

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7 補足-026-2 改2
提出年月日	2020年7月1日

タービン建屋の耐震性についての計算書に関する補足説明資料

2020年7月

東京電力ホールディングス株式会社

1. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

V-2-2-6「タービン建屋の耐震性についての計算書」の記載内容を補足するための資料を以下に示す。

別紙 1 応力解析における既工認と今回工認の解析モデル及び手法の比較

別紙 2 応力解析におけるモデル化、境界条件及び拘束条件の考え方

別紙 3 地震荷重の入力方法

別紙 4 応力解析における断面の評価部位の選定

別紙 5 タービン建屋の上部鉄骨部の逆せん断の発生について

別紙 6 基礎スラブの応力解析における諸条件の変更に伴う影響検討

下線部：今回ご提示資料

別紙 1 応力解析における既工認と今回工認の解析モデル及び手法の比較

目 次

1. 概要 別紙 1-1
2. 応力解析モデル及び手法の比較 別紙 1-2

1. 概要

本資料は、タービン建屋基礎スラブの既工認時及び今回工認時の応力解析モデル及び手法の比較を示すものである。

2. 応力解析モデル及び手法の比較

タービン建屋の応力解析モデル及び手法の比較を表 2-1 に示す。また、今回工認時の応力解析モデルを図 2-1 に示す。

比較に用いる既工認時の地震応答解析モデル及び手法は、平成 3 年 8 月 23 日付け 3 資庁第 6675 号にて認可された工事計画の添付資料「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。

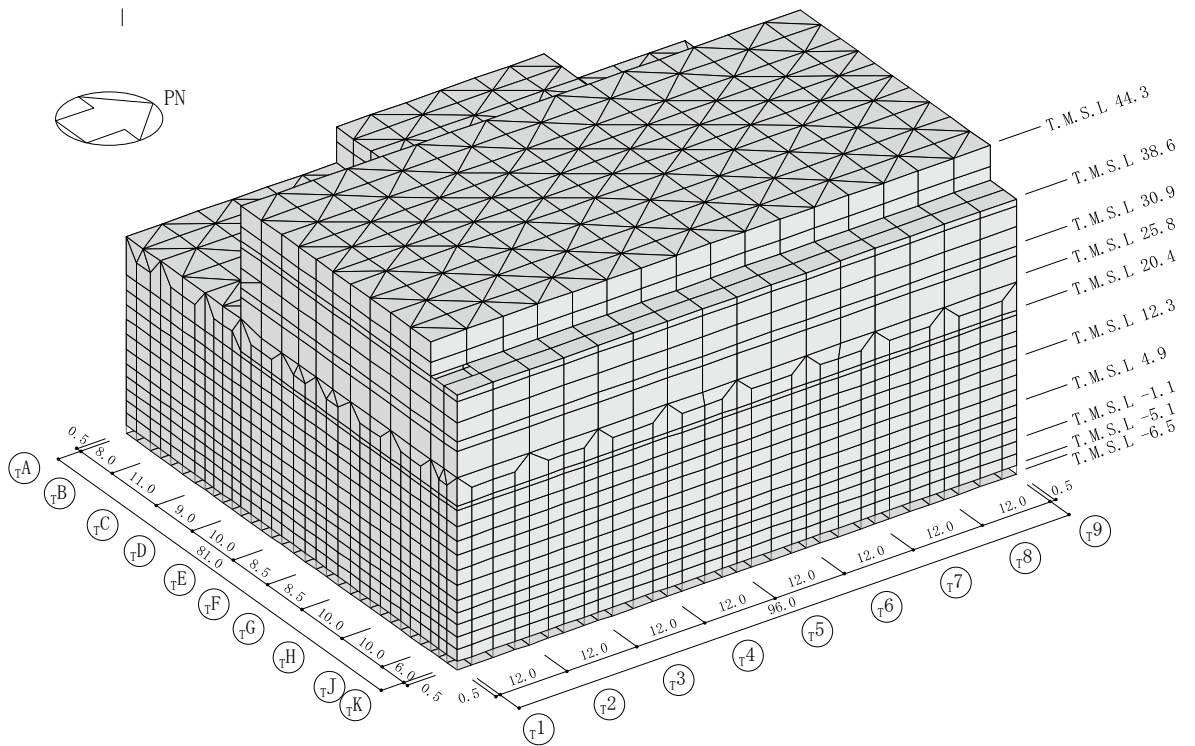
表 2-1 応力解析モデル及び手法の比較 (タービン建屋基礎スラブ)

項目	内容	既工認	今回工認	備考
解析手法		・3次元FEMモデルを用いた応力解析 (弾性解析)	・同左	—
解析コード		・NASTRAN	・MSC NASTRAN	—
モデル	モデル化範囲	・基礎スラブ	(基礎スラブモデル部分) ・同左 (上部構造モデル部分) ・建屋全体でモデル化	—
	材料物性	検討時の各規準, コンクリートの設計基準強度に基づき設定 ・コンクリートのヤング係数: $E = 2.55 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ (SI換算) ・コンクリートのポアソン比: $\nu = 0.167$	適用規準等の見直しによる再設定 ・コンクリートのヤング係数: $E = 2.79 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ ・コンクリートのポアソン比: $\nu = 0.2$ ・鋼材のヤング係数: $E = 2.05 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ ・鋼材のポアソン比: $\nu = 0.3$	① ② ③ ④
	要素種別	・基礎スラブ: シェル要素 ・耐震壁: はり要素	・基礎スラブ, スラブ, 壁: シェル要素 ・柱, はり, プレース: はり要素, トラス要素	—
	境界条件	・底面を弾性地盤ばねにより支持 ・底面の弾性地盤ばねは, 浮上りを考慮	・同左	—
	非線形特性	・考慮しない	・同左	—
地震荷重との 組合せ	VL+S+SOE VL: 鉛直荷重 (固定荷重, 機器荷重, 配管荷重, 積載荷重, 積雪荷重, クレーン荷重, T/G架台の柱脚応力, 浮力) S: 地震荷重 SOE: 地震時土圧	VL+Ss+SOE+BL VL: 鉛直荷重 (固定荷重, 機器荷重, 配管荷重, 積載荷重, 積雪荷重, クレーン荷重, T/G架台の柱脚応力) Ss: 地震荷重 SOE: 地震時土圧 BL: 浮力	⑤	
荷重の 設定	固定荷重	・構造体の自重を考慮	・同左	—
	地震荷重	・基礎自体の物体力及び基礎上端面における上部構造からの地震力 (転倒モーメント, 水平力, 鉛直力) を入力	・上部構造の各階床位置に水平力, 付加曲げモーメントを入力 ・鉛直震度は地震応答解析モデルの基礎底面位置における鉛直力から算定	—
	地震時土圧荷重	$P_a = 10.0 + 0.65 \cdot \gamma \cdot h$ γ : 土の単位体積重量 (t/m^3) h : 地表面からの深度 (m)	常時土圧 $P_0 = 0.5 \cdot \gamma \cdot h$ γ : 土の単位体積重量 (kN/m^3) h : 地表面からの深度 (m) 地震時増分土圧 ・(加力側) $P_a = 0.6 \cdot r \cdot \rho \cdot H_a \cdot \alpha_{\max}$ ・(支持側) $P_{s_i} = \beta_i \cdot F / (B \cdot H_i)$ r : 埋戻し土部分の補正係数 ρ : 地盤一般部の密度 ($\times 10^3 \text{kg/m}^3$) H_a : 地盤一般部の厚さ (m) α_{\max} : 地表面の最大加速度 (m/s^2) β_i : 建物・構築物の慣性力に対する側方地盤部 i 層の分担率	⑥

			<p>F : 建物・構築物の慣性力 (kN)</p> <p>B : 建物・構築物の奥行幅 (m)</p> <p>H_i : i 層の厚さ (m)</p> <p>地震時土圧</p> <p>$P = P_0 + \max(P_a, P_{s_i})$</p>	
評価方法	応力解析	・発生応力が許容応力度を超えないことを確認	・発生応力が許容応力度を超えないこと、鉄筋及びコンクリートのひずみが評価基準値を超えないことを確認	⑦

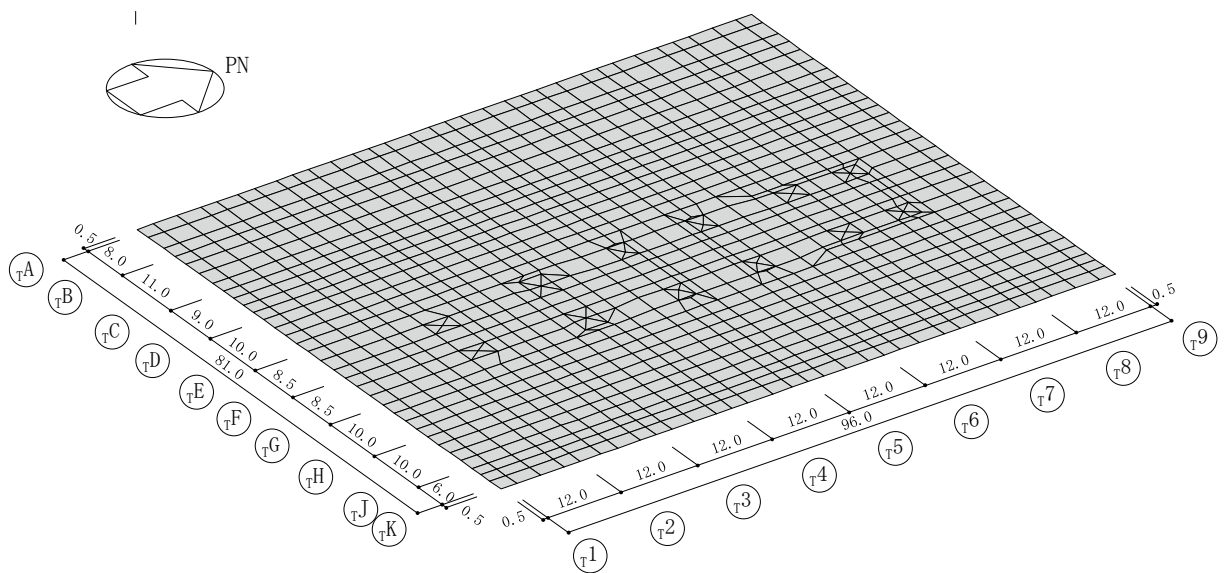
【具体的な反映事項】(表の備考欄に対応)

- ① コンクリートのヤング係数及びせん断弾性係数については、「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法」((社)日本建築学会, 1999 改定)に基づき再計算
- ② 「鋼構造設計規準－許容応力度設計法」((社)日本建築学会, 2005 改定)に基づき設定
- ③ コンクリートのヤング係数を算出するための圧縮強度は実強度, 断面の評価のための圧縮強度は設計基準強度を採用
- ④ 建設工認時には耐震要素として考慮しなかったが, 実際には耐震壁と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
- ⑤ 既工認と今回工認で凡例の記載が異なっているが, 既工認から考慮している荷重は変更しておらず, 浮力算定時の地下水位面の設定も変更していない
- ⑥ 「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)」に基づき再計算し, 詳細は図 2-2 に示す
- ⑦ 「発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格」((社)日本機械学会, 2003) (以下「CCV 規格」という。), 「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)に基づき評価する。鉄筋及びコンクリートのひずみ算定においては, エネルギー一定則に基づいた等価ひずみを算定する, 詳細は図 2-3 に示す



(単位 : m)

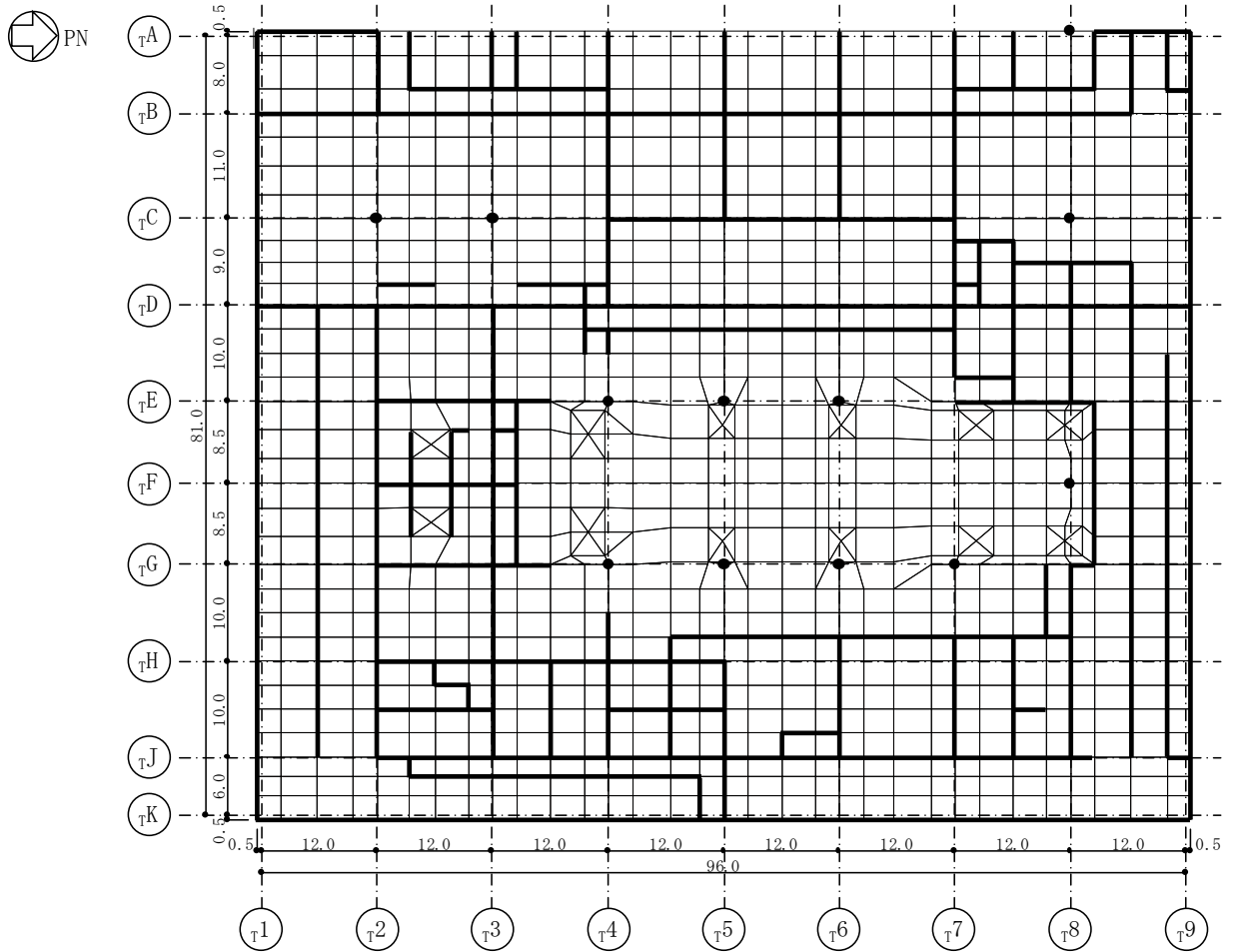
(a) 全体図



(単位 : m)

(b) 基礎スラブ

図 2-1 応力解析モデル図 (1/2)



注：太線部は耐震壁及び補助壁，黒丸は独立柱の位置を示す。（単位：m）

(c) 基礎スラブ水平面投影図

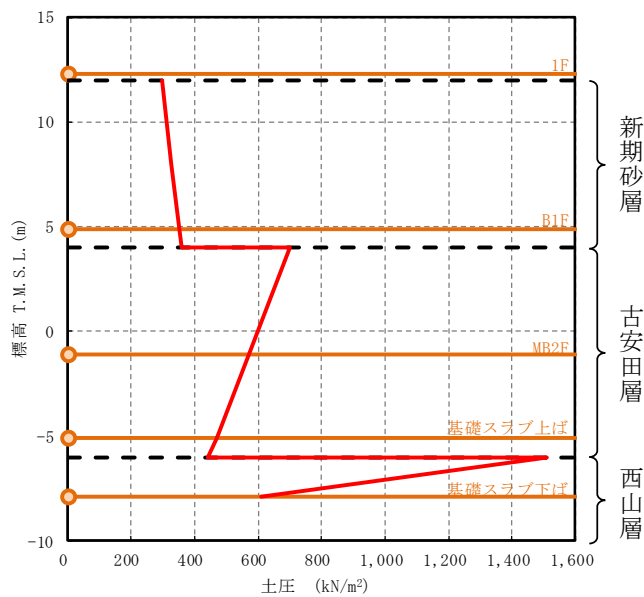
図 2-1 応力解析モデル図 (2/2)

(1) 地震時土圧荷重の算定方法

図 2-2 に地震時土圧荷重の算定方法を示す。地震時土圧荷重は、「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)」に基づき、常時土圧に地震時増分土圧を加えて算定した地震時土圧を包絡させて設定する。

地震時増分土圧は、建物・構築物に対し加力側に作用する地震時増分土圧と建物・構築物を支える支持側の地震時増分土圧を算定し、地盤一般部は加力側増分土圧及び支持側増分土圧を包絡した値とし、岩盤部は支持側増分土圧とする。

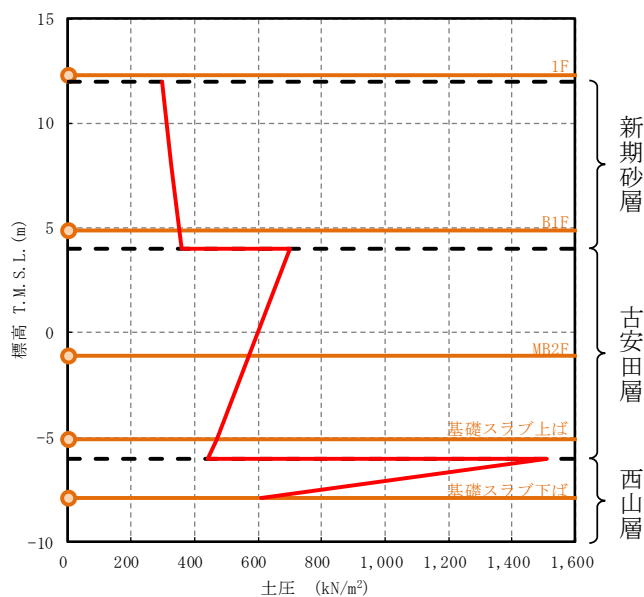
地震時土圧荷重は、基本ケース及びパラスタケースごとに算定した地震時土圧を包絡するように、既工認の荷重分布形状に合わせて設定する。



(a) NS 方向

T. M. S. L (m)	決定ケース
4.0~12.0	Ss-1 ケース2
-6.0~4.0	Ss-1 ケース2
-7.9~-6.0	Ss-1 ケース3

— 地震時土圧包絡値



(b) EW 方向

T. M. S. L (m)	決定ケース
4.0~12.0	Ss-1 ケース2
-6.0~4.0	Ss-1 ケース2
-7.9~-6.0	Ss-1 ケース3

— 地震時土圧包絡値

注：東京湾平均海面（以下、「T. M. S. L.」という。）

図 2-2 地震時土圧荷重の算定方法

(2) エネルギー一定則に基づく等価ひずみ

軸力及び曲げモーメントによる鉄筋及びコンクリートのひずみを算定するにあたっては、CCV規格に準拠して設定した各許容値を超えないことを確認し、各断面は、軸力及び曲げモーメントを受ける鉄筋コンクリート造長方形仮想柱として評価する。

ここで、コンクリートのひずみ算定においては、圧縮ひずみ 2000μ までは設計基準強度 (F_c) の 0.85 倍を頂点とする放物線とし、 2000μ 以降は一定とする曲線に対応するように、エネルギー一定則に基づいてひずみを算定する。鉄筋のひずみ算定においては、発生応力が鉄筋の降伏応力度 (F_y) を超える場合は、エネルギー一定則に基づきひずみを算定する。

軸力及び曲げモーメントによる鉄筋及びコンクリートのひずみを算定する際の、コンクリートと鉄筋の応力度及びひずみ関係図を図 2-3 に示す。

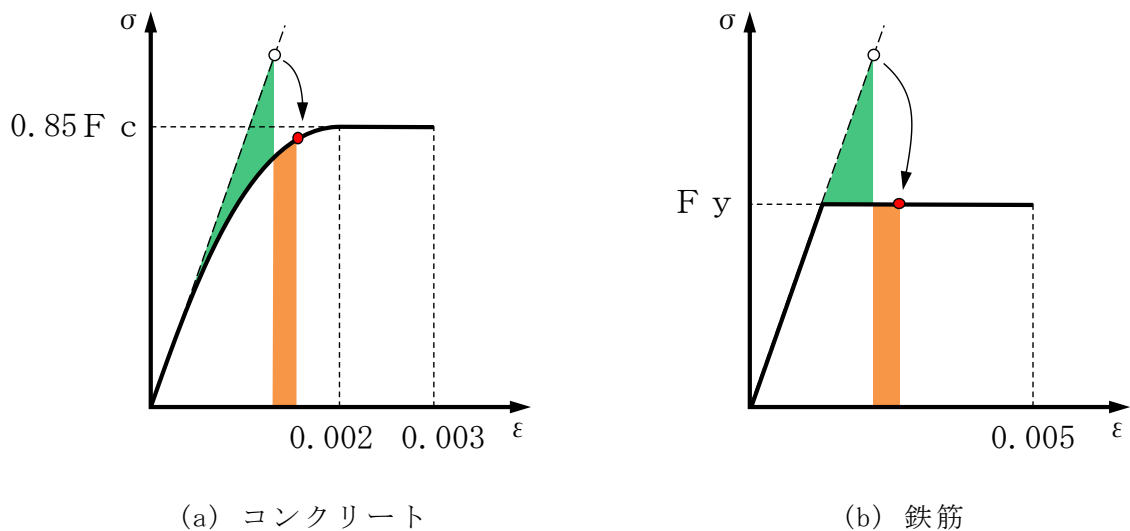


図 2-3 コンクリートと鉄筋の応力度－ひずみ関係図

別紙2 応力解析におけるモデル化, 境界条件及び拘束条件の考え方

目 次

1. 概要 別紙 2-1
2. 応力解析におけるモデル化, 境界条件及び拘束条件 別紙 2-2

1. 概要

本資料は、タービン建屋基礎スラブの応力解析におけるモデル化、境界条件及び拘束条件についての概要を示すものである。

2. 応力解析におけるモデル化，境界条件及び拘束条件

タービン建屋基礎スラブの応力解析におけるモデル化，境界条件及び拘束条件を表 2-1 に示す。

直接基礎の底面地盤ばねの設定における基本的な考え方は，以下のとおり。

- ・ 水平ばね

振動アドミタンス理論に基づく水平ばねにより算出する。

- ・ 鉛直ばね

基礎浮上りを考慮し，回転ばね反力として生じる転倒モーメントを適切に評価するため，振動アドミタンス理論に基づく回転ばねより算出する。

有限要素法を用いた解析モデルにおける要素分割の考え方*については，以下のとおり。

- ・ シェル要素

要素分割は，基本的には発生する応力状態によって決まり，構造形状と荷重状態より要素分割数を考慮する。要素形状の縦横比（アスペクト比）は，重要部分で 1：2 以下，その他の領域や応力変化が少ない領域では，1：3 程度までで，分割に際しては 4 角形要素を利用して格子状とするのが一般的である。曲面版構造の場合は，平板要素や軸対象シェル要素の大きさは，集中荷重や不連続部を含む曲面部近傍では $2.5\sqrt{R/t}$ を 10～20 分割すると適切な応力分布が求められ，構造物の半径（R）と板厚（t）が考慮されている。また，面内曲げ・軸力及び面外のせん断や曲げを受ける部材のシェル要素の辺の長さは，シェルの広がり方向の応力分布の状態から決まり，応力変化が大きい領域は要素を小さくする必要がある。

注記*：構造解析のための有限要素法実践ハンドブック（非線形 CAE 協会，2008 年）

表 2-1 タービン建屋基礎スラブ(1/3)

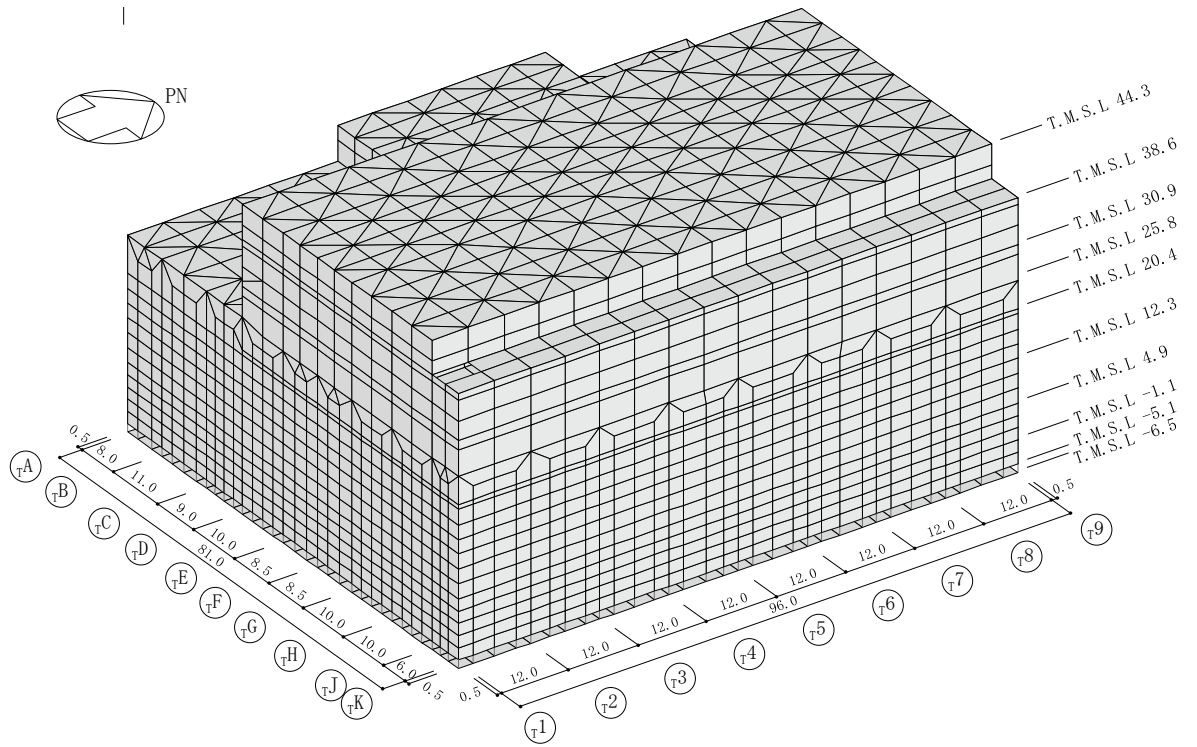
モデル概要

○モデル化範囲

- ・基礎スラブ及び上部構造をモデル化する。

○使用要素

- ・基礎スラブ，スラブ，壁：シェル要素
- ・柱，はり，ブレース：はり要素，トラス要素



(単位：m)

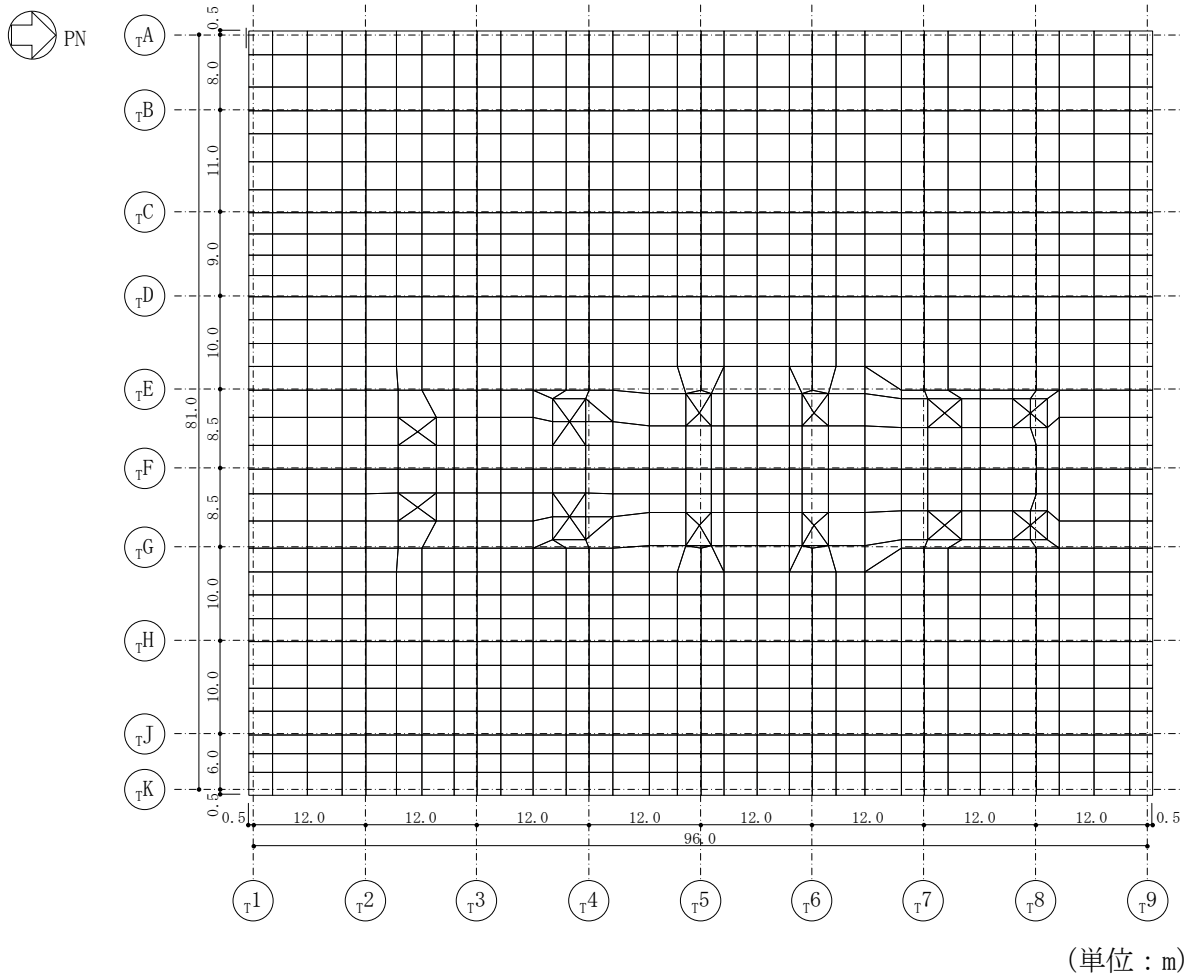
モデル概要 (全体図)

表 2-1 タービン建屋基礎スラブ (2/3)

モデル概要

○要素分割

- 要素の一辺の長さを 2~3m 程度とし、壁及び柱位置を考慮して分割する。T/G 架台脚部は断面が大きいため、架台脚部の断面形状に合わせて分割する。



モデル概要 (基礎スラブ)

表 2-1 タービン建屋基礎スラブ (3/3)

境界条件, 拘束条件
<p>上部構造物と基礎スラブの境界</p> <ul style="list-style-type: none"> 基礎スラブと上部構造物との境界部においては, 上部構造物の剛性を考慮することで, 基礎スラブの応力・変形状態を評価する。 主要な開口部については, 要素を設置しないことで考慮する。 基礎スラブから立ち上がる独立柱については, その剛性を考慮する。
<p>基礎スラブと地盤の境界</p> <ul style="list-style-type: none"> 地震応答解析モデルの応答と整合させるため, 応力解析では側面地盤ばねを無視する。 基礎スラブの節点には, 底面地盤を表現するばね要素を設ける。解析では鉛直方向の底面地盤ばねに引張力が作用すると, 鉛直方向及び水平方向 (2 方向) の合計 3 つのばね剛性をゼロとすることにより, 基礎の浮上りを表現する。 水平剛性及び鉛直剛性は以下のとおり設定する。 <ul style="list-style-type: none"> 水平剛性: 振動アドミッタンス理論による水平ばね K_H を節点支配面積 A_i で離散化。 $K_{Hi} = (K_H / A) \times A_i \quad A: \text{基礎スラブの底面積}$ 鉛直剛性: 地震時は, 転倒モーメントが支配的となるため振動アドミッタンス理論による回転ばね K_R を節点支配面積 A_i で離散化。 $K_{Vi} = (K_R / I) \times A_i \quad I: \text{基礎スラブの断面二次モーメント}$ <div style="text-align: center;"> <p>基礎底面ばね (鉛直方向) 基礎浮上り考慮</p> <p>基礎底面ばね (水平方向)</p> <p>モデル概要</p> </div>

別紙 3 地震荷重の入力方法

目 次

1. 概要 別紙 3-1
2. 地震荷重の入力方法 別紙 3-2

1. 概要

本資料は、タービン建屋基礎スラブに作用する地震荷重の入力方法について示すものである。

2. 地震荷重の入力方法

タービン建屋の基礎スラブの応力解析に当たっては、FEM モデルに入力する地震荷重として、水平地震力及び鉛直地震力を考慮する。なお、FEM モデルについては、評価対象である基礎スラブに加え、基礎スラブに作用する上部構造物からの地震時反力を適切に評価するため、建屋全体をモデル化している。

地震荷重の入力は、基準地震動 S_s に対する地震応答解析結果を考慮し、最大応答せん断力、最大応答曲げモーメント及び最大応答軸力により算定した FEM モデルに入力する水平地震力及び鉛直地震力が、地震応答解析結果と等価になるように設定する。

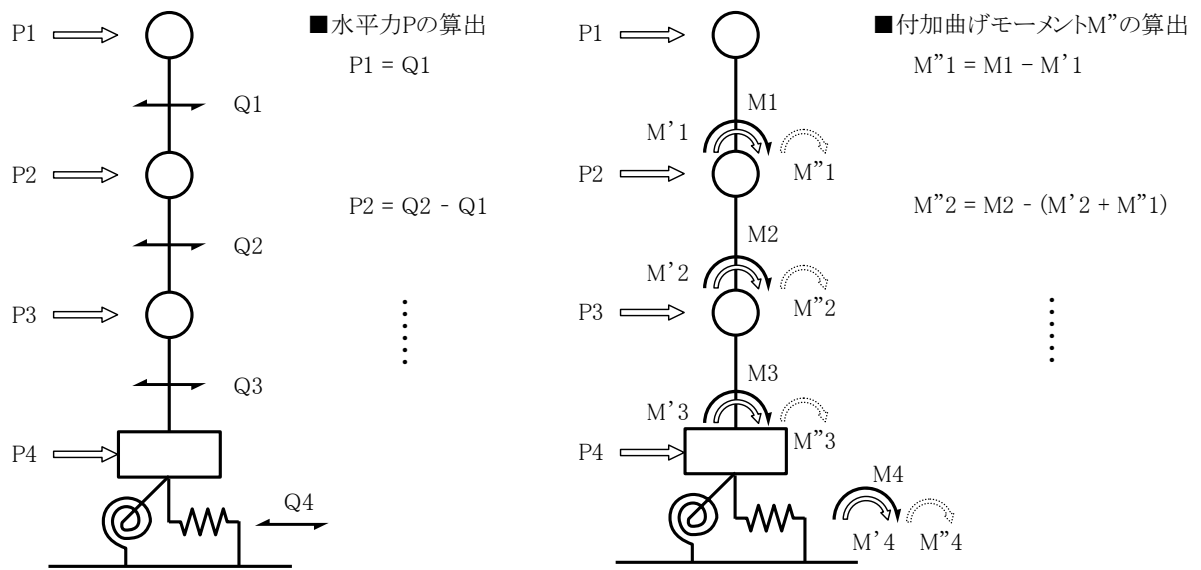
具体的には、FEM モデルに入力する水平地震力については、地震応答解析により求まる各層の最大応答せん断力に基づく水平力を、地震応答解析モデルの質点が支配する領域の床スラブに分配した面荷重として入力する。

曲げモーメントについては、地震応答解析により求まる各質点の最大応答曲げモーメントと FEM モデルに作用した水平力により発生する曲げモーメントの差分(以下「付加曲げモーメント」という。)を、地震応答解析モデルの質点が支配する領域の床スラブに偶力として分配した節点力として入力する。

鉛直地震力については、地震応答解析により求まる基礎底面地盤ばねの最大応答軸力から、地震時の鉛直震度を求め、FEM モデルの常時の鉛直荷重に荷重係数として乗じる。なお、常時の鉛直荷重は単位体積重量、節点力、面荷重として入力する。

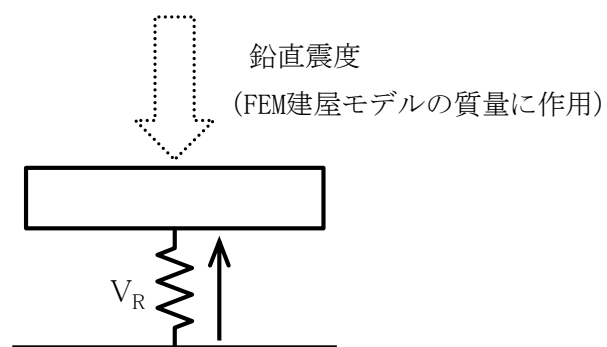
地震時増分土圧荷重については、加力側、支持側の地震時増分土圧の包絡値を FEM モデルの土と接する地下外壁(南側、東側、西側)に入力する。

FEM モデルに入力する地震荷重の概念図を図 2-1 に示す。FEM モデルに入力する水平地震力、付加曲げモーメント及び鉛直地震力並びに地震時増分土圧荷重の概要を図 2-2～図 2-8 に示す。



- Q_i : 地震応答解析による最大応答せん断力
- M_i : 地震応答解析による最大応答曲げモーメント
- P_i : FEMに入力する水平力
- M'_i : FEMに入力した水平力により発生する曲げモーメント
- M''_i : FEMに入力する付加曲げモーメント
 (最大応答曲げモーメントと水平力により発生する曲げモーメントの差分)

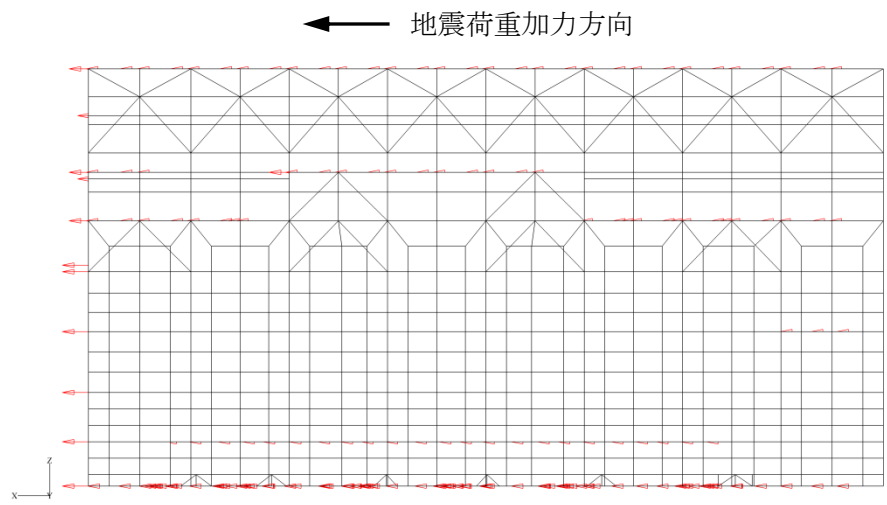
(a) 水平地震力



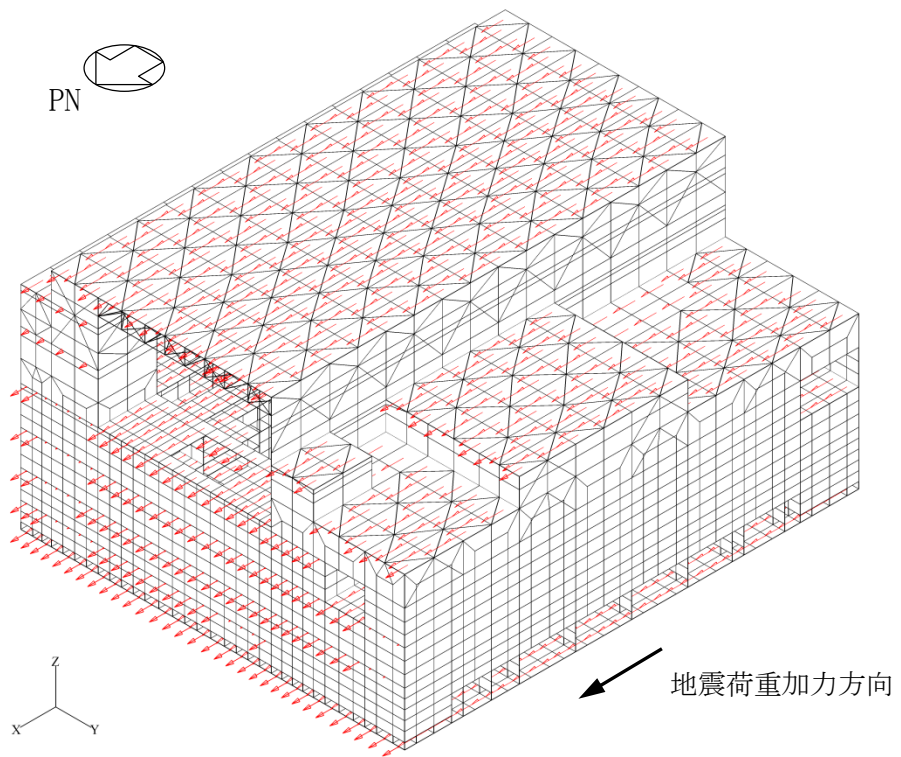
- V_R : 地震応答解析より設定した基礎スラブ底面に生じる軸力

(b) 鉛直地震力

図 2-1 FEM モデルに入力する地震荷重の概念図



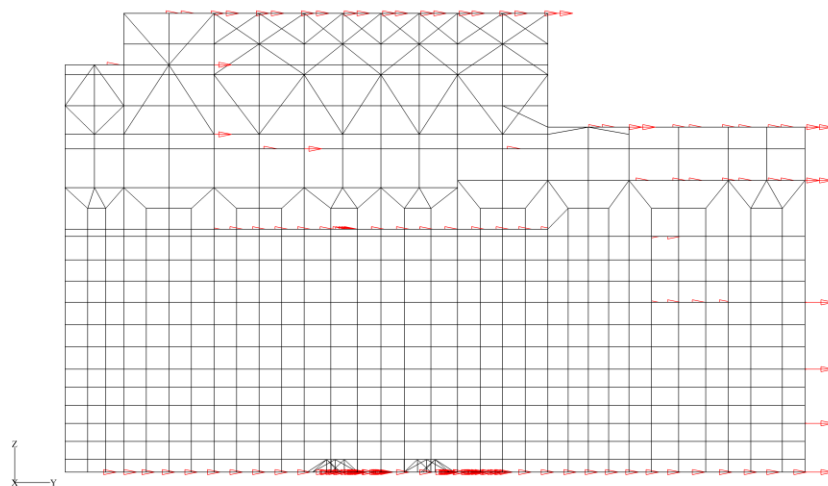
(a) 断面荷重図



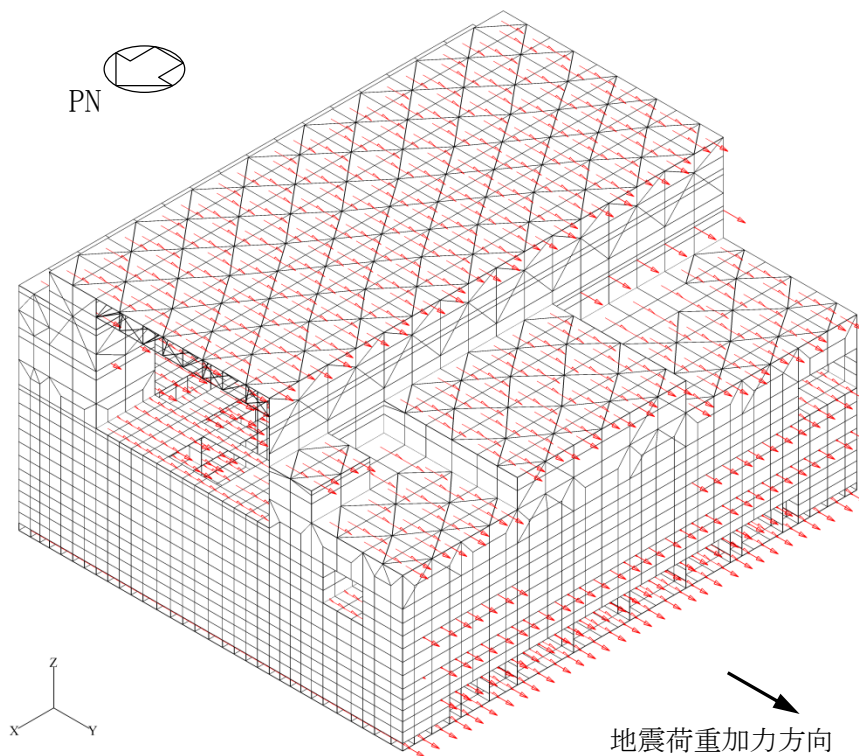
(b) 鳥瞰荷重図

図 2-2 FEM モデルに入力する水平地震力 (NS 方向)

→ 地震荷重加力方向



(a) 断面荷重図



(b) 鳥瞰荷重図

図 2-3 FEM モデルに入力する水平地震力 (EW 方向)

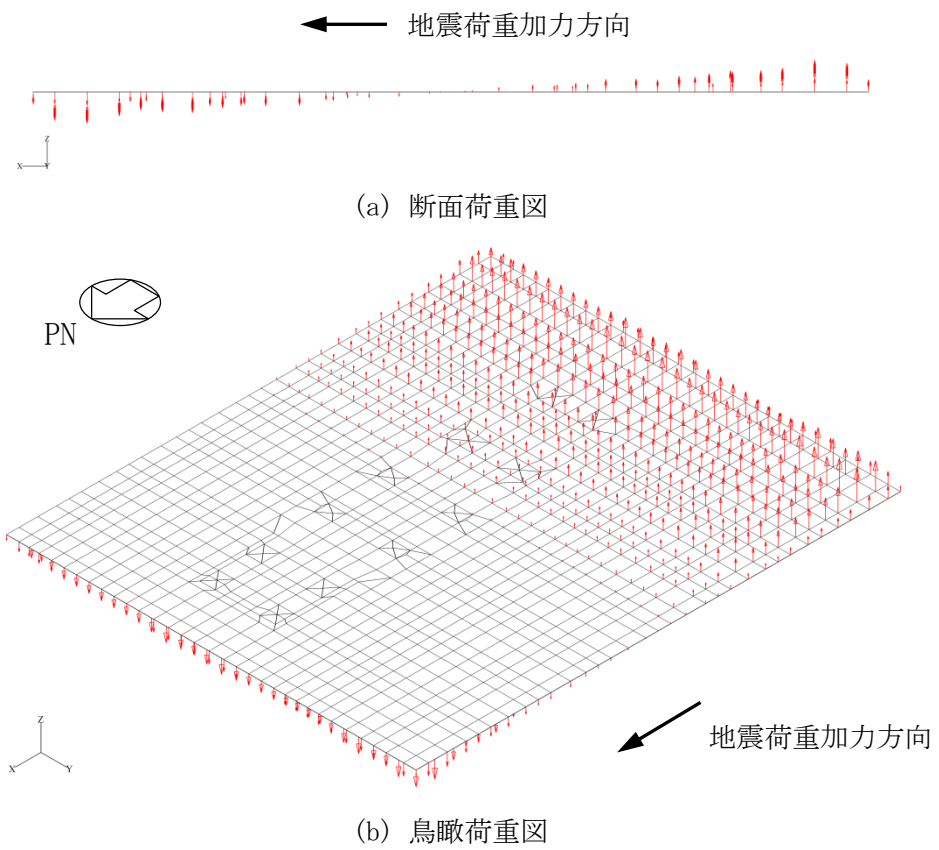


図 2-4 FEM モデルに入力する付加曲げモーメント (NS 方向)

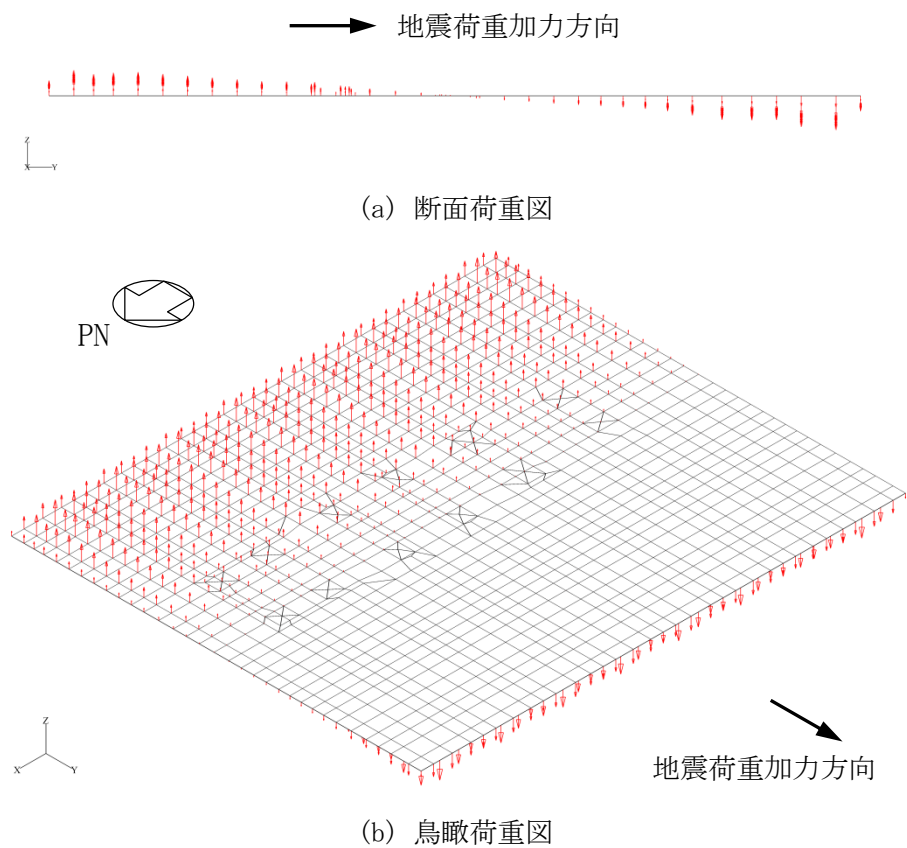
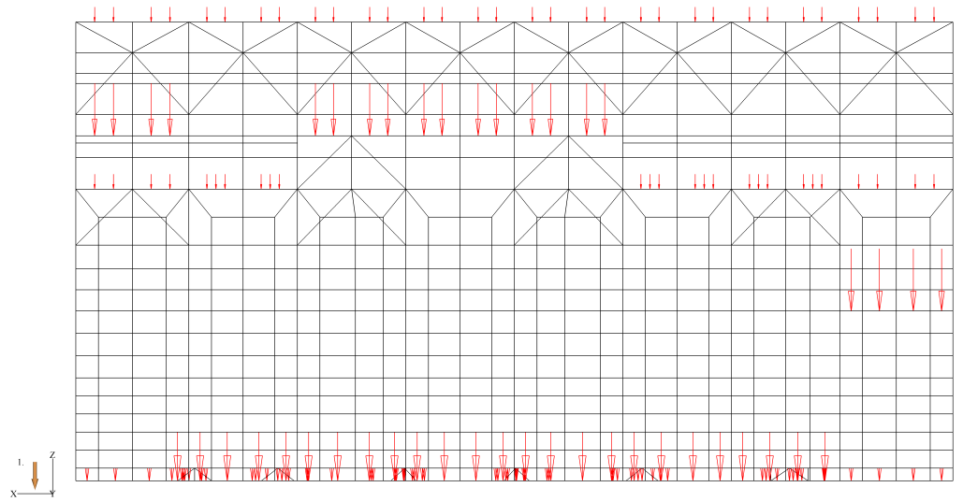
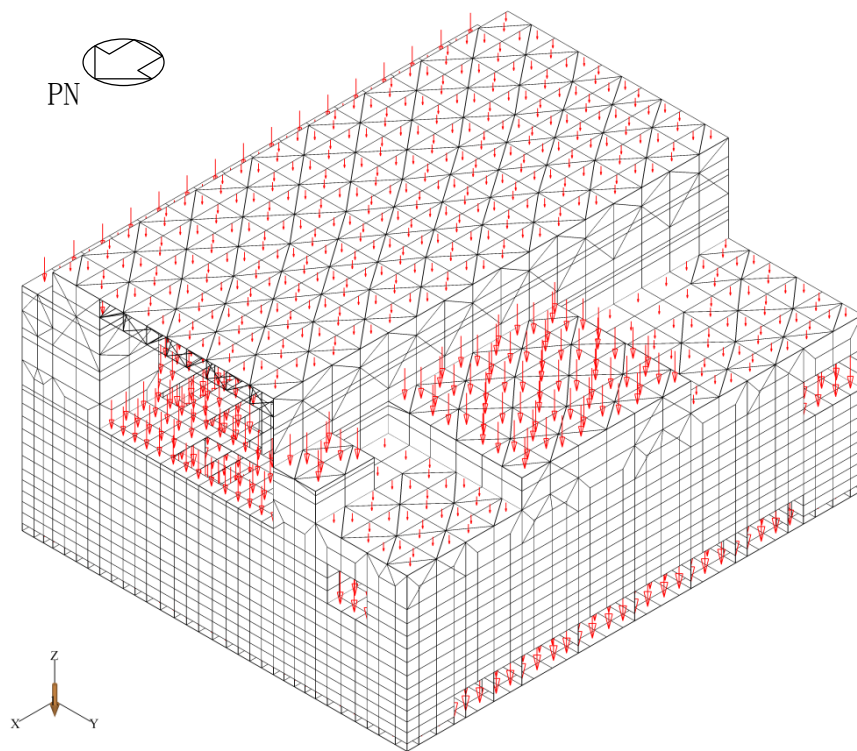


図 2-5 FEM モデルに入力する付加曲げモーメント (EW 方向)

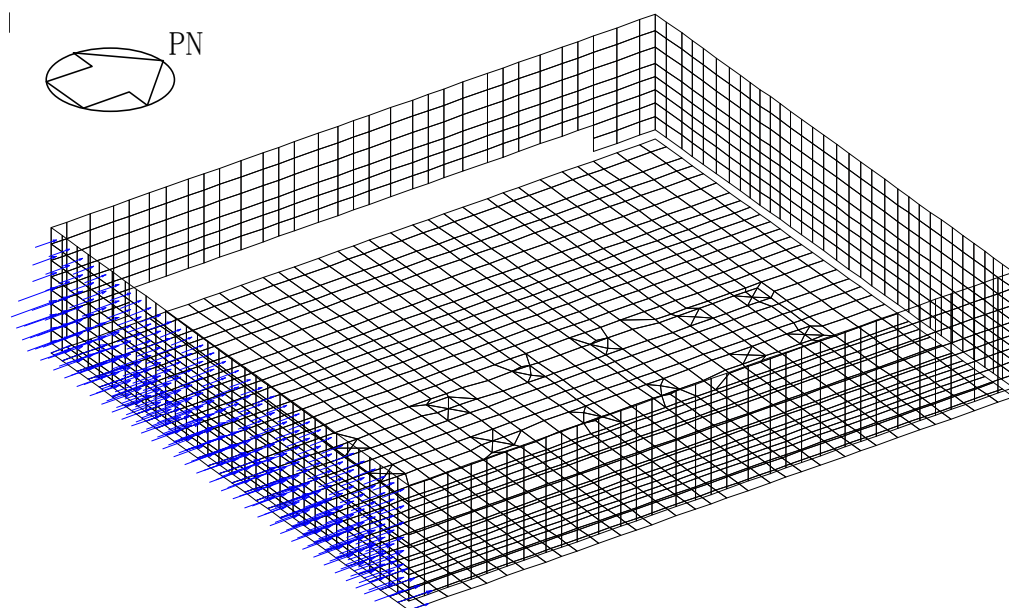


(a) 断面荷重図

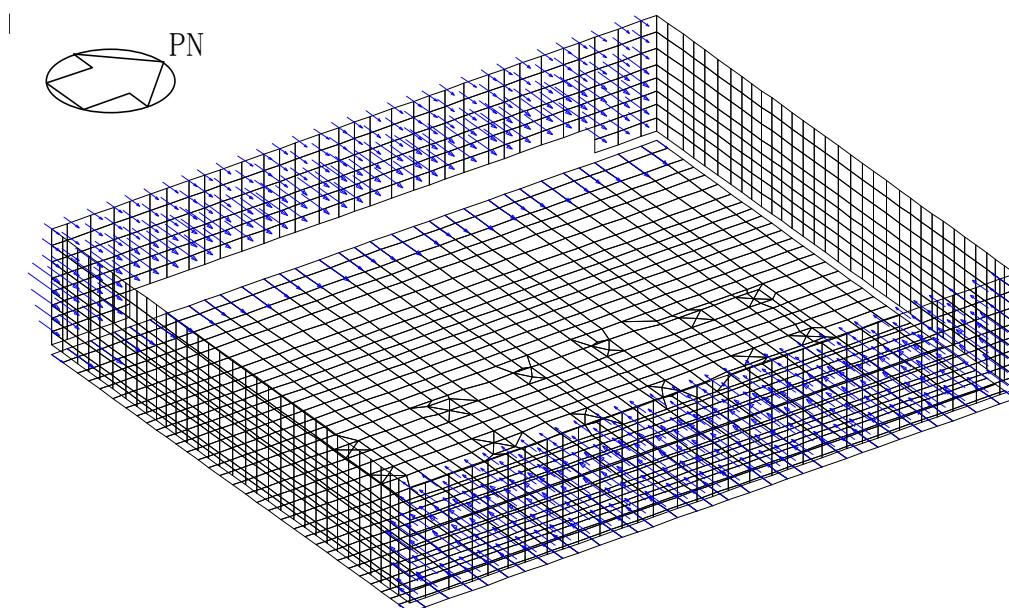


(b) 鳥瞰荷重図

図 2-6 FEM モデルに入力する鉛直地震力



(a) NS 方向地震時



(b) EW 方向地震時

図 2-7 FEM モデルに入力する地震時増分土圧荷重

別紙6 基礎スラブの応力解析における諸条件の変更に伴う影響検討

目 次

1. 概要	別紙 6-1
2. 浮力を除外した場合の影響検討	別紙 6-2
2.1 検討方針	別紙 6-2
2.2 影響内容	別紙 6-2
2.2.1 検討方法	別紙 6-2
2.2.2 荷重ケース	別紙 6-3
2.2.3 検討結果	別紙 6-4
3. T/G 架台を逆位相とした場合の影響検討	別紙 6-6
3.1 検討方針	別紙 6-6
3.2 影響内容	別紙 6-6
3.2.1 検討方法	別紙 6-6
3.2.2 荷重ケース	別紙 6-7
3.2.3 検討結果	別紙 6-8

1. 概要

本資料は、タービン建屋基礎スラブの応力解析において下記に示す事象を想定した荷重条件が基礎スラブの応力に及ぼす影響を検討するものである。

- ・地下水位が基礎スラブ以深の場合
- ・タービン建屋と T/G 架台が逆位相で振動する場合

2. 浮力を除外した場合の影響検討

2.1 検討方針

タービン建屋をはじめとした本館建屋の地下水位は、基礎スラブの応力解析において、基礎上ばレベルと設定し浮力荷重を考慮している。しかしながら、本館建屋周辺の地下水排水設備により、地下水位が基礎スラブ以深となる場合が考えられるため、その影響を検討する。

本資料においては、基礎スラブの平面的な面積が大きく、浮力荷重による影響を受けやすいタービン建屋を代表として、その影響を検討する。

2.2 影響内容

2.2.1 検討方法

耐震計算書における基礎スラブ評価の応力解析モデル（以下「工認モデル」という。）では、地下水位を基礎上ば（T.M.S.L.-5.1m）までとして浮力荷重を基礎全面に作用させていたが、本検討では浮力荷重を除外して、検討を実施する。なお、浮力以外の水平地震荷重及び鉛直地震荷重などは耐震計算書における基礎スラブに入力する S_s 地震荷重と同じであり、応力解析モデルは工認モデルからの変更はない。

2.2.2 荷重ケース

解析ケースは組合せ係数法に基づいて、表 2-1 に示す 16 ケースとした。

表 2-1 解析ケース

ケース No.	地震力
1	$(1.0+0.4K_v) VL + S s_{SN} + SOE$
2	$(1.0-0.4K_v) VL + S s_{SN} + SOE$
3	$(1.0+0.4K_v) VL + S s_{NS} + SOE$
4	$(1.0-0.4K_v) VL + S s_{NS} + SOE$
5	$(1.0+0.4K_v) VL + S s_{EW} + SOE$
6	$(1.0-0.4K_v) VL + S s_{EW} + SOE$
7	$(1.0+0.4K_v) VL + S s_{WE} + SOE$
8	$(1.0-0.4K_v) VL + S s_{WE} + SOE$
9	$(1.0+K_v) VL + 0.4S s_{SN} + 0.4SOE$
10	$(1.0-K_v) VL + 0.4S s_{SN} + 0.4SOE$
11	$(1.0+K_v) VL + 0.4S s_{NS} + 0.4SOE$
12	$(1.0-K_v) VL + 0.4S s_{NS} + 0.4SOE$
13	$(1.0+K_v) VL + 0.4S s_{EW} + 0.4SOE$
14	$(1.0-K_v) VL + 0.4S s_{EW} + 0.4SOE$
15	$(1.0+K_v) VL + 0.4S s_{WE} + 0.4SOE$
16	$(1.0-K_v) VL + 0.4S s_{WE} + 0.4SOE$

VL : 鉛直荷重

$S s_{SN}$: 水平地震荷重 (S→N 入力, NS 方向)

$S s_{NS}$: 水平地震荷重 (N→S 入力, NS 方向)

$S s_{EW}$: 水平地震荷重 (E→W 入力, EW 方向)

$S s_{WE}$: 水平地震荷重 (W→E 入力, EW 方向)

K_v : 鉛直震度

SOE : 土圧荷重

2.2.3 検討結果

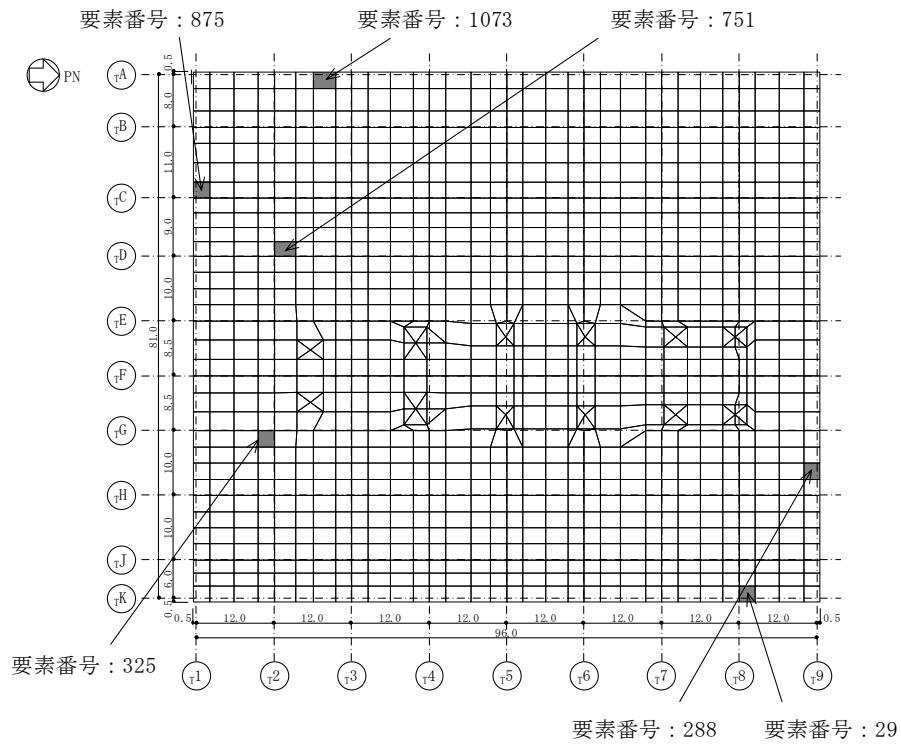
表 2-2 及び図 2-1 に浮力を除外した検討結果を示す。比較のために表 2-3 及び図 2-2 に工認モデル（浮力考慮）の検討結果も併せて示す。浮力を除外した場合の検討結果は浮力考慮の場合と概ね同等で最大値が発生する要素も概ね変化がないことから、浮力が基礎スラブの耐震性に及ぼす影響は小さいことを確認した。

表 2-2 最大値一覧（浮力除外）

項目	方向	要素番号	荷重ケース	解析結果	許容限界
コンクリート 最大圧縮ひずみ ($\times 10^{-6}$)	NS	875	1	552	3000
	EW	751	5	460	3000
鉄筋最大ひずみ ($\times 10^{-6}$)	NS	1073	8	2581	5000
	EW	288	5	1306	5000
面外せん断力 (kN/m)	NS	325	3	3218	3924
	EW	29	7	3919	5453

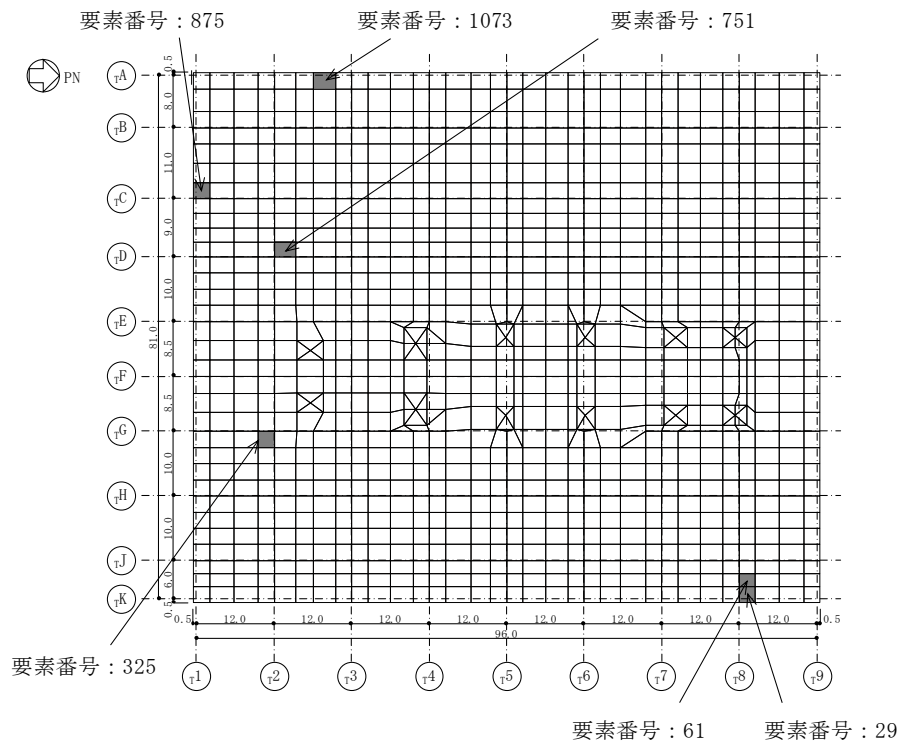
表 2-3 最大値一覧（工認モデル（浮力考慮））

項目	方向	要素番号	荷重ケース	解析結果	許容限界
コンクリート 最大圧縮ひずみ ($\times 10^{-6}$)	NS	875	1	541	3000
	EW	751	5	461	3000
鉄筋最大ひずみ ($\times 10^{-6}$)	NS	1073	7	2251	5000
	EW	61	1	1265	5000
面外せん断力 (kN/m)	NS	325	3	3218	3924
	EW	29	7	3920	5453



(単位 : m)

図 2-1 最大値発生位置 (浮力除外)



(単位 : m)

図 2-2 最大値発生位置 (工認モデル (浮力考慮))

3. T/G 架台を逆位相とした場合の影響検討

3.1 検討方針

耐震計算書における基礎スラブの評価では、建屋のロッキングによる基礎浮き上がりが基礎スラブの接地面に局所的に過大な応力を発生させることが考えられることから、基礎浮き上がりが起こりやすい条件として、タービン建屋と T/G 架台の振動の位相を同位相となるように荷重を設定していた。

本検討では、タービン建屋と T/G 架台が逆位相で振動する場合の影響を検討する。

3.2 影響内容

3.2.1 検討方法

タービン建屋と T/G 架台が逆位相の振動をする場合の基礎スラブの評価では、耐震計算書の応力解析モデルに入力している荷重のうち、T/G 架台反力を逆方向に作用させる。なお、入力する荷重の大きさは耐震計算書における基礎スラブに入力する S_s 地震荷重と同じであり、応力解析モデルは工認モデルからの変更はない。

3.2.2 荷重ケース

解析ケースは組合せ係数法に基づいて、表 3-1 に示す 16 ケースとした。

表 3-1 解析ケース

ケース No.	地震力+T/G 架台反力 (鉛直方向)	T/G 架台反力 (水平方向)
1	$(1.0+0.4K_v) VL + S s_{SN} + SOE + BL$	$1.0 \times TG_{NS}$
2	$(1.0-0.4K_v) VL + S s_{SN} + SOE + BL$	$1.0 \times TG_{NS}$
3	$(1.0+0.4K_v) VL + S s_{NS} + SOE + BL$	$1.0 \times TG_{SN}$
4	$(1.0-0.4K_v) VL + S s_{NS} + SOE + BL$	$1.0 \times TG_{SN}$
5	$(1.0+0.4K_v) VL + S s_{EW} + SOE + BL$	$1.0 \times TG_{WE}$
6	$(1.0-0.4K_v) VL + S s_{EW} + SOE + BL$	$1.0 \times TG_{WE}$
7	$(1.0+0.4K_v) VL + S s_{WE} + SOE + BL$	$1.0 \times TG_{EW}$
8	$(1.0-0.4K_v) VL + S s_{WE} + SOE + BL$	$1.0 \times TG_{EW}$
9	$(1.0+K_v) VL + 0.4S s_{SN} + 0.4SOE + BL$	$0.4 \times TG_{NS}$
10	$(1.0-K_v) VL + 0.4S s_{SN} + 0.4SOE + BL$	$0.4 \times TG_{NS}$
11	$(1.0+K_v) VL + 0.4S s_{NS} + 0.4SOE + BL$	$0.4 \times TG_{SN}$
12	$(1.0-K_v) VL + 0.4S s_{NS} + 0.4SOE + BL$	$0.4 \times TG_{SN}$
13	$(1.0+K_v) VL + 0.4S s_{EW} + 0.4SOE + BL$	$0.4 \times TG_{WE}$
14	$(1.0-K_v) VL + 0.4S s_{EW} + 0.4SOE + BL$	$0.4 \times TG_{WE}$
15	$(1.0+K_v) VL + 0.4S s_{WE} + 0.4SOE + BL$	$0.4 \times TG_{EW}$
16	$(1.0-K_v) VL + 0.4S s_{WE} + 0.4SOE + BL$	$0.4 \times TG_{EW}$

- VL : 鉛直荷重
- $S s_{SN}$: 水平地震荷重 (S→N 入力, NS 方向)
- $S s_{NS}$: 水平地震荷重 (N→S 入力, NS 方向)
- $S s_{EW}$: 水平地震荷重 (E→W 入力, EW 方向)
- $S s_{WE}$: 水平地震荷重 (W→E 入力, EW 方向)
- K_v : 鉛直震度
- SOE : 土圧荷重
- BL : 浮力
- TG_{SN} : T/G 架台反力 (S→N 入力, NS 方向)
- TG_{NS} : T/G 架台反力 (N→S 入力, NS 方向)
- TG_{EW} : T/G 架台反力 (E→W 入力, EW 方向)
- TG_{WE} : T/G 架台反力 (W→E 入力, EW 方向)

3.2.3 検討結果

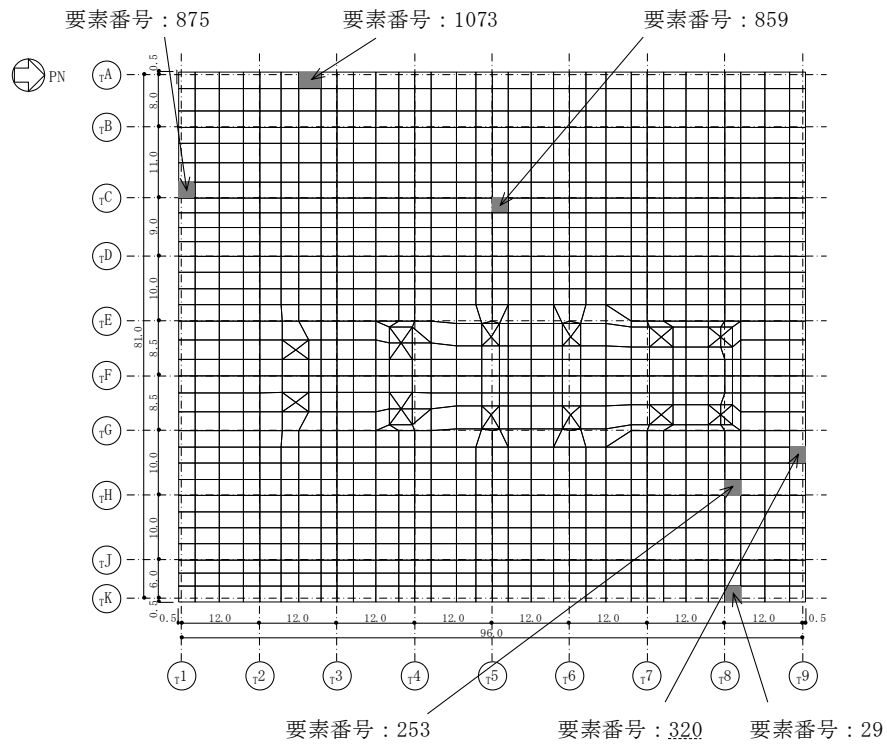
表 3-2 及び図 3-1 に建屋と T/G 架台が逆位相となる場合の検討結果を示す。比較のために表 3-3 及び図 3-2 に工認モデル (T/G 架台同位相) の検討結果も併せて示す。T/G 架台を逆位相とした場合、図 3-1 及び図 3-2 に示すとおり、最大値発生位置に変動は生じるものの、コンクリートの最大圧縮ひずみ、鉄筋最大ひずみ及び面外せん断力の最大値は、いずれも工認モデル (T/G 架台同位相) と概ね同程度であることを確認した。

表 3-2 最大値一覧 (T/G 架台逆位相)

項目	方向	要素番号	荷重ケース	解析結果	許容限界
コンクリート 最大圧縮ひずみ ($\times 10^{-6}$)	NS	875	1	548	3000
	EW	859	8	436	3000
鉄筋最大ひずみ ($\times 10^{-6}$)	NS	1073	8	2289	5000
	EW	320	5	1839	5000
面外せん断力 (kN/m)	NS	253	1	3953	5621
	EW	29	7	3883	5453

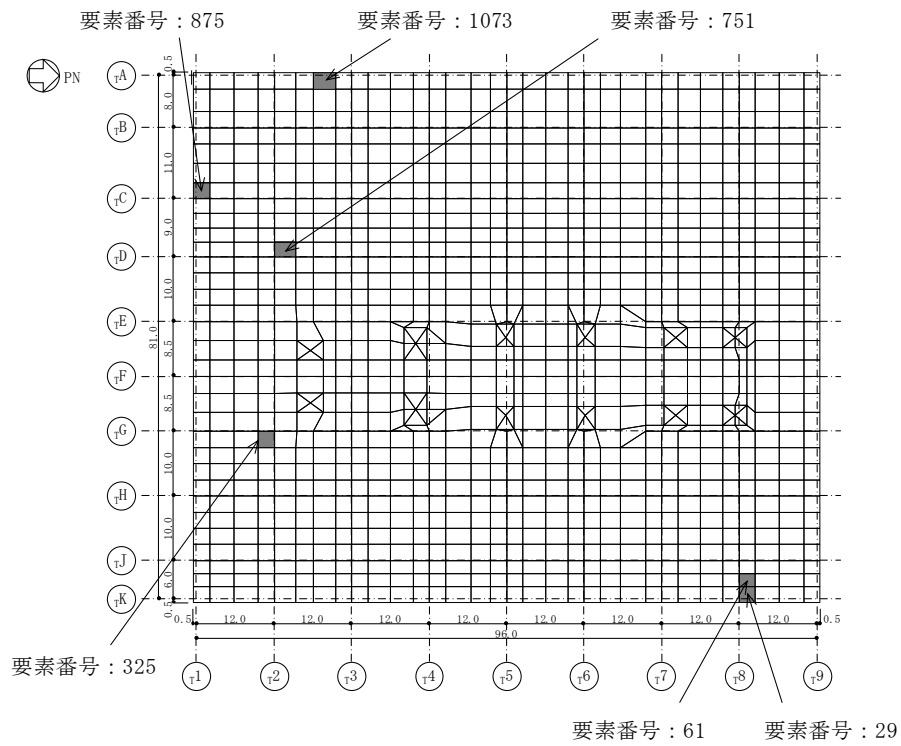
表 3-3 最大値一覧 (工認モデル (T/G 架台同位相))

項目	方向	要素番号	荷重ケース	解析結果	許容限界
コンクリート 最大圧縮ひずみ ($\times 10^{-6}$)	NS	875	1	541	3000
	EW	751	5	461	3000
鉄筋最大ひずみ ($\times 10^{-6}$)	NS	1073	7	2251	5000
	EW	61	1	1265	5000
面外せん断力 (kN/m)	NS	325	3	3218	3924
	EW	29	7	3920	5453



(単位 : m)

図 3-1 最大値発生位置 (T/G 架台逆位相)



(単位 : m)

図 3-2 最大値発生位置 (工認モデル (T/G 架台同位相))