

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-補-025-03 改 01
提出年月日	2023年3月17日

タービン建物の耐震性についての計算書に関する  
補足説明資料

2023年3月

中国電力株式会社

1. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

VI-2-2-8「タービン建物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。

今回提出範囲：

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 地震応答解析による壁の塑性化に対する影響検討

別紙6 最大接地圧について

別紙7 応力解析における応力平均化の考え方

別紙8 蒸気タービンの基礎を逆位相とした場合の影響検討

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、タービン建物の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

タービン建物の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。

直接基礎の底面の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。なお，地震時の評価を行うことから，各荷重に共通で動的な地盤物性に基づく地盤ばねを用いる。

### ・水平ばね

振動アドミッタンス理論に基づく水平ばねより算出する。

### ・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，振動アドミッ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，構造形状と荷重条件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。曲面板構造の場合は，平板要素や軸対称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，2006 年）


表 2-1(1) モデル化, 境界条件及び拘束条件

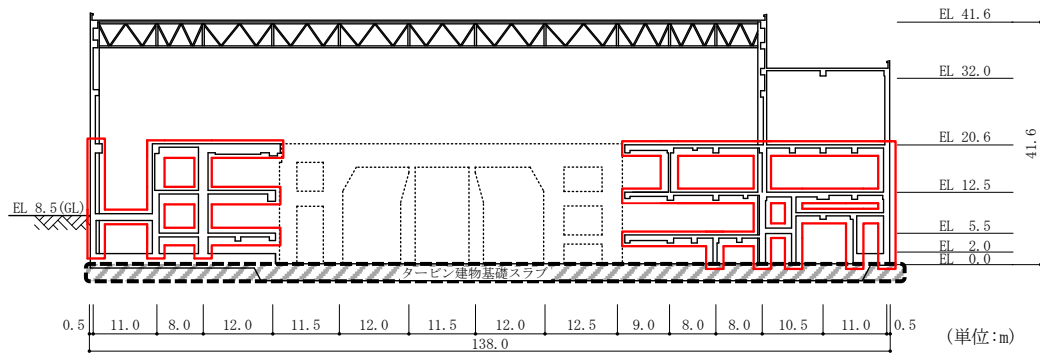
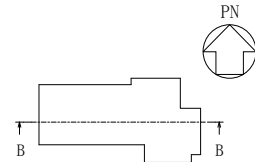
モデル概要

○モデル化範囲

- ・評価対象である基礎スラブ全体をモデル化する。
- ・上部構造物については, 基礎スラブより立ち上がる剛性の高い一部壁及び床スラブの剛性を拘束条件として考慮する。

 : 積層シェル要素でのモデル化範囲  
(拘束条件として考慮)

  
評価対象のモデル化範囲



モデル化範囲

表 2-1(2) モデル化, 境界条件及び拘束条件

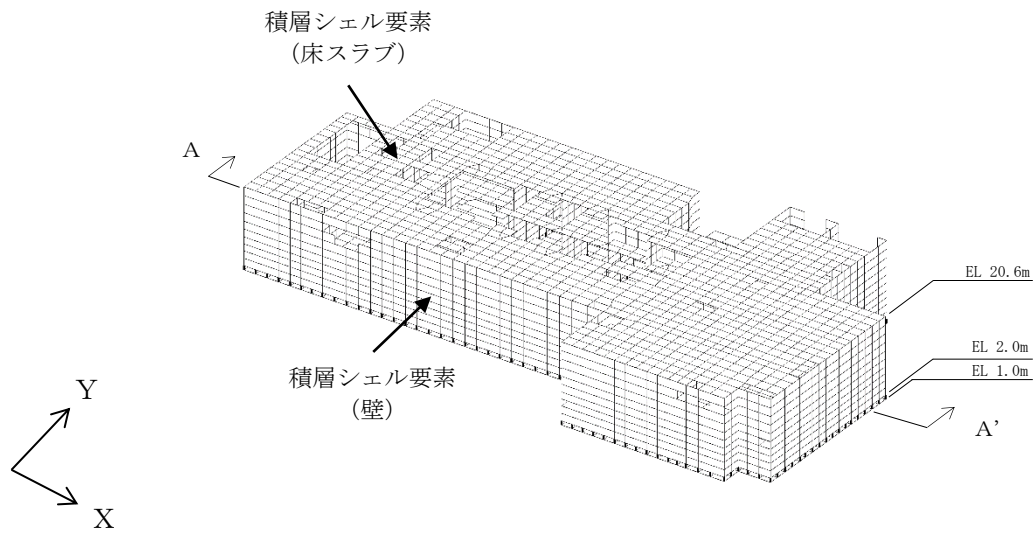
モデル概要

○使用要素

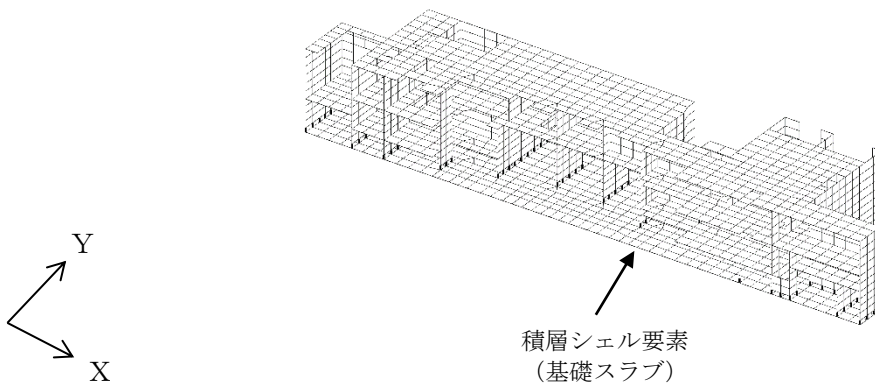
- ・積層シェル要素

○要素分割

- ・要素の一边の長さを 2.0~3.0m 程度とし, 壁及びスラブの配置を考慮して分割する。



全体鳥瞰図



全体鳥瞰断面図 (A-A' 断面)

注: EL 1.0m~EL 2.0m は剛体要素でモデル化。

モデル概要



表 2-1(3) モデル化, 境界条件及び拘束条件

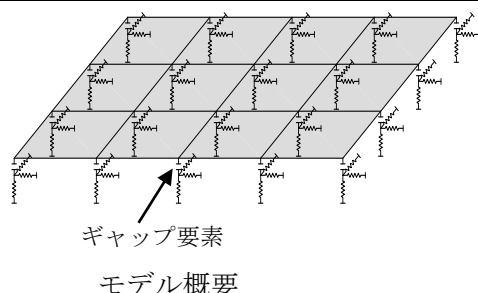
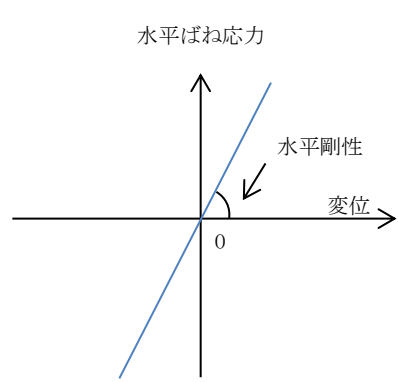
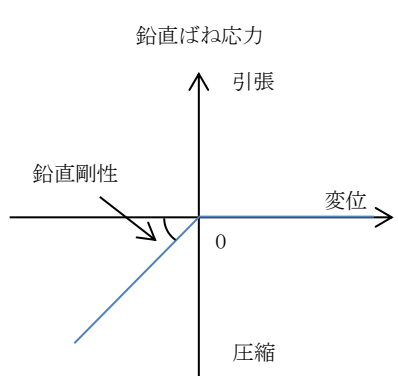
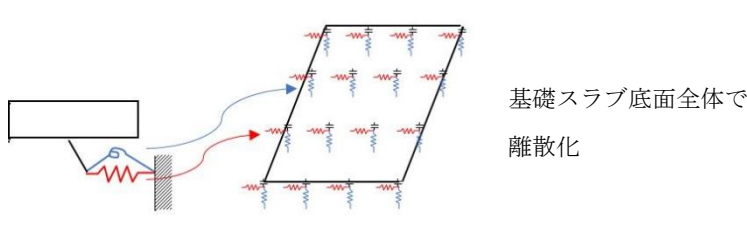
境界条件	
基礎スラブと地盤の境界	
<p>・基礎スラブと底面地盤との間に底面地盤を表現するギャップ要素を設け, 基礎スラブと底面地盤との間の剥離(基礎スラブの浮上り)を考慮している。</p>	
<p>○ギャップ要素</p> <p>鉛直ばねに引張力が発生した際に, 水平剛性及び鉛直剛性をゼロとし, 浮上りを考慮する。</p>	
	
<p>注：鉛直ばねに引張力が発生した場合には, 水平剛性もゼロとする。</p>	
(a) 水平剛性	(b) 鉛直剛性
ギャップ要素の概念図	
<p>○底面地盤ばね</p> <p>水平剛性及び鉛直剛性は以下のとおり設定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水平剛性：振動アドミタンス理論による水平ばね<math>K_{HNS(EW)}</math>を節点支配面積<math>A_i</math>で離散化。  <math display="block">K_{HiNS(EW)} = (K_{HNS(EW)} / A) \times A_i</math> <math>A</math>：基礎スラブの底面積</li> <li>・鉛直剛性：転倒モーメントが支配的となるため振動アドミタンス理論による回転ばね<math>K_R</math>を節点支配面積<math>A_i</math>で離散化。  <math display="block">K_{Vi} = (K_{RNS} / I_{NS} + K_{REW} / I_{EW}) / 2 \times A_i</math> <math>I</math>：基礎スラブの断面二次モーメント</li> </ul>	
	
底面地盤ばね	

表 2-1(4) モデル化, 境界条件及び拘束条件

拘束条件
上部構造物と基礎スラブの境界
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 基礎スラブと上部構造物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。</li> <li>・ 上部構造物の剛性は以下のとおり考慮する。なお, 上部構造物は弾性要素としている。               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) EL 2.0m~EL 20.6m の一部の壁の剛性を積層シェル要素として考慮する。</li> <li>(2) EL 2.0m~EL 20.6m の床スラブの剛性を積層シェル要素として考慮する。</li> </ol> </li> </ul>

## 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、タービン建物の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

タービン建物の基礎スラブの応力解析に当たって、FEMモデルに入力する地震荷重として、水平地震力、鉛直地震力及び地震時土圧荷重を考慮する。

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、FEMモデルに入力する水平力、曲げモーメント及び鉛直力が、各質点位置で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、水平地震力については、地震応答解析により求まる最大応答せん断力に基づく水平力をFEMモデルに入力する。上部構造物から作用する基礎スラブへの地震時反力については、FEMモデルにおける上部構造物脚部に対応する基礎スラブの各節点に、節点の支配面積に応じて分配し、節点荷重として入力する。基礎スラブモデル部分については、地震応答解析より求まる基礎スラブ底面地盤ばねの最大水平力から、上部構造物から作用する水平力を差し引いた値と等価になる荷重（以下「付加せん断力」という。）をFEMモデルの基礎スラブの各節点に、節点の支配面積に応じて分配し、節点荷重として入力する。

また、地震応答解析により求まる最大応答曲げモーメントをFEMモデルに入力する。上部構造物から作用する基礎スラブへの地震時反力は、偶力に置換して水平力を入力位置に節点荷重として入力する。基礎スラブモデル部分については、地震応答解析より求まる基礎スラブ底面地盤ばねの最大曲げモーメントから、上部構造物から作用する曲げモーメントを差し引いた値と等価になる荷重（以下「付加曲げモーメント」という。）をFEMモデルの基礎スラブの各節点に、節点の支配面積と中心位置からの距離に応じて偶力に置換して分配し、節点荷重として入力する。

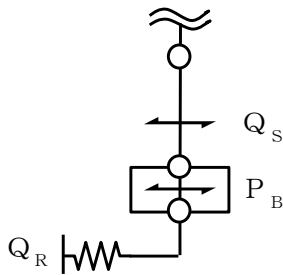
なお、水平地震力及び曲げモーメントについては、耐震壁の位置に対応する節点に入力する。また、曲げモーメントの偶力への置換については、平面保持を仮定している。

鉛直地震力については、地震応答解析により求まる基礎スラブ直上の部材の軸力から算出した軸力係数に基づく鉛直力をFEMモデルに入力する。上部構造物から作用する基礎スラブへの地震時反力については、FEMモデルにおける上部構造物脚部位置に対応する基礎スラブの各節点の支配面積に応じて上部構造物の重量を分配した支配重量に軸力係数を乗じた節点荷重として入力する。基礎スラブモデル部分については、地震応答解析より求まる基礎スラブ底面地盤ばねの鉛直力から上部構造物から作用する鉛直力を差し引いた値と等価になる荷重（以下「付加軸力」という。）を基礎スラブの質点重量で除して付加軸力係数を算出する。そして、FEMモデルの基礎スラブの各節点の支配重量に付加軸力係数を乗じた節点荷重及び面荷重として入力する。

地下外壁部に作用する地震時土圧荷重により基礎スラブに作用する荷重は、せん断力及び曲げモーメントを考慮し、外壁を各階スラブ位置で支持した連続はりモデルを用いて算出する。算出した外壁脚部に生じる単位長さあたりのせん断力及び曲げモーメントは、基礎スラブ外周の節点の支配長さに応じて分配し、節点荷重として入力する。

FEMモデルに入力する地震荷重の概念図を図2-1に示す。また、FEMモデルに入力する地震荷重を図2-2に示す。

■基礎スラブモデル部分に作用させる付加せん断力 $P_B$ の算出



$$P_B = Q_R - Q_S$$

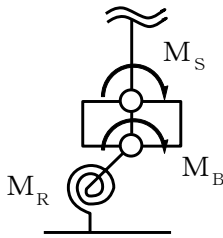
$P_B$  : FEMにする付加せん断力

$Q_R$  : 地震応答解析より設定した地盤ばねに生じる水平力

$Q_S$  : 地震応答解析より設定した上部構造物から基礎スラブに作用するせん断力

(a) 水平地震力

■基礎スラブモデル部分に作用させる付加曲げモーメント $M_B$ の算出



$$M_B = M_R - M_S$$

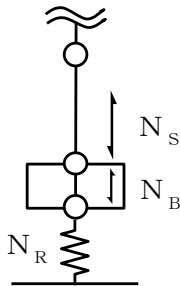
$M_B$  : FEMにする付加曲げモーメント

$M_R$  : 地震応答解析より設定した地盤ばねに生じる曲げモーメント

$M_S$  : 地震応答解析より設定した上部構造物から基礎スラブに作用する曲げモーメント

(b) 曲げモーメント

■基礎スラブモデル部分に作用させる付加軸力 $N_B$ の算出



$$N_B = N_R - N_S$$

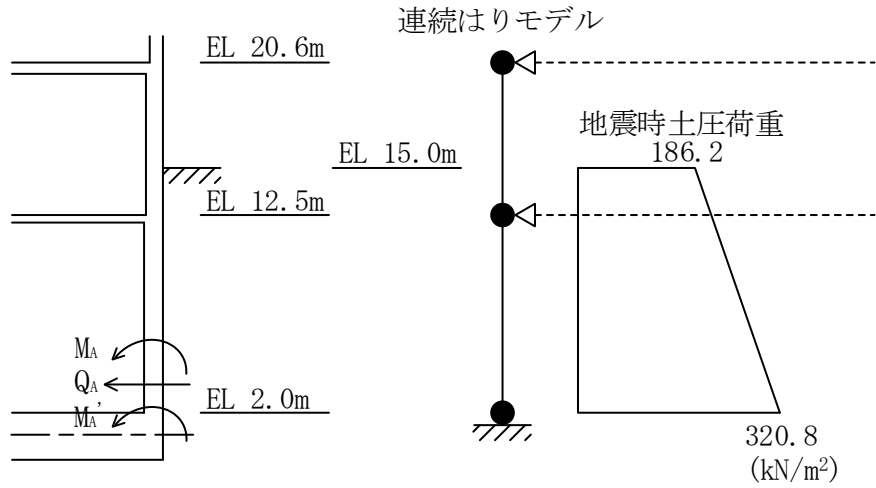
$N_B$  : FEMにする付加軸力

$N_R$  : 地震応答解析より設定した地盤ばねに生じる鉛直力

$N_S$  : 地震応答解析より設定した上部構造物から基礎スラブに作用する鉛直力

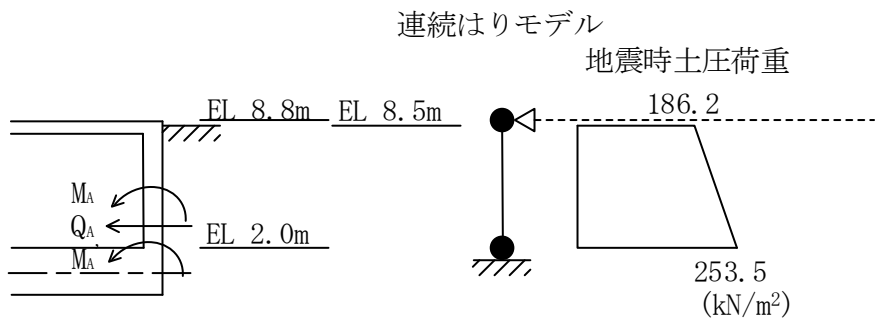
(c) 鉛直地震力

図2-1(1) FEMモデルにする地震荷重の概念図



$M_A$  : 基礎スラブに入力する曲げモーメント  
 $Q_A$  : 基礎スラブに入力するせん断力  
 $M_A'$  : せん断力により発生する付加曲げモーメント

(d) 地震時土圧荷重 ( $\tau_{14}$  通り,  $\tau_D \sim \tau_F$  通り)

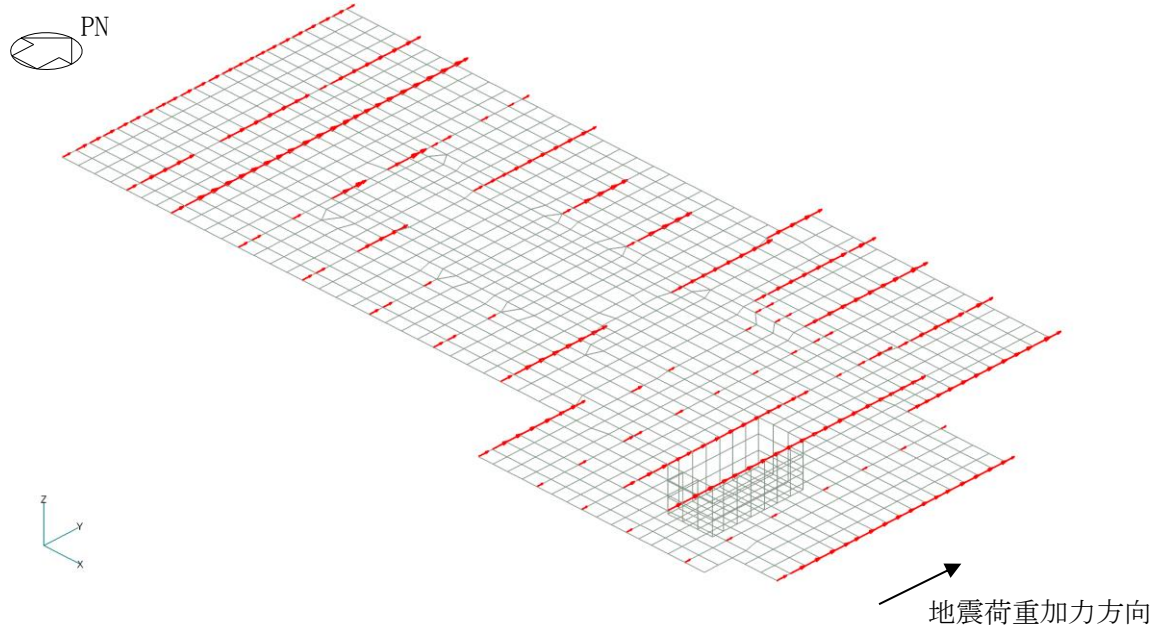


$M_A$  : 基礎スラブに入力する曲げモーメント  
 $Q_A$  : 基礎スラブに入力するせん断力  
 $M_A'$  : せん断力により発生する付加曲げモーメント

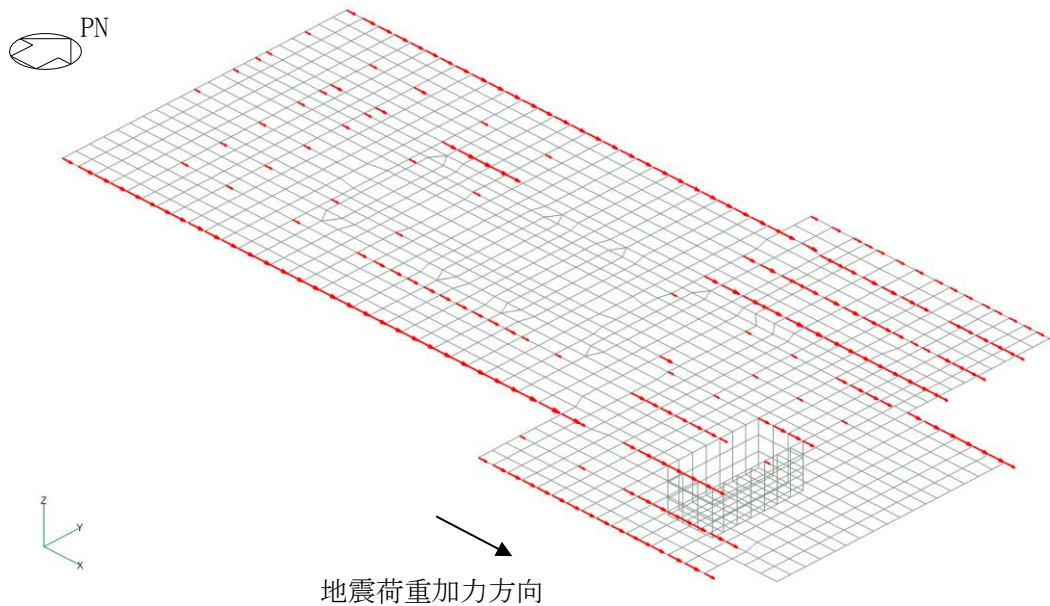
(e) 地震時土圧荷重 ( $\tau_X$  通り,  $\tau_{2'} \sim \tau_7$  通り)

図 2-1(2) FEMモデルに入力する地震荷重の概念図



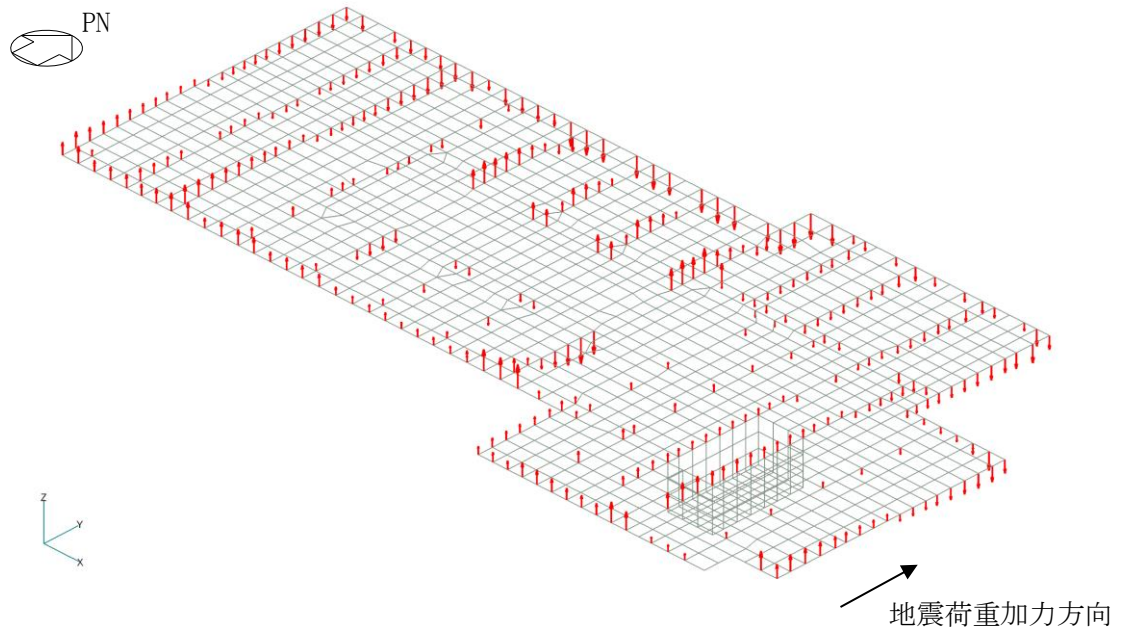


(a) 水平力 (NS方向)

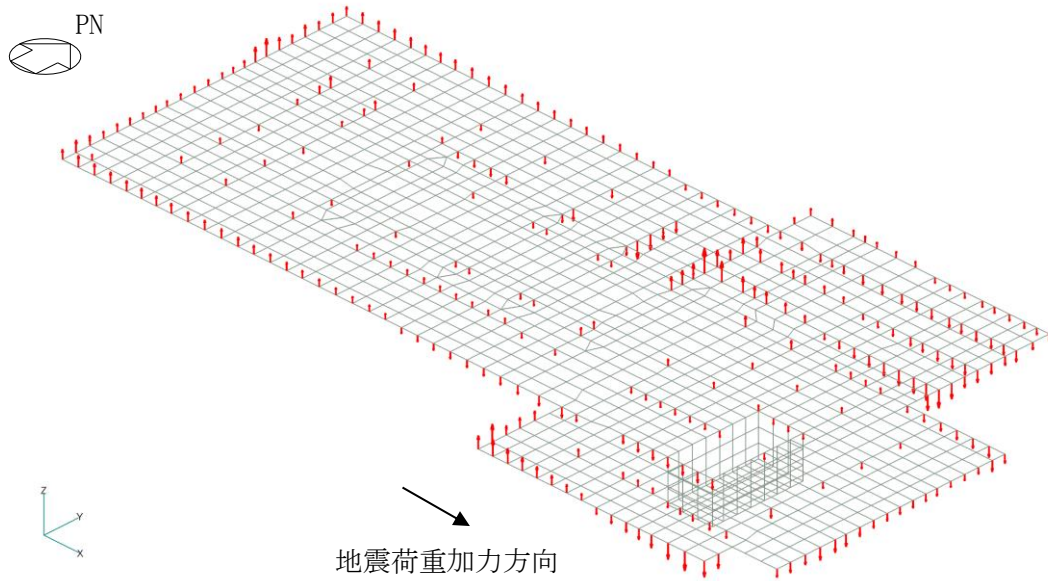


(b) 水平力 (EW方向)

図 2-2(1) FEMモデルに入力する地震荷重

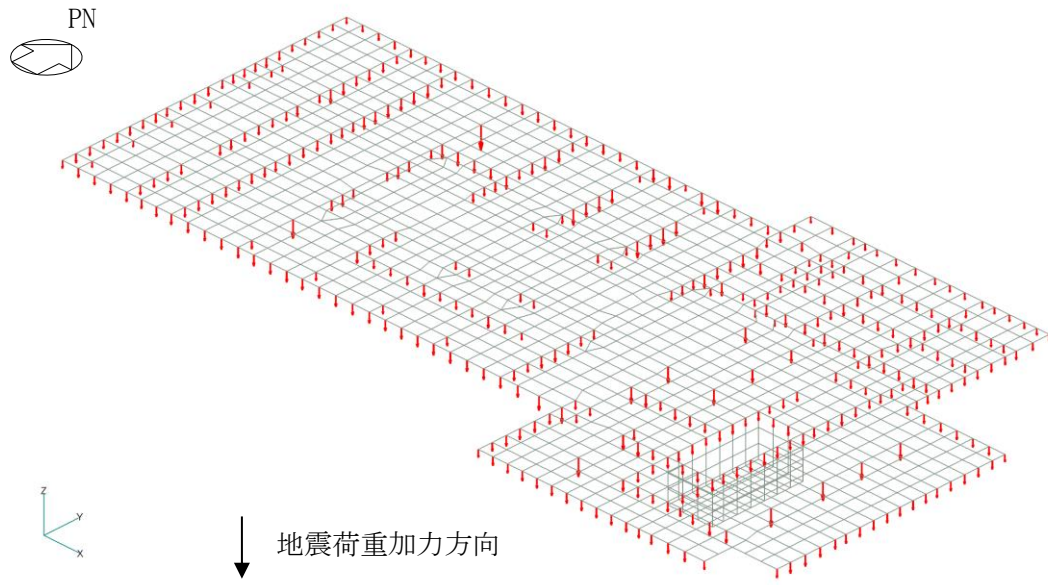


(c) 曲げモーメント (NS方向)



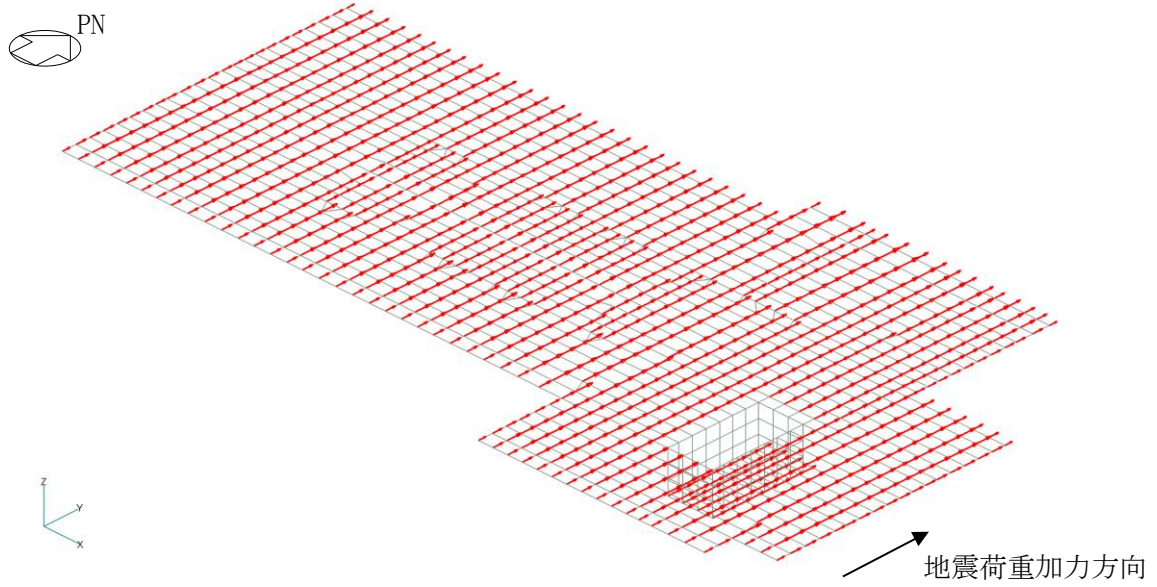
(d) 曲げモーメント (EW方向)

図 2-2(2) FEMモデルに入力する地震荷重

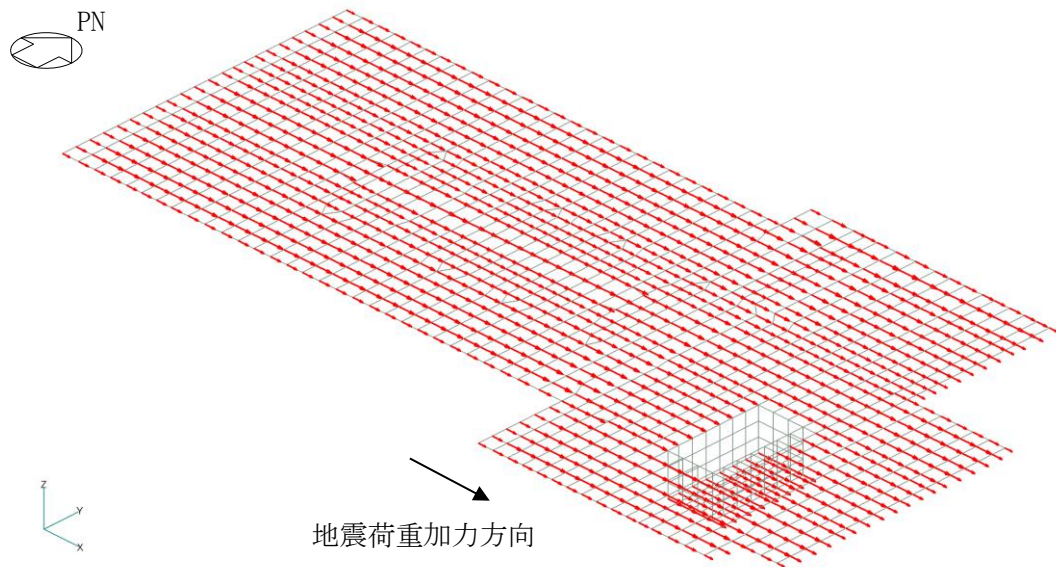


(e) 鉛直力

図 2-2(3) FEMモデルに入力する地震荷重

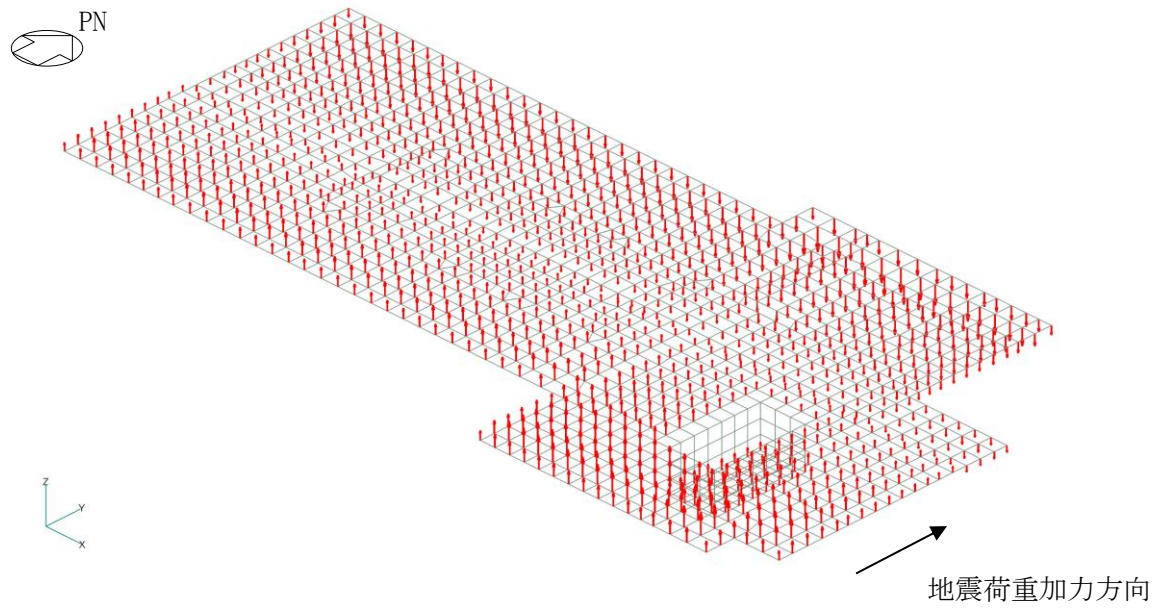


(f) 付加せん断力 (N S 方向)

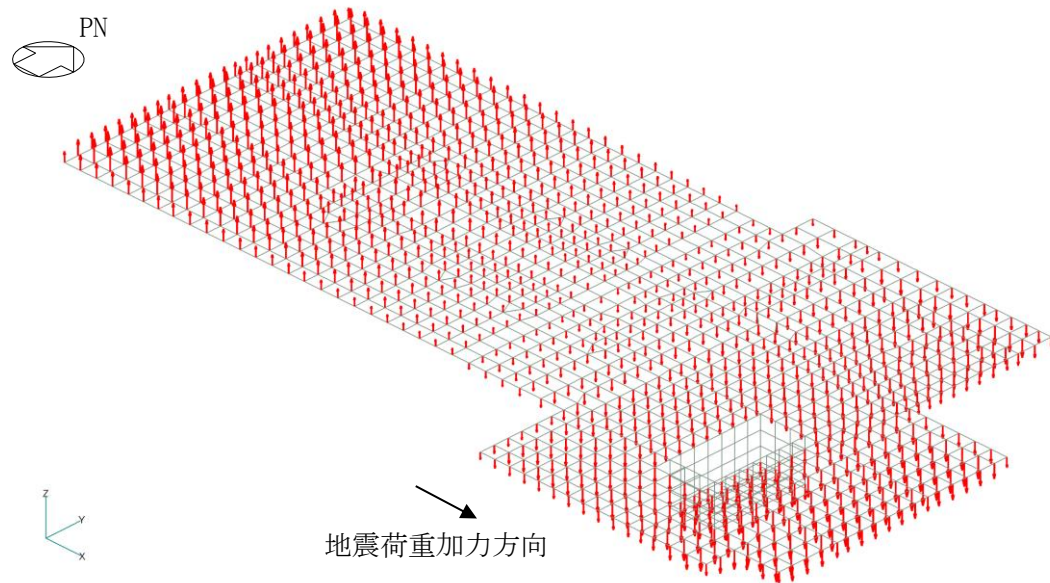


(g) 付加せん断力 (E W 方向)

図 2-2(4) F E Mモデルに入力する地震荷重

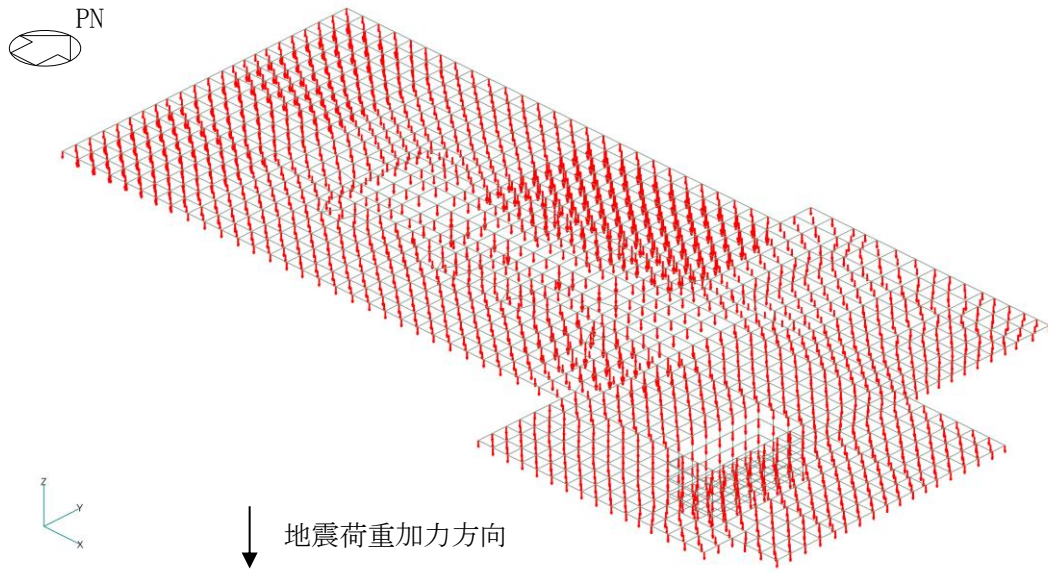


(h) 付加曲げモーメント (N S 方向)



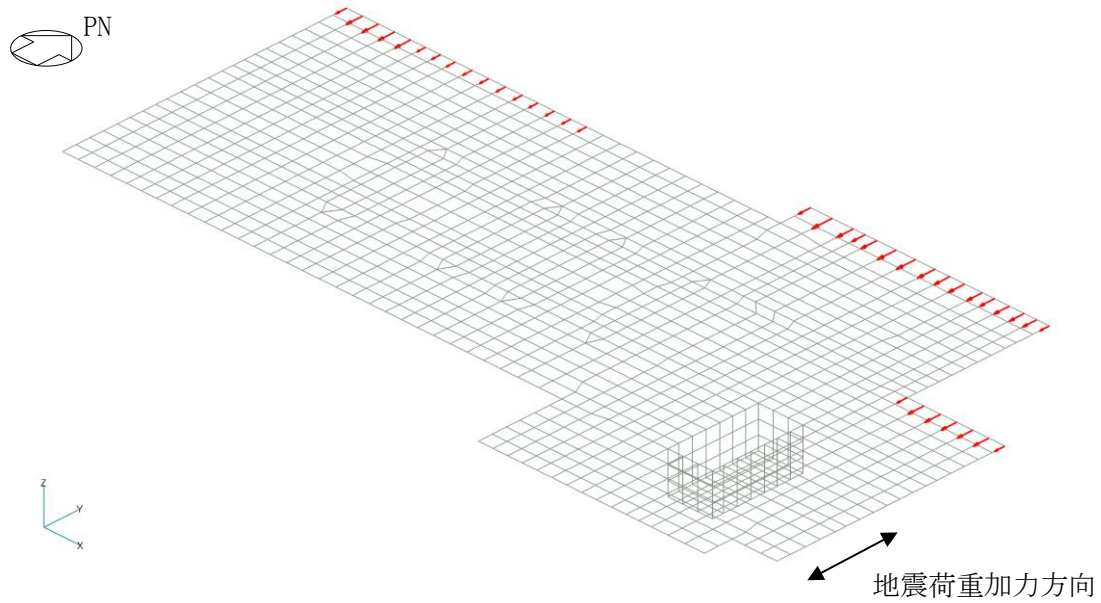
(i) 付加曲げモーメント (E W 方向)

図 2-2(5) F E Mモデルに入力する地震荷重

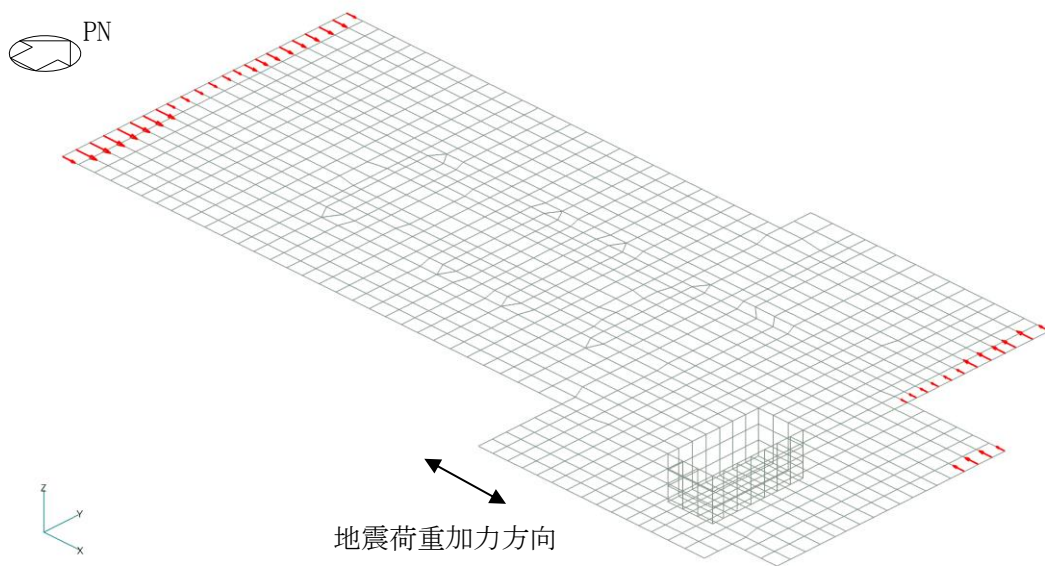


(j) 付加軸力

図 2-2(6) FEMモデルに入力する地震荷重

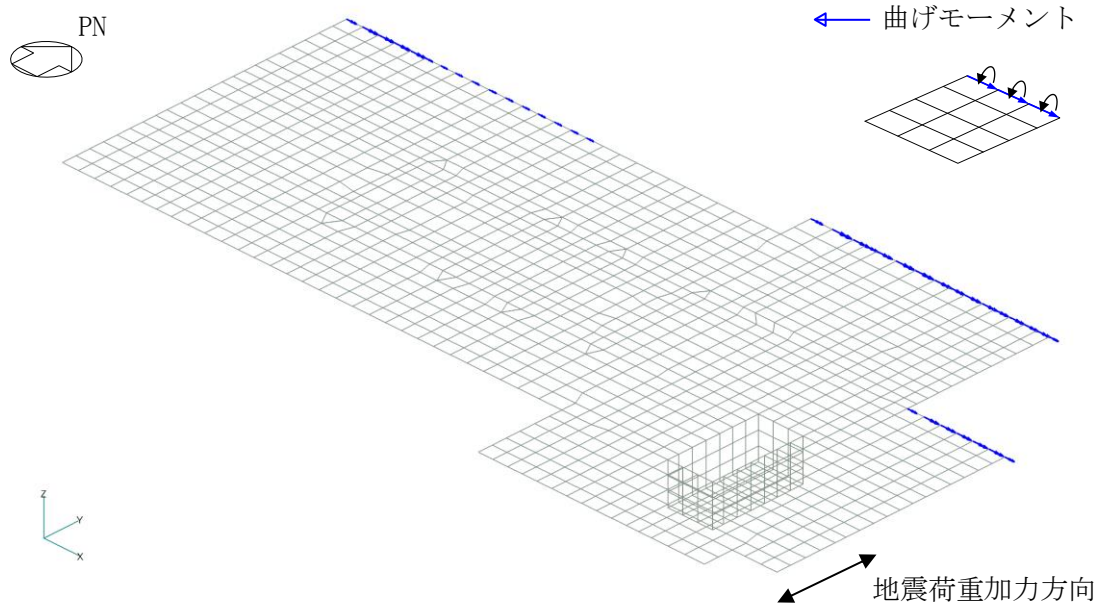


(k) 地震時土圧荷重（せん断力）（N S方向）

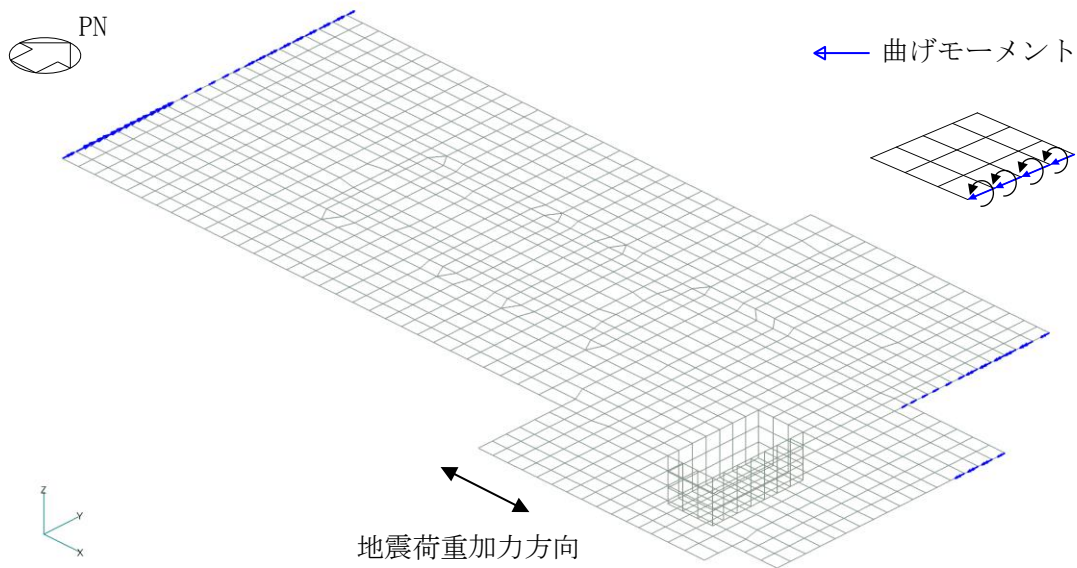


(l) 地震時土圧荷重（せん断力）（E W方向）

図 2-2(7) FEMモデルに入力する地震荷重



(m) 地震時土圧荷重（曲げモーメント）（NS方向）



(n) 地震時土圧荷重（曲げモーメント）（EW方向）

図 2-2(8) FEMモデルに入力する地震荷重



## 別紙 4 応力解析における断面の評価部位の選定

## 目 次

1. 概要 .....	別紙 4-1
2. 断面の評価部位の選定 .....	別紙 4-2

## 1. 概要

本資料は、タービン建物基礎スラブの応力解析における断面の評価部位の選定について示すものである。

## 2. 断面の評価部位の選定

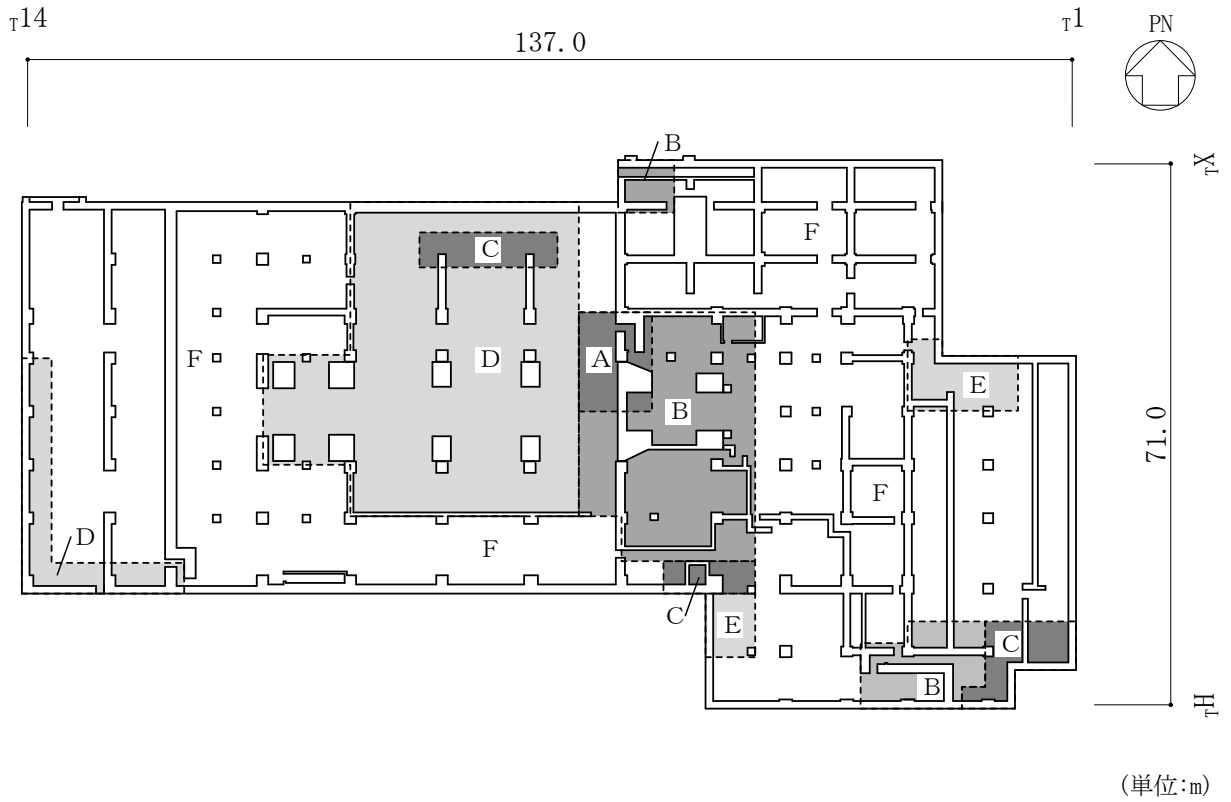
タービン建物基礎スラブの荷重の組合せケースを表 2-1 に、配筋領域図を図 2-1 に、配筋一覧を表 2-2 に示す。

各評価項目の検定値一覧を表 2-3 に、断面力ごとの検定値が最大となる要素及び断面の評価結果を図 2-2 に、断面の評価部位の選定に関する荷重組合せケースの断面力カウンター図を図 2-3 に示す。

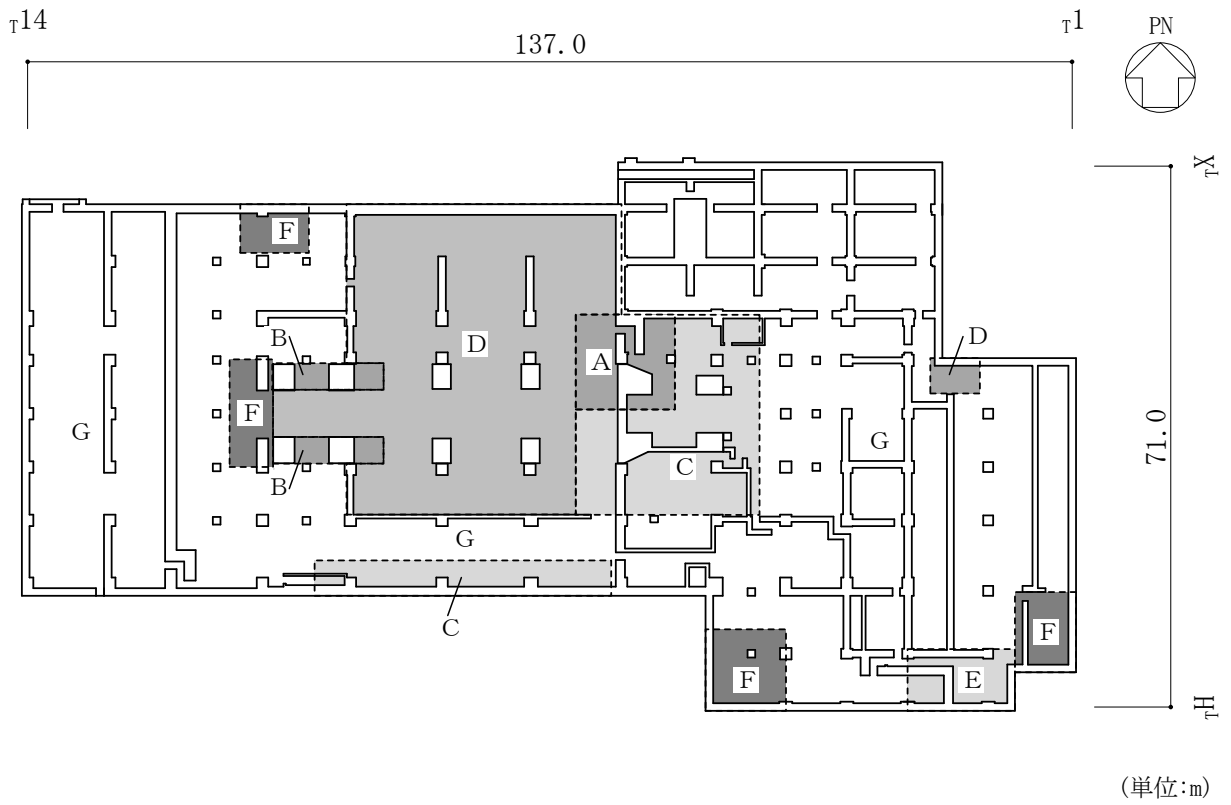
今回工認では、基準地震動  $S_s$  による入力が増大に伴い、タービン建物の鉄筋コンクリート構造全体としての挙動が塑性域に入ると考えられるため、その塑性域の挙動を適切に評価するためにタービン建物の基礎スラブの応力解析に弾塑性解析を採用している。タービン建物は基礎スラブ厚が 2.0m~2.5m と比較的薄く、基礎スラブ上に耐震壁が偏在する構造となっているが、図 2-3 に示すとおり、基礎スラブに特異な応力分布は生じていないこと及びコンクリート、鉄筋が強非線形領域に至っていないことから、弾塑性解析を採用することは妥当であると考えられる。

表 2-1 荷重の組合せケース

外力の状態	ケース No.	荷重の組合せ
S s 地震時	1	$G + P + 1.0S_{SN} + 0.4S_{UD}$
	2	$G + P + 1.0S_{NS} + 0.4S_{UD}$
	3	$G + P + 1.0S_{SN} + 0.4S_{DU}$
	4	$G + P + 1.0S_{NS} + 0.4S_{DU}$
	5	$G + P + 1.0S_{WE} + 0.4S_{UD}$
	6	$G + P + 1.0S_{EW} + 0.4S_{UD}$
	7	$G + P + 1.0S_{WE} + 0.4S_{DU}$
	8	$G + P + 1.0S_{EW} + 0.4S_{DU}$
	9	$G + P + 0.4S_{SN} + 1.0S_{UD}$
	10	$G + P + 0.4S_{NS} + 1.0S_{UD}$
	11	$G + P + 0.4S_{SN} + 1.0S_{DU}$
	12	$G + P + 0.4S_{NS} + 1.0S_{DU}$
	13	$G + P + 0.4S_{WE} + 1.0S_{UD}$
	14	$G + P + 0.4S_{EW} + 1.0S_{UD}$
	15	$G + P + 0.4S_{WE} + 1.0S_{DU}$
	16	$G + P + 0.4S_{EW} + 1.0S_{DU}$

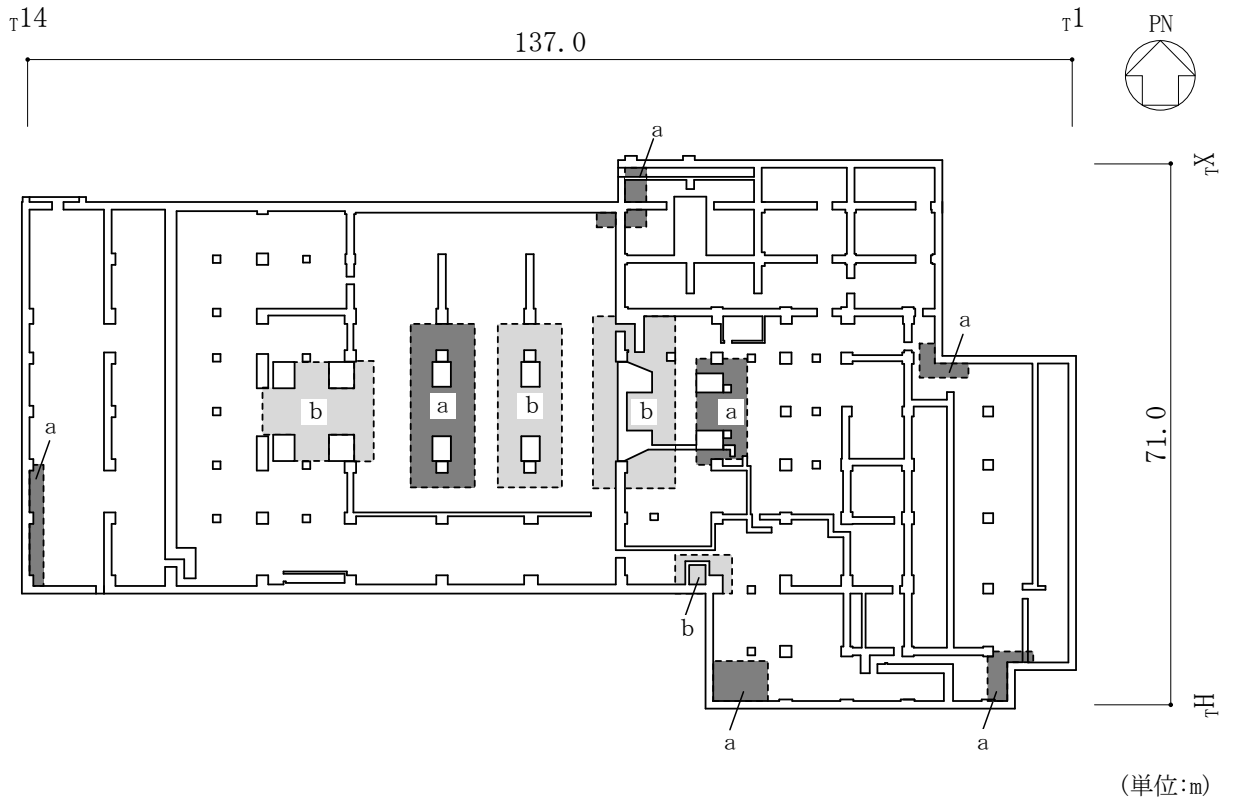


(a) 主筋（下ば筋）



(b) 主筋（上ば筋）

図 2-1(1) 配筋領域図



(c) せん断補強筋

図 2-1(2) 配筋領域図

表 2-2(1) 配筋一覽

(a) 主筋 (下ば筋)

領域	方向	配筋
A	N S	3-D32@200
	E W	3-D32@200
B	N S	2-D32@200
	E W	2-D32@200
C	N S	2-D32@200 + D32@400
	E W	2-D32@200 + D32@400
D	N S	D32@200 + D32@400
	E W	2-D32@200
E	N S	2-D32@200
	E W	D32@200 + D32@400
F	N S	D32@200
	E W	D32@200



表 2-2(2) 配筋一覧

(b) 主筋 (上ば筋)

領域	方向	配筋
A	N S	2-D38@200 + D32@400
	E W	2-D38@200 + D32@200
B	N S	2-D32@200 + D32@400
	E W	2-D32@200 + D32@400
C	N S	2-D32@200
	E W	2-D32@200
D	N S	D32@200 + D32@400
	E W	2-D32@200
E	N S	2-D32@200
	E W	D32@200 + D32@400
F	N S	D32@200 + D32@400
	E W	D32@200 + D32@400
G	N S	D32@200
	E W	D32@200

(c) せん断補強筋

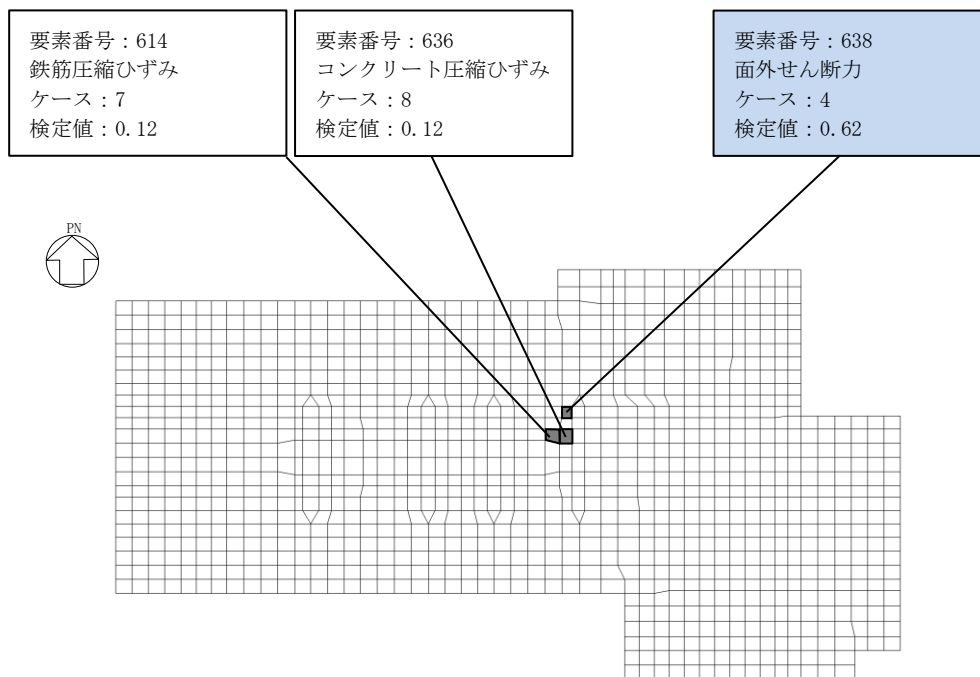
領域	配筋
a	D32@400 × 400
b	D38@400 × 400

表 2-3 各評価項目の検定値一覧

評価項目		方向	要素 番号	組合せ ケース	検定値
軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ	E W	636	8	0.12
	鉄筋圧縮ひずみ	E W	614	7	0.12
面外せん断力	面外せん断力	E W	638	4	0.62 (1.06)

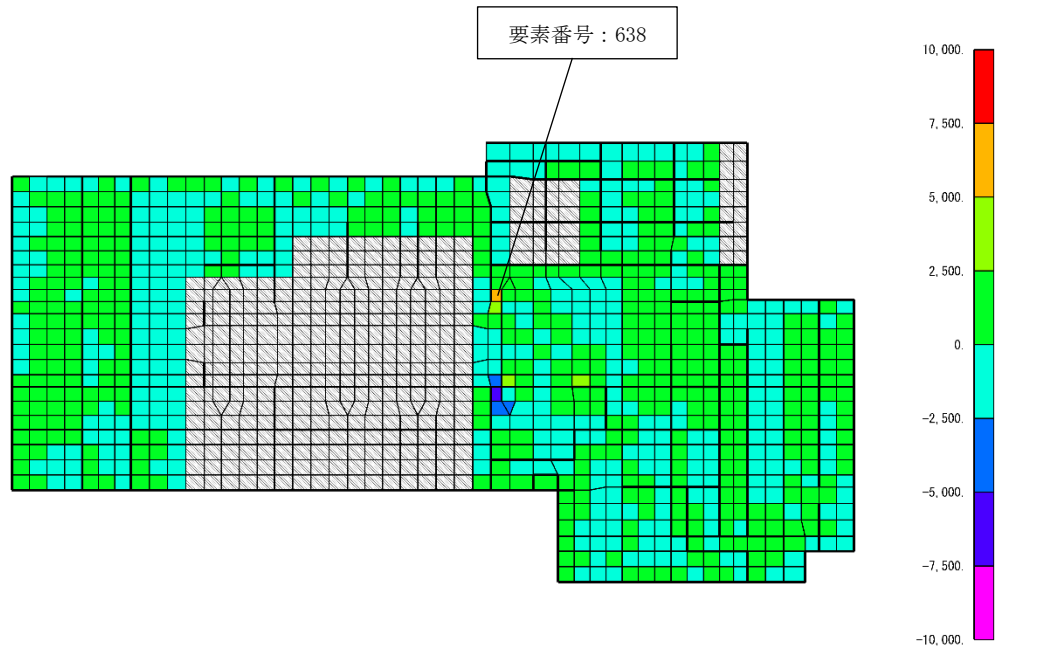
注1：□ は、検定値が最大となる要素を示す。

注2：( )内は応力平均化前の値を示す。



注：■ は、検定値が最大となる要素を示す。

図 2-2 断面力ごとの検定値が最大となる要素及び断面の評価結果



注：グレーハッチ箇所は機能維持範囲外のエリアを示す。

面外せん断力（EW方向， ケース 4）

(kN/m)

図 2-3 断面の評価部分の選定に関する荷重組合せケースの断面力コンター図

## 別紙 7 応力解析における応力平均化の考え方

## 目 次

1. 概要	別紙 7-1
2. 応力平均化の考え方	別紙 7-2
2.1 応力平均化を実施した領域における断面の評価要素	別紙 7-2
2.2 応力平均化の方法	別紙 7-4
2.3 応力平均化の結果	別紙 7-9
2.4 断面の評価	別紙 7-10
2.4.1 断面の評価方法	別紙 7-10
2.4.2 断面の評価結果	別紙 7-10

## 1. 概要

3次元FEMモデルを用いた応力の算定において、FEM要素に応力集中が見られる場合については、「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）」（以下「RC-N規準」という。）に基づき、応力の再配分を考慮してある一定の領域の応力を平均化したうえで断面の評価を行っている。この場合、当該要素における応力ではなく、周囲の複数の要素で平均化した応力に対して断面の評価を実施していることから、本資料では、タービン建物の基礎スラブにおける複数の要素での応力平均化の考え方及びその結果を示す。

## 2. 応力平均化の考え方

### 2.1 応力平均化を実施した領域における断面の評価要素

断面の評価要素は、応力平均化を行うことによって応力が変わることから、応力平均化前の断面力に対する検定値をもとに選定している。

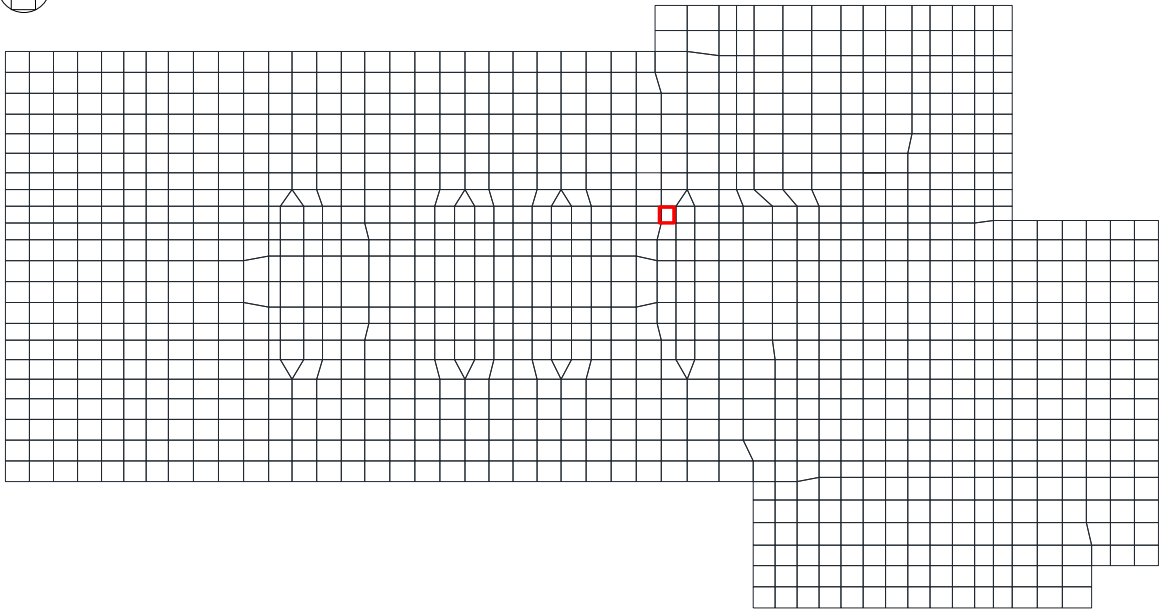
タービン建物の基礎スラブでは、応力平均化前の応力分布において、局所的に大きな面外せん断力が発生している要素を断面の評価要素とし、応力平均化を行い、応力平均化後の値に対する断面の評価を実施した。

応力平均化を実施した要素を表 2-1，要素位置図を図 2-1 に示す。

表 2-1 応力平均化要素

部位	評価項目		方向	要素番号	組合せ ケース	平均化前の検定値 (発生値/許容値)
基礎スラブ	面外 せん断力	面外せん 断応力度	E W	638	4	1.06





617	639	658	673	697
616	638	657	672	696
615	637	656	671	695

图 2-1 要素位置图

## 2.2 応力平均化の方法

3次元FEMモデルを用いた応力解析においては、部材断面やモデル形状が大きく変化して不連続になっている箇所は、局所的な応力集中が発生しやすい。

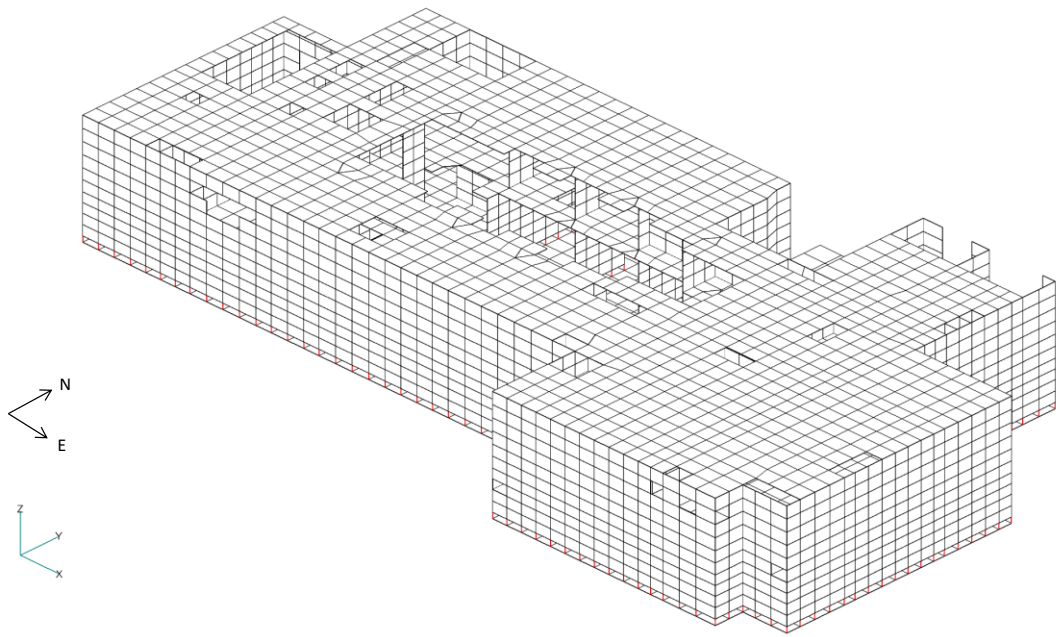
図2-2にタービン建物の基礎スラブの3次元FEMモデルを示す。図2-2に示すように、当該部は耐震壁との接続部分であり、応力が集中しやすい。図2-3に示す面外せん断力のコンター図を見ると、当該要素周辺では大きな面外せん断力が発生していることが分かる。

そこで、タービン建物の基礎スラブの応力解析においては弾塑性解析を採用し、材料の非線形特性を設定しているが、面外せん断力に対しては非線形特性を考慮できないことから、「RC-N規準」を参考に、コンクリートのひび割れによる応力の再配分を考慮し、応力の平均化を行った。なお、基礎スラブ全体でも鉄筋のひずみの最大値は、 $0.576 \times 10^{-3}$ であり、鉄筋降伏時のひずみ $1.68 \times 10^{-3}$ を下回っていること、応力平均化範囲及びその周辺領域では全面的な曲げ降伏状態には至っていないことを確認している。

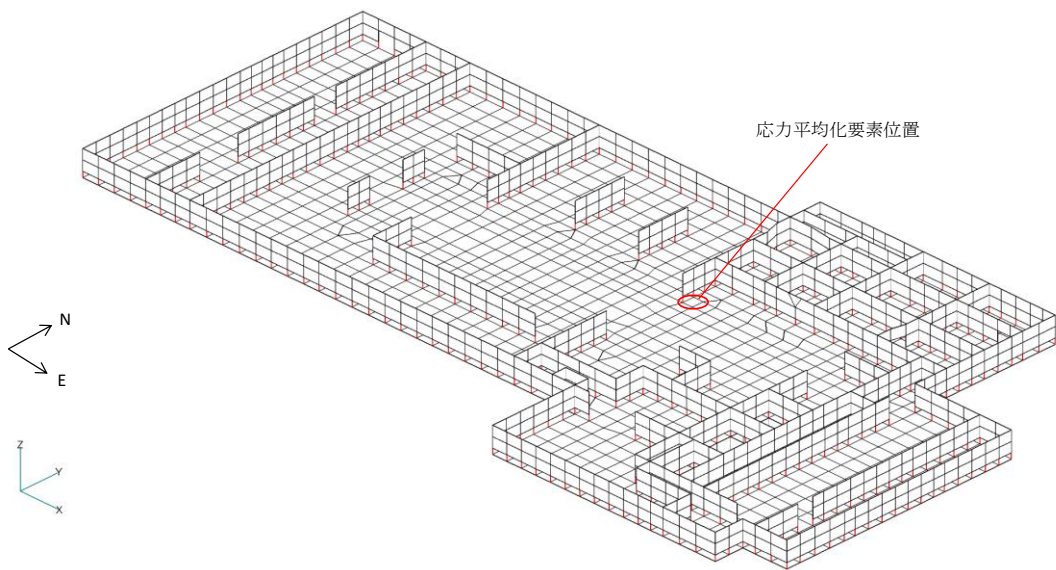
「RC-N規準」においては、「線材では、部材端に生じる斜めせん断ひび割れによって部材有効せい程度離れた断面の引張鉄筋の応力度が部材端と同じ大きさまで増大する現象（テンションシフト）が生じるが、面材では、斜めひび割れが発生した場合においても、材軸直交方向への応力再配分によって、線材におけるテンションシフトのような現象は生じにくいと考えられる。」とされており、耐震壁の面外せん断力について、「面材であるため、局部的に応力の集中があったとしても、応力の再配分を生じ、破壊に至ることはない。」とされている。また、基礎スラブのような大断面を有する面材の面外せん断力について、「通常の場合、FEM解析の要素サイズは、基礎スラブ版厚より小さいため、付図2.2に模式的に示されるように設計用面外せん断力は想定されるひび割れ領域での平均面外せん断力に対して大きめの評価となっているといえる。また、基礎スラブにおいても、耐震壁と同様、面材における面外せん断力の再配分も期待できる。」とされている。「RC-N規準」の付図2.2を図2-4に示す。

壁、床スラブ又は基礎スラブのような面材については、「RC-N規準」に示されるように、面材に荷重を作用させる直交部材からせん断破壊面が45度の角度で進展すると考えられることから、せん断破壊面が面材の表面から裏面まで貫通する範囲、すなわち部材厚の範囲に応力が再配分されると考えられる。タービン建物の基礎スラブにおける面外せん断力に対する応力平均化の考え方を図2-5に示す。

以上より、応力の平均化は、応力コンター図及び基礎スラブの直上の壁配置等を考慮し、当該要素の壁から離れる側の応力方向に位置する隣接要素に対して、壁面から基礎スラブの部材厚である2.5m分の範囲で行った。応力平均化範囲を図2-6に示す。

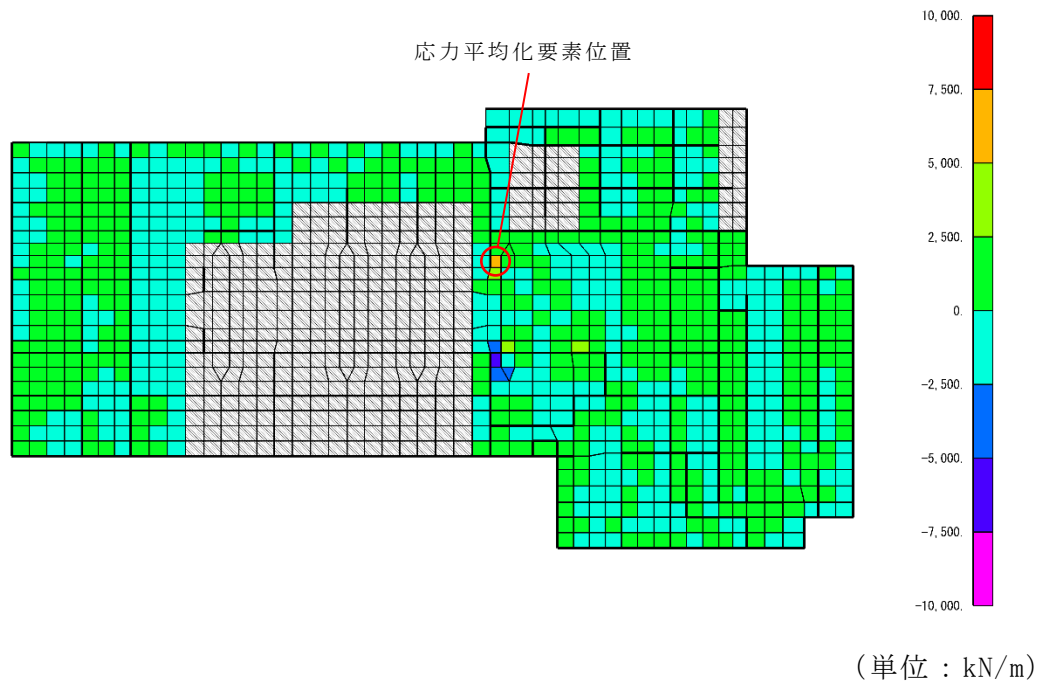


(全体)



(最下階)

図 2-2 タービン建物の基礎スラブの 3 次元 F E M モデル



注：太線部は耐震壁の位置を示す。

グレーハッチ箇所は機能維持範囲外エリアを示す。

図 2-3 面外せん断力のコンター図

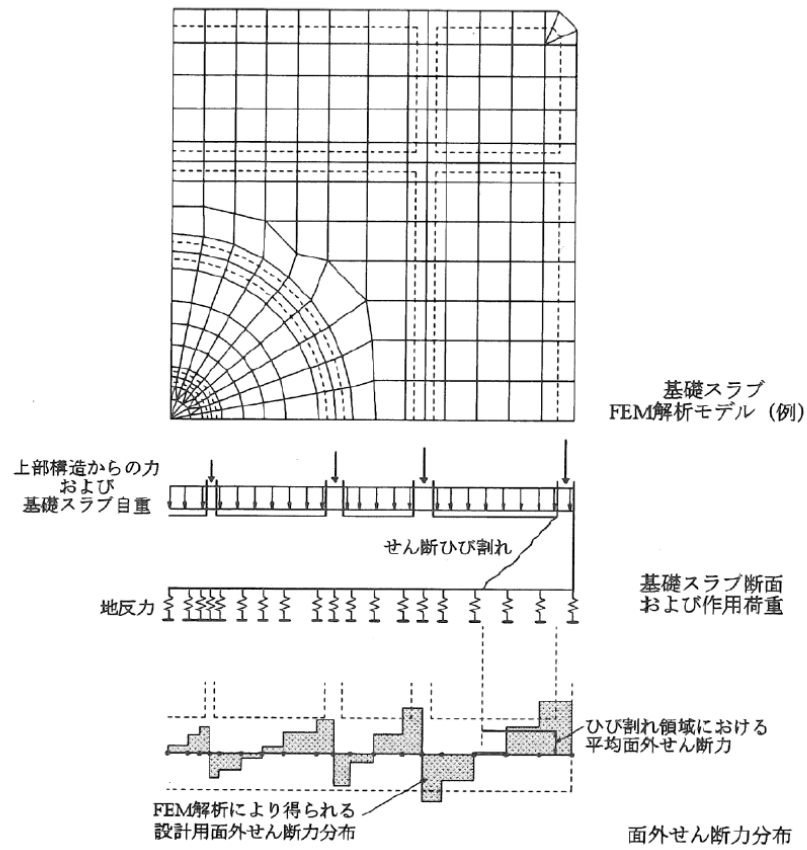


図 2-4 「RC-N規準」の付図 2.2

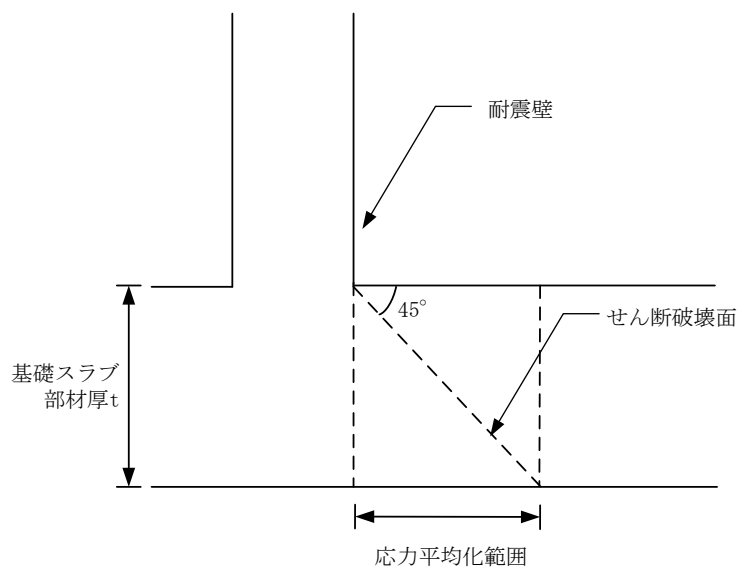
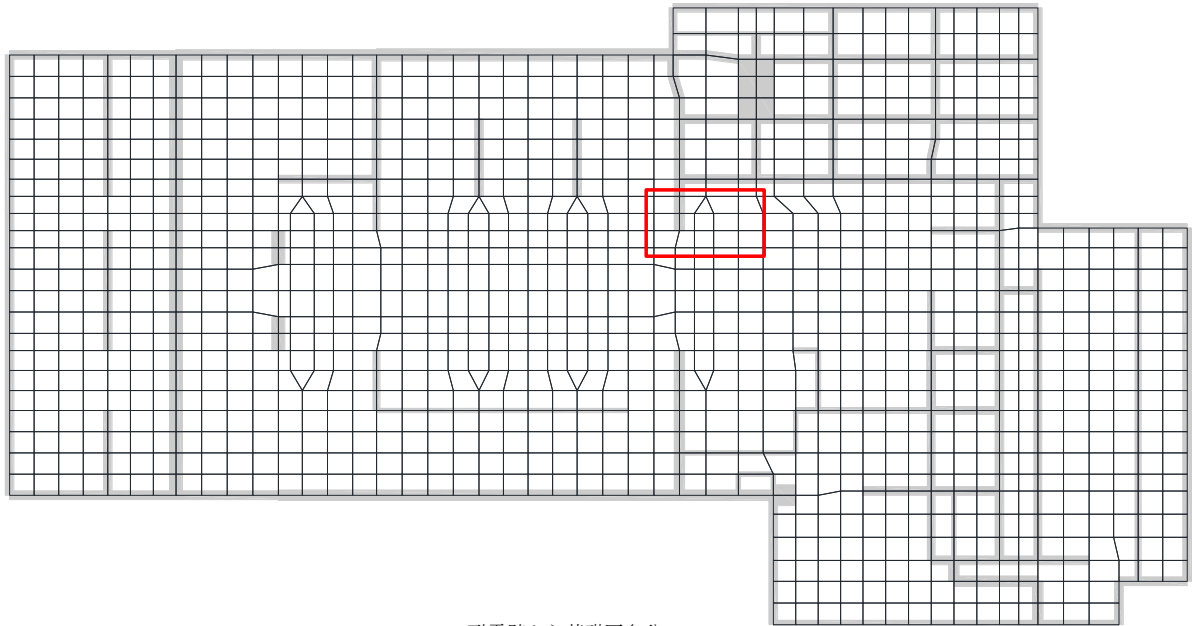
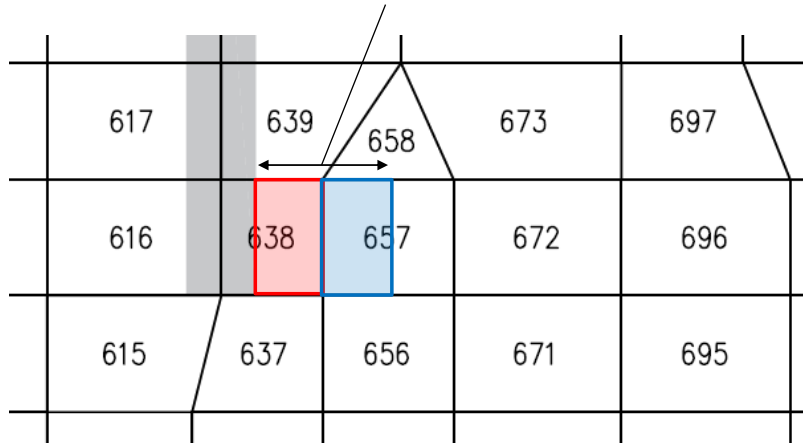


図 2-5 タービン建物の基礎スラブにおける面外せん断力に対する応力平均化の考え方



耐震壁から基礎厚さ分の長さ2.5mの範囲



- 応力平均化実施要素
- 平均化実施に用いた周辺要素
- 壁直下の範囲(平均化対象外)

図 2-6 応力平均化範囲

### 2.3 応力平均化の結果

応力平均化の手法として、下式のとおり、要素面積を考慮した重み付け平均で平均化を行っている。応力平均化に用いる各要素の発生値、面積及び重み付け値を表 2-2 に示す。また、応力平均化の結果を表 2-3 に示す。

$$Q_{ave} = \Sigma (Q_i \times A_i) / \Sigma A_i$$

ここで、

$Q_{ave}$  : 平均化後の面外せん断力

$Q_i$  : 平均化前の各要素の面外せん断力 (発生値)

$A_i$  : 応力平均化範囲における各要素の面積

表 2-2 応力平均化に用いる各要素の発生値、面積及び重み付け値

応力平均化 対象要素	方向	組合せ ケース	要素番号	発生値 $Q_i$ ( $\times 10^3 \text{kN/m}$ )	要素面積 $A_i$ ( $\text{m}^2$ )	重み付け値 $Q_i \times A_i$
638	E W	4	638	6.30	2.3	14.5
			657	0.146	2.7	0.394
合計					5.0	14.9

表 2-3 応力平均化の結果

要素番号	方向	組合せ ケース	面外せん断力 ( $\times 10^3 \text{kN/m}$ )	
			平均化前	平均化後
638	E W	4	6.30	2.98

## 2.4 断面の評価結果

### 2.4.1 断面の評価方法

組合せケース4の面外せん断力について、発生値が許容値を超えないことを確認する。許容値は、「RC-N規準」に基づき算出する。

### 2.4.2 断面の評価結果

応力平均化後の評価結果を表2-4に示す。表2-4より、応力平均化後の面外せん断力の発生値が許容値を超えないことを確認した。

表2-4 応力平均化後の評価結果

要素番号	方向	組合せ ケース	面外せん断力 ( $\times 10^3 \text{kN/m}$ )		平均化後の検定値 (発生値/許容値)
			発生値	許容値	
638	E W	4	2.98	4.83	0.62

注：許容せん断力は、発生値と同様に要素面積を考慮した重み付け平均値とする。