

本資料のうち、枠囲みの内容は、
商業機密あるいは防護上の観点
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	工認-133 改2
提出年月日	平成30年2月20日

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

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	7
2.4 適用規格・基準等	10
3. 地震応答解析による評価方法	11
4. 応力解析による評価方法	12
4.1 評価対象部位及び評価方針	12
4.2 荷重及び荷重の組合せ	14
4.3 許容限界	16
4.4 解析モデル及び諸元	18
4.5 評価方法	20
5. 評価結果	28
5.1 地震応答解析による評価結果	28
5.2 応力解析による評価結果	28

1. 概要

原子炉建屋基礎盤は、原子炉格納容器底部に該当する部分（以下「原子炉格納容器底部コンクリートマット」という。）並びに、二次格納施設にあたる原子炉建屋原子炉棟のうち、原子炉格納容器底部コンクリートマット以外の基礎（以下「原子炉棟基礎」という。）及び原子炉建屋付属棟の基礎（以下「付属棟基礎」という。）で構成される。

本資料は、資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、原子炉建屋基礎盤のうち、原子炉棟基礎及び付属棟基礎の地震時の構造強度及び機能維持の確認について説明するものであり、その評価は、地震応答解析による評価及び応力解析による評価により行う。なお、原子炉格納容器底部コンクリートマットの評価については、資料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」にて実施する。

原子炉棟基礎は、設計基準対象施設においては「Sクラスの施設」及び「Sクラスの施設の間接支持構造物」に、重大事故等対処施設においては「常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備の間接支持構造物」に分類される。

付属棟基礎は、設計基準対象施設においては「Sクラスの施設の間接支持構造物」に、重大事故等対処施設においては「常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備の間接支持構造物」に分類される。

以下、それぞれの分類に応じた耐震評価を示す。

2. 基本方針

2.1 位置

原子炉建屋基礎盤を含む原子炉建屋の位置を
図 2-1 に示す。

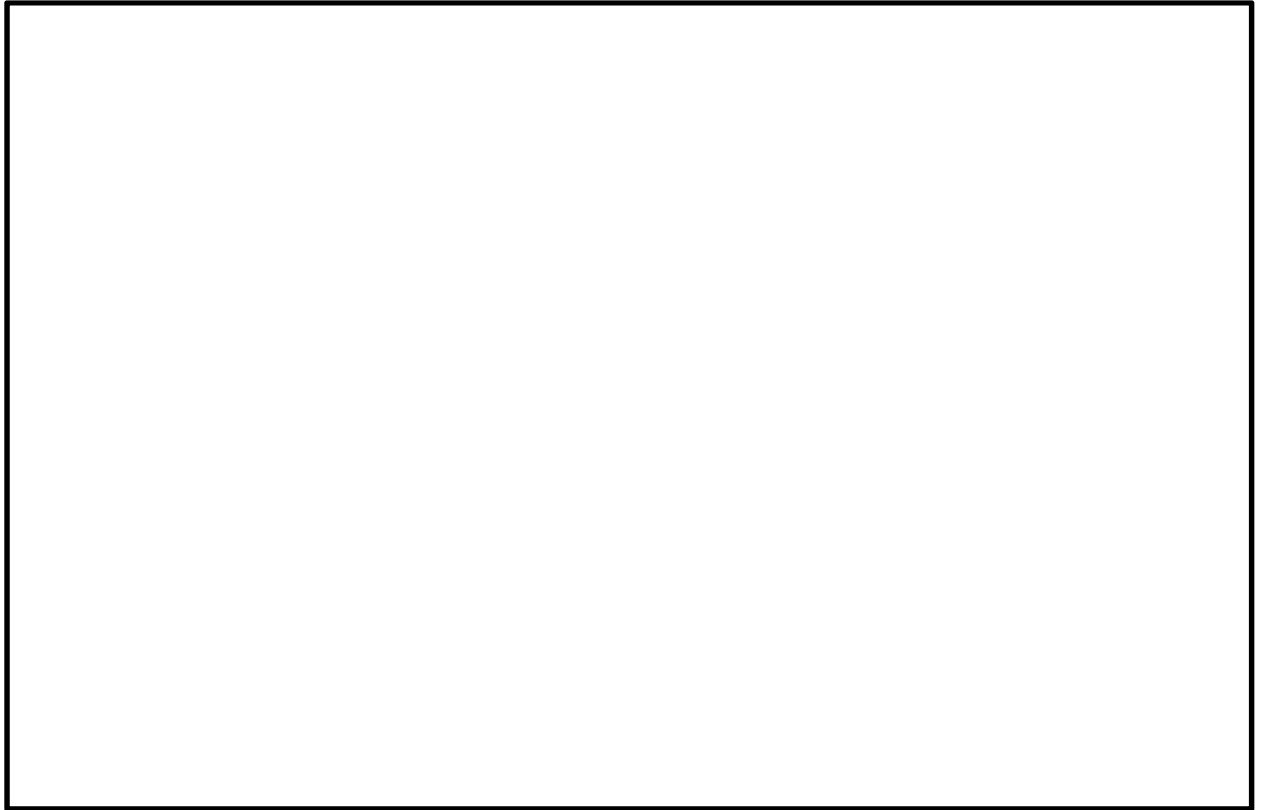


図 2-1 原子炉建屋基礎盤を含む原子炉建屋の設置位置図

2.2 構造概要

原子炉棟基礎及び付属棟基礎を含む原子炉建屋基礎盤は、その上部構造である原子炉本体の基礎（以下「RPV 基礎」という。）、原子炉格納容器（以下「PCV」という。）、その周囲の1次遮蔽壁（以下「シェル壁 (S/W)」という。）、原子炉棟の外壁（以下「内部ボックス壁 (I/W)」という。）及び付属棟の外壁（以下「外部ボックス壁 (O/W)」という。）を支持する鉄筋コンクリート造の基礎スラブであり、原子炉格納容器底部コンクリートマット並びに、原子炉棟基礎及び付属棟基礎で構成される。

原子炉棟基礎は、原子炉格納容器底部の圧力バウンダリを構成する原子炉格納容器底部コンクリートマットと一体となっている。その平面規模は、南北方向 45.5 m、東西方向 42.5 m、厚さは 5.0 m で、支持地盤である砂質泥岩上に人工岩盤を介して設置されている。また、この基礎は付属棟基礎と一体となっており、付属棟基礎を含む平面規模は、南北方向 68.5 m、東西方向 68.25 m となっている。

原子炉棟基礎及び付属棟基礎を含む原子炉建屋基礎盤の概略平面図及び概略断面図を図 2-2 及び図 2-3 に示す。

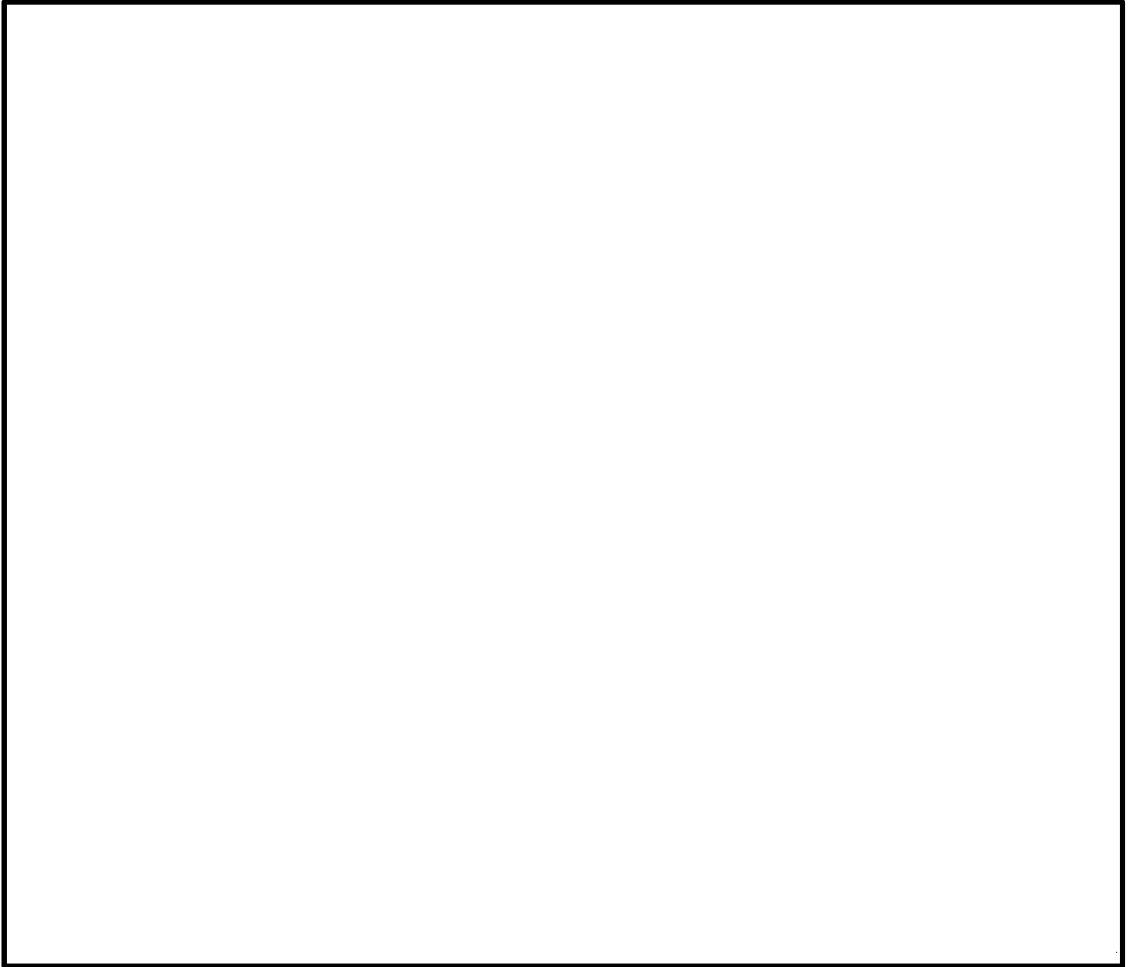


図 2-2 原子炉建屋基礎盤の概略平面図 (EL. -4.0 m)

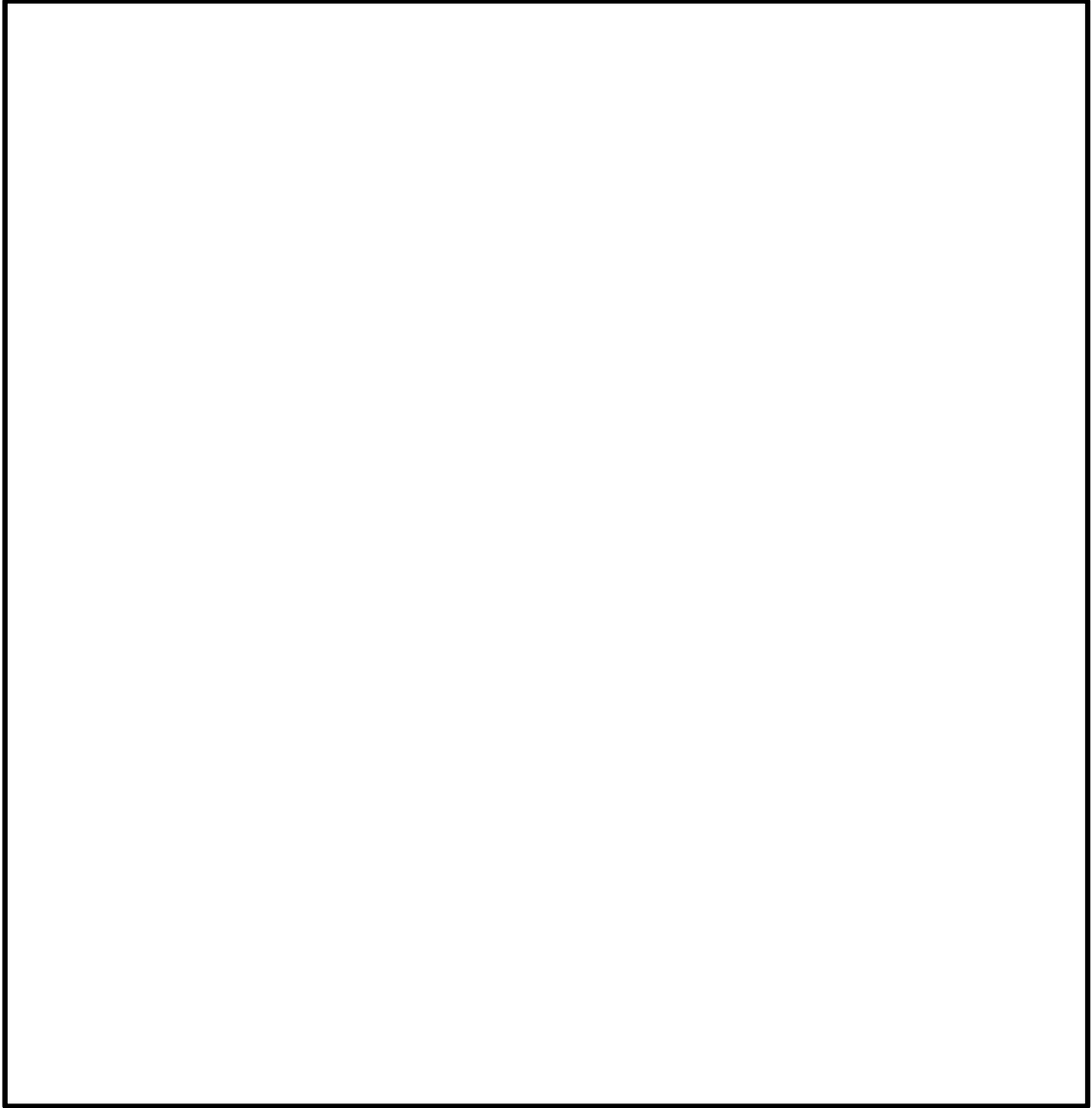


図 2-3 (1/2) 原子炉棟基礎及び附属棟基礎を含む原子炉建屋基礎盤
概略断面図 (A-A 断面)

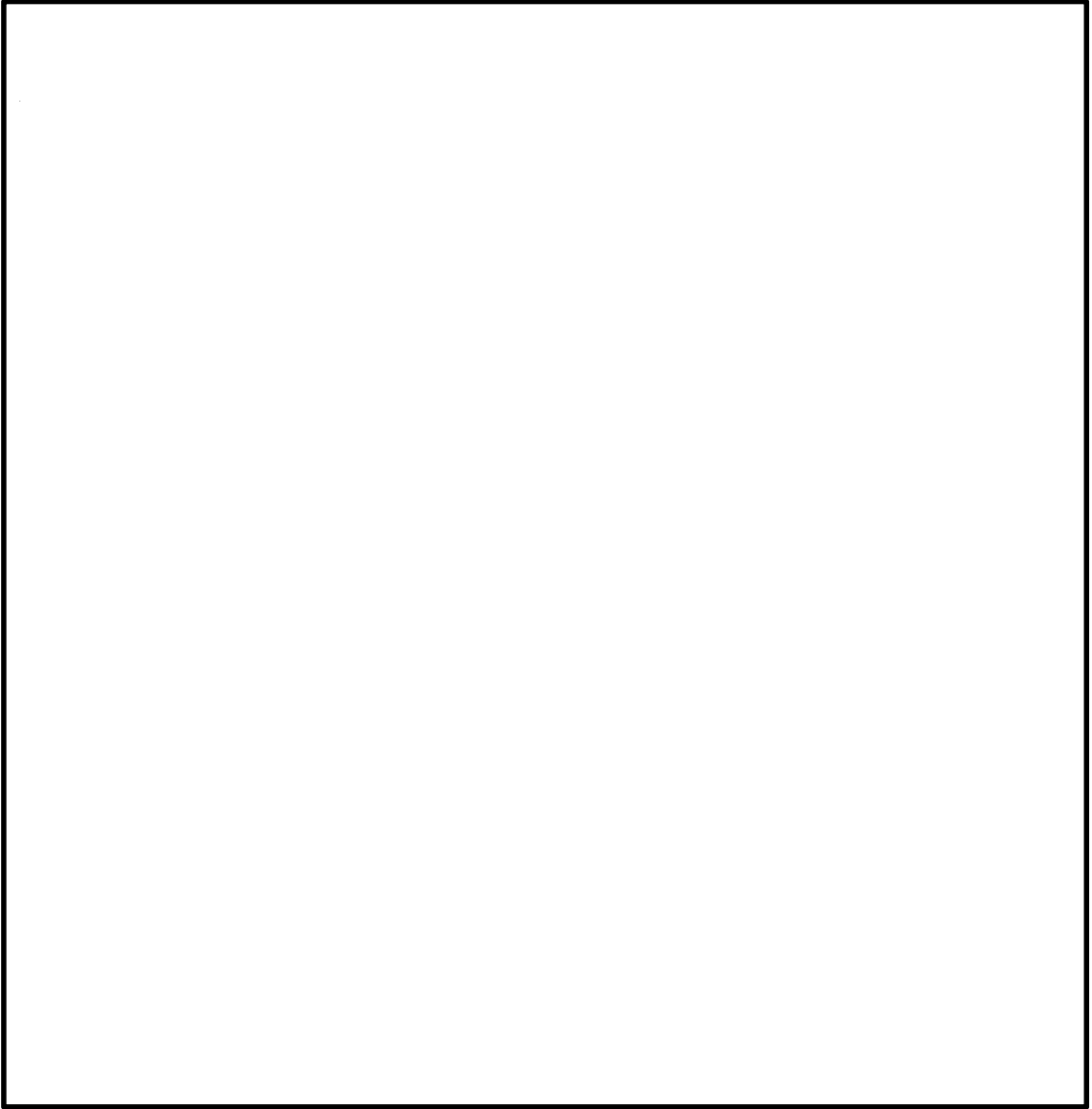


図 2-3 (2/2) 原子炉棟基礎及び附属棟基礎を含む原子炉建屋基礎盤
概略断面図 (B-B 断面)

2.3 評価方針

原子炉棟基礎は、設計基準対象施設においては「Sクラスの施設」及び「Sクラスの施設の間接支持構造物」に、重大事故等対処施設においては「常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備の間接支持構造物」に分類される。

付属棟基礎は、設計基準対象施設においては「Sクラスの施設の間接支持構造物」に、重大事故等対処施設においては「常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備の間接支持構造物」に分類される。

原子炉棟基礎の設計基準対象施設としての評価においては、弾性設計用地震動 S_d による地震力または静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対する評価（以下「 S_d 地震時に対する評価」という。）及び基準地震動 S_s による地震力に対する評価（以下「 S_s 地震時に対する評価」という。）を行うこととし、それぞれの評価は、資料V-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」の結果を踏まえたものとする。ただし、通常荷重、運転時荷重及び事故時荷重が工事計画認可申請書（47公第12076号 昭和48年4月9日認可）（以下「既工事計画」という。）と同一であること、また、応答に対して支配的となる水平方向の弾性設計用地震動 S_d による地震力及び静的地震力がいずれも既工事計画の地震荷重よりも小さいことから、新たな S_d 地震時に対する評価は行わない。

また、付属棟基礎の設計基準対象施設としての評価においては、 S_s 地震時に対する評価を行うこととし、その評価は、資料V-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」の結果を踏まえたものとする。

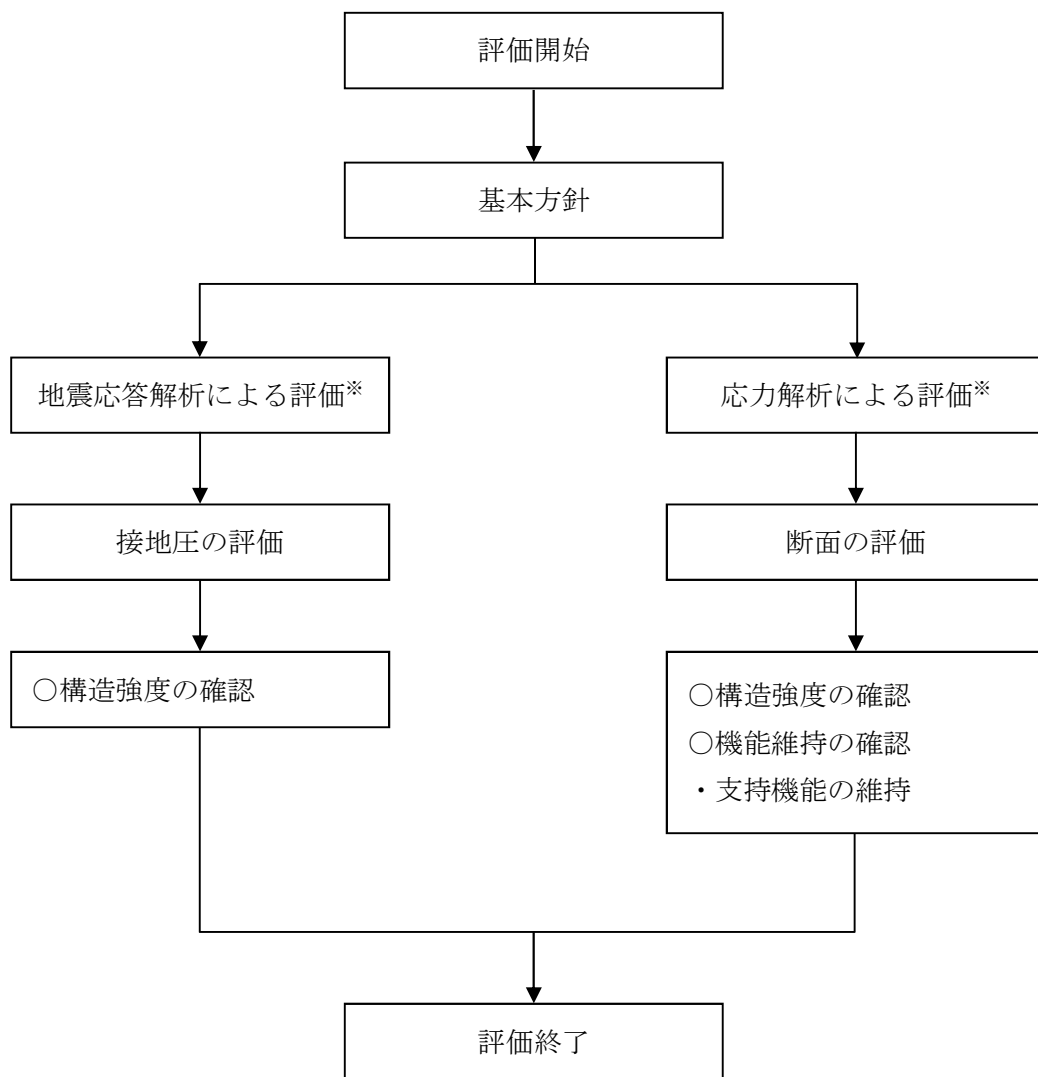
原子炉棟基礎及び付属棟基礎の評価は、資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、地震応答解析による評価においては接地圧の評価を、応力解析による評価においては断面の評価を行うことで、原子炉棟基礎及び付属棟基礎の地震時の構造強度及び支持機能の確認を行う。評価にあたっては、資料V-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」による地盤物性のばらつきを考慮する。なお、接地圧の評価においては、原子炉棟基礎及び付属棟基礎を含めた原子炉建屋基礎盤に対する評価を実施する。

また、重大事故等対処施設としての評価においては、 S_s 地震時に対する評価を行うこととする。ここで、原子炉棟基礎及び付属棟基礎では、運転時、設計基準事故時及び重大事故等時の状態において、圧力、温度等の条件について有意な差異がないことから、重大事故等対処施設としての評価は、設計基準対象施設と同一となる。

更に、原子炉格納容器底部コンクリートマットは設計基準対象施設においては「Sクラス施設」に、重大事故等対処施設においては「常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備」に分類され、それぞれの分類に応じた耐震評価を実施している。原子炉棟基礎及び付属棟基礎について、原子炉棟基礎が原子炉格納容器底部コンクリートマットに接続し、付属棟基礎が原子炉棟基礎に接続していることから、原子炉格納容器底部コンクリートマットのそれぞれの分類に応じた耐震評価における荷重の組合せに対しても間接支持構造物としての機能を有していることを確認する。なお、原子炉格納容器底部コンクリートマットは、資料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計算書」に示すとおり、荷重状態IV及び荷重状態Vに対する評価を実施しているが、原子炉棟基礎及び付属棟基礎の機能維持の許容限界が終局耐力であることを踏まえ、原子炉棟基礎及び付属棟基礎の機能維持に対して支配的とな

るS₃地震時に対する評価を行うとすることから、本評価は、設計基準対象施設としての評価と同一となる。

原子炉棟基礎及び付属棟基礎の評価フローを図2-4に示す。



※：資料V-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」の結果を踏まえた評価を行う。

図 2-4 原子炉棟基礎及び付属棟基礎の評価フロー

2.4 適用規格・基準等

原子炉棟基礎及び付属棟基礎の評価において、適用する規格，基準等を以下に示す。

- 建築基準法・同施行令
- 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）
- 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）
（以下「RC-N規準」という。）
- 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987（（社）日本電気協会）
- 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力度編 J E A G 4 6 0 1 ・補一
1984（（社）日本電気協会）
- 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）
- 2015年版 建築物の構造関係技術基準解説書（国土交通省住宅局建築指導課・国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所・日本建築行政会議，2015）
（以下「技術基準解説書」という。）

3. 地震応答解析による評価方法

地震応答解析による評価において、原子炉棟基礎及び付属棟基礎の構造強度については、資料V-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」による結果に基づき、最大接地圧が許容限界を超えないことを確認する。

地震応答解析による評価における原子炉棟基礎及び付属棟基礎の許容限界は、資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、表3-1及び表3-2のとおり設定する。

表3-1 地震応答解析による評価における許容限界
(設計基準対象施設としての評価)

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界(評価基準値)
—	構造強度を有すること	基準地震動 S_s	基礎地盤	最大接地圧が地盤の支持力度を超えないことを確認	極限支持力度 5360 kN/m ²

表3-2 地震応答解析による評価における許容限界
(重大事故等対処施設としての評価)

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界(評価基準値)
—	構造強度を有すること	基準地震動 S_s	基礎地盤	最大接地圧が地盤の支持力度を超えないことを確認	極限支持力度 5360 kN/m ²

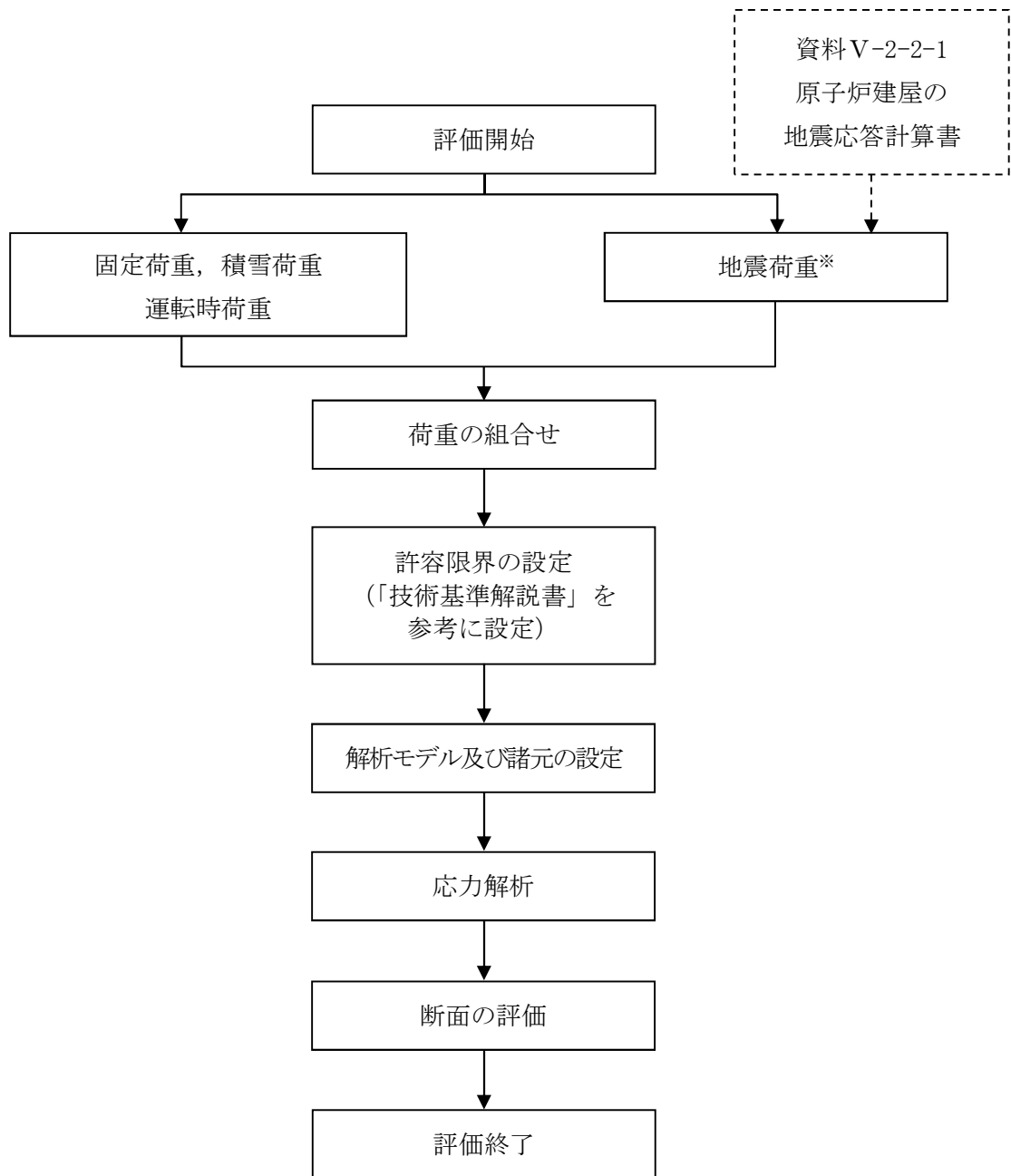
4. 応力解析による評価方法

4.1 評価対象部位及び評価方針

原子炉棟基礎及び付属棟基礎の応力解析による評価対象部位は基礎スラブとし、3次元 FEM モデルを用いた弾性応力解析により評価を行う。3次元 FEM モデルを用いた弾性応力解析にあたっては、資料V-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」による結果を用いて、荷重の組合せを行う。応力解析による評価フローを図4-1に示す。

S₃地震時に対する評価は、地震力と地震力以外の荷重の組合せの結果、発生する応力が、「技術基準解説書」に基づき設定した許容限界を超えないことを確認する。

また、断面の評価については、地盤物性のばらつきを考慮した断面力に対して行うこととする。



※：ばらつきについては，資料V-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」に基づき設定する。

図 4-1 応力解析による評価フロー

4.2 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している荷重及び荷重組合せを用いる。

4.2.1 荷重

(1) 固定荷重 (D)

原子炉棟基礎及び付属棟基礎の基礎スラブに作用する固定荷重(積載荷重を含む)は、表4-1の通り設定する。

表4-1 固定荷重 (D)

部 位	固定荷重 (kN)
O/W	397800
I/W	392300
S/W	309900
PCV	20900
RPV 基礎	66457
基礎版上	149863
基礎自重	561020

(2) 運転時荷重 (P_1, H_1)

原子炉格納容器底部コンクリートマットの底部において、運転時の状態で作用する荷重として次のものを考慮する。

a. 運転時圧力 (P_1)

運転時圧力による荷重は次のとおりである。

- 2741 kN (圧力 5.2 kPa)

b. 運転時水圧荷重 (H_1)

運転時の静水圧による荷重は次のとおりである。

- 34700 kN

(3) 地震荷重 (K_s)

水平地震力及び鉛直地震力は、資料V-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」に示す基準地震動 S_s に対する地震応答解析より算定される動的地震力より設定する。

S_s 地震荷重を表 4-2～表 4-6 に示す。

表 4-2～表 4-6 追而

(4) 積雪荷重 (S)

積雪荷重 (S) は、資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載の地震力と積雪荷重の組合せ及び資料V-2-2-11「原子炉建屋原子炉棟の耐震性についての計算書」に基づき表 4-7 のように設定する。なお、本資料において「3.3 許容限界」以降で積雪荷重は、活荷重に含めて評価する。

表 4-7 積雪荷重

荷重及び外力について想定する状態	積雪荷重
S_s 地震時	210 N/m ²

4.2.2 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 4-8 に示す。

表 4-8 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
S_s 地震時	DL + SNL _{地震時} + P ₁ + H ₁ + K _s

DL : 固定荷重 (積載荷重を含む)

SNL_{地震時} : 積雪荷重

P₁ : 運転時圧力*

H₁ : 運転時水圧荷重*

K_s : S_s 地震荷重

※ : 原子炉格納容器底部コンクリートマットに作用

4.3 許容限界

応力解析による評価における原子炉棟基礎及び付属棟基礎の基礎スラブの許容限界は、資料 V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、表 4-9 及び表 4-10 のとおり設定する。

また、コンクリート及び鉄筋の許容応力度を表 4-11 及び表 4-12 に示す。

表 4-9 応力解析による評価における許容限界（設計基準対象施設としての評価）

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界（評価基準値）
—	構造強度を有すること	基準地震動 S_s	基礎スラブ	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	「技術基準解説書」における終局耐力
支持機能※	機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 S_s	基礎スラブ	部材に生じる応力が支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	「技術基準解説書」における終局耐力

※：「支持機能」の確認には、「内包する設備に対する波及的影響の確認」が含まれる。

表 4-10 応力解析による評価における許容限界（重大事故等対処施設としての評価）

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界（評価基準値）
—	構造強度を有すること	基準地震動 S_s	基礎スラブ	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	「技術基準解説書」における終局耐力
支持機能※	機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 S_s	基礎スラブ	部材に生じる応力が支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	「技術基準解説書」における終局耐力

※：「支持機能」の確認には、「内包する設備に対する波及的影響の確認」が含まれる。

表 4-11 コンクリートの許容応力度

外力の状態	Fc (N/mm ²)	圧縮 (N/mm ²)	せん断 (N/mm ²)
S _s 地震時	22.1	14.7	1.06

表 4-12 鉄筋の許容応力度

外力の状態	引張及び圧縮 (N/mm ²)	面外せん断補強 (N/mm ²)
	SD345※	SD345※
S _s 地震時	345	345

※：建設当時の鉄筋の種類はSD35であるが現在の規格（SD345）に読み替えた許容応力度を示す。

4.4 解析モデル及び諸元

4.4.1 モデル化の基本方針

(1) 基本方針

応力解析は、3次元FEMモデルを用いた弾性応力解析を実施する。解析には、解析コード「MSC NASTRAN Ver. 2016.1.1」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、付録15「計算機プログラム（解析コード）の概要・MSC NASTRAN」に示す。

基礎スラブについては、EL. -9.0 m～EL. -4.0 mをモデル化する。上部構造については、EL. -4.0 m～EL. 14.0 mをモデル化し、剛性を考慮する。人工岩盤については、EL. -17.0 m～EL. -9.0 mをモデル化する。解析モデルを図4-2に示す。

(2) 使用要素

解析モデルに使用するFEM要素は、基礎スラブについてはシェル要素、人工岩盤についてはソリッド要素とする。また、基礎スラブより立ち上がっている耐震壁については、梁要素として剛性を考慮する。解析モデルの節点数は5844、要素数は5078である。

(3) 境界条件

支持地盤として、資料V-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」に示す地盤ばねを離散化して、水平方向及び鉛直方向のばねを人工岩盤の下端に設ける。3次元FEMモデルの水平方向のばねについては、地震応答解析モデルのスウェイばねを、鉛直方向のばねについては、地震応答解析モデルのロッキングばねを基に設定を行う。なお、基礎版と人工岩盤の境界部にはギャップ要素を設け、引張力が発生した時に浮上りを考慮する。

4.4.2 解析諸元

使用材料の物性値を表4-13に示す。

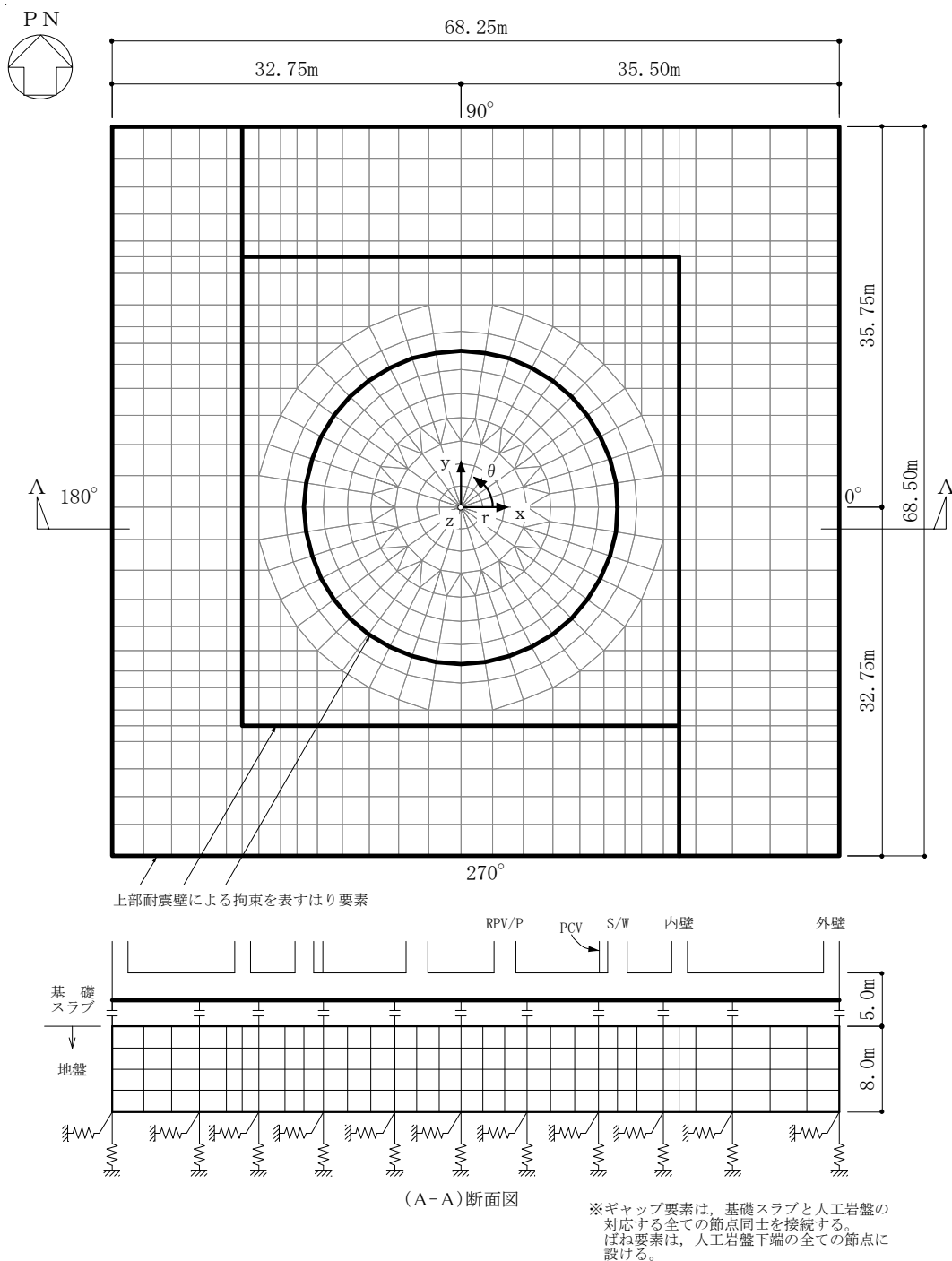


図 4-2 解析モデル

表 4-13 使用材料の物性値

部 位	コンクリートの 設計基準強度 F_c (N/mm ²)	ヤング係数 E (N/mm ²)	ポアソン比 ν
基礎版	22.1	2.21×10^4	0.2
人工岩盤	13.7	1.88×10^4	0.2

4.5 評価方法

4.5.1 応力解析方法

原子炉建屋基礎盤について、3次元FEMモデルを用いた弾性応力解析を実施する。

(1) 荷重ケース

S_s 荷重時の応力は、次の荷重ケースによる応力を組み合わせて求める。

DP : 固定荷重+積載荷重+積雪荷重

P_1 : 運転時圧力^{※1}

H_1 : 運転時水圧荷重^{※1}

K_{SWE} ^{※2} : W→E 方向 S_s 地震荷重

K_{SSN} ^{※2} : S→N 方向 S_s 地震荷重

K_{SDU} ^{※2} : 鉛直方向 S_s 地震荷重

※1: 原子炉格納容器底部コンクリートマットに作用

※2: 加力方向による絶対値の差異はないため、計算上の座標軸を基本として、EW方向はW→E方向加力、NS方向はS→N方向加力、鉛直方向は上向き加力を記載している。

(2) 荷重の組合せケース

荷重の組合せケースを表4-14に示す。

水平地震力と鉛直地震力の組合せは、「原子力発電所耐震設計技術規程 J E A C 4 6 0 1 - 2008 ((社) 日本電気協会, 2008年)」を参考に、組合せ係数法(組合せ係数は1.0と0.4)を用いるものとする。

表 4-14 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	1-1	$DP + P_1 + H_1 + 1.0K_{SWE} - 0.4K_{SDU}$
	1-2	$DP + P_1 + H_1 + 1.0K_{SWE} + 0.4K_{SDU}$
	1-3	$DP + P_1 + H_1 - 1.0K_{SWE} - 0.4K_{SDU}$
	1-4	$DP + P_1 + H_1 - 1.0K_{SWE} + 0.4K_{SDU}$
	1-5	$DP + P_1 + H_1 + 1.0K_{SSN} - 0.4K_{SDU}$
	1-6	$DP + P_1 + H_1 + 1.0K_{SSN} + 0.4K_{SDU}$
	1-7	$DP + P_1 + H_1 - 1.0K_{SSN} - 0.4K_{SDU}$
	1-8	$DP + P_1 + H_1 - 1.0K_{SSN} + 0.4K_{SDU}$
	1-9	$DP + P_1 + H_1 + 0.4K_{SWE} - 1.0K_{SDU}$
	1-10	$DP + P_1 + H_1 + 0.4K_{SWE} + 1.0K_{SDU}$
	1-11	$DP + P_1 + H_1 - 0.4K_{SWE} - 1.0K_{SDU}$
	1-12	$DP + P_1 + H_1 - 0.4K_{SWE} + 1.0K_{SDU}$
	1-13	$DP + P_1 + H_1 + 0.4K_{SSN} - 1.0K_{SDU}$
	1-14	$DP + P_1 + H_1 + 0.4K_{SSN} + 1.0K_{SDU}$
	1-15	$DP + P_1 + H_1 - 0.4K_{SSN} - 1.0K_{SDU}$
	1-16	$DP + P_1 + H_1 - 0.4K_{SSN} + 1.0K_{SDU}$

(3) 荷重の入力方法

a. 固定荷重，積載荷重，積雪荷重及び運転時荷重

固定荷重，積載荷重，積雪荷重及び運転時荷重は，モデル上の各節点における支配面積に応じた節点力として入力する。

b. 地震荷重

上部構造物である RPV 基礎，PCV 及び各耐震壁からの地震時反力を考慮する。

水平地震力は，上部構造物からのせん断力及び曲げモーメントとし，せん断力は水平力に置換し，モデル上の各節点における支配面積に応じた節点力として入力し，曲げモーメントは鉛直力に置換しモデル上の各節点における支配面積に応じた節点力として入力する。

鉛直地震力は，上部構造物からの軸力とし，鉛直力に置換し，モデル上の各節点における支配面積に応じた節点力として入力する。

また，基礎スラブ内に作用する荷重については，地震時の上部構造物からの入力荷重と基礎スラブ底面に発生する荷重の差を FEMモデルの各要素の大きさに応じて分配し，節点力として入力する。

なお，基準地震動 S_s による地震力については， S_s-D1 による地震力 S_s^*-1 ， $S_s-11 \sim S_s-22$ の6波による地震力を包絡した地震力 S_s^*-2 及び S_s-31 による地震力 S_s^*-3 の3つの地震力を設定する。

水平方向の地震荷重を表 4-15 に，鉛直方向の地震荷重を表 4-16 に示す。

表 4-15 (1/2) 水平方向の地震荷重 (NS 方向)

部 位	せん断力 (kN)		
	$S_s^* - 1$	$S_s^* - 2$	$S_s^* - 3$
O/W (東側)	164000	170000	207000
O/W (西側)	162000	164000	208000
I/W (東側)	105000	105000	137000
I/W (西側)	103000	104000	134000
S/W	168000	167000	219000
PCV	39800	39800	39800
RPV 基礎	33300	33300	33300
基礎版	208900	115900	141900

部 位	曲げモーメント (kN・m)		
	$S_s^* - 1$	$S_s^* - 2$	$S_s^* - 3$
O/W (東側)	3620000	3720000	4160000
O/W (西側)	3940000	4120000	4620000
I/W (東側)	5400000	6060000	6070000
I/W (西側)	5270000	5930000	5920000
S/W	5600000	6120000	6540000
PCV	849000	849000	849000
RPV 基礎	570000	570000	570000
基礎版	2551000	1231000	4571000

表 4-15 (2/2) 水平方向の地震荷重 (EW 方向)

部 位	せん断力 (kN)		
	$S_s^* - 1$	$S_s^* - 2$	$S_s^* - 3$
O/W (北側)	168000	139000	213000
O/W (南側)	170000	137000	213000
I/W (北側)	104000	83000	134000
I/W (南側)	98500	78300	126000
S/W	170000	135000	218000
PCV	39800	39800	39800
RPV 基礎	33300	33300	33300
基礎版	198400	104600	132900

部 位	曲げモーメント (kN・m)		
	$S_s^* - 1$	$S_s^* - 2$	$S_s^* - 3$
O/W (北側)	5420000	4780000	6160000
O/W (南側)	2400000	1950000	2810000
I/W (北側)	5230000	4910000	5740000
I/W (南側)	5490000	5140000	6040000
S/W	5820000	5170000	6720000
PCV	849000	849000	849000
RPV 基礎	570000	570000	570000
基礎版	2321000	31000	4411000

表 4-16 鉛直方向の地震荷重

部 位	軸 力 (kN)		
	$S_s^* - 1$	$S_s^* - 2$	$S_s^* - 3$
O/W	202878	250614	93881
I/W	200073	247149	92583
S/W	158049	195237	73136
PCV	7550	7550	7550
RPV 基礎	62900	62900	62900
基礎版	262550	326550	58950

4.5.2 断面の評価方法

原子炉棟基礎及び付属棟基礎の基礎スラブについて、軸力及び曲げモーメント並びに面外せん断力が、各許容値を超えないことを確認する。

(1) 軸力及び曲げモーメントに対する断面の評価方法

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算定する。

断面の評価は、評価対象部位に生じる曲げモーメントが、次式に示す「技術基準解説書」に基づいて求めた柱の曲げ終局強度を超えないことを確認する。

$$M_U = (0.8a_t \cdot \sigma_y \cdot D + 0.12b \cdot D^2 \cdot F_c) \left(\frac{N_{\max} - N}{N_{\max} - 0.4b \cdot D \cdot F_c} \right) \quad 0.4b \cdot D \cdot F_c < N \leq N_{\max} \text{ のとき}$$

$$M_U = 0.8a_t \cdot \sigma_y \cdot D + 0.5N \cdot D \left(1 - \frac{N}{b \cdot D \cdot F_c} \right) \quad 0 \leq N \leq 0.4b \cdot D \cdot F_c \text{ のとき}$$

$$M_U = 0.8a_t \cdot \sigma_y \cdot D + 0.4N \cdot D \quad N_{\min} \leq N < 0 \text{ のとき}$$

ここで、

M_U : 曲げ終局強度 (N・m)

N_{\max} : 中心圧縮時終局強度であり、次の計算式により計算した値 (N)

$$N_{\max} = b \cdot D \cdot F_c + a_g \cdot \sigma_y$$

N_{\min} : 中心引張時終局強度であり、次の計算式により計算した値 (N)

$$N_{\min} = -a_g \cdot \sigma_y$$

N : 柱軸方向力であり、圧縮を正とする。(N)

a_t : 引張主筋断面積 (mm²)

a_g : 柱主筋全断面積 (mm²)

b : 柱断面幅 (mm)

D : 柱断面せい (mm)

σ_y : 鉄筋の引張に対する材料強度であり、表 4-7 に示す値の 1.1 倍を用いる。
(N/mm²)

F_c : コンクリートの圧縮に対する材料強度 (N/mm²)

(2) 面外せん断力に対する断面の評価方法

断面の評価は、「RC-N規準」の機能保持検討に基づき、評価対象部位に生じる面外せん断応力度が、次式に示す「技術基準解説書」に基づいて求めた梁のせん断終局強度を超えないことを確認する。

$$Q_{SU} = \left\{ \frac{0.068p_t^{0.23}(F_c + 18)}{M/(Q \cdot d) + 0.12} + 0.85\sqrt{p_w \cdot \sigma_{wy}} \right\} b \cdot j$$

ここで、

- Q_{SU} : せん断終局強度 (N)
- p_t : 引張鉄筋比 (%)
- F_c : コンクリートの圧縮に対する材料強度 (N/mm²)
- M/Q : 強度算定断面におけるモーメント M とせん断力 Q の比
(ただし、 $1 \leq M/(Q \cdot d) \leq 3$)
- d : 断面の有効せい (mm)
- p_w : 面外せん断力に対する補強筋の鉄筋比であり、次の計算式により計算した値
$$p_w = \frac{a_w}{b \cdot x}$$
- a_w : 面外せん断力に対する補強筋の断面積 (mm²)
- x : 面外せん断力に対する補強筋の間隔 (mm)
- σ_{wy} : 面外せん断力に対する補強筋の許容引張応力度であり、表 4-7 に示す値 (N/mm²)
- b : 断面の幅 (mm)
- j : 断面の応力中心間距離で、断面の有効せいの 7/8 倍の値 (mm)

応力平均化については、必要に応じて追而

解析コードについては、追而

5. 評価結果

5.1 地震応答解析による評価結果

追而

5.2 応力解析による評価結果

追而