tau_9$ )   | 0.00820                 | 0.00443                 | 0.49                                | 0.366  | 6.08                     | 4.000                              |
|      | $\tau_B$ ( $\tau_1 \sim \tau_9$ ) * | 0.00557                 | 0.00512                 | 0.49                                | 0.400  | 6.24                     | 4.000                              |
|      | $\tau_C$ ( $\tau_4 \sim \tau_7$ ) * | 0.00459                 | 0.00428                 | 0.45                                | 0.492  | 5.27                     | 4.000                              |
|      | $\tau_D$ ( $\tau_1 \sim \tau_3$ ) * | 0.00497                 | 0.00458                 | 1.08                                | 0.751  | 4.77                     | 4.000                              |
|      | $\tau_D$ ( $\tau_7 \sim \tau_9$ ) * | 0.00594                 | 0.00532                 | 1.13                                | 1.112  | 4.35                     | 4.000                              |
|      | $\tau_E$ ( $\tau_2 \sim \tau_4$ ) * | 0.00392                 | 0.00322                 | 0.44                                | 0.777  | 4.01                     | 4.000                              |
|      | $\tau_E$ ( $\tau_7 \sim \tau_9$ ) * | 0.00466                 | 0.00336                 | 0.69                                | 0.566  | 4.91                     | 4.000                              |
| 14   | $\tau_A$ ( $\tau_1 \sim \tau_2$ )   | 0.00708                 | 0.00452                 | 0.62                                | 1.000  | 4.30                     | 4.000                              |
|      | $\tau_A$ ( $\tau_8 \sim \tau_9$ )   | 0.00708                 | 0.00452                 | 1.15                                | 1.000  | 4.50                     | 4.000                              |
|      | $\tau_B$ ( $\tau_1 \sim \tau_9$ ) * | 0.00523                 | 0.00518                 | 0.58                                | 0.400  | 6.25                     | 4.000                              |
|      | $\tau_C$ ( $\tau_4 \sim \tau_7$ ) * | 0.00553                 | 0.00529                 | 0.69                                | 0.569  | 5.32                     | 4.000                              |
|      | $\tau_D$ ( $\tau_1 \sim \tau_9$ ) * | 0.00461                 | 0.00441                 | 0.95                                | 0.400  | 6.04                     | 4.000                              |
|      | $\tau_E$ ( $\tau_2 \sim \tau_4$ ) * | 0.00387                 | 0.00322                 | 0.71                                | 0.948  | 3.62                     | 4.000                              |
|      | $\tau_E$ ( $\tau_7 \sim \tau_8$ ) * | 0.00648                 | 0.00425                 | 1.32                                | 1.090  | 4.32                     | 4.000                              |

注記\* : 内壁を示す。

表5-8 せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$ 関係, 終局点) (2/3)

(b) EW方向

| 部材番号 | 通り                                  | $P_V$<br>( $P_{TE}^*$ ) | $P_H$<br>( $P_{WH}^*$ ) | 縦軸応力度<br>$\sigma_V$<br>( $N/mm^2$ ) | M/QD   | $\tau_3$<br>( $N/mm^2$ ) | $\gamma_3$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------|--------------------------|------------------------------------|
| 3    | $\tau_1$ ( $\tau_H \sim \tau_K$ )   | 0.00642                 | 0.00642                 | 0.40                                | 1.000  | 4.39                     | 4.000                              |
| 4    | $\tau_1$ ( $\tau_A \sim \tau_K$ )   | 0.00482                 | 0.00482                 | 0.42                                | 0.240  | 6.15                     | 4.000                              |
| 5    | $\tau_1$ ( $\tau_A \sim \tau_K$ )   | 0.00619                 | 0.00516                 | 0.68                                | 0.240  | 6.35                     | 4.000                              |
|      | $\tau_2$ ( $\tau_G \sim \tau_J$ ) * | 0.00492                 | 0.00358                 | 1.27                                | 1.711  | 3.93                     | 4.000                              |
|      | $\tau_3$ ( $\tau_D \sim \tau_E$ ) * | 0.00443                 | 0.00316                 | 0.18                                | 1.723  | 3.41                     | 4.000                              |
|      | $\tau_3$ ( $\tau_H \sim \tau_I$ ) * | 0.00672                 | 0.00552                 | 0.76                                | 2.011  | 4.28                     | 4.000                              |
| 6    | $\tau_1$ ( $\tau_A \sim \tau_K$ )   | 0.00459                 | 0.00459                 | 0.80                                | 0.286  | 6.07                     | 4.000                              |
|      | $\tau_2$ ( $\tau_D \sim \tau_I$ ) * | 0.00497                 | 0.00474                 | 1.06                                | 0.580  | 5.24                     | 4.000                              |
|      | $\tau_3$ ( $\tau_G \sim \tau_J$ ) * | 0.00565                 | 0.00483                 | 0.97                                | 0.978  | 4.16                     | 4.000                              |
|      | $\tau_4$ ( $\tau_H \sim \tau_I$ ) * | 0.00567                 | 0.00387                 | 1.36                                | 14.413 | 4.04                     | 4.000                              |
|      | $\tau_5$ ( $\tau_G \sim \tau_J$ ) * | 0.00447                 | 0.00387                 | 1.37                                | 2.222  | 4.04                     | 4.000                              |
|      | $\tau_6$ ( $\tau_G \sim \tau_J$ ) * | 0.00552                 | 0.00507                 | 1.26                                | 1.739  | 4.33                     | 4.000                              |
|      | $\tau_7$ ( $\tau_G \sim \tau_J$ ) * | 0.00489                 | 0.00387                 | 1.11                                | 2.875  | 3.95                     | 4.000                              |
|      | $\tau_8$ ( $\tau_G \sim \tau_J$ ) * | 0.00537                 | 0.00411                 | 1.70                                | 1.010  | 4.23                     | 4.000                              |
|      | $\tau_9$ ( $\tau_A \sim \tau_K$ )   | 0.00735                 | 0.00550                 | 0.71                                | 0.339  | 6.22                     | 4.000                              |
| 7    | $\tau_1$ ( $\tau_A \sim \tau_K$ )   | 0.00459                 | 0.00459                 | 0.89                                | 0.329  | 5.97                     | 4.000                              |
|      | $\tau_2$ ( $\tau_D \sim \tau_I$ ) * | 0.00515                 | 0.00472                 | 1.41                                | 0.549  | 5.48                     | 4.000                              |
|      | $\tau_3$ ( $\tau_D \sim \tau_E$ ) * | 0.00585                 | 0.00460                 | 1.02                                | 1.646  | 4.12                     | 4.000                              |
|      | $\tau_3$ ( $\tau_F \sim \tau_I$ ) * | 0.00544                 | 0.00483                 | 1.01                                | 0.658  | 5.08                     | 4.000                              |
|      | $\tau_5$ ( $\tau_G \sim \tau_J$ ) * | 0.00531                 | 0.00490                 | 1.42                                | 2.192  | 4.35                     | 4.000                              |
|      | $\tau_6$ ( $\tau_G \sim \tau_J$ ) * | 0.00550                 | 0.00489                 | 1.75                                | 1.773  | 4.46                     | 4.000                              |
|      | $\tau_7$ ( $\tau_H \sim \tau_I$ ) * | 0.00712                 | 0.00507                 | 2.86                                | 2.813  | 5.11                     | 4.000                              |
|      | $\tau_8$ ( $\tau_D \sim \tau_E$ ) * | 0.00665                 | 0.00633                 | 0.85                                | 0.765  | 4.88                     | 4.000                              |
|      | $\tau_8$ ( $\tau_G \sim \tau_J$ ) * | 0.00486                 | 0.00392                 | 2.31                                | 0.916  | 4.49                     | 4.000                              |
| 9    | $\tau_1$ ( $\tau_C \sim \tau_D$ )   | 0.00407                 | 0.00407                 | 0.15                                | 0.714  | 4.52                     | 4.000                              |
| 10   | $\tau_1$ ( $\tau_A \sim \tau_D$ )   | 0.00478                 | 0.00478                 | 0.25                                | 0.332  | 5.84                     | 4.000                              |
| 13   | $\tau_2$ ( $\tau_H \sim \tau_K$ ) * | 0.00655                 | 0.00611                 | 0.45                                | 0.964  | 4.33                     | 4.000                              |
|      | $\tau_3$ ( $\tau_J \sim \tau_K$ ) * | 0.00712                 | 0.00690                 | 0.32                                | 3.621  | 4.50                     | 4.000                              |
| 14   | $\tau_2$ ( $\tau_C \sim \tau_D$ ) * | 0.02532                 | 0.00645                 | 0.29                                | 2.029  | 4.36                     | 4.000                              |
|      | $\tau_2$ ( $\tau_E \sim \tau_I$ ) * | 0.00697                 | 0.00717                 | 0.78                                | 0.572  | 5.75                     | 4.000                              |
|      | $\tau_3$ ( $\tau_D \sim \tau_E$ ) * | 0.00450                 | 0.00316                 | 0.26                                | 0.912  | 3.44                     | 4.000                              |
| 16   | $\tau_2$ ( $\tau_C \sim \tau_D$ ) * | 0.00614                 | 0.00331                 | 0.10                                | 1.198  | 3.42                     | 4.000                              |
| 17   | $\tau_2$ ( $\tau_C \sim \tau_D$ ) * | 0.00615                 | 0.00331                 | 0.32                                | 6.773  | 3.50                     | 4.000                              |
| 20   | $\tau_4$ ( $\tau_J \sim \tau_K$ ) * | 0.00625                 | 0.00558                 | 0.35                                | 2.872  | 4.14                     | 4.000                              |
|      | $\tau_5$ ( $\tau_J \sim \tau_K$ ) * | 0.00598                 | 0.00558                 | 0.33                                | 3.996  | 4.14                     | 4.000                              |
| 21   | $\tau_4$ ( $\tau_G \sim \tau_J$ ) * | 0.00418                 | 0.00295                 | 0.51                                | 6.257  | 3.47                     | 4.000                              |
|      | $\tau_5$ ( $\tau_H \sim \tau_I$ ) * | 0.00525                 | 0.00333                 | 0.92                                | 2.966  | 3.73                     | 4.000                              |
| 22   | $\tau_4$ ( $\tau_H \sim \tau_I$ ) * | 0.00618                 | 0.00398                 | 0.41                                | 11.860 | 3.72                     | 4.000                              |
|      | $\tau_5$ ( $\tau_H \sim \tau_I$ ) * | 0.00631                 | 0.00398                 | 0.54                                | 3.516  | 3.77                     | 4.000                              |
|      | $\tau_6$ ( $\tau_H \sim \tau_I$ ) * | 0.00545                 | 0.00349                 | 0.81                                | 1.734  | 3.73                     | 4.000                              |
|      | $\tau_7$ ( $\tau_H \sim \tau_I$ ) * | 0.00509                 | 0.00322                 | 1.00                                | 18.888 | 3.73                     | 4.000                              |
| 24   | $\tau_4$ ( $\tau_A \sim \tau_D$ ) * | 0.00538                 | 0.00446                 | 0.12                                | 0.400  | 6.00                     | 4.000                              |
| 25   | $\tau_4$ ( $\tau_C \sim \tau_D$ ) * | 0.00592                 | 0.00407                 | 0.35                                | 0.943  | 3.72                     | 4.000                              |
| 26   | $\tau_4$ ( $\tau_H \sim \tau_K$ ) * | 0.00600                 | 0.00407                 | 0.24                                | 1.109  | 3.68                     | 4.000                              |
|      | $\tau_4$ ( $\tau_A \sim \tau_B$ ) * | 0.00652                 | 0.00483                 | 0.32                                | 1.640  | 3.92                     | 4.000                              |
| 27   | $\tau_4$ ( $\tau_C \sim \tau_D$ ) * | 0.00596                 | 0.00483                 | 0.71                                | 1.407  | 4.06                     | 4.000                              |
|      | $\tau_4$ ( $\tau_A \sim \tau_D$ ) * | 0.00477                 | 0.00387                 | 0.68                                | 0.693  | 4.59                     | 4.000                              |
|      | $\tau_5$ ( $\tau_A \sim \tau_C$ ) * | 0.00491                 | 0.00358                 | 0.19                                | 0.566  | 4.76                     | 4.000                              |
|      | $\tau_6$ ( $\tau_A \sim \tau_C$ ) * | 0.00491                 | 0.00358                 | 0.19                                | 0.548  | 4.82                     | 4.000                              |
| 28   | $\tau_7$ ( $\tau_A \sim \tau_E$ ) * | 0.00448                 | 0.00387                 | 0.67                                | 0.463  | 5.36                     | 4.000                              |
|      | $\tau_4$ ( $\tau_A \sim \tau_D$ ) * | 0.00491                 | 0.00416                 | 0.74                                | 0.849  | 4.19                     | 4.000                              |
|      | $\tau_5$ ( $\tau_A \sim \tau_C$ ) * | 0.00686                 | 0.00633                 | 0.28                                | 0.711  | 4.90                     | 4.000                              |
|      | $\tau_6$ ( $\tau_A \sim \tau_C$ ) * | 0.00686                 | 0.00633                 | 0.29                                | 0.712  | 4.91                     | 4.000                              |
| 29   | $\tau_7$ ( $\tau_A \sim \tau_E$ ) * | 0.00467                 | 0.00417                 | 0.84                                | 0.537  | 5.20                     | 4.000                              |
|      | $\tau_4$ ( $\tau_A \sim \tau_D$ ) * | 0.00540                 | 0.00489                 | 0.89                                | 0.920  | 4.18                     | 4.000                              |
|      | $\tau_5$ ( $\tau_A \sim \tau_C$ ) * | 0.00564                 | 0.00500                 | 0.57                                | 0.764  | 4.51                     | 4.000                              |
|      | $\tau_6$ ( $\tau_A \sim \tau_C$ ) * | 0.00564                 | 0.00500                 | 0.58                                | 0.746  | 4.57                     | 4.000                              |
|      | $\tau_7$ ( $\tau_A \sim \tau_E$ ) * | 0.00539                 | 0.00491                 | 0.81                                | 0.676  | 4.96                     | 4.000                              |

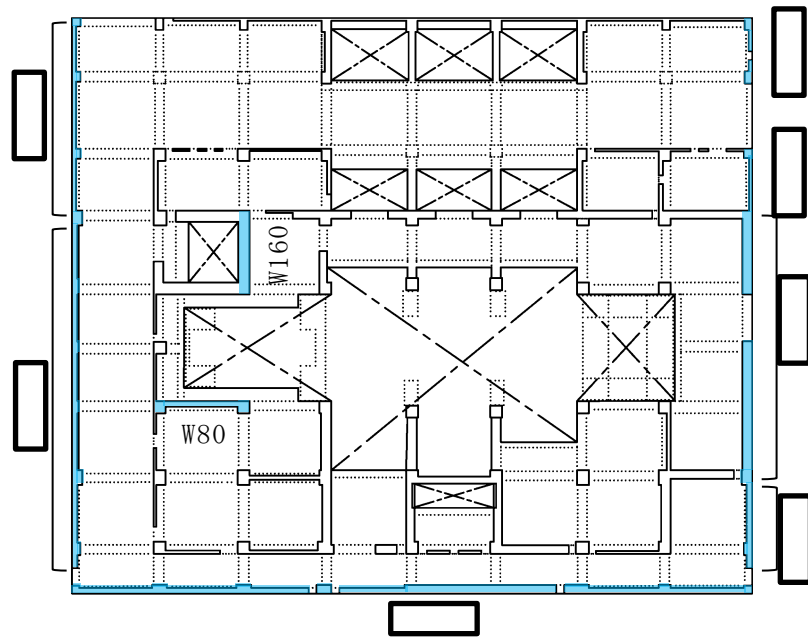
注記\* : 内壁を示す。


表5-8 せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係, 終局点) (3/3)

(b) EW方向

| 部材番号 | 通り                                  | $P_V$<br>( $P_{TE}^*$ ) | $P_H$<br>( $P_{WH}^*$ ) | 縦軸応力度<br>$\sigma_V$<br>( $N/mm^2$ ) | M/QD   | $\tau_3$<br>( $N/mm^2$ ) | $\gamma_3$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------|--------------------------|------------------------------------|
| 32   | $\tau_6$ ( $\tau_J \sim \tau_K$ ) * | 0.00554                 | 0.00440                 | 0.45                                | 31.430 | 3.85                     | 4.000                              |
|      | $\tau_7$ ( $\tau_J \sim \tau_K$ ) * | 0.00638                 | 0.00558                 | 0.25                                | 2.406  | 4.11                     | 4.000                              |
| 33   | $\tau_6$ ( $\tau_H \sim \tau_I$ ) * | 0.00534                 | 0.00350                 | 1.10                                | 1.878  | 3.84                     | 4.000                              |
| 35   | $\tau_7$ ( $\tau_A \sim \tau_D$ ) * | 0.00538                 | 0.00446                 | 0.11                                | 0.400  | 6.03                     | 4.000                              |
| 36   | $\tau_7$ ( $\tau_A \sim \tau_B$ ) * | 0.00600                 | 0.00407                 | 0.24                                | 1.103  | 3.68                     | 4.000                              |
|      | $\tau_7$ ( $\tau_C \sim \tau_D$ ) * | 0.00592                 | 0.00407                 | 0.24                                | 0.946  | 3.68                     | 4.000                              |
| 37   | $\tau_7$ ( $\tau_A \sim \tau_B$ ) * | 0.00652                 | 0.00483                 | 0.32                                | 1.602  | 3.92                     | 4.000                              |
|      | $\tau_7$ ( $\tau_C \sim \tau_D$ ) * | 0.00572                 | 0.00483                 | 0.45                                | 1.450  | 3.97                     | 4.000                              |
| 40   | $\tau_8$ ( $\tau_J \sim \tau_K$ ) * | 0.00646                 | 0.00558                 | 0.27                                | 3.630  | 4.11                     | 4.000                              |
|      | $\tau_9$ ( $\tau_D \sim \tau_K$ )   | 0.00698                 | 0.00698                 | 0.44                                | 0.294  | 6.37                     | 4.000                              |
| 41   | $\tau_8$ ( $\tau_J \sim \tau_K$ ) * | 0.00646                 | 0.00558                 | 0.27                                | 3.630  | 4.11                     | 4.000                              |
|      | $\tau_9$ ( $\tau_A \sim \tau_B$ )   | 0.00645                 | 0.00645                 | 0.14                                | 1.000  | 4.31                     | 4.000                              |
|      | $\tau_9$ ( $\tau_D \sim \tau_K$ )   | 0.00698                 | 0.00698                 | 0.44                                | 0.294  | 6.37                     | 4.000                              |
| 42   | $\tau_8$ ( $\tau_C \sim \tau_D$ ) * | 0.00530                 | 0.00331                 | 0.08                                | 6.508  | 3.41                     | 4.000                              |
|      | $\tau_8$ ( $\tau_G \sim \tau_I$ ) * | 0.00445                 | 0.00325                 | 0.84                                | 1.438  | 3.68                     | 4.000                              |
|      | $\tau_9$ ( $\tau_A \sim \tau_B$ )   | 0.00645                 | 0.00645                 | 0.24                                | 1.000  | 4.34                     | 4.000                              |
| 43   | $\tau_9$ ( $\tau_C \sim \tau_K$ )   | 0.00473                 | 0.00473                 | 0.45                                | 0.279  | 6.03                     | 4.000                              |
|      | $\tau_8$ ( $\tau_G \sim \tau_H$ ) * | 0.00518                 | 0.00318                 | 0.96                                | 2.411  | 3.70                     | 4.000                              |
|      | $\tau_9$ ( $\tau_A \sim \tau_K$ )   | 0.00728                 | 0.00537                 | 0.72                                | 0.275  | 6.37                     | 4.000                              |

注記\* : 内壁を示す。



| 記号*   | 縦筋                         | 横筋                         |
|---|----------------------------|----------------------------|
|  | 内 : D19@200<br>外 : D19@200 | 内 : D19@200<br>外 : D19@200 |
|  | 内 : D22@200<br>外 : D22@200 | 内 : D22@200<br>外 : D22@200 |
| W80   | 内 : D19@200<br>外 : D19@200 | 内 : D19@200<br>外 : D19@200 |
|  | 内 : D22@200<br>外 : D22@200 | 内 : D22@200<br>外 : D22@200 |
|  | 内 : D25@200<br>外 : D25@200 | 内 : D25@200<br>外 : D25@200 |
|  | 内 : D29@200<br>外 : D29@200 | 内 : D29@200<br>外 : D29@200 |
| W160  | 内 : D25@200<br>外 : D25@200 | 内 : D25@200<br>外 : D25@200 |

注記\* : 記号に含まれる数値は壁厚 (cm) を表す。

(例 : W60なら60cm)

図 5-2 耐震壁の配筋図 (T. M. S. L. 12. 3m~T. M. S. L. 20. 4m)

#### 5.1.4 RC造補助壁のせん断スケルトン曲線の諸数値

##### (1) 第1折点

RC造補助壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の第1折点の設定根拠を表5-9に示す。

表 5-9 セン断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係, 第 1 折点)

(a) NS方向

| 部材番号 | コンクリート<br>強度 $F_c$<br>( $N/mm^2$ ) | せん断弾性<br>係数 $G$<br>( $\times 10^4 N/mm^2$ ) | 当該部分が<br>支える重量<br>(kN) | 断面積<br>$A_s$<br>( $m^2$ ) | 縦軸応力度<br>$\sigma_v^*$<br>( $N/mm^2$ ) | $\tau_1$<br>( $N/mm^2$ ) | $\gamma_1$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|------|------------------------------------|---|------------------------|---------------------------|---------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| 3    | 43.1                               | 1.20  | 173610                 | 306.8                     | 0.57                                  | 2.32                     | 0.194                              |
| 4    | 43.1                               | 1.20  | 285240                 | 322.9                     | 0.88                                  | 2.46                     | 0.206                              |
| 5    | 43.1                               | 1.20  | 379980                 | 500.7                     | 0.76                                  | 2.41                     | 0.201                              |
| 6    | 43.1                               | 1.20  | 377010                 | 652.8                     | 0.58                                  | 2.33                     | 0.195                              |
| 7    | 43.1                               | 1.20  | 278100                 | 669.5                     | 0.42                                  | 2.33                     | 0.195                              |
| 12   | 43.1                               | 1.20  | 379980                 | 500.7                     | 0.76                                  | 2.41                     | 0.201                              |
| 13   | 43.1                               | 1.20  | 377010                 | 652.8                     | 0.58                                  | 2.33                     | 0.195                              |
| 14   | 43.1                               | 1.20  | 278100                 | 669.5                     | 0.42                                  | 2.33                     | 0.195                              |

注記\* :  $\sigma_v =$  当該部分が支える重量 /  $A_s$  により算出する。

(b) EW方向

| 部材番号 | コンクリート<br>強度 $F_c$<br>( $N/mm^2$ ) | せん断弾性<br>係数 $G$<br>( $\times 10^4 N/mm^2$ ) | 当該部分が<br>支える重量<br>(kN) | 断面積<br>$A_s$<br>( $m^2$ ) | 縦軸応力度<br>$\sigma_v^*$<br>( $N/mm^2$ ) | $\tau_1$<br>( $N/mm^2$ ) | $\gamma_1$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
|------|------------------------------------|---|------------------------|---------------------------|---------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| 5    | 43.1                               | 1.20  | 379980                 | 408.5                     | 0.93                                  | 2.48                     | 0.207                              |
| 6    | 43.1                               | 1.20  | 377010                 | 504.2                     | 0.75                                  | 2.40                     | 0.201                              |
| 7    | 43.1                               | 1.20  | 278100                 | 565.4                     | 0.49                                  | 2.29                     | 0.191                              |
| 22   | 43.1                               | 1.20  | 379980                 | 408.5                     | 0.93                                  | 2.48                     | 0.207                              |
| 28   | 43.1                               | 1.20  | 377010                 | 504.2                     | 0.75                                  | 2.40                     | 0.201                              |
| 33   | 43.1                               | 1.20  | 285240                 | 303.9                     | 0.94                                  | 2.48                     | 0.207                              |
| 43   | 43.1                               | 1.20  | 379980                 | 408.5                     | 0.93                                  | 2.48                     | 0.207                              |

注記\* :  $\sigma_v =$  当該部分が支える重量 /  $A_s$  により算出する。

5.1.5 鉄骨部のせん断スケルトン曲線の諸数値

(1) 第1折点

鉄骨部の各要素におけるせん断スケルトン曲線の第1折点の諸数値を表5-10に示す。

表5-10 せん断スケルトン曲線 (Q- $\gamma$  関係, 第1折点)

(a) NS方向

| 部材<br>番号 | 第1折点                   |                         |                         |                                    |
|----------|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|
|          | Q <sub>1</sub><br>(kN) | Q <sub>P1</sub><br>(kN) | Q <sub>S1</sub><br>(kN) | $\gamma_1$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
| 1        | 102815                 | 73365                   | 29450                   | 2.448                              |
| 2        | 125021                 | 77114                   | 47908                   | 2.053                              |
| 8        | 40511                  | 24694                   | 15817                   | 1.429                              |
| 15       | 10773                  | 6866                    | 3907                    | 0.933                              |

(b) EW方向

| 部材<br>番号 | 第1折点                   |                         |                         |                                    |
|----------|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|
|          | Q <sub>1</sub><br>(kN) | Q <sub>P1</sub><br>(kN) | Q <sub>S1</sub><br>(kN) | $\gamma_1$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
| 1        | 12640                  | 8374                    | 4266                    | 3.344                              |
| 11       | 25280                  | 16749                   | 8532                    | 3.344                              |
| 18       | 25280                  | 16749                   | 8532                    | 3.344                              |
| 30       | 25280                  | 16749                   | 8532                    | 3.344                              |
| 38       | 61254                  | 40953                   | 20300                   | 3.646                              |
| 2        | 26316                  | 19680                   | 6636                    | 5.448                              |
| 12       | 52631                  | 39359                   | 13272                   | 5.508                              |
| 19       | 52631                  | 39359                   | 13272                   | 5.508                              |
| 31       | 52631                  | 39359                   | 13272                   | 5.508                              |
| 39       | 100129                 | 68952                   | 31177                   | 3.973                              |



## 6. まとめ

タービン建屋におけるせん断スケルトン曲線の設定について整理した。耐震壁及び補助壁について算出したせん断スケルトン曲線の諸数値を表6-1に、鉄骨部について算出したせん断スケルトン曲線の諸数値を表6-2に示す。

なお、耐震壁と補助壁の合算方法は、「原子炉建屋の地震応答計算書についての補足説明資料」のうち別紙1-3「地震応答解析モデルにおける補助壁の評価方法について」に示す。

表 6-1 せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係) (1/2)

(a) NS 方向

| 部材<br>番号 | 第1折点                             |                                    | 第2折点                             |                                    | 終局点                              |                                    |
|----------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
|          | $\tau_1$<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>( $\times 10^{-3}$ ) |
| 3        | 2.31                             | 0.192                              | 3.02                             | 0.550                              | 3.97                             | 4.00                               |
| 4        | 2.15                             | 0.180                              | 2.72                             | 0.552                              | 3.84                             | 4.00                               |
| 5        | 2.56                             | 0.213                              | 3.38                             | 0.559                              | 4.87                             | 4.00                               |
| 6        | 2.55                             | 0.213                              | 3.29                             | 0.587                              | 4.60                             | 4.00                               |
| 7        | 2.50                             | 0.208                              | 3.23                             | 0.516                              | 4.61                             | 4.00                               |
| 9        | 2.77                             | 0.231                              | 3.74                             | 0.530                              | 5.00                             | 4.00                               |
| 10       | 2.34                             | 0.195                              | 3.16                             | 0.535                              | 4.48                             | 4.00                               |
| 11       | 1.90                             | 0.159                              | 2.57                             | 0.537                              | 3.26                             | 4.00                               |
| 12       | 2.58                             | 0.215                              | 3.47                             | 0.542                              | 5.38                             | 4.00                               |
| 13       | 2.57                             | 0.214                              | 3.41                             | 0.568                              | 4.80                             | 4.00                               |
| 14       | 2.57                             | 0.214                              | 3.32                             | 0.584                              | 3.77                             | 4.00                               |

表 6-1 せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係) (2/2)

(b) EW方向

| 部材<br>番号 | 第1折点                             |                                    | 第2折点                             |                                    | 終局点                              |                                    |
|----------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
|          | $\tau_1$<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>( $\times 10^{-3}$ ) |
| 3        | 2.40                             | 0.200                              | 3.24                             | 0.564                              | 4.70                             | 4.00                               |
| 4        | 2.26                             | 0.189                              | 3.06                             | 0.566                              | 6.19                             | 4.00                               |
| 5        | 2.45                             | 0.204                              | 3.11                             | 0.538                              | 4.80                             | 4.00                               |
| 6        | 2.41                             | 0.201                              | 3.03                             | 0.598                              | 4.52                             | 4.00                               |
| 7        | 2.44                             | 0.204                              | 3.05                             | 0.613                              | 4.29                             | 4.00                               |
| 9        | 2.31                             | 0.193                              | 3.12                             | 0.534                              | 4.92                             | 4.00                               |
| 10       | 2.50                             | 0.209                              | 3.38                             | 0.546                              | 6.73                             | 4.00                               |
| 13       | 2.61                             | 0.217                              | 3.47                             | 0.555                              | 4.03                             | 4.00                               |
| 14       | 2.47                             | 0.205                              | 3.33                             | 0.548                              | 4.49                             | 4.00                               |
| 16       | 3.27                             | 0.273                              | 4.42                             | 0.529                              | 5.52                             | 4.00                               |
| 17       | 2.70                             | 0.225                              | 2.71                             | 0.675                              | 2.75                             | 4.00                               |
| 20       | 1.73                             | 0.144                              | 2.15                             | 0.556                              | 2.15                             | 4.00                               |
| 21       | 2.39                             | 0.199                              | 2.44                             | 0.576                              | 2.44                             | 4.00                               |
| 22       | 2.83                             | 0.236                              | 3.17                             | 0.565                              | 3.17                             | 4.00                               |
| 24       | 1.87                             | 0.156                              | 2.53                             | 0.531                              | 4.00                             | 4.00                               |
| 25       | 2.05                             | 0.171                              | 2.77                             | 0.545                              | 3.49                             | 4.00                               |
| 26       | 1.96                             | 0.163                              | 2.64                             | 0.554                              | 2.94                             | 4.00                               |
| 27       | 2.47                             | 0.206                              | 3.33                             | 0.540                              | 4.36                             | 4.00                               |
| 28       | 2.70                             | 0.225                              | 3.62                             | 0.549                              | 4.34                             | 4.00                               |
| 29       | 3.22                             | 0.268                              | 4.35                             | 0.583                              | 4.99                             | 4.00                               |
| 32       | 1.44                             | 0.120                              | 1.73                             | 0.547                              | 1.76                             | 4.00                               |
| 33       | 3.34                             | 0.278                              | 3.75                             | 0.639                              | 3.75                             | 4.00                               |
| 35       | 1.87                             | 0.156                              | 2.52                             | 0.529                              | 4.00                             | 4.00                               |
| 36       | 2.03                             | 0.169                              | 2.74                             | 0.545                              | 3.49                             | 4.00                               |
| 37       | 2.95                             | 0.246                              | 3.99                             | 0.554                              | 4.52                             | 4.00                               |
| 40       | 2.66                             | 0.222                              | 3.52                             | 0.549                              | 6.46                             | 4.00                               |
| 41       | 2.16                             | 0.180                              | 2.87                             | 0.533                              | 5.12                             | 4.00                               |
| 42       | 2.36                             | 0.197                              | 3.04                             | 0.526                              | 5.03                             | 4.00                               |
| 43       | 2.42                             | 0.201                              | 3.07                             | 0.600                              | 5.42                             | 4.00                               |

表 6-2 せん断スケルトン曲線 (Q- $\gamma$  関係)

(a) NS方向

| 部材<br>番号 | 第1折点                   |                         |                         |                                    |
|----------|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|
|          | Q <sub>1</sub><br>(kN) | Q <sub>P1</sub><br>(kN) | Q <sub>S1</sub><br>(kN) | $\gamma_1$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
| 1        | 102815                 | 73365                   | 29450                   | 2.448                              |
| 2        | 125021                 | 77114                   | 47908                   | 2.053                              |
| 8        | 40511                  | 24694                   | 15817                   | 1.429                              |
| 15       | 10773                  | 6866                    | 3907                    | 0.933                              |

(b) EW方向

| 部材<br>番号 | 第1折点                   |                         |                         |                                    |
|----------|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|
|          | Q <sub>1</sub><br>(kN) | Q <sub>P1</sub><br>(kN) | Q <sub>S1</sub><br>(kN) | $\gamma_1$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
| 1        | 12640                  | 8374                    | 4266                    | 3.344                              |
| 11       | 25280                  | 16749                   | 8532                    | 3.344                              |
| 18       | 25280                  | 16749                   | 8532                    | 3.344                              |
| 30       | 25280                  | 16749                   | 8532                    | 3.344                              |
| 38       | 61254                  | 40953                   | 20300                   | 3.646                              |
| 2        | 26316                  | 19680                   | 6636                    | 5.448                              |
| 12       | 52631                  | 39359                   | 13272                   | 5.508                              |
| 19       | 52631                  | 39359                   | 13272                   | 5.508                              |
| 31       | 52631                  | 39359                   | 13272                   | 5.508                              |
| 39       | 100129                 | 68952                   | 31177                   | 3.973                              |

別紙2-1 鉄骨部のせん断スケルトン曲線の設定における

せん断耐力について

## 目 次

|                                     |         |
|-------------------------------------|---------|
| 1. 概要 .....                         | 別紙2-1-1 |
| 2. 鉄骨部のせん断スケルトン曲線の設定におけるせん断耐力の差異の考察 | 別紙2-1-1 |
| 2.1 せん断スケルトン曲線の設定におけるせん断耐力の比較 ..... | 別紙2-1-1 |
| 2.2 せん断スケルトン曲線の設定におけるせん断耐力の考察 ..... | 別紙2-1-4 |

## 1. 概要

本資料は6号機タービン建屋と7号機タービン建屋のNS方向の鉄骨部におけるせん断スケルトン曲線の第1折点のせん断耐力 $Q_1$ の差異の考察を示すものである。

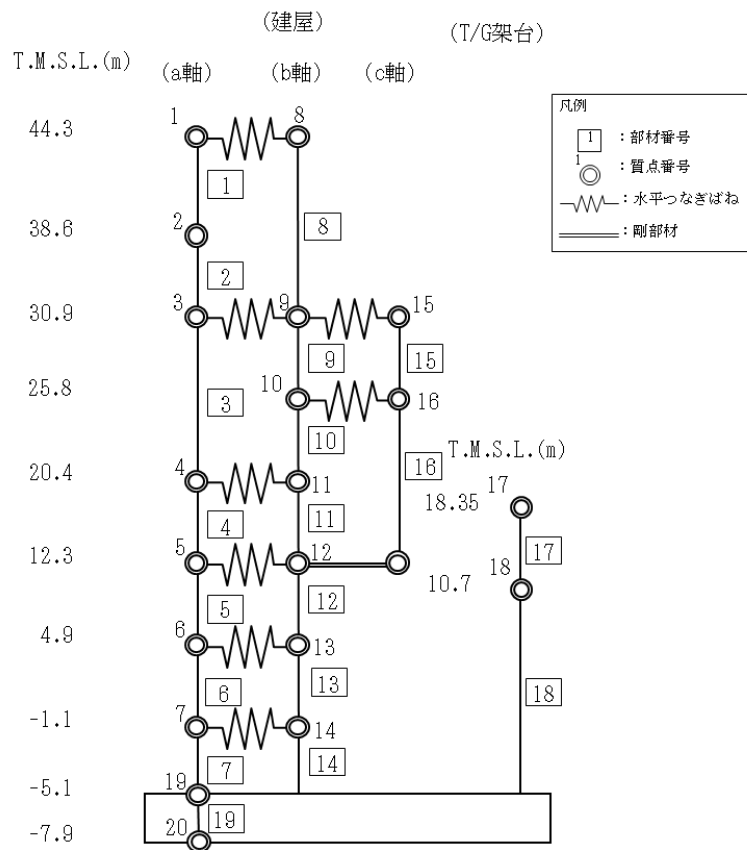
## 2. 鉄骨部のせん断スケルトン曲線の設定におけるせん断耐力の差異の考察

### 2.1 せん断スケルトン曲線の設定におけるせん断耐力の比較

表 2-1 及び表 2-2 に 6 号機タービン建屋及び 7 号機タービン建屋の鉄骨部について算出した NS 方向のせん断スケルトン曲線の諸数値を，図 2-1 及び図 2-2 に NS 方向の地震応答解析モデルを示す。表 2-1 及び表 2-2 より，6 号機タービン建屋及び 7 号機タービン建屋の第 1 折点のせん断耐力 $Q_1$ に差異がみられることから，部材番号 2 に着目し，考察を行う。

表 2-1 6号機タービン建屋のせん断スケルトン曲線 (NS 方向)

| 部材<br>番号 | 第1折点          |                  |                  |                                    |
|----------|---------------|------------------|------------------|------------------------------------|
|          | $Q_1$<br>(kN) | $Q_{P1}$<br>(kN) | $Q_{S1}$<br>(kN) | $\gamma_1$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
| 1        | 102815        | 73365            | 29450            | 2.448                              |
| 2        | 125021        | 77114            | 47908            | 2.053                              |
| 8        | 40511         | 24694            | 15817            | 1.429                              |
| 15       | 10773         | 6866             | 3907             | 0.933                              |



注：東京湾平均海面を，以下「T.M.S.L.」という。

図 2-1 6号機タービン建屋の地震応答解析モデル (NS 方向)



表 2-1 7号機タービン建屋のせん断スケルトン曲線 (NS 方向)

| 部材<br>番号 | 第1折点          |                  |                  |                                    |
|----------|---------------|------------------|------------------|------------------------------------|
|          | $Q_1$<br>(kN) | $Q_{P1}$<br>(kN) | $Q_{S1}$<br>(kN) | $\gamma_1$<br>( $\times 10^{-3}$ ) |
| 1        | 102152        | 68434            | 33719            | 2.267                              |
| 2        | 144630        | 81384            | 63245            | 2.210                              |
| 9        | 39258         | 23165            | 16093            | 1.345                              |
| 16       | 10695         | 6087             | 4607             | 0.860                              |

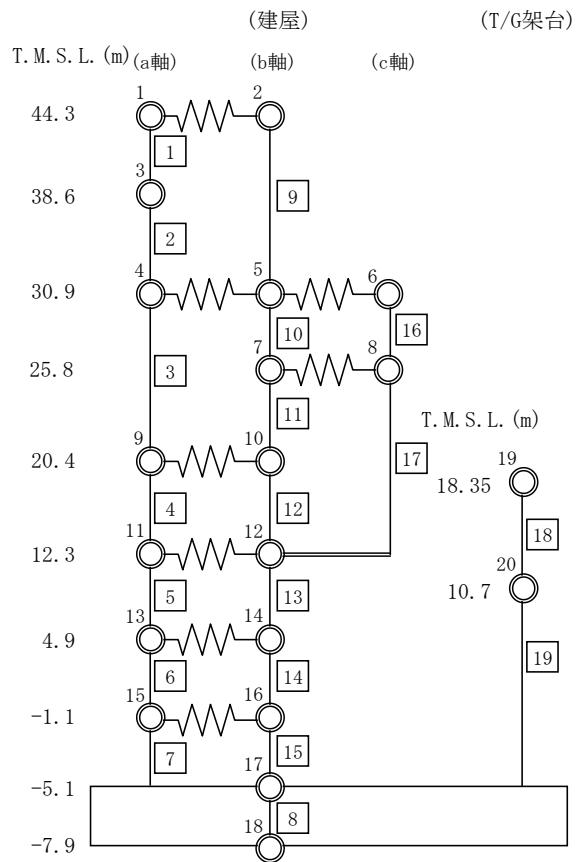


図 2-2 7号機タービン建屋の地震応答解析モデル (NS 方向)

## 2.2 せん断スケルトン曲線の設定におけるせん断耐力の考察

部材番号2のせん断耐力 $Q_1$ は $\tau_H$ ,  $\tau_J$ ,  $\tau_K$ 通りの鉛直ブレースの層せん断耐力を合算して設定している。図2-1及び図2-2に設定対象範囲を示したタービン建屋の概略平面図を、表2-3に部材番号2における鉛直ブレースの部材リストを、表2-4に鋼材の基準強度を示す。

$\tau_H$ ,  $\tau_J$ ,  $\tau_K$ 通りの鉄骨部の架構については6号機タービン建屋と7号機タービン建屋で差異はない。また、表2-3及び表2-4に示すとおり、6号機タービン建屋と7号機タービン建屋では使用部材にも差異はないが、 $\tau_J(\tau_1\sim\tau_9)$ 通りでは6号機タービン建屋はSS41(SS400相当)、7号機タービン建屋はSM50A(SM490A相当)であり、 $\tau_K(\tau_1\sim\tau_2)$ 通りでは6号機タービン建屋はSM50A(SM490A相当)、7号機タービン建屋はSS41(SS400相当)であるため材料に差異があり、第1折点のせん断耐力 $Q_1$ の差異は主に材料の差異が影響していることを確認した。なお、材料の差異の他にせん断耐力 $Q_1$ を算定する際の架構の階高の差異も影響していることを確認した。

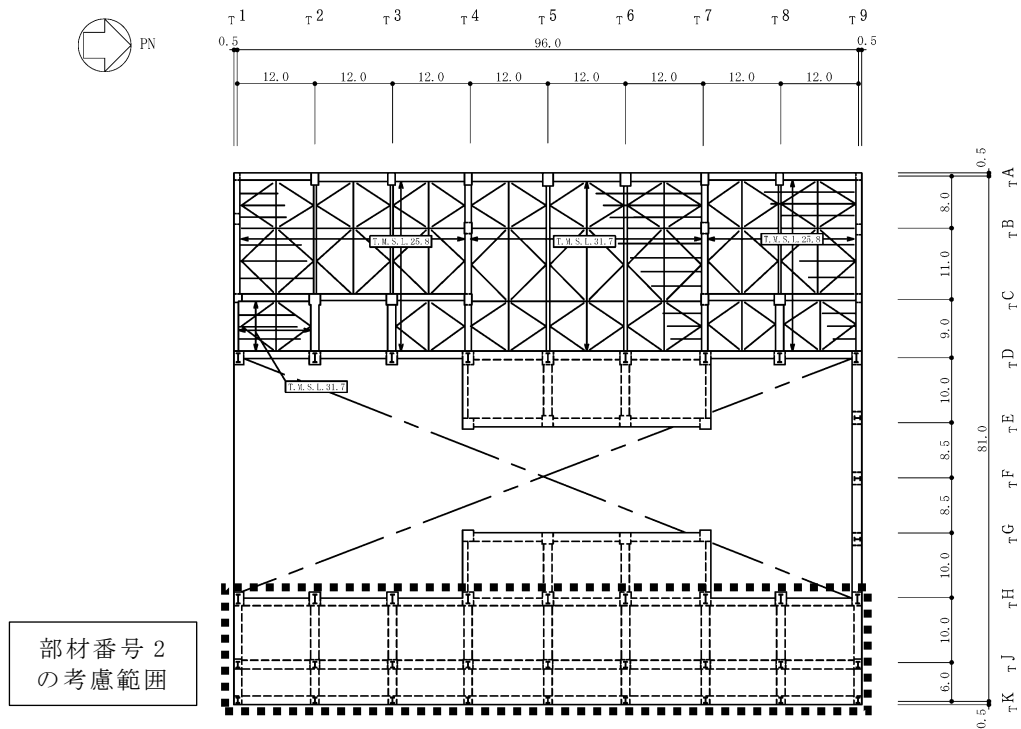


図2-1 6号機タービン建屋の概略平面図 (T.M.S.L. 30.9m) (単位 : m)

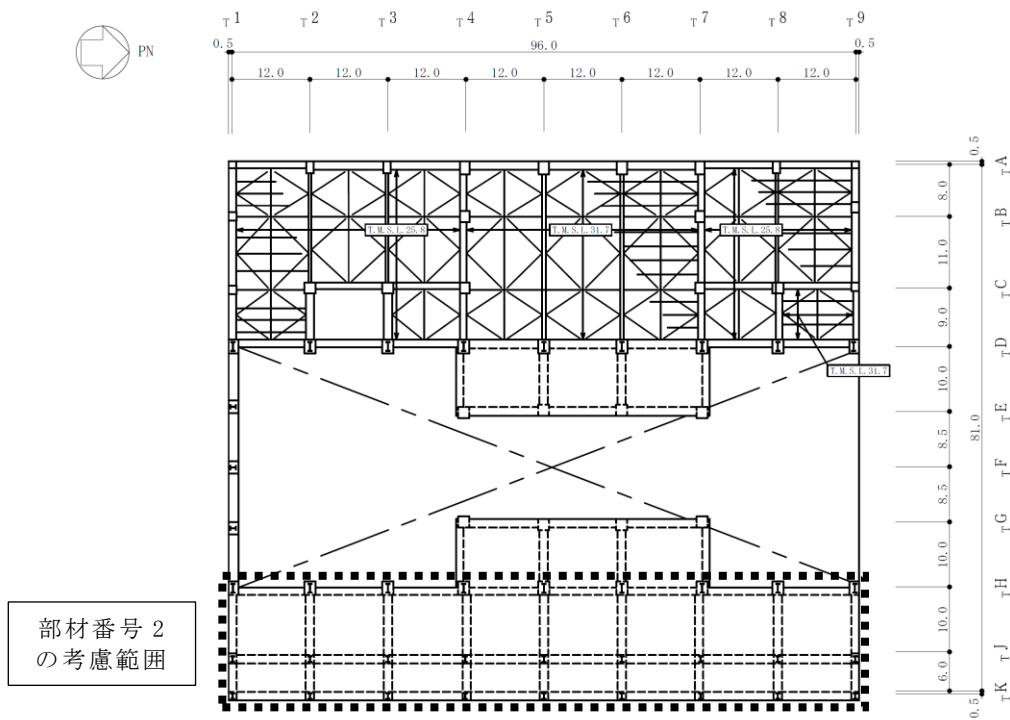


図2-2 7号機タービン建屋の概略平面図 (T.M.S.L. 30.9m) (単位 : m)

表 2-3 部材リスト

| 6号機タービン建屋                    |                 |                     | 7号機タービン建屋                    |                 |                     |
|------------------------------|-----------------|---------------------|------------------------------|-----------------|---------------------|
| 通り                           | 使用部材            | 材料                  | 通り                           | 使用部材            | 材料                  |
| $\tau H(\tau 1 \sim \tau 9)$ | H-400×400×13×21 | SS41<br>(SS400相当)   | $\tau H(\tau 1 \sim \tau 9)$ | H-400×400×13×21 | SS41<br>(SS400相当)   |
| $\tau J(\tau 1 \sim \tau 9)$ | H-400×400×13×21 | SS41<br>(SS400相当)   | $\tau J(\tau 1 \sim \tau 9)$ | H-400×400×13×21 | SM50A<br>(SM490A相当) |
| $\tau K(\tau 1 \sim \tau 2)$ | H-400×400×13×21 | SM50A<br>(SM490A相当) | $\tau K(\tau 1 \sim \tau 2)$ | H-400×400×13×21 | SS41<br>(SS400相当)   |
| $\tau K(\tau 2 \sim \tau 9)$ | H-400×400×13×21 | SS41<br>(SS400相当)   | $\tau K(\tau 2 \sim \tau 9)$ | H-400×400×13×21 | SS41<br>(SS400相当)   |

表 2-4 鋼材の基準強度

| 板厚                   | 材料                   | 基準強度<br>F (N/mm <sup>2</sup> ) |
|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| $t \leq 40\text{mm}$ | SM50A<br>(SM490A 相当) | 325                            |
|                      | SS41<br>(SS400 相当)   | 235                            |

## 別紙 4 タービン建屋のねじれによる影響について

## 目 次

|                                   |         |
|-----------------------------------|---------|
| 1. 検討概要                           | 別紙 4-1  |
| 1.1 構造概要                          | 別紙 4-1  |
| 1.2 3次元 FEM モデルによるねじれの影響評価方針      | 別紙 4-6  |
| 2. 3次元 FEM モデルの構築                 | 別紙 4-8  |
| 2.1 タービン建屋の3次元 FEM モデル            | 別紙 4-8  |
| 2.1.1 モデル化の基本方針                   | 別紙 4-8  |
| 2.1.2 荷重                          | 別紙 4-13 |
| 2.1.3 建屋－地盤の相互作用                  | 別紙 4-13 |
| 2.2 固有値解析                         | 別紙 4-17 |
| 3. 3次元 FEM モデルによる評価               | 別紙 4-22 |
| 3.1 地震応答解析の概要                     | 別紙 4-22 |
| 3.1.1 入力地震動                       | 別紙 4-22 |
| 3.2 ねじれの影響の把握                     | 別紙 4-26 |
| 3.2.1 建屋のねじれの影響                   | 別紙 4-26 |
| 3.2.2 水平方向の振動による屋根トラス部の鉛直方向応答への影響 | 別紙 4-29 |
| 3.2.3 機器へのねじれの影響                  | 別紙 4-32 |

(参考資料) タービン建屋タービンエリア屋根トラスの弾性設計用地震動  $S_d$  に対する耐震性について

## 1. 検討概要

6号機タービン建屋の質点系モデルは、建屋耐震要素の配置状況を踏まえ、多軸モデルを採用している。本資料では、建屋上部のねじれの影響を確認するという目的から、3次元FEMモデルによる地震応答解析を行う。

### 1.1 構造概要

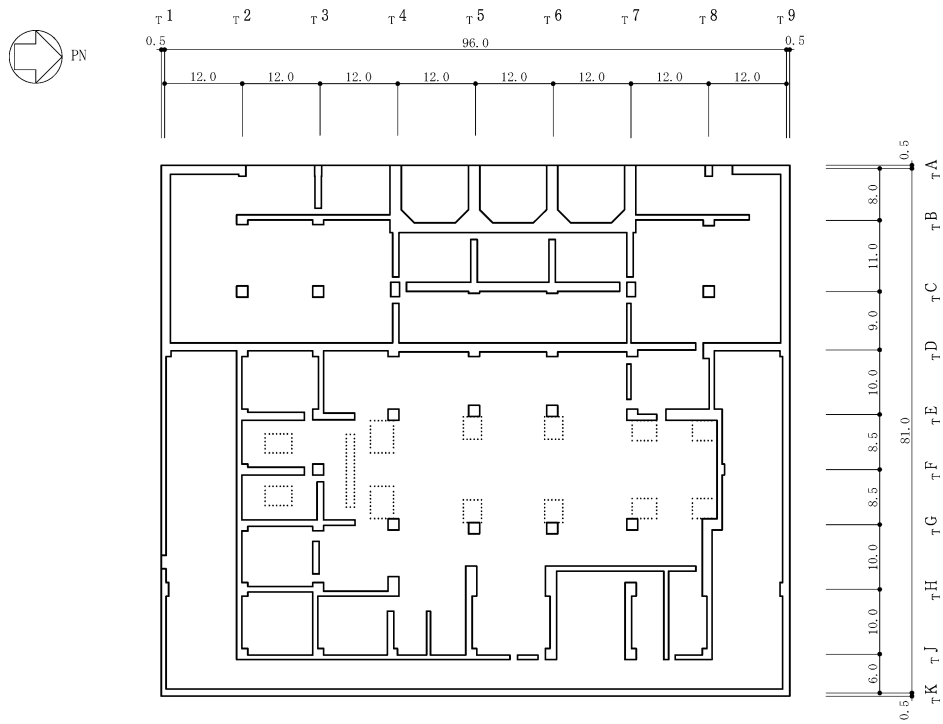
タービン建屋は、地上2階（一部3階）、地下2階建ての鉄筋コンクリート造を主体とした建物で、屋根部分が鉄骨造（トラス構造）となっている。タービン建屋の概略平面図及び概略断面図を図1-1及び図1-2に示す。

タービン建屋の平面は、地下部分では97.0m（NS方向）×82.0m（EW方向）、最上階は97.0m（NS方向）×48.9m（EW方向）である。基礎スラブ底面からの高さは52.2mであり、地上高さは32.3mである。また、タービン建屋は隣接する原子炉建屋及び廃棄物処理建屋と構造的に分離している。

タービン建屋の基礎は厚さ2.0m（蒸気タービンの基礎のうちラーメン構造部（以下「T/G 架台」という。）部分及びその周辺部は厚さ2.8m）のべた基礎で、支持地盤である泥岩上に直接またはマンメイドロックを介して設置している。

蒸気タービンの基礎とは、図1-1及び図1-2に示すように、タービン建屋のほぼ中央に位置するタービン発電機を支える柱及びはりによって構成される鉄筋コンクリート造のT/G 架台及びそれを支持する基礎スラブ部をいう。

T/G 架台は高さ25.5m、長さ69.7m、幅約16.3mの大きさとタービン建屋とは基礎スラブ部で接続する以外は構造的に分離する。



注：東京湾平均海面を，以下「T.M.S.L.」という。

図 1-1 タービン建屋の概略平面図 (B2F, T.M.S.L. -5.1m) (1/6) (単位：m)

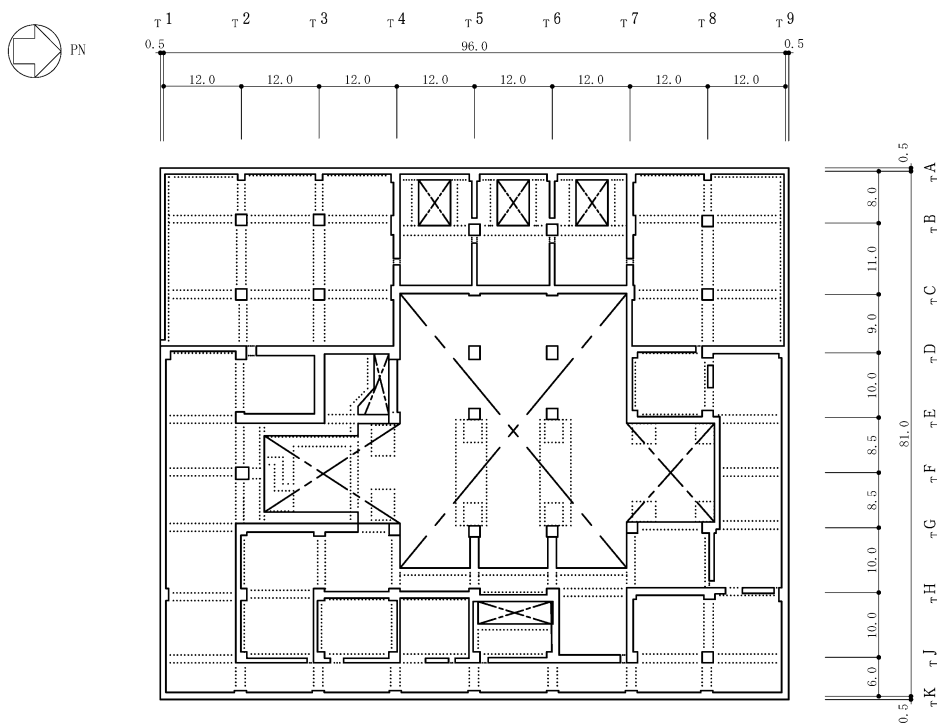


図 1-1 タービン建屋の概略平面図 (B1F, T.M.S.L. 4.9m) (2/6) (単位：m)



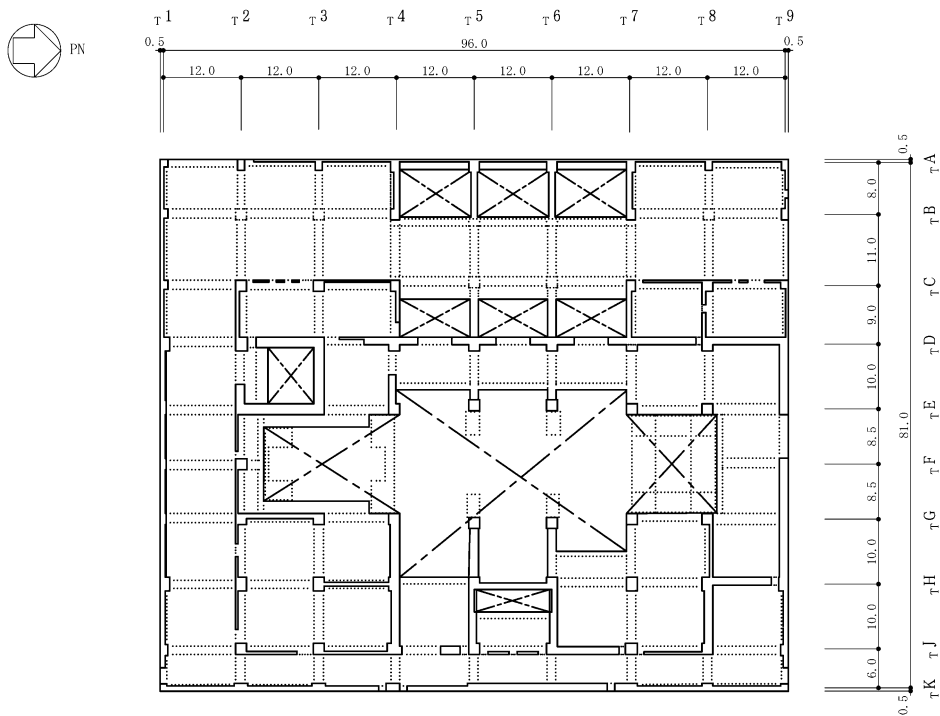


図 1-1 タービン建屋の概略平面図 (1F, T.M.S.L. 12.3m) (3/6) (単位 : m)

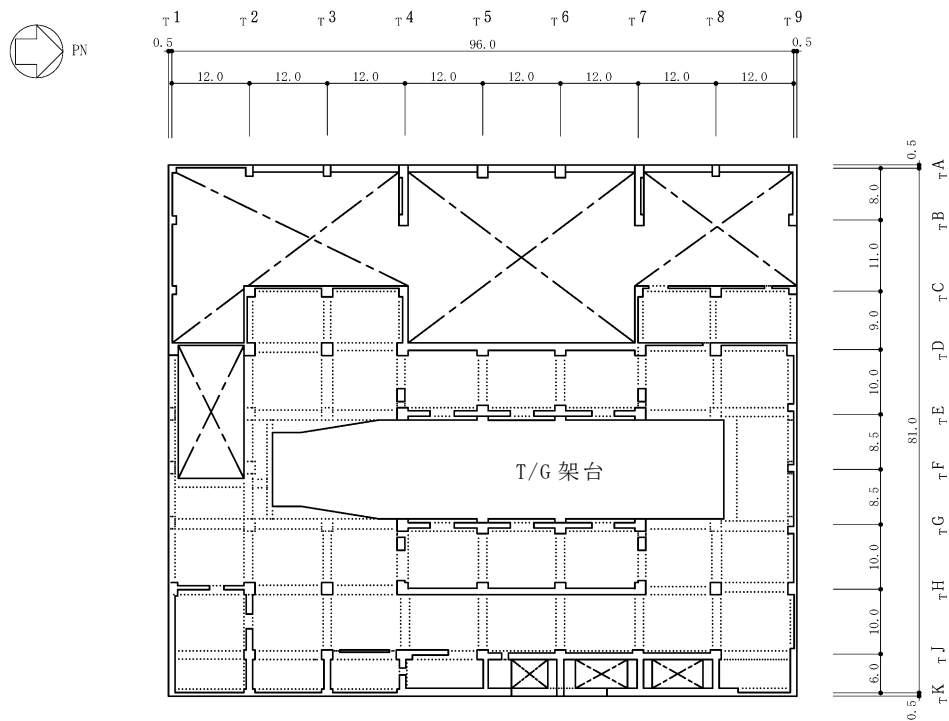


図 1-1 タービン建屋の概略平面図 (2F, T.M.S.L. 20.4m) (4/6) (単位 : m)

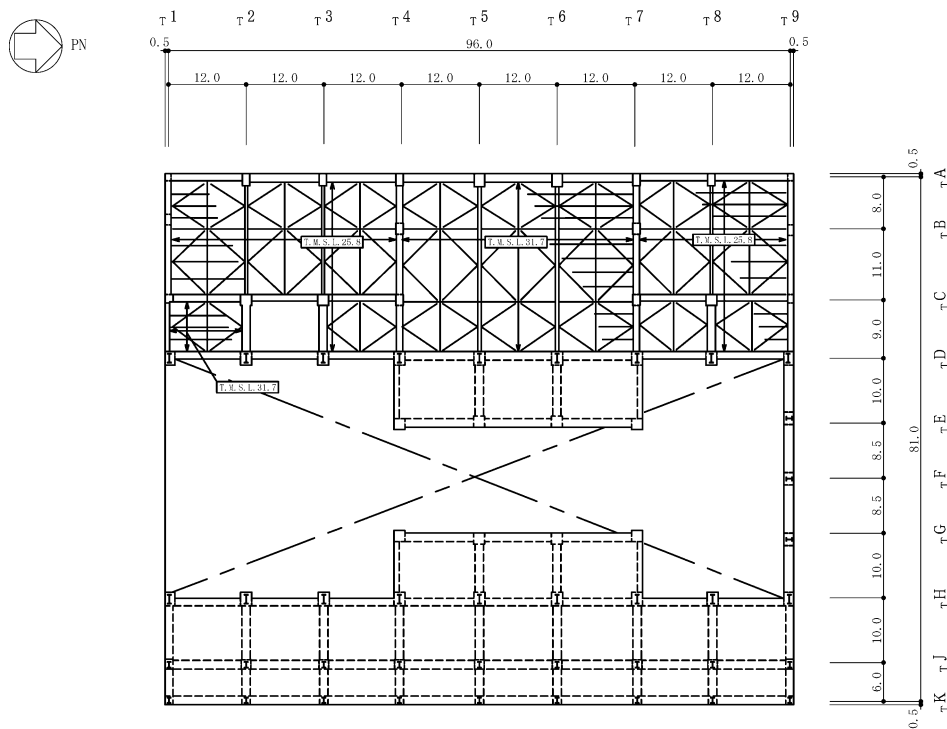


図 1-1 タービン建屋の概略平面図 (3F, T.M.S.L. 30.9m) (5/6) (単位 : m)

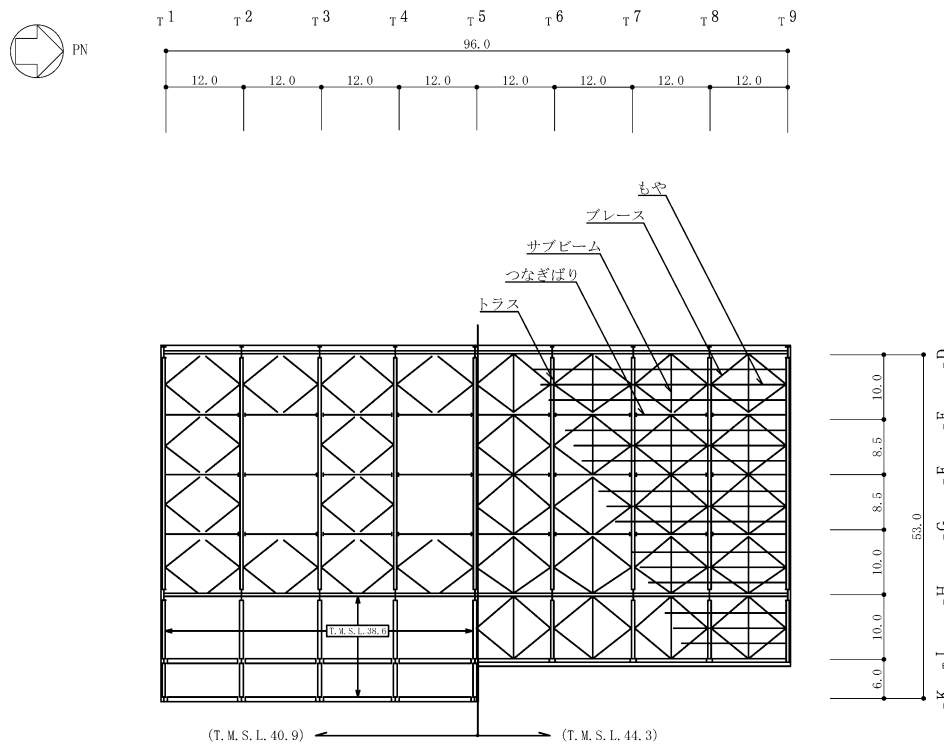


図 1-1 タービン建屋の概略平面図 (RF, T.M.S.L. 44.3m) (6/6) (単位 : m)

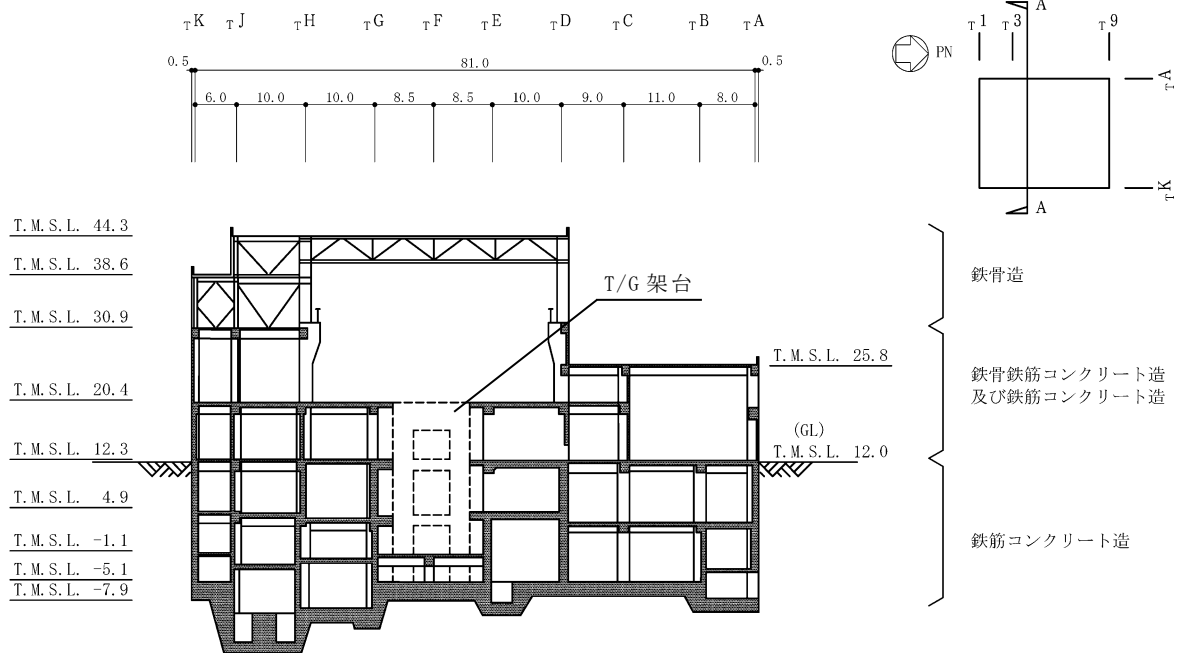
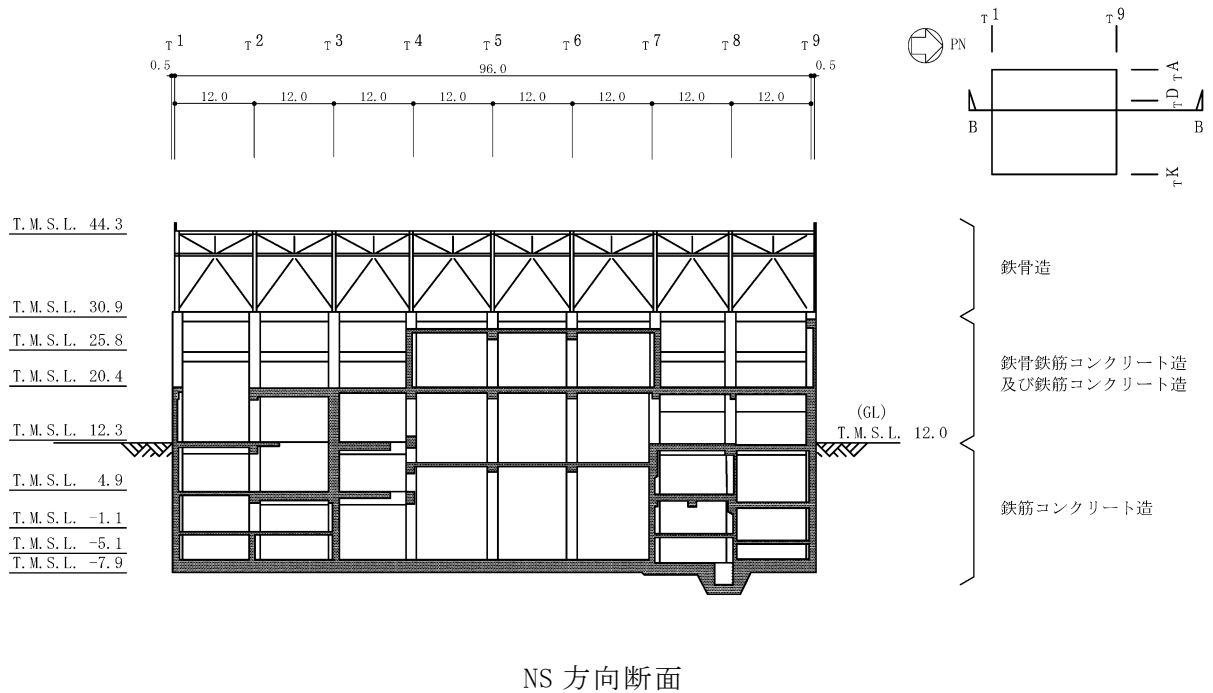


図 1-2 タービン建屋の概略断面図 (単位 : m)

## 1.2 3次元 FEM モデルによるねじれの影響評価方針

本検討では、オペフロより上部における上部鉄骨部のねじれが、機能維持エリアに与える影響の有無を確認する目的で表 1-1 に示す建屋の実状を模擬した 3 次元 FEM モデルを構築する。

3 次元 FEM モデルの妥当性確認のために、VI-2-2-5「タービン建屋の地震応答計算書」の地震応答解析モデルの固有値解析結果及び上部構造の固有モードを確認した上で、弾性設計用地震動 Sd-1 による地震応答解析を行う。

地震応答解析結果の確認は、上部鉄骨部が 20.4m 以下の機能維持エリアに及ぼすねじれによる影響を確認するという観点から、3 次元 FEM モデル及び質点系モデルの加振方向及び加振直交方向の最大応答変位を比較し、分析する。また、水平方向の振動による屋根トラス部の鉛直方向応答への影響を確認するという観点から、3 次元 FEM モデル及び質点系モデルの屋根トラス部における鉛直方向の最大応答加速度を比較し、分析する。

3 次元 FEM モデルによる建屋のねじれ評価フローを図 1-3 に示す。なお、解析には解析コード「MSC NASTRAN」を用いる。

表 1-1 解析モデルのケース

| モデル<br>ケース      | 床の<br>モデル化 | 地盤の<br>モデル化 | コンクリート<br>剛性の設定 | 積雪荷重 | 非線形特性 |
|-----------------|------------|-------------|-----------------|------|-------|
| 3 次元 FEM<br>モデル | 床柔         | 相互作用考慮      | 実強度             | 考慮   | 考慮せず  |

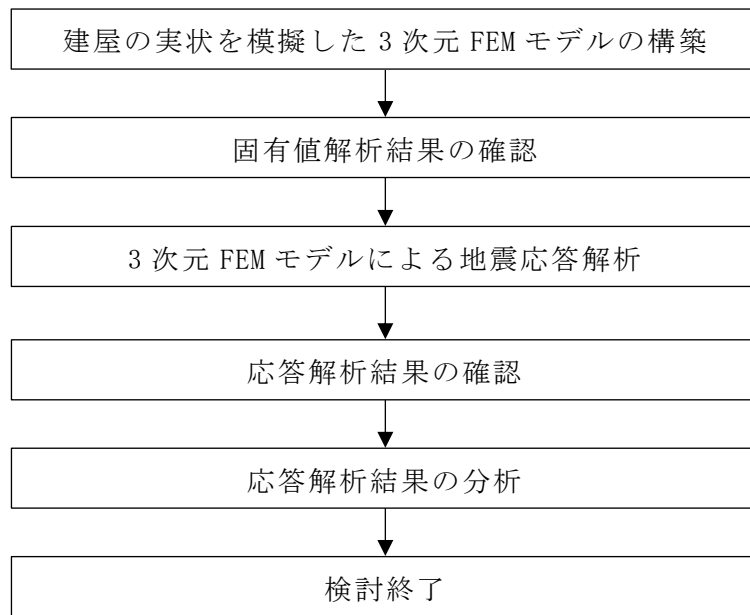


図 1-3 3次元 FEM モデルによる建屋のねじれ評価フロー

## 2. 3次元 FEM モデルの構築

### 2.1 タービン建屋の 3次元 FEM モデル

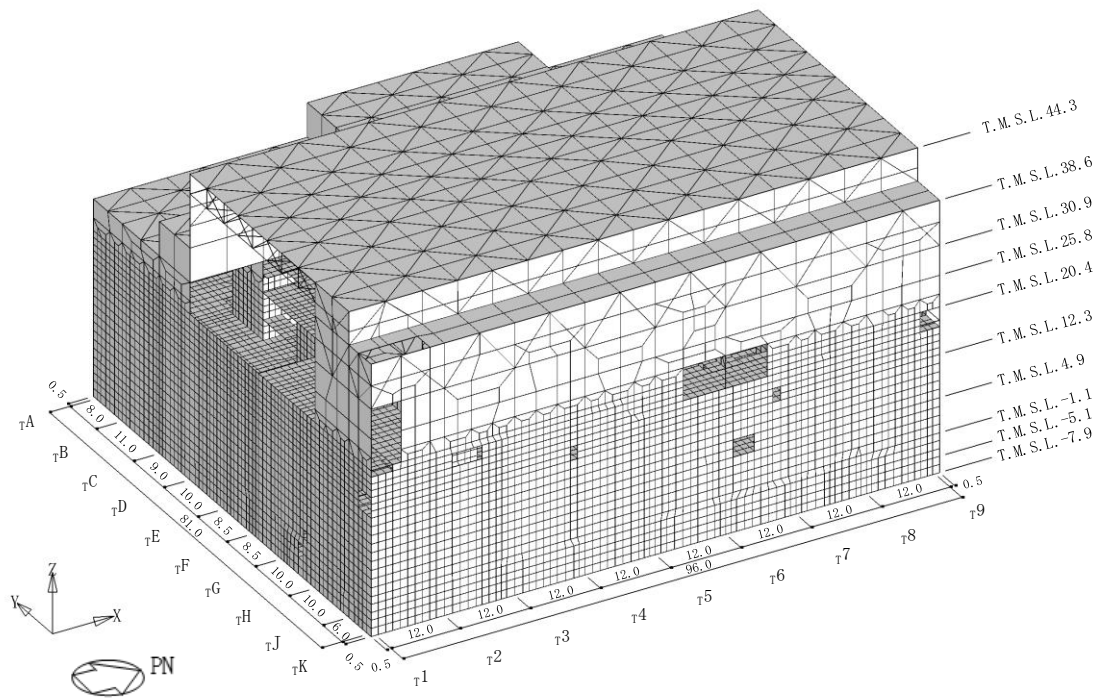
#### 2.1.1 モデル化の基本方針

タービン建屋の 3次元 FEM モデルを図 2-1 に示す。また、タービン建屋の 3次元 FEM モデルの概要を以下に示す。

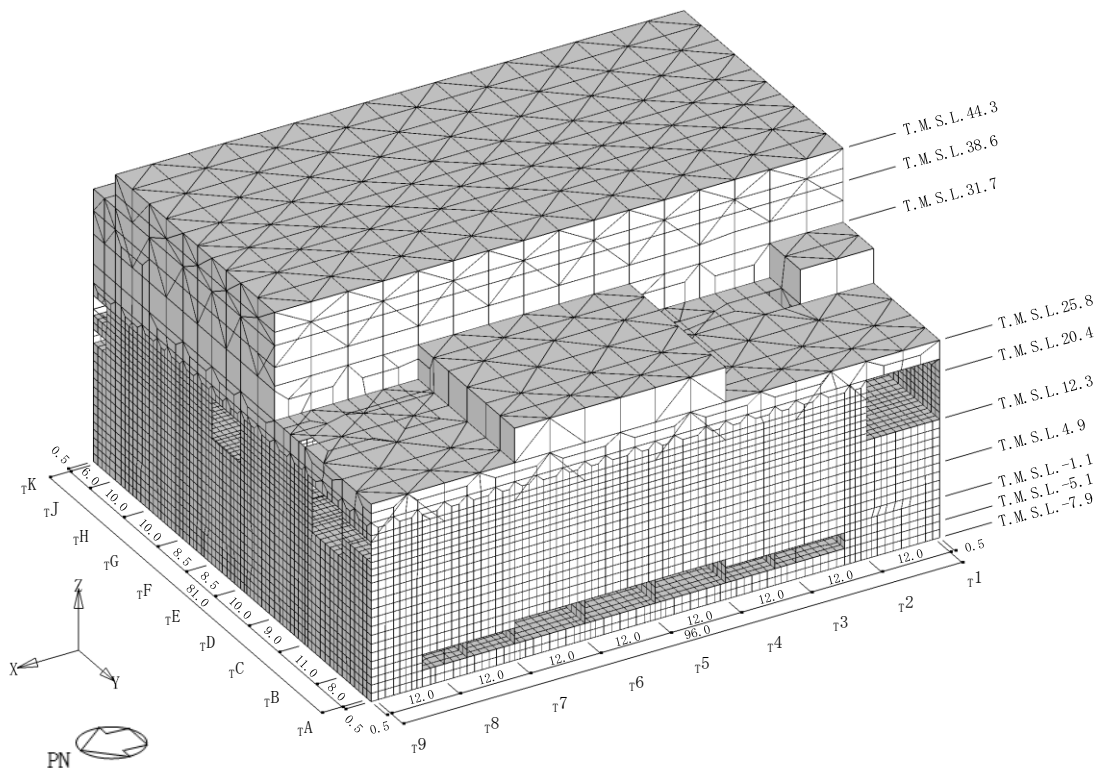
3次元 FEM モデルで設定する各部材の要素種別は、以下のとおりである。床スラブ、屋根スラブ及び壁は、面材で軸剛性、せん断剛性及び曲げ剛性を評価するためシェル要素（約 31300 要素）とする。基礎スラブは、床スラブと同一の面材であるが、床スラブに比べ、スラブ厚が大きいことからソリッド要素（約 11700 要素）とする。柱、はり及び屋根トラスの上下弦材は、線材で軸剛性、せん断剛性及び曲げ剛性を評価するためはり要素（約 7100 要素）とし、斜材、束材及び水平ブレースは線材で軸剛性のみ評価するため、トラス要素（約 600 要素）でモデル化する。なお、壁及び床の開口部については、主要な開口部のみモデル化する。T/G 架台は VI-2-2-5 「タービン建屋の地震応答計算書」の地震応答解析モデルと同様に質点系モデルとし、周囲のタービン建屋とは基礎スラブ部のみで接続する。

要素サイズは、水平方向及び高さ方向ともに 1～2m 程度とし、屋根トラスは 1 部材 1 要素、壁及び床スラブは 4～6m 程度とする。

3次元 FEM モデルにおける使用材料の物性値を表 2-1 に示す。また、地盤物性値を表 2-2 に示す。

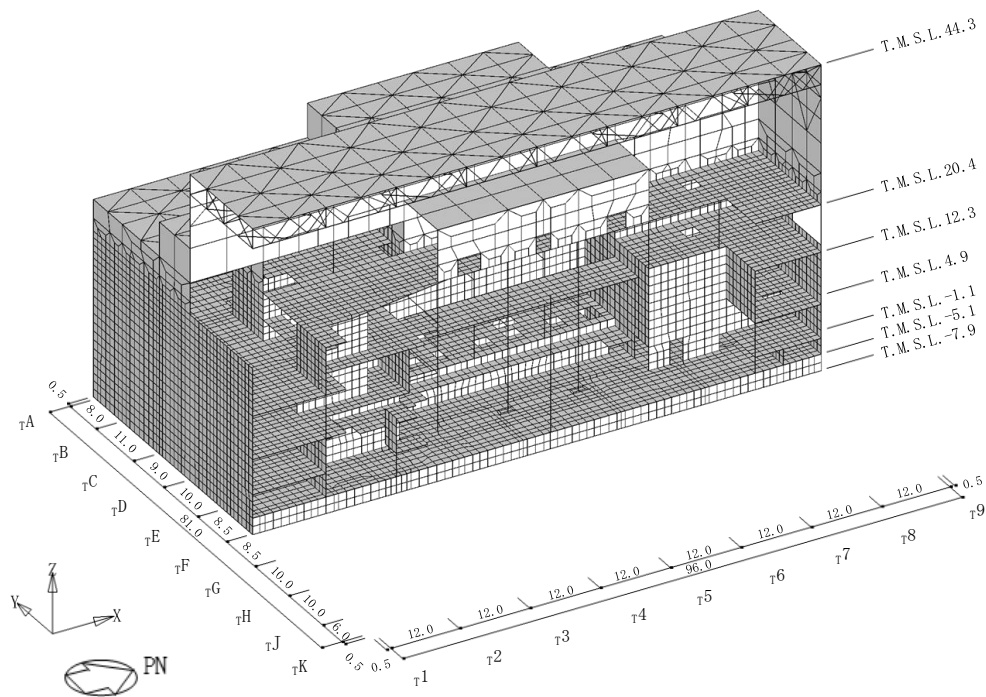


(a) 建屋全景 (南東面)

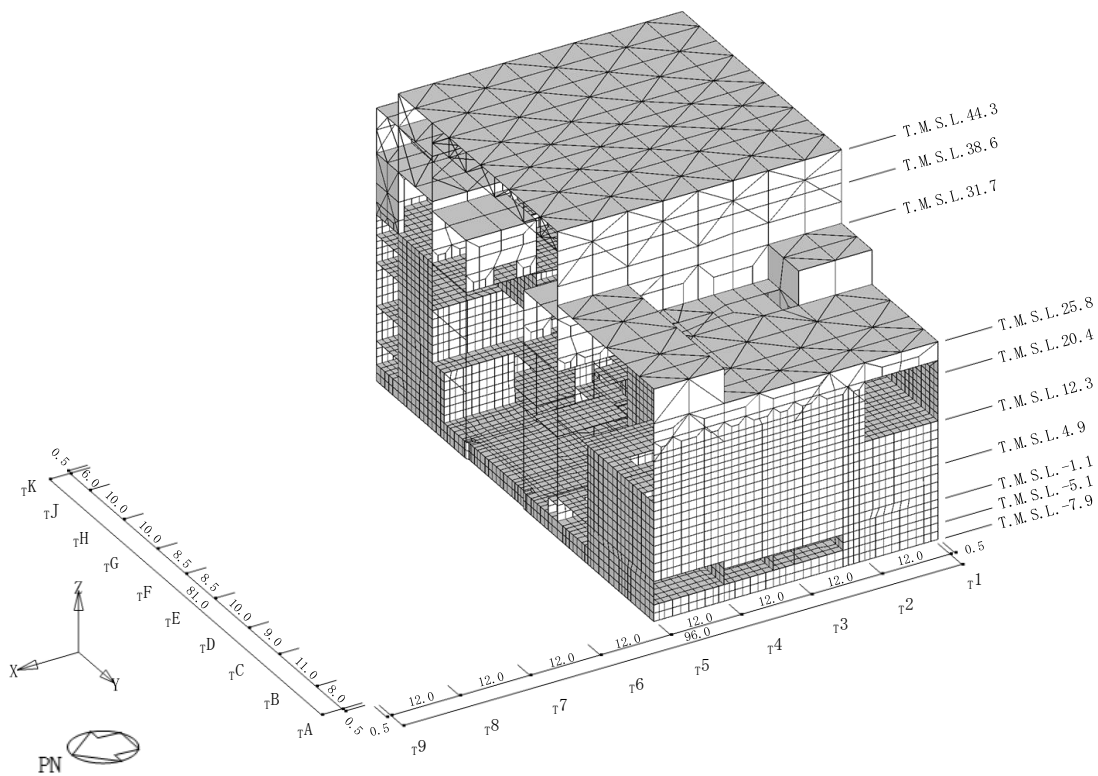


(b) 建屋全景 (北西面)

図 2-1 解析モデル (1/2) (単位 : m)



(c) NS 断面図 (南東面)



(d) EW 断面図 (北西面)

図 2-1 解析モデル (2/2) (単位 : m)



表 2-1 使用材料の物性値

| 部位               | 使用材料  | ヤング係数<br>E<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | せん断弾性係数<br>G<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 減衰定数<br>h<br>(%) |
|------------------|---|------------------------------------|--------------------------------------|------------------|
| 建屋部<br>及び T/G 架台 | コンクリート* :<br>$\sigma_c = 43.1\text{N/mm}^2$<br>( $\sigma_c = 440\text{kgf/cm}^2$ )<br>鉄筋 : SD35<br>(SD345 相当) | $2.88 \times 10^4$                 | $1.20 \times 10^4$                   | 5                |
| 基礎スラブ            | コンクリート* :<br>$\sigma_c = 39.2\text{N/mm}^2$<br>( $\sigma_c = 400\text{kgf/cm}^2$ )<br>鉄筋 : SD35<br>(SD345 相当) | $2.79 \times 10^4$                 | $1.16 \times 10^4$                   | 5                |
| 屋根トラス部           | 鉄骨 : SS41 (SS400 相当)  | $2.05 \times 10^5$                 | $0.79 \times 10^5$                   | 2                |
|                  | 鉄骨 : SM41A (SM400A 相当)  | $2.05 \times 10^5$                 | $0.79 \times 10^5$                   | 2                |
|                  | 鉄骨 : SM50A (SM490A 相当)  | $2.05 \times 10^5$                 | $0.79 \times 10^5$                   | 2                |

注記\* : 実強度に基づくコンクリート強度を示す。

表 2-2 地盤定数 (Sd-1)

| 標高<br>T. M. S. L.<br>(m) | 地層   | せん断波<br>速度<br>$V_s$<br>(m/s) | 単位体積<br>重量<br>$\gamma_t$<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | ポアソン比<br>$\nu$ | せん断<br>弾性係数<br>$G$<br>( $\times 10^5$ kN/m <sup>2</sup> ) | 初期せん断<br>弾性係数<br>$G_0$<br>( $\times 10^5$ kN/m <sup>2</sup> ) | 剛性<br>低下率<br>$G/G_0$ | 減衰<br>定数<br>$h$<br>(%) |
|--------------------------|------|------------------------------|--|----------------|---|---|----------------------|------------------------|
| +12.0                    | 新期砂層 | 150                          | 16.1   | 0.347          | 0.140   | 0.369   | 0.38                 | 19                     |
| +8.0                     |      | 200                          | 16.1   | 0.308          | 0.170   | 0.657   | 0.26                 | 23                     |
| +4.0                     | 古安田層 | 330                          | 17.3   | 0.462          | 1.26  | 1.92  | 0.66                 | 4                      |
| -6.0                     | 西山層  | 490                          | 17.0   | 0.451          | 4.03  | 4.16  | 0.97                 | 3                      |
| -33.0                    |      | 530                          | 16.6   | 0.446          | 4.51  | 4.75  | 0.95                 | 3                      |
| -90.0                    |      | 590                          | 17.3   | 0.432          | 5.83  | 6.14  | 0.95                 | 3                      |
| -136.0                   |      | 650                          | 19.3   | 0.424          | 7.90  | 8.32  | 0.95                 | 3                      |
| -155.0                   |      | 椎谷層                          | 720  | 19.9           | 0.416   | 10.5  | 10.5                 | 1.00                   |
| $\infty$                 |      |                              |  |                |   |   |                      |                        |

### 2.1.2 荷重

固定荷重，積載荷重，積雪荷重及び機器・配管荷重を考慮する。各部について，質点系モデルの重量と整合するよう 3次元 FEM モデルの重量を調整する。

### 2.1.3 建屋－地盤の相互作用

建屋－地盤の相互作用は，VI-2-2-5「タービン建屋の地震応答計算書」における質点系モデルの弾性設計用地震動 Sd-1 での基礎底面地盤ばね及び側面地盤ばねと整合するよう，地盤をばね要素でそれぞれモデル化することで考慮する。

基礎底面地盤ばねについては，質点系モデルで考慮したスウェイ，ロッキング及び鉛直ばねの値を元に，3次元 FEM モデルの基礎底面の各節点位置に要素面積に応じて離散化する。ただし，鉛直ばねのうち，水平方向加振用は，基礎底面ロッキングばねを元に設定する。

側面の地盤ばねについては，質点系モデルで考慮している側面水平ばねの値を元に，各質点レベルに対応する節点位置に要素面積に応じて離散化する。側面地盤のばね値は，基礎側面位置の地盤の物性値を用いて「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」((社)日本電気協会)の Novak ばねとして評価する。このばね値を 3次元 FEM モデルの側面埋め込み部の節点位置の要素面積に応じて離散化する。

地盤ばね諸元については表 2-3～表 2-5 に，底面地盤ばねと側面地盤ばね設置図について図 2-2 に示す。

表 2-3 底面地盤ばね定数と減衰係数（水平方向）

| 地震動  | NS 方向              |                    | EW 方向              |                    |
|------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|      | ばね定数<br>(kN/m)     | 減衰係数<br>(kN・s/m)   | ばね定数<br>(kN/m)     | 減衰係数<br>(kN・s/m)   |
| Sd-1 | $1.21 \times 10^8$ | $7.13 \times 10^6$ | $1.24 \times 10^8$ | $7.33 \times 10^6$ |

表 2-4 底面地盤ばね定数と減衰係数（鉛直方向）

(a) 底面回転ばね

| 地震動  |          | 回転方向                  |                      |
|------|----------|-----------------------|----------------------|
|      |          | ばね定数<br>(kN・m/rad)    | 減衰係数<br>(kN・m・s/rad) |
| Sd-1 | NS 方向加振時 | $3.37 \times 10^{11}$ | $7.82 \times 10^9$   |
|      | EW 方向加振時 | $2.60 \times 10^{11}$ | $5.01 \times 10^9$   |

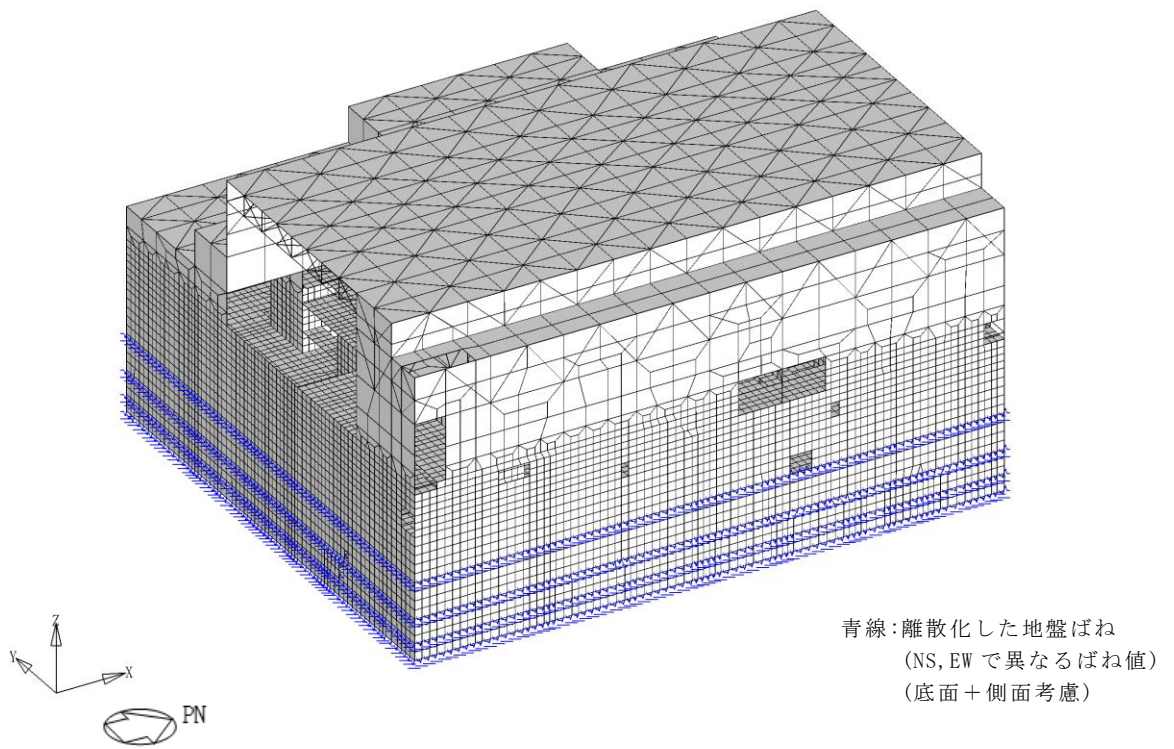
注：底面回転ばねについては，鉛直ばねに置換してモデル化する。

(b) 底面鉛直ばね

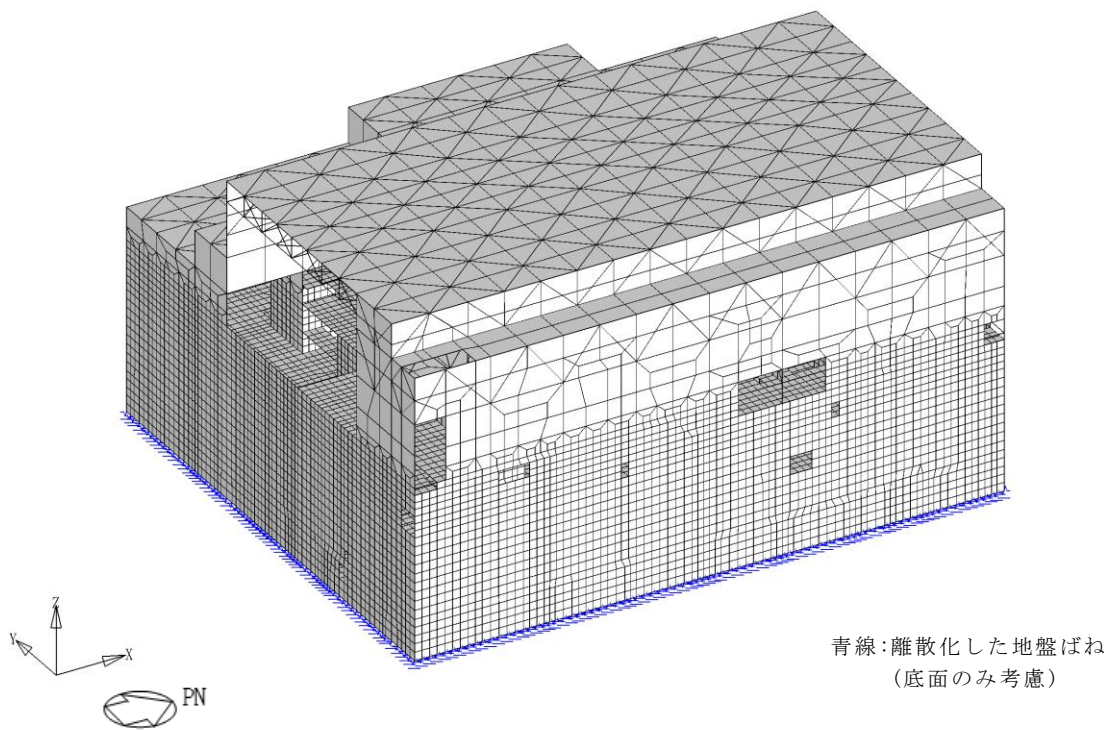
| 地盤ばね |         | 鉛直方向               |                    |
|------|---------|--------------------|--------------------|
|      |         | ばね定数<br>(kN/m)     | 減衰係数<br>(kN・s/m)   |
| Sd-1 | 鉛直方向加振時 | $2.10 \times 10^8$ | $1.79 \times 10^7$ |

表 2-5 側面水平ばね定数と減衰係数（水平方向）

| 地震動  | T. M. S. L.<br>(m) | NS 方向              |                    | EW 方向              |                    |
|------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|      |                    | ばね定数<br>(kN/m)     | 減衰係数<br>(kN・s/m)   | ばね定数<br>(kN/m)     | 減衰係数<br>(kN・s/m)   |
| Sd-1 | 4.9                | $1.15 \times 10^6$ | $6.91 \times 10^5$ | $1.15 \times 10^6$ | $6.80 \times 10^5$ |
|      | -1.1               | $2.73 \times 10^6$ | $1.65 \times 10^6$ | $2.73 \times 10^6$ | $1.62 \times 10^6$ |
|      | -5.1               | $2.41 \times 10^6$ | $1.21 \times 10^6$ | $2.41 \times 10^6$ | $1.19 \times 10^6$ |
|      | -7.9               | $2.43 \times 10^6$ | $7.09 \times 10^5$ | $2.43 \times 10^6$ | $7.03 \times 10^5$ |



(a) 水平方向解析時



(b) 鉛直方向解析時

図 2-2 地盤ばねの設置図

## 2.2 固有値解析

質点系モデル及び 3 次元 FEM モデルの弾性設計用地震動 Sd-1 に対する固有値解析結果（固有振動数及び固有モード，建屋－地盤連成 1 次及び 2 次）を表 2-6 及び表 2-8 に示す。また，ねじれの有無を確認するため，T.M.S.L.44.3m における 3 次元 FEM モデルのモード図（1 次）を図 2-3 に示す。図 2-3 より，加振方向と比較して加振直交方向のモード変位は小さいこと確認した。

なお，タービン建屋の EW 方向については，多軸でモデル化していること及び  $\tau 1$  通り（南側）には  $\tau 9$  通り（北側）と比較して妻壁がないことを鑑み，参考として 3 次の固有値解析結果を表 2-7 及び表 2-9 に示す。質点系モデルについては，T.M.S.L.44.3m における a 軸（南側）と i 軸（北側）の刺激関数を比較すると，a 軸の方が大きい値となっており，3 次元 FEM モデルについても質点系モデルと同様の傾向にあることを確認した。

以上より，両モデルの NS 方向及び EW 方向の固有振動数は 1 次及び 2 次においてよく対応しており，3 次元 FEM モデルの設定は固有値解析の結果においては妥当なものであることを確認した。

表 2-6 固有値解析結果

| 次数  | 方向 | 振動数 (Hz) |              |
|-----|----|----------|--------------|
|     |    | 質点系モデル   | 3 次元 FEM モデル |
| 1 次 | NS | 2.83     | 2.72         |
|     | EW | 2.60     | 2.40         |
| 2 次 | NS | 3.50     | 3.35         |
|     | EW | 3.30     | 2.84         |

表 2-7 固有値解析結果（参考）

| 次数  | 方向 | 振動数 (Hz) |              |
|-----|----|----------|--------------|
|     |    | 質点系モデル   | 3 次元 FEM モデル |
| 3 次 | EW | 4.00     | 3.76         |

表 2-8 質点系モデルの刺激関数と 3 次元 FEM モデルの固有モードの比較 (1/2)

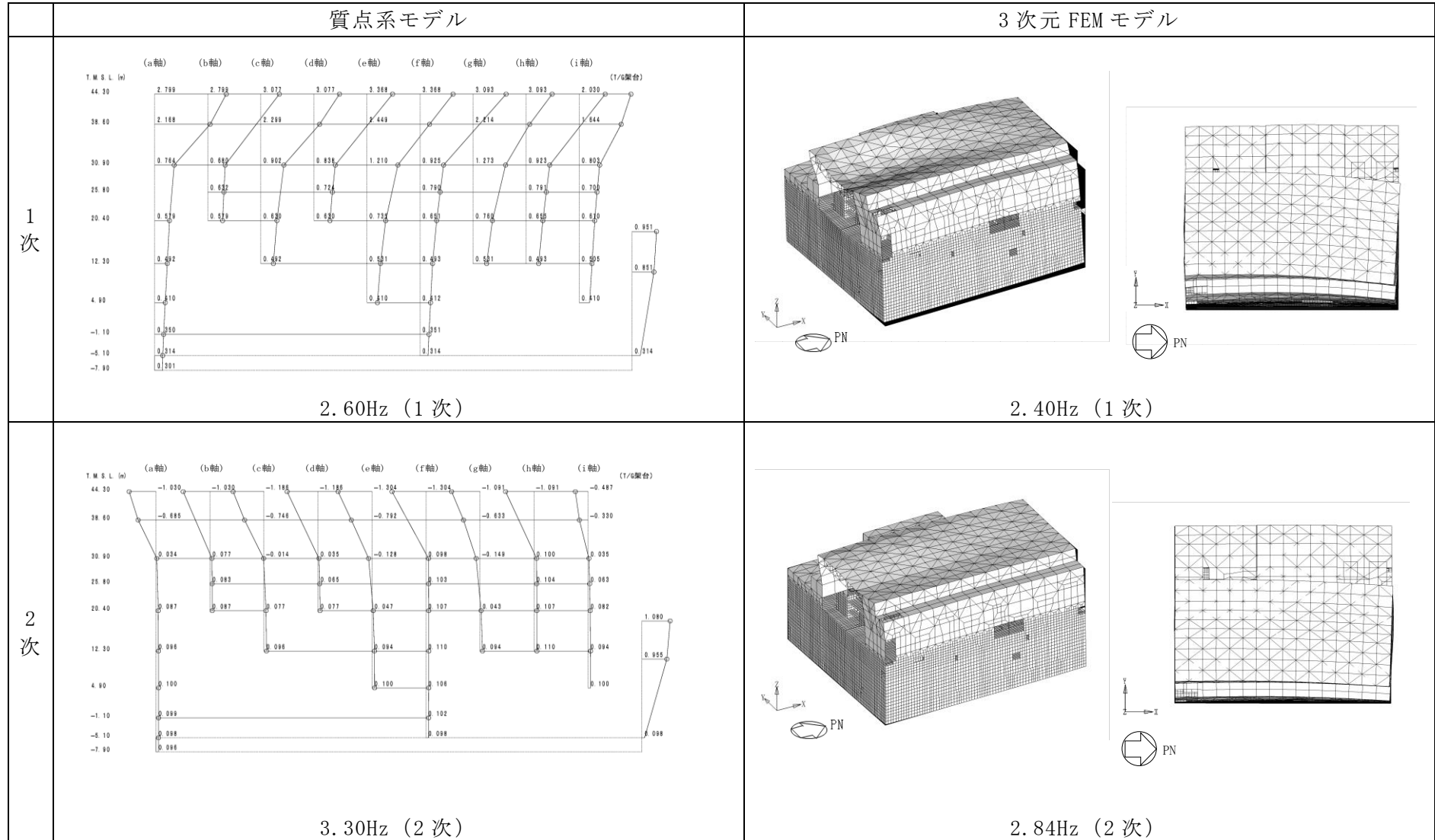
(a) NS 方向

|     | 質点系モデル  | 3次元 FEM モデル         |
|-----|---|---------------------|
| 1 次 | <p>(a軸) (b軸) (c軸) (T/G架台)</p> <p>2.83Hz (1 次)</p> | <p>2.72Hz (1 次)</p> |
| 2 次 | <p>(a軸) (b軸) (c軸) (T/G架台)</p> <p>3.50Hz (2 次)</p> | <p>3.35Hz (2 次)</p> |



表 2-8 質点系モデルの刺激関数と 3次元 FEM モデルの固有モードの比較 (2/2)

(b) EW 方向



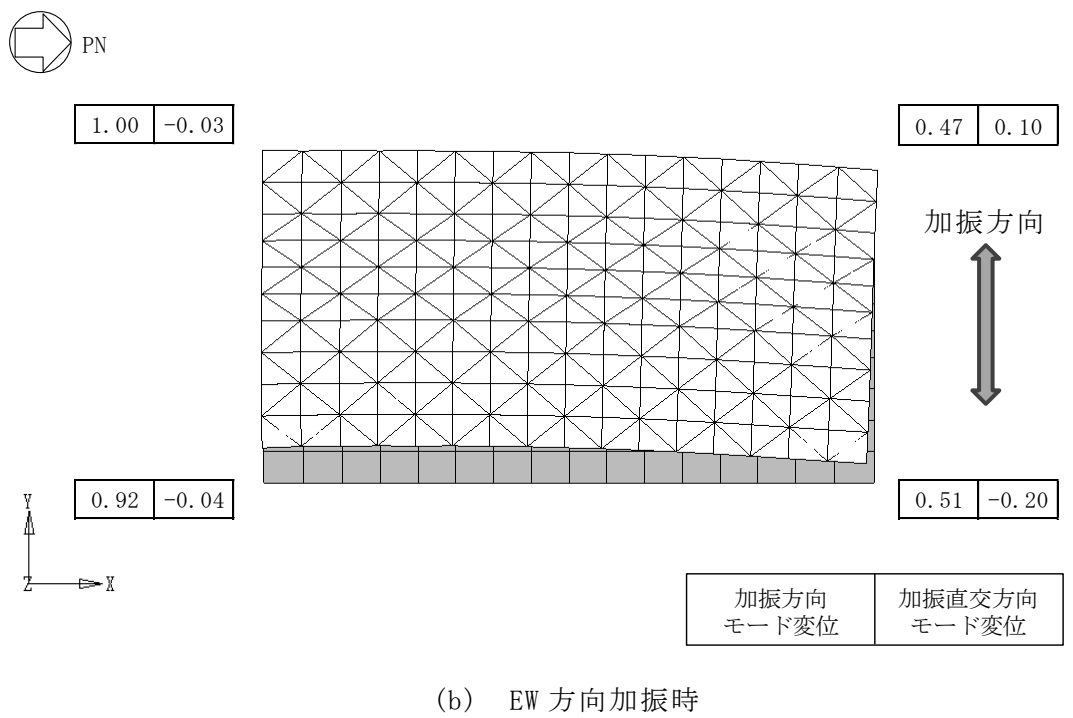
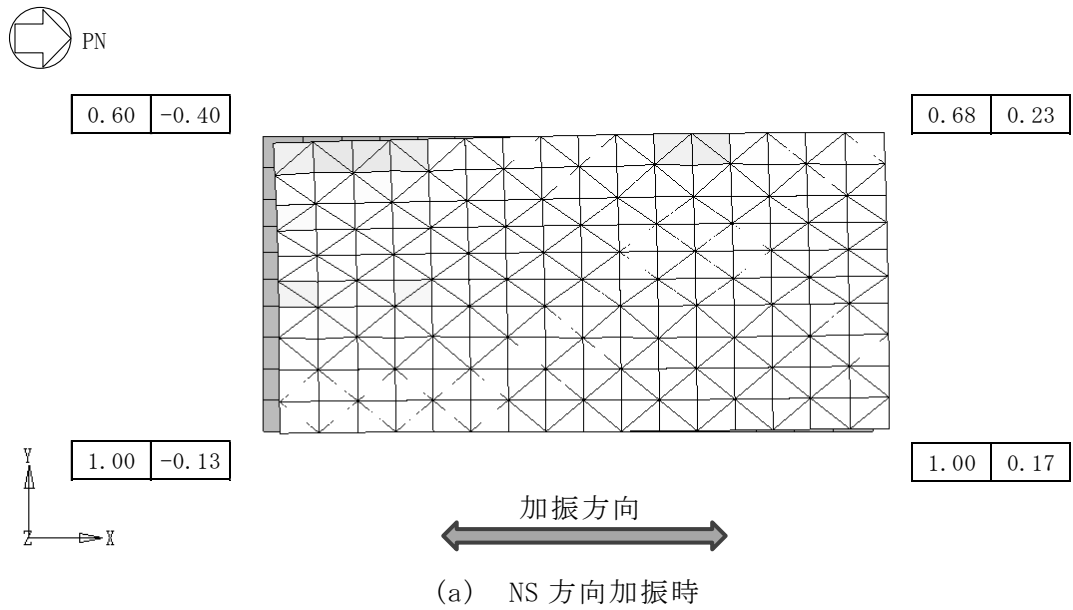


図 2-3 3次元 FEM モデルのモード図 (1次, T.M.S.L.44.3m)

表 2-9 質点系モデルの刺激関数と 3 次元 FEM モデルの固有モードの比較 (参考)

|        | 質点系モデル  | 3次元 FEM モデル                                     |
|--------|---|---|
| 3<br>次 | <p style="text-align: center;">4.00Hz (3 次)</p> | <p style="text-align: center;">3.76Hz (3 次)</p> |

### 3. 3次元 FEM モデルによる評価

#### 3.1 地震応答解析の概要

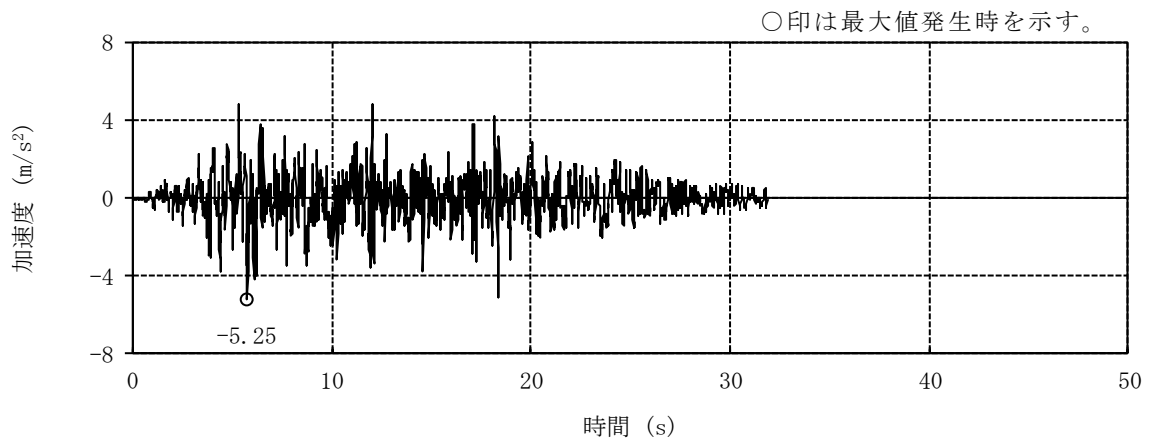
タービン建屋の上部鉄骨構造部のねじれによる影響を把握するために、3次元 FEM モデルを用いて、全周期帯の応答が大きく、耐震評価への影響も大きい弾性設計用地震動 Sd-1 に対する地震応答解析を行う。

3次元 FEM モデルによる地震応答解析は弾性応答解析としていることから、一次元波動論に基づき、VI-2-2-5「タービン建屋の地震応答計算書」に示す解放基盤表面で定義される弾性設計用地震動 Sd-1 に対する建屋基礎底面及び側面地盤ばねレベルでの地盤の応答を、地盤ばねを介して入力し、上部鉄骨構造部のねじれによる影響を把握する。

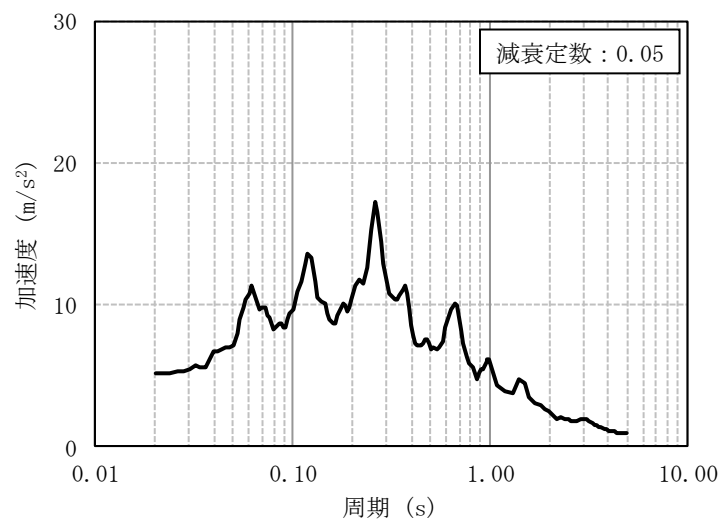
##### 3.1.1 入力地震動

3次元 FEM モデルへの入力地震動は、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」及び補足説明資料「水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する検討について（建物・構築物）」のうち別紙5「方向性を考慮しない水平方向地震動における模擬地震波の作成方針」に基づき設定する。

地震応答解析に用いる弾性設計用地震動 Sd-1H の時刻歴加速度波形及び加速度応答スペクトルを図3-1に、弾性設計用地震動 Sd-1H とは位相の異なる模擬地震波の時刻歴加速度波形及び加速度応答スペクトルを図3-2に、弾性設計用地震動 Sd-1V の時刻歴加速度波形及び加速度応答スペクトルを図3-3に示す。

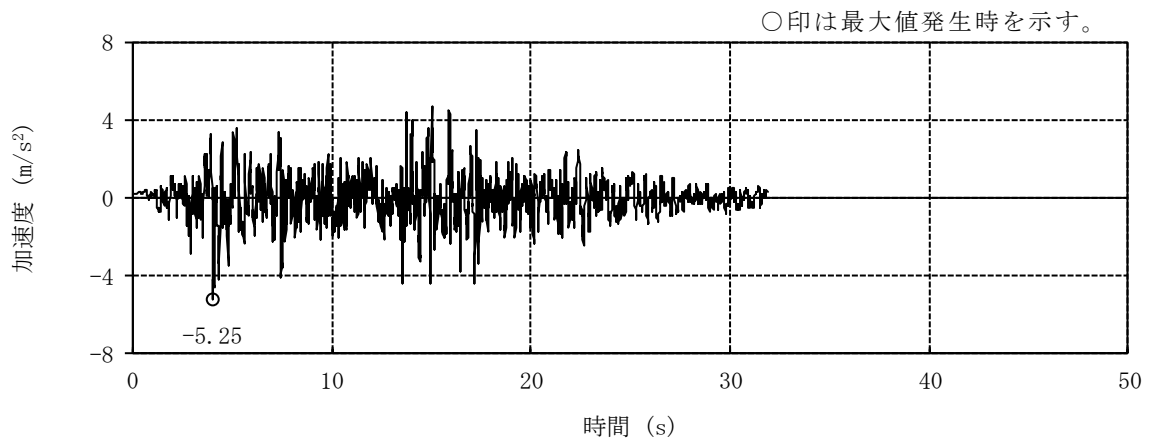


(a) 水平方向 (Sd-1H) 時刻歴加速度波形

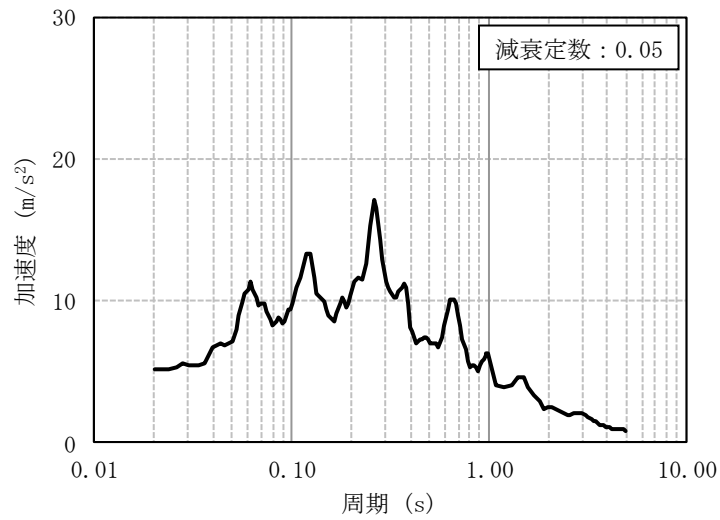


(b) 水平方向 (Sd-1H) 加速度応答スペクトル

図 3-1 弾性設計用地震動 Sd-1H

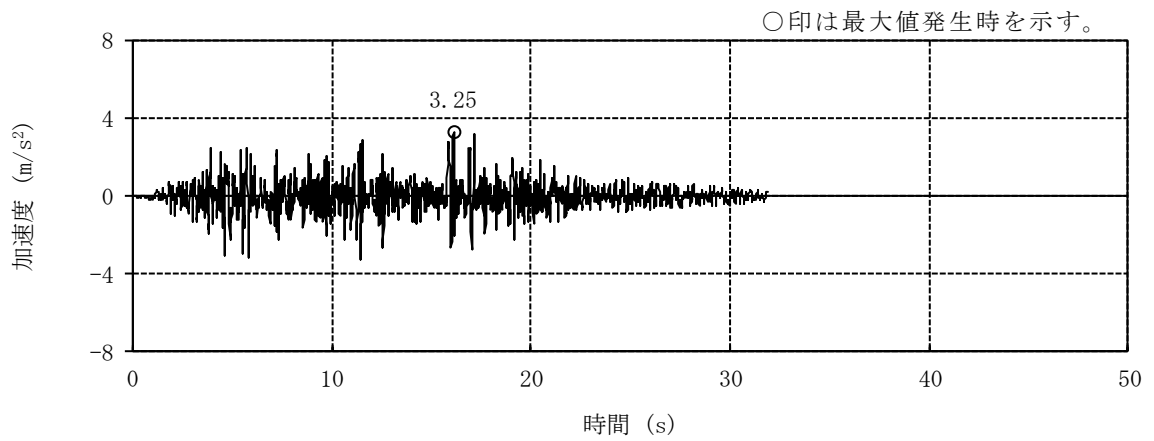


(a) Sd-1H とは位相の異なる模擬地震波の時刻歴加速度波形

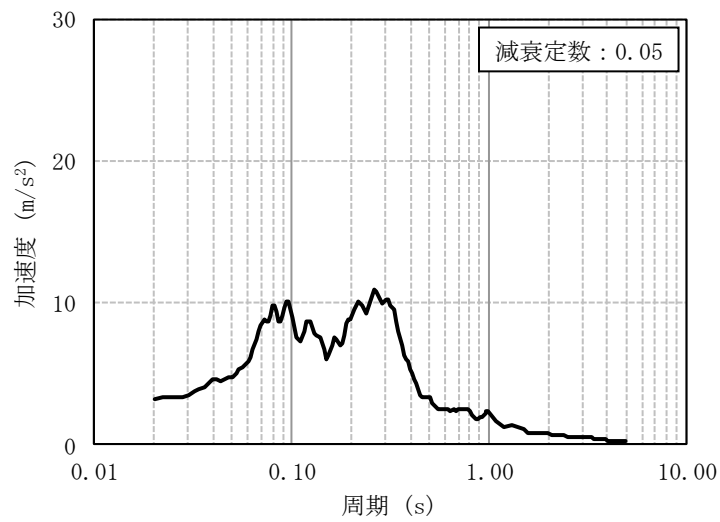


(b) Sd-1H とは位相の異なる模擬地震波の加速度応答スペクトル

図 3-2 弾性設計用地震動 Sd-1H とは位相の異なる模擬地震波



(a) 鉛直方向 (Sd-1V) 時刻歴加速度波形



(b) 鉛直方向 (Sd-1V) 加速度応答スペクトル

図 3-3 弾性設計用地震動 Sd-1V

### 3.2 ねじれの影響の把握

図1-3の評価フローに基づき、3次元FEMモデルの加振方向及び加振直交方向の応答変位を比較すること、並びに3次元FEMモデルの水平方向加振に伴う鉛直方向の励起について、鉛直方向の応答加速度を確認することで、建屋のねじれの影響の把握を行う。

#### 3.2.1 建屋のねじれの影響

弾性設計用地震動 Sd-1 に対する 3次元 FEM モデル及び質点系モデルの応答変位を比較した結果を図 3-4 及び図 3-5 に示す。なお、3次元 FEM モデルの応答値は、質点系モデルの質点に相当する領域の 4 隅の節点応答値の平均とする。

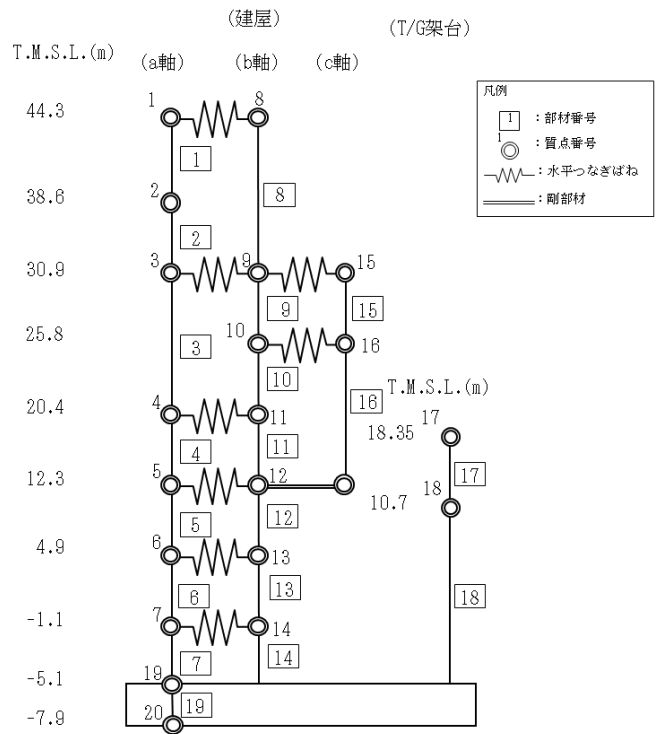
図 3-4 では NS 方向の応答に着目し、3次元 FEM モデルと質点系モデルの最大応答変位を比較している。上部鉄骨部が 20.4m 以下の機能維持エリアに及ぼすねじれによる影響を確認する目的で、3次元 FEM モデルの NS 方向入力時の最大応答変位（赤線）と質点系モデルの最大応答変位（黒線）を比較する。20.4m 以下の機能維持エリアにおいては、質点系モデルと 3次元 FEM モデルはよく対応していることを確認した。

次に、図 3-4 の EW 方向入力時の最大応答変位（青線）に着目し、ねじれの有無を確認する。20.4m 以上の上部鉄骨部においては、加振直交方向の変位が生じており、ねじれが発生していると考えられる。しかし、20.4m 以下の機能維持エリアで生じている変位は上部と比較して小さい。以上より、20.4m 以下の機能維持エリアに対するねじれによる影響はないことを確認した。

図 3-5 では EW 方向の応答に着目し、3次元 FEM モデルと質点系モデルの最大応答変位を比較している。上部鉄骨部が 20.4m 以下の機能維持エリアに及ぼすねじれによる影響を確認する目的で、3次元 FEM モデルの EW 方向入力時の最大応答変位（青線）と質点系モデルの最大応答変位（黒線）を比較する。20.4m 以下の機能維持エリアにおいては、質点系モデルと 3次元 FEM モデルはよく対応していることを確認した。

次に、図 3-5 の NS 方向入力時の最大応答変位（赤線）に着目し、ねじれの有無を確認する。図 3-4 と同様に、上部鉄骨部と比較して機能維持エリアで生じている変位は小さいことから、20.4m 以下の機能維持エリアに対するねじれの影響はないことを確認した。





- 質点系モデル (NS 方向加振時)
- 3次元 FEM モデル (NS 方向加振時)
- 3次元 FEM モデル (EW 方向加振時)

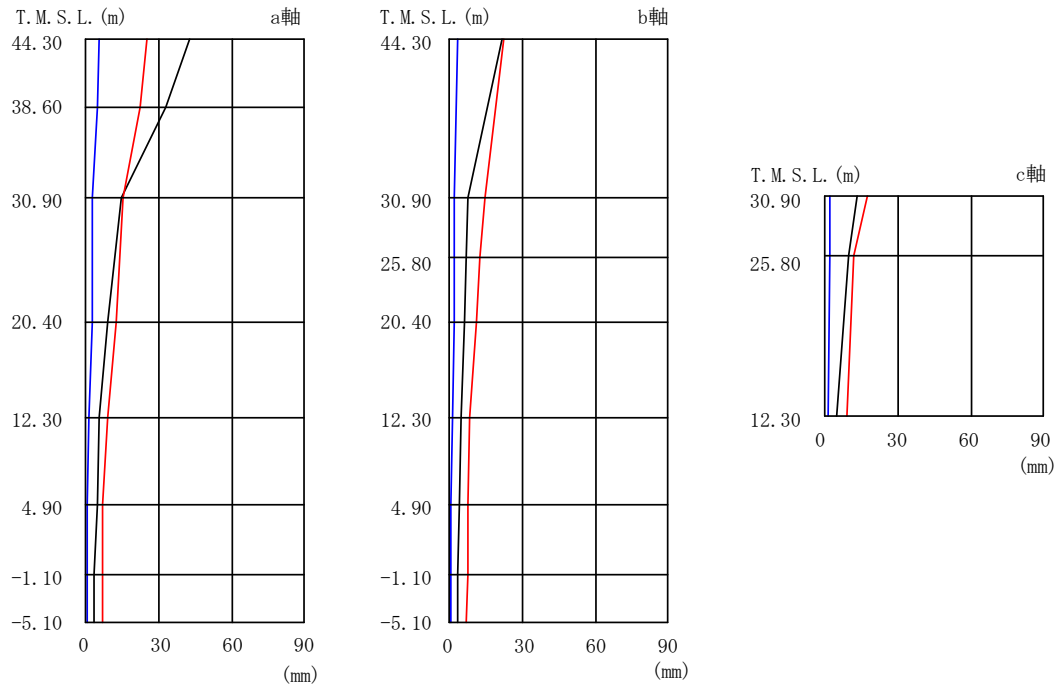
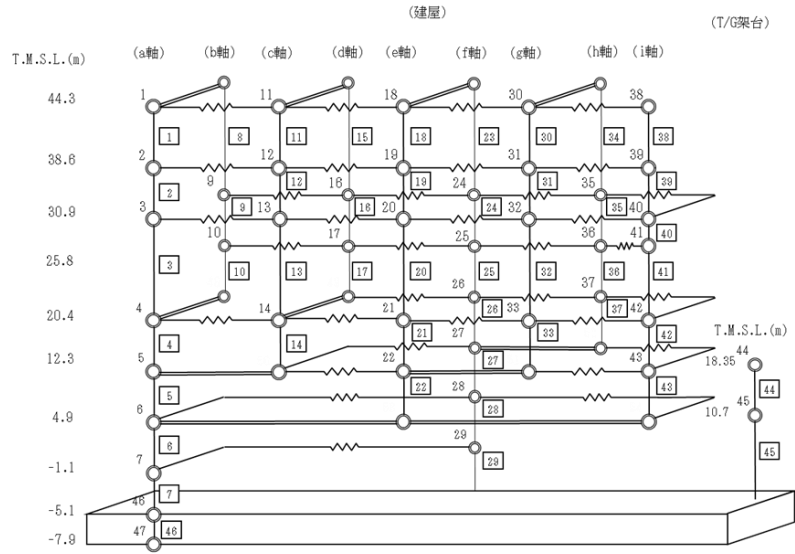


図 3-4 最大応答変位の比較 (Sd-1, NS 方向応答)



- 質点系モデル (EW 方向加振時)
- 3次元 FEM モデル (NS 方向加振時)
- 3次元 FEM モデル (EW 方向加振時)

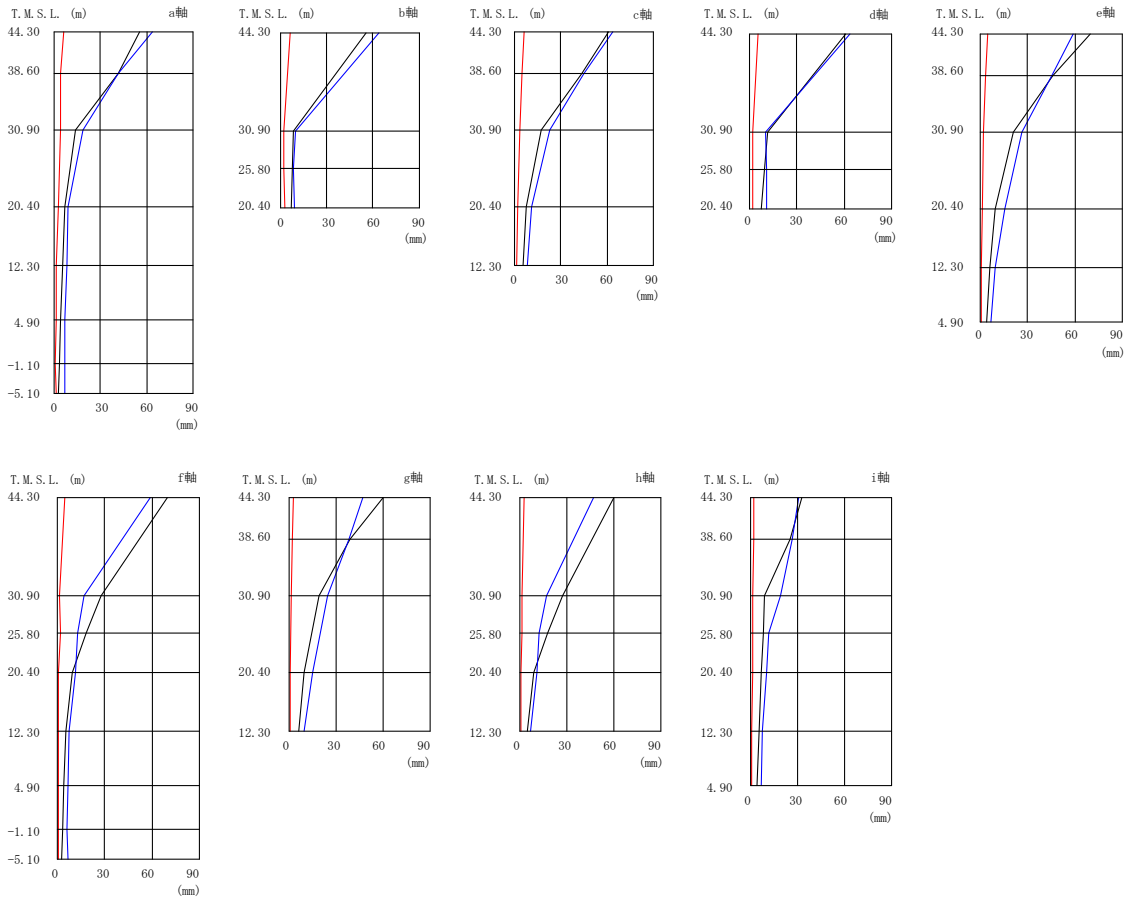


図 3-5 最大応答変位の比較 (Sd-1, EW 方向応答)

### 3.2.2 水平方向の振動による屋根トラス部の鉛直方向応答への影響

屋根トラス部 (T.M.S.L. 44.3m) の $\tau 1$ 通り (南側) は $\tau 9$ 通り (北側) と比較して妻面がないことから、EW 方向加振に伴う鉛直応答の励起について確認を行うこととし、具体的には、EW 方向加振時の $\tau 1$ 通り、 $\tau 3$ 通り、 $\tau 5$ 通り、 $\tau 7$ 通り及び $\tau 9$ 通りの鉛直方向応答加速度を確認することで、屋根トラス部における3次元的な応答性状の影響を確認する。

鉛直方向応答への影響確認に際しては、EW 方向加振、鉛直方向加振及び EW 方向+鉛直方向加振の3ケースを実施する。比較する応答加速度については、質点系モデル (鉛直方向) において、屋根トラス中心 ( $\tau F$ 通り) を境にした対称なモデルを採用していることから、3次元 FEM モデルの応答加速度についても、質点系同様に、中心である $\tau F$ 通りを境にした対称位置における最大応答加速度の絶対値を平均化した値とする。

屋根トラスにおける上記3ケースの最大応答加速度 (Sd-1, 鉛直方向応答) の比較を表 3-1 に示す。EW 方向加振時の応答に着目すると、 $\tau 1$ 通り、 $\tau 3$ 通り、 $\tau 5$ 通り及び $\tau 7$ 通りは、妻壁のある $\tau 9$ 通りと比較して最大応答加速度が大きいことを確認した。ただし、鉛直方向加振時と EW 方向+鉛直方向加振時の応答を比較すると、両者の応答は同等であることから、 $\tau 1$ 通り、 $\tau 3$ 通り、 $\tau 5$ 通り、 $\tau 7$ 通り及び $\tau 9$ 通りのいずれにおいても、鉛直方向加振による応答が支配的であり、EW 方向加振に伴う鉛直応答の影響は小さいことを確認した。

なお、NS 方向加振時の鉛直方向応答については、EW 方向と同様に影響は小さいと考えているものの、参考として、NS 方向加振、鉛直方向加振及び NS 方向+EW 方向+鉛直方向加振の3方向加振の3ケースを記載する。比較する応答加速度については、屋根トラス中心である $\tau F$ 通りに着目して比較する。

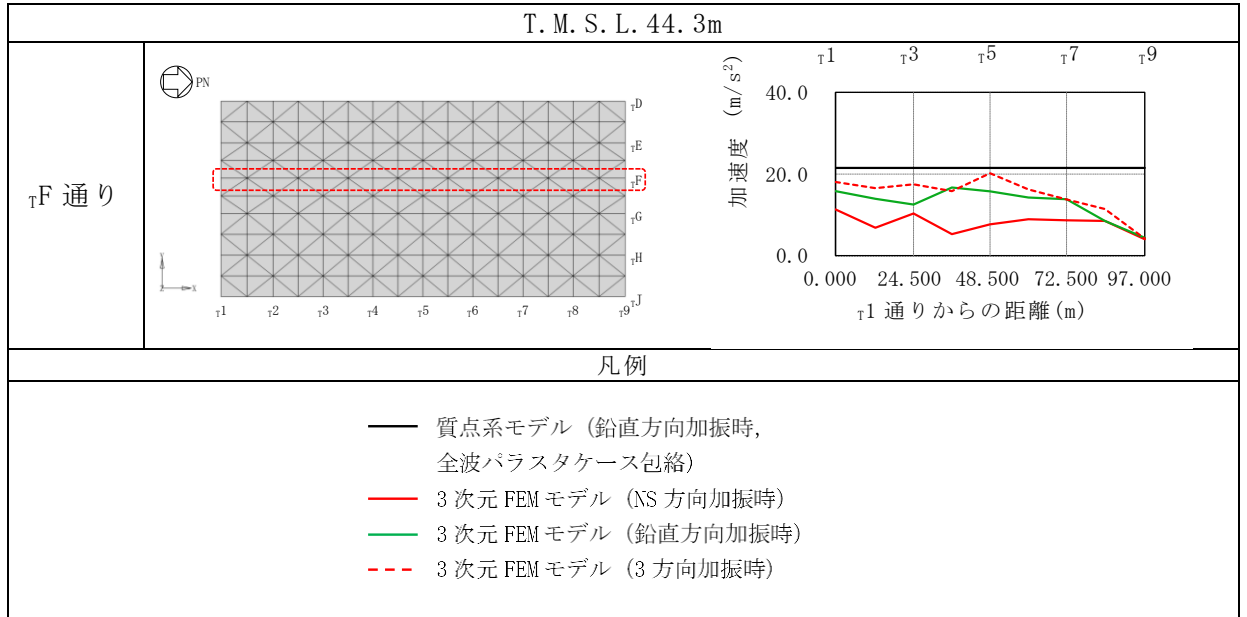
屋根トラスにおける上記3ケースの $\tau F$ 通りにおける最大応答加速度 (Sd-1, 鉛直方向応答) の比較を表 3-2 に示す。鉛直方向加振時と3方向加振時の応答を比較すると、両者の応答は同等であることから、鉛直方向加振による応答が支配的であり、NS 方向加振に伴う鉛直応答の影響は小さいことを確認した。

以上より、水平方向加振に伴う鉛直方向応答の励起は生じるものの、鉛直方向応答は鉛直方向加振に伴う応答が支配的であることから、その影響は小さいことを確認した。

表 3-1 最大応答加速度の比較 (Sd-1, 鉛直方向応答)

| T. M. S. L. 44. 3m                  |   |    |
|-------------------------------------|---|----|
| <p><math>\tau_1</math> 通り</p>       |   |    |
| <p><math>\tau_3</math> 通り</p>       |   |    |
| <p><math>\tau_5</math> 通り</p>       |   |    |
| <p><math>\tau_7</math> 通り</p>       |   |    |
| <p><math>\tau_9</math> 通り</p>       |   |    |
| 鉛直方向質点系モデルの領域図 (T. M. S. L. 44. 3m) |   | 凡例 |
|                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>— 質点系モデル (鉛直方向加振時, 全波パラスタケース包絡)</li> <li>— 3次元 FEM モデル (EW 方向加振時)</li> <li>— 3次元 FEM モデル (鉛直方向加振時)</li> <li>- - - 3次元 FEM モデル (EW 方向+鉛直方向加振時)</li> </ul> |    |

表 3-2  $\tau F$  通りにおける最大応答加速度の比較 (Sd-1, 鉛直方向応答)



### 3.2.3 機器へのねじれの影響

タービン建屋の機能維持エリアにおける機器・配管系へのねじれの影響については、加速度応答スペクトルに対するねじれの影響を確認する。3次元 FEM モデルにおける各階の床の四隅の節点について、Sd-1 に対する加振方向及び加振直交方向の加速度応答スペクトルを表 3-3～表 3-6 に示す。NS 方向及び EW 方向ともに加振方向と比較して加振直交方向の加速度応答スペクトルはおおむね小さいものの、表 3-3 に示す T.M.S.L. 20.4m における NS 方向加振時の EW 方向応答については、一部周期帯において応答が大きくなっていることから機器の耐震性への影響を確認する。なお、T.M.S.L. 20.4m における EW 方向加振時の EW 方向応答について、節点 No. 74080 が他の節点と異なる傾向を示している。これは、当該節点周辺における床スラブの開口等の影響と考えられる。

Sd-1 に対する 3次元 FEM モデルにおける加速度応答スペクトルと質点系モデルにおける加速度応答スペクトルを図 3-6 に示す。3次元 FEM モデルにおける加速度応答スペクトルは、節点 No. 70028, 70340, 74080, 70027 における NS 方向加振時の EW 方向応答と EW 方向加振時の EW 方向応答を合算した時刻歴応答加速度により算定した加速度応答スペクトルと、NS 方向加振時の NS 方向応答と EW 方向加振時の NS 方向応答を合算した時刻歴応答加速度により算定した加速度応答スペクトルを包絡したものである。一方、質点系モデルにおける加速度応答スペクトルは、基本ケースの T.M.S.L. 20.4m に位置する質点の NS 方向及び EW 方向の加速度応答スペクトルを包絡して拡張したものである。固有周期が 0.25 秒付近を超える周期帯で、3次元 FEM モデルにおける応答が質点系モデルにおける応答を一部上回ることがあるものの、機器の固有周期帯はおおむね 0.2 秒よりも短周期側であるため、機器の耐震性へのねじれの影響はないと考えられる。

表 3-3 3次元 FEM モデルの水平方向の応答比較 (Sd-1, T.M.S.L. 20.4m)

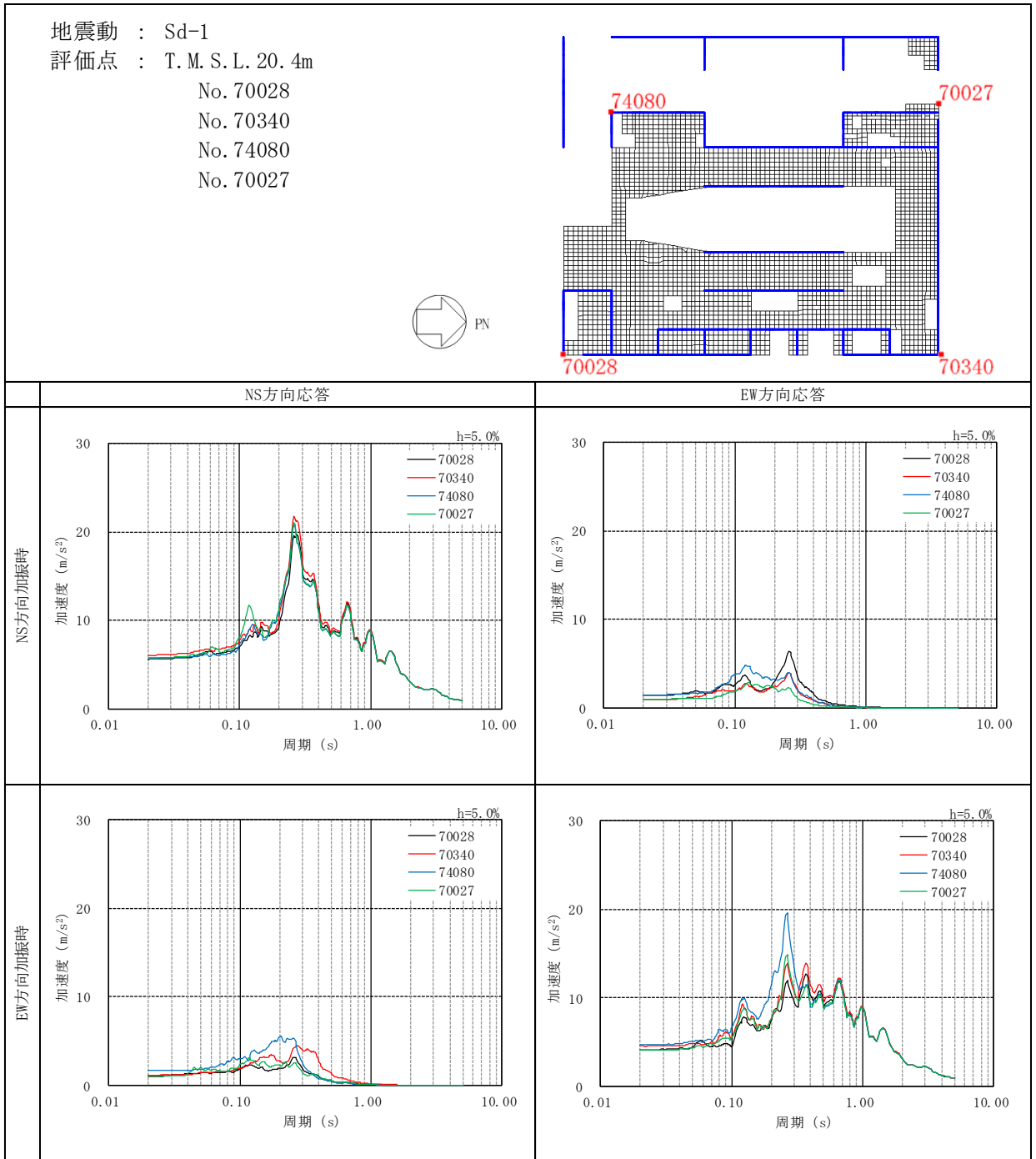


表 3-4 3次元 FEM モデルの水平方向の応答比較 (Sd-1, T.M.S.L. 12.3m)

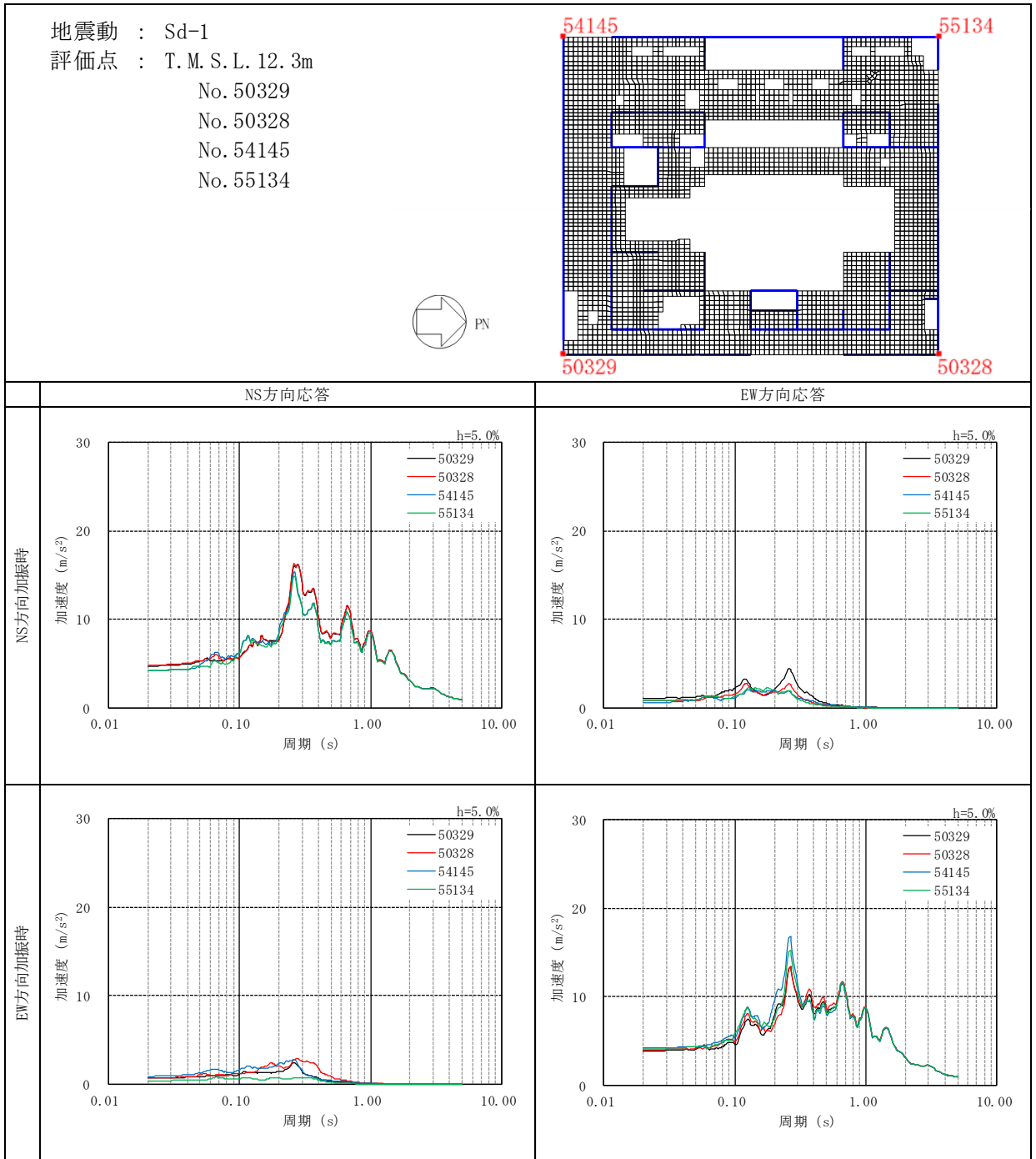




表 3-5 3次元 FEM モデルの水平方向の応答比較 (Sd-1, T.M.S.L. 4.9m)

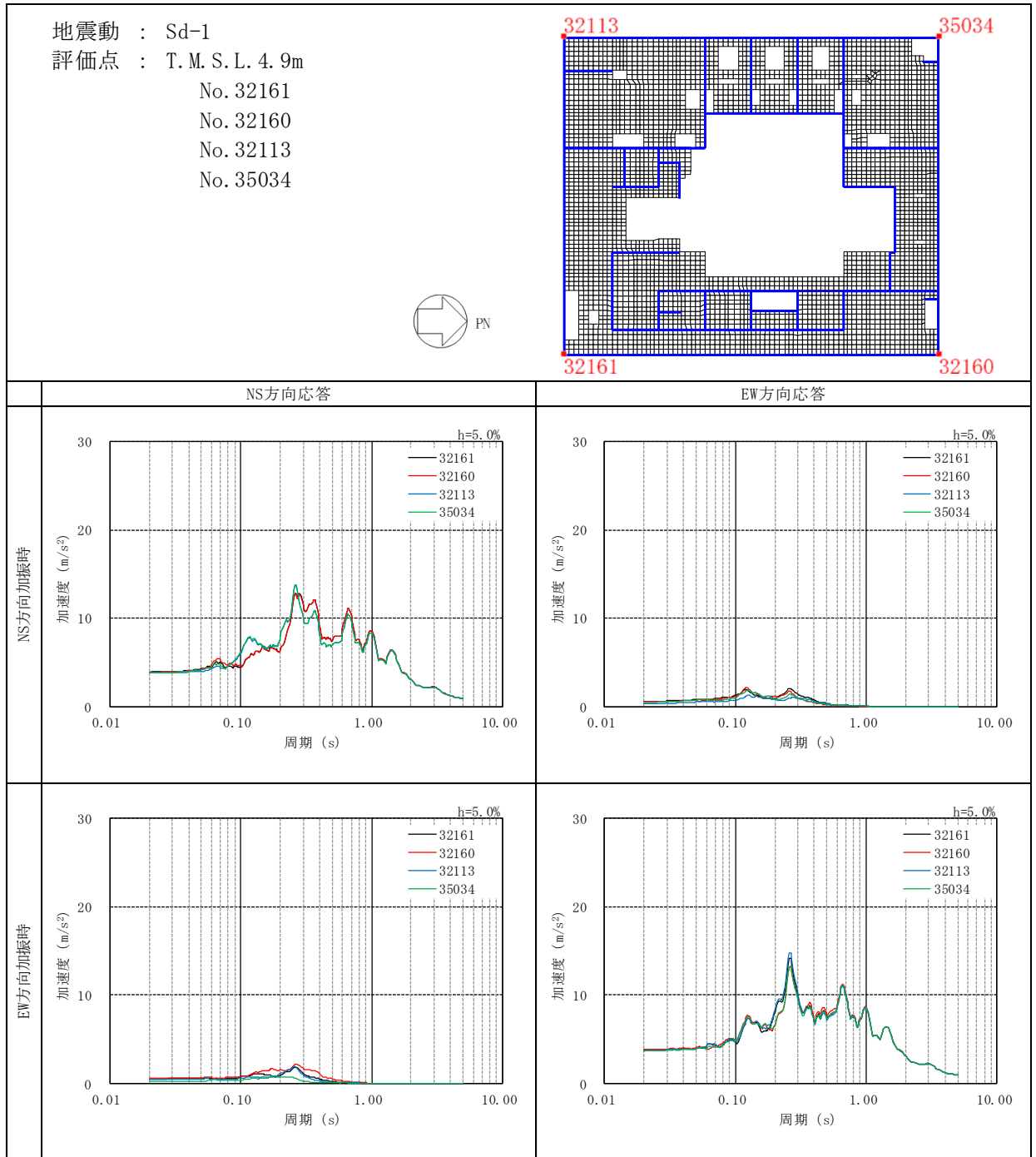
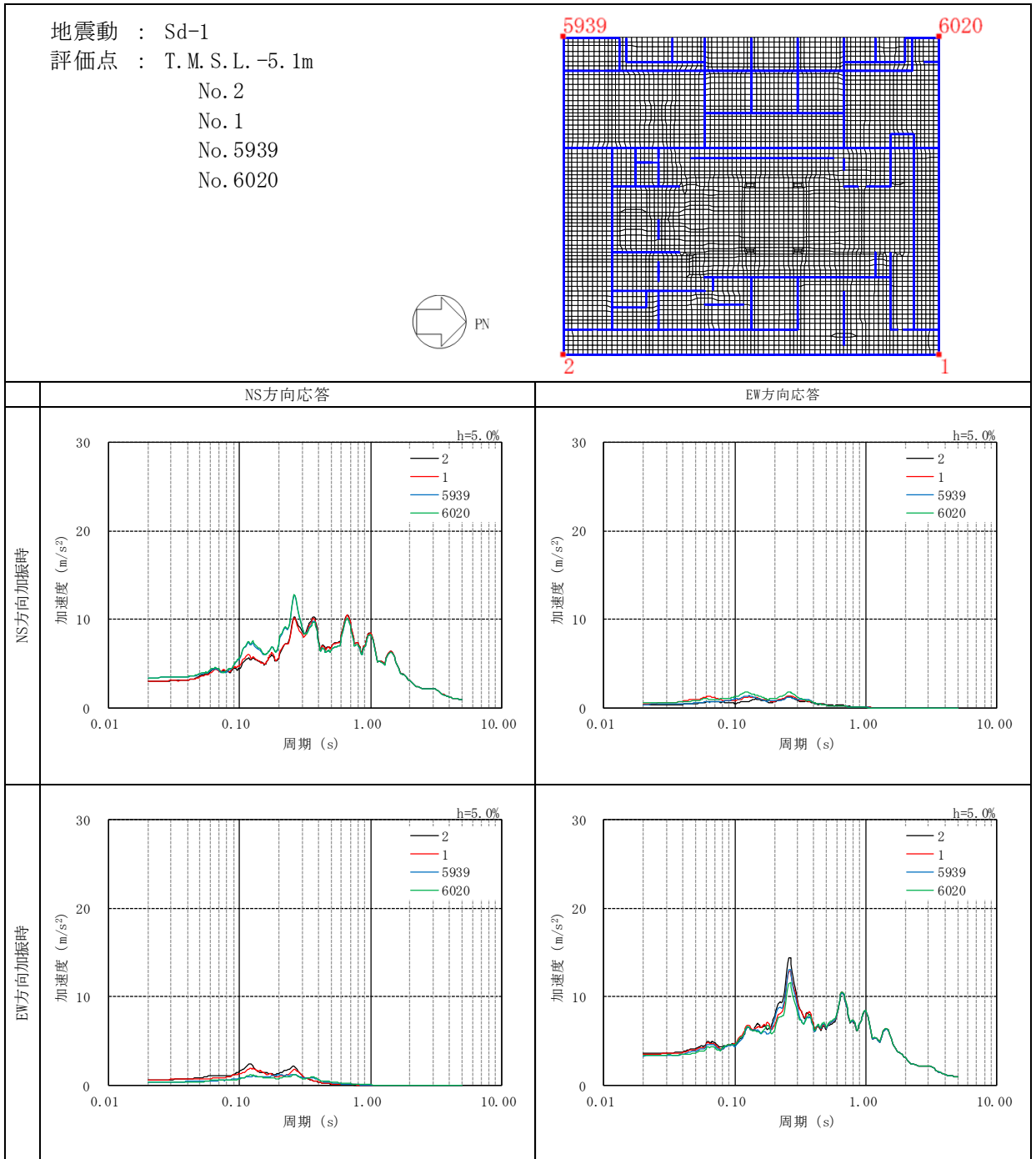


表 3-6 3次元 FEM モデルの水平方向の応答比較 (Sd-1, T.M.S.L. -5.1m)



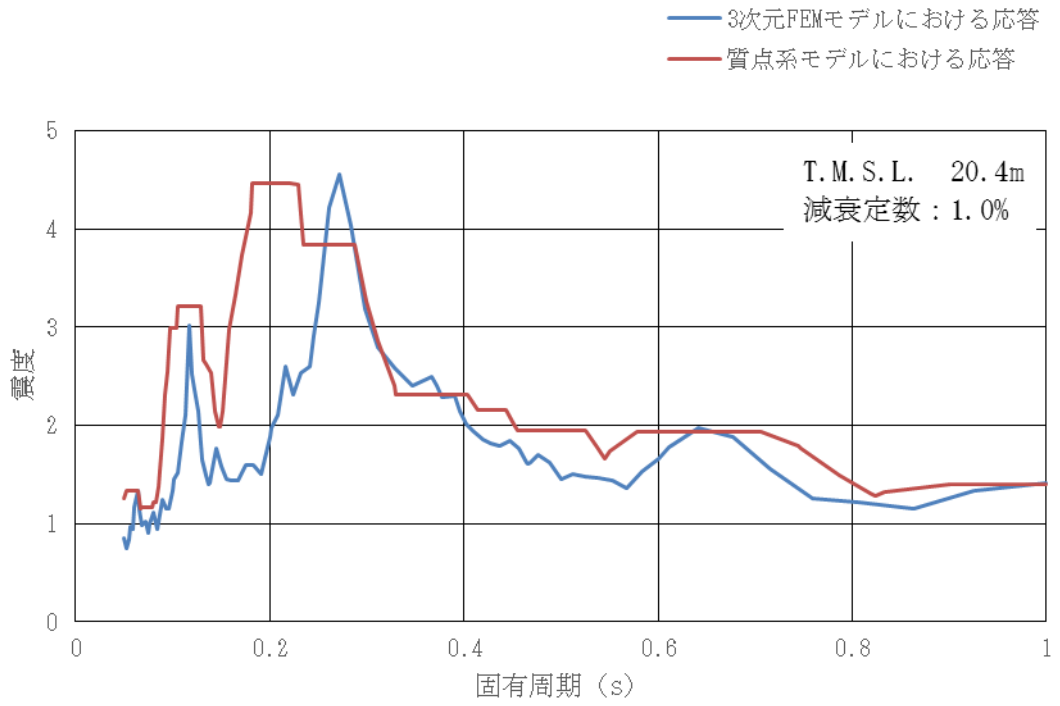


図 3-6 Sd-1 に対する 3 次元 FEM モデル及び質点系モデルにおける応答

# タービン建屋タービンエリア屋根トラスの 弾性設計用地震動 S d に対する耐震性について



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

## タービン建屋タービンエリア屋根トラスの弾性設計用地震動 S d に対する耐震性について

### 1. 概要

タービン建屋タービンエリア屋根トラスの弾性設計用地震動 S d に対する構造健全性について確認するものである。

### 2. 構造概要及び評価対象部位

タービン建屋は、地上2階（一部3階）、地下2階建ての鉄筋コンクリート造を主体とした建物で、屋根部分が鉄骨造となっている。図1に屋上レベル（T.M.S.L.44.3m）の平面図を、図2にEW方向の断面図を示す。

### 3. 評価方針

VI-2-2-5「タービン建屋の地震応答計算書」に示す質点系モデルの地震荷重を用いて、弾性応力解析を実施し屋根トラスに発生する応力が許容限界以内であることを確認する。

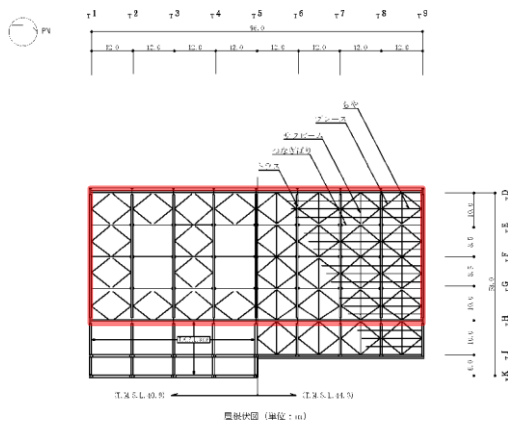


図1 概略平面図（屋上レベル）

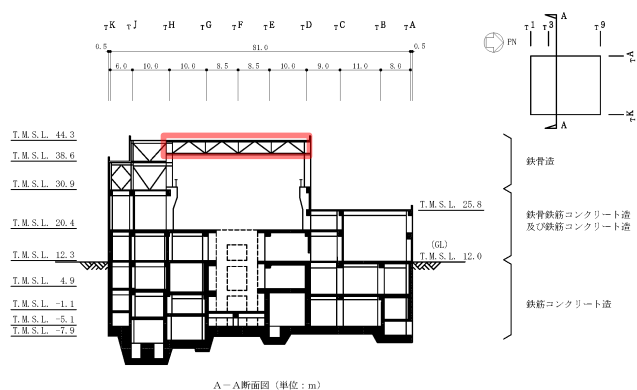


図2 概略断面図（EW方向）

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

4. 荷重条件

- 鉛直荷重は、常時作用する荷重（固定荷重及び積載荷重）及び積雪荷重を考慮する。  
表1に鉛直荷重一覧を示す。
- 水平地震荷重は、材料物性の不確かさを考慮した解析結果のうち、EW方向の最大応答せん断力を用いる。なお水平地震荷重は、建設工認時のT5通りの負担率に基づき、EW方向の最大応答せん断力を乗じた値を用いる。
- 鉛直地震荷重は、水平荷重同様に、最大鉛直加速度に基づく鉛直震度を用いる。  
鉛直地震荷重については、屋根部の応力及び変形が大きくなる下向き荷重のみを考慮する。
- 荷重の組合せは、組合せ係数法を用いる。  
表2に荷重の組合せケースを示す。

表1 鉛直荷重一覧（屋根トラス）

|                            |          |                         |                          |
|----------------------------|----------|-------------------------|--------------------------|
| 常時作用する荷重 (F <sub>d</sub> ) | 固定荷重 (G) | 屋根スラブ                   | 1.817 kN/m <sup>2</sup>  |
|                            |          | トラス鋼材                   | 76.98 kN/m <sup>3</sup>  |
|                            | 積載荷重 (P) |                         | 0.5884 kN/m <sup>2</sup> |
| 積雪荷重 (F <sub>s</sub> )     |          | 1.749 kN/m <sup>2</sup> |                          |

表2 荷重の組合せケース

| ケース  | 地震荷重の組合せ         |
|------|------------------|
| ケース1 | 水平：+1.0, 鉛直：+0.4 |
| ケース2 | 水平：-1.0, 鉛直：+0.4 |
| ケース3 | 水平：+0.4, 鉛直：+1.0 |
| ケース4 | 水平：-0.4, 鉛直：+1.0 |

注：水平方向地震荷重は、+はEからWへの荷重、-はWからEへの荷重を示す。

5. 解析モデル

- 2次元フレームモデルを用いた弾性応力解析を実施する。解析モデルを図3に示す。
- 解析コードは「f a p p a c e」を用いる。
- モデル化範囲は、屋根トラスの負担幅が最も大きくなるT5通りとし、脚部は固定、屋根スラブの剛性は考慮しない。
- 応力解析モデルは、T.M.S.L.12.3mより上部の耐震壁、柱、はり及び屋根トラスをモデル化する。

6. 断面の評価方法

応力解析により評価対象部位に生じる軸力及び曲げモーメントによる応力度が許容限界を超えないことを確認する。なお、許容限界については、終局耐力に対し妥当な安全裕度を有する許容限界を設定し、その許容限界は弾性限強度として「鋼構造設計規準」のF値に「平成12年建設省告示第2464号」に基づき1.1倍の割増しを考慮する。ただし、斜材及び束材は軸応力度のみ評価する。

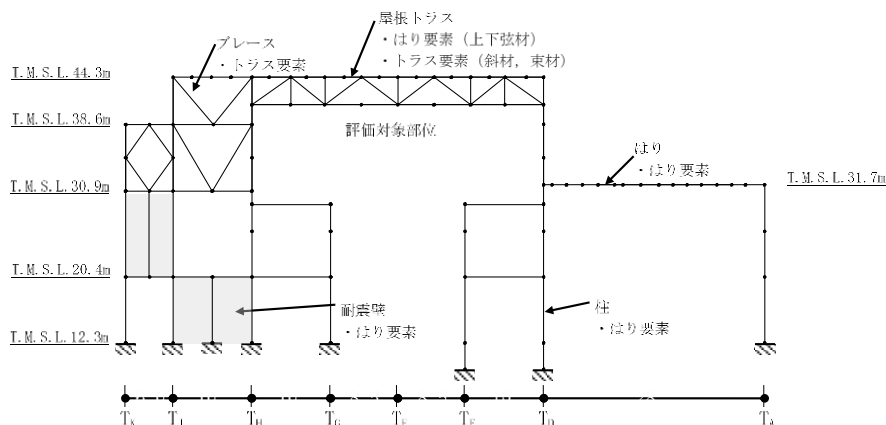


図3 屋根トラスの解析モデル (T5通り)

7. 評価結果

屋根トラスの評価結果を表3に、各部材の最大検定値となる評価対象部位を図4に示す。  
弾性設計用地震動 S d に基づく応力解析の結果、評価対象部位に生じる軸力及び曲げモーメントによる応力度が許容限界を超えないことを確認した。

表3 評価結果

| 評価対象部材 | 発生応力     | 応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 許容限界<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 検定値<br>(①+②又は①) | 組合せ<br>ケース |
|--------|----------|-----------------------------|------------------------------|-----------------|------------|
| 上弦材    | ①引張      | 190                         | 357                          | 0.99            | ケース3       |
|        | ②曲げモーメント | 160                         | 357                          |                 |            |
| 下弦材    | ①圧縮      | 103                         | 330                          | 0.71            | ケース4       |
|        | ②曲げモーメント | 140                         | 357                          |                 |            |
| 束材     | ①圧縮      | 150                         | 229                          | 0.66            | ケース3       |
| 斜材     | ②圧縮      | 238                         | 314                          | 0.76            | ケース4       |

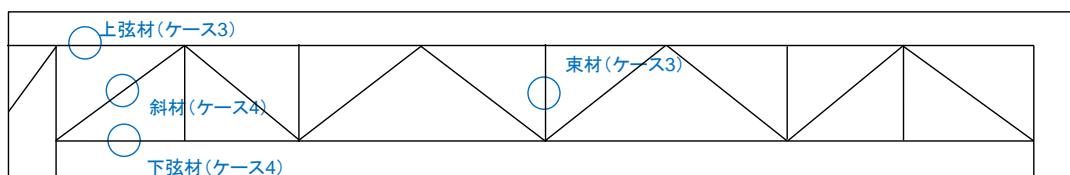


図4 評価対象部位

余白

別紙7 タービン建屋と廃棄物処理建屋間の相対変位について

## 目 次

|                        |         |
|------------------------|---------|
| 1. 概要                  | 別紙 7-1  |
| 2. 評価方針                | 別紙 7-2  |
| 3. 最大相対変位の評価方法         | 別紙 7-4  |
| 3.1 絶対値和による最大相対変位の検討   | 別紙 7-4  |
| 3.2 時刻歴変位による最大相対変位の検討  | 別紙 7-4  |
| 4. 最大相対変位の評価結果         | 別紙 7-6  |
| 4.1 絶対値和による最大相対変位の評価結果 | 別紙 7-6  |
| 4.2 時刻歴和による最大相対変位の評価結果 | 別紙 7-7  |
| 5. 衝突時の影響確認            | 別紙 7-13 |
| 5.1 評価方法               | 別紙 7-13 |
| 5.2 評価結果               | 別紙 7-20 |
| 6. まとめ                 | 別紙 7-21 |



## 1. 概要

本資料は、タービン建屋と廃棄物処理建屋との建屋間の相対変位を求め、その影響を確認するものである。

## 2. 評価方針

VI-2-2-5「タービン建屋の地震応答計算書」及びVI-2-2-11「廃棄物処理建屋の地震応答計算書」より、タービン建屋と廃棄物処理建屋との建屋間の最大相対変位が建屋間のクリアランスを超えるか確認を行う。

建屋間のクリアランスを超えた場合には、衝突範囲がどの部分か確認し、影響を確認する。

タービン建屋と廃棄物処理建屋のクリアランスを図2-1に示す。また、検討フローを図2-2に示す。

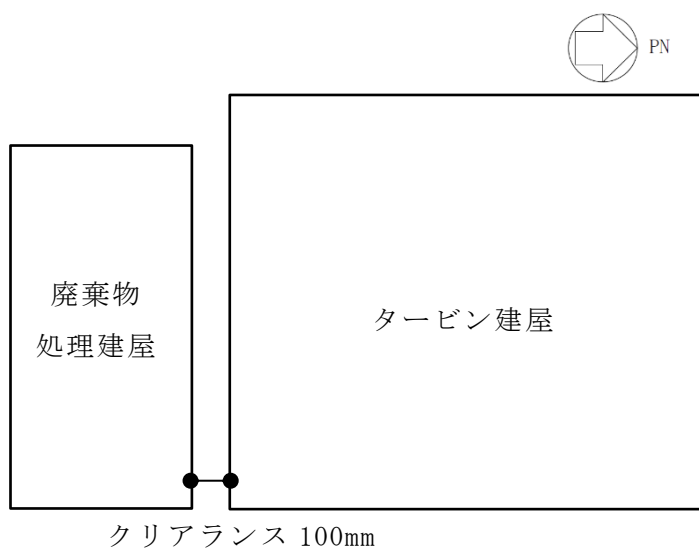
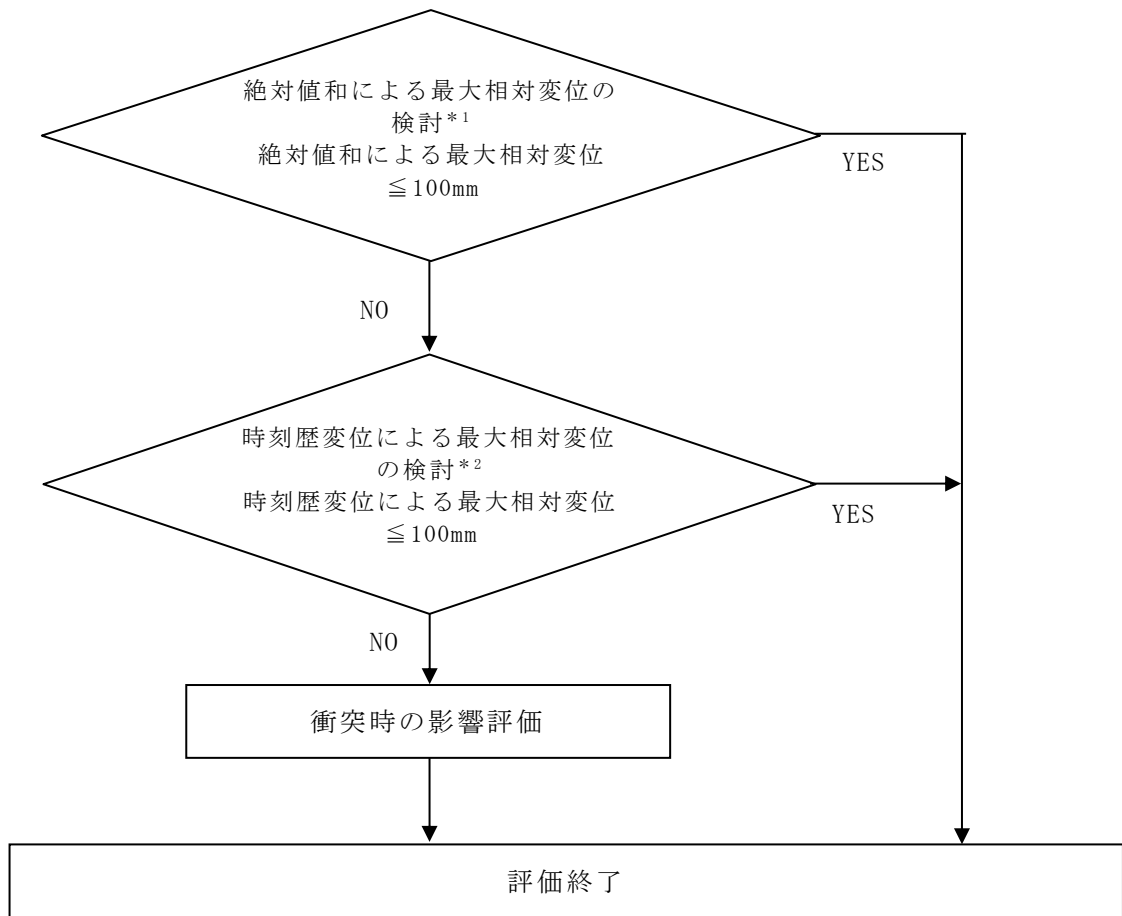


図2-1 建屋配置図（概略図）



注記\*1 : 基本ケース (Ss-1~Ss-8, NS 方向) による検討。  
 \*2 : 材料物性の不確かさを考慮した検討。

図 2-2 検討フロー

### 3. 最大相対変位の評価方法

#### 3.1 絶対値和による最大相対変位の検討

タービン建屋と廃棄物処理建屋の NS 方向の地震応答解析モデルの高さ関係を図 3-1 に示す。タービン建屋と廃棄物処理建屋の応答変位から算出した各質点位置における最大相対変位の和（絶対値和）を求め、建屋間のクリアランスと比較し、100mm 以内であることを確認する。

#### 3.2 時刻歴変位による最大相対変位の検討

「3.1 絶対値和による最大相対変位の検討」で検討した絶対値和による最大相対変位が建屋間のクリアランス（100mm）を超える場合は、時刻歴変位の和（時刻歴和）を求め、建屋間のクリアランスと比較し、100mm以内であることを確認する。

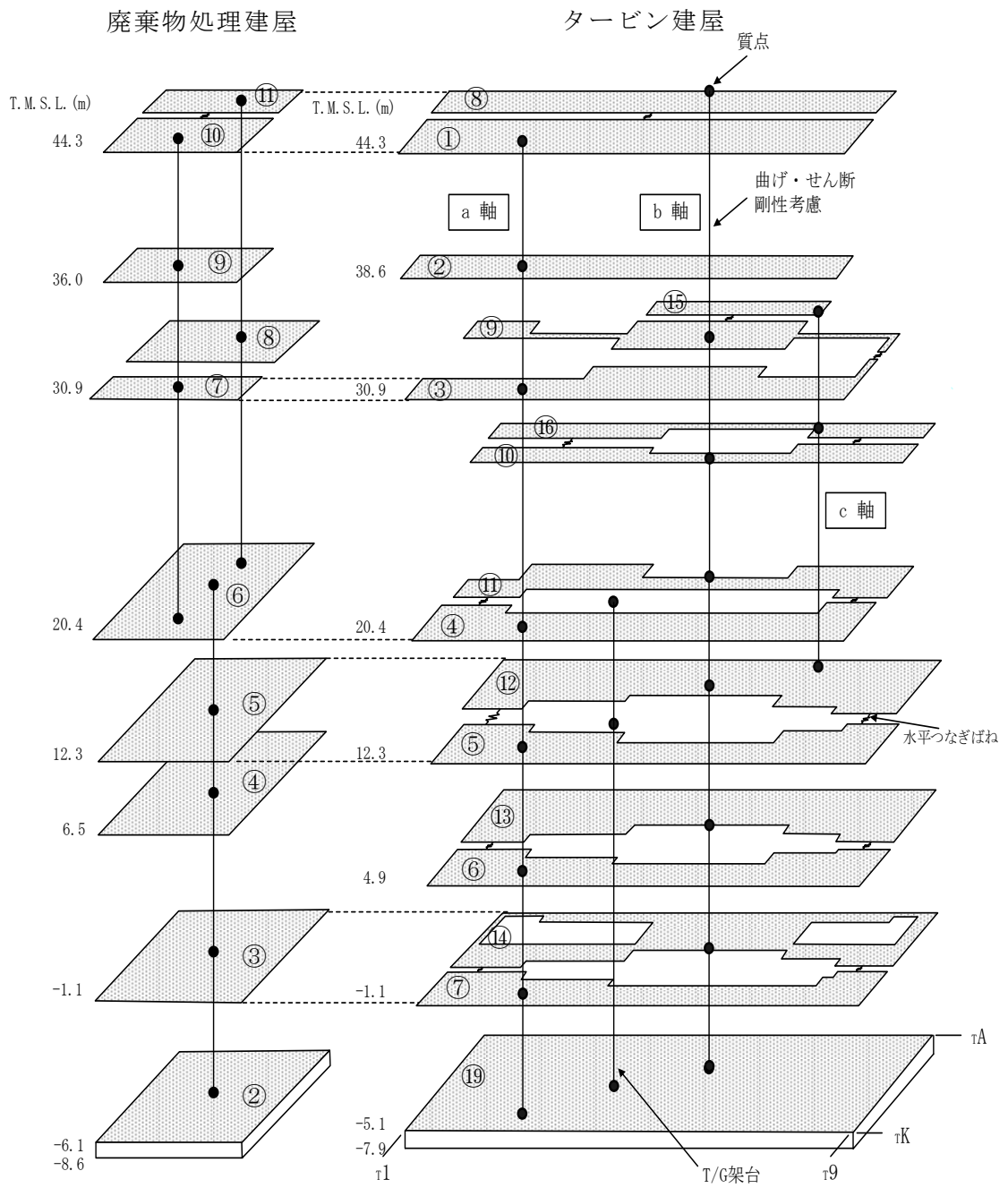


図 3-1 タービン建屋と廃棄物処理建屋の NS 方向の地震応答解析モデルの高さ関係

#### 4. 最大相対変位の評価結果

##### 4.1 絶対値和による最大相対変位の評価結果

タービン建屋と廃棄物処理建屋のケース1の応答変位から算出した各質点位置における絶対値和による最大相対変位を表4-1に示す。

表4-1よりS<sub>s</sub>-1, S<sub>s</sub>-2, S<sub>s</sub>-3及びS<sub>s</sub>-8においては上層部の最大相対変位がクリアランス（100mm）を超えることが、S<sub>s</sub>-4～7においては最大相対変位がクリアランス（100mm）以下になることが確認できる。

表 4-1 タービン建屋と廃棄物処理建屋間の絶対値和による最大相対変位  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, ケース 1)

| T. M. S. L.<br>(m) | 質点番号            |                      | 最大相対変位（絶対値和）<br>(mm) |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|--------------------|-----------------|----------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                    | 廃棄物<br>処理建屋     | タービン<br>建屋           | S <sub>s</sub> -1    | S <sub>s</sub> -2 | S <sub>s</sub> -3 | S <sub>s</sub> -4 | S <sub>s</sub> -5 | S <sub>s</sub> -6 | S <sub>s</sub> -7 | S <sub>s</sub> -8 |
|                    |                 |                      | 44.3                 | 10                | 1                 | 218.4             | 162.0             | 172.9             | 70.8              | 73.4              |
|                    | 11              | 8                    | 122.7                | 109.7             | 116.4             | 50.6              | 55.1              | 54.0              | 47.5              | 129.3             |
| 38.6               | —* <sup>1</sup> | 2                    | 165.0                | 124.2             | 136.8             | 52.2              | 56.6              | 56.3              | 48.0              | 140.5             |
| 36.7               | 9               | —* <sup>1</sup>      | 146.2                | 110.5             | 123.7             | 45.0              | 50.5              | 48.7              | 42.4              | 130.8             |
| 30.9               | 7               | 3                    | 86.5                 | 69.2              | 83.2              | 23.9              | 32.6              | 26.7              | 26.7              | 98.8              |
|                    | —* <sup>1</sup> | 9, 15* <sup>2</sup>  | 75.6                 | 58.5              | 76.3              | 28.5              | 39.6              | 31.5              | 36.1              | 84.1              |
| 30.4               | 8               | —* <sup>1</sup>      | 74.2                 | 57.1              | 74.5              | 27.9              | 38.8              | 30.9              | 35.3              | 83.0              |
| 25.8               | —* <sup>1</sup> | 10, 16* <sup>2</sup> | 60.9                 | 44.0              | 57.7              | 22.8              | 31.6              | 25.3              | 28.0              | 72.7              |
| 20.4               | 6               | 4, 11* <sup>2</sup>  | 51.8                 | 37.2              | 49.0              | 16.8              | 23.1              | 18.4              | 19.5              | 63.8              |

注記\*1：建屋質点間の変位は上下質点の変位を線形補間する。

\*2：最大相対変位が大きい質点番号の値を採用する。

## 4.2 時刻歴和による最大相対変位の評価結果

「4.1 絶対値和による最大相対変位の評価結果」の表4-1より最大相対変位がクリアランス（100mm）を超えるS<sub>s</sub>-1, S<sub>s</sub>-2, S<sub>s</sub>-3及びS<sub>s</sub>-8のケース1～5について、時刻歴和による最大相対変位を表4-2に示す。なお、時刻歴和による相対変位は、廃棄物処理建屋の応答変位からタービン建屋の応答変位を減じて算出しており、相対変位の値が正となる側がタービン建屋と廃棄物処理建屋が近づく側である。

表4-2よりS<sub>s</sub>-1の全ケース, S<sub>s</sub>-2ケース2, S<sub>s</sub>-3ケース1, 2, 4, 5, S<sub>s</sub>-8ケース1, 2, 4, 5においては、最大相対変位がクリアランス（100mm）以下になることが確認できる。

また、S<sub>s</sub>-2ケース1, 3, 4, 5, S<sub>s</sub>-3ケース3, S<sub>s</sub>-8ケース3においては、最大相対変位がクリアランス（100mm）を超え、衝突する結果となっていることが確認できる。なお、T.M.S.L. 44.3m位置での最大相対変位は、S<sub>s</sub>-2ケース4で、109.1mmとなる。

時刻歴和による相対変位が最大となるS<sub>s</sub>-2ケース4のT.M.S.L. 44.3m（タービン建屋の質点1と廃棄物処理建屋の質点10）の相対変位を図4-1に示す。

建屋断面図を図4-2に、建屋平面図を図4-3に、建屋間納り図を図4-4に示す。図4-4より、T.M.S.L. 44.3mにおける建屋間のクリアランス（100mm）は、タービン建屋のもや（鋼材）と廃棄物処理建屋のもや（鋼材）の間隔であることが確認できる。タービン建屋の質点1と廃棄物処理建屋の質点10が衝突するため、衝突範囲としては、T.M.S.L. 44.3mのトラスの東側部分となるが、ここでは保守的にT.M.S.L. 44.3mのトラス全体が衝突することを想定する。

表 4-2 タービン建屋と廃棄物処理建屋間の時刻歴和による最大相対変位

(a) ケース 1

| T. M. S. L.<br>(m) | 質点番号        |            | 最大相対変位 (時刻歴和)<br>(mm) |      |      |      |
|--------------------|-------------|------------|-----------------------|------|------|------|
|                    | 廃棄物<br>処理建屋 | タービン<br>建屋 | Ss-1                  | Ss-2 | Ss-3 | Ss-8 |
|                    |             |            | 44.3                  | 10   | 1    | 93.4 |
|                    | 11          | 8          | 54.0                  | 52.8 | 42.3 | 62.9 |
| 38.6               | —*          | 2          | 65.1                  | 76.3 | 53.3 | 64.4 |

注記\* : 建屋質点間の変位は上下質点の変位を線形補間する。

(b) ケース 2

| T. M. S. L.<br>(m) | 質点番号        |            | 最大相対変位 (時刻歴和)<br>(mm) |      |      |      |
|--------------------|-------------|------------|-----------------------|------|------|------|
|                    | 廃棄物<br>処理建屋 | タービン<br>建屋 | Ss-1                  | Ss-2 | Ss-3 | Ss-8 |
|                    |             |            | 44.3                  | 10   | 1    | 63.9 |
|                    | 11          | 8          | 45.4                  | 34.2 | 32.8 | 38.2 |
| 38.6               | —*          | 2          | 41.3                  | 56.9 | 45.4 | 31.4 |

注記\* : 建屋質点間の変位は上下質点の変位を線形補間する。

(c) ケース 3

| T. M. S. L.<br>(m) | 質点番号        |            | 最大相対変位 (時刻歴和)<br>(mm) |      |      |      |
|--------------------|-------------|------------|-----------------------|------|------|------|
|                    | 廃棄物<br>処理建屋 | タービン<br>建屋 | Ss-1                  | Ss-2 | Ss-3 | Ss-8 |
|                    |             |            | 44.3                  | 10   | 1    | 87.9 |
|                    | 11          | 8          | 45.5                  | 64.2 | 58.2 | 87.7 |
| 38.6               | —*          | 2          | 64.1                  | 83.6 | 80.5 | 88.4 |

注記\* : 建屋質点間の変位は上下質点の変位を線形補間する。

(d) ケース 4

| T. M. S. L.<br>(m) | 質点番号        |            | 最大相対変位 (時刻歴和)<br>(mm) |      |      |      |
|--------------------|-------------|------------|-----------------------|------|------|------|
|                    | 廃棄物<br>処理建屋 | タービン<br>建屋 | Ss-1                  | Ss-2 | Ss-3 | Ss-8 |
|                    |             |            | 44.3                  | 10   | 1    | 75.4 |
|                    | 11          | 8          | 46.3                  | 51.7 | 42.7 | 62.1 |
| 38.6               | —*          | 2          | 52.8                  | 81.8 | 55.6 | 61.5 |

注記\* : 建屋質点間の変位は上下質点の変位を線形補間する。

(e) ケース 5

| T. M. S. L.<br>(m) | 質点番号        |            | 最大相対変位 (時刻歴和)<br>(mm) |      |      |      |
|--------------------|-------------|------------|-----------------------|------|------|------|
|                    | 廃棄物<br>処理建屋 | タービン<br>建屋 | Ss-1                  | Ss-2 | Ss-3 | Ss-8 |
|                    |             |            | 44.3                  | 10   | 1    | 93.9 |
|                    | 11          | 8          | 55.7                  | 50.3 | 43.3 | 62.7 |
| 38.6               | —*          | 2          | 65.8                  | 74.9 | 54.1 | 66.1 |

注記\* : 建屋質点間の変位は上下質点の変位を線形補間する。



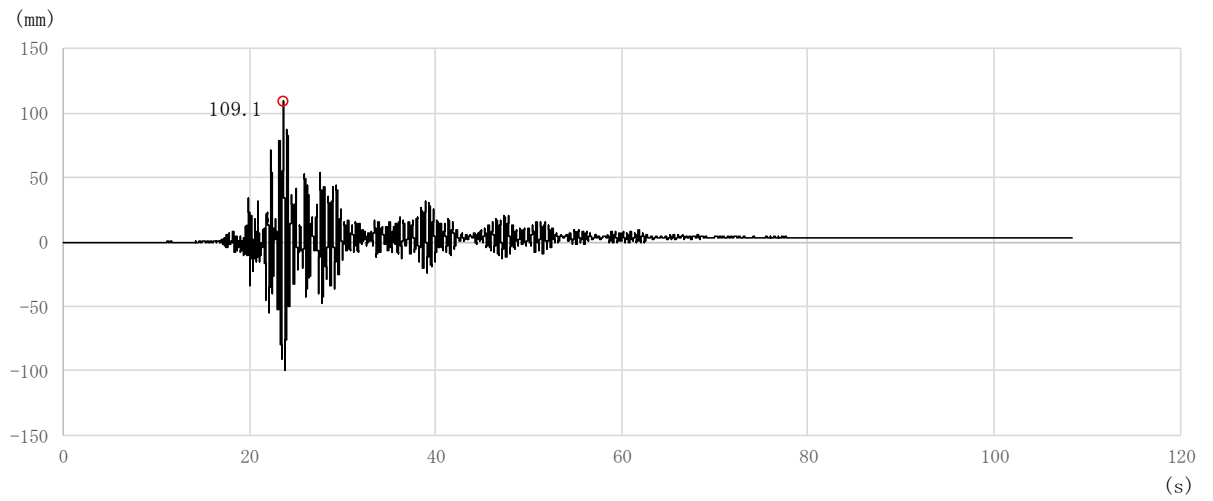
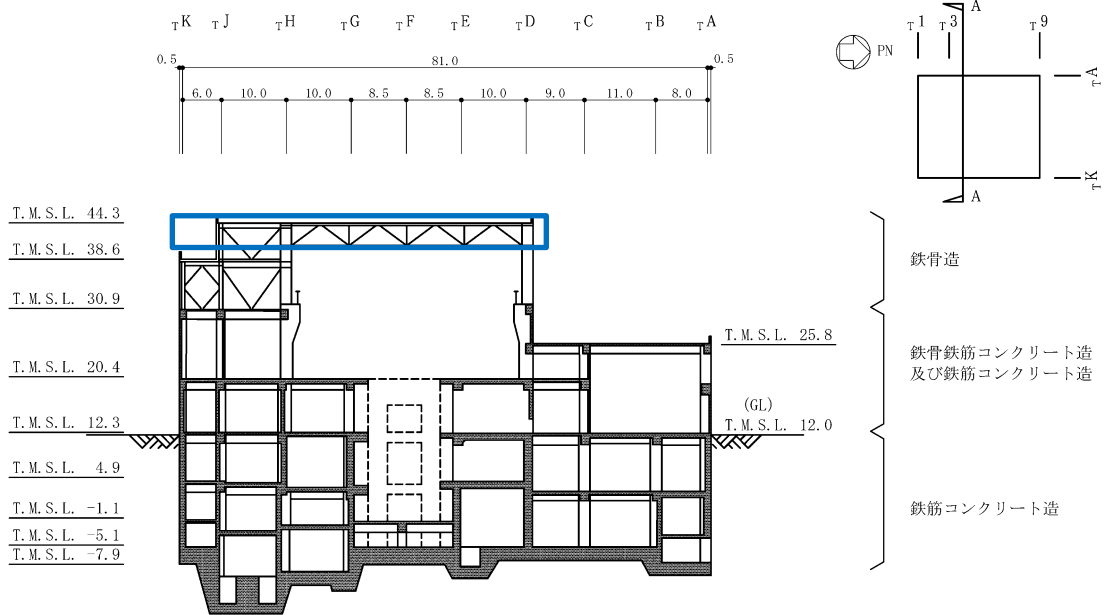
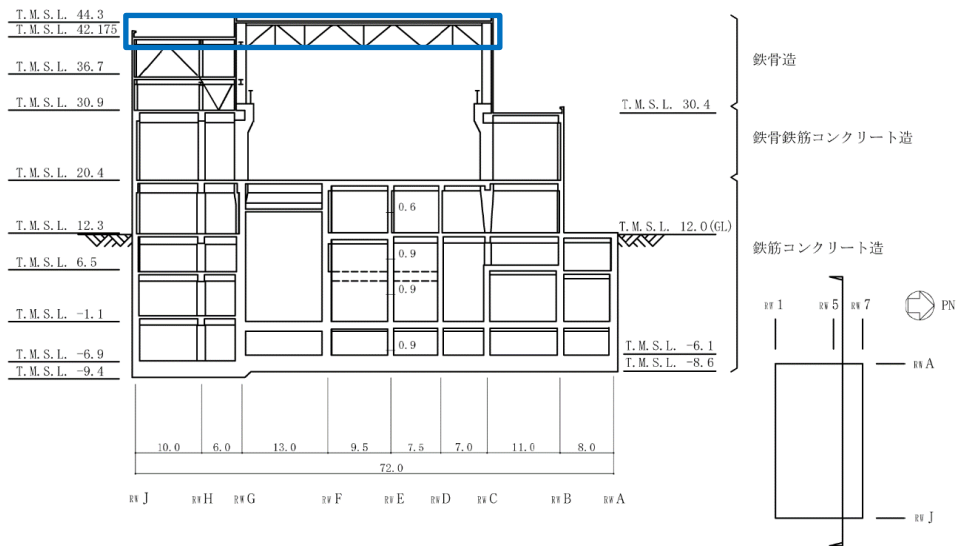


図 4-1 タービン建屋（質点 1）と廃棄物処理建屋（質点 10）間の時刻歴和による相対変位（Ss-2，ケース 4）

□ : 衝突範囲



(a) タービン建屋の断面図



(b) 廃棄物処理建屋の断面図

図 4-2 建屋断面図 (単位 : m)

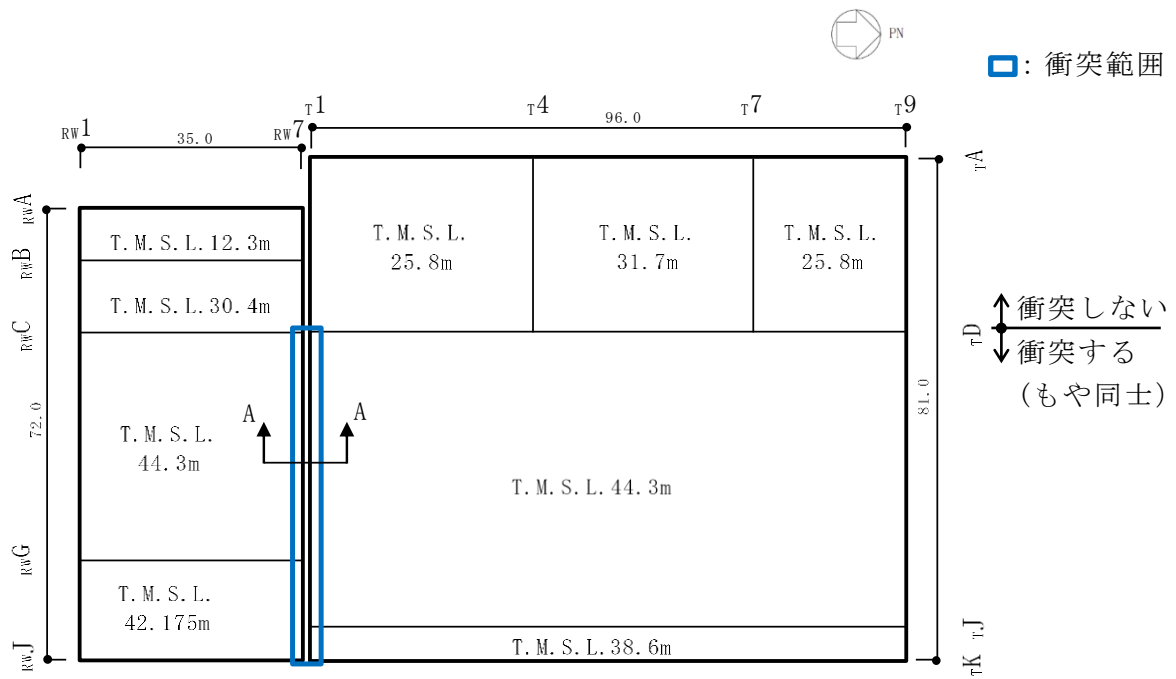
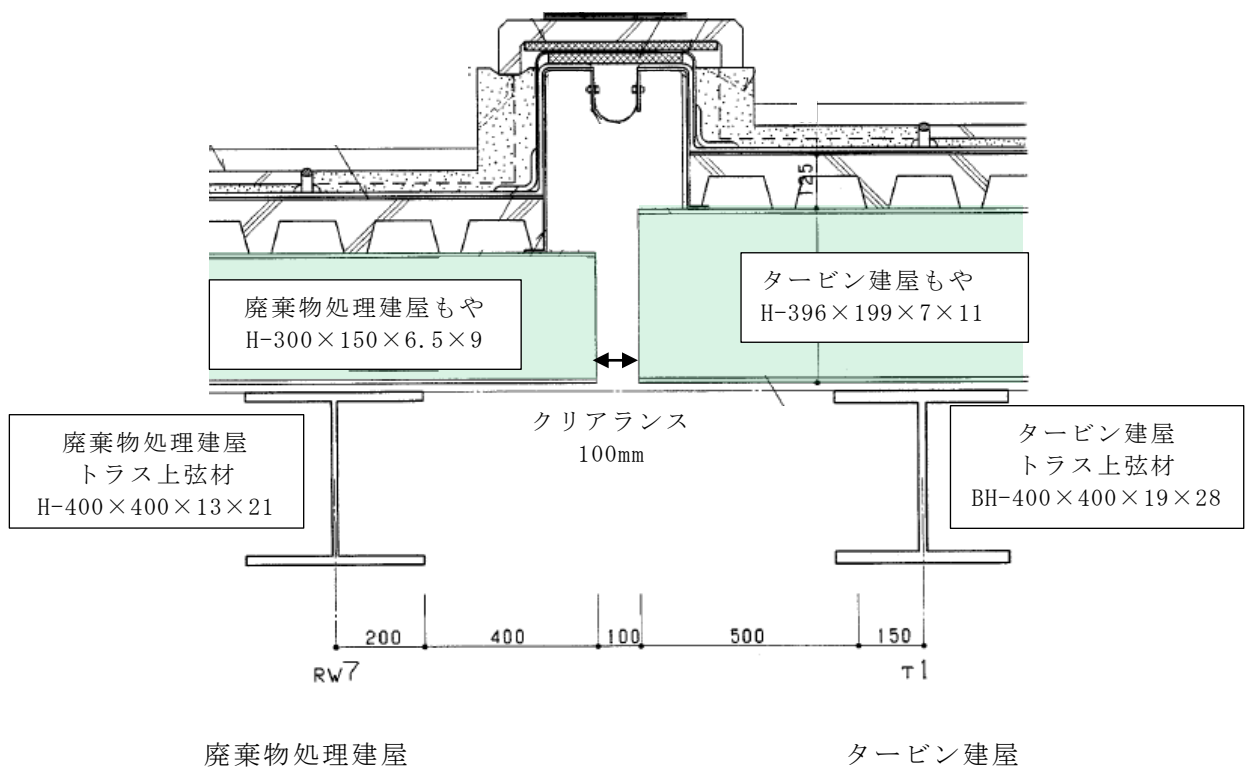


図 4-3 建屋平面図（高さ関係概略図）（単位：m）



(a) T.M.S.L. 44.3m の建屋間納り断面図 (A-A 断面) (単位: mm)

図 4-4 建屋間納り図

5. 衝突時の影響確認

タービン建屋と廃棄物処理建屋との時刻歴相対変位がクリアランス（100mm）を超え衝突する可能性があるため、衝突時の局部評価を行う。

5.1 評価方法

タービン建屋と廃棄物処理建屋の衝突する部位は、頂部の鉄骨部分のもやであり、また、超過する変位も 9mm 程度であることから、弾性衝突を仮定した運動量保存則に基づく評価を行う。

評価は質点位置において行う。評価に用いる衝撃力は慣性力から求め、衝撃力がもやの許容限界を超えないことを確認する。

(1) 衝撃力の算定

衝撃力として考慮する荷重は、弾性衝突を仮定した運動量保存則から求める。

$$m_T \cdot v_T + m_R \cdot v_R = m_T \cdot v_T' + m_R \cdot v_R' \quad \dots\dots\dots (5. 1)$$

$$e = 1 = - \frac{v_T' - v_R'}{v_T - v_R} \quad \dots\dots\dots (5. 2)$$

- $m_T$  : タービン建屋衝突時の評価に用いる質量
- $m_R$  : 廃棄物処理建屋衝突時の評価に用いる質量
- $v_T$  : タービン建屋の質点1の衝突前速度
- $v_R$  : 廃棄物処理建屋の質点10の衝突前速度
- $v_T'$  : タービン建屋の質点 1 の衝突後速度
- $v_R'$  : 廃棄物処理建屋の質点 10 の衝突後速度
- $e$  : 反発係数

(5. 1)式, (5. 2)式より, 衝突後速度は(5. 3)式となる。

$$\left. \begin{aligned} v_T' &= \frac{(m_T - m_R) \cdot v_T + 2 \cdot m_R \cdot v_R}{m_T + m_R} \\ v_R' &= \frac{2 \cdot m_T \cdot v_T - (m_T - m_R) \cdot v_R}{m_T + m_R} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5. 3)$$

運動量と力積の関係は、(5. 4)式となる。

$$F_T = \frac{m_T \cdot (v_T' - v_T)}{t} \quad , \quad F_R = \frac{m_R \cdot (v_R' - v_R)}{t} \quad \dots\dots\dots (5. 4)$$

$F_T$  : タービン建屋が受ける外力 (衝撃力)

$F_R$  : 廃棄物処理建屋が受ける外力 (衝撃力)

$t$  : 単位時間

(5. 3)式, (5. 4)式より, 各建屋が受ける外力は(5. 5)式となる。ここで, 単位時間当たりの速度変化は加速度で表すことができる。

$$\left. \begin{aligned} F_T &= \frac{-2 \cdot m_T \cdot m_R}{m_T + m_R} \cdot \frac{v_T - v_R}{t} = \frac{-2 \cdot m_T \cdot m_R}{m_T + m_R} \cdot (a_T - a_R) \\ F_R &= \frac{2 \cdot m_T \cdot m_R}{m_T + m_R} \cdot \frac{v_T - v_R}{t} = \frac{2 \cdot m_T \cdot m_R}{m_T + m_R} \cdot (a_T - a_R) \end{aligned} \right\} \dots (5. 5)$$

$a_T$  : タービン建屋の質点 1 の衝突時の加速度

$a_R$  : 廃棄物処理建屋の質点 10 の衝突時の加速度

(2) 解析モデルの設定

時刻歴和による相対変位が大きい Ss-2 ケース 4 において検討を行う。相対変位が 100mm を超える時の相対加速度が最大となる時刻の加速度を用いて衝撃力を算定する。最大相対加速度を表 5-1 に示す。

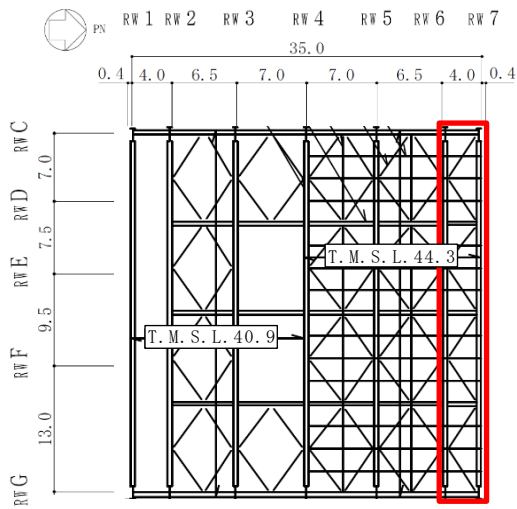
評価に用いる質量は、衝突部位に近い通り芯の柱及びはりの支配面積分を基本と考えるが、ここでは保守的に 1 スパン分を用いることにする。評価に用いる質量を表 5-2 に、評価に用いる質量として考慮している範囲を図 5-1 に示す。

表 5-1 T. M. S. L. 44. 3m の評価に用いる最大相対加速度

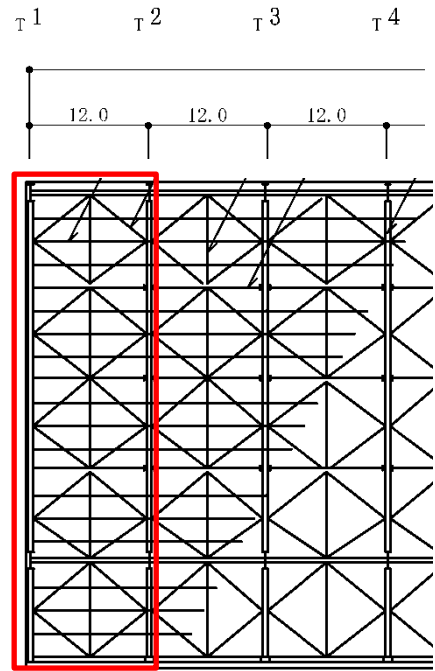
| ケース        | 最大相対加速度 (m/s <sup>2</sup> ) |
|------------|-----------------------------|
| Ss-2 ケース 4 | 20.8                        |

表 5-2 T. M. S. L. 44. 3m の評価に用いる質量

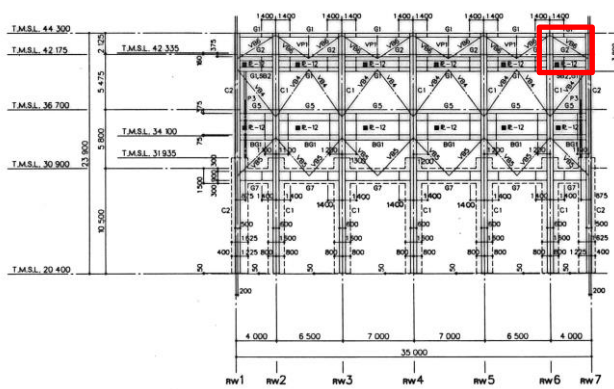
| 建屋                     | 質量 (t) |
|------------------------|--------|
| タービン建屋 m <sub>T</sub>  | 706.4  |
| 廃棄物処理建屋 m <sub>R</sub> | 413.8  |



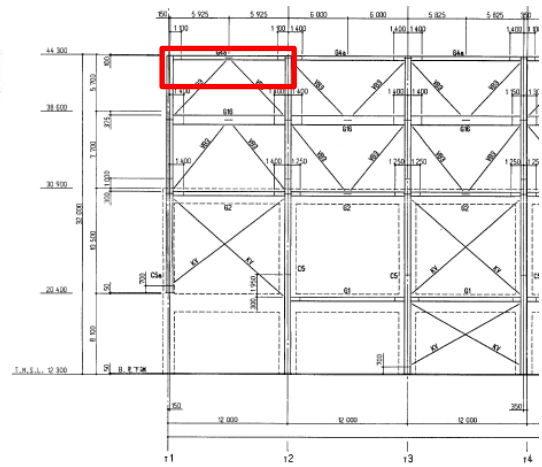
廃棄物処理建屋概略平面図  
(T.M.S.L. 44.3m) (単位：m)



タービン建屋概略平面図  
(T.M.S.L. 44.3m) (単位：m)



廃棄物処理建屋<sub>RWG</sub>通り鉄骨軸組図  
(単位：mm)



タービン建屋<sub>TJ</sub>通り鉄骨軸組図  
(単位：mm)

□：質量として考慮している範囲。

図 5-1 評価に用いる質量として考慮している範囲



(3) 許容限界

衝突により、もやは材軸方向に力を受けるため、弾性限強度に基づく圧縮力を許容限界とする。鋼材の弾性限強度を表 5-3 に示す。

表5-3 鋼材の弾性限強度

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

| 材料             | 板厚       | 基準強度<br>F 値 | 弾性限強度     |     |     |
|----------------|----------|-------------|-----------|-----|-----|
|                |          |             | 圧縮*<br>引張 | 曲げ* | せん断 |
| SS41 (SS400相当) | t ≤ 40mm | 235         | 258       | 258 | 135 |

注記\*：「平成12年建設省告示第2464号」に基づき、F 値に1.1倍の割増しを考慮する。

(4) もやの接合部の評価方法

もやの接合部の評価は、「鋼構造接合部設計指針」((社)日本建築学会, 2012改訂)を参考に下式を用いて耐力評価を行う。なお、接合部 1箇所当たりのボルト本数は、廃棄物処理建屋の方が少ないため、代表として廃棄物処理建屋における接合部の評価を行う。タービン建屋及び廃棄物処理建屋のもやとトラス上弦材の接合部を図 5-2 に、タービン建屋と衝突する廃棄物処理建屋のもやを図 5-3 に示す。

$$q_{BU} = 0.6 \cdot m \cdot A_{BS} \cdot F_{BU} \dots\dots\dots (5.6)$$

$q_{BU}$  : 最大せん断耐力

$m$  : 摩擦面の数 (1面)

$A_{BS}$  : 高力ボルトの軸部断面積 (314mm<sup>2</sup>)

$F_{BU}$  : 高力ボルトの引張強さ (F10T, 1000N/mm<sup>2</sup>)

(5) もやの変形量の算定方法

衝撃力から下式を用いて、もやの変形量を算出する。各建屋のもやの部材長さは、通り芯からの跳ね出し長さとする。もやの断面積は、廃棄物処理建屋の断面積の方が小さいため、廃棄物処理建屋の断面積の合計を評価に用いる。

$$\Delta L = \frac{F \cdot L}{E \cdot A} \dots\dots\dots (5. 7)$$

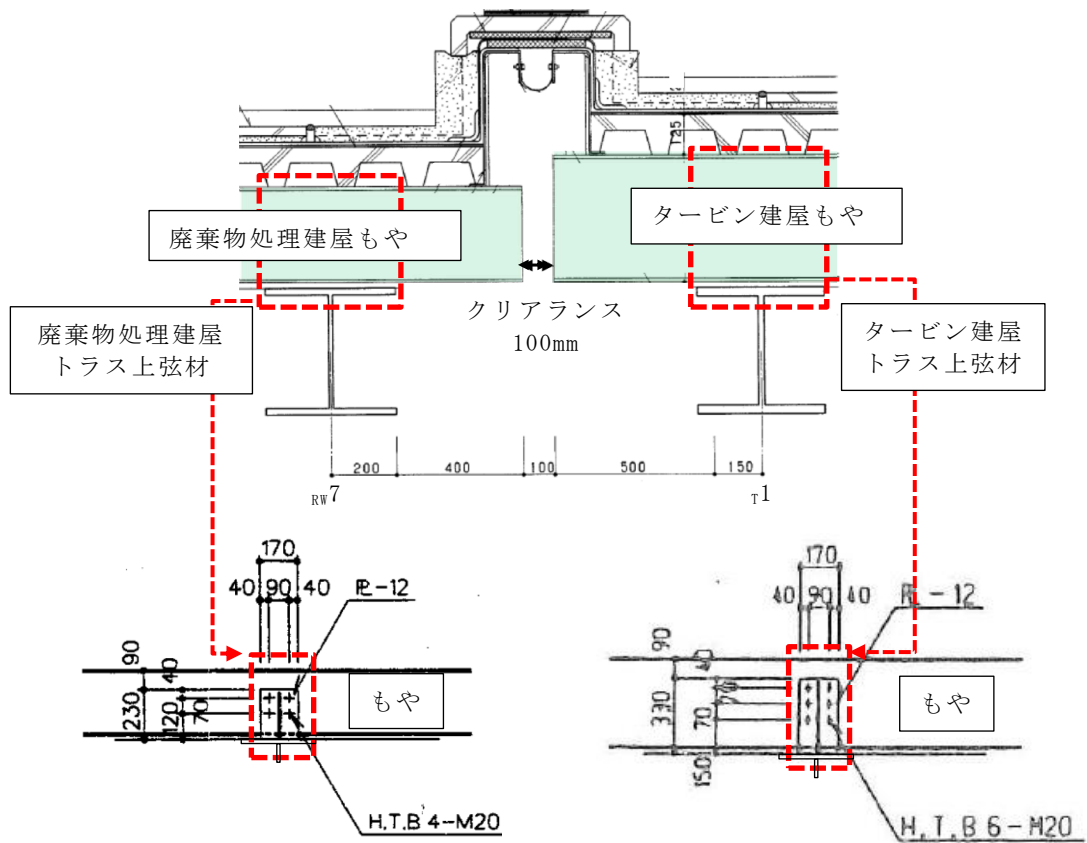
$\Delta L$  : もやの変形量 (mm)

F : 衝撃力

L : もやの部材長さ (タービン建屋 : 650mm, 廃棄物処理建屋 : 600mm)

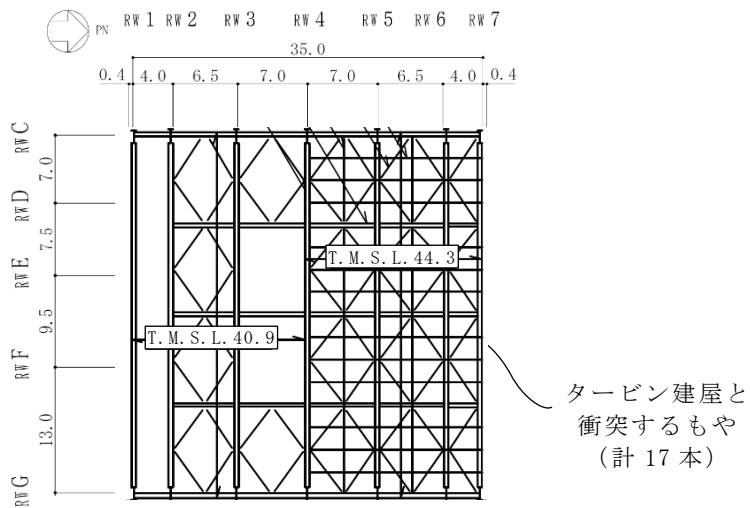
E : 鉄骨のヤング係数 (205000N/mm<sup>2</sup>)

A : 廃棄物処理建屋のもやの軸断面積の合計 (84200mm<sup>2</sup>)



(a) 廃棄物処理建屋 (b) タービン建屋

図 5-2 もやとトラス上弦材の接合部 (単位: mm)



廃棄物処理建屋概略平面図 (T.M.S.L. 44.3m)

図 5-3 タービン建屋と衝突する廃棄物処理建屋のもや

## 5.2 評価結果

### (1) もやの耐力

T. M. S. L. 44. 3m におけるもやの評価結果を表 5-4 に示す。衝撃力が許容限界を超えないことを確認した。

表 5-4 もやの評価結果

| ①衝撃力<br>(kN) | ②許容限界<br>(kN) | 検定値<br>①/② |
|--------------|---------------|------------|
| 10900        | 21700         | 0.503      |

### (2) もやと上弦材との接合部の耐力

接合部の評価結果を表 5-5 に示す。衝撃力が接合部の最大耐力を超えないことを確認した。

表 5-5 廃棄物処理建屋の接合部の評価結果

| ①衝撃力<br>(kN) | ②ボルトの<br>最大耐力<br>(kN/本) | 接合部の最大耐力 (kN)                                 |                                    | 検定値<br>①/④ |
|--------------|-------------------------|---|------------------------------------|------------|
|              |                         | ③ <sub>Rw1</sub> 通り<br>1 箇所当たり<br>(②×ボルト 4 本) | ④ <sub>Rw1</sub> 通り<br>(③×もや 17 本) |            |
| 10900        | 188                     | 752   | 12700                              | 0.859      |

### (3) もやの変形量

衝突時のもやの変形量を表 5-6 に示す。

表 5-6 もやの変形量

| 衝撃力<br>(kN) | タービン建屋の<br>もやの変形量<br>(mm) | 廃棄物処理建屋の<br>もやの変形量<br>(mm) | もやの変形量<br>の合計<br>(mm) |
|-------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------|
| 10900       | 0.4                       | 0.4                        | 0.8                   |

## 6. まとめ

タービン建屋と廃棄物処理建屋間の相対変位について評価した。評価の結果、建屋間クリアランス（100mm）を、T.M.S.L. 44.3m において最大で 9.1mm 超え、衝突することを確認した。また、衝突時の影響評価として、衝突時の衝撃力が部材に与える影響を評価し、衝撃力がもやの許容限界を超えないことを確認した。

別紙8 地震応答解析における建屋側面地盤回転ばねの考慮に  
関する検討について

## 目 次

|                             |         |
|-----------------------------|---------|
| 1. 概要                       | 別紙 8-1  |
| 2. 検討方針                     | 別紙 8-2  |
| 3. 検討条件                     | 別紙 8-3  |
| 3.1 建屋側面地盤ばねの考慮             | 別紙 8-3  |
| 3.2 解析モデル                   | 別紙 8-7  |
| 4. 検討結果                     | 別紙 8-11 |
| 4.1 固有値解析結果                 | 別紙 8-11 |
| 4.2 地震応答解析結果                | 別紙 8-12 |
| 5. タービン建屋の地震応答解析による評価に与える影響 | 別紙 8-26 |
| 5.1 せん断ひずみに対する影響            | 別紙 8-26 |
| 5.2 床応答スペクトルに対する影響          | 別紙 8-26 |
| 6. まとめ                      | 別紙 8-31 |

## 1. 概要

建屋側面の地盤ばねのうち、回転ばね（以下「側面回転ばね」という。）を考慮する建屋の選定は「原子炉建屋の地震応答計算書に関する補足説明資料」のうち別紙1-7「建屋側面地盤回転ばねを考慮する建屋の選定について」に基づき選定しており、タービン建屋は最小接地率が100%であるため、今回設工認モデルでは側面回転ばねを非考慮とした。本資料は側面回転ばねを考慮した地震応答解析を実施し、タービン建屋の地震応答解析による評価に与える影響について確認するものである。



## 2. 検討方針

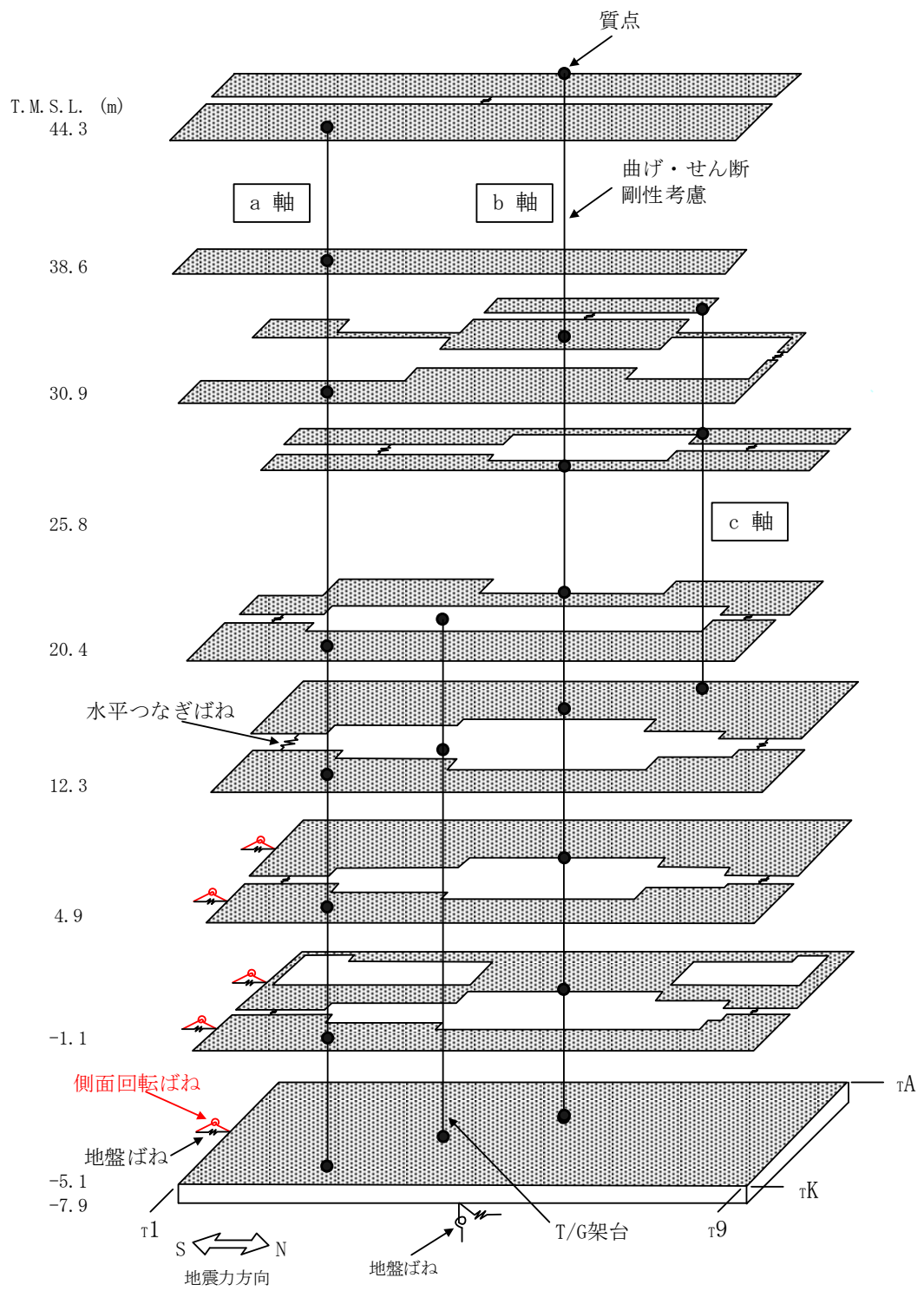
タービン建屋の地震応答解析モデル（以下「今回設工認モデル」という。）と側面回転ばねを考慮したモデル（以下「側面回転ばね考慮モデル」という。）を比較することにより、側面回転ばねの考慮による建屋応答への影響を確認する。

なお、地震応答解析は、位相特性の偏りがなく、全周期帯において安定した応答を生じさせる基準地震動 Ss-1 に対して実施することとする。

### 3. 検討条件

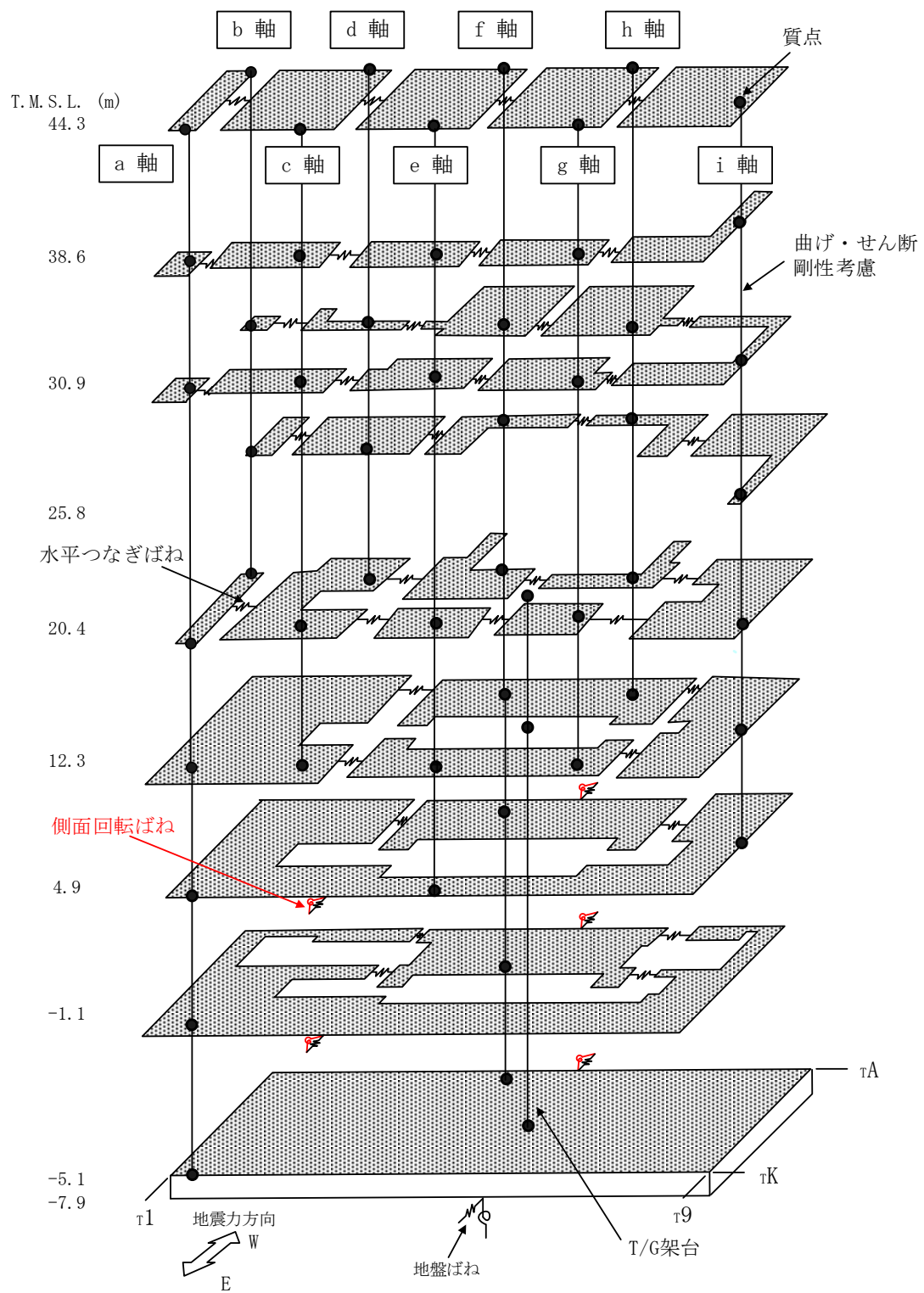
#### 3.1 建屋側面地盤ばねの考慮

埋込み部分の建屋側面地盤ばねについては、建屋側面位置の地盤定数を用いて、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」により、Novak の方法に基づき求めた水平ばねを、基礎底面地盤ばねと同様に、近似法により定数化して用いる。また、本検討における側面回転ばね考慮モデルでは今回設工認モデルでは考慮していなかった回転ばねを、水平ばねと同様に、定数化して用いる。なお、地盤表層部（新期砂層）については、表層部では建屋－地盤相互作用が見込めないと判断し、この部分の地盤ばねは考慮しない。建屋側面の水平・回転ばねの評価には、解析コード「NOVAK」を用いる。側面回転ばね考慮モデルの概念図を図 3-1 及び図 3-2 に、側面回転ばね部を拡大した図を図 3-3 に示す。



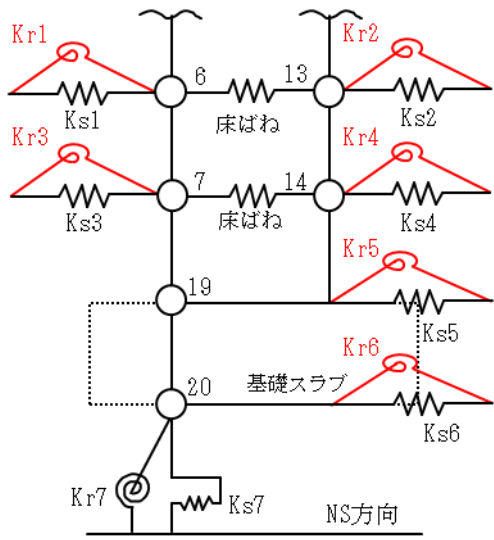
注：東京湾平均海面を，以下「T.M.S.L.」という。

図 3-1 地震応答解析モデルの概念図 (NS 方向)

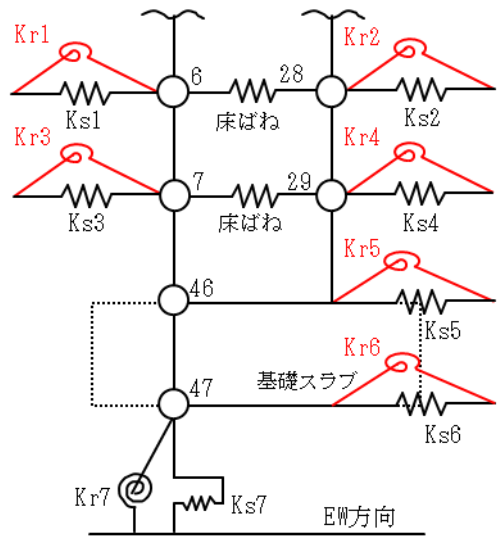


注：東京湾平均海面を，以下「T.M.S.L.」という。

図 3-2 地震応答解析モデルの概念図 (EW 方向)



NS 方向



EW 方向

図 3-3 側面回転ばねの概要

### 3.2 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルを図 3-4 に，地盤ばね定数を表 3-1～表 3-4 に示す。



表 3-1 地盤ばね定数と減衰係数（側面回転ばね考慮モデル，NS 方向，Ss-1）

| ばね番号 | 質点番号 | 地盤ばね成分 | ばね定数*1                | 減衰係数*2             |
|------|------|--------|-----------------------|--------------------|
| Ks1  | 6    | 側面・並進  | $3.92 \times 10^5$    | $2.69 \times 10^5$ |
| Kr1  | 6    | 側面・回転  | $7.18 \times 10^8$    | $1.47 \times 10^8$ |
| Ks2  | 13   | 側面・並進  | $5.26 \times 10^5$    | $3.61 \times 10^5$ |
| Kr2  | 13   | 側面・回転  | $9.64 \times 10^8$    | $1.98 \times 10^8$ |
| Ks3  | 7    | 側面・並進  | $9.34 \times 10^5$    | $6.40 \times 10^5$ |
| Kr3  | 7    | 側面・回転  | $1.71 \times 10^9$    | $3.51 \times 10^8$ |
| Ks4  | 14   | 側面・並進  | $1.25 \times 10^6$    | $8.58 \times 10^5$ |
| Kr4  | 14   | 側面・回転  | $2.29 \times 10^9$    | $4.71 \times 10^8$ |
| Ks5  | 19   | 側面・並進  | $2.05 \times 10^6$    | $1.12 \times 10^6$ |
| Kr5  | 19   | 側面・回転  | $3.84 \times 10^9$    | $6.26 \times 10^8$ |
| Ks6  | 20   | 側面・並進  | $2.30 \times 10^6$    | $6.91 \times 10^5$ |
| Kr6  | 20   | 側面・回転  | $4.25 \times 10^9$    | $4.18 \times 10^8$ |
| Ks7  | 20   | 底面・並進  | $1.14 \times 10^8$    | $6.92 \times 10^6$ |
| Kr7  | 20   | 底面・回転  | $3.15 \times 10^{11}$ | $7.65 \times 10^9$ |

注記\*1 : Ks1, Ks2, Ks3, Ks4, Ks5, Ks6 及び Ks7 の単位は kN/m, Kr1, Kr2, Kr3, Kr4, Kr5, Kr6 及び Kr7 の単位は kN・m/rad を示す。

\*2 : Ks1, Ks2, Ks3, Ks4, Ks5, Ks6 及び Ks7 の単位は kN・s/m, Kr1, Kr2, Kr3, Kr4, Kr5, Kr6 及び Kr7 の単位は kN・m・s/rad を示す。

表 3-2 地盤ばね定数と減衰係数（今回設工認モデル，NS 方向，Ss-1）

| ばね番号 | 質点番号 | 地盤ばね成分 | ばね定数*1                | 減衰係数*2             |
|------|------|--------|-----------------------|--------------------|
| Ks1  | 6    | 側面・並進  | $3.92 \times 10^5$    | $2.69 \times 10^5$ |
| Ks2  | 13   | 側面・並進  | $5.26 \times 10^5$    | $3.61 \times 10^5$ |
| Ks3  | 7    | 側面・並進  | $9.34 \times 10^5$    | $6.40 \times 10^5$ |
| Ks4  | 14   | 側面・並進  | $1.25 \times 10^6$    | $8.58 \times 10^5$ |
| Ks5  | 19   | 側面・並進  | $2.05 \times 10^6$    | $1.12 \times 10^6$ |
| Ks6  | 20   | 側面・並進  | $2.30 \times 10^6$    | $6.91 \times 10^5$ |
| Ks7  | 20   | 底面・並進  | $1.14 \times 10^8$    | $6.92 \times 10^6$ |
| Kr7  | 20   | 底面・回転  | $3.15 \times 10^{11}$ | $7.65 \times 10^9$ |

注記\*1 : Ks1, Ks2, Ks3, Ks4, Ks5, Ks6 及び Ks7 の単位は kN/m, Kr7 の単位は kN・m/rad を示す。

\*2 : Ks1, Ks2, Ks3, Ks4, Ks5, Ks6 及び Ks7 の単位は kN・s/m, Kr7 の単位は kN・m・s/rad を示す。



表 3-3 地盤ばね定数と減衰係数（側面回転ばね考慮モデル，EW 方向，Ss-1）

| ばね番号 | 質点番号 | 地盤ばね成分 | ばね定数* <sup>1</sup>    | 減衰係数* <sup>2</sup> |
|------|------|--------|-----------------------|--------------------|
| Ks1  | 6    | 側面・並進  | $6.92 \times 10^5$    | $4.67 \times 10^5$ |
| Kr1  | 6    | 側面・回転  | $1.27 \times 10^9$    | $2.59 \times 10^8$ |
| Ks2  | 28   | 側面・並進  | $2.27 \times 10^5$    | $1.53 \times 10^5$ |
| Kr2  | 28   | 側面・回転  | $4.15 \times 10^8$    | $8.49 \times 10^7$ |
| Ks3  | 7    | 側面・並進  | $1.65 \times 10^6$    | $1.11 \times 10^6$ |
| Kr3  | 7    | 側面・回転  | $3.02 \times 10^9$    | $6.17 \times 10^8$ |
| Ks4  | 29   | 側面・並進  | $5.40 \times 10^5$    | $3.65 \times 10^5$ |
| Kr4  | 29   | 側面・回転  | $9.89 \times 10^8$    | $2.02 \times 10^8$ |
| Ks5  | 46   | 側面・並進  | $2.05 \times 10^6$    | $1.10 \times 10^6$ |
| Kr5  | 46   | 側面・回転  | $3.84 \times 10^9$    | $6.22 \times 10^8$ |
| Ks6  | 47   | 側面・並進  | $2.30 \times 10^6$    | $6.85 \times 10^5$ |
| Kr6  | 47   | 側面・回転  | $4.25 \times 10^9$    | $4.12 \times 10^8$ |
| Ks7  | 47   | 底面・並進  | $1.17 \times 10^8$    | $7.12 \times 10^6$ |
| Kr7  | 47   | 底面・回転  | $2.44 \times 10^{11}$ | $4.92 \times 10^9$ |

注記\*1 : Ks1, Ks2, Ks3, Ks4, Ks5, Ks6 及び Ks7 の単位は kN/m, Kr1, Kr2, Kr3, Kr4, Kr5, Kr6 及び Kr7 の単位は kN・m/rad を示す。

\*2 : Ks1, Ks2, Ks3, Ks4, Ks5, Ks6 及び Ks7 の単位は kN・s/m, Kr1, Kr2, Kr3, Kr4, Kr5, Kr6 及び Kr7 の単位は kN・m・s/rad を示す。

表 3-4 地盤ばね定数と減衰係数（今回設工認モデル，EW 方向，Ss-1）

| ばね番号 | 質点番号 | 地盤ばね成分 | ばね定数* <sup>1</sup>    | 減衰係数* <sup>2</sup> |
|------|------|--------|-----------------------|--------------------|
| Ks1  | 6    | 側面・並進  | $6.92 \times 10^5$    | $4.67 \times 10^5$ |
| Ks2  | 28   | 側面・並進  | $2.27 \times 10^5$    | $1.53 \times 10^5$ |
| Ks3  | 7    | 側面・並進  | $1.65 \times 10^6$    | $1.11 \times 10^6$ |
| Ks4  | 29   | 側面・並進  | $5.40 \times 10^5$    | $3.64 \times 10^5$ |
| Ks5  | 46   | 側面・並進  | $2.05 \times 10^6$    | $1.10 \times 10^6$ |
| Ks6  | 47   | 側面・並進  | $2.30 \times 10^6$    | $6.85 \times 10^5$ |
| Ks7  | 47   | 底面・並進  | $1.17 \times 10^8$    | $7.12 \times 10^6$ |
| Kr7  | 47   | 底面・回転  | $2.44 \times 10^{11}$ | $4.91 \times 10^9$ |

注記\*1 : Ks1, Ks2, Ks3, Ks4, Ks5, Ks6 及び Ks7 の単位は kN/m, Kr7 の単位は kN・m/rad を示す。

\*2 : Ks1, Ks2, Ks3, Ks4, Ks5, Ks6 及び Ks7 の単位は kN・s/m, Kr7 の単位は kN・m・s/rad を示す。

#### 4. 検討結果

##### 4.1 固有値解析結果

今回設工認モデルと側面回転ばね考慮モデルの固有値解析結果（固有周期及び固有振動数）の比較を表 4-1 に示す。

側面回転ばね考慮モデルの固有周期は、今回設工認モデルの結果と同等であることを確認した。

表 4-1 固有値解析結果

(a) NS 方向, Ss-1

| 次数 | 固有周期(s)  |             | 固有振動数(Hz) |             |
|----|----------|-------------|-----------|-------------|
|    | 今回設工認モデル | 側面回転ばね考慮モデル | 今回設工認モデル  | 側面回転ばね考慮モデル |
| 1  | 0.360    | 0.360       | 2.78      | 2.78        |
| 2  | 0.287    | 0.287       | 3.48      | 3.48        |
| 3  | 0.216    | 0.215       | 4.64      | 4.64        |
| 4  | 0.185    | 0.185       | 5.42      | 5.42        |
| 5  | 0.177    | 0.177       | 5.64      | 5.64        |

(b) EW 方向, Ss-1

| 次数 | 固有周期(s)  |             | 固有振動数(Hz) |             |
|----|----------|-------------|-----------|-------------|
|    | 今回設工認モデル | 側面回転ばね考慮モデル | 今回設工認モデル  | 側面回転ばね考慮モデル |
| 1  | 0.391    | 0.389       | 2.56      | 2.57        |
| 2  | 0.304    | 0.304       | 3.28      | 3.28        |
| 3  | 0.252    | 0.252       | 3.97      | 3.97        |
| 4  | 0.219    | 0.219       | 4.56      | 4.56        |
| 5  | 0.180    | 0.180       | 5.54      | 5.56        |

#### 4.2 地震応答解析結果

基準地震動 Ss-1 による最大応答値を図 4-1～図 4-8 及び表 4-2～表 4-11 に、最大せん断ひずみを表 4-10 及び表 4-11 に示す。

側面回転ばね考慮モデルの最大応答値は、今回設工認モデルの結果と同等であることを確認した。

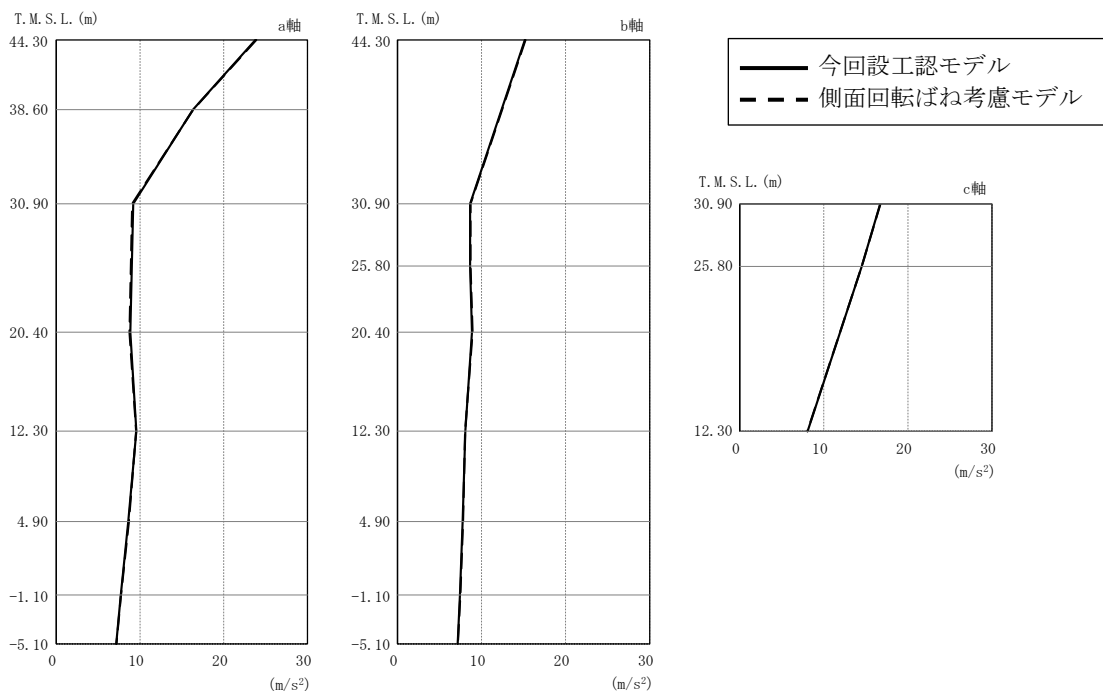


図 4-1 最大応答加速度 (NS 方向, Ss-1)

表 4-2 最大応答加速度一覧表 (NS 方向, Ss-1)

| 部位  | 質点番号 | 最大応答加速度一覧表 (m/s <sup>2</sup> ) |      |
|-----|------|--------------------------------|------|
|     |      | ①                              | ②    |
| a 軸 | 1    | 23.8                           | 23.9 |
|     | 2    | 16.3                           | 16.3 |
|     | 3    | 9.18                           | 9.06 |
|     | 4    | 8.84                           | 8.75 |
|     | 5    | 9.56                           | 9.53 |
|     | 6    | 8.60                           | 8.67 |
|     | 7    | 7.69                           | 7.72 |
|     | 19   | 7.16                           | 7.18 |
| b 軸 | 8    | 15.2                           | 15.2 |
|     | 9    | 8.65                           | 8.71 |
|     | 10   | 8.65                           | 8.69 |
|     | 11   | 8.86                           | 8.94 |
|     | 12   | 8.07                           | 8.05 |
|     | 13   | 7.75                           | 7.81 |
| c 軸 | 14   | 7.44                           | 7.48 |
|     | 15   | 16.7                           | 16.7 |
|     | 16   | 14.5                           | 14.5 |

注：①今回設工認モデル

②側面回転ばね考慮モデル

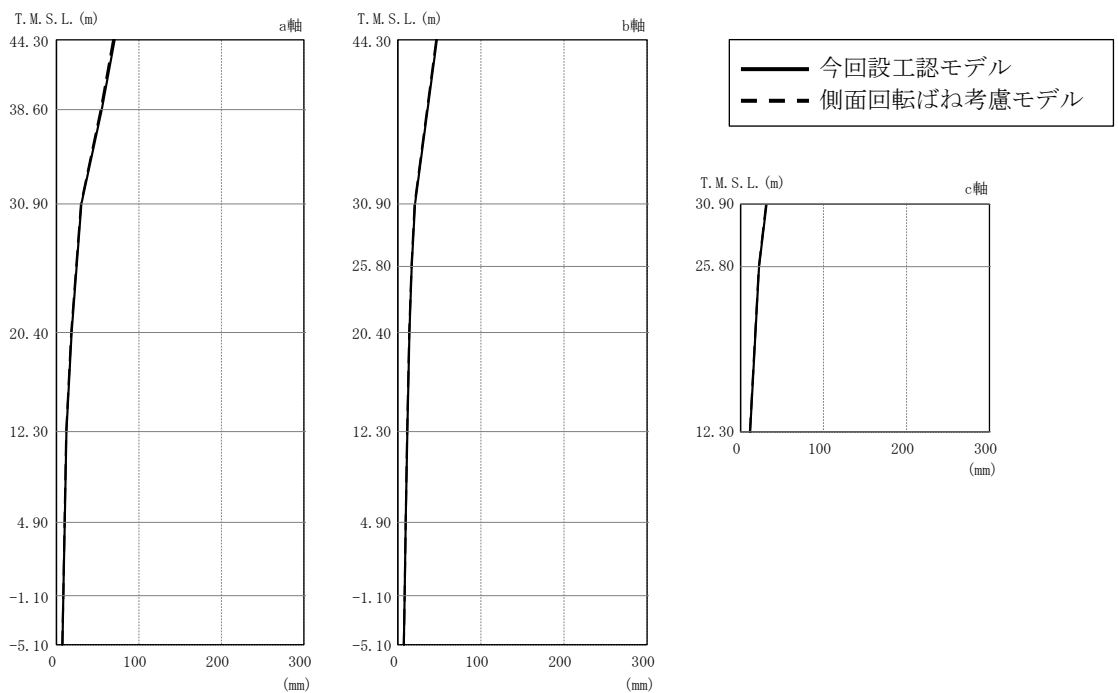


図 4-2 最大応答変位 (NS 方向, Ss-1)

表 4-3 最大応答変位一覧表 (NS 方向, Ss-1)

| 部位  | 質点番号 | 最大応答変位<br>一覧表<br>(mm) |      |
|-----|------|-----------------------|------|
|     |      | ①                     | ②    |
| a 軸 | 1    | 70.6                  | 68.8 |
|     | 2    | 55.1                  | 53.8 |
|     | 3    | 30.2                  | 29.8 |
|     | 4    | 18.4                  | 17.9 |
|     | 5    | 12.3                  | 12.0 |
|     | 6    | 10.2                  | 9.97 |
|     | 7    | 8.44                  | 8.35 |
|     | 19   | 7.30                  | 7.26 |
| b 軸 | 8    | 47.0                  | 46.3 |
|     | 9    | 20.7                  | 20.2 |
|     | 10   | 16.7                  | 16.4 |
|     | 11   | 13.9                  | 13.7 |
|     | 12   | 11.5                  | 11.2 |
|     | 13   | 9.55                  | 9.41 |
|     | 14   | 8.26                  | 8.18 |
| c 軸 | 15   | 31.4                  | 30.9 |
|     | 16   | 22.4                  | 22.0 |

注：①今回設工認モデル

②側面回転ばね考慮モデル

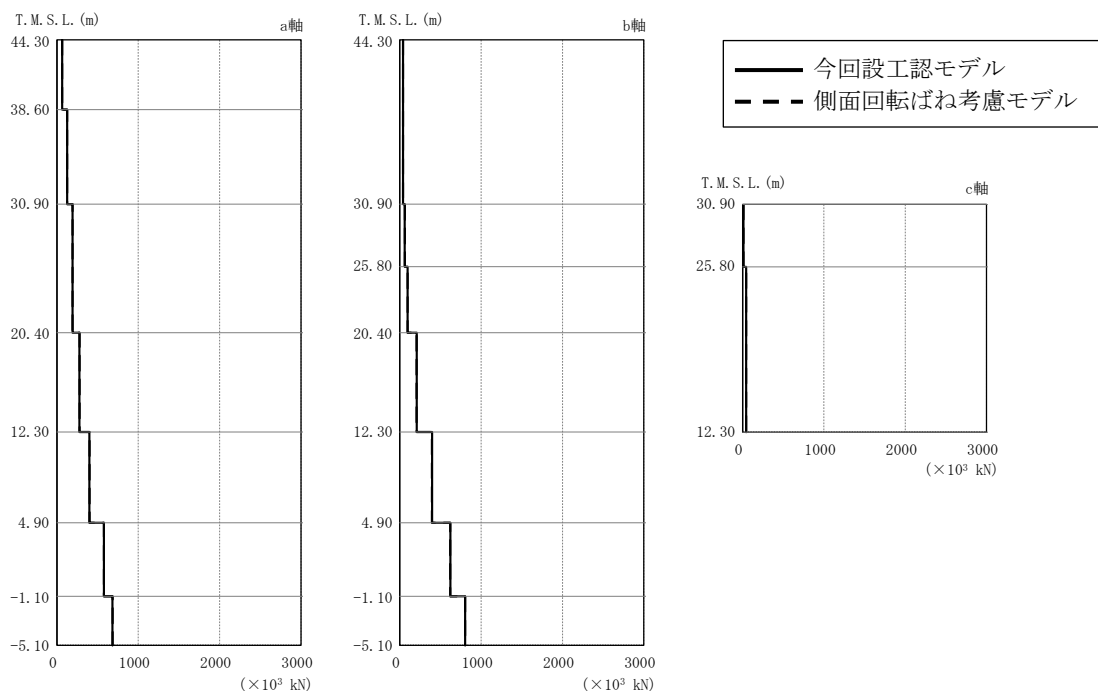


図 4-3 最大応答せん断力 (NS 方向, Ss-1)

表 4-4 最大応答せん断力一覧表 (NS 方向, Ss-1)

| 部位  | 部材番号 | 最大応答せん断力<br>一覧表<br>( $\times 10^3$ kN) |      |
|-----|------|--|------|
|     |      | ①                                      | ②    |
| a 軸 | 1    | 63.9                                   | 63.7 |
|     | 2    | 125                                    | 125  |
|     | 3    | 192                                    | 193  |
|     | 4    | 276                                    | 279  |
|     | 5    | 399                                    | 402  |
|     | 6    | 577                                    | 579  |
|     | 7    | 683                                    | 684  |
| b 軸 | 8    | 40.0                                   | 39.8 |
|     | 9    | 61.0                                   | 61.7 |
|     | 10   | 95.2                                   | 96.0 |
|     | 11   | 207                                    | 206  |
|     | 12   | 398                                    | 395  |
|     | 13   | 622                                    | 619  |
|     | 14   | 804                                    | 804  |
| c 軸 | 15   | 11.1                                   | 11.0 |
|     | 16   | 43.0                                   | 42.8 |

注：①今回設工認モデル

②側面回転ばね考慮モデル

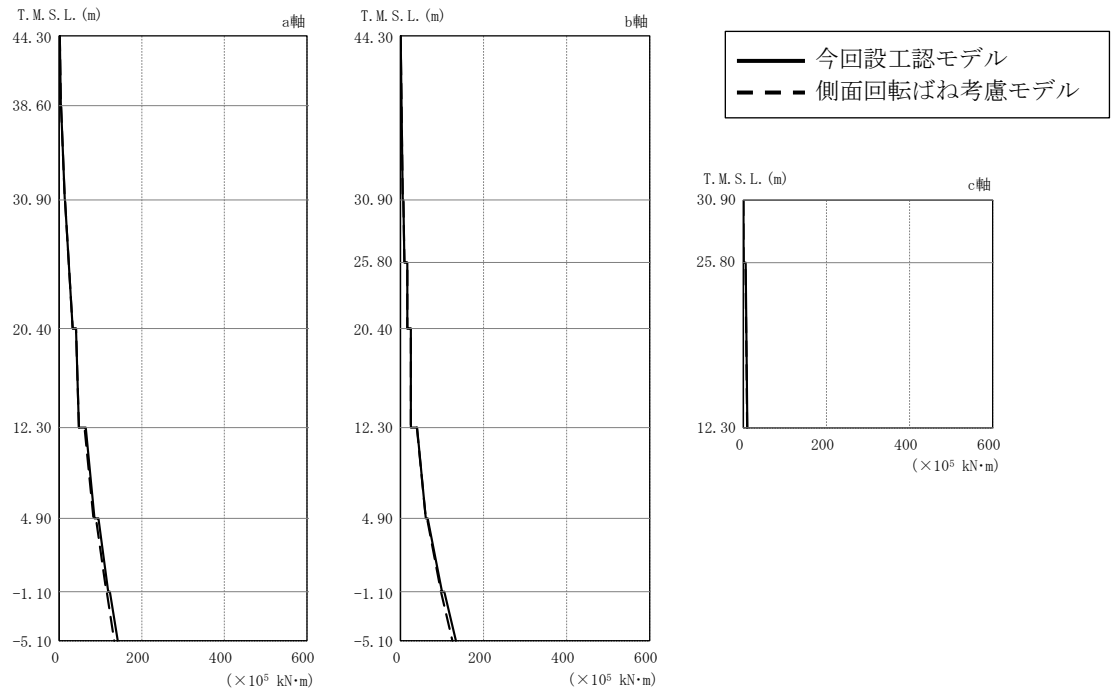


図 4-4 最大応答曲げモーメント (NS 方向, Ss-1)

表 4-5 最大応答曲げモーメント一覧表 (NS 方向, Ss-1)

| 部位     | 部<br>材<br>番<br>号 | 最大応答<br>曲げモーメント<br>一覧表<br>(×10 <sup>5</sup> kN·m) |                 |
|--------|------------------|---|-----------------|
|        |                  | ①   | ②               |
| a<br>軸 | 1                | 1.66<br>4.08                                      | 1.63<br>4.06    |
|        | 2                | 4.41<br>13.4                                      | 4.39<br>13.3    |
|        | 3                | 14.3<br>32.6                                      | 14.2<br>32.6    |
|        | 4                | 40.7<br>47.8                                      | 40.7<br>47.7    |
|        | 5                | 64.3<br>85.6                                      | 61.6<br>83.2    |
|        | 6                | 94.8<br>119                                       | 89.2<br>114     |
|        | 7                | 123<br>142  | 115<br>133      |
| b<br>軸 | 8                | 0.178<br>5.42                                     | 0.178<br>5.39   |
|        | 9                | 6.69<br>9.19                                      | 6.60<br>9.08    |
|        | 10               | 16.1<br>16.3                                      | 16.1<br>16.2    |
|        | 11               | 24.6<br>24.9                                      | 24.6<br>24.9    |
|        | 12               | 39.8<br>61.0                                      | 39.2<br>60.8    |
|        | 13               | 65.5<br>99.8                                      | 63.5<br>97.3    |
|        | 14               | 105<br>133  | 97.5<br>125     |
| c<br>軸 | 15               | 0.0279<br>0.570                                   | 0.0260<br>0.567 |
|        | 16               | 5.18<br>9.33                                      | 4.85<br>9.04    |

注：①今回設工認モデル  
②側面回転ばね考慮モデル

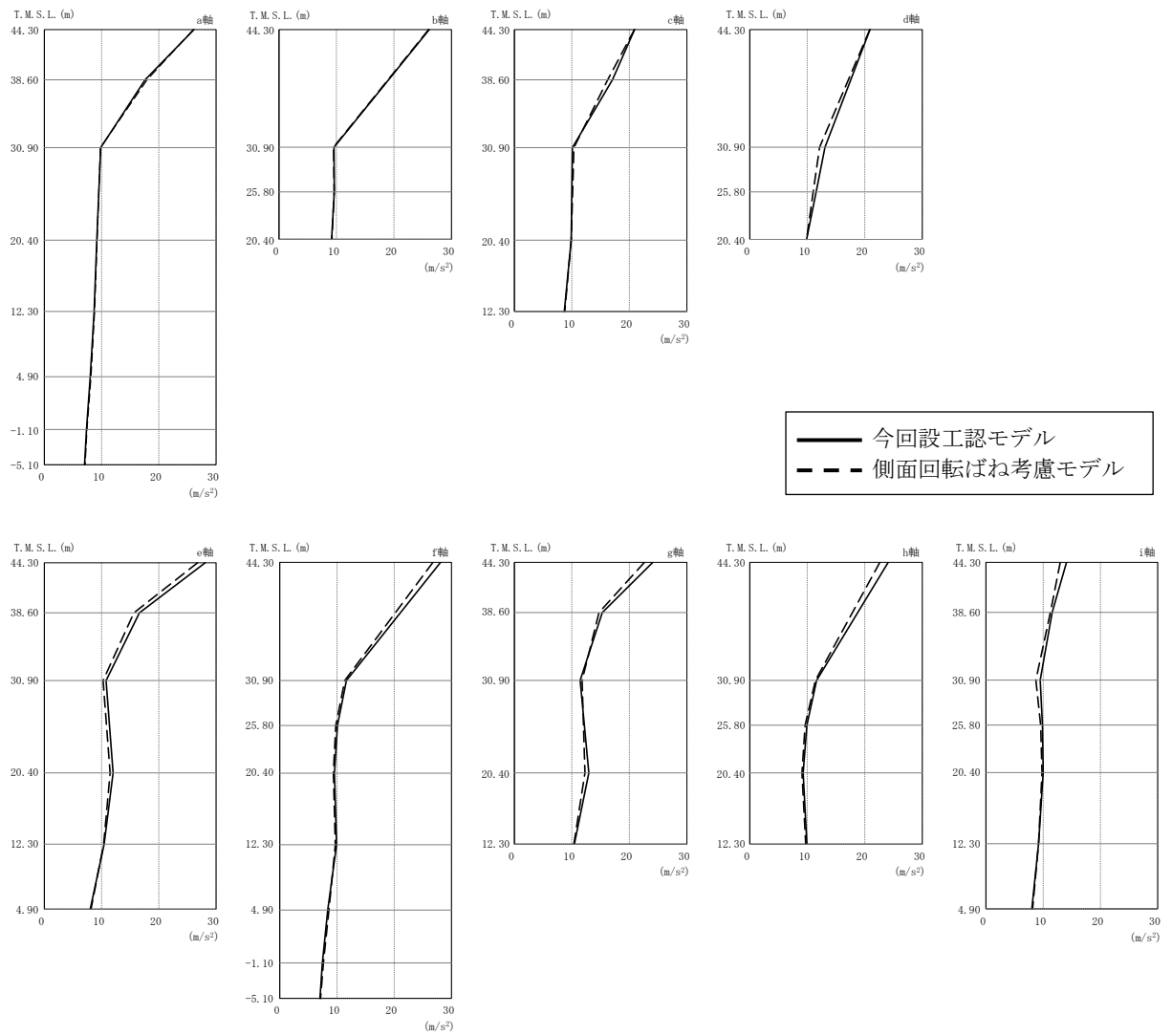


図 4-5 最大応答加速度 (EW 方向, Ss-1)



表 4-6 最大応答加速度一覧表 (EW 方向, Ss-1)

| 部位  | 質点番号 | 最大応答加速度<br>一覧表<br>(m/s <sup>2</sup> ) |      |
|-----|------|---------------------------------------|------|
|     |      | ①                                     | ②    |
| a 軸 | 1    | 26.1                                  | 26.0 |
|     | 2    | 17.6                                  | 17.9 |
|     | 3    | 9.84                                  | 9.78 |
|     | 4    | 9.16                                  | 9.22 |
|     | 5    | 8.70                                  | 8.77 |
|     | 6    | 8.03                                  | 8.14 |
|     | 7    | 7.37                                  | 7.45 |
|     | 46   | 7.04                                  | 7.12 |
| b 軸 | 9    | 9.57                                  | 9.50 |
|     | 10   | 9.63                                  | 9.59 |
| c 軸 | 11   | 20.9                                  | 20.9 |
|     | 12   | 17.1                                  | 16.2 |
|     | 13   | 10.1                                  | 10.4 |
|     | 14   | 9.90                                  | 9.88 |
| d 軸 | 16   | 13.1                                  | 12.1 |
|     | 17   | 11.5                                  | 11.0 |
| e 軸 | 18   | 28.1                                  | 26.8 |
|     | 19   | 16.6                                  | 15.7 |
|     | 20   | 10.8                                  | 10.3 |
|     | 21   | 12.0                                  | 11.5 |
|     | 22   | 10.4                                  | 10.4 |
| f 軸 | 24   | 11.7                                  | 11.4 |
|     | 25   | 10.1                                  | 9.81 |
|     | 26   | 9.57                                  | 9.38 |
|     | 27   | 9.93                                  | 9.73 |
|     | 28   | 8.39                                  | 8.60 |
|     | 29   | 7.44                                  | 7.63 |
| g 軸 | 30   | 24.1                                  | 22.6 |
|     | 31   | 15.3                                  | 14.7 |
|     | 32   | 11.5                                  | 11.8 |
|     | 33   | 13.0                                  | 12.3 |
| h 軸 | 35   | 11.6                                  | 11.4 |
|     | 36   | 9.95                                  | 9.64 |
|     | 37   | 9.28                                  | 9.07 |
| i 軸 | 38   | 14.1                                  | 13.0 |
|     | 39   | 11.6                                  | 11.2 |
|     | 40   | 9.50                                  | 8.72 |
|     | 41   | 9.87                                  | 9.57 |
|     | 42   | 10.0                                  | 9.80 |
|     | 43   | 9.20                                  | 9.19 |

注：①今回設工認モデル

②側面回転ばね考慮モデル

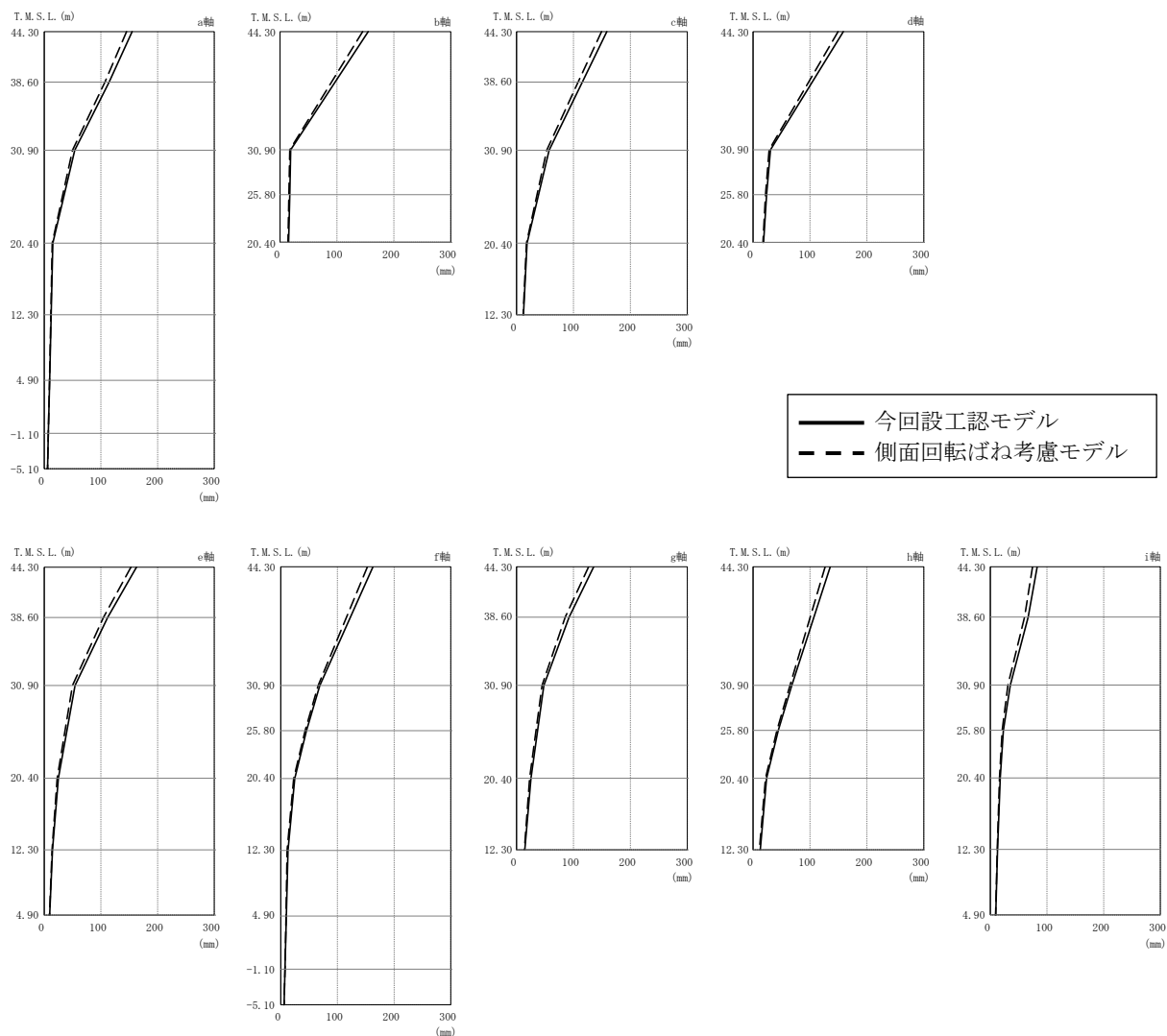


図 4-6 最大応答変位 (EW 方向, Ss-1)

表 4-7 最大応答変位一覧表 (EW 方向, Ss-1)

| 部位     | 質点番号 | 最大応答変位<br>一覧表<br>(mm) |      |
|--------|------|-----------------------|------|
|        |      | ①                     | ②    |
| a<br>軸 | 1    | 155                   | 145  |
|        | 2    | 115                   | 107  |
|        | 3    | 53.8                  | 49.8 |
|        | 4    | 15.2                  | 14.1 |
|        | 5    | 12.3                  | 11.7 |
|        | 6    | 9.57                  | 9.30 |
|        | 7    | 7.30                  | 7.33 |
|        | 46   | 5.95                  | 6.04 |
| b<br>軸 | 9    | 18.9                  | 17.2 |
|        | 10   | 17.2                  | 15.8 |
| c<br>軸 | 11   | 159                   | 149  |
|        | 12   | 116                   | 108  |
|        | 13   | 57.5                  | 53.2 |
|        | 14   | 18.7                  | 17.4 |
| d<br>軸 | 16   | 30.8                  | 28.2 |
|        | 17   | 23.9                  | 22.1 |
| e<br>軸 | 18   | 163                   | 153  |
|        | 19   | 112                   | 105  |
|        | 20   | 54.5                  | 50.0 |
|        | 21   | 25.1                  | 22.8 |
|        | 22   | 14.5                  | 13.8 |
| f<br>軸 | 24   | 69.0                  | 66.0 |
|        | 25   | 45.3                  | 43.1 |
|        | 26   | 24.8                  | 22.9 |
|        | 27   | 12.8                  | 11.3 |
|        | 28   | 10.0                  | 9.34 |
|        | 29   | 7.53                  | 7.43 |
| g<br>軸 | 30   | 136                   | 127  |
|        | 31   | 92.4                  | 85.7 |
|        | 32   | 48.1                  | 44.9 |
|        | 33   | 25.4                  | 23.1 |
| h<br>軸 | 35   | 68.0                  | 65.0 |
|        | 36   | 44.4                  | 42.1 |
|        | 37   | 23.9                  | 22.0 |
| i<br>軸 | 38   | 82.7                  | 74.6 |
|        | 39   | 66.7                  | 60.5 |
|        | 40   | 35.4                  | 31.1 |
|        | 41   | 23.0                  | 21.1 |
|        | 42   | 17.5                  | 16.1 |
|        | 43   | 12.9                  | 12.2 |

注：①今回設工認モデル  
②側面回転ばね考慮モデル

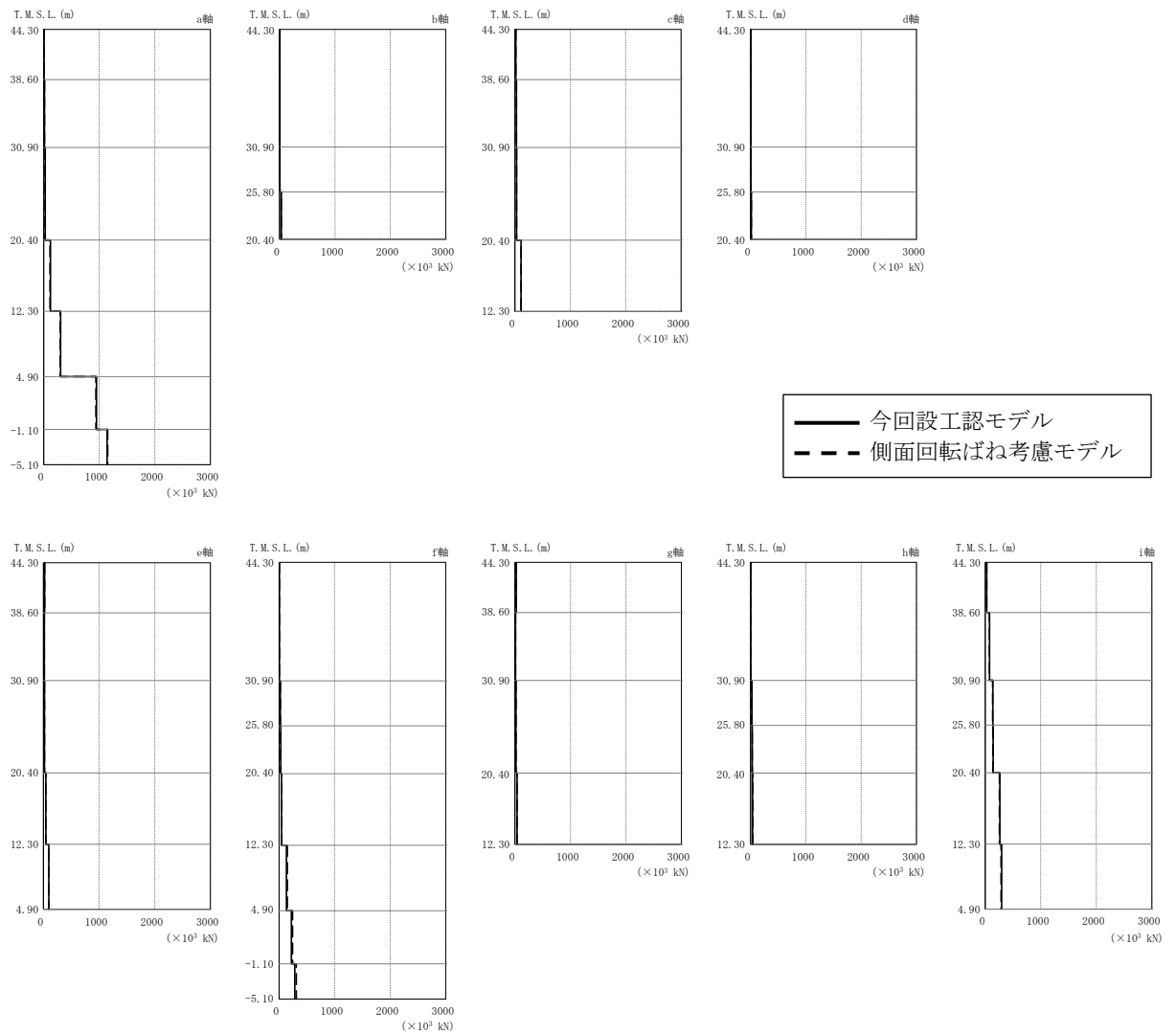


図 4-7 最大応答せん断力 (EW 方向, Ss-1)

表 4-8 最大応答せん断力一覧表 (EW 方向, Ss-1)

| 部位     | 部材番号 | 最大応答せん断力<br>一覧表<br>( $\times 10^3$ kN) |      |
|--------|------|--|------|
|        |      | ①                                      | ②    |
| a<br>軸 | 1    | 7.46                                   | 7.31 |
|        | 2    | 15.8                                   | 15.5 |
|        | 3    | 27.0                                   | 26.2 |
|        | 4    | 122                                    | 114  |
|        | 5    | 306                                    | 298  |
|        | 6    | 951                                    | 941  |
|        | 7    | 1140                                   | 1150 |
| b<br>軸 | 8    | 4.97                                   | 4.79 |
|        | 9    | 6.96                                   | 6.83 |
|        | 10   | 32.9                                   | 30.4 |
| c<br>軸 | 11   | 17.3                                   | 17.3 |
|        | 12   | 28.1                                   | 27.1 |
|        | 13   | 30.3                                   | 30.6 |
|        | 14   | 110                                    | 111  |
| d<br>軸 | 15   | 7.28                                   | 6.89 |
|        | 16   | 7.68                                   | 7.25 |
|        | 17   | 15.7                                   | 15.8 |
| e<br>軸 | 18   | 22.8                                   | 21.9 |
|        | 19   | 16.6                                   | 15.6 |
|        | 20   | 18.7                                   | 18.7 |
|        | 21   | 41.8                                   | 42.7 |
|        | 22   | 97.5                                   | 95.4 |
| f<br>軸 | 23   | 5.50                                   | 5.30 |
|        | 24   | 23.2                                   | 22.6 |
|        | 25   | 30.7                                   | 29.7 |
|        | 26   | 42.9                                   | 46.6 |
|        | 27   | 134                                    | 149  |
|        | 28   | 221                                    | 243  |
|        | 29   | 283                                    | 311  |
| g<br>軸 | 30   | 22.2                                   | 21.2 |
|        | 31   | 9.38                                   | 8.95 |
|        | 32   | 19.1                                   | 18.8 |
|        | 33   | 36.4                                   | 36.9 |
| h<br>軸 | 34   | 4.47                                   | 4.15 |
|        | 35   | 24.7                                   | 23.8 |
|        | 36   | 31.3                                   | 30.5 |
|        | 37   | 36.7                                   | 41.3 |
| i<br>軸 | 38   | 28.5                                   | 27.7 |
|        | 39   | 79.3                                   | 77.7 |
|        | 40   | 137                                    | 135  |
|        | 41   | 142                                    | 139  |
|        | 42   | 265                                    | 257  |
|        | 43   | 296                                    | 287  |

注：①今回設工認モデル  
②側面回転ばね考慮モデル

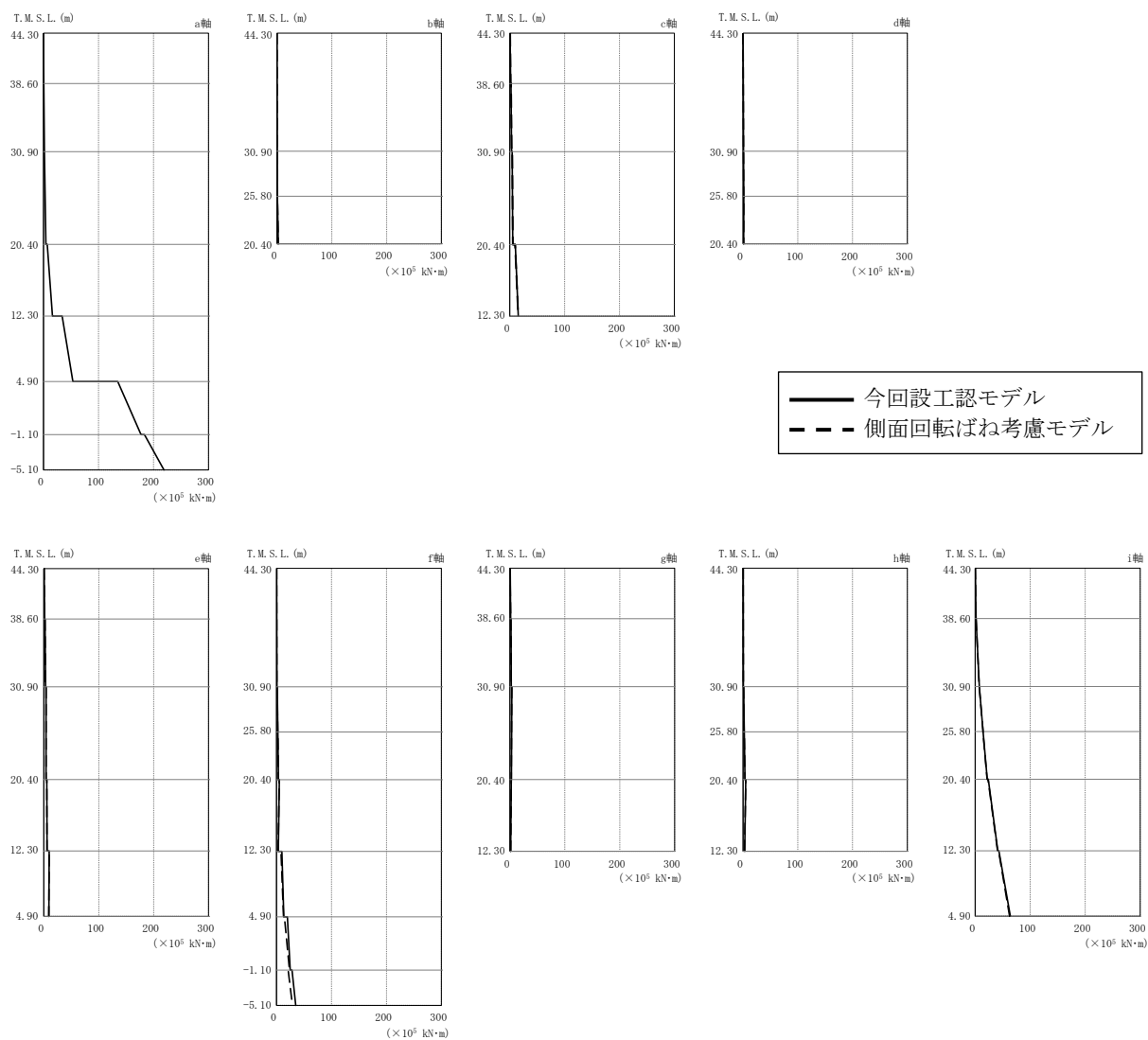


図 4-8 最大応答曲げモーメント (EW 方向, Ss-1)

表 4-9 最大応答曲げモーメント一覧表 (EW 方向, Ss-1)

| 部位   | 部材番号  | 最大応答曲げモーメント一覧表<br>( $\times 10^5$ kN・m) |         |
|------|-------|---|---------|
|      |       | ①                                       | ②       |
| a 軸  | 1     | 0.0152                                  | 0.0134  |
|      |       | 0.434                                   | 0.426   |
|      | 2     | 0.449                                   | 0.440   |
|      |       | 1.48                                    | 1.47    |
|      | 3     | 1.47                                    | 1.46    |
|      |       | 4.26                                    | 4.19    |
|      | 4     | 6.67                                    | 6.44    |
| 16.3 |       | 15.5                                    |         |
| 5    | 33.9  | 32.5                                    |         |
|      | 53.3  | 51.2                                    |         |
| 6    | 135   | 124                                     |         |
|      | 177   | 167                                     |         |
| 7    | 183   | 165                                     |         |
|      | 219   | 200                                     |         |
| b 軸  | 8     | 0.00554                                 | 0.00466 |
|      |       | 0.662                                   | 0.640   |
|      | 9     | 0.656                                   | 0.635   |
|      |       | 0.965                                   | 0.940   |
| 10   | 0.964 | 0.939                                   |         |
|      | 2.55  | 2.40                                    |         |
| c 軸  | 11    | 0.507                                   | 0.517   |
|      |       | 1.38                                    | 1.38    |
|      | 12    | 2.15                                    | 2.16    |
|      |       | 3.23                                    | 3.22    |
|      | 13    | 4.31                                    | 4.32    |
| 5.42 |       | 5.35                                    |         |
| 14   | 10.1  | 9.63                                    |         |
|      | 15.4  | 15.2                                    |         |
| d 軸  | 15    | 0.211                                   | 0.206   |
|      |       | 1.01                                    | 0.978   |
|      | 16    | 1.02                                    | 0.988   |
|      |       | 1.34                                    | 1.28    |
| 17   | 1.45  | 1.42                                    |         |
|      | 1.28  | 1.26                                    |         |
| e 軸  | 18    | 0.600                                   | 0.577   |
|      |       | 1.52                                    | 1.50    |
|      | 19    | 2.10                                    | 2.08    |
|      |       | 3.10                                    | 3.05    |
|      | 20    | 4.00                                    | 3.98    |
|      |       | 4.05                                    | 4.04    |
| 21   | 5.30  | 5.31                                    |         |
|      | 5.78  | 5.69                                    |         |
| 22   | 9.66  | 9.65                                    |         |
|      | 9.18  | 8.96                                    |         |
| f 軸  | 23    | 0.313                                   | 0.299   |
|      |       | 0.770                                   | 0.746   |
|      | 24    | 1.46                                    | 1.43    |
|      |       | 2.38                                    | 2.29    |
|      | 25    | 2.50                                    | 2.41    |
|      |       | 3.71                                    | 3.62    |
|      | 26    | 5.17                                    | 4.99    |
|      |       | 3.26                                    | 3.16    |
|      | 27    | 9.81                                    | 8.25    |
| 13.3 |       | 12.9                                    |         |
| 28   | 19.8  | 14.5                                    |         |
|      | 24.9  | 23.7                                    |         |
| 29   | 28.2  | 21.2                                    |         |
|      | 35.1  | 29.0                                    |         |
| g 軸  | 30    | 0.461                                   | 0.437   |
|      |       | 1.52                                    | 1.46    |
|      | 31    | 1.85                                    | 1.79    |
|      |       | 2.55                                    | 2.47    |
|      | 32    | 3.46                                    | 3.34    |
| 2.67 |       | 2.51                                    |         |
| 33   | 2.42  | 2.40                                    |         |
|      | 1.43  | 1.43                                    |         |
| h 軸  | 34    | 0.315                                   | 0.306   |
|      |       | 0.630                                   | 0.587   |
|      | 35    | 1.21                                    | 1.20    |
|      |       | 2.18                                    | 2.11    |
|      | 36    | 2.28                                    | 2.21    |
| 3.58 |       | 3.50                                    |         |
| 37   | 5.01  | 4.87                                    |         |
|      | 3.05  | 2.87                                    |         |
| i 軸  | 38    | 0.216                                   | 0.194   |
|      |       | 1.59                                    | 1.54    |
|      | 39    | 1.64                                    | 1.58    |
|      |       | 7.46                                    | 7.30    |
|      | 40    | 7.52                                    | 7.37    |
|      |       | 14.4                                    | 14.2    |
|      | 41    | 14.4                                    | 14.0    |
| 21.9 |       | 21.5                                    |         |
| 42   | 23.8  | 23.1                                    |         |
|      | 41.1  | 40.5                                    |         |
| 43   | 43.1  | 42.6                                    |         |
|      | 63.8  | 62.5                                    |         |

注：①今回設工認モデル  
②側面回転ばね考慮モデル

表 4-10 最大せん断ひずみ (NS 方向, Ss-1)

| 部位     | 部材番号 | 最大せん断ひずみ ( $\times 10^{-3}$ )<br>(Ss-1) |                 |
|--------|------|---|-----------------|
|        |      | 今回設工認<br>モデル                            | 側面回転ばね考慮<br>モデル |
| a<br>軸 | 4    | 0.123                                   | 0.124           |
|        | 5    | 0.137                                   | 0.138           |
|        | 6    | 0.179                                   | 0.179           |
|        | 7    | 0.207                                   | 0.208           |
| b<br>軸 | 10   | 0.0725                                  | 0.0731          |
|        | 11   | 0.128                                   | 0.127           |
|        | 12   | 0.128                                   | 0.127           |
|        | 13   | 0.135                                   | 0.134           |
|        | 14   | 0.170                                   | 0.170           |

表 4-11 最大せん断ひずみ (EW 方向, Ss-1)

| 部位     | 部材番号 | 最大せん断ひずみ ( $\times 10^{-3}$ )<br>(Ss-1) |                 |
|--------|------|---|-----------------|
|        |      | 今回設工認<br>モデル                            | 側面回転ばね考慮<br>モデル |
| a<br>軸 | 4    | 0.174                                   | 0.163           |
|        | 5    | 0.168                                   | 0.164           |
|        | 6    | 0.199                                   | 0.197           |
|        | 7    | 0.208                                   | 0.225           |
| b<br>軸 | 10   | 0.155                                   | 0.143           |
| c<br>軸 | 14   | 0.236                                   | 0.242           |
| d<br>軸 | 17   | 0.156                                   | 0.157           |
| e<br>軸 | 21   | 0.0869                                  | 0.0887          |
|        | 22   | 0.190                                   | 0.186           |
| f<br>軸 | 25   | 0.103                                   | 0.0994          |
|        | 26   | 0.142                                   | 0.155           |
|        | 27   | 0.108                                   | 0.120           |
|        | 28   | 0.175                                   | 0.192           |
|        | 29   | 0.236                                   | 0.259           |
| g<br>軸 | 33   | 0.171                                   | 0.174           |
| h<br>軸 | 36   | 0.105                                   | 0.102           |
|        | 37   | 0.189                                   | 0.212           |
| i<br>軸 | 41   | 0.769                                   | 0.645           |
|        | 42   | 0.301                                   | 0.264           |
|        | 43   | 0.352                                   | 0.303           |



## 5. タービン建屋の地震応答解析による評価に与える影響

側面回転ばね考慮モデルの地震応答解析結果を踏まえ、側面回転ばねが、タービン建屋の地震応答解析による評価に与える影響について確認する。

### 5.1 せん断ひずみに対する影響

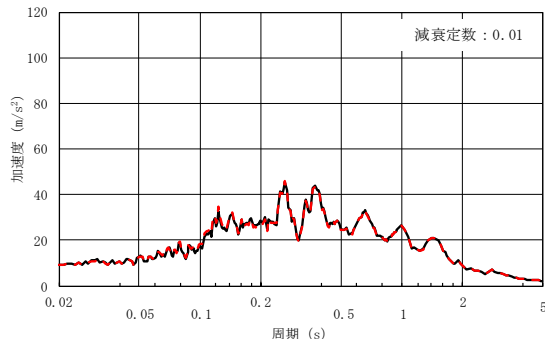
表 4-10 及び表 4-11 に示すとおり、側面回転ばね考慮モデルの最大せん断ひずみは  $0.645 \times 10^{-3}$  (EW 方向) であり、許容限界 ( $2.0 \times 10^{-3}$ ) を超えないことを確認した。

### 5.2 加速度応答スペクトルに対する影響

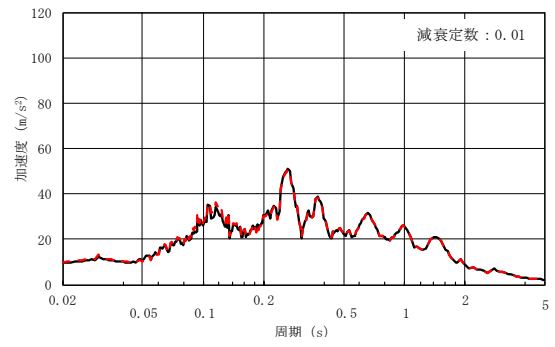
基準地震動 Ss-1 における今回工認モデルの床応答スペクトルと側面回転ばね考慮モデルの床応答スペクトルの比較を図 5-1 及び図 5-2 に示す。

図 5-1 及び図 5-2 に示すとおり、側面回転ばね考慮モデルの床応答スペクトルは、今回工認モデルの床応答スペクトルと同等であることを確認した。

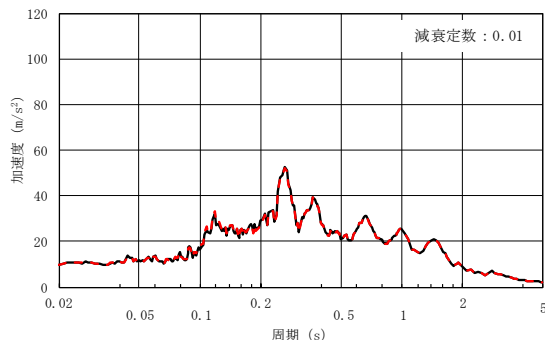
— 今回設工認モデル    - - - 側面回転ばね考慮モデル



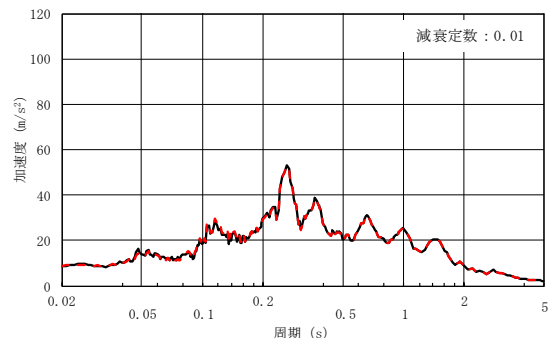
(a) 質点 4 (T.M.S.L. 20.4m)



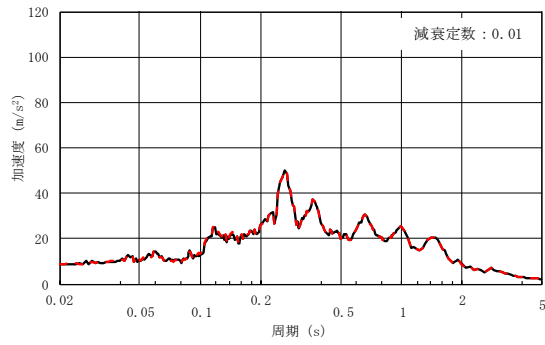
(b) 質点 11 (T.M.S.L. 20.4m)



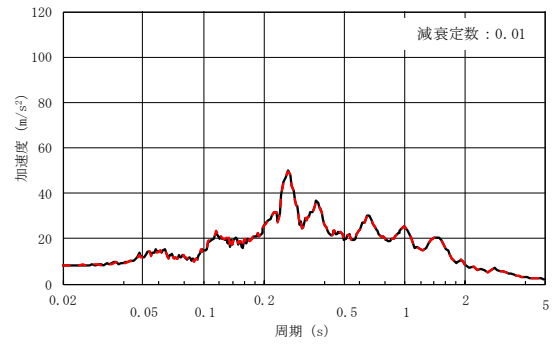
(c) 質点 5 (T.M.S.L. 12.3m)



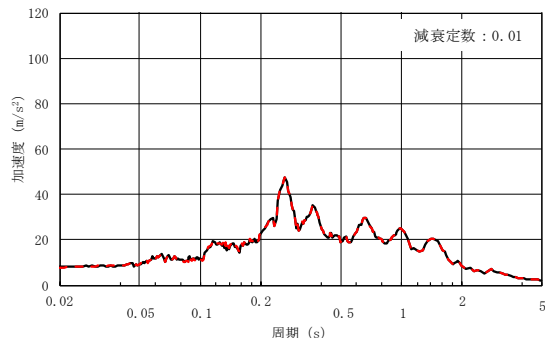
(d) 質点 12 (T.M.S.L. 12.3m)



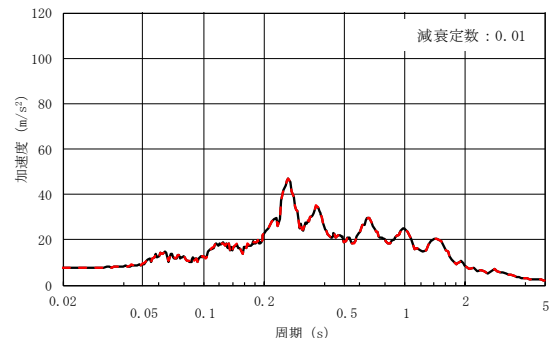
(e) 質点 6 (T.M.S.L. 4.9m)



(f) 質点 13 (T.M.S.L. 4.9m)



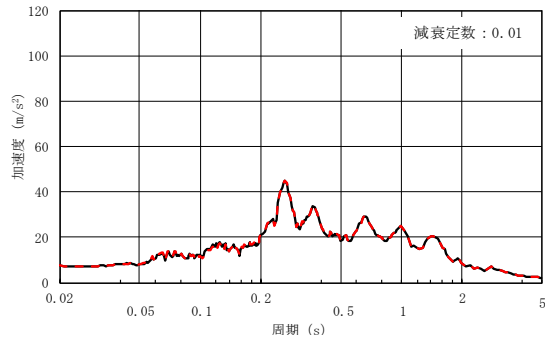
(g) 質点 7 (T.M.S.L. -1.1m)



(h) 質点 14 (T.M.S.L. -1.1m)

図 5-1 加速度応答スペクトル (NS 方向, Ss-1) (1/2)

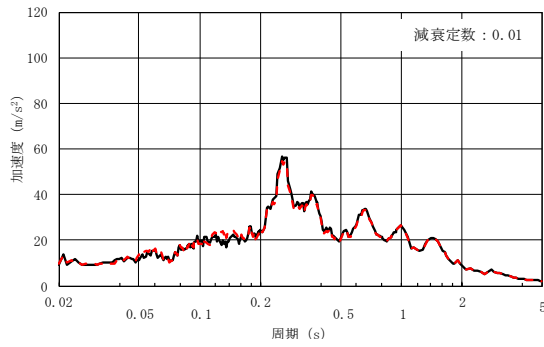
— 今回設工認モデル    - - - 側面回転ばね考慮モデル



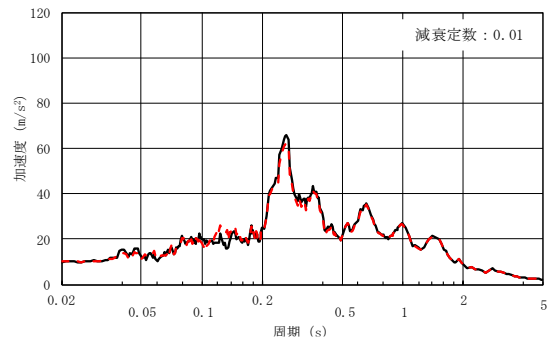
(i) 質点 19 (T. M. S. L. -5.1m)

図 5-1 加速度応答スペクトル (NS 方向, Ss-1) (2/2)

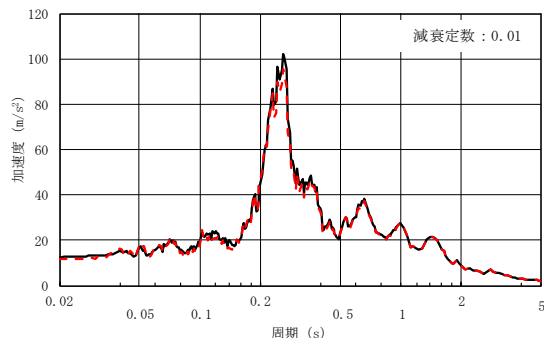
— 今回設工認モデル    - - - 側面回転ばね考慮モデル



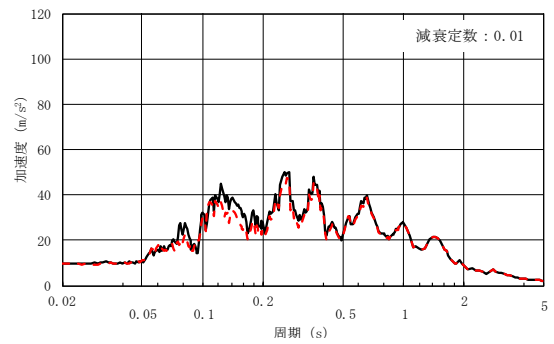
(a) 質点 4 (T.M.S.L. 20.4m)



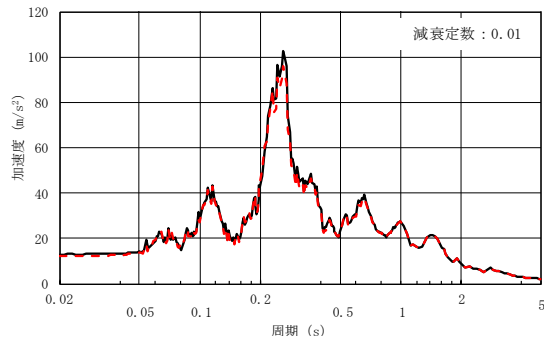
(b) 質点 14 (T.M.S.L. 20.4m)



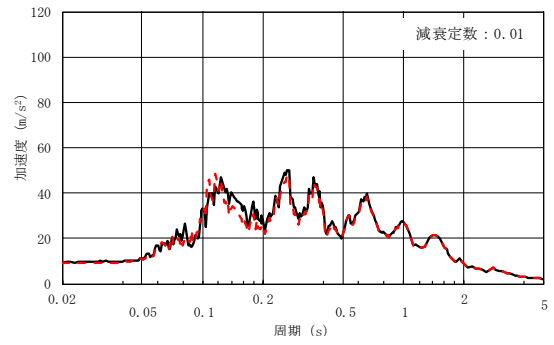
(c) 質点 21 (T.M.S.L. 20.4m)



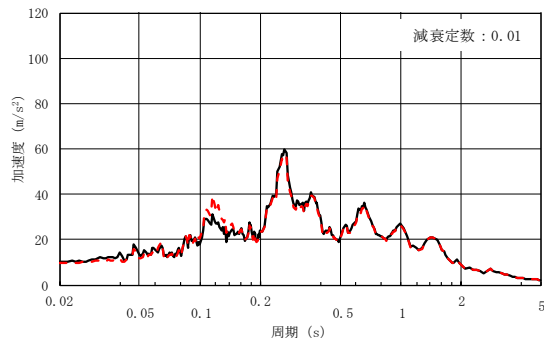
(d) 質点 26 (T.M.S.L. 20.4m)



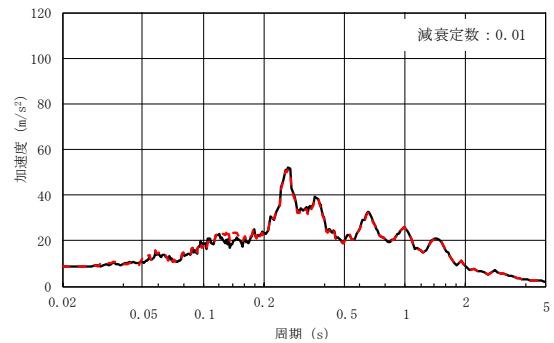
(e) 質点 33 (T.M.S.L. 20.4m)



(f) 質点 37 (T.M.S.L. 20.4m)



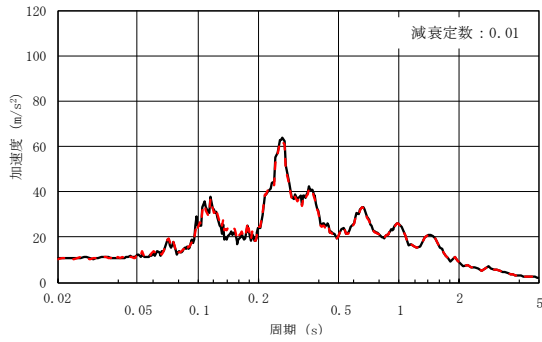
(g) 質点 42 (T.M.S.L. 20.4m)



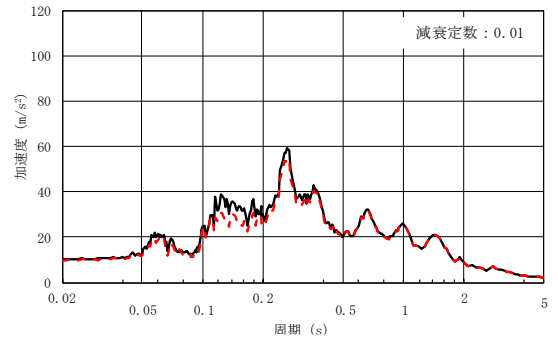
(h) 質点 5 (T.M.S.L. 12.3m)

図 5-2 加速度応答スペクトル (EW 方向, Ss-1) (1/2)

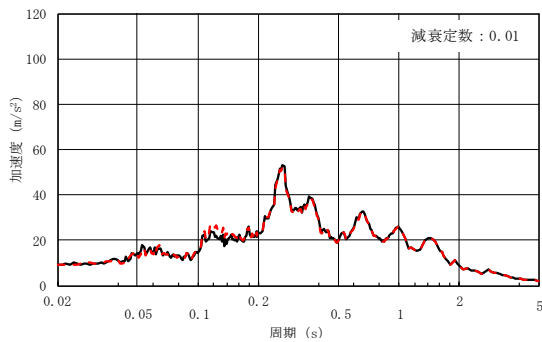
— 今回設工認モデル — 側面回転ばね考慮モデル



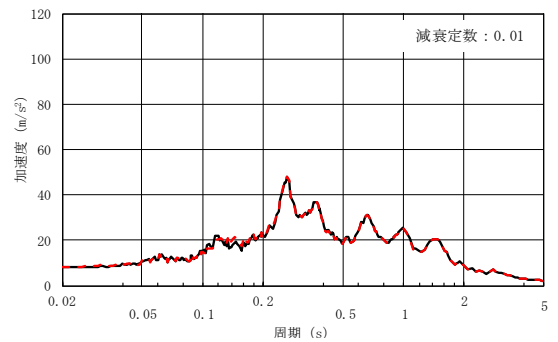
(i) 質点 22 (T. M. S. L. 12. 3m)



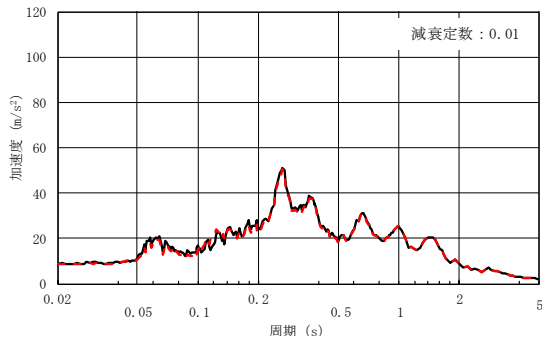
(j) 質点 27 (T. M. S. L. 12. 3m)



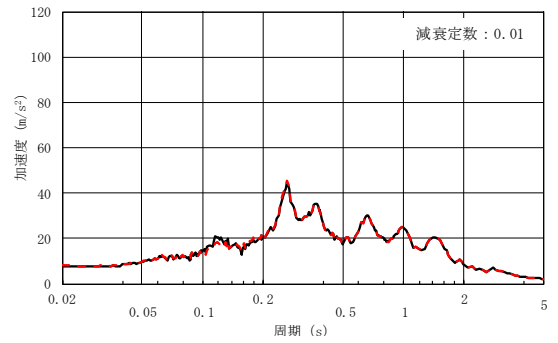
(k) 質点 43 (T. M. S. L. 12. 3m)



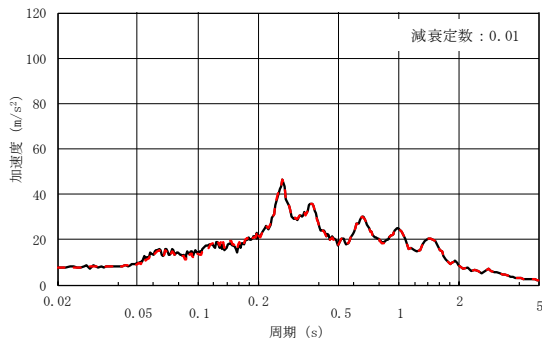
(l) 質点 6 (T. M. S. L. 4. 9m)



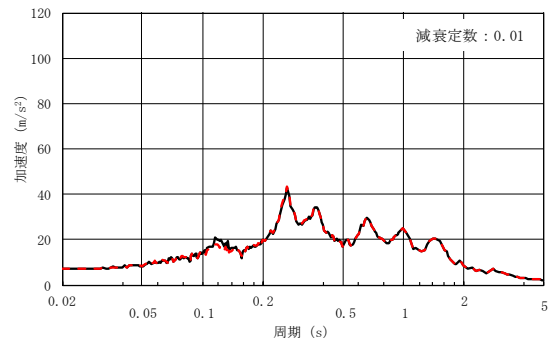
(m) 質点 28 (T. M. S. L. 4. 9m)



(n) 質点 7 (T. M. S. L. -1. 1m)



(o) 質点 29 (T. M. S. L. -1. 1m)



(p) 質点 46 (T. M. S. L. -5. 1m)

図 5-2 加速度応答スペクトル (EW 方向, Ss-1) (2/2)

## 6. まとめ

側面回転ばねを考慮し、基準地震動 Ss-1 に対する地震応答解析を実施し、今回設工認モデルを用いた結果と比較した。

その結果、側面回転ばね考慮モデルの固有周期、最大応答値及び床応答は、今回設工認モデルの結果と同等になることから、今回設工認モデルは基本モデルとして妥当であることを確認した。

また、側面回転ばね考慮モデルにおいて、タービン建屋に生じる最大せん断ひずみが許容限界を超えないことを確認した。