

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	耐震建物 16 <u>R1</u>
提出年月日	令和 3 年 5 月 25 日

## 設工認に係る補足説明資料

### 耐震計算書に関する

### 地震荷重の入力方法

通常は修正，追記部分を下線で示しているが，令和 3 年 2 月 9 日提出版（R0）からの大幅な改定に伴い，以降，本資料では下線を省略する。

目 次

1. 概要 .....	1
2. 地震荷重の入力方法 .....	2

別紙 1 安全冷却水 B 冷却塔基礎の地震荷重の入力方法

別紙 2 燃料加工建屋の地震荷重の入力方法

## 1. 概要

本資料は、再処理施設、廃棄物管理施設、MOX 燃料加工施設の設計基準対象施設及び再処理施設、MOX 燃料加工施設の重大事故等対処施設に対する、建物・構築物（本資料においては、建屋及び屋外機械基礎とし、洞道、飛来物防護ネット並びに排気筒及び換気筒は含まない。）（以下、「建物・構築物」という。）の耐震計算書を補足説明するものである。

添付書類「耐震性に関する説明書」のうち、建物・構築物の耐震計算書では、応力解析による評価において、有限要素法モデル（以下、「FEM モデル」という。）を用いている評価対象部位がある。

本資料では、各建物・構築物の FEM モデルに共通する地震荷重の入力方法の基本事項を示すとともに、各建物・構築物の具体的な FEM モデルへの地震荷重の入力方法を別紙に示すことで、その解析のエビデンスを補強するものとする。

また、本資料は、今回設工認申請（令和2年12月24日申請）のうち、以下に示す添付書類の補足説明に該当するものである。

- ・再処理施設 添付書類「Ⅳ-2-1-1-1 安全冷却水 B 冷却塔の耐震性に関する計算書」のうち「b. 安全冷却水 B 冷却塔基礎の耐震計算書」
- ・MOX 燃料加工施設 添付書類「Ⅲ-3-1-1-2 燃料加工建屋の耐震計算書」

## 2. 地震荷重の入力方法

添付書類の耐震計算書において、応力解析時に FEM モデルを用いて断面を評価する部位としては、基礎スラブ、貯蔵区域壁、プール壁及びプール床がある。

本資料では、基礎スラブの評価に用いる FEM モデルへの地震荷重の入力方法について、各建物・構築物に共通する基本的な内容を示す。なお、貯蔵区域壁、プール壁及びプール床は、今回設工認申請（令和 2 年 12 月 24 日申請）における評価対象部位には含まれていないため、これらの評価に用いる FEM モデルへの地震荷重の入力方法については、後次回申請時に示す。

各建物・構築物の詳細については別紙に示す。なお、本資料の記載と異なる地震荷重の入力方法を適用している場合には、別紙にてその旨を示す。

## 2.1 基礎スラブの評価における地震荷重の入力方法

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、水平地震力及び鉛直地震力を考慮する。また、上部構造物から基礎スラブへ作用する地震時反力を考慮する。なお、建屋外壁側方に地盤がある場合は、地震時土圧荷重（地震時静止土圧＋地震時増分土圧）を考慮する。

地震荷重の入力は、地震応答解析結果を考慮し、FEM モデルの基礎スラブ底面地盤ばね並びに基礎スラブ質点位置でせん断力、曲げモーメント及び軸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、水平地震力のうち、せん断力について、上部構造物から基礎スラブへ作用する地震時反力は、FEM モデルの上部構造物脚部に対応する節点に支配面積に応じて分配して入力する。また、基礎スラブの慣性力は、地震応答解析結果における基礎スラブ底面地盤ばねのせん断力と、上部構造物から基礎スラブへ作用するせん断力との差分（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て入力する。

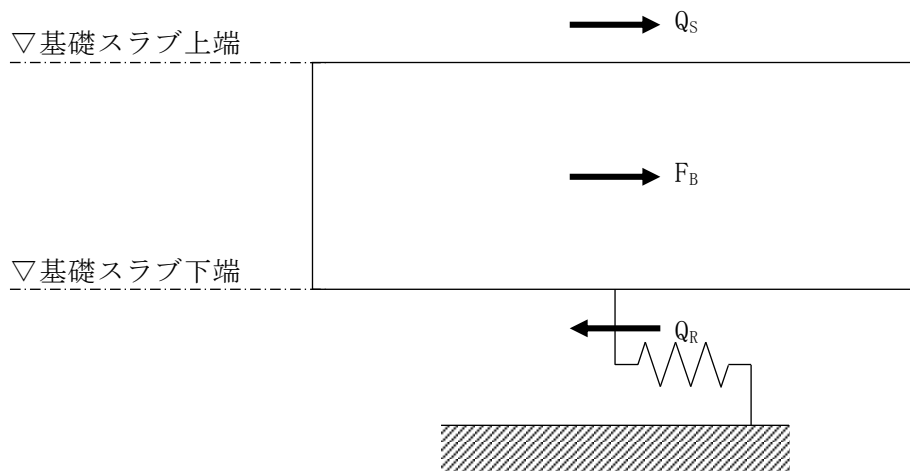
また、曲げモーメントについて、上部構造物から基礎スラブへ作用する地震時反力は、鉛直方向の偶力に置換して、FEM モデルの上部構造物脚部に対応する節点に入力する。また、基礎スラブの慣性力は、地震応答解析結果における基礎スラブ底面地盤ばねの曲げモーメントと、上部構造物から基礎スラブへ作用する曲げモーメントとの差分（以下、「付加曲げモーメント」という。）を、FEM モデルの基礎スラブの各節点に、節点の支配面積と中心位置からの距離に応じて鉛直方向の偶力に置換して入力する。

鉛直地震力について、上部構造物から基礎スラブへ作用する地震時反力は、FEM モデルの上部構造物脚部に対応する各節点に、節点の支配面積に応じて分配して入力する。また、基礎スラブの慣性力は、地震応答解析結果における基礎スラブ底面地盤ばねの軸力と、上部構造物から基礎スラブへ作用する軸力との差分（以下、「付加軸力」という。）を、FEM モデルの基礎スラブの各節点に分配して入力する。

地下外壁部より基礎スラブに作用する地震時土圧荷重については、外壁を各階スラブ位置で支持した連続梁モデルを用いて算定する。算定した外壁脚部に生じるせん断力及び曲げモーメントを、FEM モデルにおける地下外壁脚部に対応する各節点の支配長さに応じて分配して入力する。

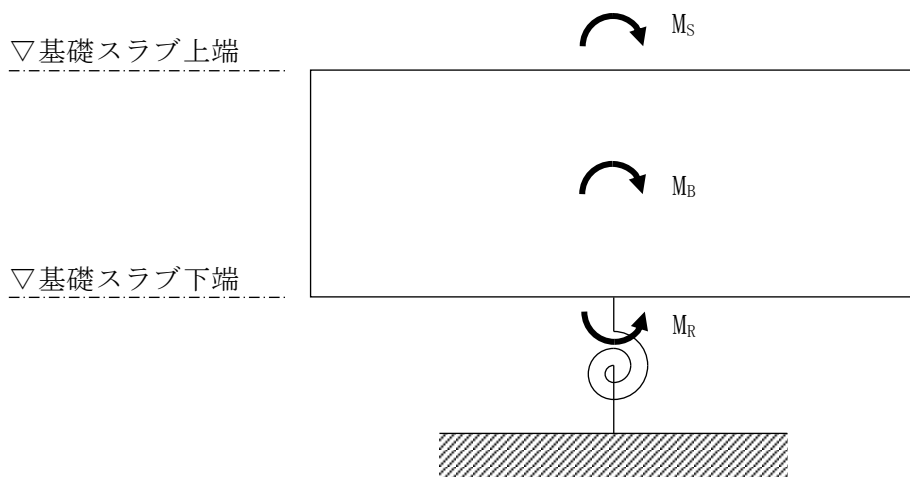
なお、地震荷重以外の入力荷重としては、鉛直荷重及び積雪荷重を考慮する。また、浮力は各建物・構築物の地下水位に応じて、上向きに一律の分布荷重として考慮する。

基礎スラブに入力する地震荷重の概念図を第 2.1.-1 図～第 2.1.-3 図に示す。基礎スラブに入力する地震時土圧荷重の概念図を第 2.1.-4 図に示す。



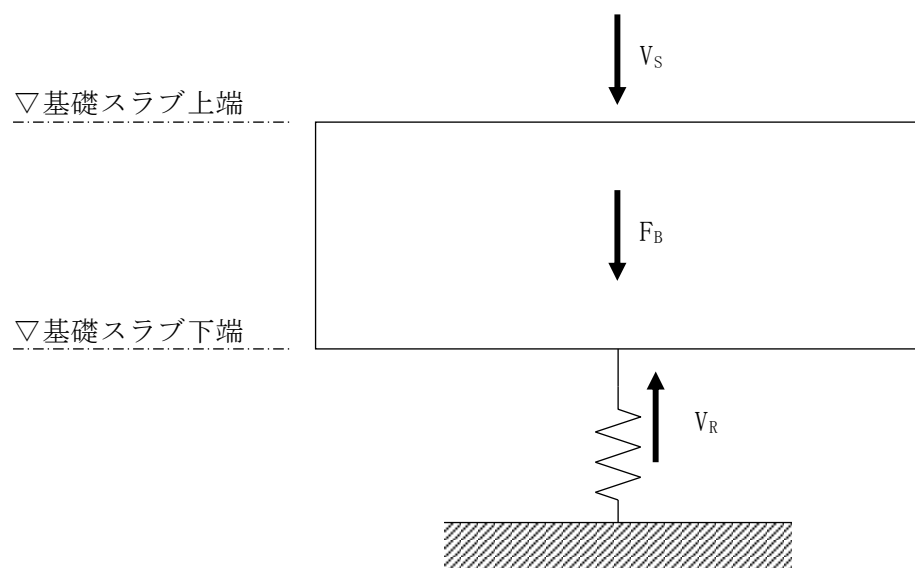
- $Q_S$  : 地震応答解析より設定した上部構造物から基礎スラブへ作用するせん断力
  - $F_B$  : 基礎スラブに入力する付加せん断力
  - $Q_R$  : 地震応答解析より設定した基礎スラブ底面に生じるせん断力
- $$F_B = Q_R - Q_S$$

第 2.1.-1 図 基礎スラブに入力する地震荷重の概念図（せん断力）



- $M_S$  : 地震応答解析より設定した上部構造物から基礎スラブへ作用する曲げモーメント
  - $M_B$  : 基礎スラブに入力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基礎スラブ底面に生じる曲げモーメント
- $$M_B = M_R - M_S$$

第 2.1.-2 図 基礎スラブに入力する地震荷重の概念図（曲げモーメント）



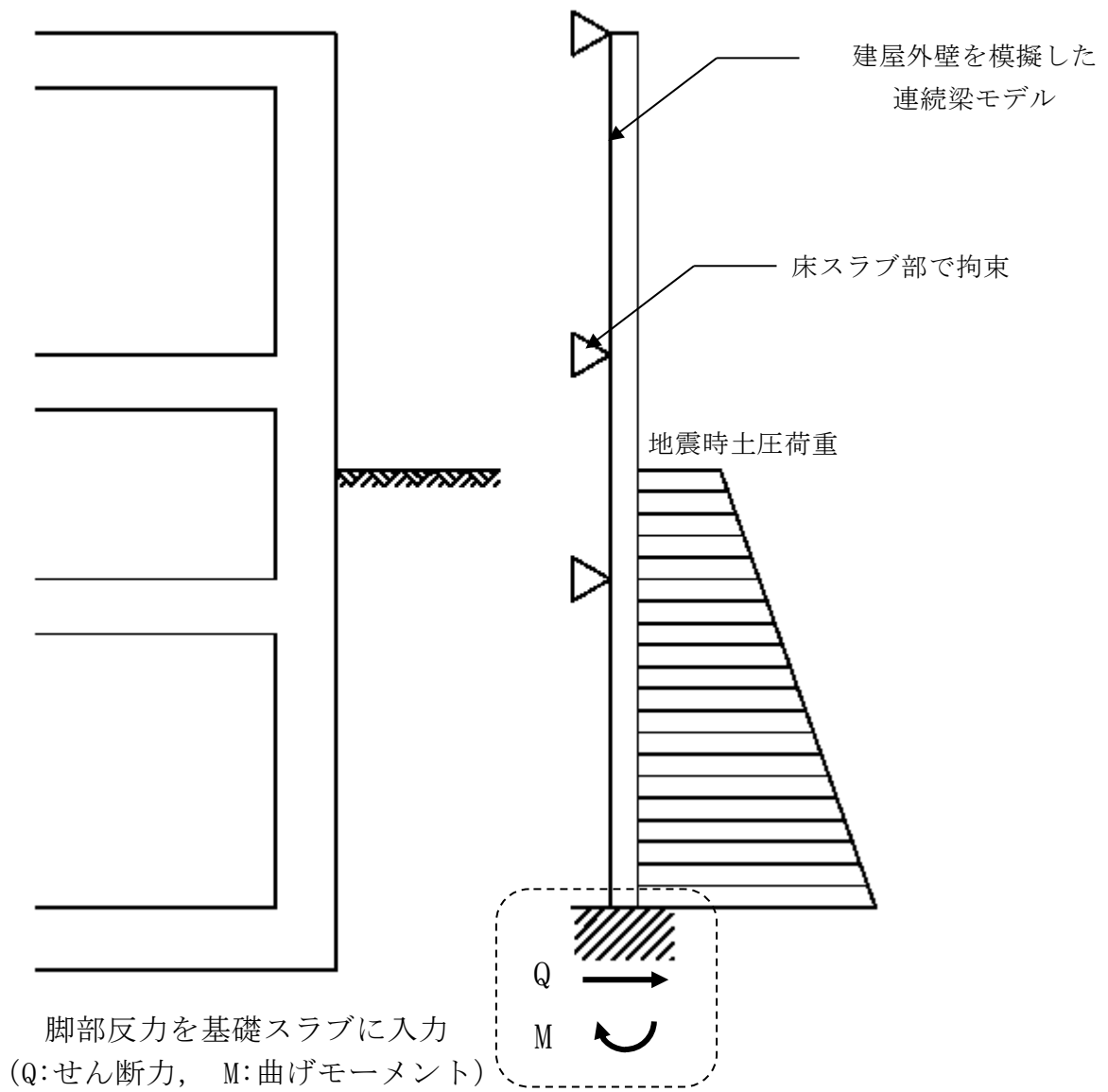
$V_S$  : 地震応答解析より設定した上部構造物から基礎スラブへ作用する軸力

$F_B$  : 基礎スラブに入力する付加軸力

$V_R$  : 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

$$F_B = V_R - V_S$$

第 2. 1. -3 図 基礎スラブに入力する地震荷重の概念図（鉛直地震力）



第 2.1.-4 図 基礎スラブに入力する地震時土圧荷重の算定方法



## 別紙 1

### 安全冷却水 B 冷却塔基礎の 地震荷重の入力方法

目 次

1. 概要..... 別紙 1-1
2. 地震荷重の入力方法..... 別紙 1-2

## 1. 概要

本資料は、安全冷却水 B 冷却塔基礎の応力解析による評価のうち、FEM モデルを用いている基礎スラブについて、地震荷重の入力方法の詳細を示すものである。

## 2. 基礎スラブへの地震荷重の入力方法

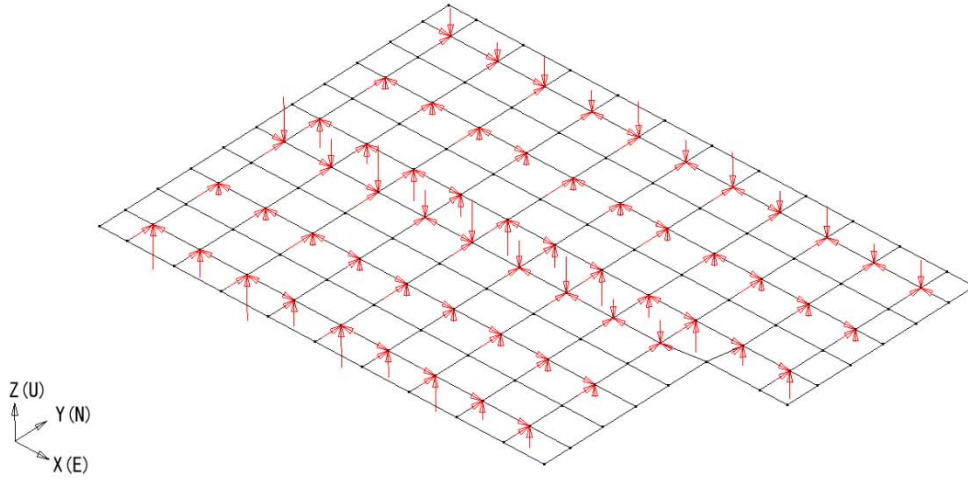
安全冷却水 B 冷却塔基礎の基礎スラブへの地震荷重の入力は「耐震建物 16 設工認に係る補足説明資料 耐震計算書に関する地震荷重の入力方法」に記載の内容に準拠する。なお、地震荷重としては、水平地震力及び鉛直地震力を考慮する。また、支持架構から作用する基礎スラブへの地震時反力を考慮する。

以下、安全冷却水 B 冷却塔基礎の基礎スラブへの地震荷重の入力方法に関する特記事項を示す。

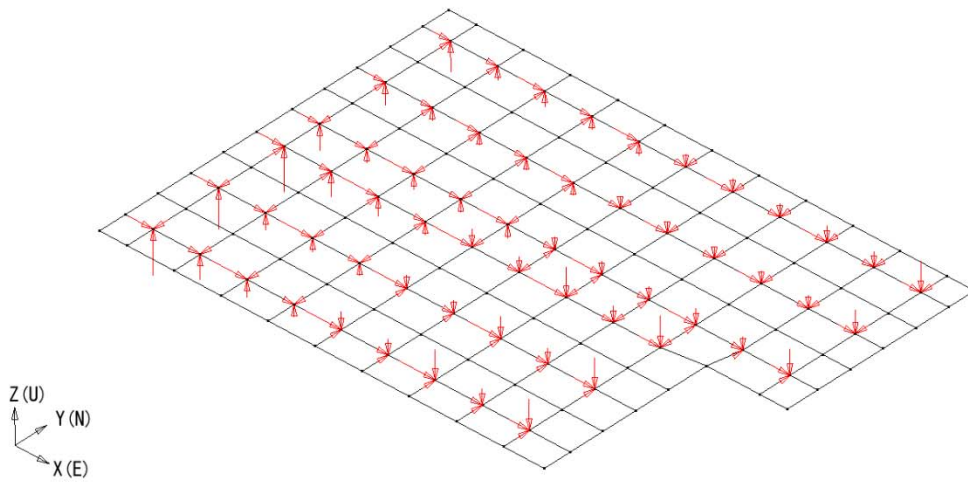
### (1) 支持架構の基礎スラブへの地震時反力

安全冷却水 B 冷却塔基礎は、冷却塔を支持するための構築物であり、基礎スラブに作用する地震荷重として、支持架構から作用する基礎スラブへの地震時反力を考慮する。支持架構から作用する基礎スラブへの地震時反力は、支持架構脚部に対応する各節点に入力する。なお、支持架構は 3 次元の有限要素法モデルを用いて地震時の応答を評価しているため、基礎スラブへの入力としては 3 方向の地震時反力を入力する。

FEM モデルへ入力する地震荷重を第 2. -1 図に示す。

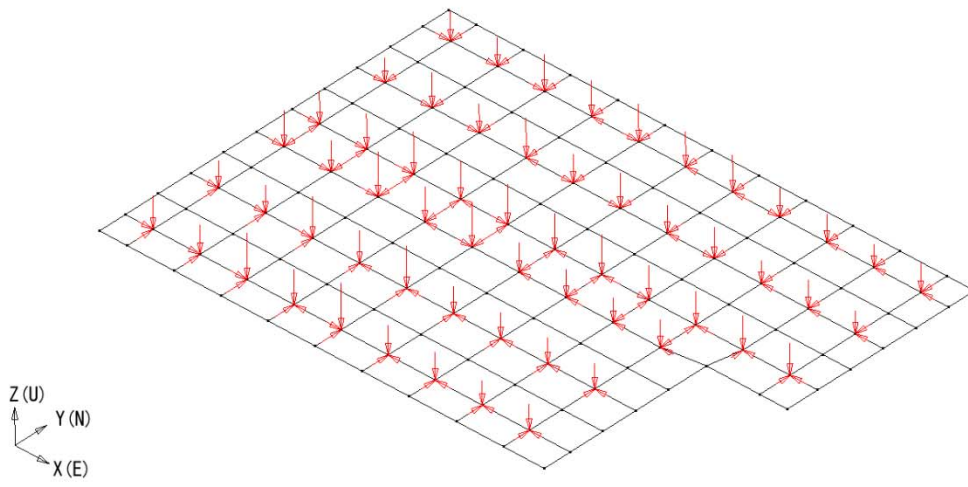


(a) 支持架構柱脚反力(NS 方向)



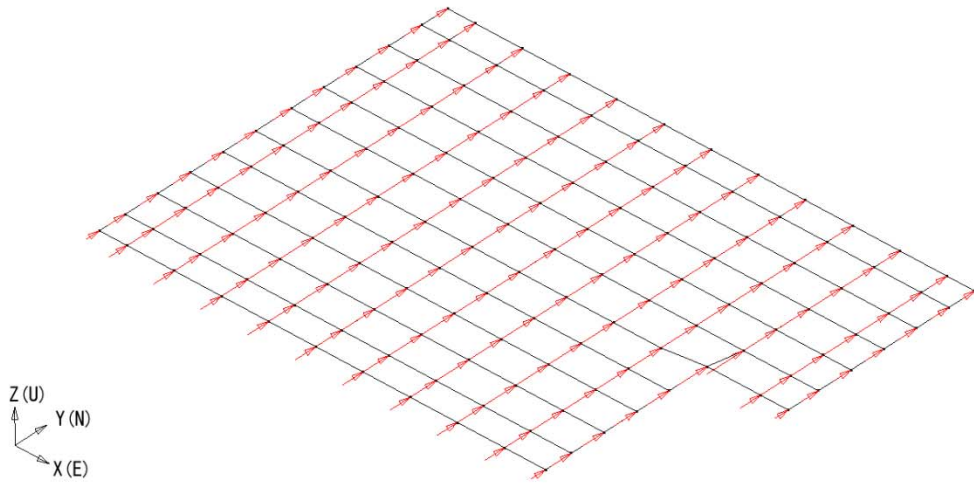
(b) 支持架構柱脚反力(EW 方向)

第 2. -1 図 FEM モデルへ入力する地震荷重 (1/5)

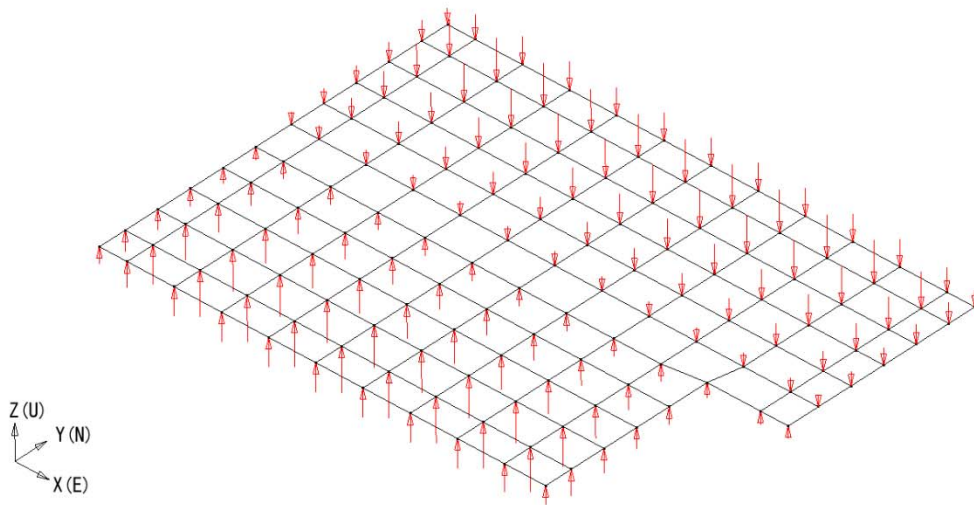


(c) 支持架構柱脚反力(UD 方向)

第 2.-1 図 FEM モデルへ入力する地震荷重 (2/5)

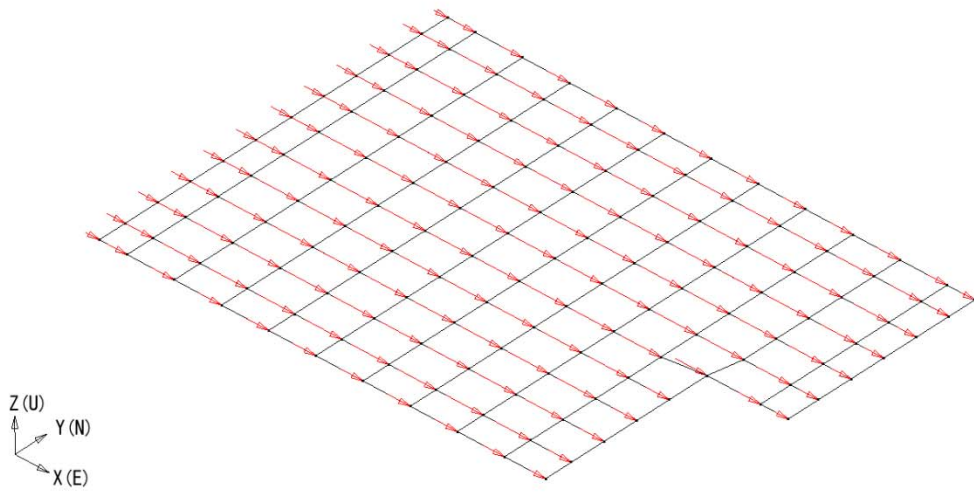


(d) 付加せん断力 (NS 方向)

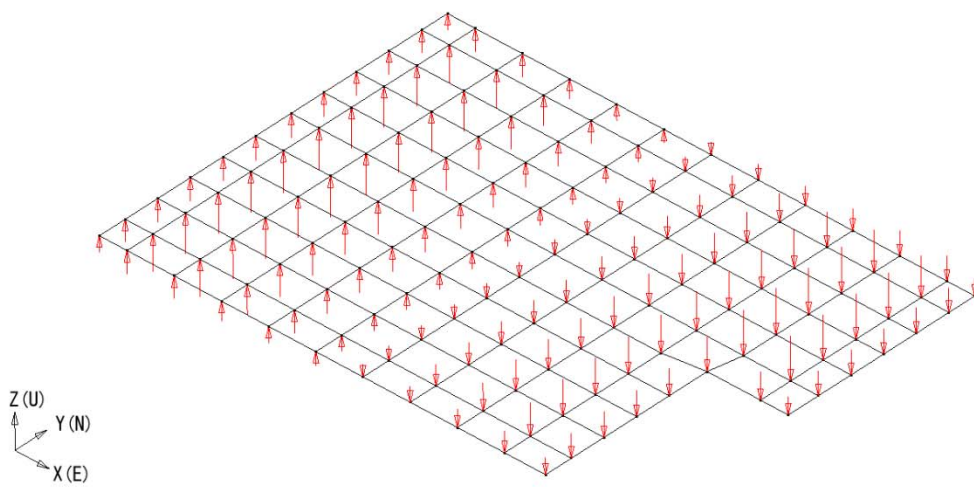


(e) 付加曲げモーメント (NS 方向)

第 2. -1 図 FEM モデルへ入力する地震荷重 (3/5)



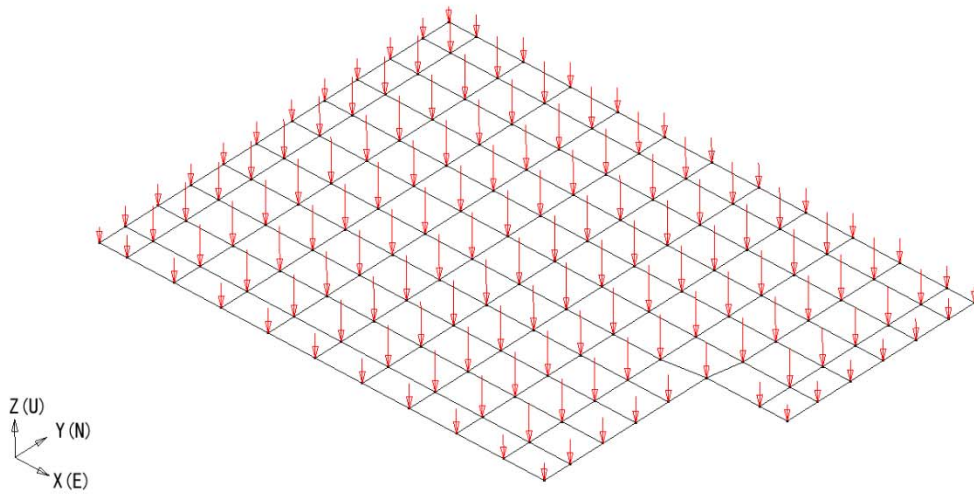
(f) 付加せん断力(EW 方向)



(g) 付加曲げモーメント (EW 方向)

第 2. -1 図 FEM モデルへ入力する地震荷重 (4/5)





(h) 付加軸力(UD方向)

第 2. -1 図 FEM モデルへ入力する地震荷重 (5/5)

## 別紙 2

### 燃料加工建屋の地震荷重の入力方法

目 次

1. 概要.....別紙 2-1
2. 基礎スラブへの地震荷重の入力方法.....別紙 2-2

## 1. 概要

本資料は、燃料加工建屋の応力解析による評価のうち、FEM モデルを用いている基礎スラブについて、地震荷重の入力方法の詳細を示すものである。

なお、重要区域の壁については、せん断力分配解析によって各耐震壁に振り分けた応力に対して、重要区域の床については、床の支持条件に応じた理論解による応力に対して断面の評価を行っており、FEM モデルを用いていない。そのため、本資料での説明の対象外とする。

## 2. 基礎スラブへの地震荷重の入力方法

燃料加工建屋の基礎スラブへの地震荷重の入力は、基本的に「耐震建物 16 設工認に係る補足説明資料 耐震計算書に関する地震荷重の入力方法」に記載の内容に準拠する。なお、地震荷重としては、水平地震力、鉛直地震力及び地震時土圧荷重を考慮する。

以下、燃料加工建屋の基礎スラブへの地震荷重の入力方法に関する特記事項を示す。

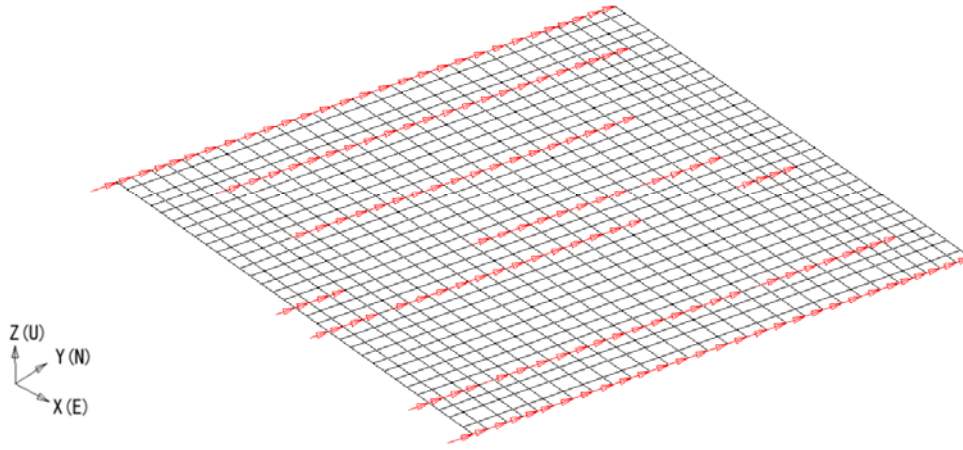
### (1) 束壁への地震荷重の入力について

燃料加工建屋の基礎スラブと二重床との間には、二重床直上である地下 3 階の同位置に壁が存在しない束壁 (T. M. S. L. 34. 23m~T. M. S. L. 35. 00m) がある。上部構造から作用する基礎スラブへの地震時反力は、ほとんどが地下 3 階の壁を介して伝達され、束壁にはほとんど流れていないと考えられたため、束壁の位置に上部構造から作用する基礎スラブへの地震時反力は生じていないものとし、荷重分配の際に束壁の影響は考慮しないものとする。

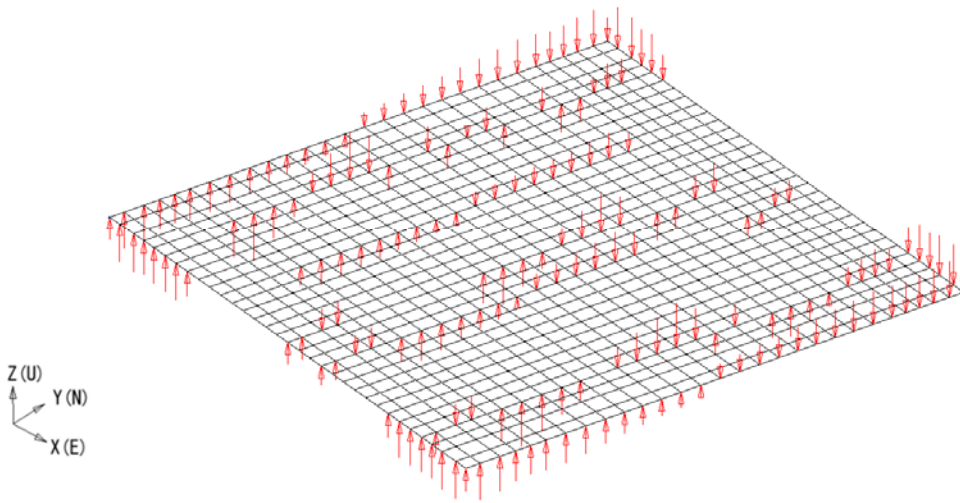
### (2) 独立柱への荷重入力について

燃料加工建屋の独立柱は、柱脚部における局所応力の影響を考慮するため、変形追従の仮定に基づいた柱脚反力を、各柱脚位置の節点に入力する。

FEM モデルへ入力する地震荷重を第 2. -1 図に示す。なお、第 2. -1 図における地震時土圧荷重は、地震時増分土圧荷重として示す。

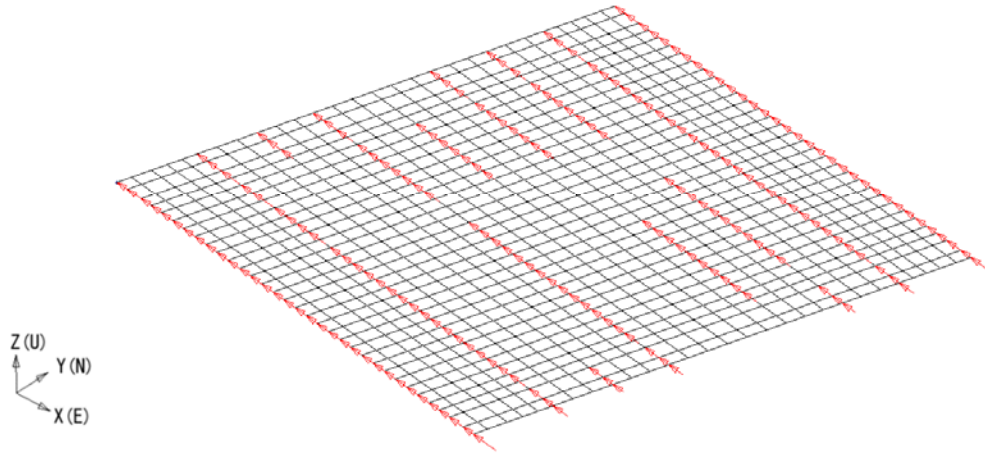


(a) せん断力 (NS 方向) 耐震壁

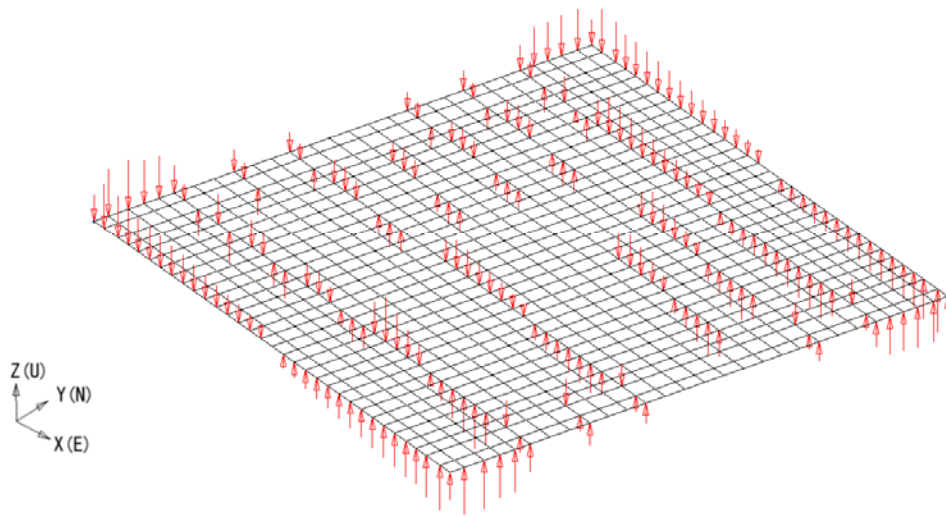


(b) 曲げモーメント (NS 方向) 耐震壁

第 2.-1 図 FEM モデルへ入力する地震荷重 (1/8)

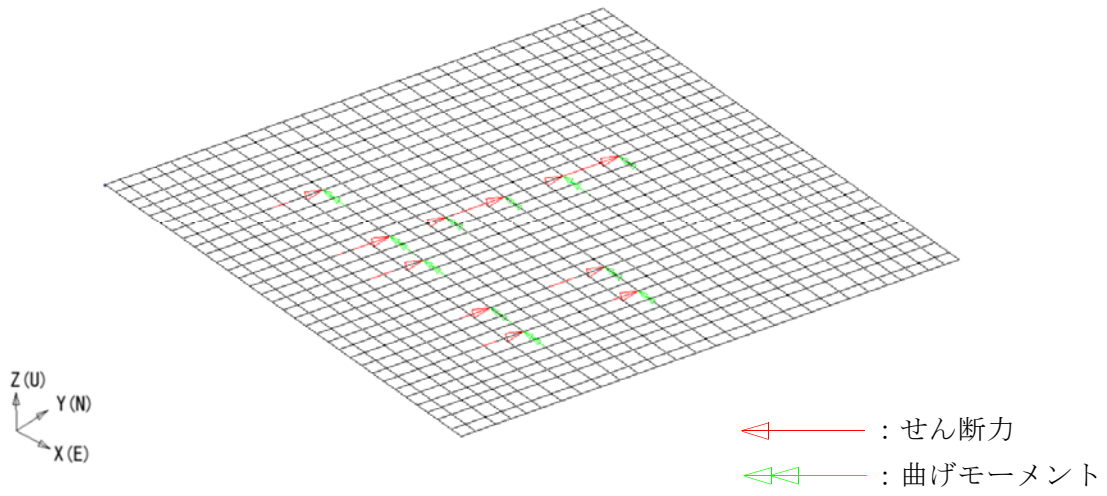


(c) せん断力 (EW 方向) 耐震壁

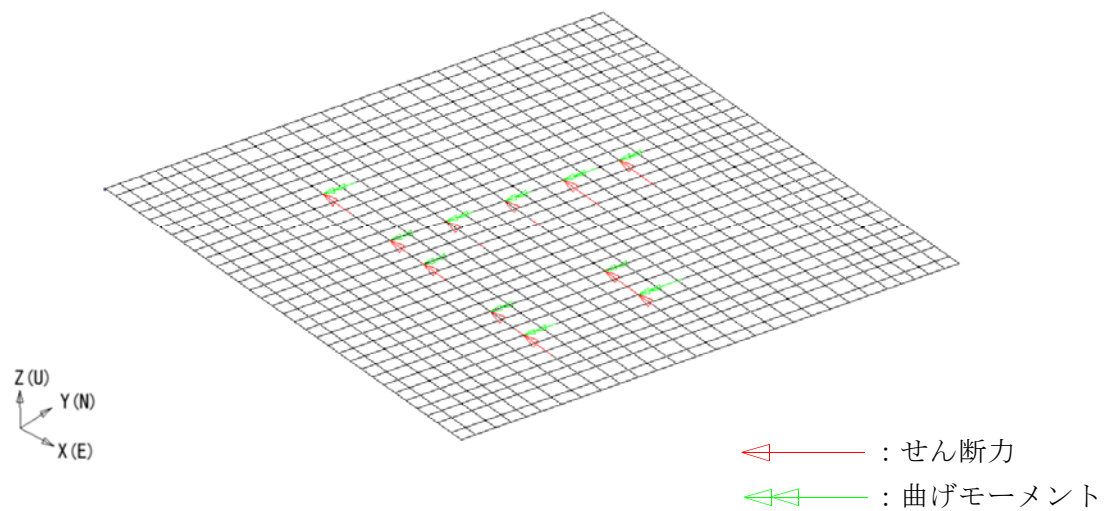


(d) 曲げモーメント (EW 方向) 耐震壁

第 2. -1 図 FEM モデルへ入力する地震荷重 (2/8)



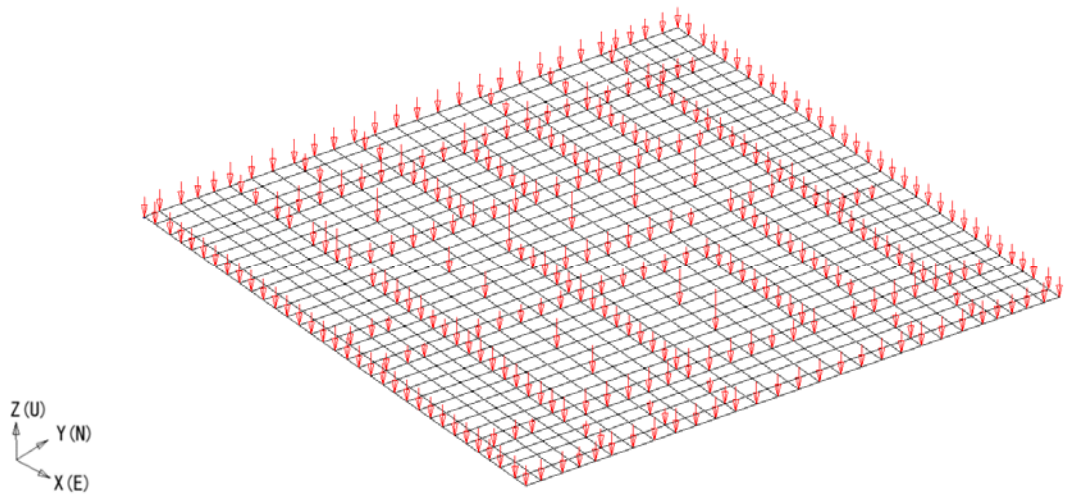
(e) せん断力+曲げモーメント (NS 方向) 独立柱



(f) せん断力+曲げモーメント (EW 方向) 独立柱

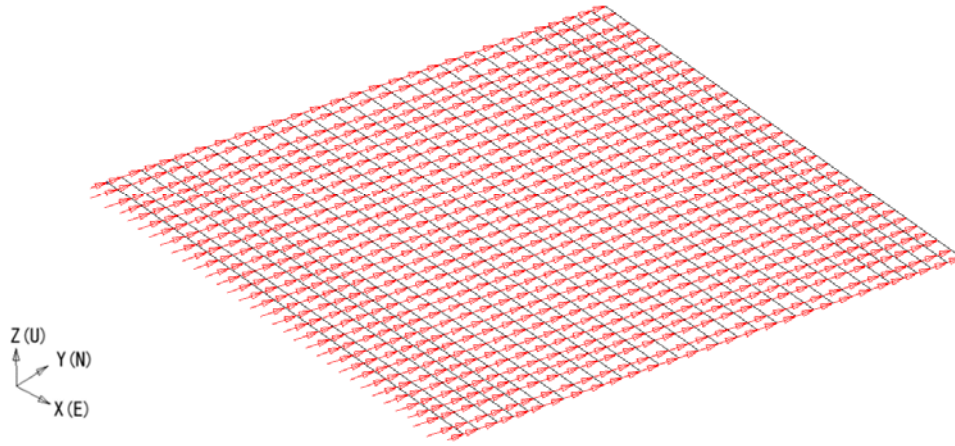
第 2. -1 図 FEM モデルへ入力する地震荷重 (3/8)



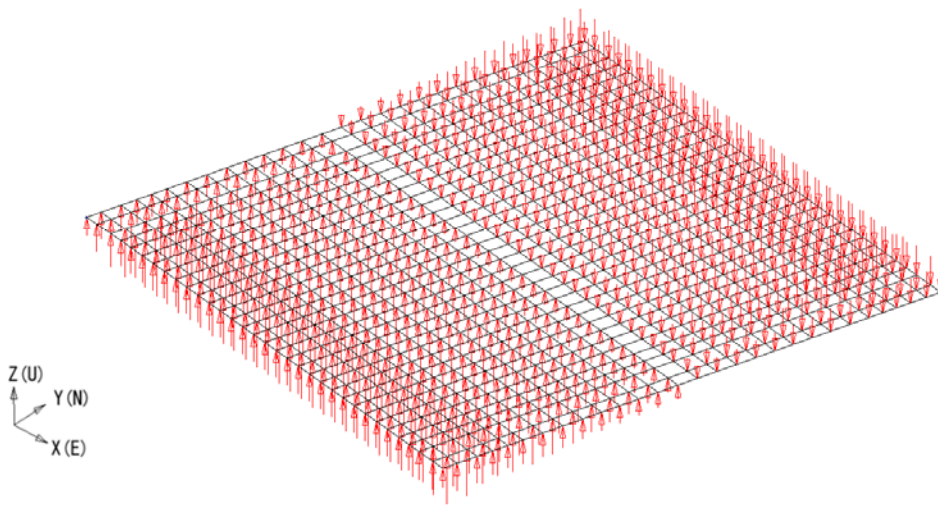


(g) 軸力 (UD 方向)

第 2.-1 図 FEM モデルへ入力する地震荷重 (4/8)

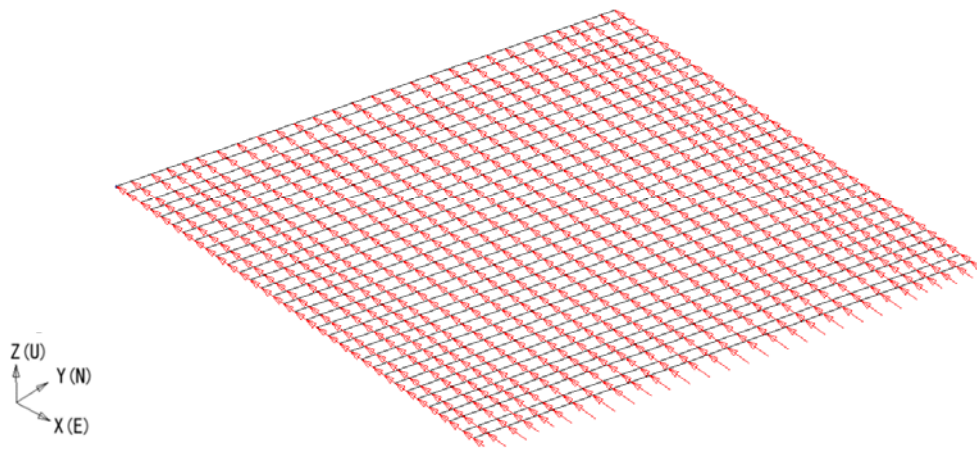


(h) 付加せん断力 (NS 方向)

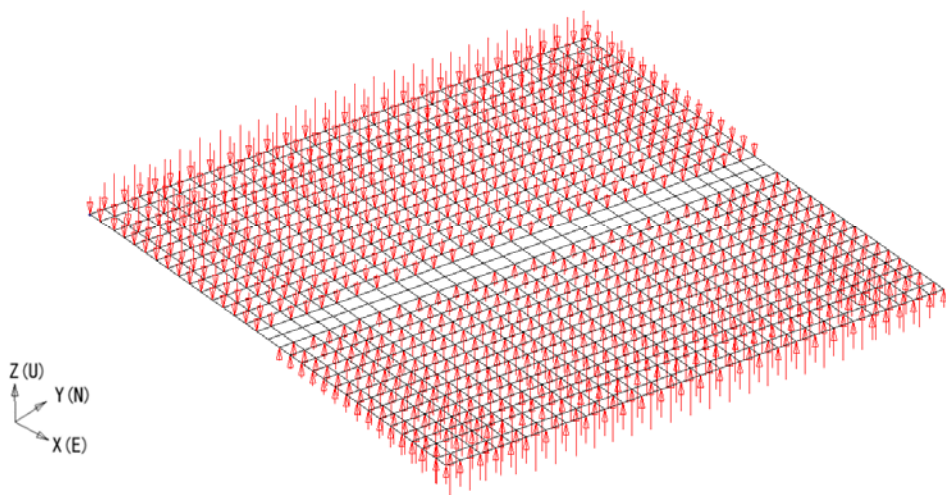


(i) 付加曲げモーメント (NS 方向)

第 2.-1 図 FEM モデルへ入力する地震荷重 (5/8)

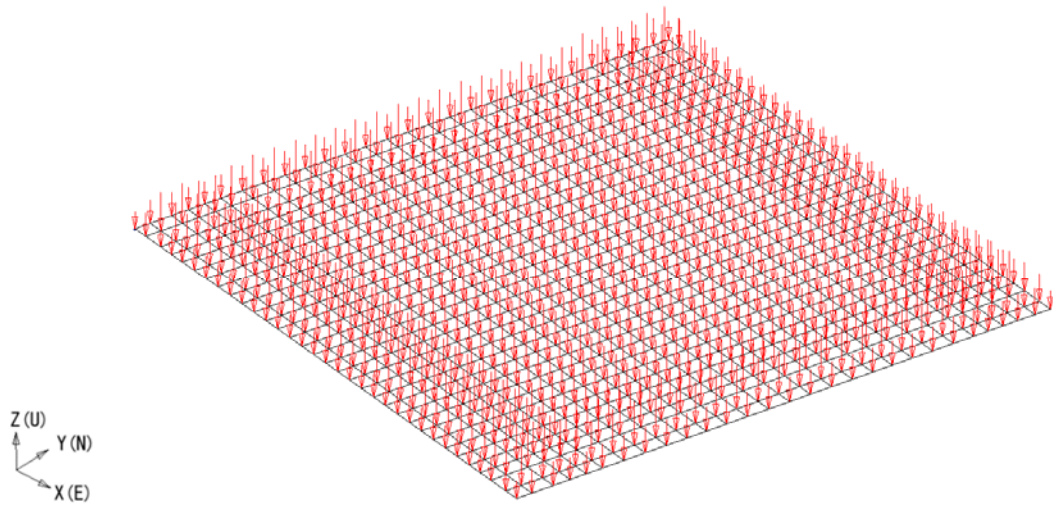


(j) 付加せん断力 (EW 方向)



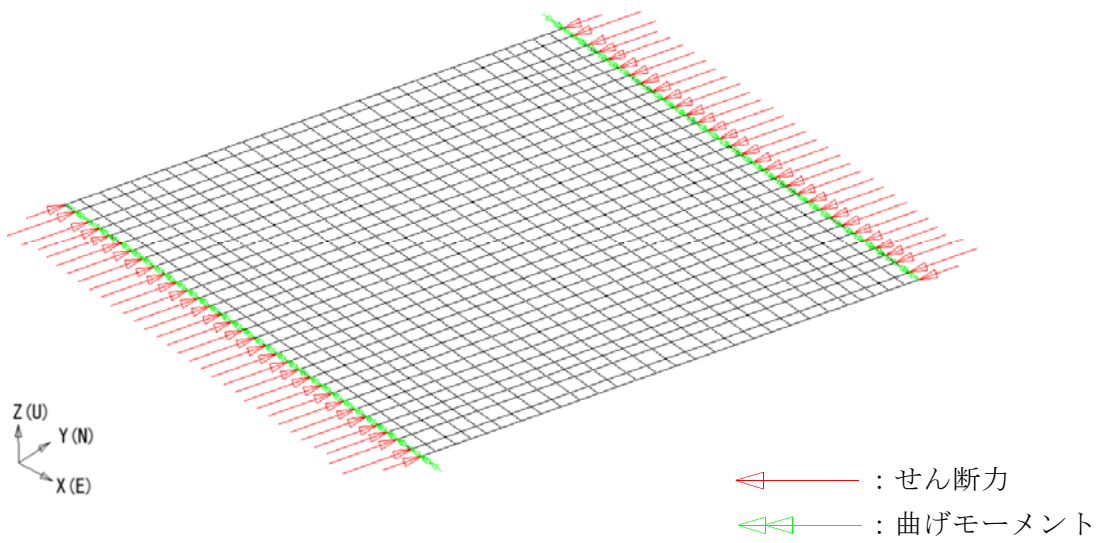
(k) 付加曲げモーメント (EW 方向)

第 2.-1 図 FEM モデルへ入力する地震荷重 (6/8)

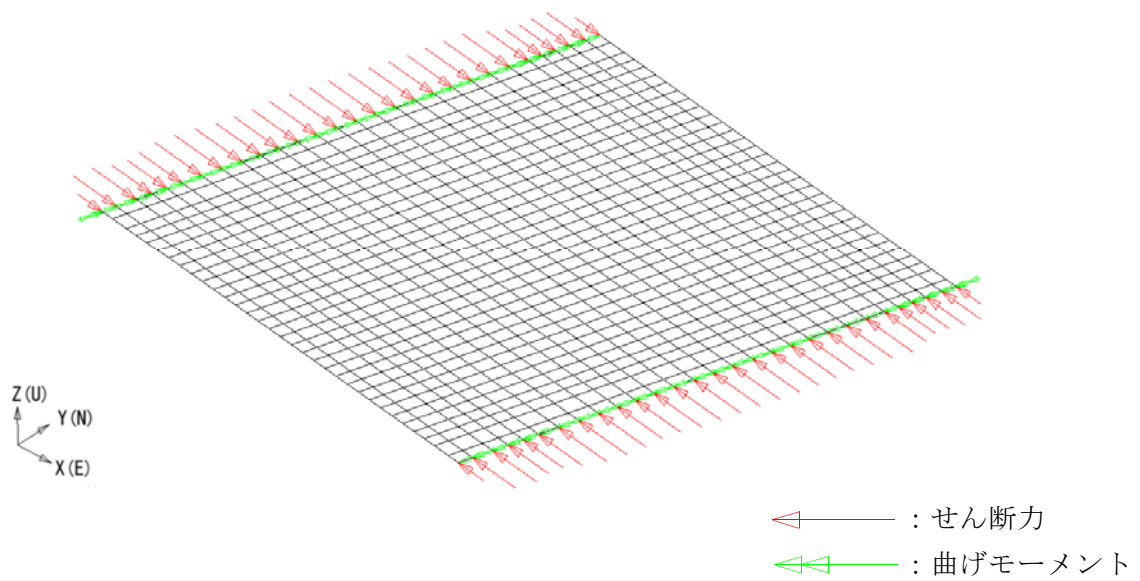


(1) 付加軸力 (UD 方向)

第 2.-1 図 FEM モデルへ入力する地震荷重 (7/8)



(m) 地震時増分土圧荷重 (NS 方向) せん断力+曲げモーメント



(n) 地震時増分土圧荷重 (EW 方向) せん断力+曲げモーメント

第 2.-1 図 FEM モデルへ入力する地震荷重 (8/8)