

本資料のうち、枠囲みの内容は、営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

| | |
|------------------|-------------|
| 東海第二発電所 工事計画審査資料 | |
| 資料番号 | 補足-370-4 改0 |
| 提出年月日 | 平成30年4月16日 |

建物・構築物の耐震計算についての補足説明資料

補足-370-4 【地震荷重の入力方法】

平成30年4月

日本原子力発電株式会社

目次

| | |
|----------------------------|----|
| 1. 概要..... | 1 |
| 2. 使用済燃料乾式貯蔵建屋（基礎スラブ）..... | 2 |
| 3. 使用済燃料乾式貯蔵建屋（杭）..... | 7 |
| 4. 緊急時対策所建屋..... | 9 |
| 5. 主排気筒..... | 9 |
| 6. 格納容器圧力逃がし装置格納槽..... | 9 |
| 7. 使用済燃料プール..... | 9 |
| 8. 原子炉格納施設の基礎..... | 10 |

1. 概要

本資料は、使用済燃料乾式貯蔵建屋、緊急時対策所建屋、主排気筒、非常用ガス処理系配管支持架構、格納容器圧力逃がし装置格納槽、使用済燃料プール、原子炉格納容器底部コンクリートマット、及び原子炉建屋基礎盤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。

また、本資料は、以下の添付資料の補足説明をするものである。

- ・ V-2-2-5 「使用済燃料乾式貯蔵建屋の耐震性についての計算書」
- ・ V-2-2-10-1 「緊急時対策所建屋の耐震性についての計算書」
- ・ V-2-2-14 「主排気筒の耐震性についての計算書」
- ・ V-2-2-16 「非常用ガス処理系配管支持架構の耐震性についての計算書」
- ・ V-2-2-18 「格納容器圧力逃がし装置格納槽の耐震性についての計算書」
- ・ V-2-4-2-1 「使用済燃料プールの耐震性についての計算書」
- ・ V-2-9-1-1-1 「原子炉格納容器底部コンクリートマットの耐震性についての計算書」
- ・ V-2-9-1-13 「原子炉建屋基礎盤の耐震性についての計算書」

追而

追而

追而

追而

追而

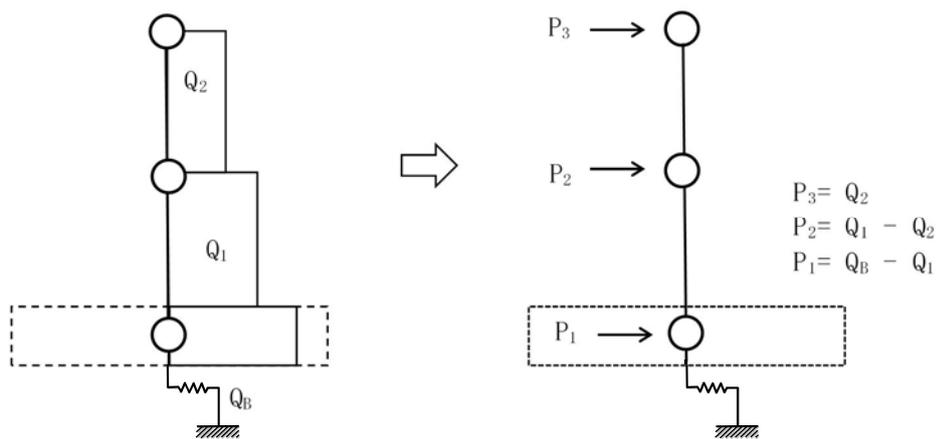
2. 使用済燃料乾式貯蔵建屋（基礎スラブ）

使用済燃料乾式貯蔵建屋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、水平地震力及び鉛直地震力を考慮する。また、上部構造物の基礎への地震時反力を考慮する。なお、FEMモデルについては、評価対象である基礎に加え、基礎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。

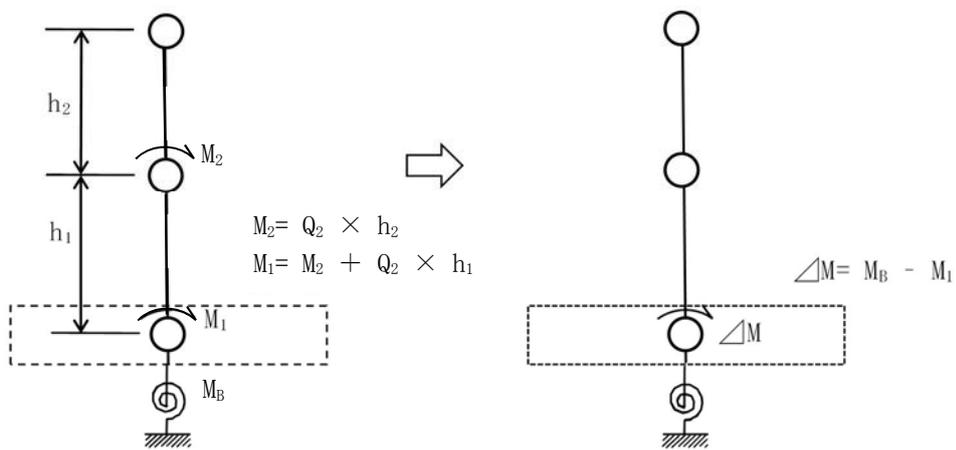
地震荷重の入力は、基準地震動 S_g に対する地震応答解析結果を考慮し、FEMモデルの基礎底面ばね（地盤ばね反力+減衰力）並びに基礎質点位置でせん断力、曲げモーメント及び軸力が地震応答解析結果と等価になるように設定する。

具体的には、最大応答せん断力及び最大応答軸力より算定した水平荷重及び鉛直荷重を、FEMモデルの上部構造物の各床レベルに対して、床の要素の面荷重または各節点の支配面積に応じて分配した節点荷重として入力する。このとき、水平荷重については、地震応答解析モデルの各節点に接続する上下部材に生じる最大応答せん断力及び最大応答水平地盤ばね反力（地盤ばね反力+減衰力）の差分として、鉛直荷重については、地震応答解析モデルの各節点に接続する上下部材に生じる最大応答軸力及び地盤の最大応答鉛直地盤ばね反力（地盤ばね反力+減衰力）の差分として設定する。最大応答地盤回転ばね反力（地盤ばね反力+減衰力）により設定した基礎スラブ位置の検討用曲げモーメントの不足分は、補正モーメントとして、基礎スラブのシェル要素全体に三角形分布となるよう偶力置換した面荷重として与える。地震荷重の設定方法を図4-1に示す。

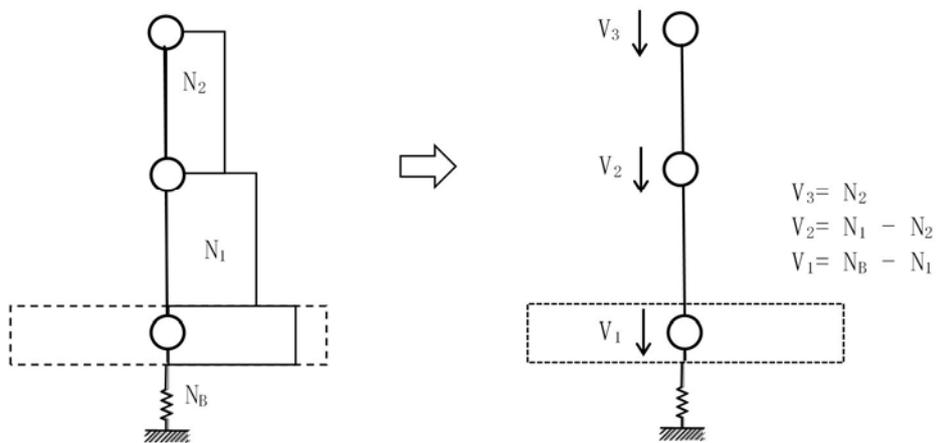
FEMモデルに作用させる水平力及び補正モーメントを図4-2及び図4-3に、FEMモデルに作用させる鉛直力を図4-4に示す。



(a) 最大応答せん断力 Q_n と水平荷重 P_n の関係

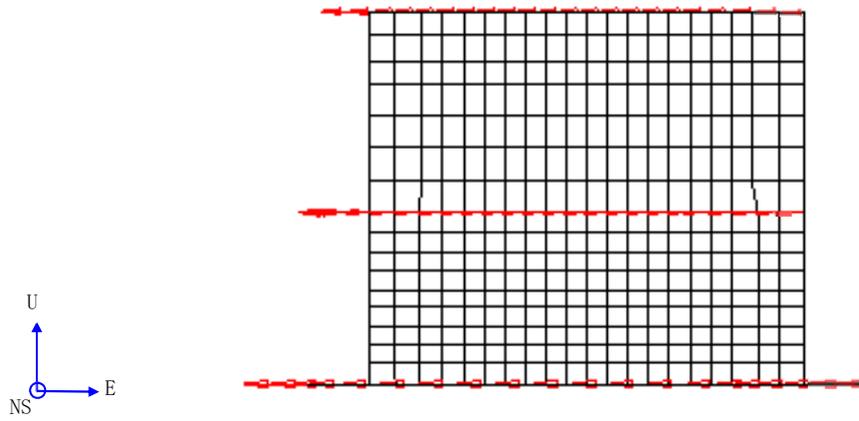


(b) 地盤の最大応答回転ばね反力 M_B と基礎スラブの補正モーメント ΔM の関係

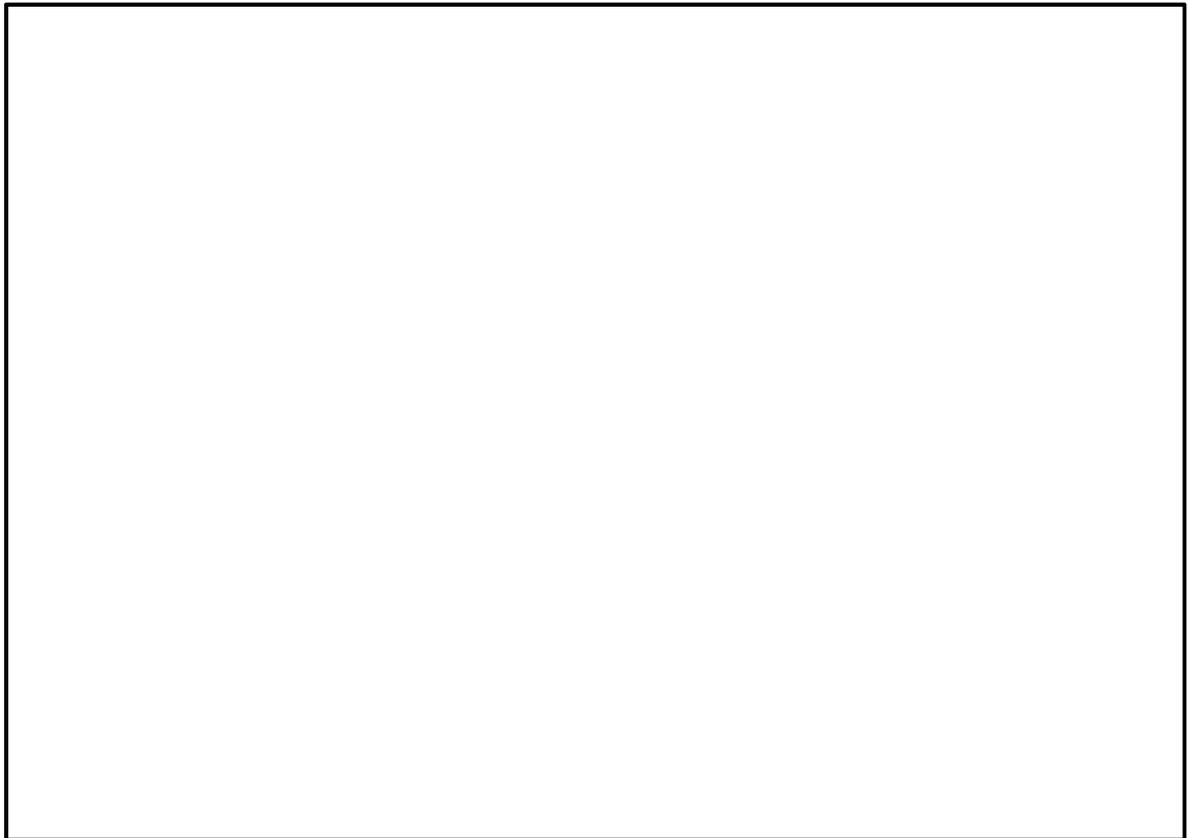


(c) 最大応答軸力 N_n と鉛直荷重 V_n の関係

図 2-1 地震荷重の設定方法

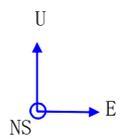


(a) 断面荷重図

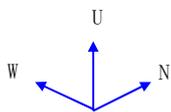
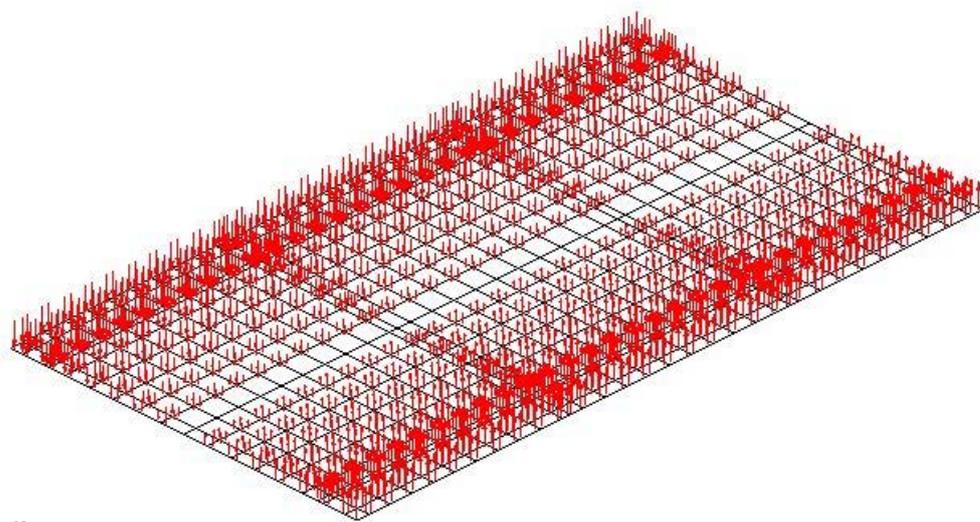


(b) 鳥瞰荷重図

図2-2 FEMモデルに作用させる水平力(EW方向)

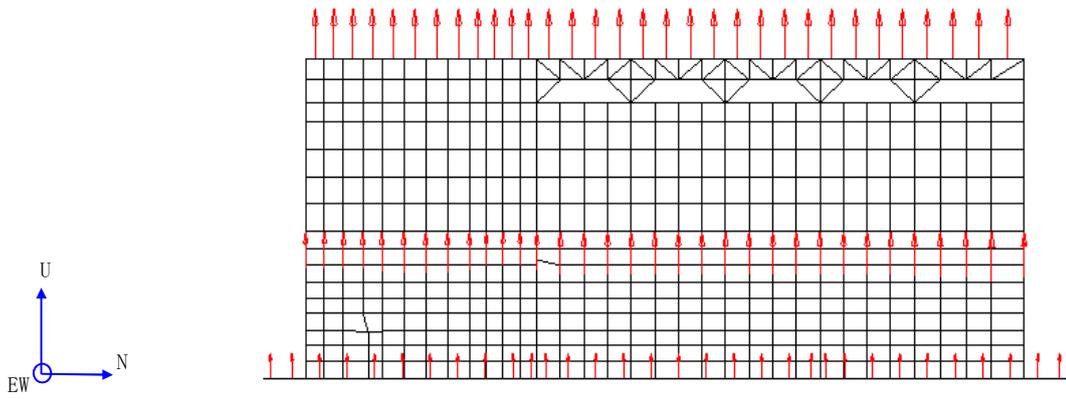


(a) 断面荷重図

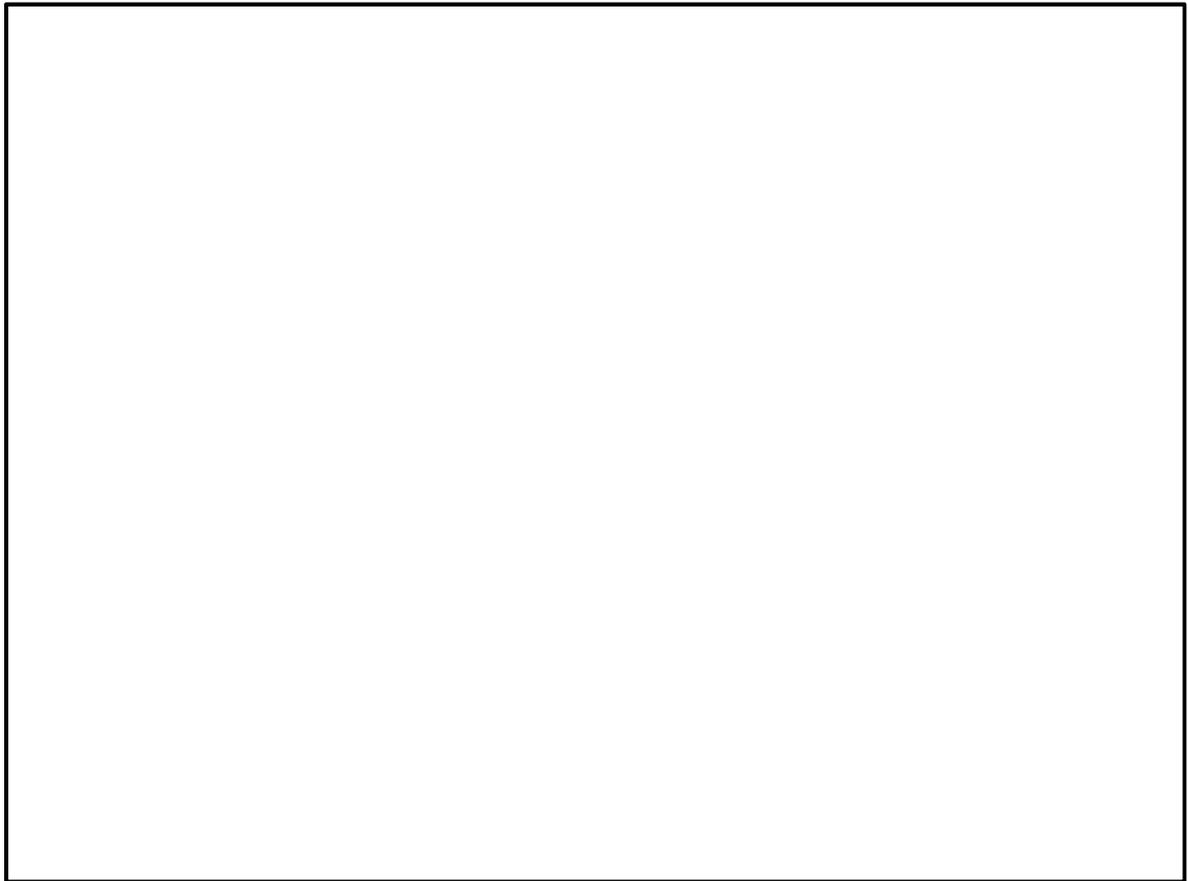


(b) 鳥瞰荷重図

図2-3 FEMモデルに作用させる基礎スラブの補正モーメント(EW方向)



(a) 断面荷重図



(b) 鳥瞰荷重図

図2-4 FEMモデルに作用させる鉛直力

3. 使用済燃料乾式貯蔵建屋（杭）

使用済燃料乾式貯蔵建屋の杭の応力解析にあたっては、弾性支承ばりモデルに入力する地震荷重として、建屋慣性力と地盤震動による地盤変位を考慮する。

建屋慣性力は、基準地震動 S_s に対する水平方向の地震応答解析より求まる基礎底面の水平地盤ばね反力（地盤ばね反力+減衰力）を杭本数で除した杭1本当たりの水平力を、杭頭位置に入力する。

地盤震動による地盤変位は、基準地震動 S_s に対する水平方向の自由地盤応答解析より求まる地盤変位を用いることとし、地盤変位としては、杭先端位置に対する地盤の相対変位の最大値を水平地盤ばねの固定位置に強制変位として入力する。

地震荷重の入力方法の概念図を図3-1に示す。

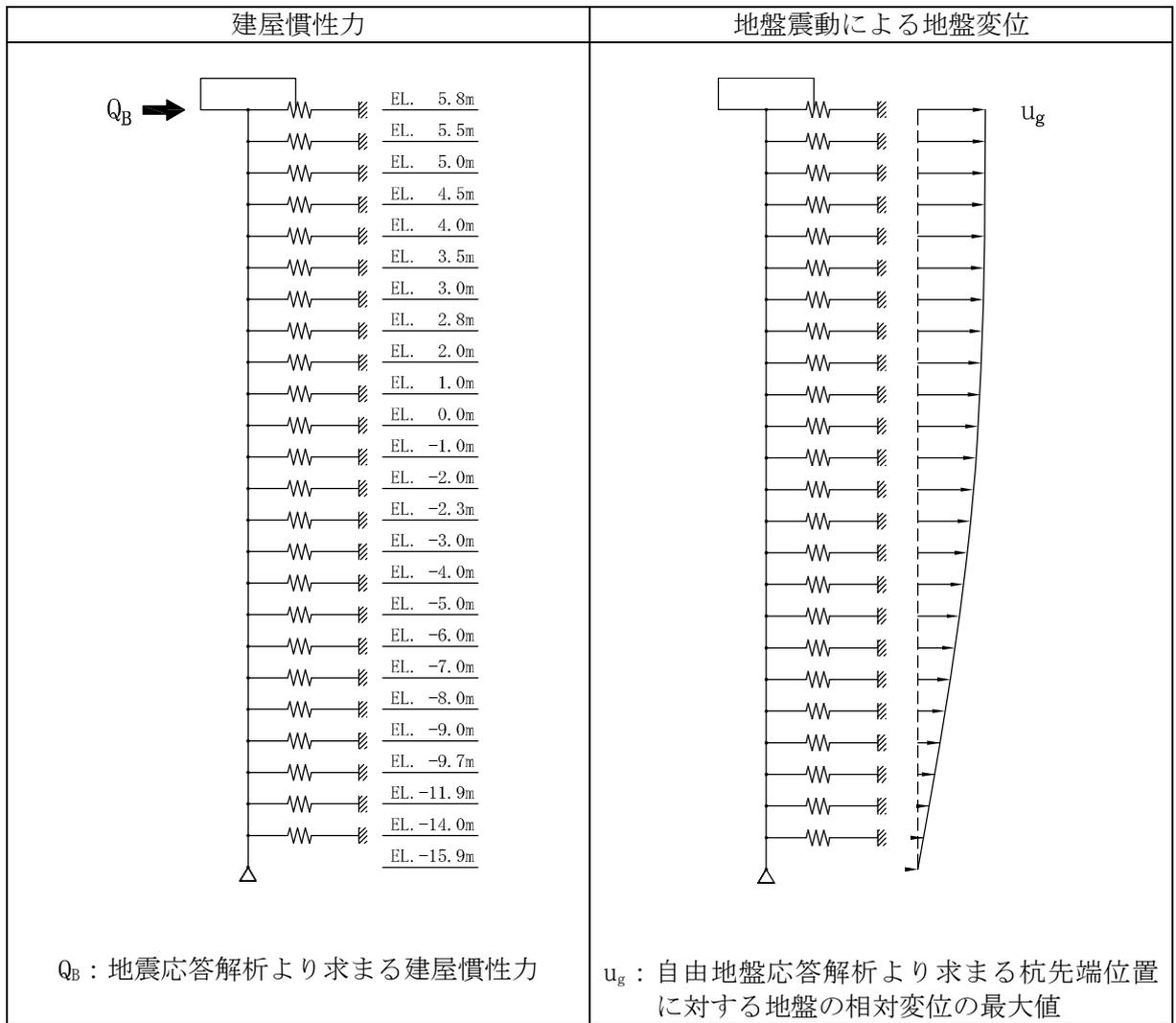


図3-1 弾性支承ばりに作用させる水平地震荷重（動的地震力）

4. 緊急時対策所建屋

追而

5. 主排気筒

追而

6. 格納容器圧力逃がし装置格納槽

追而

7. 使用済燃料プール

追而

8. 原子炉格納施設の基礎

原子炉格納施設の基礎は、原子炉格納容器底部に当たる部分（原子炉格納容器底部コンクリートマット）とその周辺部の原子炉建屋の基礎で構成され、これらは同一のFEMモデルで応力解析を実施している。

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、上部構造物である外部ボックス壁 (O/W)、内部ボックス壁 (I/W)、シェル壁 (S/W)、PCV 及び RPV 基礎の基礎への地震時反力を考慮する。

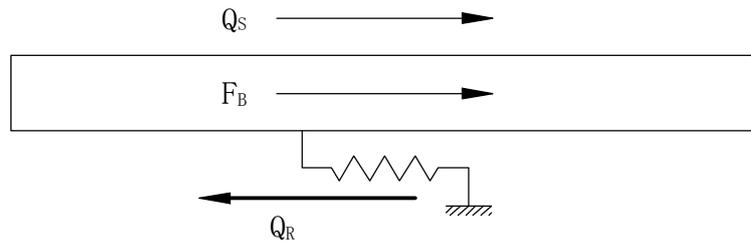
地震荷重の入力は、基準地震動 S_s 、弾性設計用地震動 S_d 及び静的地震力に対する地震応答解析結果を考慮し、FEMモデルの基礎底面ばね（地盤ばね反力+減衰力）並びに上部構造物及び基礎質点位置でせん断力、曲げモーメント及び軸力が地震応答解析結果と等価になるように設定する。

具体的には、水平荷重のうち、各上部構造物から作用する基礎への地震時反力は、FEMモデルにおける各上部構造物脚部に対応する各節点に、支配面積に応じて分配し、節点荷重として入力する。基礎については、地震応答解析より求まる基礎底面地盤ばねのせん断力から、上部構造物から作用する水平力を差し引いた値を、FEMモデルの基礎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。

曲げモーメントのうち、各上部構造物から作用する基礎への地震時反力は、偶力に置換して水平荷重の入力位置に節点荷重として入力する。地震応答解析より求まる基礎底面地盤ばねの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を、FEMモデルの基礎の各節点に、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。

鉛直荷重のうち、各上部構造物から作用する基礎への地震時反力は、FEMモデルにおける各上部構造物脚部に対応する各節点に、支配面積に応じて分配し、節点荷重として入力する。基礎については、地震応答解析より求まる基礎底面地盤ばねの軸力から、上部構造物から作用する鉛直力を差し引いた値を、FEMモデルの基礎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。

地震荷重の入力方法の概念図を図 8-1～図 8-3 に示す。



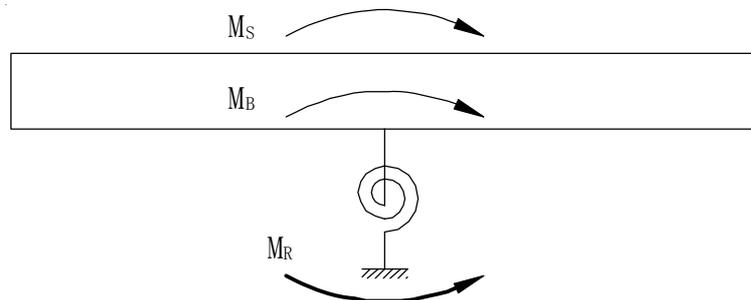
Q_S : 地震応答解析より設定した上部構造物から基礎へ作用するせん断力

F_B : 基礎に作用する水平荷重

Q_R : 地震応答解析より設定した基礎底面に生じるせん断力

$$F_B = Q_R - Q_S$$

図 8-1 FEMモデルに作用させる水平荷重



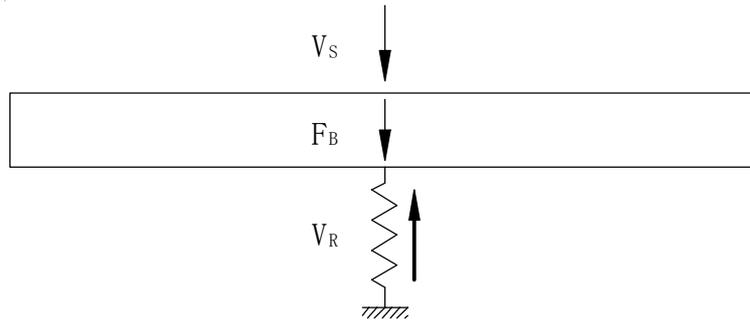
M_S : 地震応答解析より設定した上部構造物から基礎へ作用する曲げモーメント

M_B : 基礎に作用する曲げモーメント

M_R : 地震応答解析より設定した基礎底面に生じる曲げモーメント

$$M_B = M_R - M_S$$

図 8-2 FEMモデルに作用させる曲げモーメント



V_S : 地震応答解析より設定した上部構造物から基礎へ作用する軸力

F_B : 基礎に作用する鉛直荷重

V_R : 地震応答解析より設定した基礎底面に生じる軸力

$$F_B = V_R - V_S$$

図 8-3 FEMモデルに作用させる鉛直荷重