

資料 1 3 - 1 6 - 5 原子炉補助建屋の耐震計算書

目 次

頁

1. 概要	添13-16-5-1
2. 基本方針	添13-16-5-1
2.1 位置	添13-16-5-1
2.2 構造概要	添13-16-5-2
2.3 評価方針	添13-16-5-7
2.4 準拠規格・基準等	添13-16-5-9
3. 地震応答解析による評価方法	添13-16-5-10
4. 応力解析による評価方法	添13-16-5-13
4.1 評価対象部位及び評価方針	添13-16-5-13
4.2 荷重及び荷重の組合せ	添13-16-5-15
4.3 許容限界	添13-16-5-30
4.4 解析モデル及び諸元	添13-16-5-33
4.5 評価方法	添13-16-5-37
5. 評価結果	添13-16-5-42
5.1 地震応答解析による評価結果	添13-16-5-42
5.2 応力解析による評価結果	添13-16-5-48

1. 概要

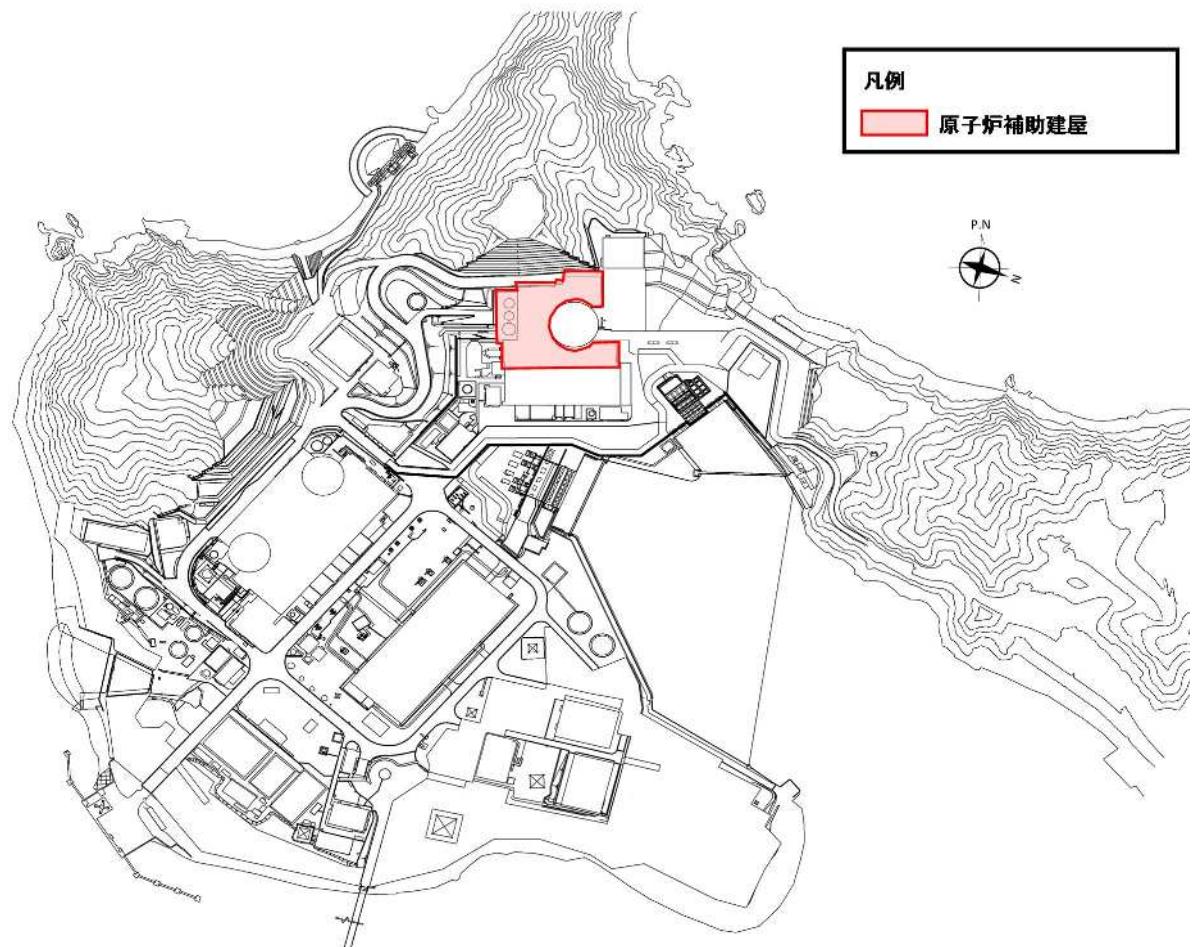
本資料は、資料 13-9 「機能維持の基本方針」に基づき、原子炉補助建屋の地震時の構造強度及び機能維持の確認について説明するものであり、その評価は、地震応答解析による評価及び応力解析による評価により行う。

原子炉補助建屋は、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

原子炉補助建屋の設置位置を第 2-1 図に示す。



第 2-1 図 原子炉補助建屋の設置位置

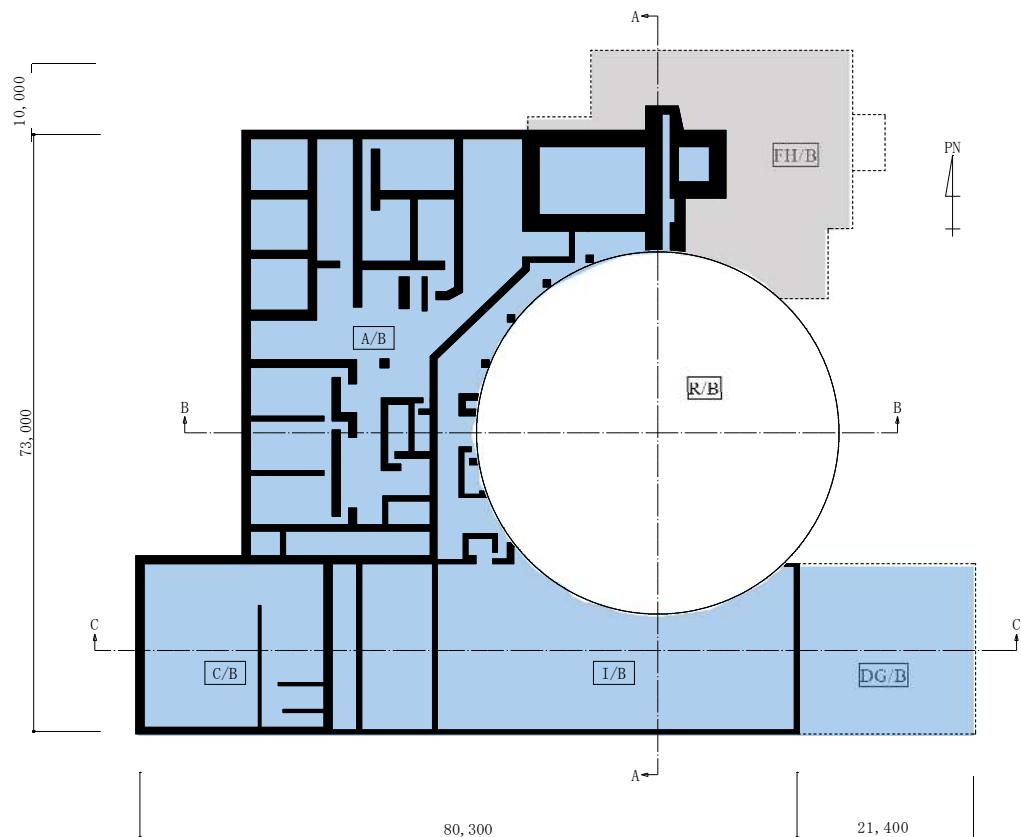
2.2 構造概要

原子炉補助建屋は、燃料取扱建屋、補助建屋、制御建屋、中間建屋及びディーゼル建屋から構成され、これらの建屋は、原子炉格納施設を取り囲み、構造的に一体とした鉄筋コンクリート造（一部鉄骨造）の建物であり、E.L.-1.6m から E.L.+32.3m にわたって階段状に設けられている。

原子炉補助建屋の平面形状は、南北方向約 83m、東西方向約 102m である。

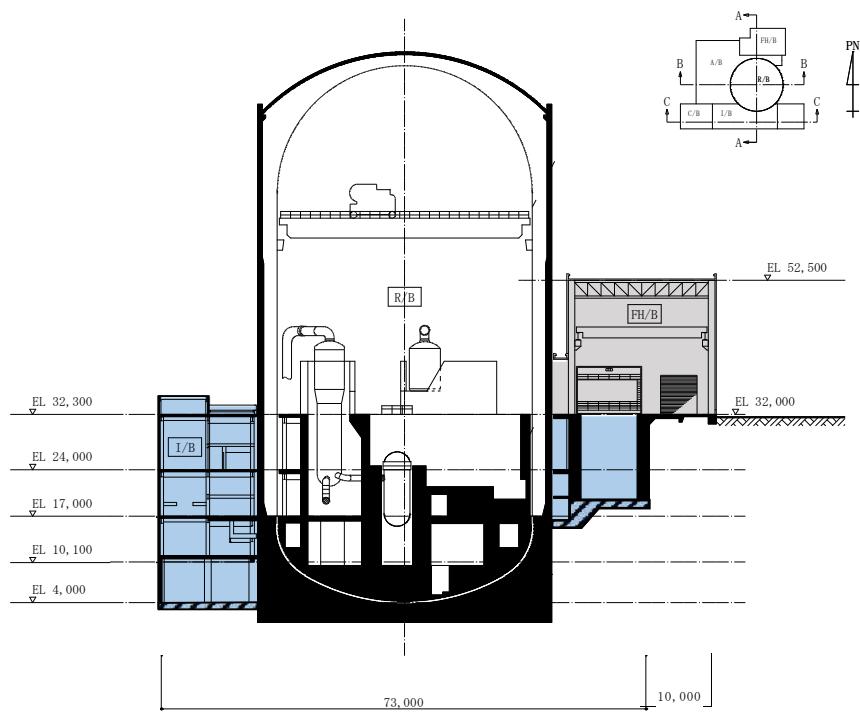
基礎は、標準的版厚が 1.0m～2.0m 程度の鉄筋コンクリート造べた基礎であり、プラント北側に向かって高くなる階段状の岩盤上に直接支持されている。

原子炉補助建屋の概略平面図を第 2-2 図に、概略断面図を第 2-3 図に示す。



 : 評価対象 (鉄筋コンクリート造部)	R/B : 原子炉格納施設 A/B : 補助建屋 I/B : 中間建屋 C/B : 制御建屋 FH/B : 燃料取扱建屋 DG/B : ディーゼル建屋
 : 評価対象外 (鉄骨部)	

第2-2図 原子炉補助建屋の概略平面図 (E. L. +17.0m)



(A-A断面)



: 評価対象 (鉄筋コンクリート造部)

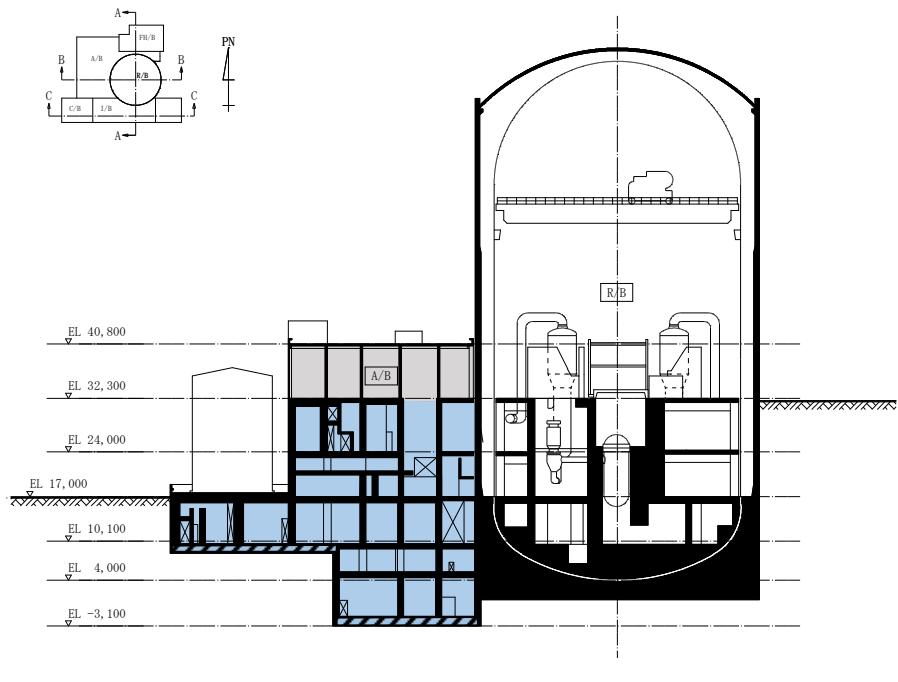


: 基礎



: 評価対象外 (鉄骨部)

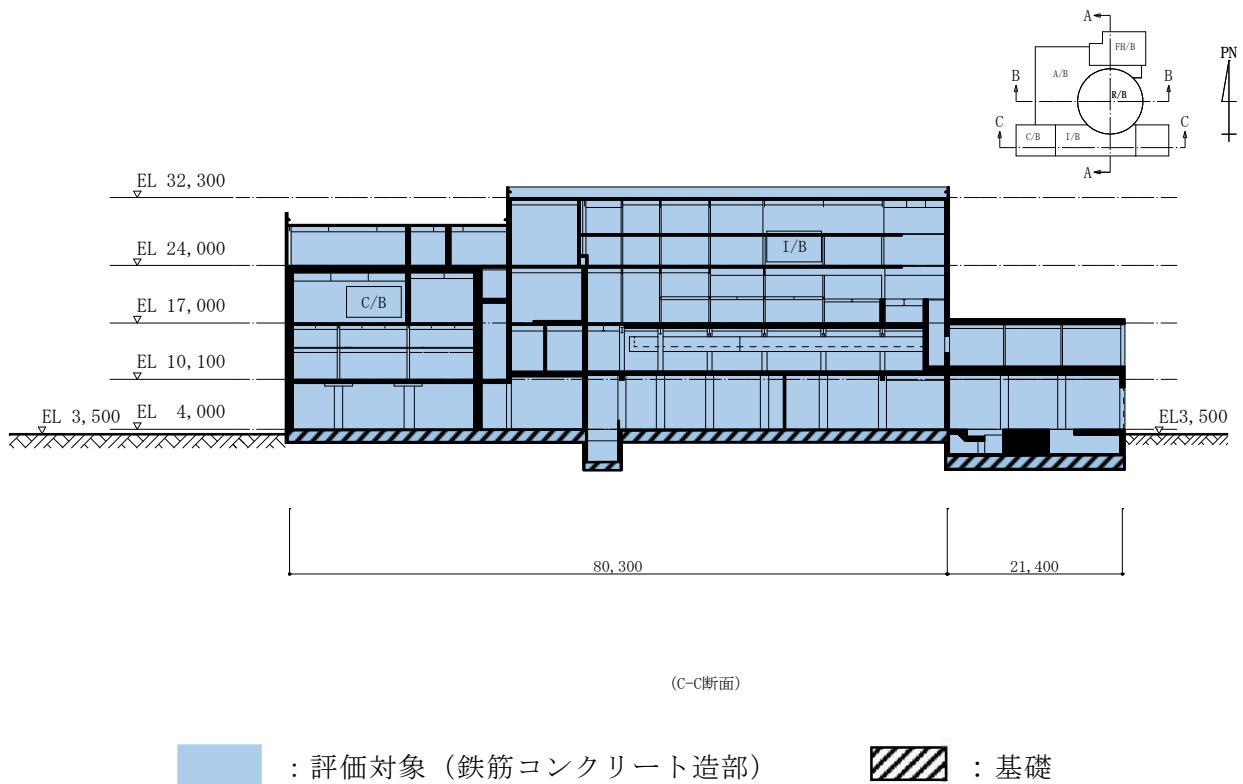
第2-3図 原子炉補助建屋の概略断面図 (A-A) (1/3)



(B-B断面)

: 評価対象 (鉄筋コンクリート造部)
 : 基礎
 : 評価対象外 (鉄骨部)

第2-3図 原子炉補助建屋の概略断面図 (B-B) (2/3)



第2-3図 原子炉補助建屋の概略断面図 (C-C) (3/3)

2.3 評価方針

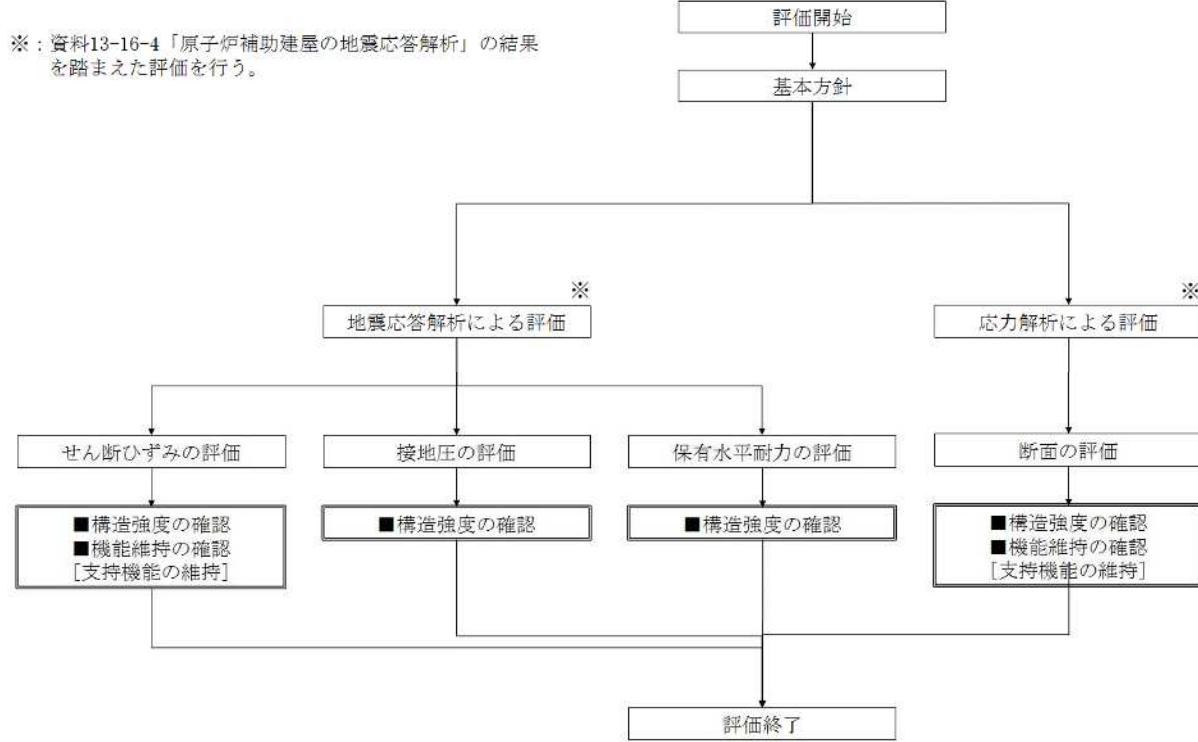
原子炉補助建屋の鉄筋コンクリート造部は、設計基準対象施設においては「S クラスの施設の間接支持構造物」に、重大事故等対処施設においては「常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備の間接支持構造物」に分類される。以下、本資料における評価対象は、保有水平耐力の評価を除いて原子炉補助建屋の鉄筋コンクリート部とする。第 2-3 図に評価対象範囲を示す。

なお、原子炉補助建屋の鉄骨部については、S クラス施設、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（以下「上位クラス施設」という）のサポートを支持しておらず、上位クラス施設の間接支持構造物には該当しない。従って、当該鉄骨部の機能設計上の性能目標としては、資料 13-5 「波及的影響に係る基本方針」に基づき、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う損傷、転倒及び落下等により、上位クラス施設に波及的影響を及ぼさないことが挙げられる。資料 13-5 「波及的影響に係る基本方針」により、原子炉補助建屋の鉄骨部のうち波及的影響の設計対象である燃料取扱建屋の評価結果については、資料 13-18-2 「波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震計算書」において示している。また、その他の鉄骨部についても、鉄骨架構の層崩壊をしないことを資料 13-16-4 「原子炉補助建屋の地震応答解析」で用いている地震応答解析モデルから得られる層間変形角が、建築基準法施行令第 82 条の 2 において定めている 1/120 を超えないことにより確認している。

原子炉補助建屋の設計基準対象施設としての評価においては、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）及び保有水平耐力の評価を行うこととし、それぞれの評価は資料 13-16-4 「原子炉補助建屋の地震応答解析」の結果を踏まえたものとする。原子炉補助建屋の評価は、資料 13-9 「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せん断ひずみ、接地圧及び保有水平耐力の評価を、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、原子炉補助建屋の地震時の構造強度及び機能維持の確認を行う。評価に当たっては、原子炉補助建屋の地震応答解析モデルが基礎固定モデルであることから、地盤剛性の不確かさは考慮しない。

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及び保有水平耐力の評価を行うこととし、それぞれの評価は資料 13-16-4 「原子炉補助建屋の地震応答解析」の結果を踏まえたものとする。ここで、原子炉補助建屋では、運転時、設計基準事故時及び重大事故時の状態における圧力、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しての評価と同一となる。

第 2-4 図に原子炉補助建屋の評価フローを示す。



第2-4図 原子炉補助建屋の評価フロー

2.4 準拠規格・基準等

原子炉補助建屋の評価において、準拠する規格・基準等を以下に示す。

- ・建築基準法・同施行令
- ・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）
- ・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 JEAG4601-1987((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 JEAG4601・補-1984((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版((社)日本電気協会)（以下「JEAG4601-1991 追補版」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、原子炉補助建屋の構造強度については、資料 13-16-4 「原子炉補助建屋の地震応答解析」に基づき、最大せん断ひずみが許容限界を超えないこと、最大接地圧が地盤の支持力度を超えないこと及び保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して妥当な安全余裕を有することを確認する。

また、支持機能の維持については、資料 13-16-4 「原子炉補助建屋の地震応答解析」に基づき、最大せん断ひずみ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補助建屋の許容限界は、資料 13-9 「機能維持の基本方針」に記載の構造強度上の制限及び機能維持の方針に基づき、第 3-1 表及び第 3-2 表のとおり設定する。

第3-1表 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 Ss	耐震壁	最大せん断ひずみ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	最大せん断ひずみ 2.0×10^{-3}
		基準地震動 Ss	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 14000kN/m^2
		保有水平耐力	構造物全体	保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して妥当な安全余裕を有することを確認	必要保有水平耐力
支持機能 (注1)	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 Ss	耐震壁 ^(注2)	最大せん断ひずみ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	最大せん断ひずみ 2.0×10^{-3}

(注1) 「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。

(注2) 建屋全体としては、地震力を主に耐震壁で負担する構造となっており、柱、梁、間仕切壁等が耐震壁の変形に追従することと、全体に剛性の高い構造となっており複数の耐震壁間の相対変形が小さく床スラブの面内変形が抑えられるため、各層の耐震壁が最大せん断ひずみの許容限界を満足していれば、建物・構築物に要求される機能は維持される。

第3-2表 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 Ss	耐震壁	最大せん断ひずみ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	最大せん断ひずみ 2.0×10^{-3}
		基準地震動 Ss	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 14000kN/m^2
		保有水平耐力	構造物全体	保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して妥当な安全余裕を有することを確認	必要保有水平耐力
支持機能 (注1)	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 Ss	耐震壁 ^(注2)	最大せん断ひずみ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	最大せん断ひずみ 2.0×10^{-3}

(注1) 「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。

(注2) 建屋全体としては、地震力を主に耐震壁で負担する構造となっており、柱、梁、間仕切壁等が耐震壁の変形に追従することと、全体に剛性の高い構造となっており複数の耐震壁間の相対変形が小さく床スラブの変形が抑えられるため、各層の耐震壁が最大せん断ひずみの許容限界を満足していれば、建物・構築物に要求される機能は維持される。

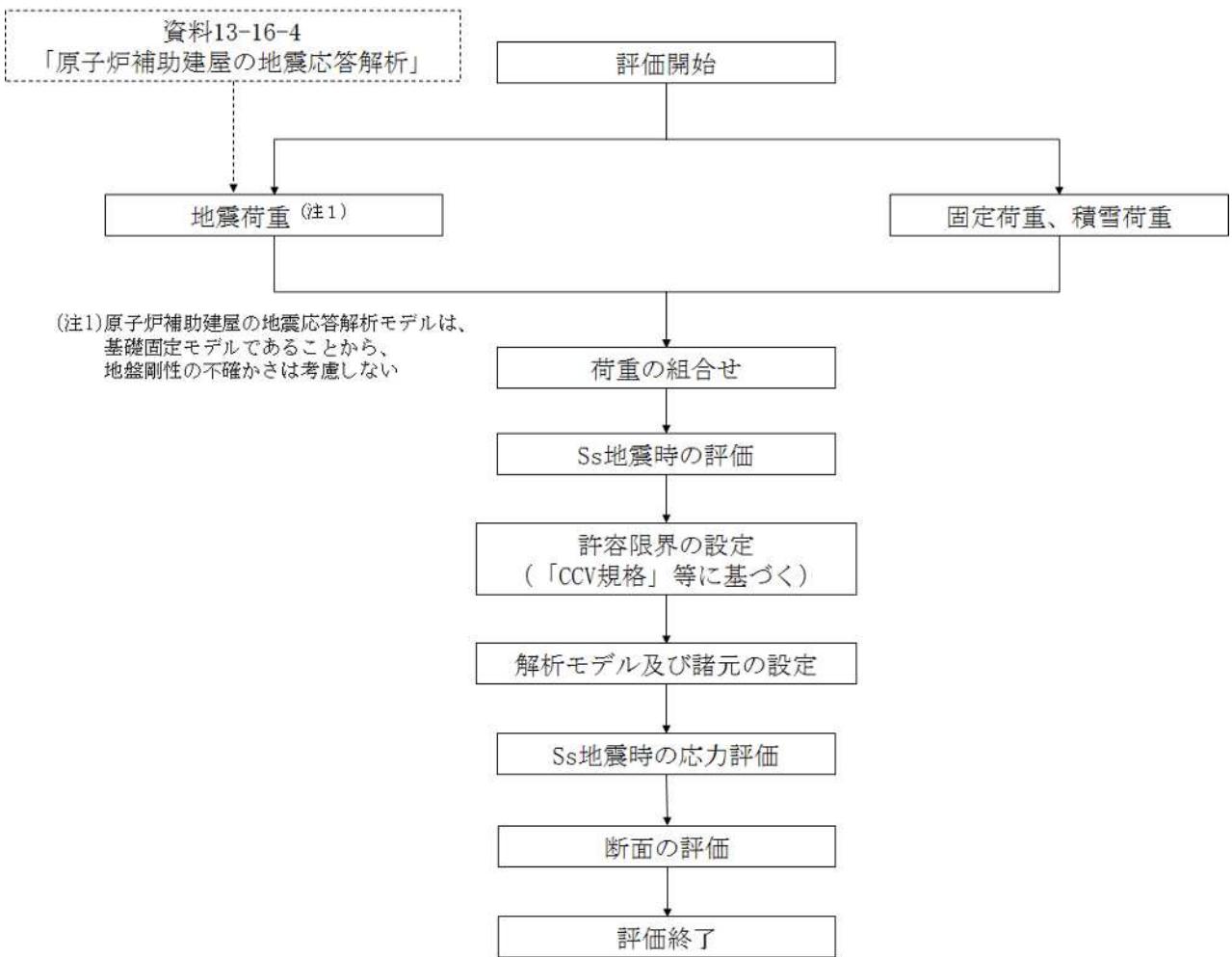
4. 応力解析による評価方法

4.1 評価対象部位及び評価方針

原子炉補助建屋の応力解析による評価対象部位は、基礎とし、Ss 地震時に対して以下の方針に基づき評価を行う。

Ss 地震時に対する評価は、基礎について 3 次元 FEM モデルを用いた弾性応力解析によることとし、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、「CCV 規格」等を参考に設定した許容限界を超えないことを確認する。

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 13-16-4 「原子炉補助建屋の地震応答解析」より得られた結果を用いて、荷重の組合せを行う。応力解析による評価フローを第 4-1 図に示す。



第4-1図 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 13-9 「機能維持の基本方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せを用いる。

4.2.1 荷重

(1) 固定荷重(G)

原子炉補助建屋の基礎に作用する固定荷重は、資料 13-16-4 「原子炉補助建屋の地震応答解析」に示す地震応答解析モデルの上部構造物の質量及び積載荷重、並びに第 4-1 表に示す基礎の自重を考慮して設定する。また、基礎の積載荷重については、考慮の有無による影響を検討し、評価上の有意な差はないため考慮していない。

第 4-1 表 基礎の自重

版厚 (m)	基礎の自重 (kN/m ²)
t	24×t

(2) 積雪荷重(S)

積雪荷重は、資料 13-9 「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『既工事計画認可申請書 4 次申請 資料 34 「補助しゃへい（原子炉補助建屋内）の耐震計算書」（48 資序第 4409 号 昭和 49 年 2 月 20 日認可）』に記載の積雪荷重に基づき、第 4-2 表のとおり設定する。

第 4-2 表 積雪荷重(S)

荷重及び外力について想定する状態	積雪荷重
地震時荷重(S 地震時)	105kg/m ² (1,030N/m ²)

(3) 地震荷重 (Ks)

水平地震力及び鉛直地震力は、基準地震動 Ss に対する地震応答解析より算定される動的地震力（せん断力、軸力）より設定する。

このとき、基準地震動 Ss に対する地震応答解析より算定される動的地震力は、第 4-1 図に示すとおり、資料 13-16-4 「原子炉補助建屋の地震応答解析」に基づく応答値の最大値より算定する。なお、原子炉補助建屋の地震応答解析モデルは、基礎固定モデルであることから、地盤剛性の不確かさは考慮しない。

Ss 地震荷重を第 4-3 表～第 4-5 表に示す。

第4-3表 最大応答せん断力一覧表(Ss, NS方向)(1/4)

部位	部材番号	最大応答せん断力 (MN)							
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	
(FH/B) 取扱燃料建屋	[18]	12.1	11.0	11.0	8.86	11.4	10.1	11.5	12.5
	[17]	14.7	12.5	12.6	10.4	13.0	11.3	12.5	14.7
	[16]	15.1	15.1	15.2	13.7	15.2	14.1	15.2	15.2
補助建屋(A/B)	[15]	22.9	20.0	24.2	18.0	23.4	19.1	21.6	24.2
	[14]	41.1	35.3	23.3	30.1	29.5	30.3	25.3	41.1
	[13]	285	312	198	262	295	241	216	312
	[12]	274	278	198	255	290	222	199	290
	[11]	184	182	157	166	195	158	156	195
	[10]	231	238	205	219	279	174	165	279
中間建屋(I/B), ディーゼル建屋(DG/B), 制御建屋(C/B)	[9]	60.2	69.1 75.0	40.4	55.7	62.2	51.3	45.2	69.1
	[8]	70.5		57.9	65.5	73.8	61.2	57.8	75.0
	[7]	66.9	67.9	45.5	62.0	71.0	51.1	45.8	71.0
	[4]	16.6	17.1	12.9	16.0	18.7	12.8	11.7	18.7
	[3]	9.39	9.53	7.98	8.95	11.2	7.13	6.71	11.2
	[1]	14.7	14.6	12.9	12.5	17.3	9.67	9.60	17.3
	[19]	1.97	1.40	1.97	1.97	1.51	1.90	0.653	1.97
	[6]	25.4	26.8	22.6	23.4	27.2	20.6	19.1	27.2
	[5]	6.99	6.97	6.38	6.39	8.19	5.35	5.13	8.19
	[2]	9.47	11.0	11.5	9.02	12.8	7.89	7.77	12.8

注) 網掛け : 最大値

第4-3表 最大応答せん断力一覧表(Ss, NS方向)(2/4)

部位	部材番号	最大応答せん断力 (MN)							
		Ss-8	Ss-9	Ss-10	Ss-11	Ss-12	Ss-13	Ss-14	
(FH/B) 取扱燃料建屋	[18]	8.70	11.5	9.53	12.5	12.3	11.4	10.9	12.5
	[17]	10.5	12.7	11.1	14.0	13.5	13.2	12.7	14.7
	[16]	14.4	15.1	14.2	15.1	15.1	15.1	15.1	15.2
補助建屋(A/B)	[15]	20.2	20.5	16.6	20.6	21.8	19.5	19.1	24.2
	[14]	29.5	21.7	16.5	20.9	22.8	24.0	20.4	41.1
	[13]	219	210	126	188	218	148	179	312
	[12]	229	212	129	183	223	148	175	290
	[11]	162	159	108	142	158	117	144	195
	[10]	221	200	132	158	195	130	173	279
中間建屋(I/B), ディーゼル建屋(DG/B), 制御建屋(C/B)	[9]	45.2	42.5	27.9	39.5	46.9	32.3	37.2	69.1
	[8]	61.3	59.6	38.8	55.6	60.9	46.0	53.7	75.0
	[7]	52.2	49.4	30.7	42.8	51.0	34.0	39.9	71.0
	[4]	14.6	13.8	9.06	11.6	13.6	9.30	11.1	18.7
	[3]	8.66	8.21	5.50	6.48	8.00	5.26	6.77	11.2
	[1]	13.2	12.4	8.52	9.90	11.9	7.98	10.7	17.3
	[19]	1.34	1.68	1.71	1.27	0.983	1.53	1.59	1.97
	[6]	22.6	18.2	12.9	16.6	19.6	13.9	18.4	27.2
	[5]	6.69	5.70	3.68	4.71	5.64	3.95	5.30	8.19
	[2]	11.0	9.07	6.64	6.75	7.87	6.78	8.60	12.8

注) 網掛け : 最大値

第4-3表 最大応答せん断力一覧表(Ss, NS方向)(3/4)

部位	部材番号	最大応答せん断力 (MN)							
		Ss-15	Ss-16	Ss-17	Ss-18	Ss-19	Ss-20	Ss-21	
(FH/B) 取扱燃料建料屋	[18]	9.52	12.4	11.2	11.0	4.80	11.0	10.1	12.5
	[17]	10.8	13.8	12.2	12.9	5.68	12.3	11.9	14.7
	[16]	15.1	15.1	15.1	15.1	7.45	15.1	15.1	15.2
補助建屋(A/B)	[15]	18.0	21.6	20.1	19.0	11.2	19.4	18.7	24.2
	[14]	30.3	24.8	20.8	18.9	7.72	13.1	11.9	41.1
	[13]	236	217	187	136	57.9	137	110	312
	[12]	220	220	189	135	53.5	136	111	290
	[11]	159	161	151	111	41.0	115	93.0	195
	[10]	189	200	179	134	41.1	132	106	279
中間建屋(I/B), ディーゼル建屋(DG/B), 制御建屋(C/B)	[9]	50.7	45.4	40.1	29.4	12.3	28.0	23.6	69.1
	[8]	61.7	59.8	58.3	42.6	16.3	38.6	32.3	75.0
	[7]	51.6	51.1	43.8	30.5	12.3	32.4	26.2	71.0
	[4]	13.5	13.9	12.2	8.54	3.13	8.86	7.03	18.7
	[3]	7.69	8.15	7.25	5.34	1.69	5.33	4.29	11.2
	[1]	10.9	12.1	11.0	8.70	2.84	8.40	6.77	17.3
	[19]	1.24	1.97	1.10	1.20	0.380	1.14	0.728	1.97
	[6]	20.6	20.3	17.8	14.0	4.90	13.1	10.7	27.2
	[5]	5.59	5.92	5.28	3.99	1.26	3.90	3.11	8.19
	[2]	7.44	9.24	7.85	6.22	2.26	5.96	4.99	12.8

注) 網掛け : 最大値

第4-3表 最大応答せん断力一覧表(Ss, NS方向)(4/4)

部位	部材番号	最大応答せん断力 (MN)				
		Ss-22	Ss-23 (NS)	Ss-23 (EW)	Ss-24	最大値
(FH/B) 取扱建屋	[18]	7.27	10.3	7.49	10.5	12.5
	[17]	8.81	11.6	9.32	12.2	14.7
	[16]	12.1	15.1	12.9	15.1	15.2
補助建屋(A/B)	[15]	15.7	19.5	16.0	20.6	24.2
	[14]	13.9	20.8	29.4	13.2	41.1
	[13]	114	162	204	135	312
	[12]	110	153	189	132	290
	[11]	87.1	119	149	112	195
	[10]	100	130	162	138	279
中間建屋(1/B), デイーゼル 建制御建屋(C/B), (DG/B)	[9]	23.6	35.8	44.5	26.9	69.1
	[8]	32.0	50.0	59.2	39.7	75.0
	[7]	25.7	34.4	42.5	29.9	71.0
	[4]	6.92	9.18	11.1	8.79	18.7
	[3]	4.03	5.33	6.38	5.42	11.2
	[1]	6.07	7.82	9.67	8.82	17.3
	[19]	0.681	0.807	0.878	0.717	1.97
	[6]	10.5	14.5	19.4	13.5	27.2
	[5]	2.98	3.87	4.96	4.21	8.19
	[2]	4.15	6.70	7.29	8.09	12.8

注) 網掛け : 最大値

第4-4表 最大応答せん断力一覧表(Ss, EW方向)(1/4)

部位	部材番号	最大応答せん断力 (MN)							
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	
(FH/B) 取扱燃料建屋	[18]	15.1	12.3	17.0	12.8	12.8	17.1	8.70	17.1
	[17]	17.7	14.5	19.9	14.6	15.5	19.1	10.2	20.9
	[16]	22.7	23.5	28.2	20.5	23.1	28.4	16.2	28.4
補助建屋(A/B)	[15]	13.9	14.4	15.4	13.6	12.5	15.0	12.3	16.4
	[14]	23.6	27.5	20.1	23.4	17.0	16.4	21.4	27.5
	[13]	203	218	178	177	153	162	158	218
	[12]	168	172	146	149	122	133	121	172
	[11]	217	233	196	199	163	181	171	233
	[10]	139	138	138	144	97.9	130	89.3	144
中間建屋(I/B), ディーゼル制御建屋(C/B), 建屋(DG/B)	[9]	103	103	85.7	91.8	70.8	77.6	68.8	103
	[8]	86.6	86.4	78.0	85.1	64.4	69.0	62.5	86.6
	[7]	106	105	93.4	103	77.5	82.9	71.0	106
	[4]	24.9	24.9	24.6	25.1	21.6	23.9	19.3	25.1
	[3]	47.6	47.2	47.5	47.5	39.2	46.4	35.2	47.6
	[1]	20.4	22.5	22.7	23.0	16.2	20.6	13.4	23.0
	[19]	3.71	2.94	3.10	2.63	2.07	2.02	1.74	3.71
	[6]	39.1	38.7	35.5	39.5	27.6	30.8	24.8	39.5
	[5]	32.4	31.9	31.8	33.2	23.5	28.8	21.0	33.2
	[2]	36.9	41.7	42.0	42.4	28.9	37.4	24.8	42.4

注) 網掛け : 最大値

第4-4表 最大応答せん断力一覧表(Ss, EW方向)(2/4)

部位	部材番号	最大応答せん断力 (MN)							
		Ss-8	Ss-9	Ss-10	Ss-11	Ss-12	Ss-13	Ss-14	
(FH/B) 取扱燃料建屋	[18]	6.01	12.5	10.2	15.6	14.3	17.0	12.1	17.1
	[17]	7.42	14.5	11.8	18.6	16.8	20.9	14.4	20.9
	[16]	13.3	26.2	18.6	23.2	22.6	25.4	20.0	28.4
補助建屋(A/B)	[15]	14.6	14.2	13.2	15.6	16.4	14.5	13.1	16.4
	[14]	18.3	18.8	19.0	18.6	23.4	19.0	26.1	27.5
	[13]	147	158	149	146	187	169	192	218
	[12]	114	131	128	119	138	138	146	172
	[11]	158	179	173	176	187	191	196	233
	[10]	96.2	130	118	115	125	128	134	144
中間建屋(I/B), ディーゼル建屋(DG/B), 制御建屋(C/B)	[9]	72.4	72.6	72.7	59.0	92.1	79.5	89.1	103
	[8]	65.7	66.4	68.0	55.4	77.3	72.0	80.2	86.6
	[7]	78.9	79.8	81.8	63.1	92.7	86.6	96.3	106
	[4]	22.9	22.6	23.2	18.2	24.3	23.8	24.4	25.1
	[3]	40.0	46.0	44.8	37.6	46.6	46.1	46.7	47.6
	[1]	16.1	20.0	18.5	16.7	19.9	19.4	21.4	23.0
	[19]	2.08	2.36	1.66	2.50	2.24	2.24	2.10	3.71
	[6]	29.5	28.6	29.5	23.6	34.2	30.5	34.6	39.5
	[5]	23.4	27.9	26.8	23.0	29.2	27.9	30.4	33.2
	[2]	28.2	36.5	33.3	31.1	36.1	35.5	39.6	42.4

注) 網掛け : 最大値

第4-4表 最大応答せん断力一覧表(Ss, EW方向)(3/4)

部位	部材番号	最大応答せん断力 (MN)						
		Ss-15	Ss-16	Ss-17	Ss-18	Ss-19	Ss-20	Ss-21
(FH/B) 取扱燃料建料屋	[18]	11.1	12.6	8.99	15.7	7.45	9.22	11.7
	[17]	13.1	14.6	10.6	18.3	8.76	10.9	13.6
	[16]	20.3	17.5	17.0	20.7	12.6	18.2	18.4
補助建屋(A/B)	[15]	12.5	11.7	11.4	11.8	11.4	14.1	14.8
	[14]	23.0	16.4	14.7	12.3	6.49	16.2	17.6
	[13]	157	129	120	121	66.1	112	129
	[12]	131	113	102	103	55.4	99.2	109
	[11]	167	143	137	141	76.3	126	151
	[10]	108	93.2	80.1	95.3	48.6	80.8	106
中間建屋(I/B), ディーゼル建屋(DG/B), 制御建屋(C/B)	[9]	85.6	68.4	59.6	57.6	29.9	57.3	59.9
	[8]	71.0	63.6	54.7	54.1	28.2	53.4	59.1
	[7]	85.2	72.9	61.8	61.5	32.1	60.6	67.0
	[4]	23.9	20.6	17.0	17.5	8.97	17.0	19.4
	[3]	44.4	37.4	30.2	34.7	17.7	31.6	38.7
	[1]	16.8	15.5	12.2	15.0	7.82	12.3	16.8
	[19]	1.61	2.28	1.75	1.59	0.742	1.39	1.73
	[6]	31.5	26.5	21.9	22.4	11.4	21.8	24.9
	[5]	26.2	22.3	18.0	21.0	10.7	18.9	23.4
	[2]	30.0	27.9	21.8	27.4	14.3	21.9	30.7

注) 網掛け : 最大値

第4-4表 最大応答せん断力一覧表(Ss, EW方向)(4/4)

部位	部材番号	最大応答せん断力 (MN)				
		Ss-22	Ss-23 (NS)	Ss-23 (EW)	Ss-24	最大値
(FH/B) 取扱建屋	[18]	6.83	8.31	6.81	7.25	17.1
	[17]	8.09	9.33	7.50	8.65	20.9
	[16]	14.2	13.0	13.8	14.8	28.4
補助建屋(A/B)	[15]	11.8	12.0	11.8	11.0	16.4
	[14]	10.5	18.7	17.6	11.0	27.5
	[13]	94.2	117	146	91.4	218
	[12]	76.5	98.2	116	72.9	172
	[11]	114	126	163	108	233
	[10]	72.2	73.1	97.1	79.5	144
中間建屋(1/B), ディーゼル, 建制御建屋(C/B), (DG/B)	[9]	44.8	56.6	74.7	38.8	103
	[8]	42.2	53.0	64.3	39.6	86.6
	[7]	47.8	60.1	76.5	44.8	106
	[4]	13.6	16.5	21.3	13.4	25.1
	[3]	24.7	29.8	37.8	28.0	47.6
	[1]	10.6	11.4	15.1	13.2	23.0
	[19]	1.31	2.33	2.33	1.92	3.71
	[6]	17.4	21.3	27.4	17.1	39.5
	[5]	14.8	17.8	22.5	17.0	33.2
	[2]	19.5	20.5	27.0	24.3	42.4

注) 網掛け : 最大値

第4-5表 最大応答軸力一覧表(Ss, 鉛直方向)(1/4)

部位	部材番号	最大応答軸力 (MN)							
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	
(FH/B) 取扱燃料建料屋	[18]	10.6	4.24	5.47	4.08	4.39	6.81	3.93	14.5
	[17]	12.7	5.25	6.61	4.91	5.31	8.24	4.79	17.2
	[16]	14.5	6.53	7.70	5.85	6.32	9.66	5.67	19.4
補助建屋(A/B)	[15]	39.1	16.2	16.7	12.5	14.6	20.9	12.9	61.1
	[14]	7.08	4.03	4.26	3.24	3.66	3.65	3.76	9.20
	[13]	123	67.2	74.7	50.0	57.9	60.9	62.3	164
	[12]	231	130	139	101	117	115	121	279
	[10]	358	210	219	167	191	188	196	387
中間建屋(1/B), ディアイセル制御建屋(C/B), 建屋(DG/B)	[9]	35.0	13.2	16.5	13.0	14.2	14.2	13.1	37.0
	[8]	38.0	13.8	18.0	14.0	15.3	15.2	13.8	41.3
	[7]	46.7	19.1	23.7	18.5	20.4	19.4	18.8	49.1
	[19]	3.55	1.92	2.29	1.66	1.88	1.77	1.83	4.20
	[19S]	0.652	0.352	0.421	0.305	0.345	0.325	0.336	0.771
	[6]	46.6	20.4	24.7	19.3	21.4	19.9	20.0	47.3
	[4]	60.7	26.1	32.2	25.1	27.6	25.8	25.6	62.6
	[2]	69.2	37.2	43.7	33.9	37.7	35.0	36.0	76.2
	[1]	70.8	32.9	40.0	31.1	34.3	32.1	32.1	72.9

注) 網掛け : 最大値

第4-5表 最大応答軸力一覧表(Ss, 鉛直方向)(2/4)

部位	部材番号	最大応答軸力 (MN)							
		Ss-8	Ss-9	Ss-10	Ss-11	Ss-12	Ss-13	Ss-14	
(FH/B) 取扱燃料建料屋	[18]	8.49	5.88	9.12	6.77	8.17	8.35	6.25	14.5
	[17]	10.3	7.10	11.0	8.29	9.77	10.0	7.46	17.2
	[16]	12.4	8.34	12.7	9.87	11.1	11.7	8.46	19.4
補助建屋(A/B)	[15]	24.1	27.3	32.9	29.1	21.3	23.6	31.5	61.1
	[14]	5.46	5.22	5.87	5.00	4.75	5.77	6.92	9.20
	[13]	95.2	89.3	102	95.2	82.0	103	122	164
	[12]	184	172	189	166	154	195	230	279
	[10]	299	274	288	266	243	309	360	387
中間建屋(1/B), デイリーセル, 制御建屋(C/B), 建屋(DG/B)	[9]	19.7	19.9	27.0	19.8	14.9	23.1	27.3	37.0
	[8]	20.9	21.2	29.1	21.7	16.2	25.1	29.1	41.3
	[7]	28.4	28.3	36.8	28.8	21.2	32.8	38.3	49.1
	[19]	2.90	2.73	2.64	2.78	2.10	3.03	3.29	4.20
	[19S]	0.533	0.501	0.484	0.510	0.386	0.557	0.603	0.771
	[6]	30.2	29.6	37.3	30.2	22.6	33.9	39.8	47.3
	[4]	38.9	38.2	48.2	39.2	28.9	44.0	51.2	62.6
	[2]	55.2	51.5	57.7	53.9	41.0	58.0	67.1	76.2
	[1]	49.0	47.1	57.1	49.0	36.3	54.1	62.5	72.9

注) 網掛け : 最大値

第4-5表 最大応答軸力一覧表(Ss, 鉛直方向)(3/4)

部位	部材番号	最大応答軸力 (MN)							
		Ss-15	Ss-16	Ss-17	Ss-18	Ss-19	Ss-20	Ss-21	
(FH/B) 取扱燃料建料屋	[18]	6.35	6.17	5.71	6.21	4.49	6.47	8.90	14.5
	[17]	7.79	7.43	6.91	7.49	5.38	7.75	10.7	17.2
	[16]	9.56	8.54	8.18	8.73	6.15	8.79	12.6	19.4
補助建屋(A/B)	[15]	21.4	28.2	19.2	26.2	13.1	16.9	18.0	61.1
	[14]	5.57	5.64	4.22	5.20	3.04	4.13	5.37	9.20
	[13]	93.2	84.5	70.9	94.5	51.1	68.8	91.3	164
	[12]	184	173	132	172	98.0	133	175	279
	[10]	297	281	210	269	155	217	279	387
中間建屋(I/B), デイリーセル, 建屋(DG/B), 制御建屋(C/B),	[9]	27.4	22.3	16.0	18.1	11.7	16.1	22.0	37.0
	[8]	30.1	24.1	17.1	18.9	12.4	17.4	23.6	41.3
	[7]	38.4	31.8	22.2	25.4	16.4	23.2	31.0	49.1
	[19]	3.10	3.02	1.92	2.26	1.48	2.23	2.73	4.20
	[19S]	0.568	0.554	0.352	0.416	0.272	0.410	0.501	0.771
	[6]	39.3	33.1	22.7	26.6	17.0	24.3	32.1	47.3
	[4]	51.3	42.8	29.4	33.9	21.9	31.4	41.5	62.6
	[2]	65.2	56.7	37.5	45.4	28.9	43.2	54.5	76.2
	[1]	62.3	52.4	35.3	41.7	26.8	39.1	50.7	72.9

注) 網掛け : 最大値

第4-5表 最大応答軸力一覧表(Ss, 鉛直方向)(4/4)

部 位	部 材 番 号	最大応答軸力 (MN)			
		Ss-22	Ss-23	Ss-24	最大値
取 扱 燃 料 (F/H/B) 建 屋	[18]	4.63	14.5	6.82	14.5
	[17]	5.62	17.2	8.12	17.2
	[16]	6.68	19.4	9.56	19.4
補 助 建 屋 (A/B)	[15]	15.1	61.1	26.6	61.1
	[14]	3.04	9.20	4.90	9.20
	[13]	51.1	164	82.3	164
	[12]	98.3	279	154	279
	[10]	157	387	234	387
中間 建 屋 (I/B), デ イ ー ゼ ル 建 屋 (D/G/B), 制 御 建 屋 (C/B),	[9]	12.4	37.0	19.8	37.0
	[8]	13.3	41.3	21.1	41.3
	[7]	17.6	49.1	27.2	49.1
	[19]	1.58	4.20	2.15	4.20
	[19S]	0.290	0.771	0.394	0.771
	[6]	18.3	47.3	27.7	47.3
	[4]	23.6	62.6	35.7	62.6
	[2]	31.1	76.2	43.9	76.2
	[1]	28.8	72.9	42.4	72.9

注) 網掛け : 最大値

4.2.2 荷重の組合せ

荷重の組合せを第4-6表に示す。

第4-6表 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
S _s 地震時	G+S 地震時+K _s

G : 固定荷重

K_s : 地震荷重

S 地震時 : 積雪荷重

4.3 許容限界

応力解析による評価における原子炉補助建屋の基礎の許容限界は、資料 13-9 「機能維持の基本方針」に基づき、第 4-7 表及び第 4-8 表のとおり設定する。

また、コンクリート及び鉄筋の許容応力度を第 4-9 表及び第 4-10 表、コンクリート及び鉄筋の許容ひずみを第 4-11 表に示す。

第4-7表 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 Ss	基礎	部材に生じる応力及びひずみ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	「CCV規格」における荷重状態IVの許容値
支持機能 (注)	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 Ss	基礎	部材に生じる応力及びひずみ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	「CCV規格」における荷重状態IVの許容値

(注) 「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。

第4-8表 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 Ss	基礎	部材に生じる応力及びひずみ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	「CCV規格」における荷重状態IVの許容値
支持機能 (注)	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 Ss	基礎	部材に生じる応力及びひずみ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	「CCV規格」における荷重状態IVの許容値

(注) 「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。

第4-9表 コンクリートの許容応力度

外力の状態	Fc 17.7			
	(注1)		(注2)	
	応力状態1 圧縮 (N/mm ²)	せん断 (N/mm ²)	応力状態2 圧縮 (N/mm ²)	せん断 (N/mm ²)
Ss 地震時	15.0	0.885	—	—

(注1) 「応力状態1」とは、各荷重時において温度荷重により生じる応力を除いた応力が生じている状態をいう。

(注2) 「応力状態2」とは、各荷重時において応力が生じている状態をいう。

第4-10表 鉄筋の許容応力度

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

第4-11表 コンクリート及び鉄筋の許容ひずみ

荷重時	コンクリート (圧縮ひずみ)	鉄筋 (圧縮ひずみ及び引張ひずみ)
Ss 地震時	0.003	0.005

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. 2012.1.0」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、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

評価対象部位は基礎とするが、基礎に作用する荷重を適切に評価するため、原子炉補助建屋全体をモデル化する。解析モデルを第4-2図に、評価対象部位を第4-3図に示す。

(2) 使用要素

解析モデルに使用するFEM要素は、形状及び厚さを踏まえ、基礎、床及び壁はシェル要素とし、柱、梁及びブレースは梁要素及びトラス要素とする。解析モデルの節点数は18381、要素数は21245である。

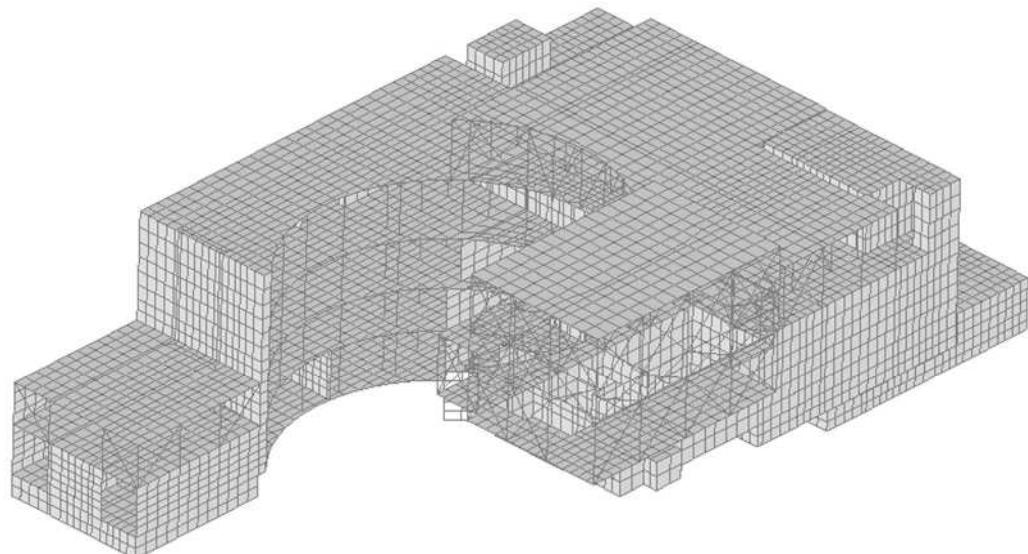
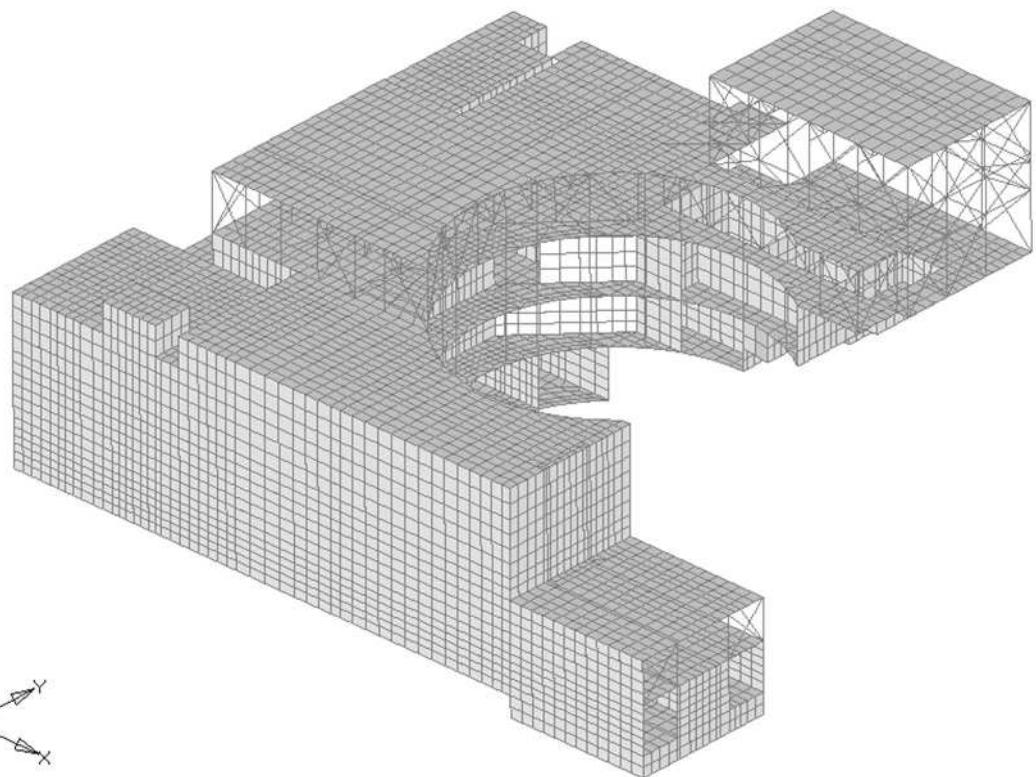
4.4.2 境界条件

3次元FEMモデルの基礎底面については、「JEAG4601-1991追補版」の振動アドミッタンス理論に基づいて評価した原子炉補助建屋の地盤ばねを離散化して、水平方向及び鉛直方向のばねを設ける。3次元FEMモデルの水平方向のばねについては、評価した地盤ばねのうちスウェイばねをもとに設定を行う。鉛直方向のばねについては、評価した地盤ばねのうちロッキングばねをもとに設定を行う。

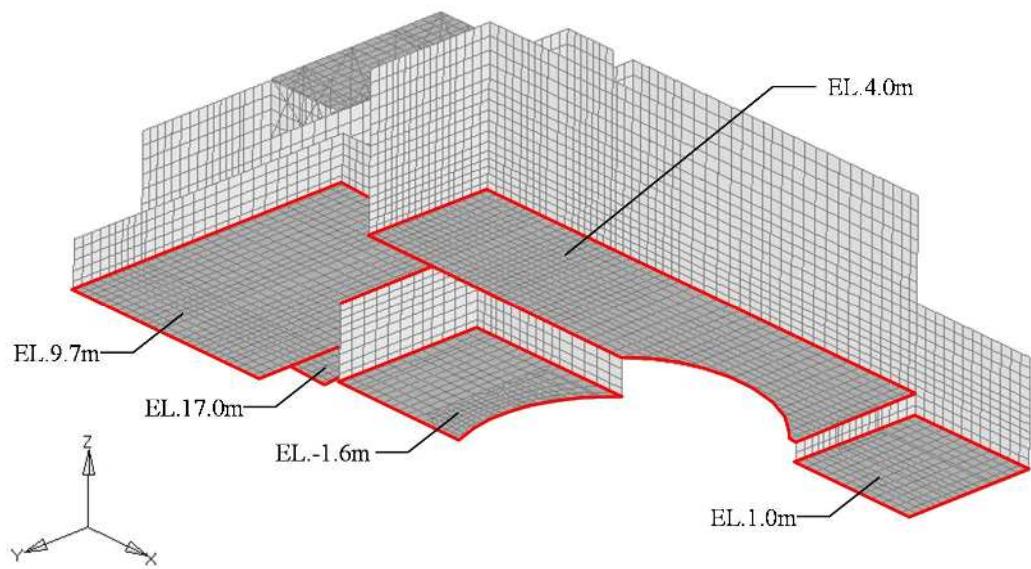
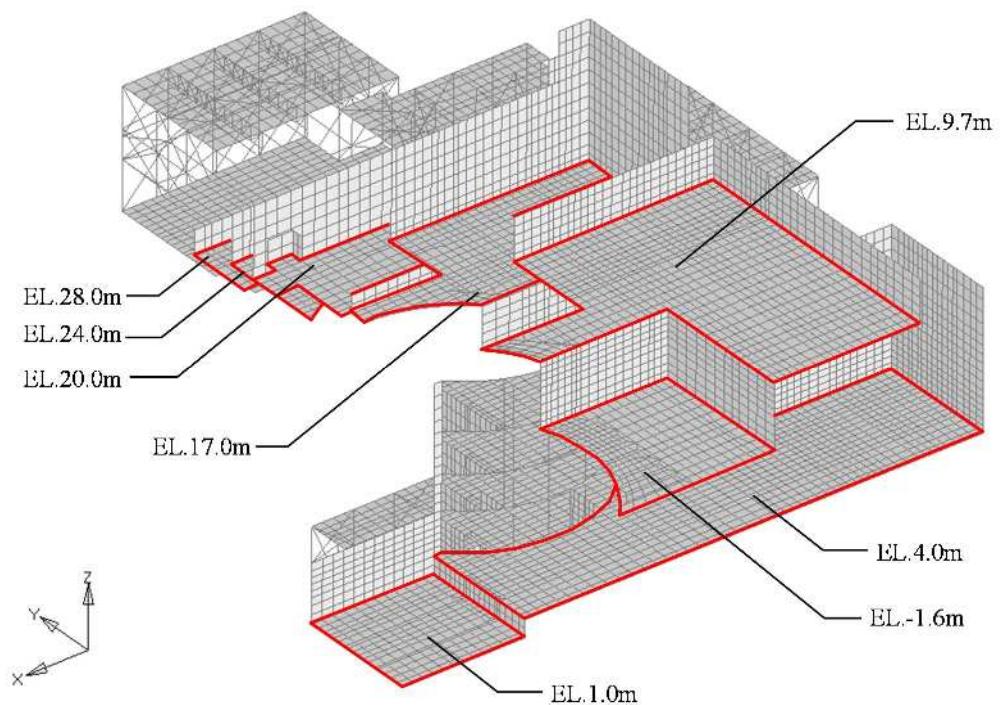
なお、原子炉補助建屋は、高さ方向に比べて平面的に十分な広がりを有しており、基礎の浮上り応答が支配的ではないと考えられることから、基礎の浮上りによる非線形性は考慮しない。

4.4.3 解析諸元

使用材料（コンクリート及び鉄筋）の物性値を第4-12表及び第4-13表に示す。



第4-2図 解析モデル図



赤枠：評価対象部位

第4-3図 評価対象部位
(建屋モデル下方からの見上げ図)

第4-12表 コンクリートの物性値

諸元		物性値
設計基準強度	F _c	17.7 N/mm ²
ヤング係数	E _c	2.05×10 ⁴ N/mm ²
ポアソン比	ν	0.2

第4-13表 鉄筋の物性値

諸元		物性値
鋼材種		SD35 (SD345相当)
ヤング係数(E _s)		2.05×10 ⁵ N/mm ²

4.5 評価方法

4.5.1 応力解析方法

原子炉補助建屋の基礎について、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 地震時の応力は次の荷重ケースによる応力を組み合せて求める。

GP	: 固定荷重 + 積雪荷重
K _{S NS}	: N→S 方向 S _s 地震荷重
K _{S EW}	: E→W 方向 S _s 地震荷重
K _{S UD}	: 鉛直方向 S _s 地震荷重

(2) 荷重の組合せケース

荷重の組合せケースを第4-14表に示す。

水平地震力と鉛直地震力による応力の組合せは、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008 ((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。

第4-14表 荷重の組合せケース

	ケース No.	荷重の組合せ
Ss 地震時	1-1	GP-1.0K _{SEW} -0.4K _{SUD}
	1-2	GP-1.0K _{SEW} +0.4K _{SUD}
	1-3	GP-0.4K _{SEW} -1.0K _{SUD}
	1-4	GP-0.4K _{SEW} +1.0K _{SUD}
	1-5	GP+1.0K _{SEW} -0.4K _{SUD}
	1-6	GP+1.0K _{SEW} +0.4K _{SUD}
	1-7	GP+0.4K _{SEW} -1.0K _{SUD}
	1-8	GP+0.4K _{SEW} +1.0K _{SUD}
	1-9	GP-1.0K _{NS} -0.4K _{SUD}
	1-10	GP-1.0K _{NS} +0.4K _{SUD}
	1-11	GP-0.4K _{NS} -1.0K _{SUD}
	1-12	GP-0.4K _{NS} +1.0K _{SUD}
	1-13	GP+1.0K _{NS} -0.4K _{SUD}
	1-14	GP+1.0K _{NS} +0.4K _{SUD}
	1-15	GP+0.4K _{NS} -1.0K _{SUD}
	1-16	GP+0.4K _{NS} +1.0K _{SUD}

※K_{SUD} は、下向きを正とする

(3) 荷重の入力方法

a. 固定荷重及び積雪荷重

FEM モデルの各層の重量が、地震応答解析モデルの各質点重量と整合するように、FEM モデルと質点系モデルの重量の差分を、床の各要素に節点荷重として分配する。

b. 地震荷重

上部構造物の基礎への地震時反力を考慮する。S_s 地震荷重については基準地震動 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、各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。

4.5.2 断面の評価方法

原子炉補助建屋の基礎の断面の評価は、3次元FEMモデルを用いた応力解析により得られた各断面力（軸力、曲げモーメント、せん断力）を用いることとし、Ss 地震時に対して以下のとおり行う。

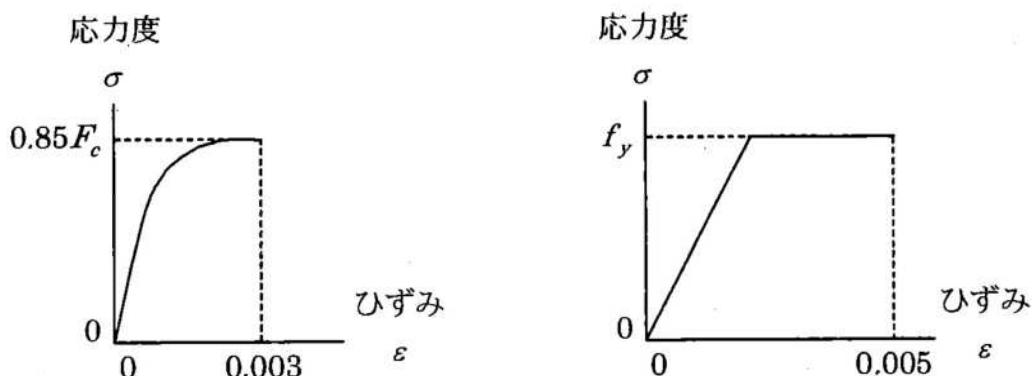
軸力及び曲げモーメントによる鉄筋及びコンクリートのひずみ並びに面外せん断力を算定し、「CCV 規格」に準拠して設定した各許容値を超えないことを確認する。

(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評価する。

荷重状態IVにおいて、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評価する際は、「CCV 規格」の CVE-3521.2に基づき、第4-11表に示す許容ひずみを超えないことを確認する。ここで、鉄筋のひずみ算定において、発生応力が鉄筋の降伏応力度を超える場合は、エネルギー一定則に基づきひずみを算定する。

荷重状態IVにおいて、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第4-4図に示す。



第4-4図 コンクリートと鉄筋の応力度及びひずみ関係図

(2) 面外せん断力に対する断面の評価方法

断面の評価は、「CCV 規格」の CVE-3522に基づいて行う。

荷重状態IVにおいて、鉄筋コンクリートに生じる面外せん断力が、CVE-3522-1又はCVE-3522-2より計算した許容面外せん断力の値を超えないことを確認する。

$$Q_A = b \cdot j \cdot c f_s \quad \dots \dots \dots \quad (\text{CVE-3522-1})$$

二〇

Q_A : 許容面外せん断力 (N)

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)

$c f_s$: コンクリートの許容せん断応力度で、第 4-9 表に示す値 (N/mm²)

二〇八

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（0.002以上とする）

$p_w = a_w / (b \cdot x)$ (CVE-3522-3)

a_w : 面外せん断力に対する補強筋の断面積 (mm^2)

x : 面外せん断力に対する補強筋の間隔 (mm)

wf_t : 面外せん断力に対する補強筋の許容引張応力度であり、
第4-10表に示す値 (N/mm²)

α : 割増し係数であり、次の計算式により計算した値
(2 を超える場合は 2、1 未満の場合は 1 とする)

M : 曲げモーメント (N·mm)

Q : せん断力 (N)

d : 断面の有効せい (mm)

3次元FEMモデルを用いた応力の算定において、FEM要素に応力集中等が見られる場合については、「RC-N規準」に基づき、応力の再配分等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う。

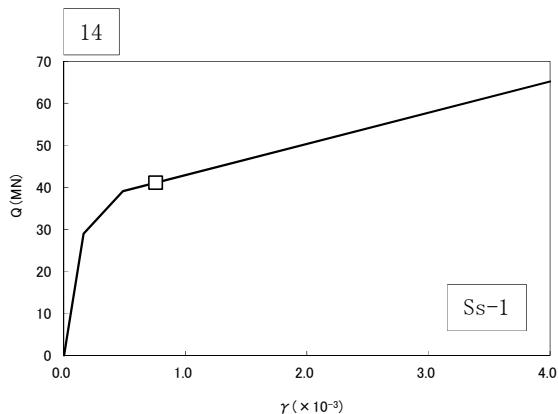
5. 評価結果

5.1 地震応答解析による評価結果

5.1.1 せん断ひずみの評価結果

原子炉補助建屋の鉄筋コンクリート造耐震壁について、Ss 地震時の各層の最大せん断ひずみが許容限界 (2.00×10^{-3}) を超えないことを確認する。

最大せん断ひずみは 0.756×10^{-3} (部材番号 14、NS 方向) であり、許容限界 (2.00×10^{-3}) を超えないことを確認した。部材番号 14、NS 方向の Q- γ 関係と最大応答値を第 5-1 図に示す。



第 5-1 図 Q- γ 関係と最大応答値 (部材番号 14、NS 方向)

5.1.2 接地圧の評価結果

地震時の最大接地圧が、地盤の極限支持力度 (14000 kN/m^2) を超えないことを確認する。

地震時の最大接地圧が 409 kN/m^2 (Ss-1、NS 方向) 以下であることから、地盤の極限支持力度を超えないことを確認した。

地震時の最大接地圧を第 5-1 表に示す。

第 5-1 表 最大接地圧 (Ss-1～Ss-24) (1/3)

	NS 方向								
	Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	Ss-9
最大接地圧 (kN/m ²)	409	398	355	370	408	352	342	376	361
	EW 方向								
	Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	Ss-9
最大接地圧 (kN/m ²)	376	365	351	346	315	333	310	324	340

(注 1) 最大接地圧は、4 衍目を切り上げ。

第 5-1 表 最大接地圧 (Ss-1～Ss-24) (2/3)

	NS 方向								
	Ss-10	Ss-11	Ss-12	Ss-13	Ss-14	Ss-15	Ss-16	Ss-17	Ss-18
最大接地圧 (kN/m ²)	308	340	358	320	350	368	368	339	309
	EW 方向								
	Ss-10	Ss-11	Ss-12	Ss-13	Ss-14	Ss-15	Ss-16	Ss-17	Ss-18
最大接地圧 (kN/m ²)	333	327	345	350	363	336	317	293	307

(注 1) 最大接地圧は、4 衍目を切り上げ。

第 5-1 表 最大接地圧 (Ss-1～Ss-24) (3/3)

	NS 方向						
	Ss-19	Ss-20	Ss-21	Ss-22	Ss-23 (NS)	Ss-23 (EW)	Ss-24
最大接地圧 (kN/m ²)	229	304	291	272	332	358	305
	EW 方向						
	Ss-19	Ss-20	Ss-21	Ss-22	Ss-23 (NS)	Ss-23 (EW)	Ss-24
最大接地圧 (kN/m ²)	242	292	317	268	321	333	278

(注 1) 最大接地圧は、4 桁目を切り上げ。

5.1.3 保有水平耐力の評価結果

必要保有水平耐力 Q_{un} と保有水平耐力 Q_u の比較結果を第5-2表及び第5-3表に示す。

各層において、保有水平耐力 Q_u が必要保有水平耐力 Q_{un} に対して妥当な安全余裕を有することを確認する。

第5-2表及び第5-3表より、各層において、保有水平耐力 Q_u が必要保有水平耐力 Q_{un} に対して妥当な安全余裕を有することを確認した。

なお、各層のRC部及びS部の保有水平耐力 Q_u は、それぞれ、資料13-16-4「原子炉補助建屋の地震応答解析」に示すせん断力のスケルトン曲線の Q_3 及び Q_2 の値に基づき算出する。

第5-2表 必要保有水平耐力 Q_{un} と保有水平耐力 Q_u の比較結果(NS方向)

部位	部材番号	Q_{un} ($\times 10^3$ kN)	Q_u ($\times 10^3$ kN)
取扱燃料建屋(FH/B)	[18]	3.37	12.9
	[17]	5.99	15.1
	[16]	8.05	15.1
補助建屋(A/B)	[15]	22.1	26.8
	[14]	28.3	65.2
	[13]	112	812
	[11+12]	181	683
	[10]	208	725
中間建屋(I/B), ディーゼル建屋(C/B), 制御建屋(DG/B)	[9]	44.9	140
	[8]	52.0	103
	[7]	29.9	114
	[3+4]	43.1	101
	[1]	34.2	93.2
	[5+6+19]	65.5	139
	[2]	63.2	82.4

第5-3表 必要保有水平耐力 Q_{un} と保有水平耐力 Q_u の比較結果(EW方向)

部位	部材番号	Q_{un} ($\times 10^3$ kN)	Q_u ($\times 10^3$ kN)
取扱燃料建屋(FH/B)	[18]	3.43	23.3
	[17]	3.98	24.7
	[16]	4.81	34.2
補助建屋(A/B)	[15]	16.5	22.6
	[14]	15.5	58.2
	[13]	108	705
	[11]+[12]	259	515
	[10]	312	704
中間建屋(I/B), ディーゼル建屋(C/B), 制御建屋(DG/B)	[9]	37.7	192
	[8]	47.8	103
	[7]	27.6	126
	[3]+[4]	32.6	117
	[1]	51.3	71.7
	[5]+[6]+[19]	72.8	140
	[2]	88.4	209

5.2 応力解析による評価結果

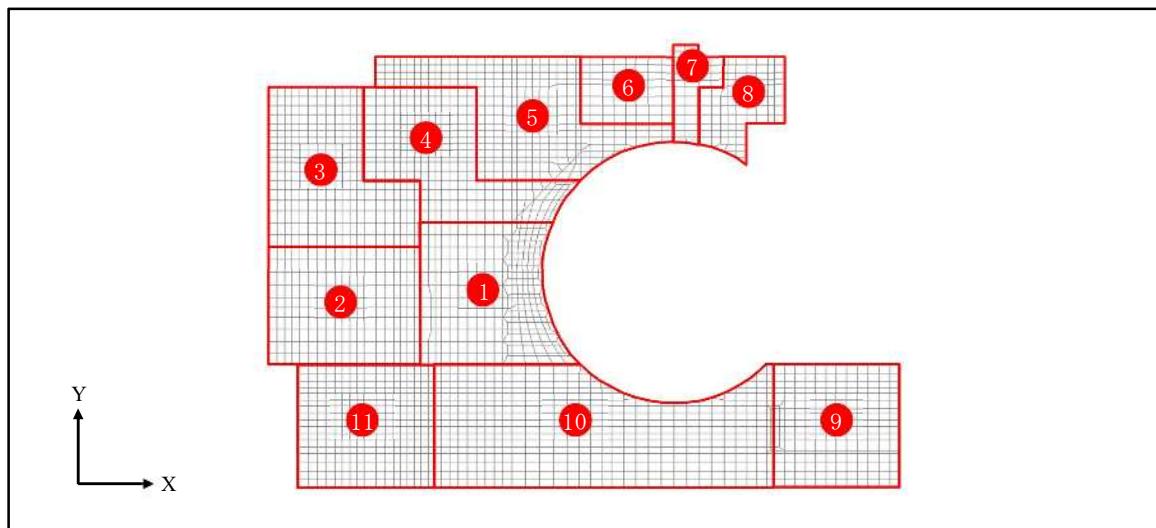
「4.5.2 断面の評価方法」に基づいた断面の評価結果を以下に示す。また、原子炉補助建屋の基礎の配筋分布図を第5-2図に、配筋一覧を第5-4表に示す。

断面の評価結果を記載する要素を、以下のとおり選定する。

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並びに面外せん断力に対する評価については、発生値に対する許容値の割合が最小となる要素をそれぞれ選定する。

選定した要素の位置を第5-3図に、評価結果を第5-5表に示す。

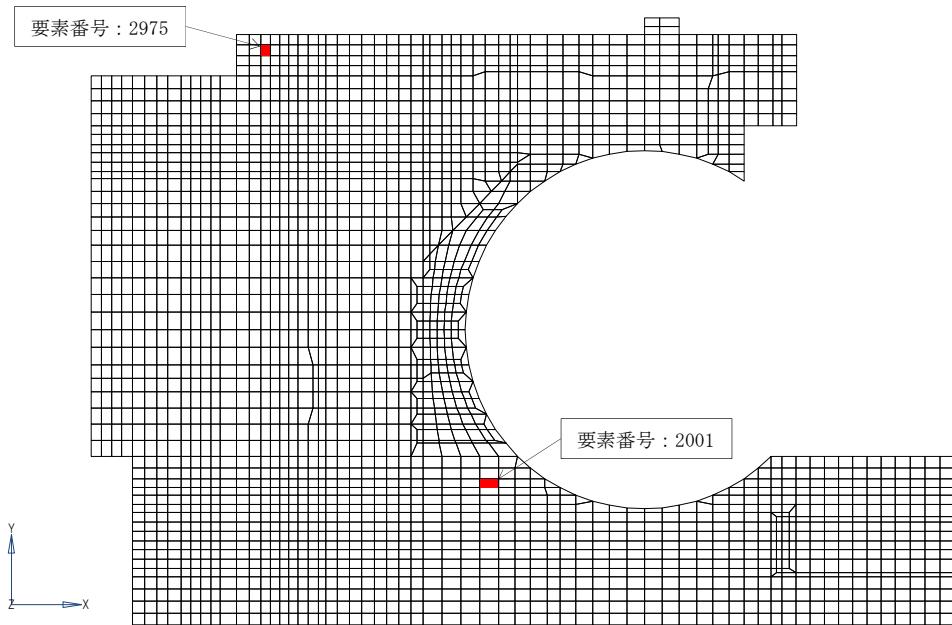
Ss 地震時において、軸力及び曲げモーメントによる鉄筋及びコンクリートのひずみ並びに面外せん断力が、各許容値を超えないことを確認した。



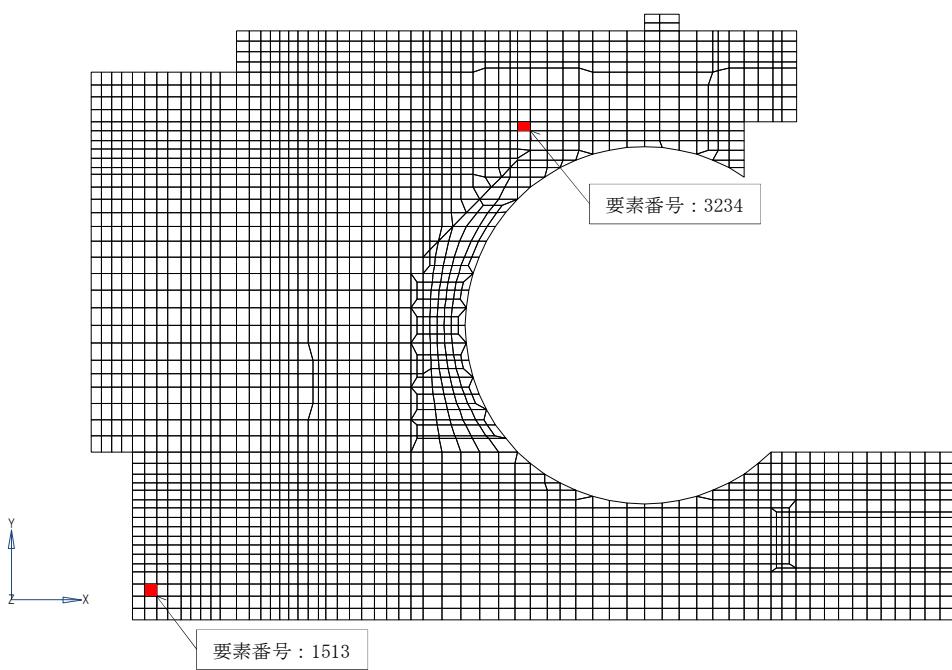
第5-2図 原子炉補助建屋の基礎の配筋分布図

第5-4表 原子炉補助建屋の基礎の配筋一覧

エリア No.	スラブ厚さ (m)	X 方向		Y 方向	
		上端筋	下端筋	上端筋	下端筋
①	1.50	D29@150	D29@150	D29@200	D29@200
②	1.50	D35@150	D35@150	D29@200	D29@200
③	1.50	D29@150	D29@150	D29@200	D29@200
④	1.50	D29@200	D29@200	D29@200	D29@200
⑤	1.00/1.15	D19@150	D19@150	D19@150	D19@150
⑥	1.85	D35@150	D25@200	D35@150	D25@200
⑦	1.25/1.72	D25@200	D25@200	D25@200	D25@200
⑧	1.00/1.20/1.25	D25@200	D25@200	D25@200	D25@200
⑨	2.00	D22@200	D22@200	D22@200	D22@200
⑩	1.00	D19@200	D22@200	D19@200	D22@200
⑪	1.00	D22@200	D25@200	D22@200	D25@200

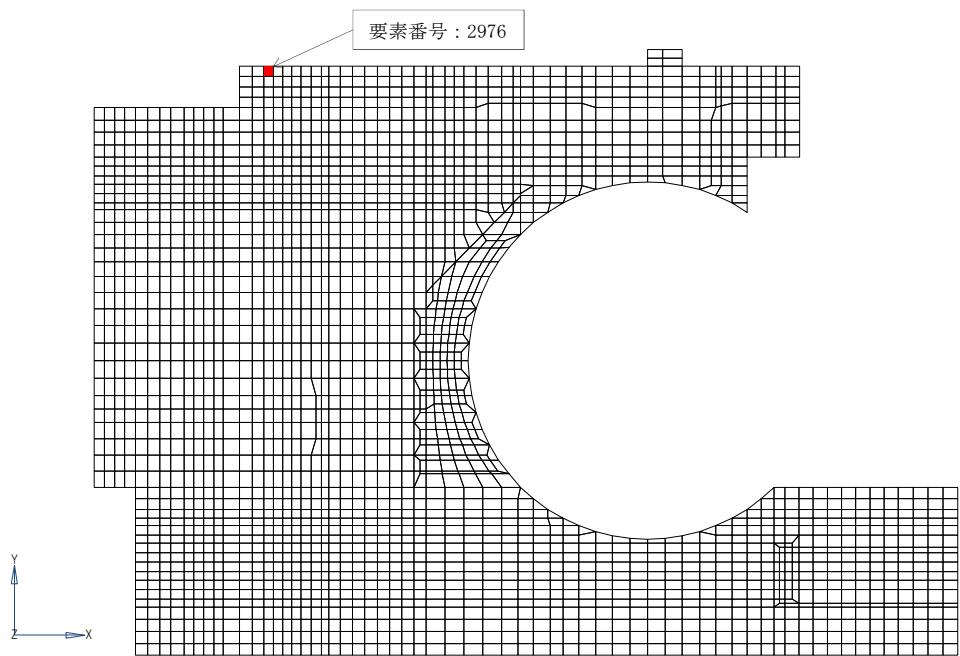


(a) 軸力+曲げモーメント NS 方向
(No. 2001, ケース 2 及び No. 2975, ケース 10)

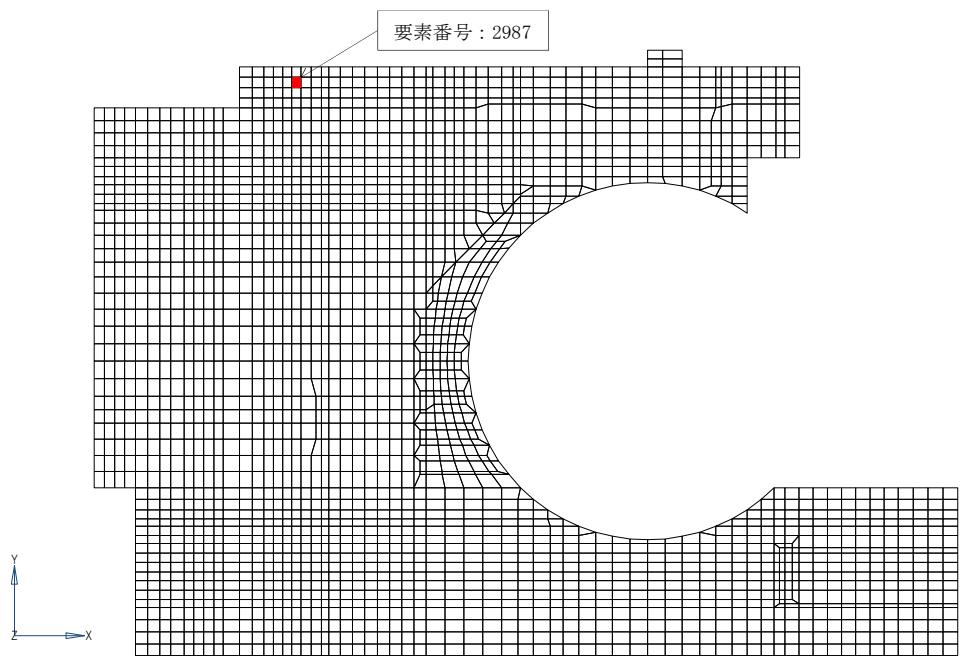


(b) 軸力+曲げモーメント EW 方向
(No. 1513, ケース 6 及び No. 3234, ケース 14)

第 5-3 図 結果を記載する要素の位置 (Ss 地震時) (1/2)



(c) 面外せん断力 NS 方向 (No. 2976, ケース 10)



(d) 面外せん断力 EW 方向 (No. 2987, ケース 10)

第 5-3 図 結果を記載する要素の位置 (Ss 地震時) (2/2)

第5-5表 評価結果 Ss 地震時

	評価項目	要素番号	荷重の組合せケース	解析結果	許容値	備考
軸力 + 曲げモーメント	コンクリートひずみ $(\times 10^{-3})$	2975	10	0.925	3.00	NS 方向
		1513	6	0.751		EW 方向
	鉄筋ひずみ $(\times 10^{-3})$	2001	2	4.89	5.00	NS 方向
		3234	14	2.70		EW 方向
面外せん断力	面外せん断応力度 ^{※1} [N/mm ²]	2976	10	0.975 ^{※2}	1.77	NS 方向
		2987	10	1.14 ^{※2}	1.77	EW 方向

※1：発生値を応力度として評価

※2：応力の再配分等を考慮して、応力の平均化を行った結果