

別紙1 評価部位の抽出に関する説明資料

目 次

1. 構成部位の整理及び水平2方向及び鉛直地震力の組合せによる影響確認が必要な部位の抽出に関する整理表	別紙1-1
2. 対象建屋の図面	別紙1-5
2.1 原子炉建屋	別紙1-6
2.2 コントロール建屋	別紙1-16
2.3 タービン建屋	別紙1-21
2.4 緊急時対策所	別紙1-27
2.5 廃棄物処理建屋	別紙1-38
2.6 主排気筒	別紙1-47
2.7 格納容器圧力逃がし装置基礎	別紙1-48
2.8 サービス建屋	別紙1-50
2.9 5号機タービン建屋	別紙1-54
3. 代表部位の選定プロセス	別紙1-62

1. 構成部位の整理及び水平 2 方向及び鉛直地震力の組合せによる影響確認が必要な部位の抽出に関する整理表
抽出に関する整理表を表 1-1～表 1-3 に示す。

表 1-1 建物・構築物における耐震評価上の構成部位の整理

耐震評価部位		原子炉建屋	コントロール建屋	タービン建屋	緊急時対策所	廃棄物処理建屋	主排気筒	格納容器圧力逃がし装置基礎	サービス建屋	5号機タービン建屋
		RC造, S造及びSRC造	RC造及びSRC造	RC造, S造及びSRC造	RC造, S造及びSRC造	RC造, S造及びSRC造	S造及びRC造	RC造	RC造	RC造, S造及びSRC造
柱	一般部	○	○	○	○	○	○*1	-	○	○
	隅部	○	○	○	○	○	○*2	-	○	○
	地下部	○	○	○	○	○	-	-	○	○
はり	一般部	○	○	○	○	○	○	-	○	○
	地下部	○	○	○	○	○	-	-	○	○
	鉄骨トラス	○	-	○	○	○	-	-	-	○
壁	一般部	○	○	○	○	○	-	○	○	○
	地下部	○	○	○	○	○	-	-	○	○
	鉄骨ブレース	-	-	○	-	○	○	-	-	○
床屋根	一般部	○	○	○	○	○	-	-	○	○
基礎	基礎スラブ	○	○	○	○	○	-	○	○	○
	杭基礎	○	-	-	-	-	-	○	-	-

凡例 ○：対象の構造部材あり

-：対象の部材なし

注記*1：主排気筒の柱（一般部）は筒身である。

*2：基礎立上り部を含む。

表 1-2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出
(荷重の組合せによる応答特性を踏まえたスクリーニング)

耐震評価部位		原子炉建屋	コントロール 建屋	タービン 建屋	緊急時 対策所	廃棄物処理 建屋	主排気筒	格納容器 圧力逃がし 装置基礎	サービス 建屋	5号機 タービン 建屋
		RC造, S造 及びSRC造	RC造 及びSRC造	RC造, S造 及びSRC造	RC造, S造 及びSRC造	RC造, S造 及びSRC造	S造 及びRC造	RC造	RC造	RC造, S造 及びSRC造
柱	一般部	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	—	該当なし	該当なし
	隅部	該当なし	該当なし	不要*1	該当なし	不要*1	①-1要	—	該当なし	不要*1
	地下部	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	—	—	該当なし	該当なし
はり	一般部	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	—	該当なし	該当なし
	地下部	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	—	—	該当なし	該当なし
	鉄骨トラス	該当なし	—	該当なし	該当なし	該当なし	—	—	—	該当なし
壁	一般部	①-2要 (使用済燃料貯蔵プール)	該当なし	該当なし	該当なし	①-2要 (復水貯蔵槽)	—	該当なし	該当なし	該当なし
	地下部	①-2要	①-2要	①-2要	①-2要	①-2要	—	—	①-2要	①-2要
	鉄骨ブレース	—	—	該当なし	—	該当なし	該当なし	—	—	該当なし
床 屋根	一般部	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	—	—	該当なし	該当なし
基礎	基礎スラブ	①-1要	①-1要	①-1要	①-1要	①-1要	—	①-1要	不要*2	不要*2
	杭基礎	①-1要 (大物搬入建屋)	—	—	—	—	—	①-1要	—	—

凡例 要：評価必要
不要：評価不要

①-1：応答特性「直交する水平 2 方向の荷重が，応力として集中」

①-2：応答特性「面内荷重を負担しつつ，面外方向の荷重が作用」

注記*1：鉄骨造部の隅柱については，応力の集中が考えられるが，下部に上位クラス施設がないため不要とする。

*2：上位クラス建物・構築物への波及的影響防止のための評価対象建屋は，衝突の有無の判断が基本となるため，せん断及び曲げ変形評価を行うこととなり，耐震壁を主たる評価対象部位としている。そのため，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対して，耐震評価への影響が想定される部位として抽出対象に該当しない。

表 1-3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出
(3 次元的な応答特性を踏まえたスクリーニング)

耐震評価部位		原子炉建屋	コントロール 建屋	タービン 建屋	緊急時 対策所	廃棄物処理 建屋	主排気筒	格納容器 圧力逃がし 装置基礎	サービス 建屋	5号機 タービン 建屋
		RC造, S造 及びSRC造	RC造 及びSRC造	RC造, S造 及びSRC造	RC造, S造 及びSRC造	RC造, S造 及びSRC造	S造 及びRC造	RC造	RC造	RC造, S造 及びSRC造
柱	一般部	不要	不要	不要	不要	不要	不要	—	不要	不要
	隅部	不要	不要	不要	不要	不要	要	—	不要	不要
	地下部	不要	不要	不要	不要	不要	—	—	不要	不要
はり	一般部	不要	不要	不要	不要	不要	不要	—	不要	不要
	地下部	不要	不要	不要	不要	不要	—	—	不要	不要
	鉄骨トラス	不要	—	不要	不要	不要	—	—	—	不要
壁	一般部	要 (使用済燃料貯蔵プール) ②-1 (燃料取替床レベル)	不要	不要*	不要*	要 (復水貯蔵槽)	—	不要	不要	不要
	地下部	要	要	要	要	要	—	—	要	要
	鉄骨ブレース	—	—	不要*	—	不要*	不要	—	—	不要*
床 屋根	一般部	不要	不要	不要	不要	不要	—	—	不要	不要
基礎	基礎スラブ	要	要	要	要	要	—	要	不要	不要
	杭基礎	要 (大物搬入建屋)	—	—	—	—	—	要	—	—

凡例 要：荷重組合せによる応答特性でのスクリーニングで抽出済み

不要：評価不要

②-1：応答特性「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」

②-2：応答特性「加振方向以外の方向に励起される振動」

注記*：大スパン部については、面内荷重方向に加え、面外慣性力の影響が大きいと考えられるが、下部に上位クラス施設がないため不要とする。

2. 対象建屋の図面

「水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」において、「建物・構築物における水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価部位の抽出」のプロセスに用いた対象建屋の図面を図 2-1～図 2-17 に記載する。

なお、上記にて評価部位として抽出されなかった部位の考え方を表 2-1 に示す。

2.1 原子炉建屋

原子炉建屋の図面を図 2-1 及び図 2-2 に示す。

赤字：①-1 で抽出された部位
 橙字：①-2 で抽出された部位
 緑字：②-1 で抽出された部位
 紫字：②-2 で抽出された部位
 青字：抽出されなかった部位及びその理由

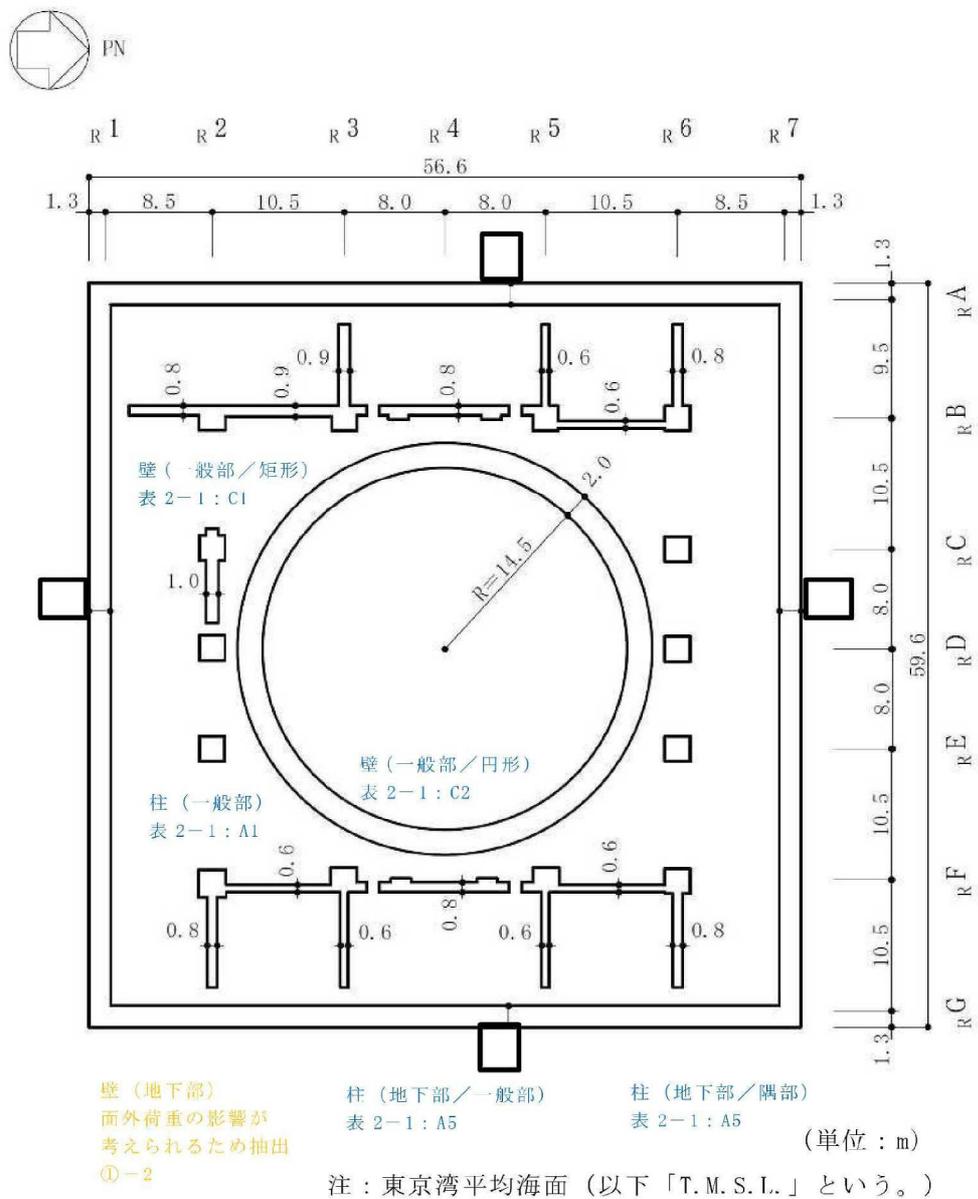


図 2-1 原子炉建屋の概略平面図（B3F, T.M.S.L. -8.2m）（1/8）

赤字：①-1で抽出された部位
 橙字：①-2で抽出された部位
 緑字：②-1で抽出された部位
 紫字：②-2で抽出された部位
 青字：抽出されなかった部位及びその理由

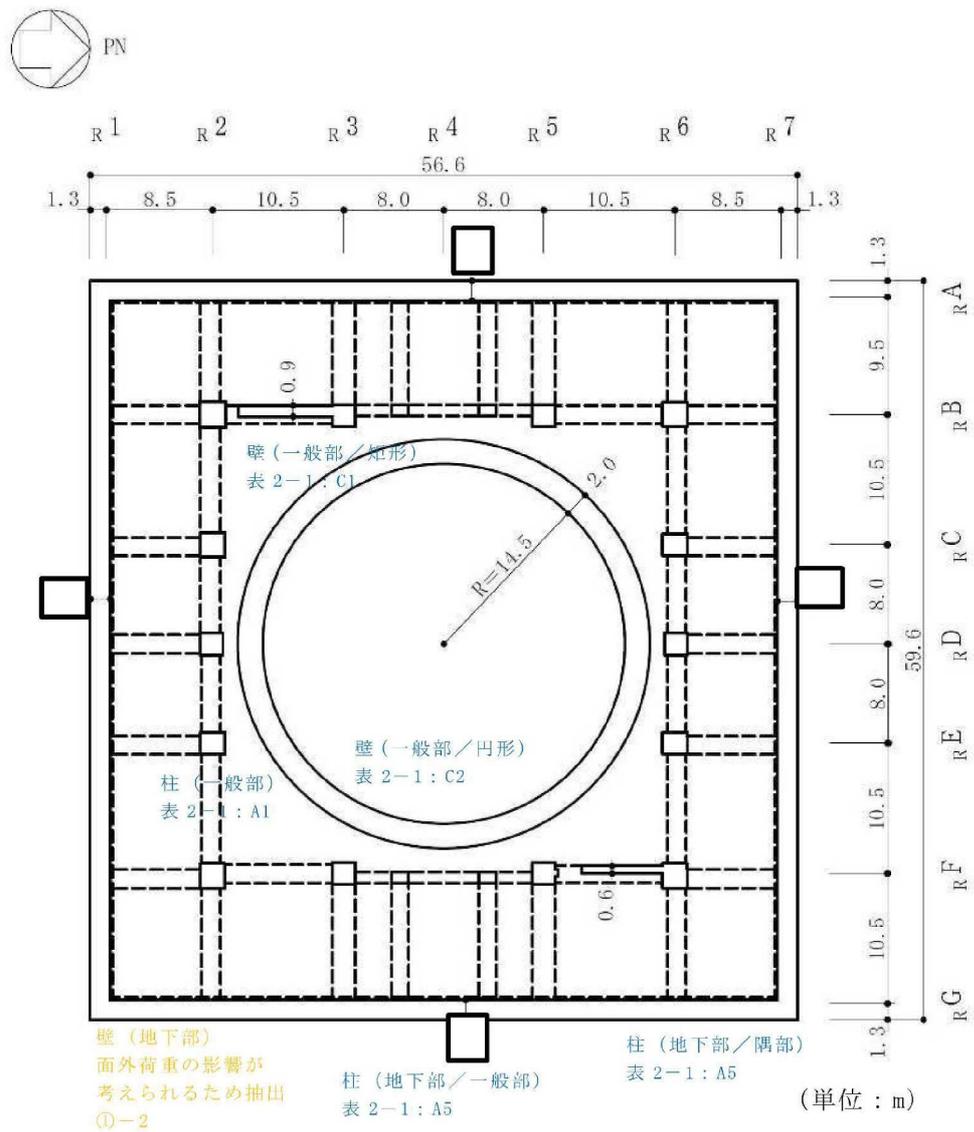


図 2-1 原子炉建屋の概略平面図 (B2F, T.M.S.L. -1.7m) (2/8)

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

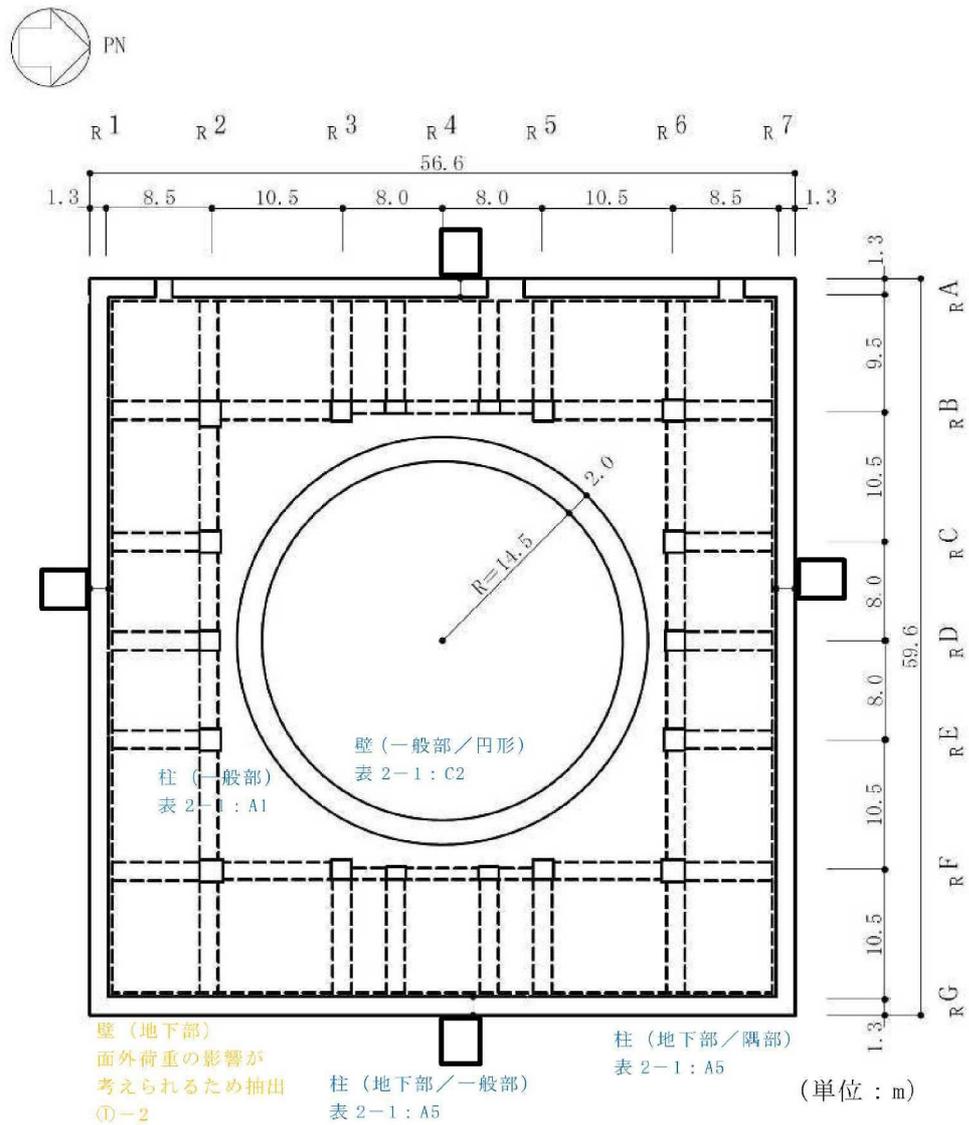


図 2-1 原子炉建屋の概略平面図 (B1F, T.M.S.L. 4.8m) (3/8)

赤字：①-1で抽出された部位
 橙字：①-2で抽出された部位
 緑字：②-1で抽出された部位
 紫字：②-2で抽出された部位
 青字：抽出されなかった部位及びその理由

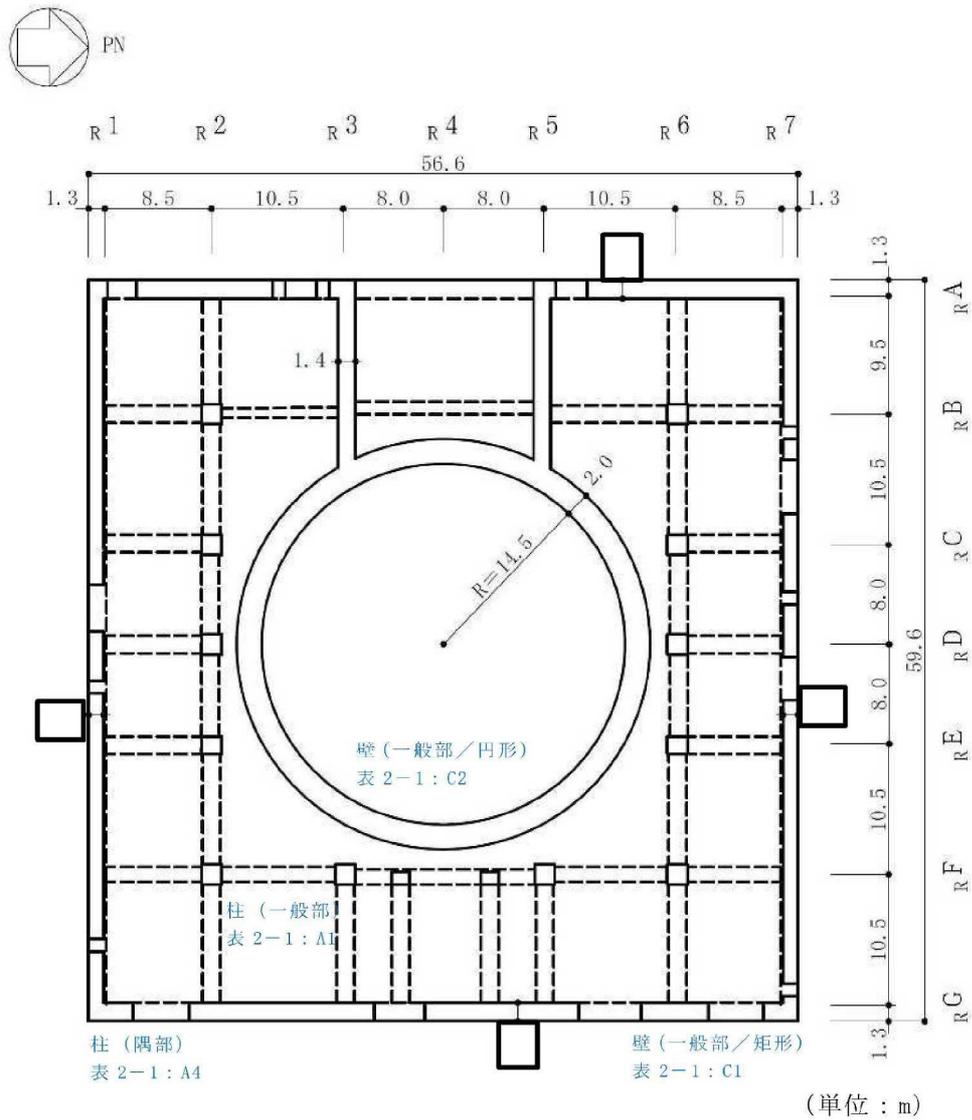


図 2-1 原子炉建屋の概略平面図 (1F, T.M.S.L. 12.3m) (4/8)

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

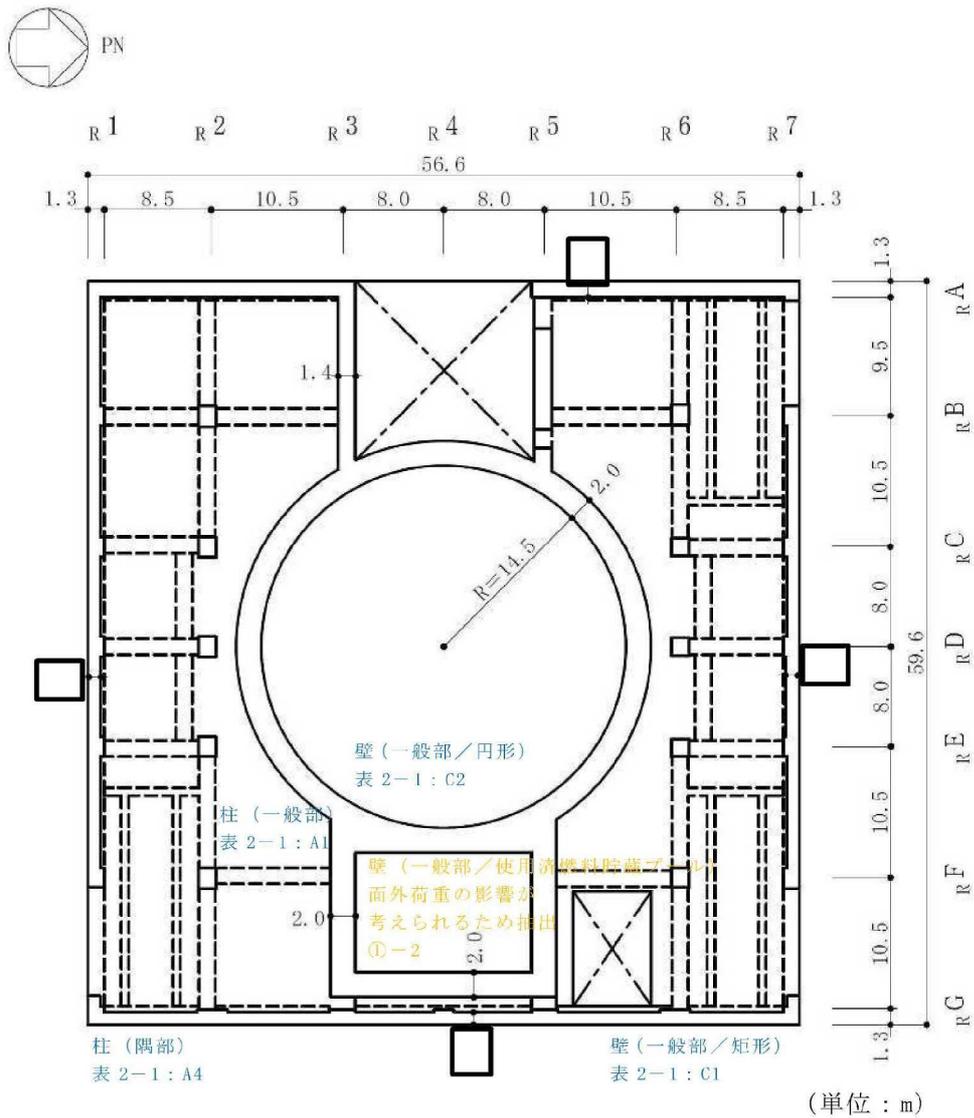


図 2-1 原子炉建屋の概略平面図 (2F, T.M.S.L. 18.1m) (5/8)

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

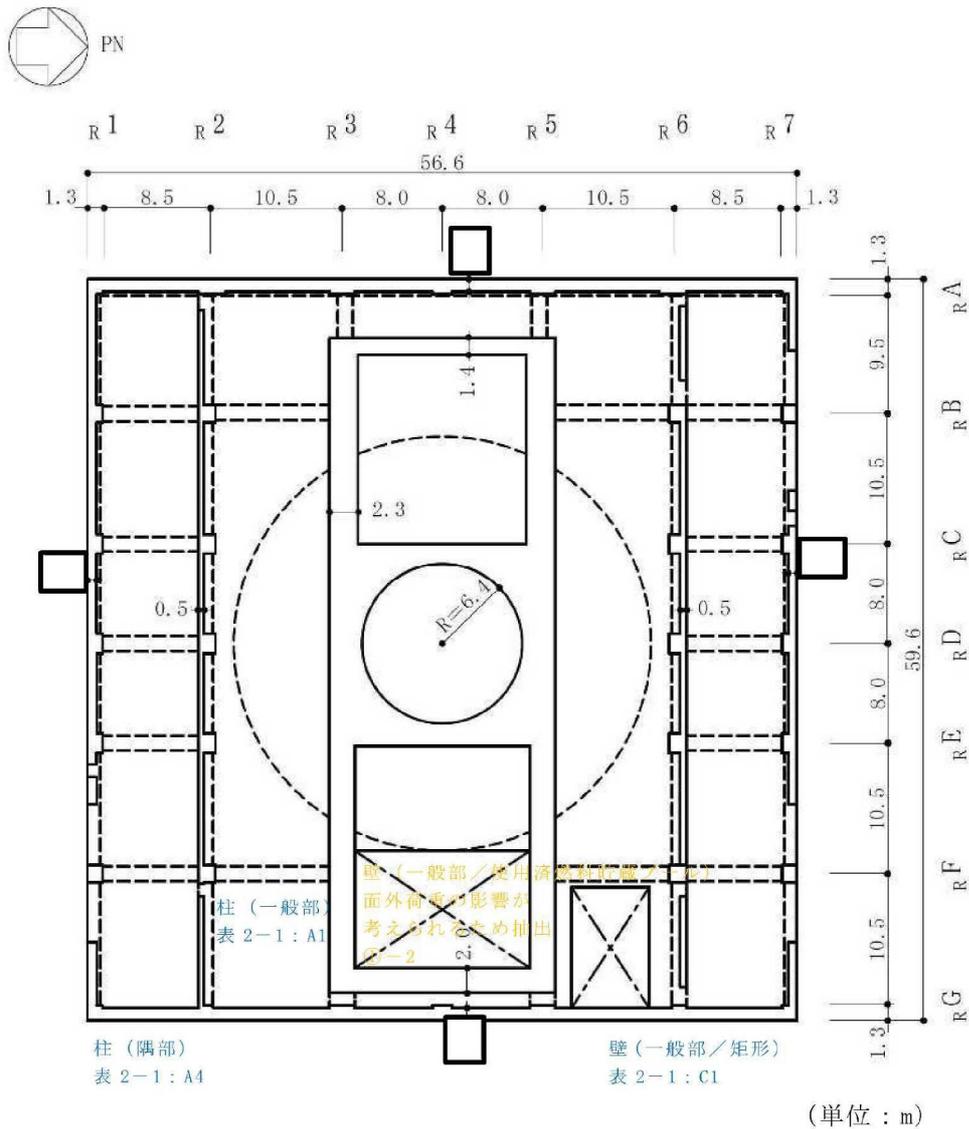


図 2-1 原子炉建屋の概略平面図 (3F, T.M.S.L. 23.5m) (6/8)

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

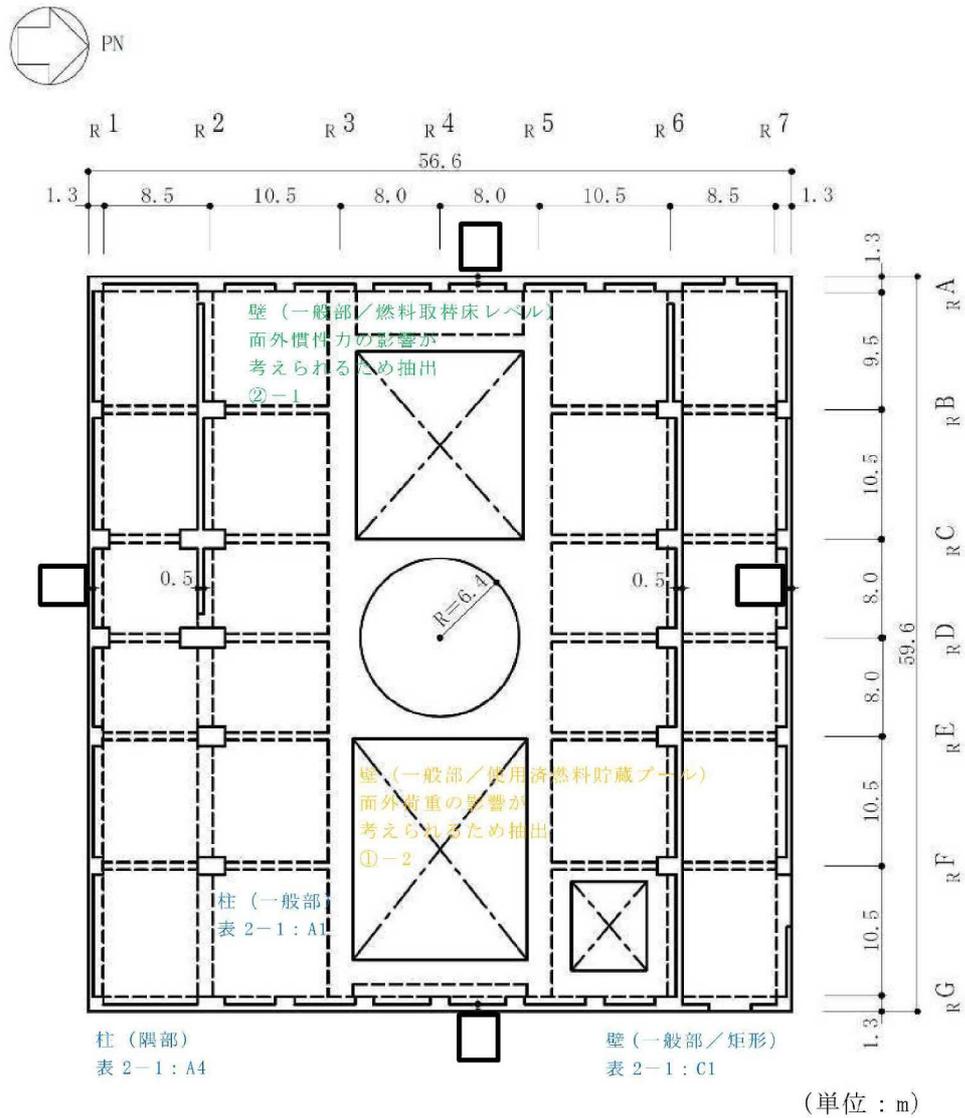


図 2-1 原子炉建屋の概略平面図（4F, T.M.S.L. 31.7m）（7/8）

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

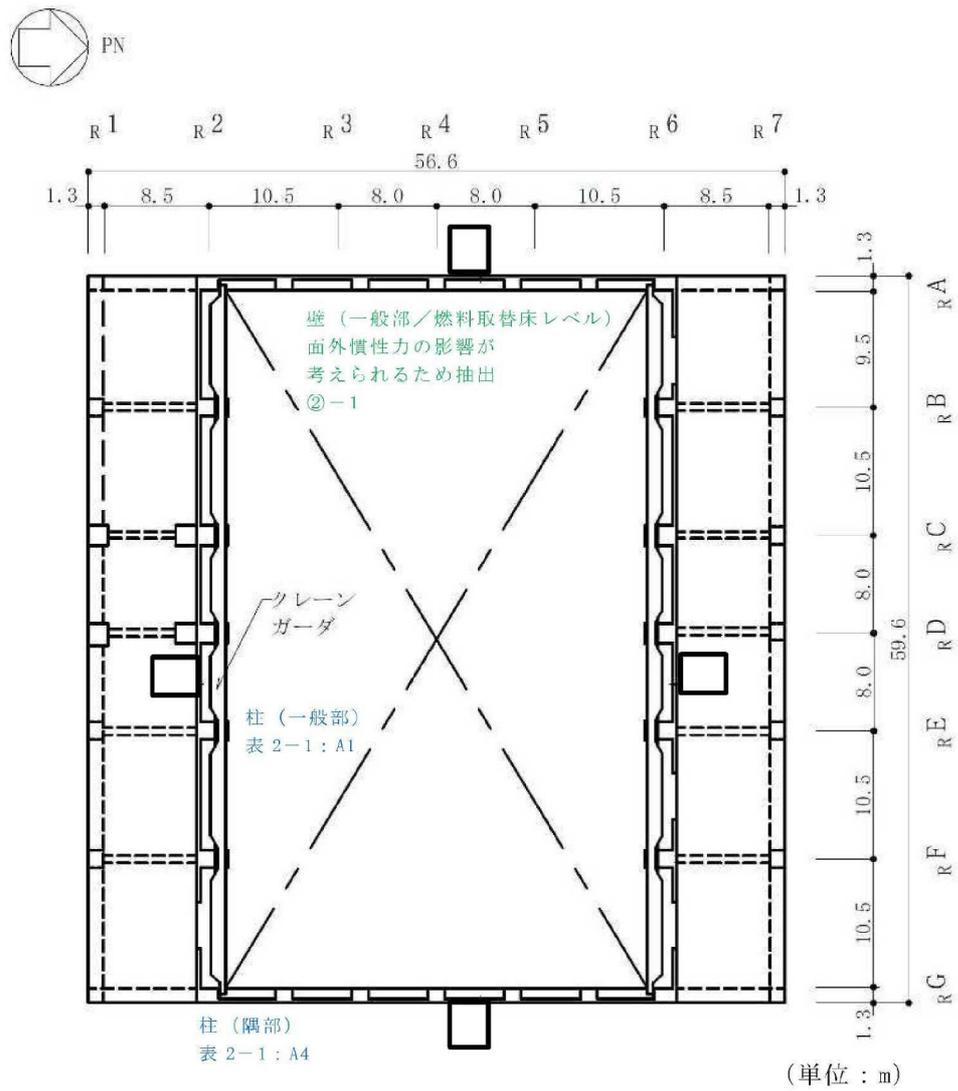
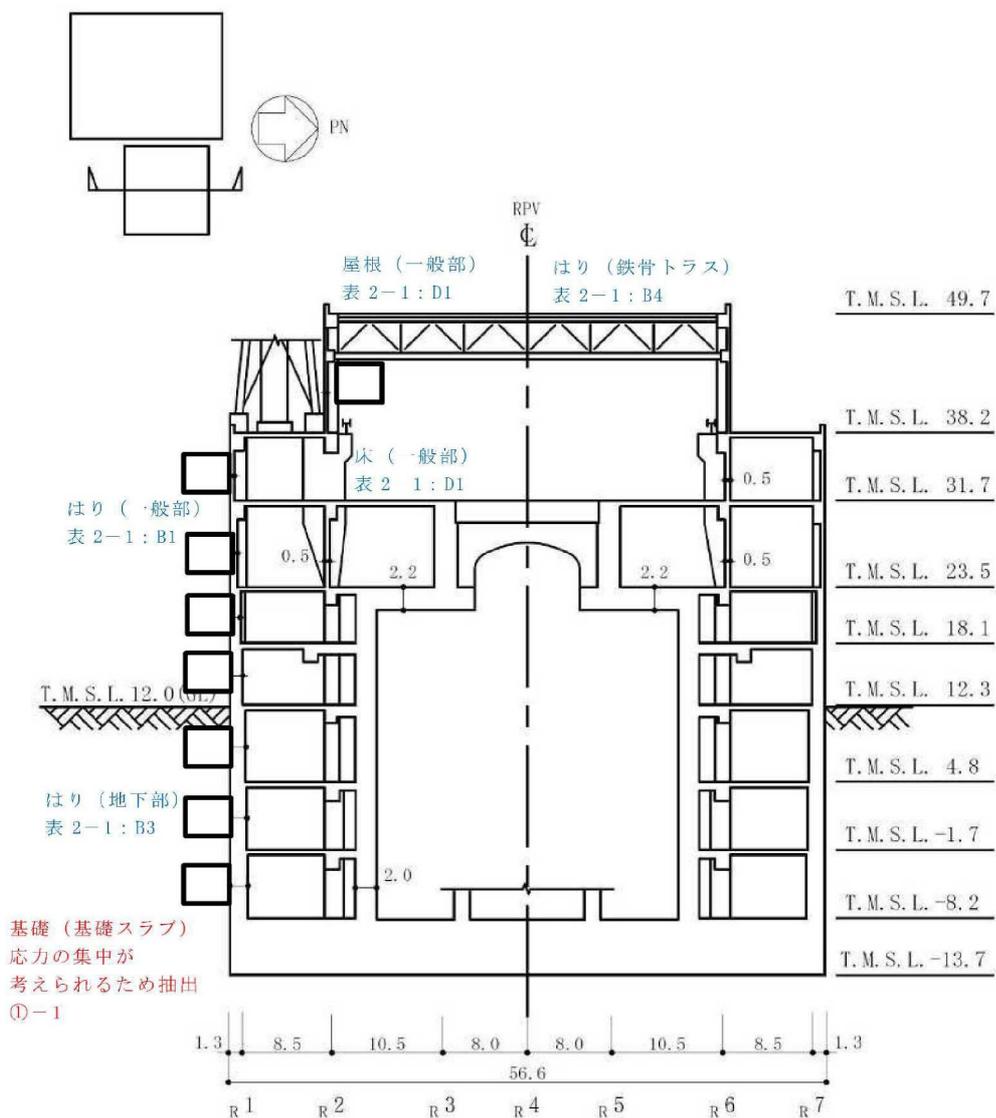


図 2-1 原子炉建屋の概略平面図 (CRF, T. M. S. L. 38.2m) (8/8)

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位：m)

注記*：原子炉圧力容器（以下「RPV」という。）

図 2-2 原子炉建屋の概略断面図 (NS 方向) (1/2)

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

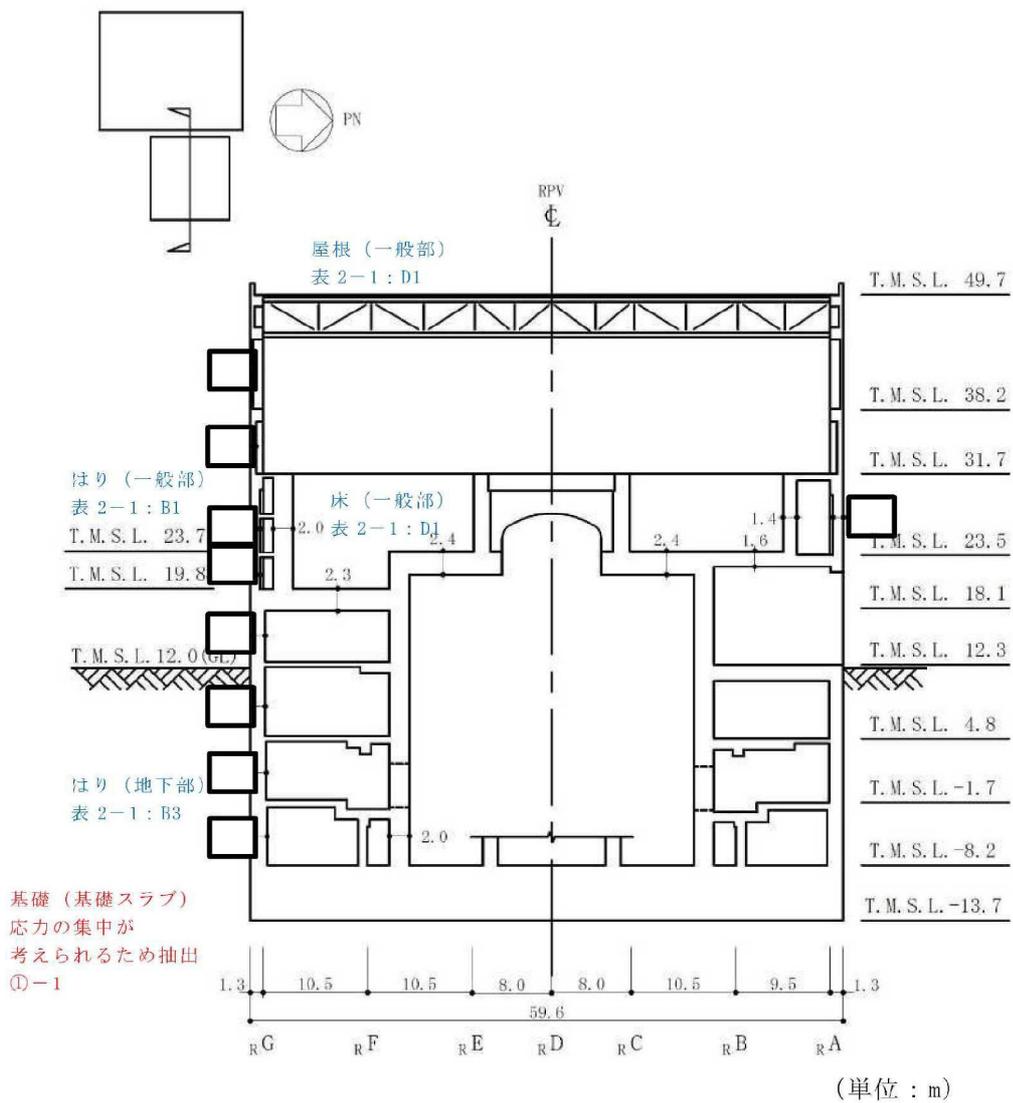


図 2-2 原子炉建屋の概略断面図 (EW 方向) (2/2)

2.2 コントロール建屋

コントロール建屋の図面を図 2-3 及び図 2-4 に示す。

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

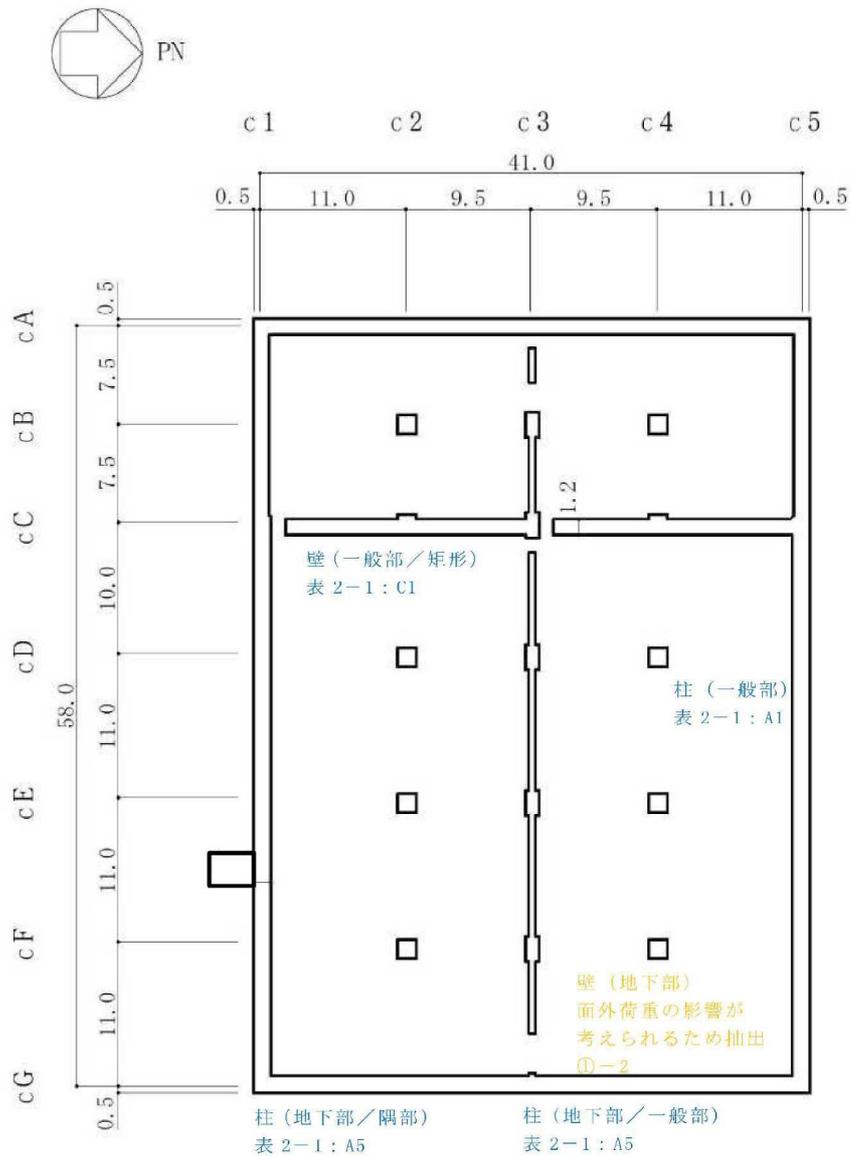
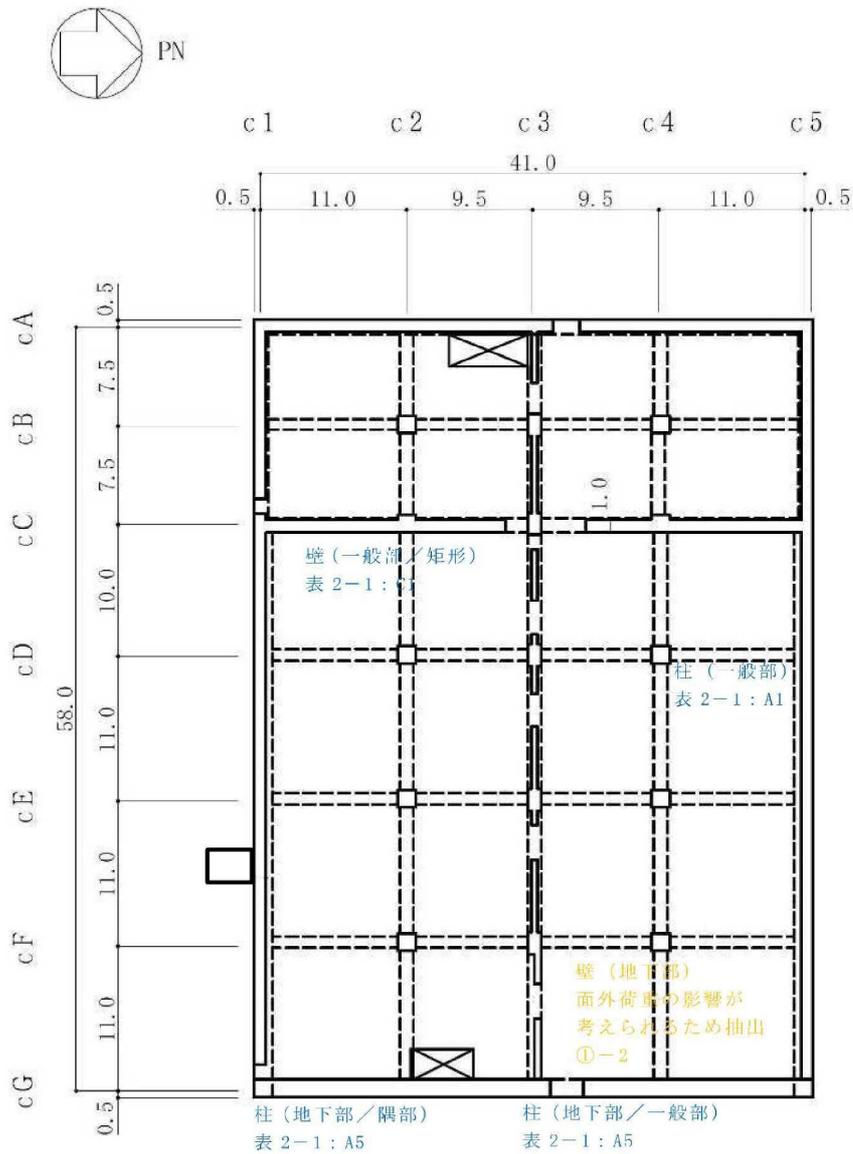


図 2-3 コントロール建屋の概略平面図（B2F, T.M.S.L. -2.7m）（1/4）

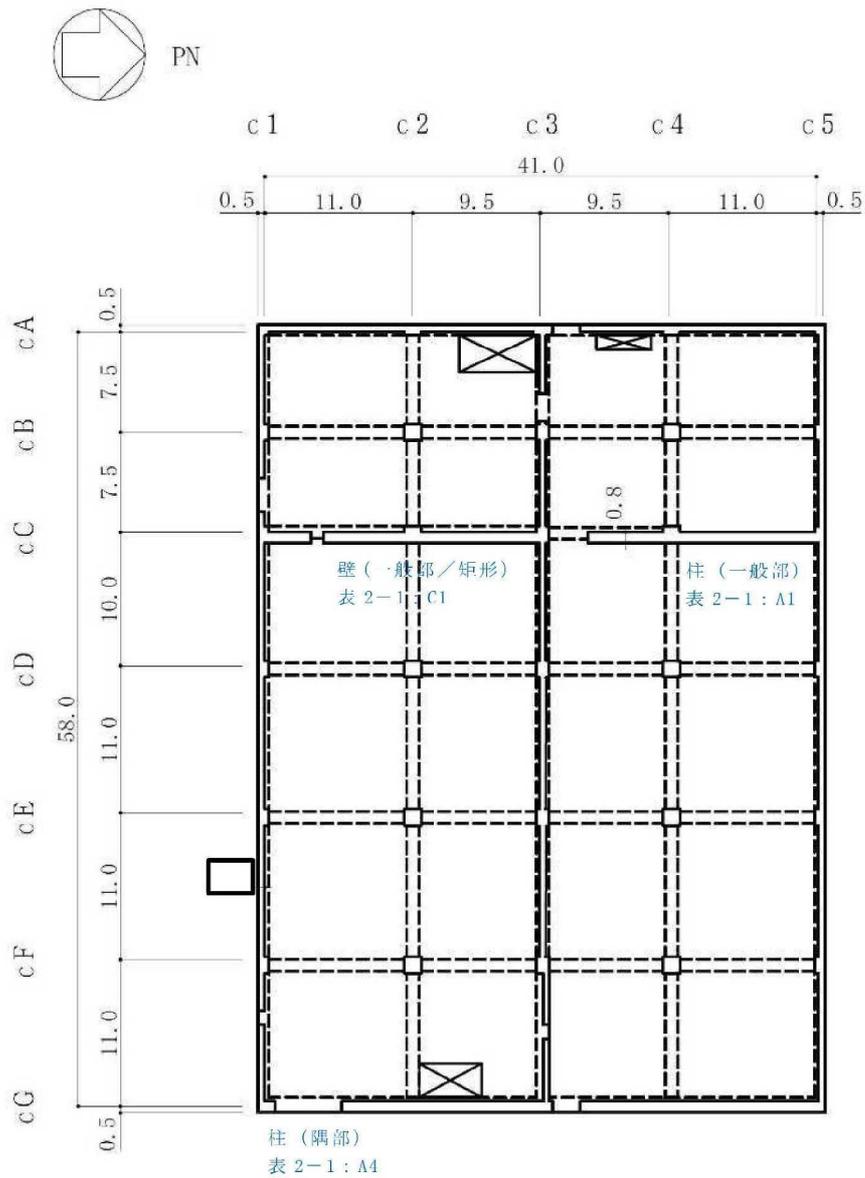
- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位：m)

図 2-3 コントロール建屋の概略平面図 (B1F, T.M.S.L. 6.5m) (2/4)

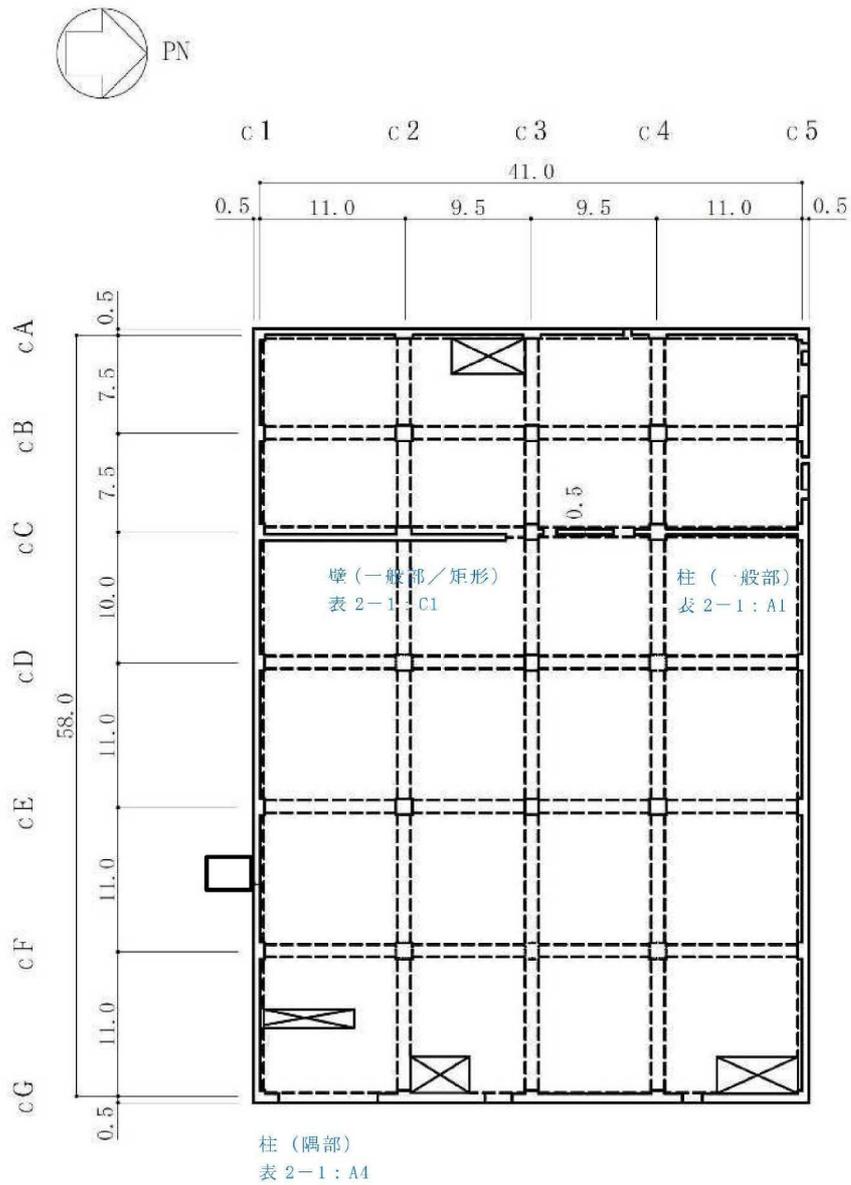
- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位 : m)

図 2-3 コントロール建屋の概略平面図 (1F, T.M.S.L. 12.3m) (3/4)

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位 : m)

図 2-3 コントロール建屋の概略平面図 (2F, T.M.S.L. 17.3m) (4/4)

赤字：①-1で抽出された部位
 橙字：①-2で抽出された部位
 緑字：②-1で抽出された部位
 紫字：②-2で抽出された部位
 青字：抽出されなかった部位及びその理由

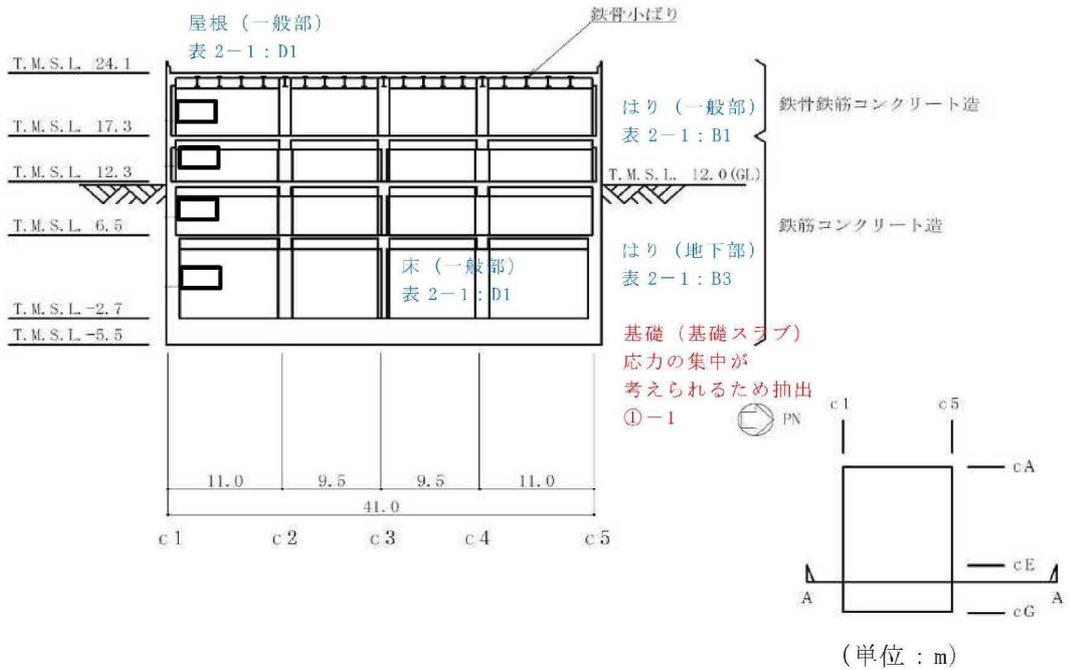


図 2-4 コントロール建屋の概略断面図（NS 方向）（1/2）

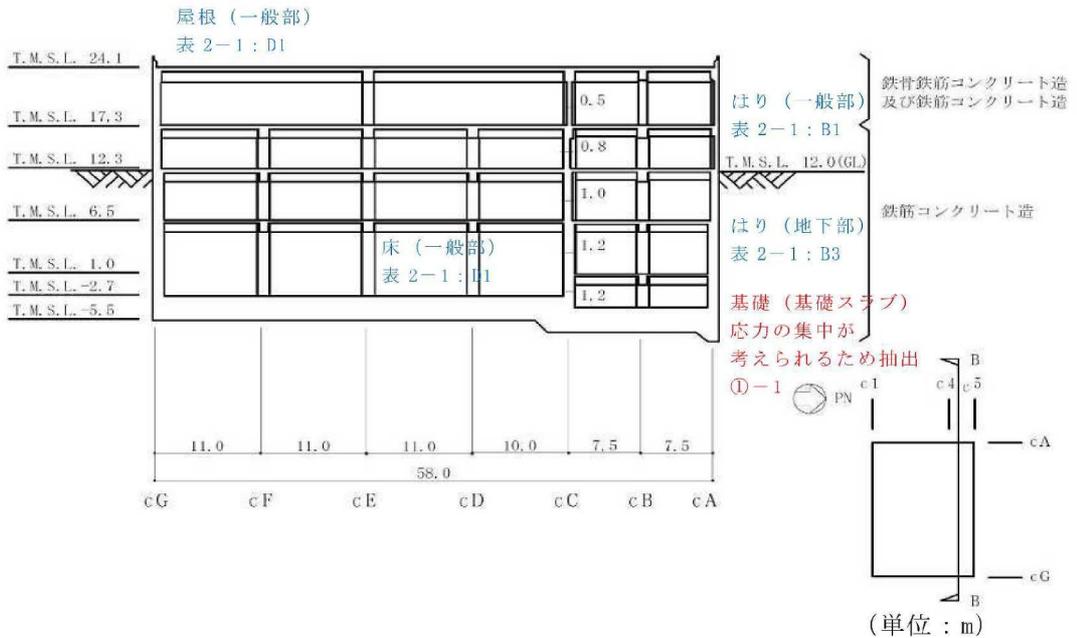


図 2-4 コントロール建屋の概略断面図（EW 方向）（2/2）

2.3 タービン建屋

タービン建屋の図面を図 2-5 及び図 2-6 に示す。

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

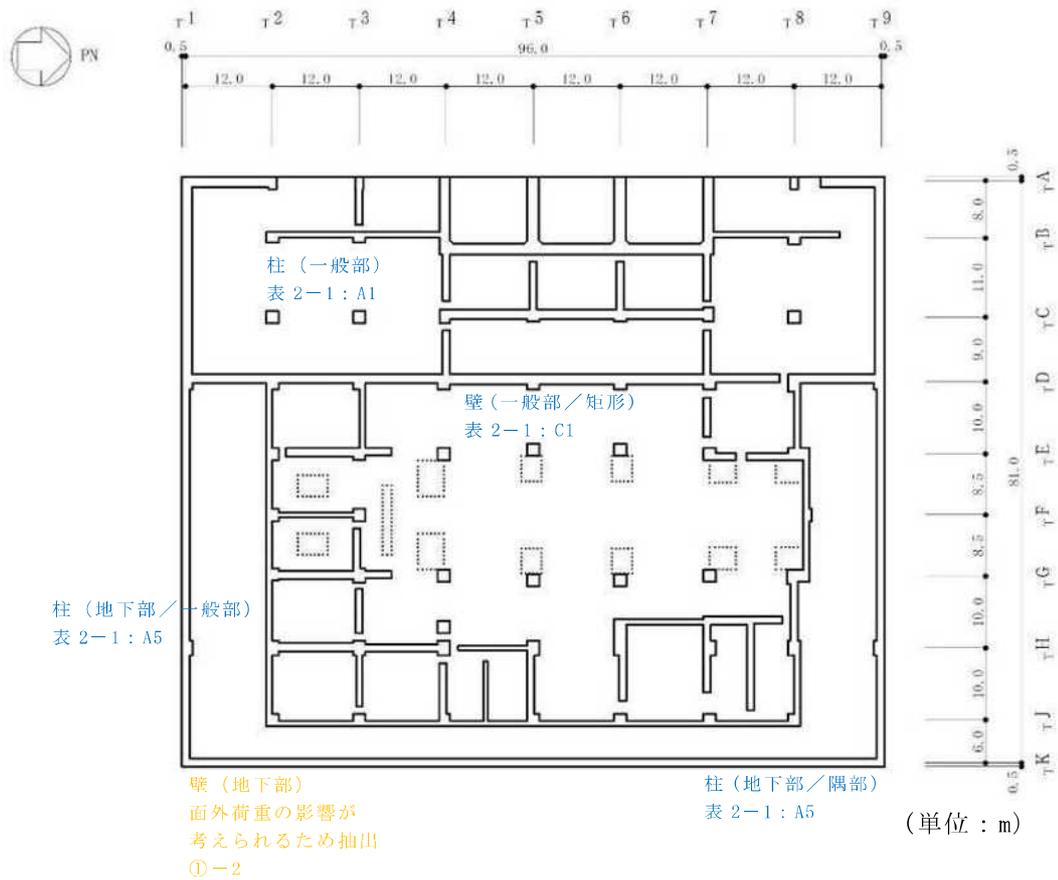


図 2-5 タービン建屋の概略平面図 (B2F, T. M. S. L. -5.1m) (1/5)

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

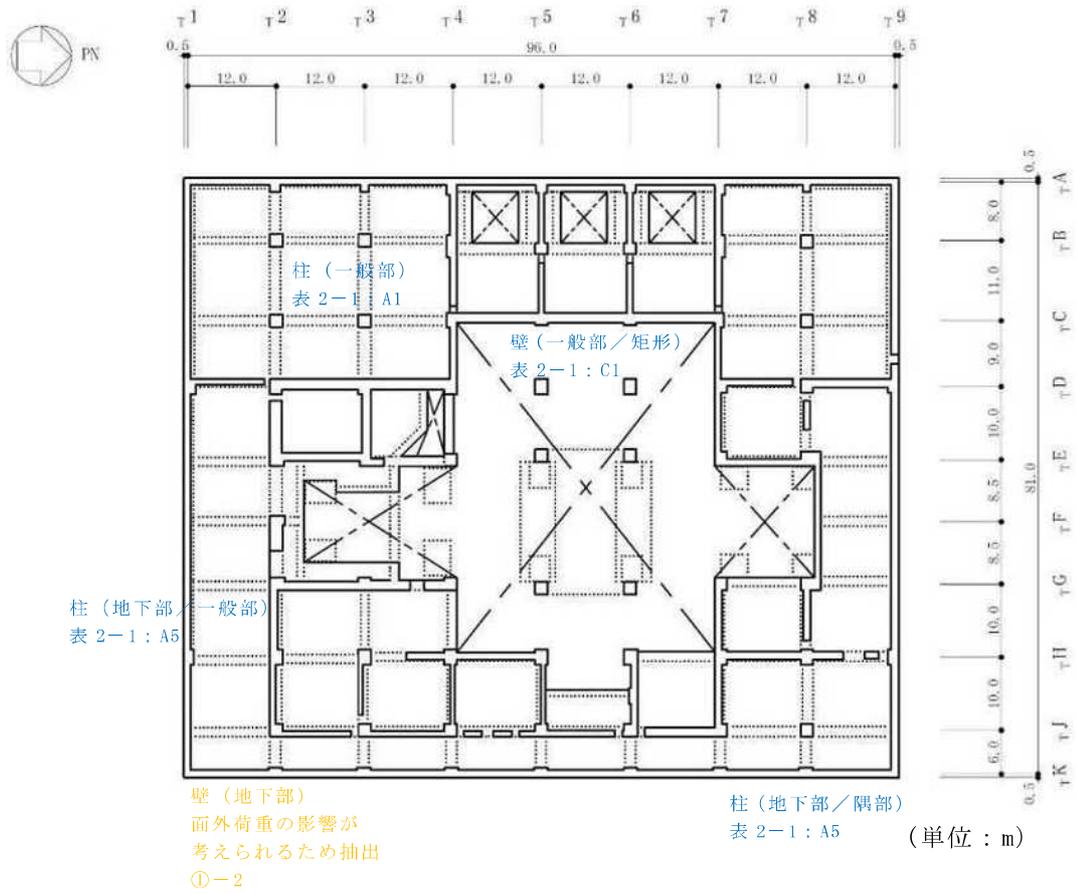


図 2-5 タービン建屋の概略平面図（B1F, T.M.S.L. 4.9m）（2/5）

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

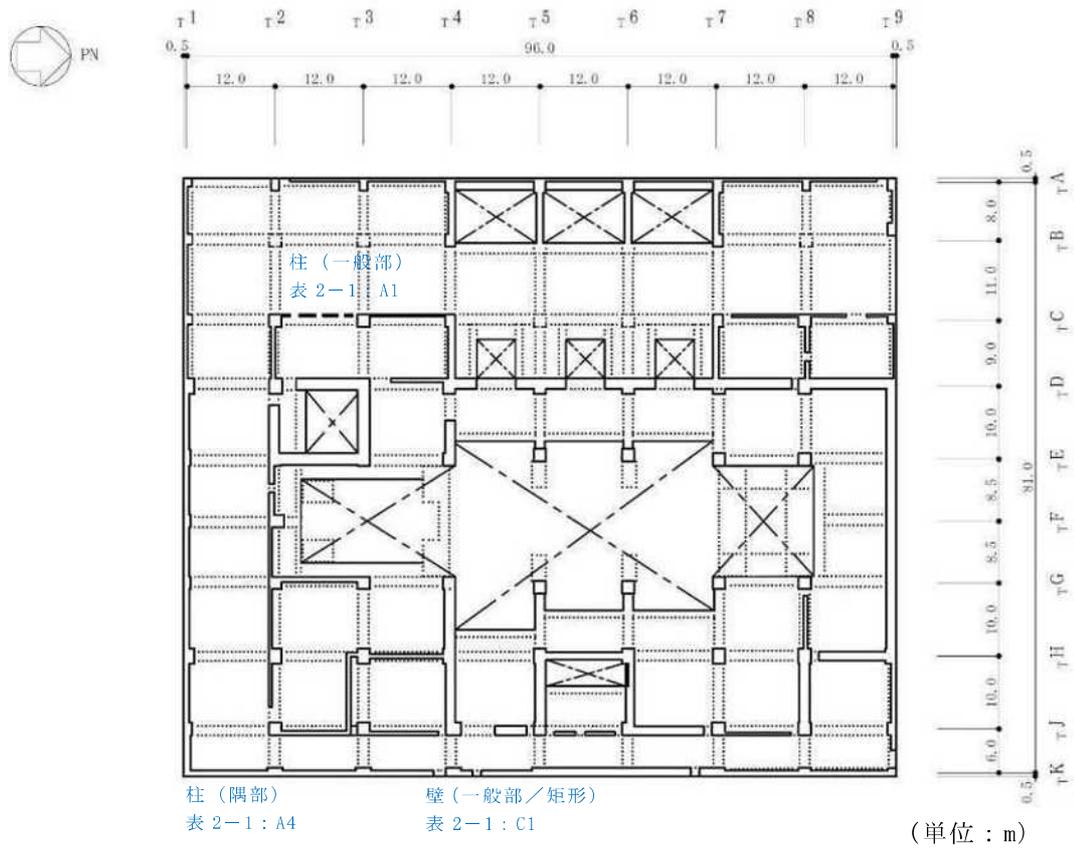


図 2-5 タービン建屋の概略平面図 (1F, T.M.S.L. 12.3m) (3/5)

赤字：①-1で抽出された部位

橙字：①-2で抽出された部位

緑字：②-1で抽出された部位

紫字：②-2で抽出された部位

青字：抽出されなかった部位及びその理由

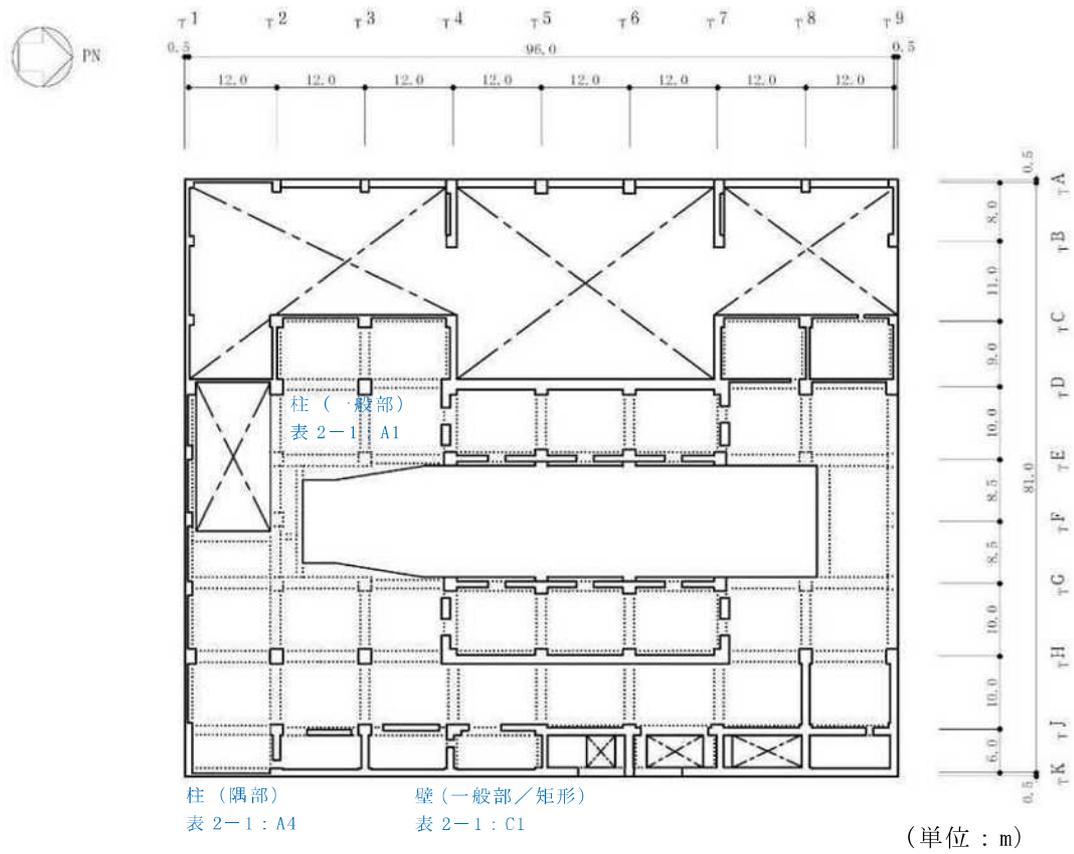


図 2-5 タービン建屋の概略平面図 (2F, T.M.S.L. 20.4m) (4/5)

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

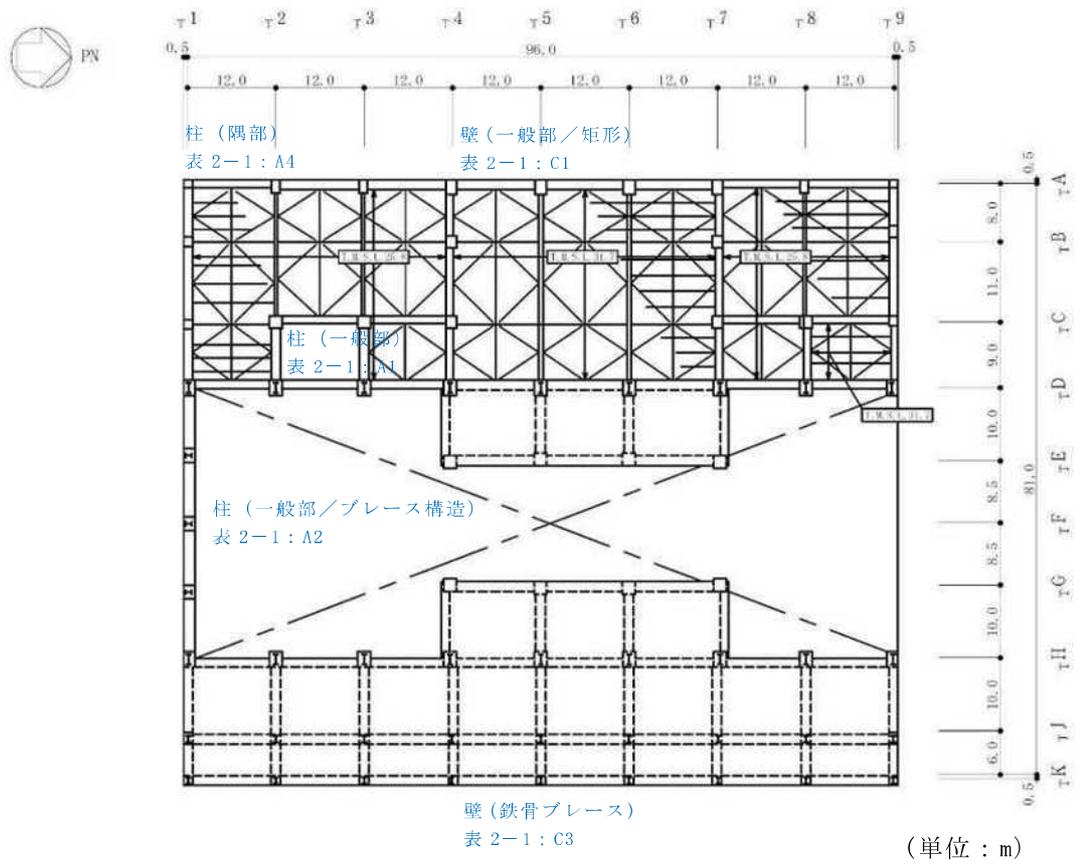


図 2-5 タービン建屋の概略平面図 (3F, T.M.S.L. 30.9m) (5/5)

赤字：①-1で抽出された部位

橙字：①-2で抽出された部位

緑字：②-1で抽出された部位

紫字：②-2で抽出された部位

青字：抽出されなかった部位及びその理由

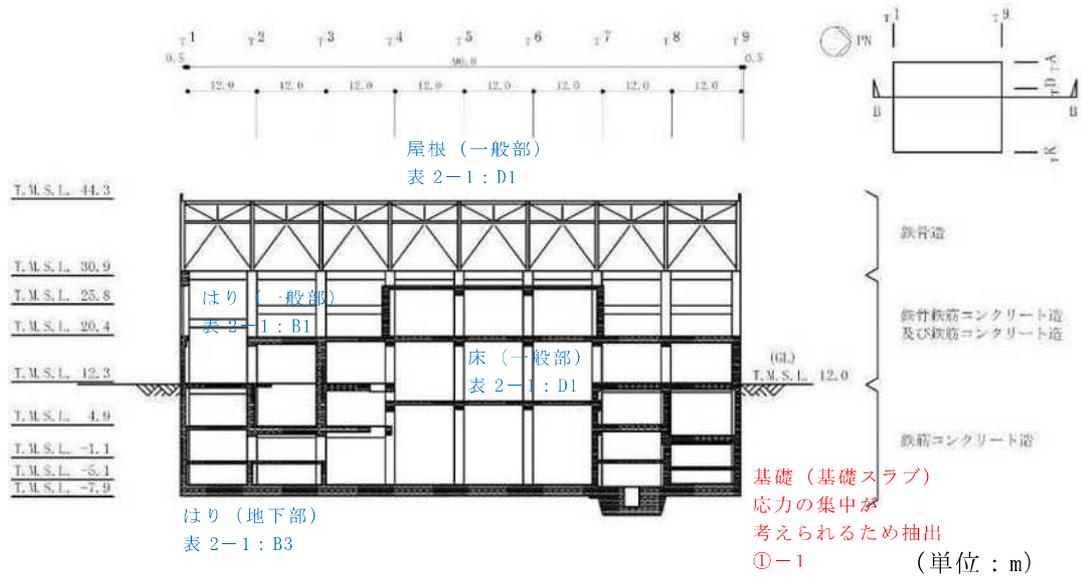


図 2-6 タービン建屋の概略断面図 (NS 方向) (1/2)

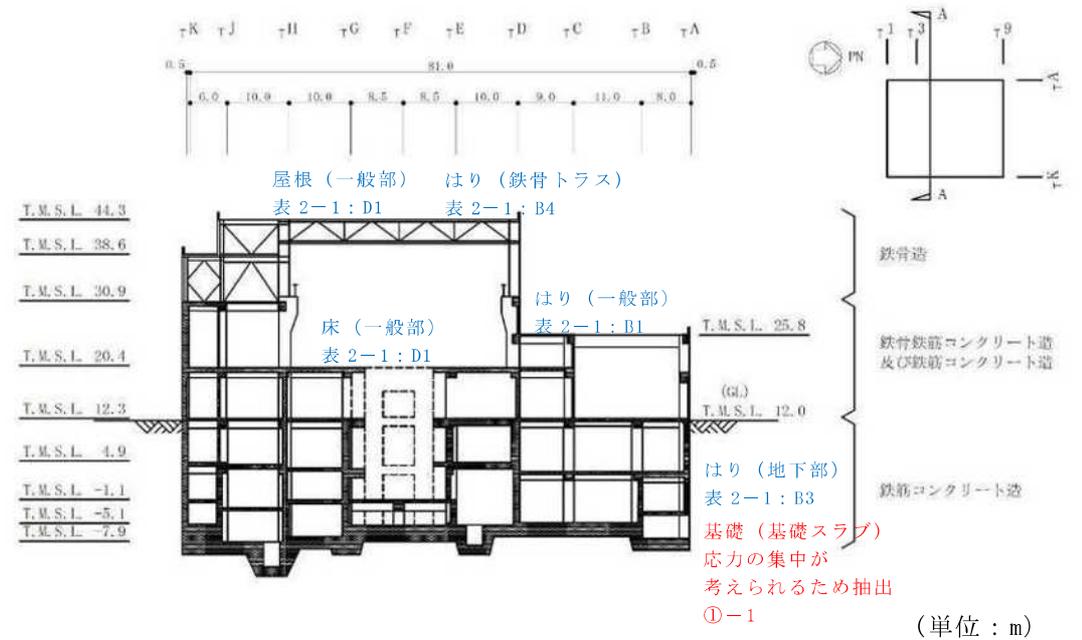


図 2-6 タービン建屋の概略断面図 (EW 方向) (2/2)

2.4 緊急時対策所

緊急時対策所が設置される5号機原子炉建屋の図面を図2-7及び図2-8に示す。

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

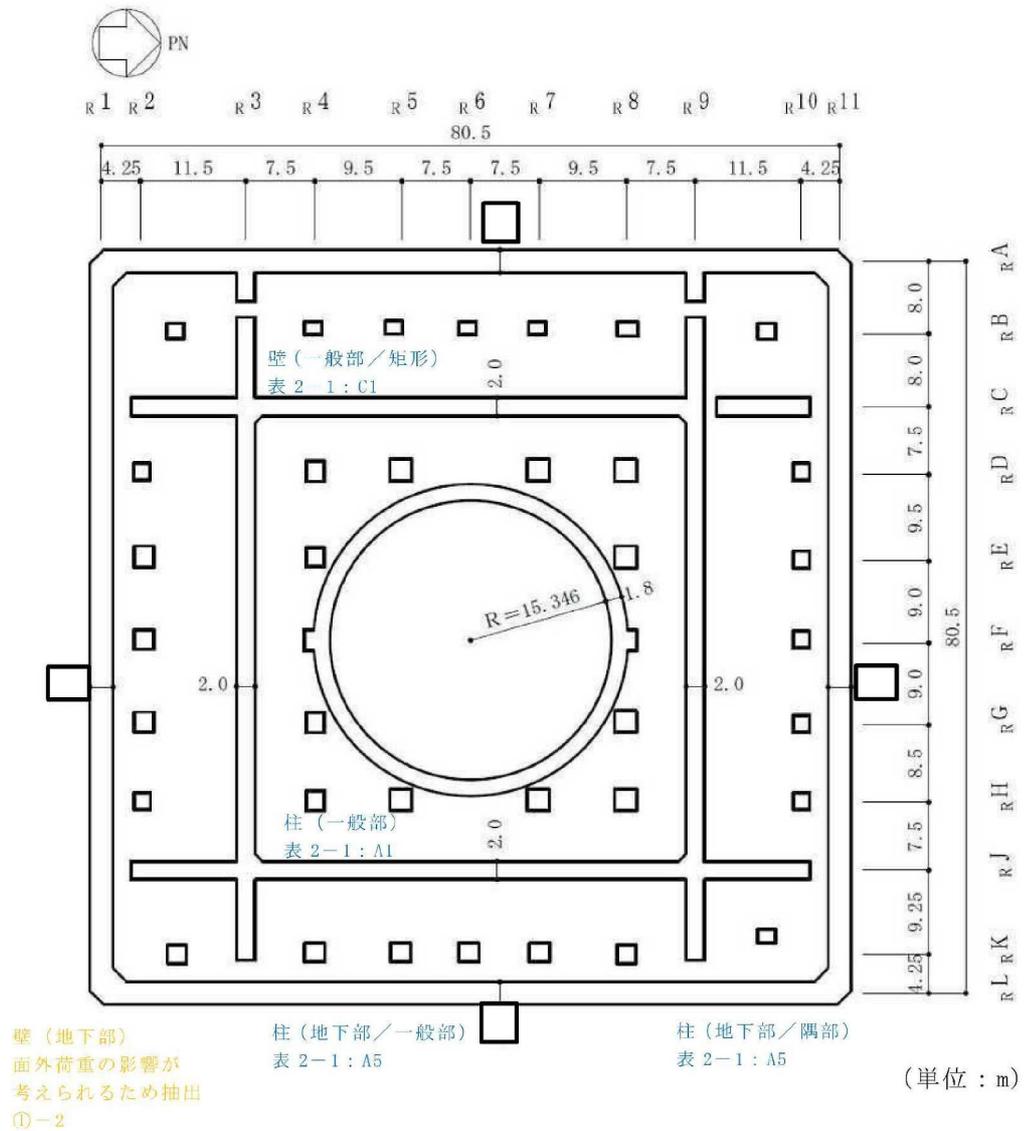


図2-7 5号機原子炉建屋の概略平面図 (B4F, T.M.S.L. -17.5m) (1/9)

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

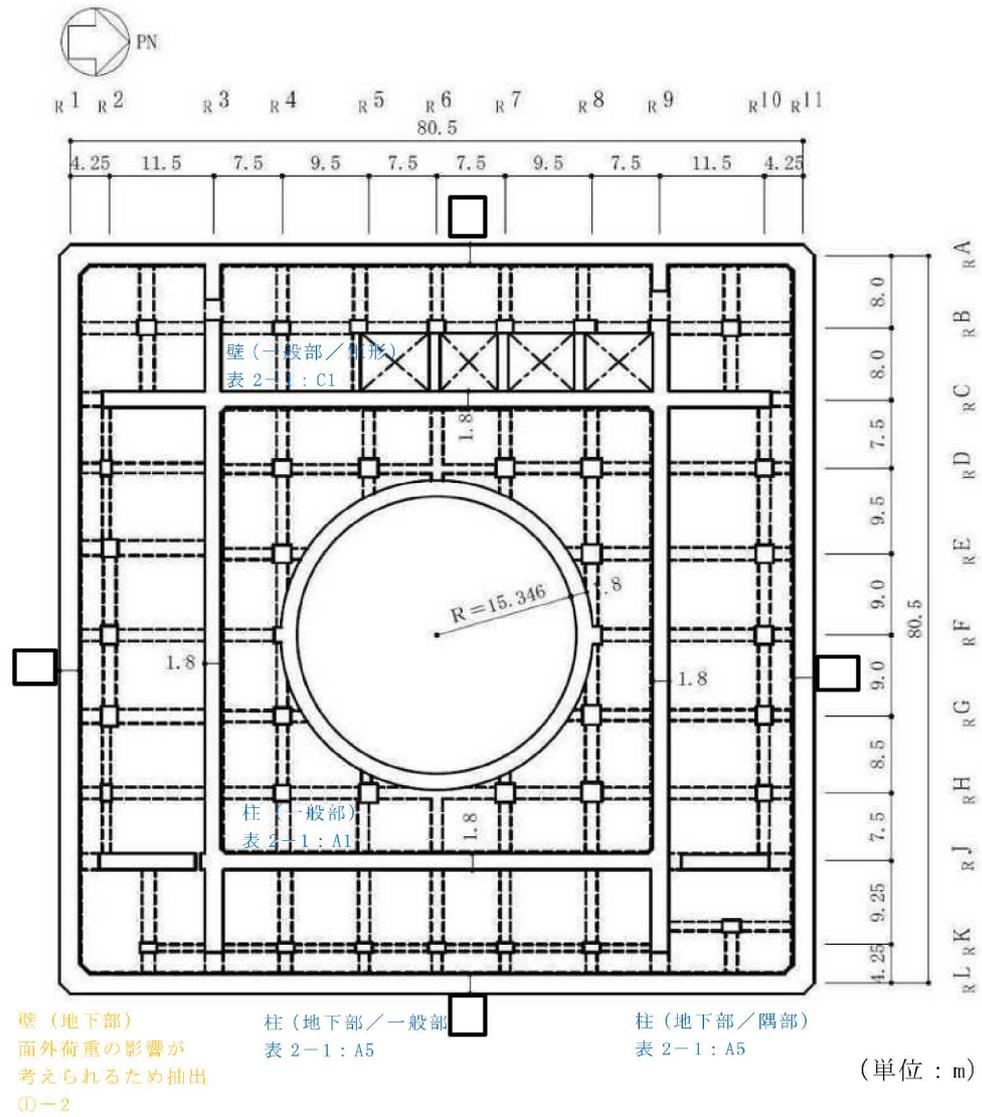


図 2-7 5号機原子炉建屋の概略平面図 (B3F, T.M.S.L. -10.1m) (2/9)

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

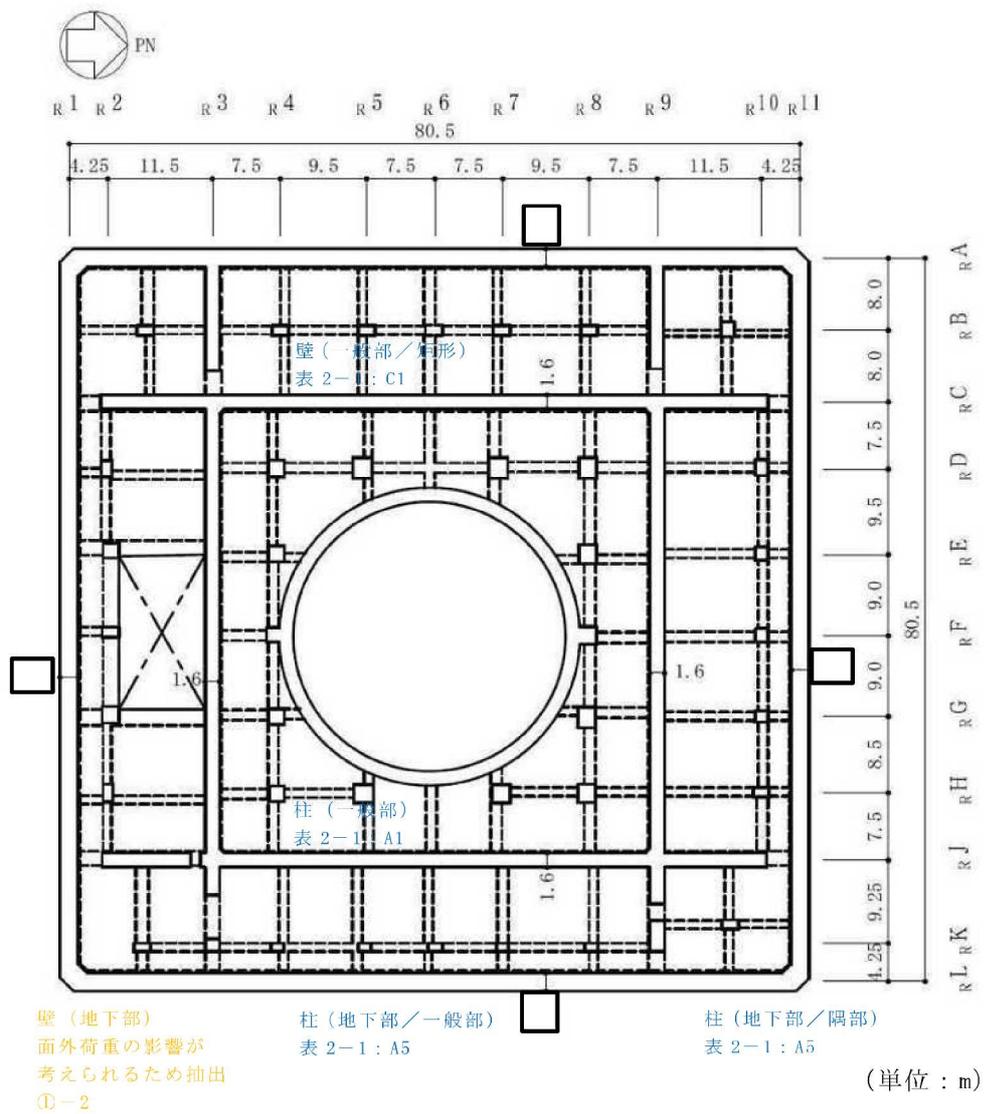


図 2-7 5号機原子炉建屋の概略平面図 (B2F, T.M.S.L. -1.1m) (3/9)

赤字：①-1で抽出された部位
 橙字：①-2で抽出された部位
 緑字：②-1で抽出された部位
 紫字：②-2で抽出された部位
 青字：抽出されなかった部位及びその理由

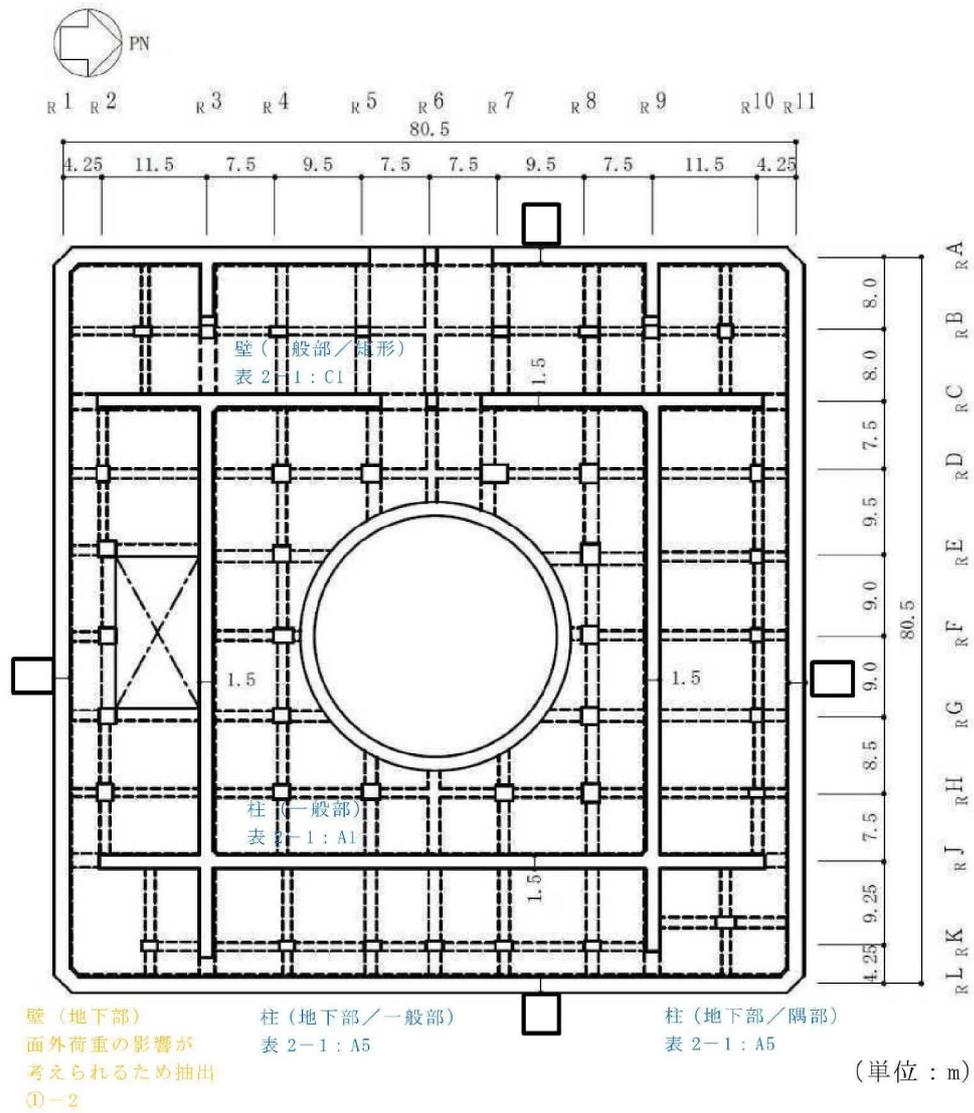


図 2-7 5号機原子炉建屋の概略平面図 (B1F, T.M.S.L. 5.3m) (4/9)

赤字：①-1で抽出された部位
 橙字：①-2で抽出された部位
 緑字：②-1で抽出された部位
 紫字：②-2で抽出された部位
 青字：抽出されなかった部位及びその理由

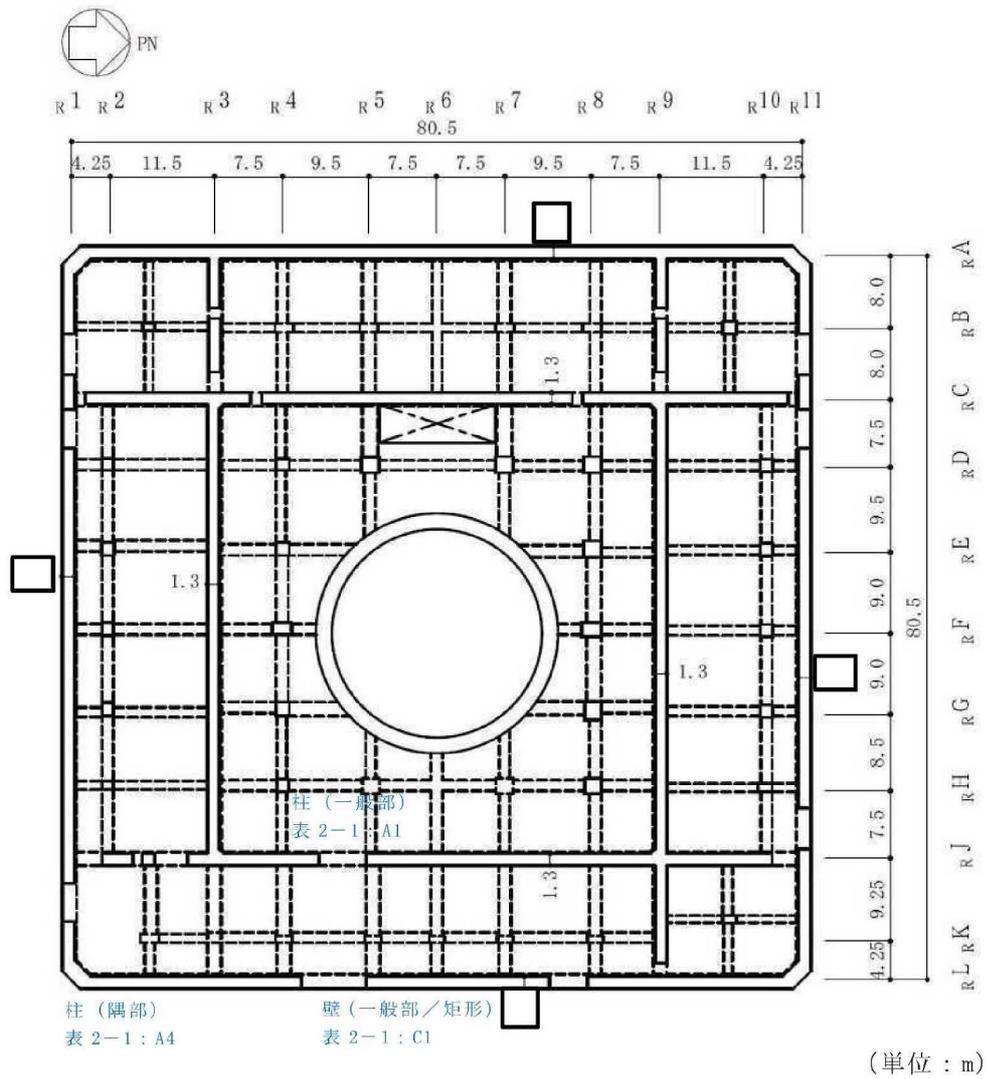


図 2-7 5号機原子炉建屋の概略平面図 (1F, T.M.S.L. 12.3m) (5/9)

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

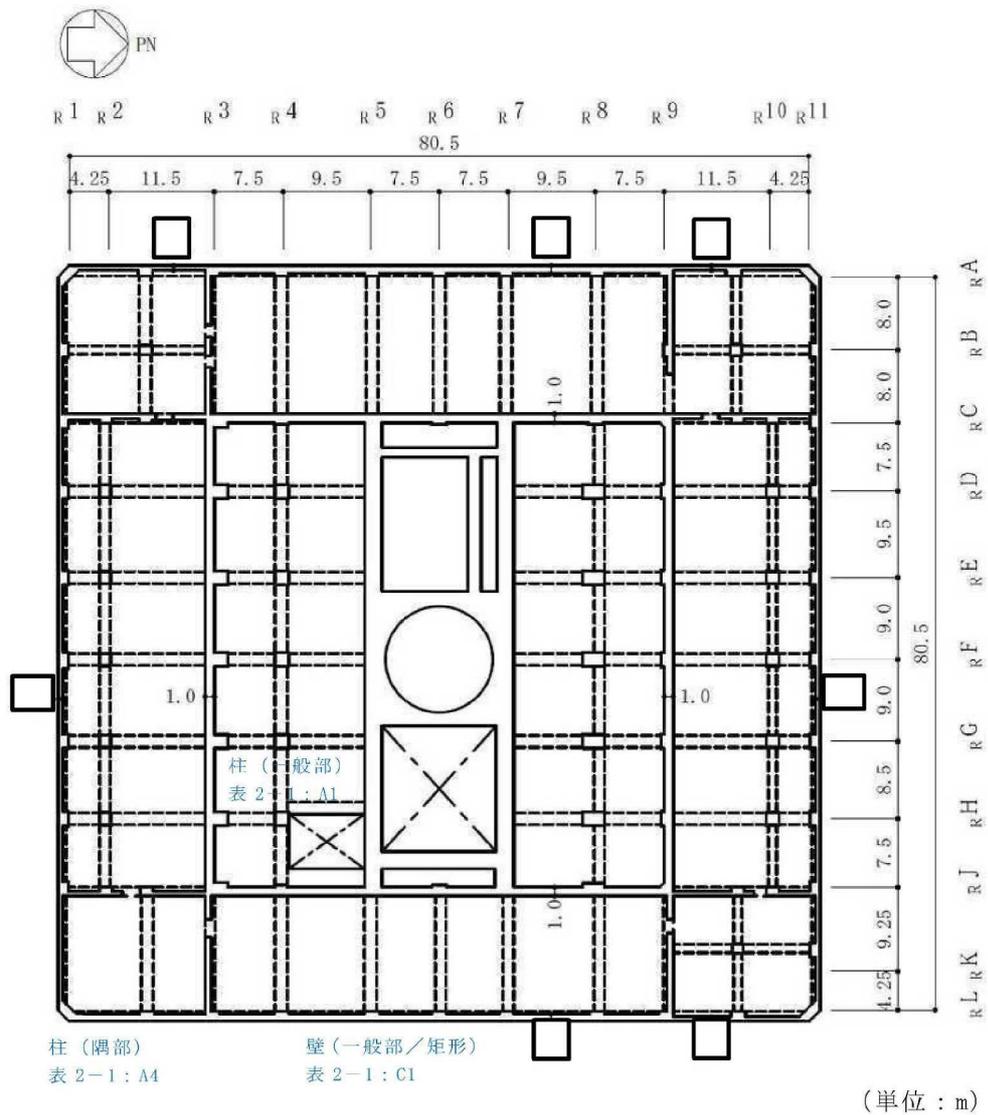


図 2-7 5号機原子炉建屋の概略平面図 (3F, T.M.S.L. 27.8m) (7/9)

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

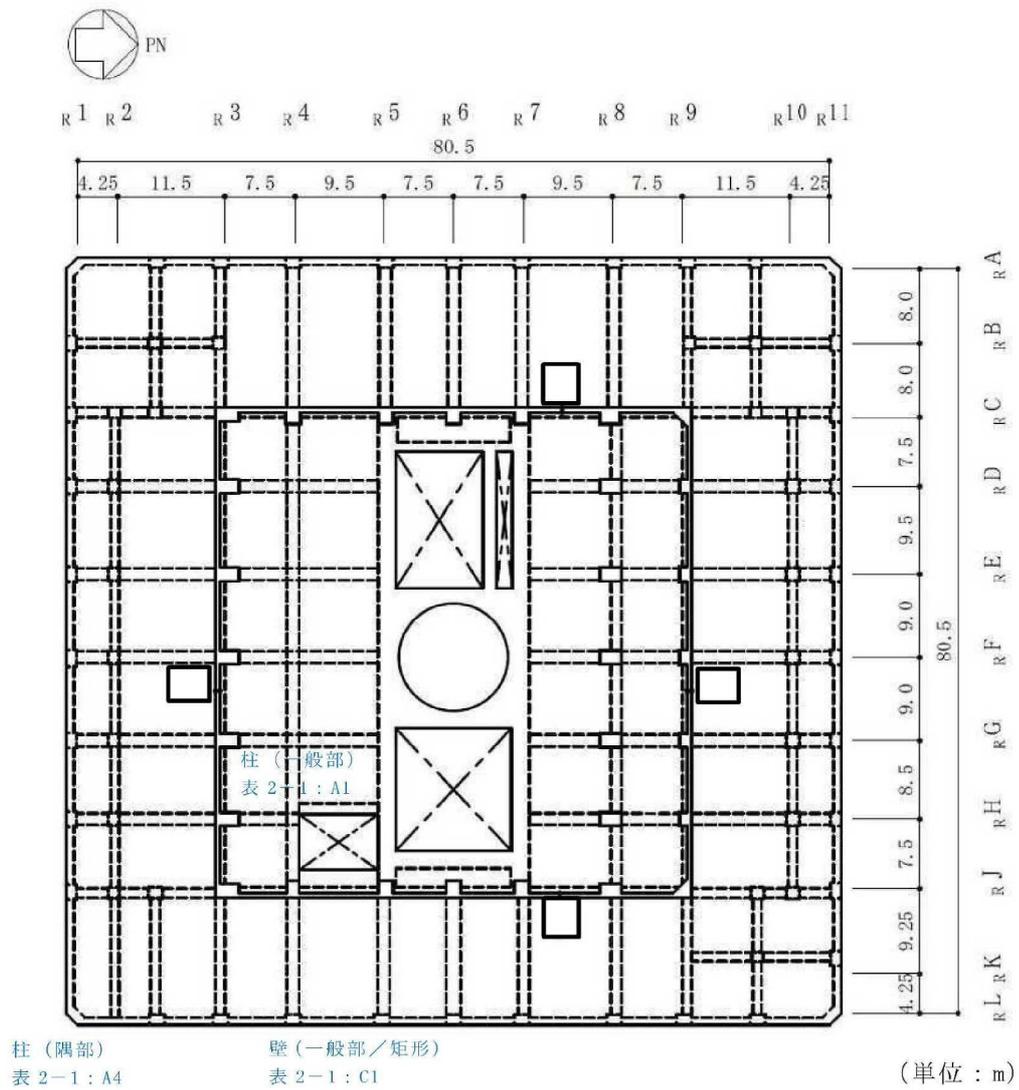


図 2-7 5号機原子炉建屋の概略平面図 (4F, T.M.S.L. 33.0m) (8/9)

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

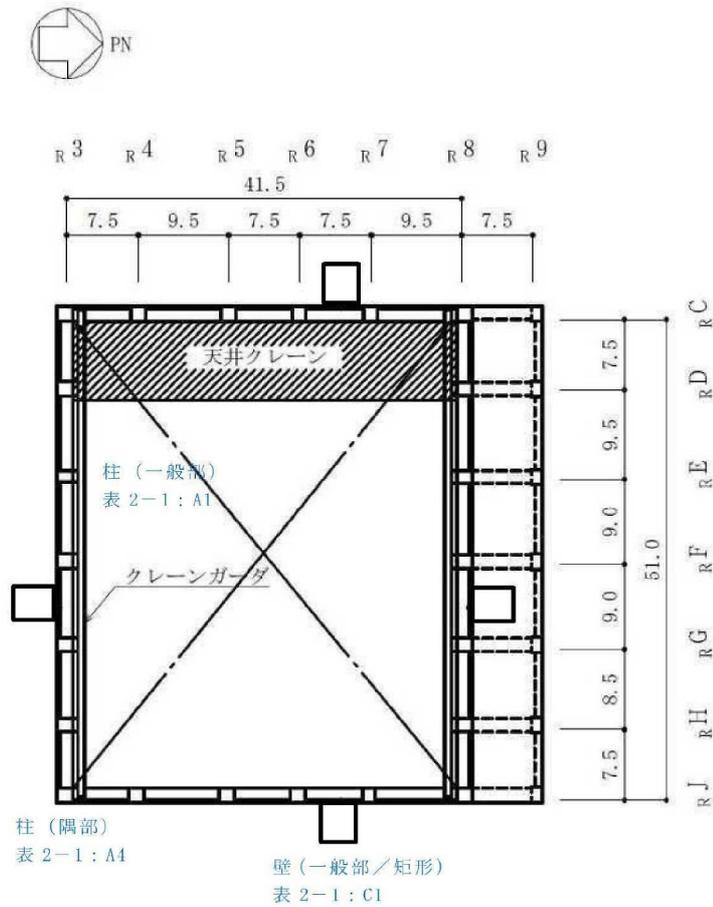
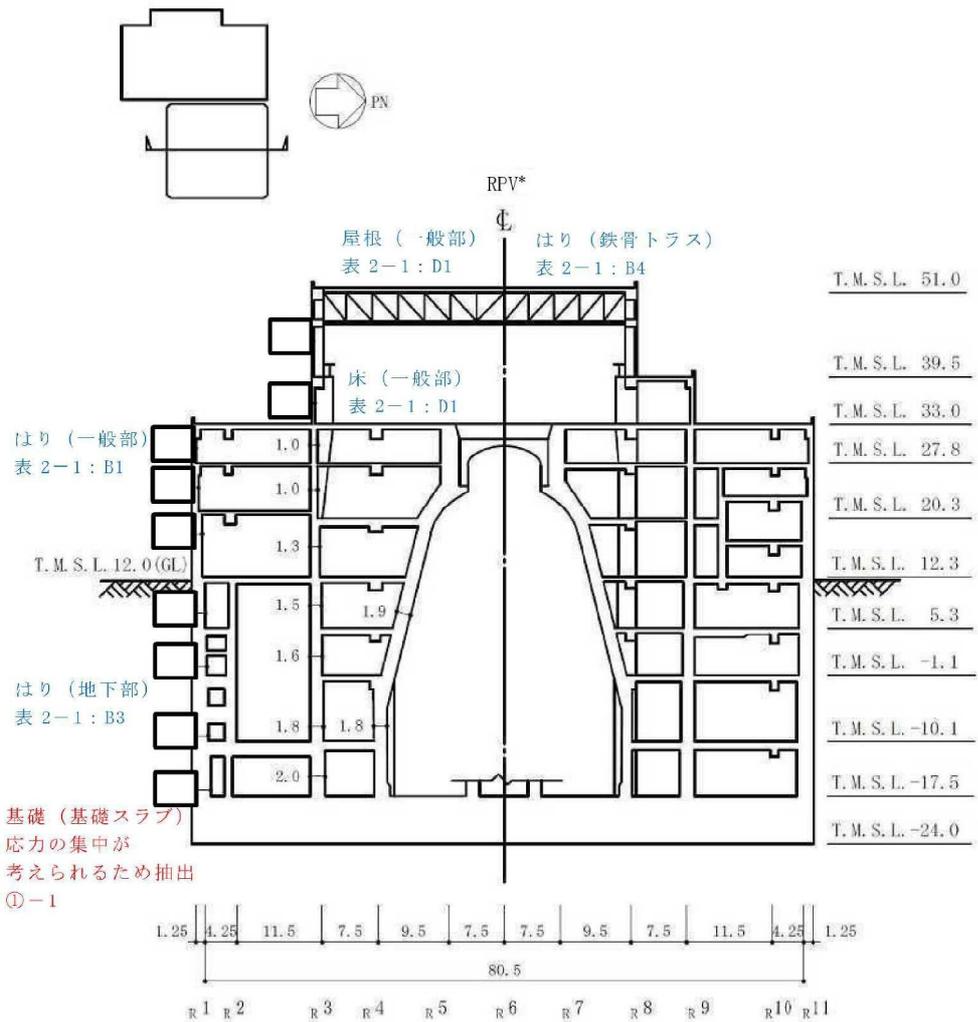


図 2-7 5号機原子炉建屋の概略平面図 (CRF, T.M.S.L. 39.5m) (9/9)

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位：m)

注記*：原子炉压力容器（以下「RPV」という。）

図 2-8 5号機原子炉建屋の概略断面図 (NS 方向) (1/2)

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

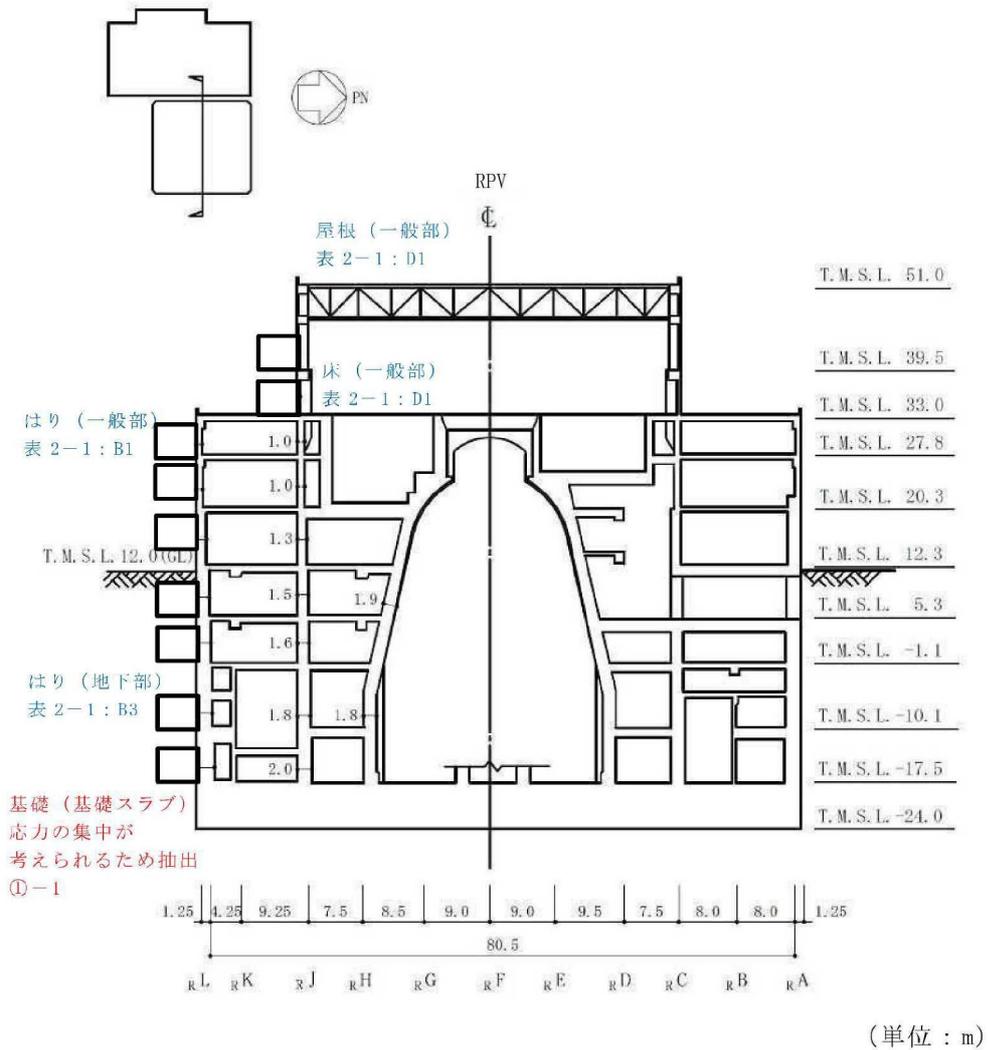


図 2-8 5号機原子炉建屋の概略断面図 (EW 方向) (2/2)

2.5 廃棄物処理建屋

廃棄物処理建屋の図面を図 2-9 及び図 2-10 に示す。

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

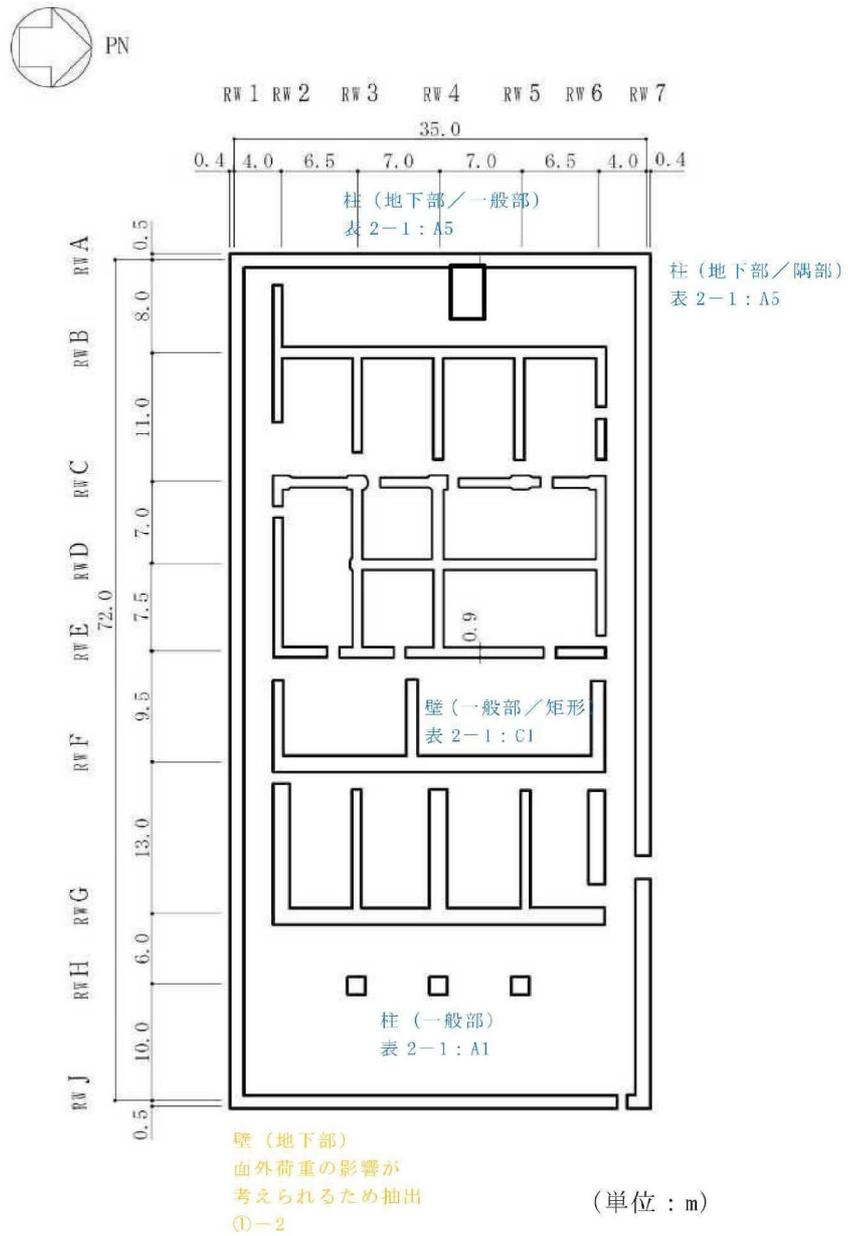


図 2-9 廃棄物処理建屋の概略平面図 (B3F, T.M.S.L. -6.1m) (1/7)

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

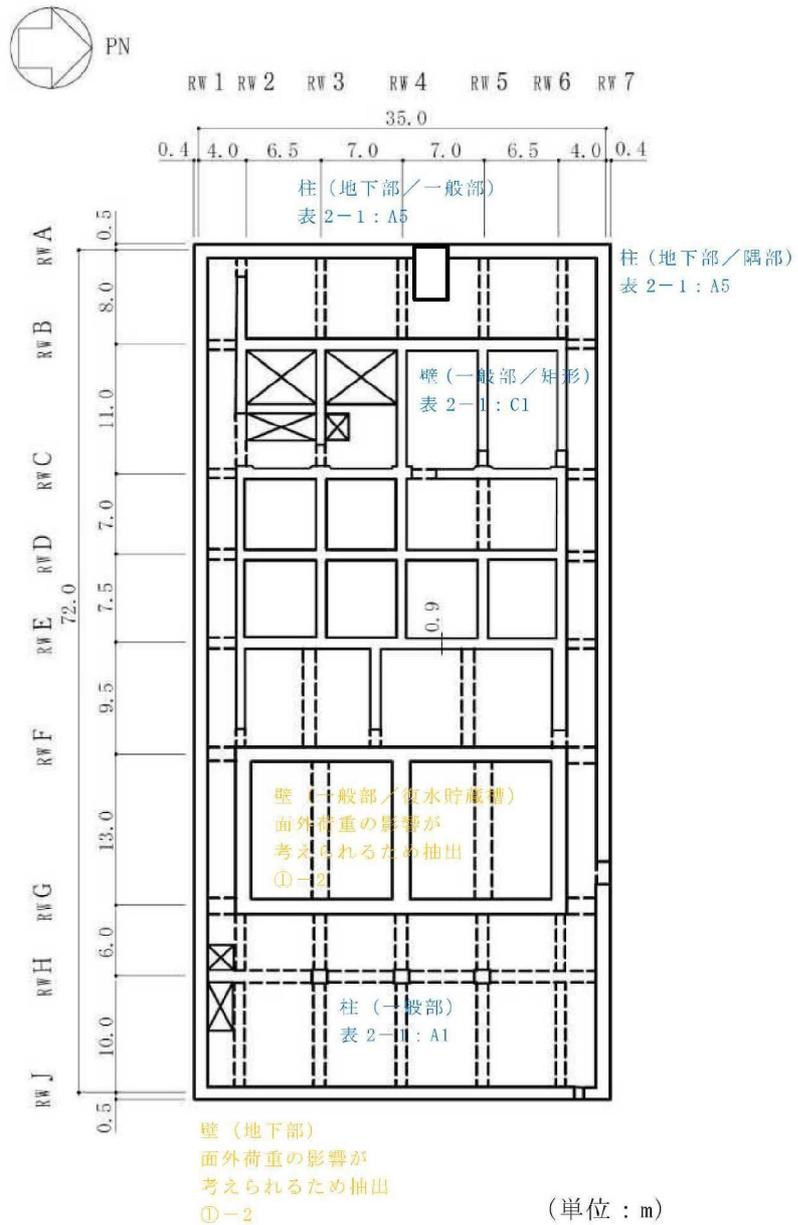


図 2-9 廃棄物処理建屋の概略平面図 (B2F, T.M.S.L. -1.1m) (2/7)

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

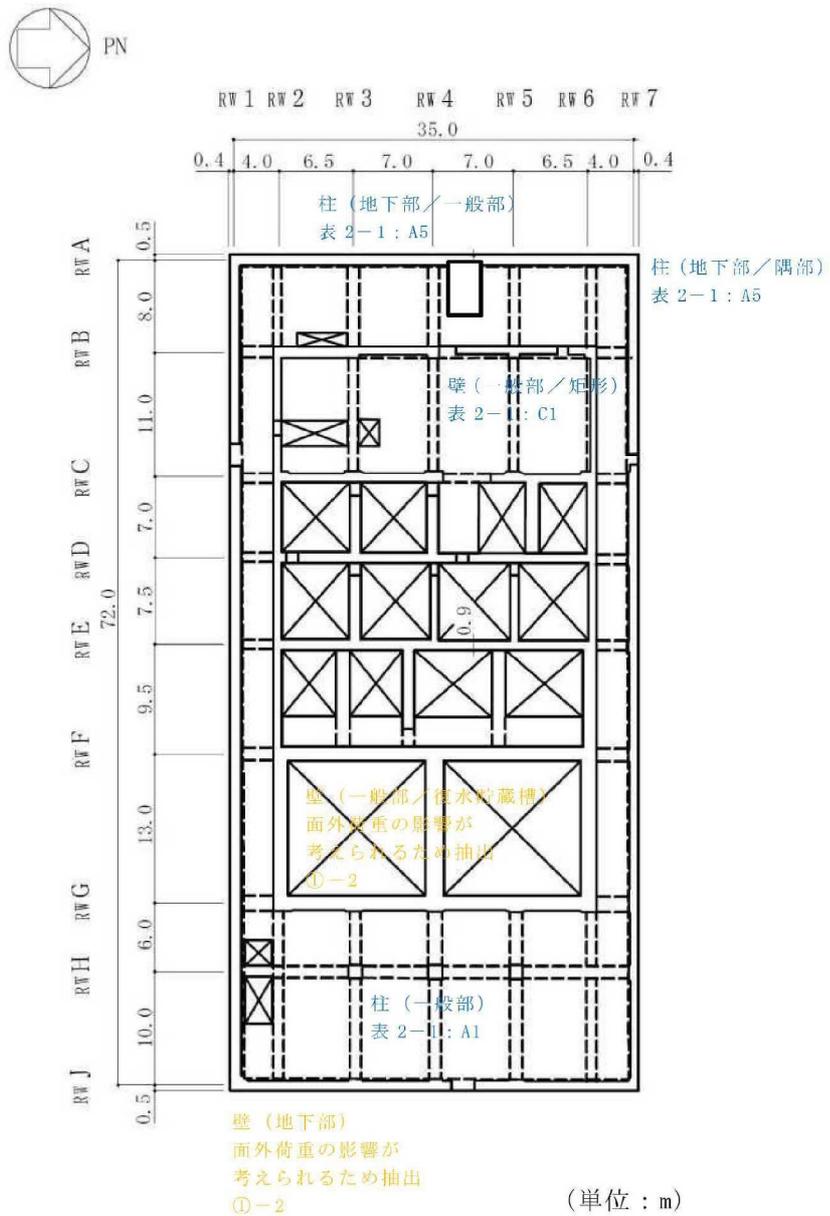


図 2-9 廃棄物処理建屋の概略平面図（B1F, T.M.S.L. 6.5m）（3/7）

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

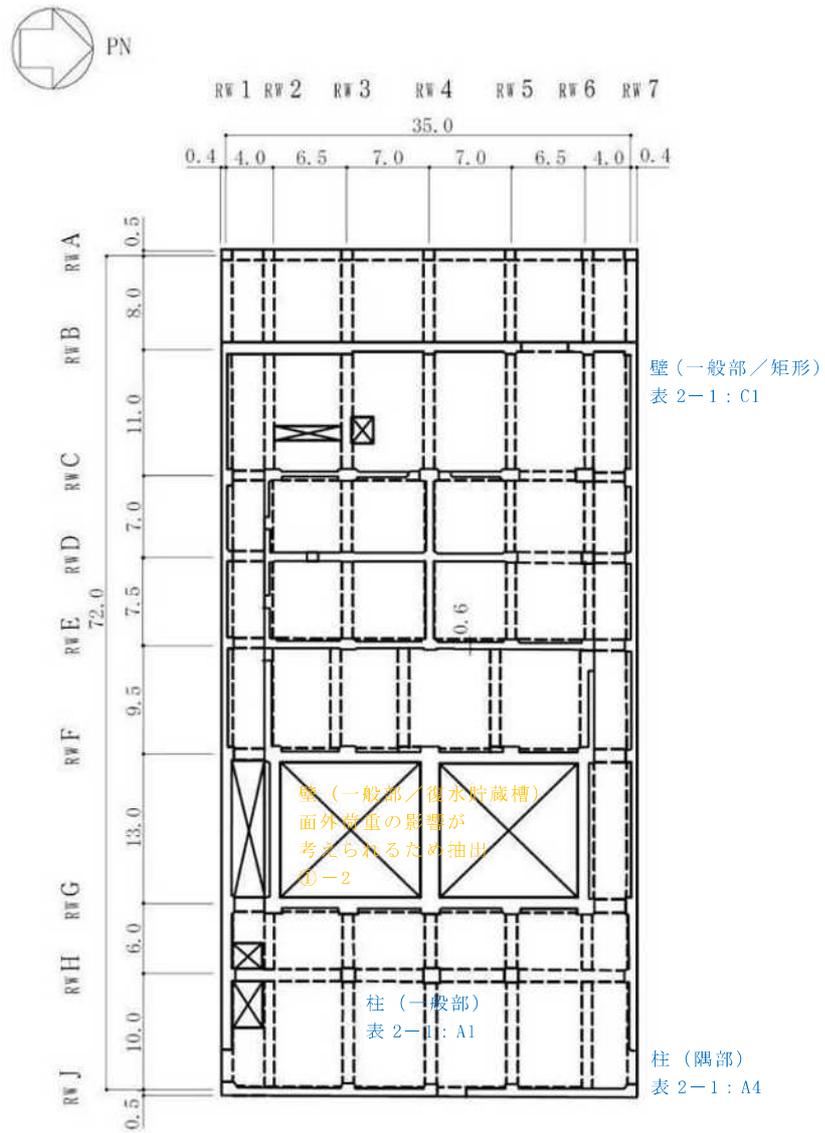
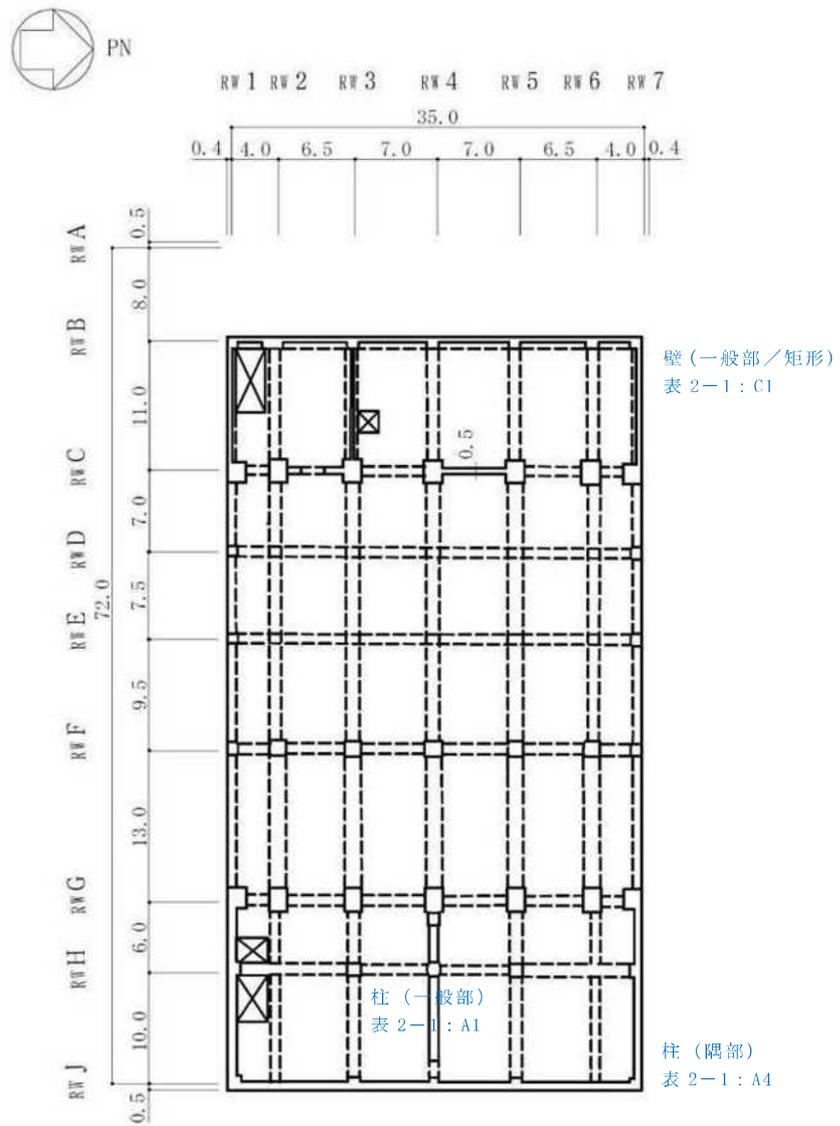


図 2-9 廃棄物処理建屋の概略平面図 (1F, T.M.S.L. 12.3m) (4/7)

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位 : m)

図 2-9 廃棄物処理建屋の概略平面図 (2F, T.M.S.L. 20.4m) (5/7)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

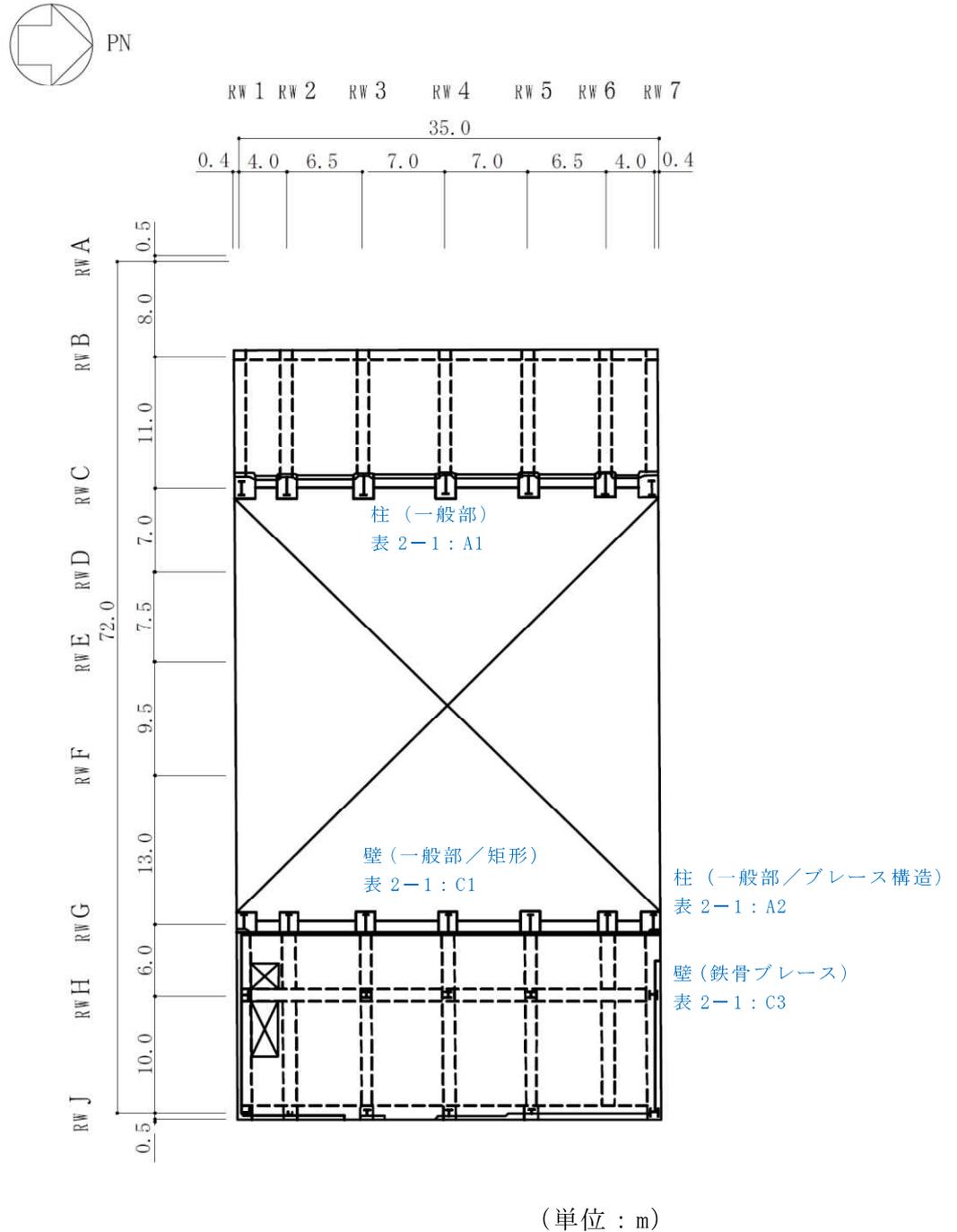
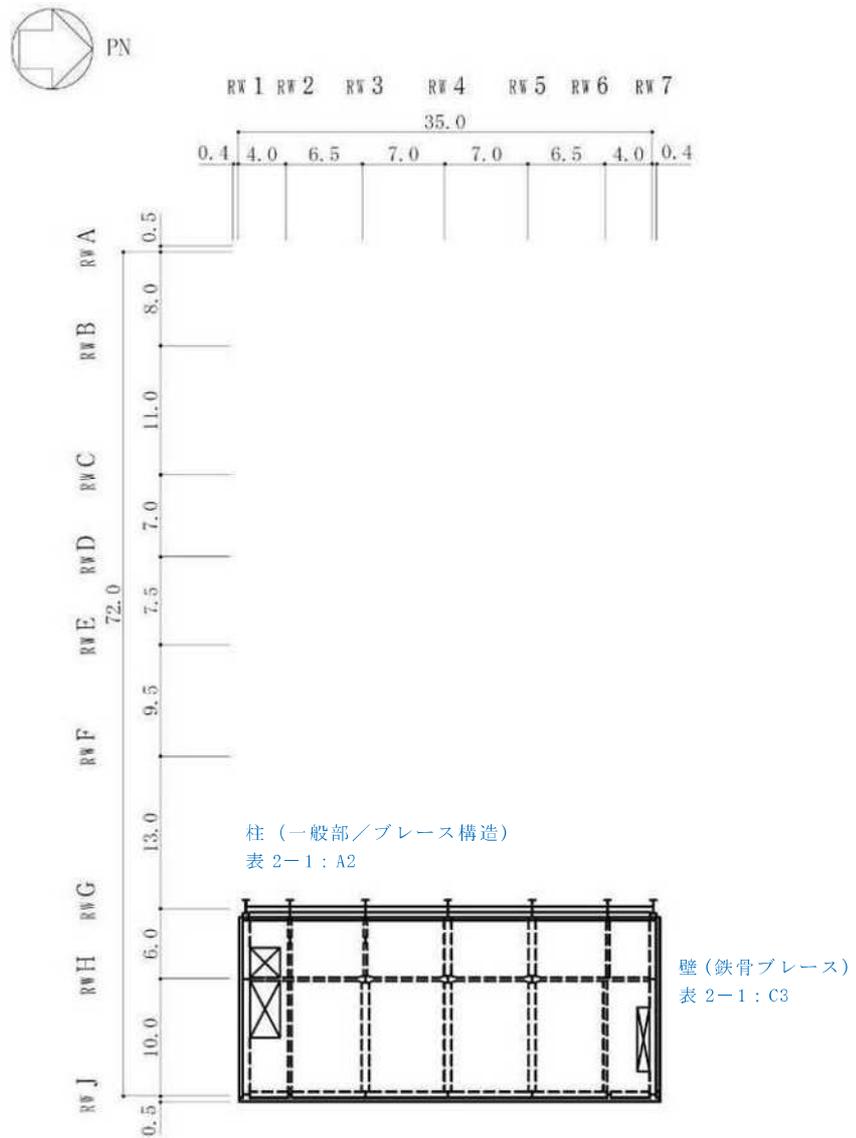


図 2-9 廃棄物処理建屋の概略平面図 (3F, T.M.S.L. 30.9m) (6/7)

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位：m)

図 2-9 廃棄物処理建屋の概略平面図 (4F, T.M.S.L. 36.7m) (7/7)

赤字：①-1で抽出された部位
 橙字：①-2で抽出された部位
 緑字：②-1で抽出された部位
 紫字：②-2で抽出された部位
 青字：抽出されなかった部位及びその理由

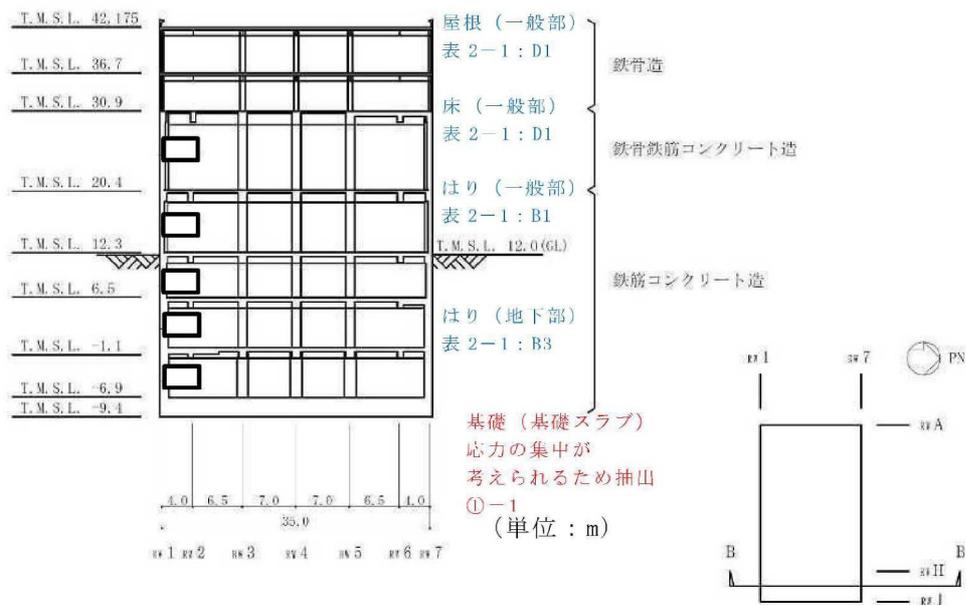


図 2-10 廃棄物処理建屋の概略断面図 (NS 方向) (1/2)

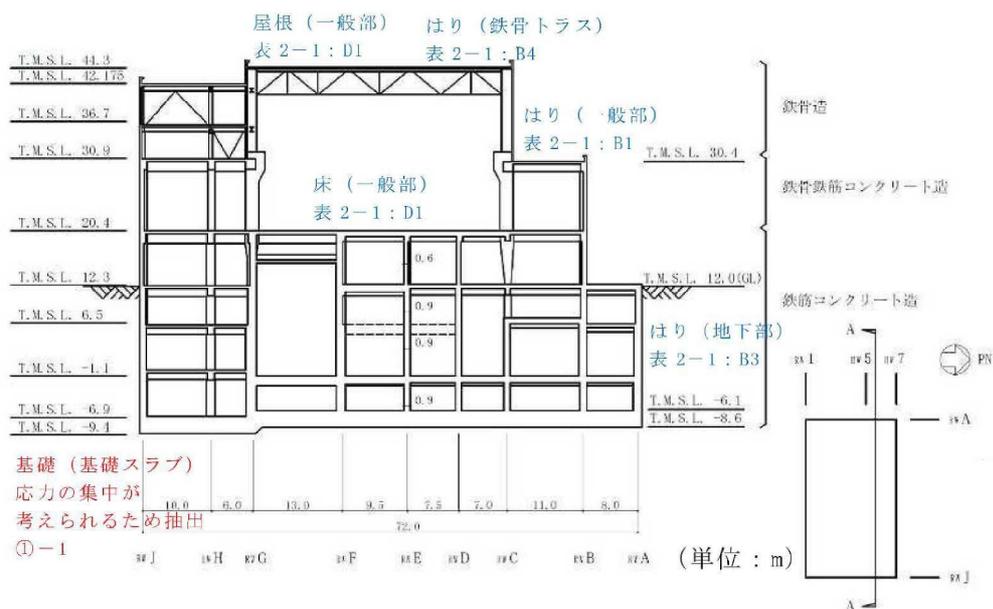


図 2-10 廃棄物処理建屋の概略断面図 (EW 方向) (2/2)

2.6 主排気筒

主排気筒の図面を図 2-11

赤字：①-1 で抽出された部位

橙字：①-2 で抽出された部位

緑字：②-1 で抽出された部位

紫字：②-2 で抽出された部位

青字：抽出されなかった部位及びその理由

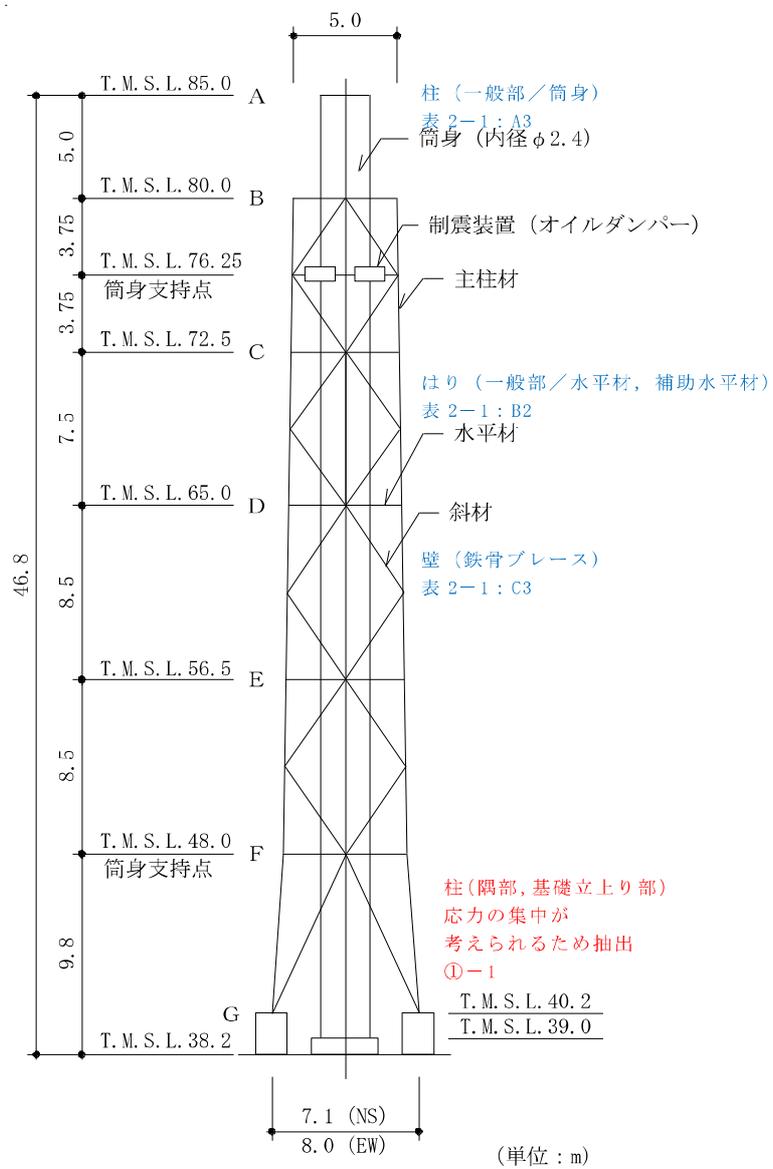


図 2-11 主排気筒の概要図

2.7 格納容器圧力逃がし装置基礎

格納容器圧力逃がし装置基礎の図面を図 2-12 及び図 2-13 に示す。

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

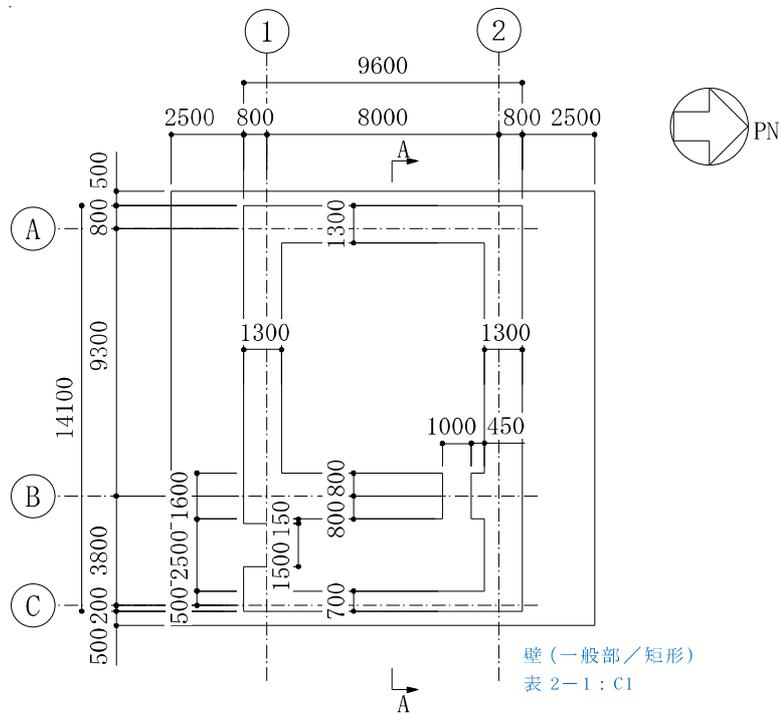


図 2-12 格納容器圧力逃がし装置基礎の概略平面図

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

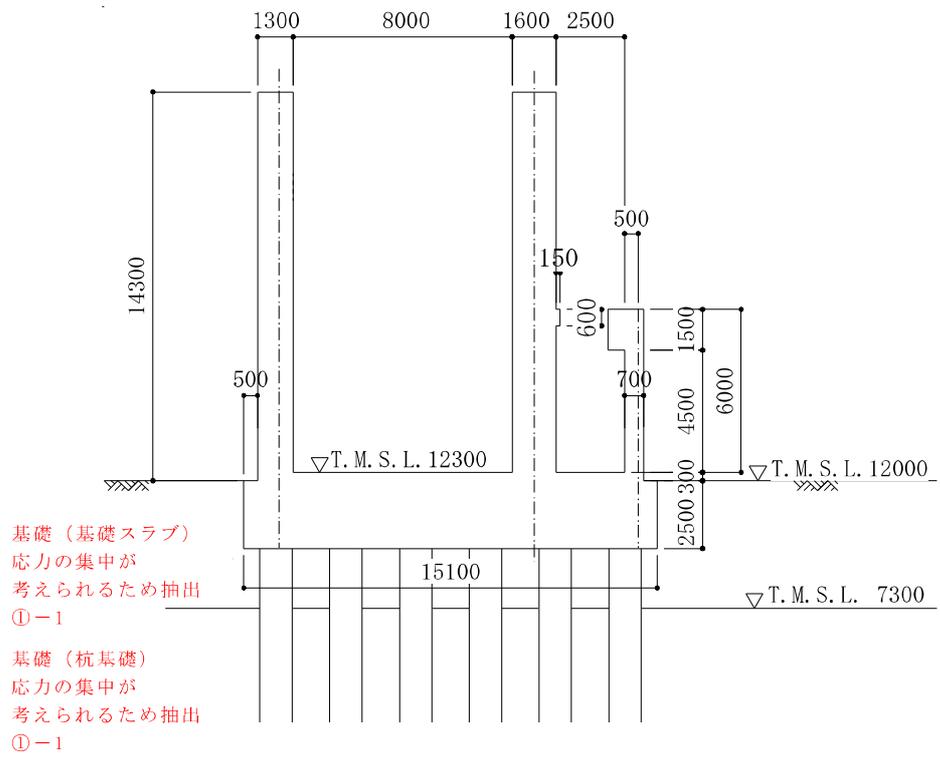


図 2-13 格納容器圧力逃がし装置基礎の概略断面図

2.8 サービス建屋

サービス建屋の図面を図 2-14 及び図 2-15 に示す。

赤字：①-1 で抽出された部位

橙字：①-2 で抽出された部位

緑字：②-1 で抽出された部位

紫字：②-2 で抽出された部位

青字：抽出されなかった部位及びその理由

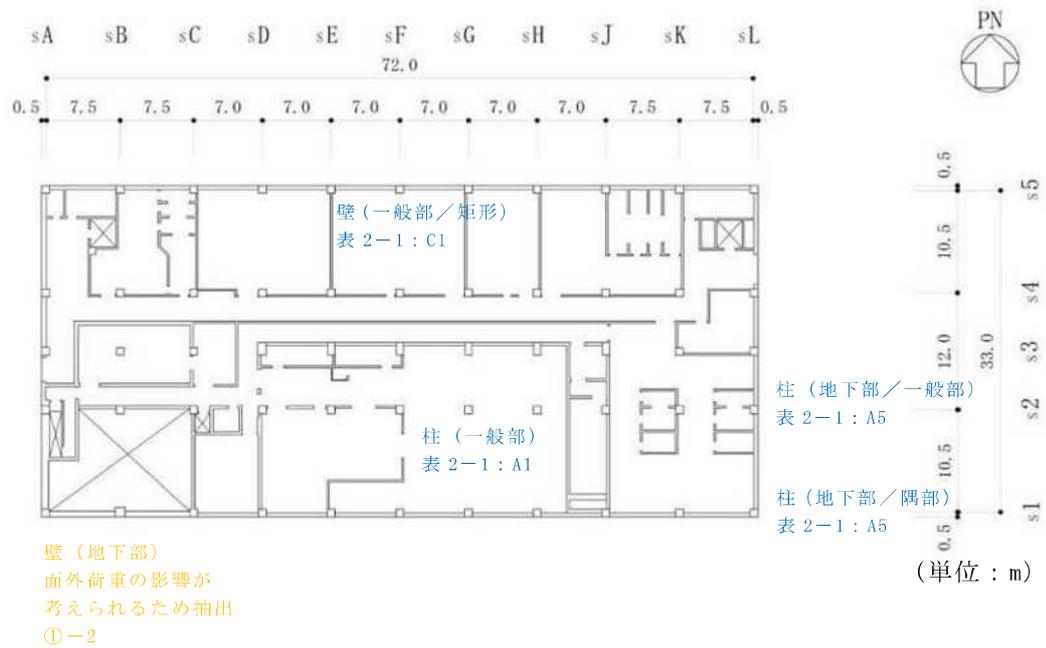


図 2-14 サービス建屋の概略平面図 (B1F, T.M.S.L. 6.5m) (1/4)

赤字：①-1で抽出された部位
 橙字：①-2で抽出された部位
 緑字：②-1で抽出された部位
 紫字：②-2で抽出された部位
 青字：抽出されなかった部位及びその理由

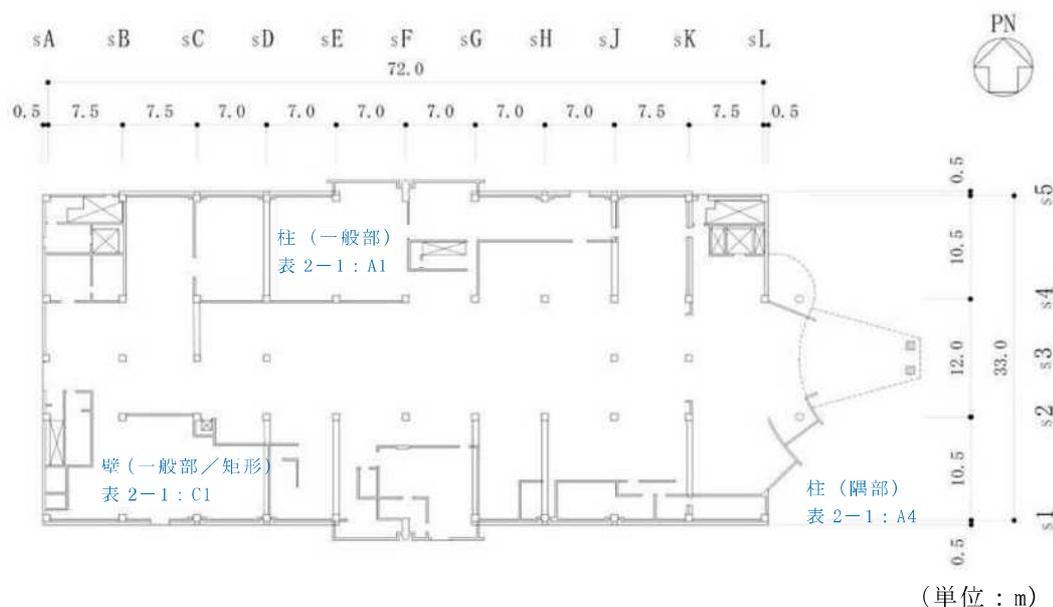


図 2-14 サービス建屋の概略平面図 (1F, T.M.S.L. 12.3m) (2/4)

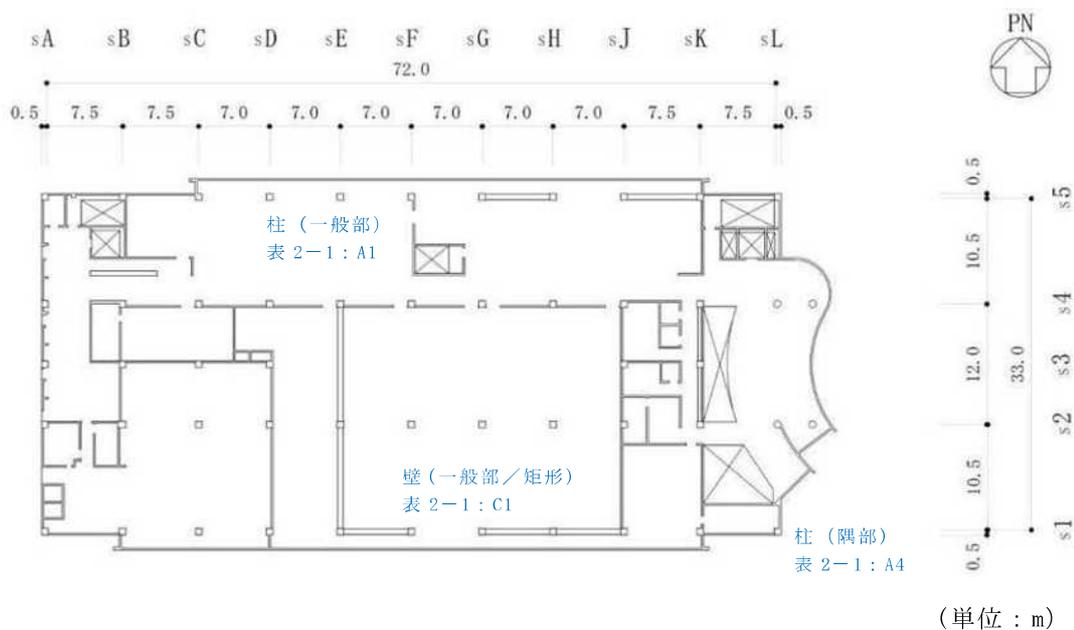


図 2-14 サービス建屋の概略平面図 (2F, T.M.S.L. 17.3m) (3/4)

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

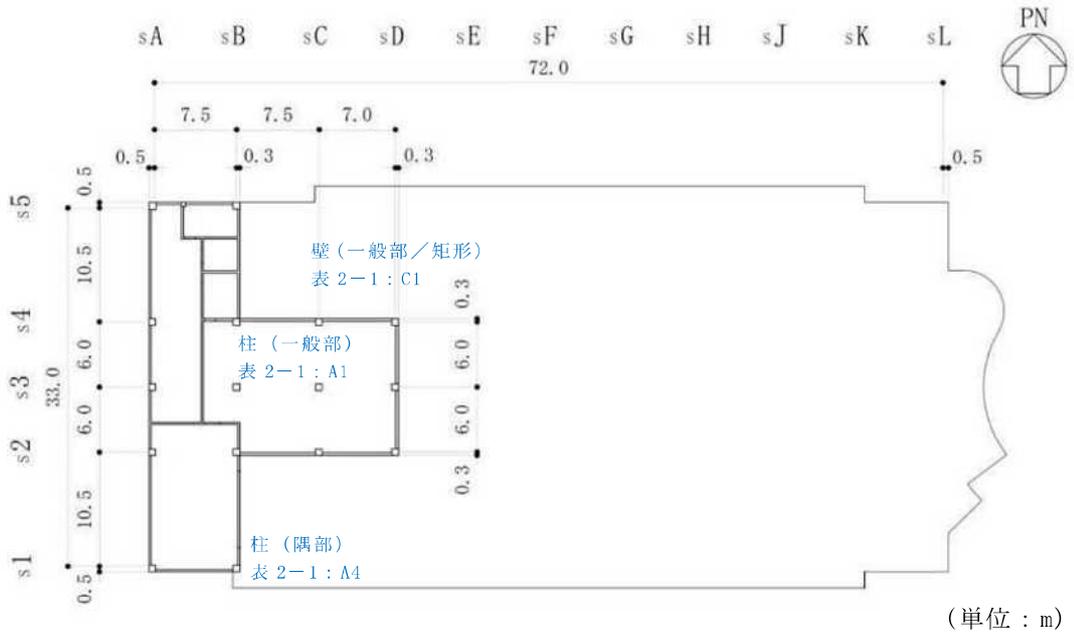


図 2-14 サービス建屋の概略平面図 (3F, T.M.S.L. 21.85m) (4/4)

赤字：①-1で抽出された部位
 橙字：①-2で抽出された部位
 緑字：②-1で抽出された部位
 紫字：②-2で抽出された部位
 青字：抽出されなかった部位及びその理由

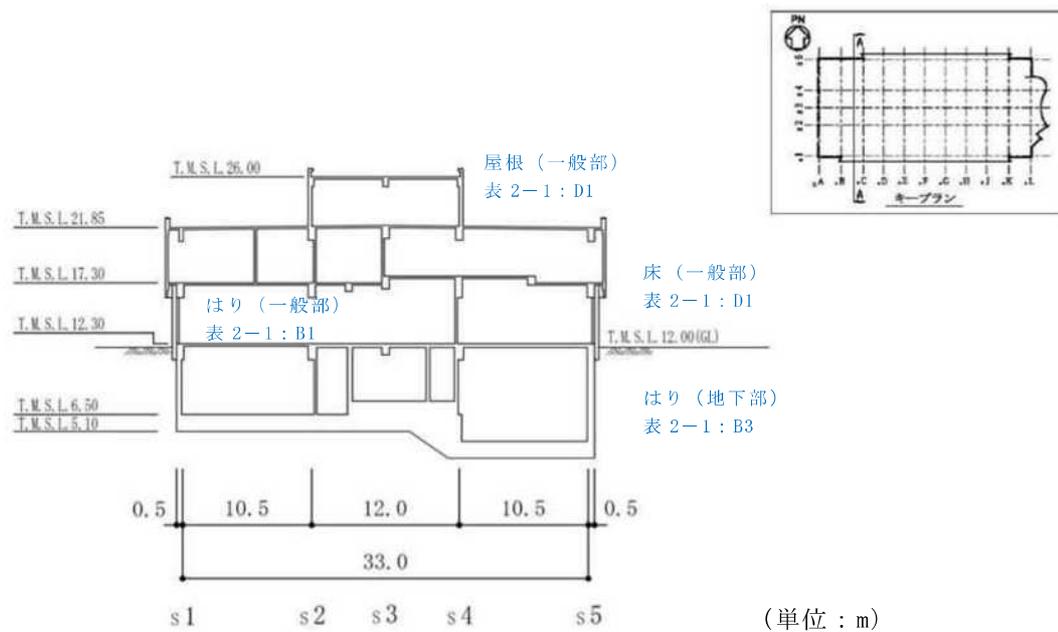


図 2-15 サービス建屋の概略断面図 (NS 方向) (1/2)

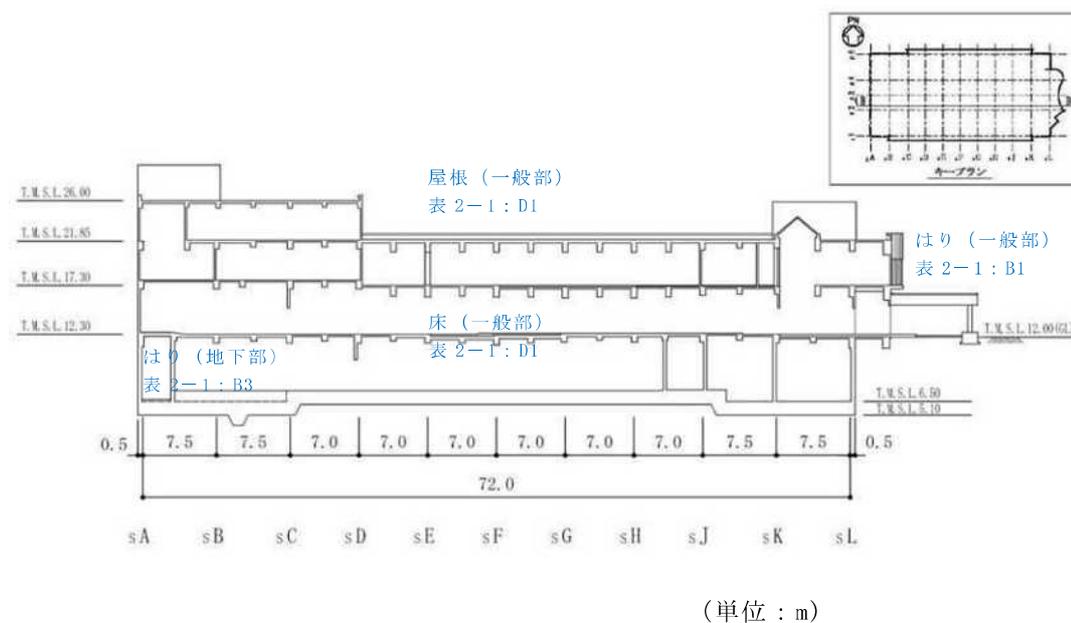


図 2-15 サービス建屋の概略断面図 (EW 方向) (2/2)

2.9 5号機タービン建屋

5号機タービン建屋の図面を図2-16及び図2-17に示す。

赤字：①-1で抽出された部位

橙字：①-2で抽出された部位

緑字：②-1で抽出された部位

紫字：②-2で抽出された部位

青字：抽出されなかった部位及びその理由

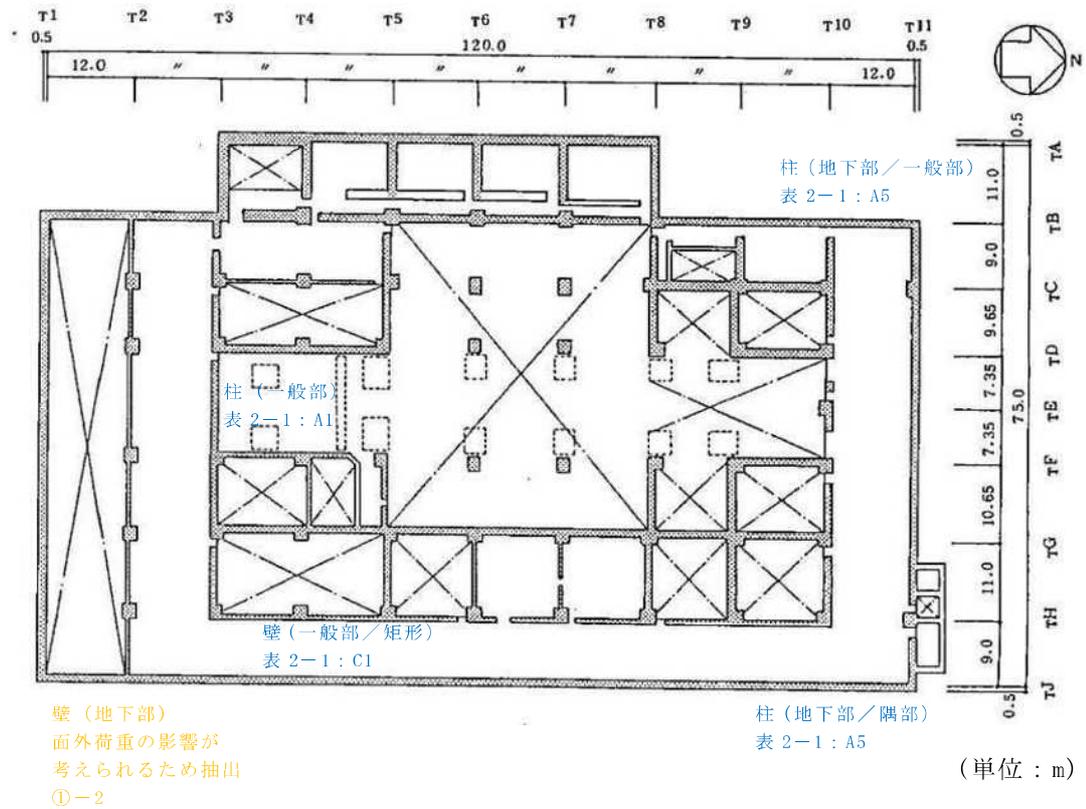


図2-16 5号機タービン建屋の概略平面図 (B2F, T.M.S.L.+0.5m) (1/5)

赤字：①-1で抽出された部位
 橙字：①-2で抽出された部位
 緑字：②-1で抽出された部位
 紫字：②-2で抽出された部位
 青字：抽出されなかった部位及びその理由

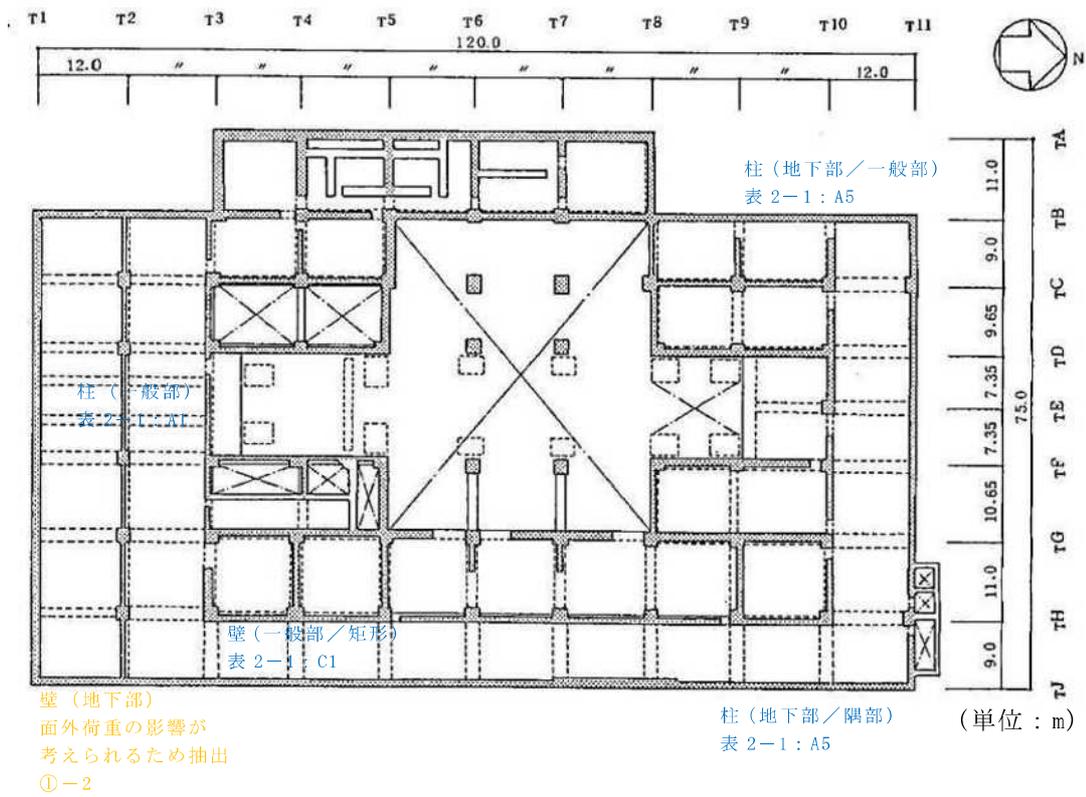


図 2-16 5号機タービン建屋の概略平面図 (B1F, T.M.S.L.+4.9m) (2/5)

赤字：①-1で抽出された部位
 橙字：①-2で抽出された部位
 緑字：②-1で抽出された部位
 紫字：②-2で抽出された部位
 青字：抽出されなかった部位及びその理由

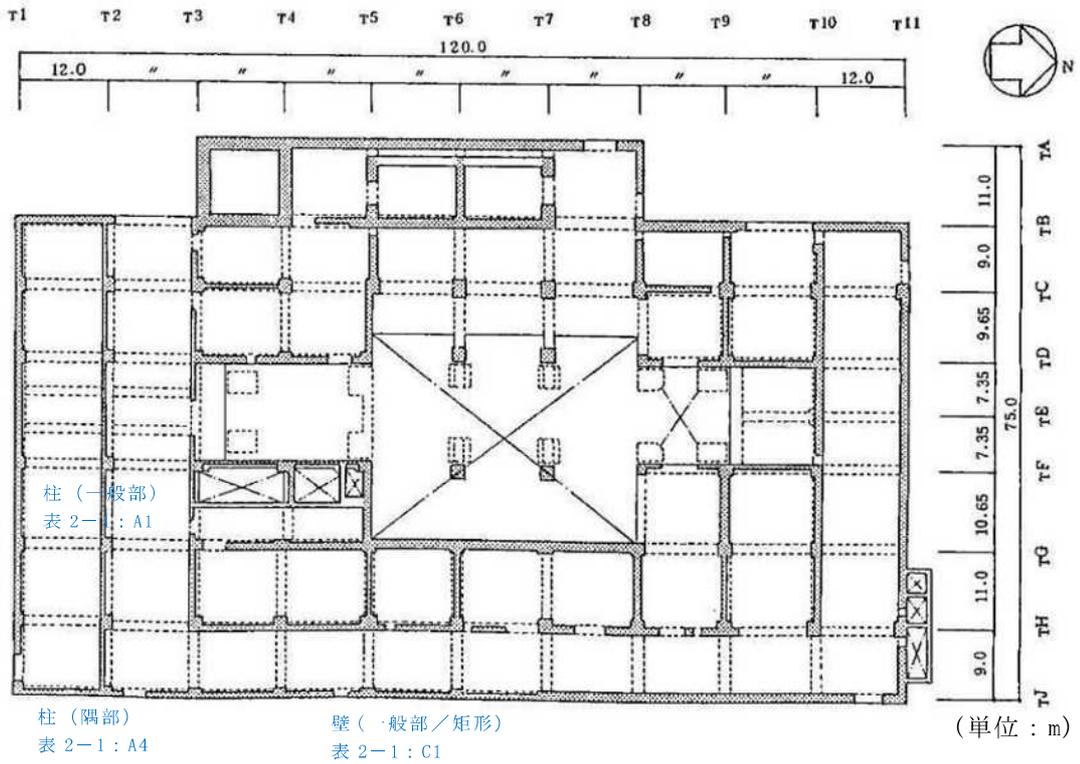


図 2-16 5号機タービン建屋の概略平面図 (1F, T.M.S.L.+12.3m) (3/5)

赤字：①-1で抽出された部位
 橙字：①-2で抽出された部位
 緑字：②-1で抽出された部位
 紫字：②-2で抽出された部位
 青字：抽出されなかった部位及びその理由

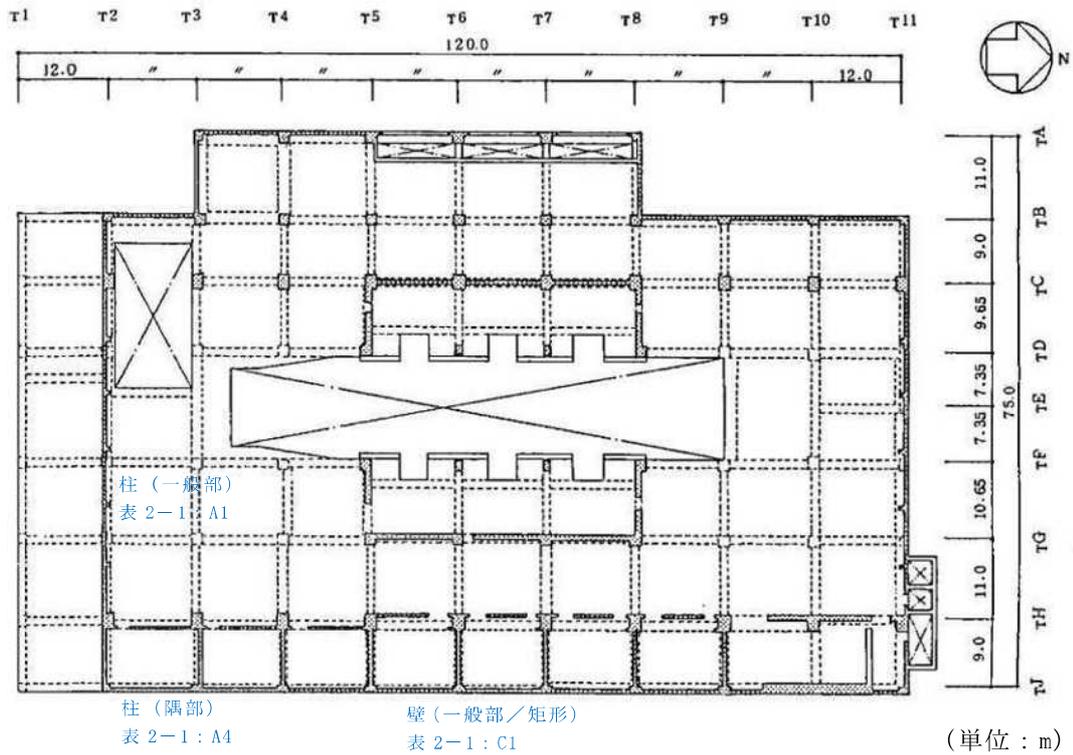


図 2-16 5号機タービン建屋の概略平面図 (2F, T. M. S. L. +22.1m) (4/5)

赤字：①-1で抽出された部位
 橙字：①-2で抽出された部位
 緑字：②-1で抽出された部位
 紫字：②-2で抽出された部位
 青字：抽出されなかった部位及びその理由

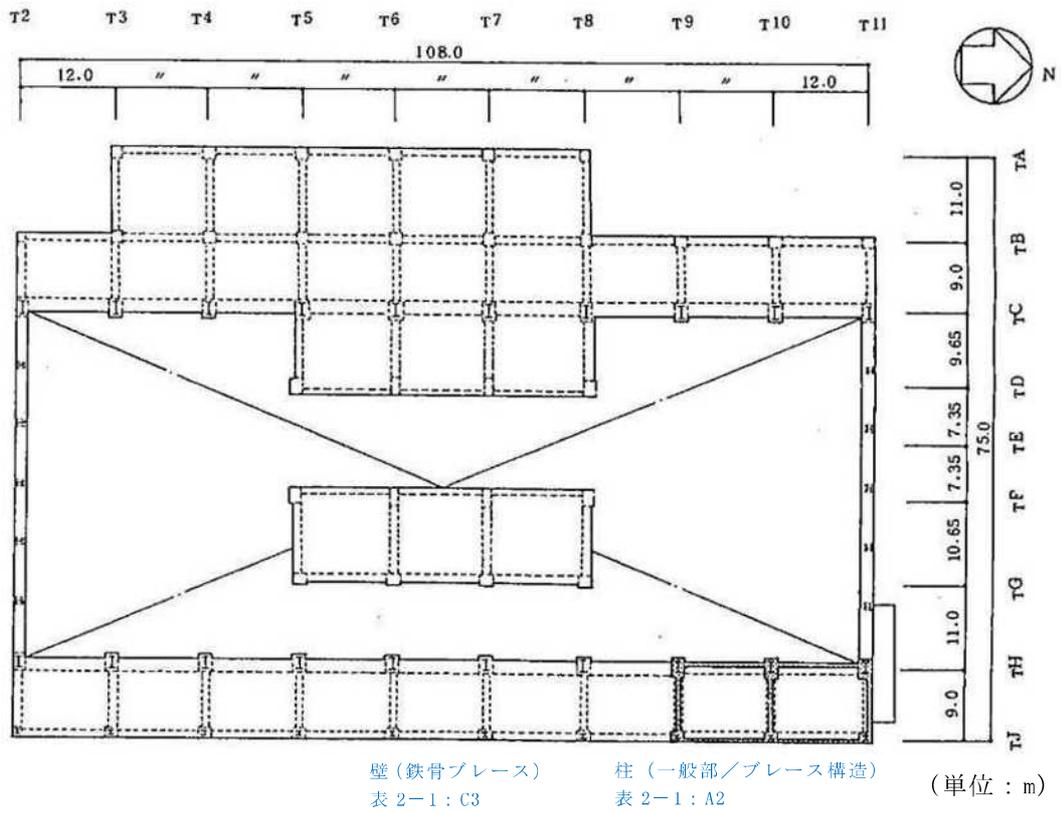


図 2-16 5号機タービン建屋の概略平面図 (3F, T.M.S.L.+31.6m) (5/5)

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

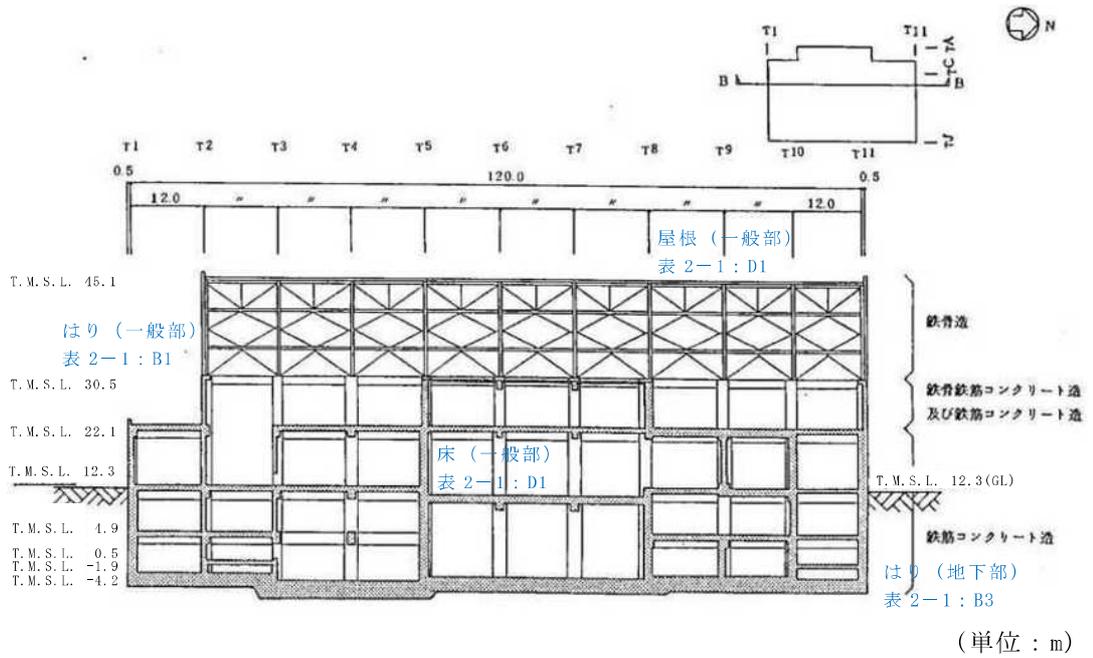


図 2-17 5号機タービン建屋の概略断面図 (NS 方向) (1/2)

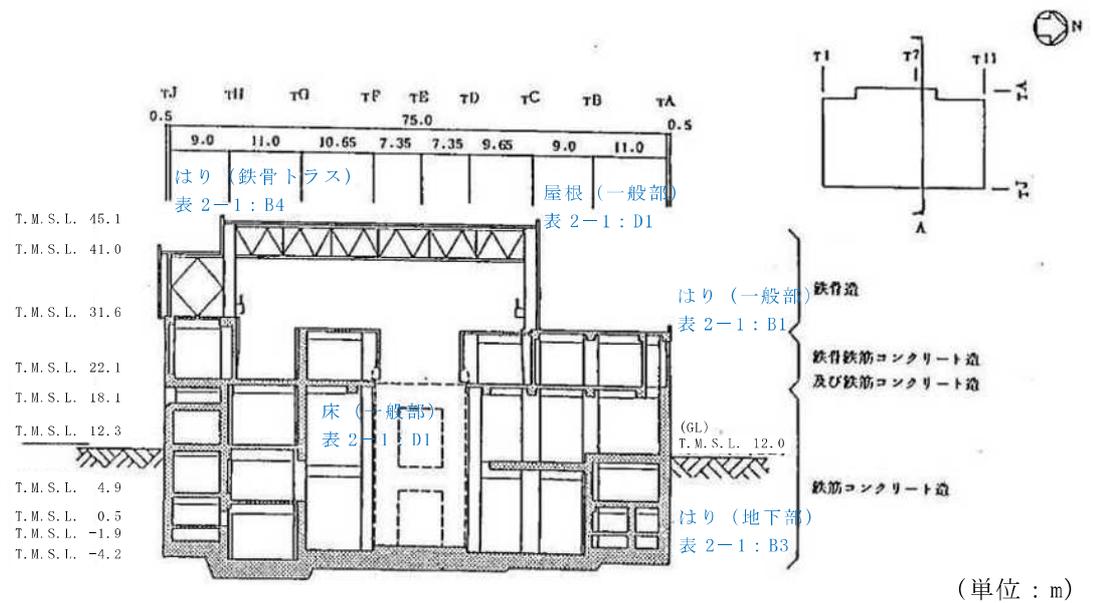


図 2-17 5号機タービン建屋の概略断面図 (EW 方向) (2/2)

表 2-1 評価部位から除外する基本的な考え方 (1/2)

記号	部位		①-1 応力集中	①-2 面外荷重	②-1 面外慣性力	②-2 揺じれ	除外する部位
A1	柱	一般部 (RC部)	・中柱は応力が集中することなく該当しない	・面外荷重が作用する地下部ではない。	・壁付き柱は地震力のほとんどを耐震壁が負担しており該当しない。 ・独立柱自身の慣性力により影響が生じるような階高を有する柱はないため、該当しない。	・釣り合いよく耐震壁が配置された構造計画を行っており、該当しない。	原子炉建屋 コントロール建屋 タービン建屋 緊急時対策所 廃棄物処理建屋 サービス建屋 5号機タービン建屋
A2		一般部 (S部) ブレース構造	・中柱は応力が集中することなく該当しない	・面外荷重が作用する地下部ではない。	・地震力のほとんどをブレースが負担しており、該当しない。	・釣り合いよく耐震壁が配置された構造計画を行っており、該当しない。	タービン建屋 廃棄物処理建屋 5号機タービン建屋
A3		一般部 筒身	・筒身は鉄塔の中央で支持されており、応力が集中することなく該当しない。	・面外荷重が作用する地下部ではない。	・地震力のほとんどを鉄塔が負担しており、該当しない。	・釣り合いよく鉄塔に支持される構造計画を行っており、該当しない。	主排気筒
A4		隅部	・耐震壁付きの柱は、応力集中が懸念される軸力が耐震壁に分散されることで影響が小さいと考えられるため、該当しない。	・面外荷重が作用する地下部ではない。	・地震力のほとんどを耐震壁が負担しており、該当しない。	・釣り合いよく耐震壁が配置された構造計画を行っており、該当しない。	原子炉建屋 コントロール建屋 緊急時対策所 サービス建屋
A5		地下部 (一般部、隅部)	・中柱は応力が集中することなく該当しない ・耐震壁付きの隅柱は、応力集中が懸念される軸力が耐震壁に分散されることで影響が小さいと考えられるため、該当しない。	・地下外周部が考えられるが、外周部柱は全てはり等に接続しており、土圧はそのままはりに伝達されるため、該当しない。	・地震力のほとんどを耐震壁が負担しており、該当しない。	・釣り合いよく耐震壁が配置された構造計画を行っており、該当しない。	原子炉建屋 コントロール建屋 タービン建屋 緊急時対策所 廃棄物処理建屋 サービス建屋 5号機タービン建屋
B1	はり	一般部	・地震力の負担について方向性を持っており、該当しない。	・面外荷重が作用する地下部ではない。	・剛性の高い床や耐震壁が付帯するため、面外方向の変形を抑制することから該当しない。	・剛性の大きい床が付帯しているため該当部位は存在しない。	原子炉建屋 コントロール建屋 タービン建屋 緊急時対策所 廃棄物処理建屋 サービス建屋 5号機タービン建屋
B2		一般部 (S部：水平材、補助水平材)	・地震力の負担について方向性を持っており、該当しない。	・面外荷重が作用する地下部ではない。	・軽量のトラス部材で構成されており、該当しない。	・釣り合いよく水平材、補助水平材が配置された構造計画を行っており、該当しない。	主排気筒
B3		地下部	・地震力の負担について方向性を持っており、該当しない。	・地下外周部が考えられるが、吹抜けがないことから、外周部はりは全て剛性が高いスラブに接続しており、土圧はそのままスラブに伝達されるため、該当しない。	・剛性の高い床や耐震壁が付帯するため、面外方向の変形を抑制することから該当しない。	・剛性の大きい床が付帯しているため該当部位は存在しない。	原子炉建屋 コントロール建屋 タービン建屋 緊急時対策所 廃棄物処理建屋 サービス建屋 5号機タービン建屋
B4		鉄骨トラス	・地震力の負担について方向性を持っており、該当しない。	・面外荷重が作用する地下部ではない。	・上弦材を屋根床に、下弦材を振れ止めにより拘束されており、面外方向への変形を抑制しているため、該当しない。	・剛性の大きい床が付帯しているため該当部位は存在しない。	原子炉建屋 タービン建屋 緊急時対策所 廃棄物処理建屋 5号機タービン建屋

表 2-1 評価部位から除外する基本的な考え方 (2/2)

記号	部位		①-1 応力集中	①-2 面外荷重	②-1 面外慣性力	②-2 振じれ	除外する部位
C1	壁	一般部 (矩形)	・地震力の負担について方向性を持っており、該当しない。	・面外荷重が作用する地下部ではない。	・水平及び鉛直方向に大スパンの壁がないため該当しない。	・釣り合いよく耐震壁が配置された構造計画を行っており、該当しない。	コントロール建屋 廃棄物処理建屋 格納容器圧力逃がし装置基礎 サービス建屋 5号機タービン建屋
C2		一般部 (円形)	・建屋の中心付近に位置し、その外側にあるボックス型の壁とスラブで一体化されている壁は、応力集中が懸念される軸力がスラブ等に分散されることで影響が小さいと考えられるため、該当しない。	・面外荷重が作用する地下部ではない。	・水平及び鉛直方向に大スパンの壁がないため該当しない。	・釣り合いよく耐震壁が配置された構造計画を行っており、該当しない。	原子炉建屋
C3		鉄骨ブレース	・地震力の負担について方向性を持っており、該当しない。	・面外荷重が作用する地下部ではない。	・軽量の鉄骨トラス部材で構成されており該当しない。	・釣り合いよく斜材、補助斜材が配置された構造計画を行っており、該当しない。	主排気筒
D1	床 屋根	一般部	・地震力の負担について方向性を持っており、該当しない。	・積載荷重等従来から面外荷重を考慮しており、今回の抽出プロセスで該当しない。	・大スパンの床及び屋根がないため、該当しない。	・釣り合いよく耐震壁が配置された構造計画を行っており、該当しない。	原子炉建屋 コントロール建屋 タービン建屋 緊急時対策所 廃棄物処理建屋 サービス建屋 5号機タービン建屋

3. 代表部位の選定プロセス

(1) 柱－隅部

応力集中が考えられる隅柱を有する主排気筒について評価する。

(2) 基礎

応力集中が考えられる矩形基礎の規模を表 3-1 に示す。

建物規模が比較的大きく、重要な設備を多く内包している等の留意すべき特徴を有している原子炉建屋の基礎を代表として評価する。

表 3-1 矩形基礎の規模等

項目	部位	対象*	平面形状 (m)	
①-1	基礎	原子炉建屋	56.6	59.6
		コントロール建屋	42.0	59.0
		タービン建屋	97.0	82.0
		緊急時対策所	83.0	83.0
		廃棄物処理建屋	35.8	73.0
		格納容器圧力逃がし装置基礎	14.6	15.1

注記*：下線部は代表を示す。

(3) 壁（面外荷重）

面外荷重の影響が考えられる部位について、面外荷重が作用する壁の高さ及び床等の拘束有無を表 3-2 に示す。

施設の重要性、建屋規模及び構造特性を考慮し、上部に床等の拘束がなく、面外荷重（水圧）が作用する使用済燃料貯蔵プールの壁を評価する。

表 3-2 壁の規模等

項目	部位	対象*	高さ (m)	床等の 拘束有無
①-2	壁	<u>原子炉建屋（使用済燃料貯蔵プール）</u>	14.12	無
		原子炉建屋（壁地下部）	7.5	有
		コントロール建屋（壁地下部）	9.2	有
		タービン建屋（壁地下部）	7.4	有
		緊急時対策所（壁地下部）	9.0	有
		廃棄物処理建屋（復水貯蔵槽）	17.2	無
		廃棄物処理建屋（壁地下部）	7.6	有
		サービス建屋（壁地下部）	5.8	有
		5号機タービン建屋（壁地下部）	6.8	有

注記*：下線部は代表を示す。

別紙 2 3次元 FEM モデルを用いた精査

目 次

1. 3次元 FEM モデルを用いた精査の概要	別紙 2-1
2. 原子炉建屋の壁の面外慣性力による影響検討	別紙 2-3
2.1 検討の概要	別紙 2-3
2.2 検討方針	別紙 2-8
2.3 解析モデル	別紙 2-10
2.4 地震応答解析の概要	別紙 2-14
2.5 地震応答解析結果	別紙 2-20
2.6 面外慣性力に対する壁の断面算定	別紙 2-31
2.6.1 解析モデル及び荷重条件	別紙 2-31
2.6.2 応答補正比率の算出	別紙 2-33
2.6.3 断面の評価部位の選定	別紙 2-34
2.6.4 断面算定方法	別紙 2-36
2.6.5 断面算定結果	別紙 2-37
2.7 検討のまとめ	別紙 2-39
3. 局所応答による影響検討	別紙 2-40
4. 3次元 FEM モデルを用いた精査のまとめ	別紙 2-41

1. 3次元 FEM モデルを用いた精査の概要

3次元的な応答特性が想定される部位として、V-2-12「水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」において、応答特性②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」、応答特性②-2「加振方向以外の方向に励起される振動」という特性より、3次元的な応答特性が想定される部位として抽出した部位について、3次元 FEM モデルによる精査を行うこととした。

本資料では、精査の概要及び精査の結果を以降に示す。

3次元 FEM モデルによる精査に用いる地震動を表 1-1 に示す。

表 1-1 評価に用いる地震動

対象		評価に用いる地震動	評価に用いる理由	
耐震評価部位	建物・構築物			
壁	一般部	原子炉建屋 (燃料取替床レベル)	基準地震動 Ss-1*, Ss-2*	全周期帯の応答が大きく、建屋への影響も大きい基準地震動 Ss-1 及び断層モデルを用いた手法による地震動として NS 方向、EW 方向及び鉛直方向の方向性を持つ基準地震動 Ss-2 を用いる。
耐震評価部位 全般		原子炉建屋	基準地震動 Ss-1*, Ss-2*	全周期帯の応答が大きく、建屋への影響も大きい基準地震動 Ss-1 及び断層モデルを用いた手法による地震動として NS 方向、EW 方向及び鉛直方向の方向性を持つ基準地震動 Ss-2 を用いる。

注記* : 3次元 FEM モデルによる応答補正比率の算出は、線形解析のため弾性設計用地震動 S d (Sd-1 及び Sd-2) を用いる。Sd-1 については、水平方向の地震動のうち片方は、同時性を考慮し、模擬地震波を用いる。なお、模擬地震波は、弾性設計用地震動 Sd-1 の設計用応答スペクトルに適合するが、弾性設計用地震動 Sd-1 とは位相特性が異なる模擬地震波である。

2. 原子炉建屋の壁の面外慣性力による影響検討

2.1 検討の概要

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の評価として、面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響の可能性がある原子炉建屋の壁の検討を実施する。

検討は、複数スパン及び層にまたがって直交方向に壁及び床のない連続した壁について、地震動を水平 2 方向及び鉛直方向に入力した場合の検討を実施する。

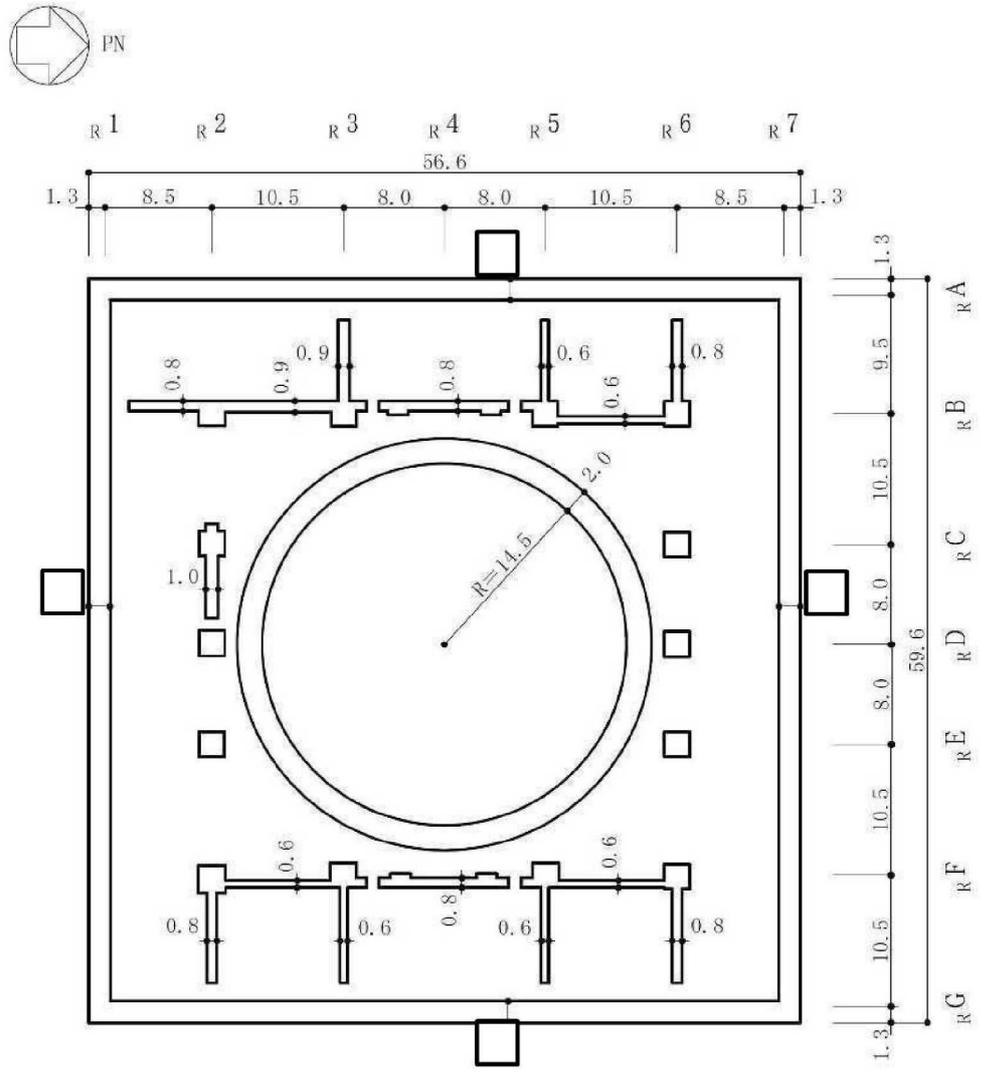
原子炉建屋は、地上 4 階、地下 3 階建ての鉄筋コンクリート造を主体とした建物で、屋根部分が鉄骨造（トラス構造）となっている。原子炉建屋の概略平面図及び概略断面図を図 2-1 及び図 2-2 に示す。

原子炉建屋の平面は、下部では 56.6m（NS方向）×59.6m（EW方向）、最上階は 39.0m（NS方向）×59.6m（EW方向）である。基礎スラブ底面からの高さは 63.4m であり、地上高さは 37.7m である。なお、原子炉建屋の屋根部分には主排気筒が設置されている。また、原子炉建屋は隣接する他の建屋と構造的に分離している。

原子炉建屋の基礎は厚さ 5.5m のべた基礎で、支持地盤である泥岩上にマンメイドロックを介して設置している。

原子炉建屋の中央部には原子炉圧力容器を収容している鉄筋コンクリート製原子炉格納容器（以下「RCCV」という。）がある。RCCV は円筒形で基礎スラブ上から立ち上がり、床スラブによって原子炉建屋と一体構造になっている。この RCCV の高さは底部上端からトップスラブ部下端まで 29.5m、内径は 29.0m であり、壁厚は 2.0m である。

原子炉建屋の主な耐震壁は、RCCV と外壁である。主要な耐震壁は建屋の中心に対してほぼ対称に配置しており、開口部も少なく、建屋は全体として非常に剛性の高い構造となっている。



(単位：m)

注：東京湾平均海面（以下「T.M.S.L.」という。）

図 2-1 原子炉建屋の概略平面図 (B3F, T.M.S.L. -8.2m) (1/2)

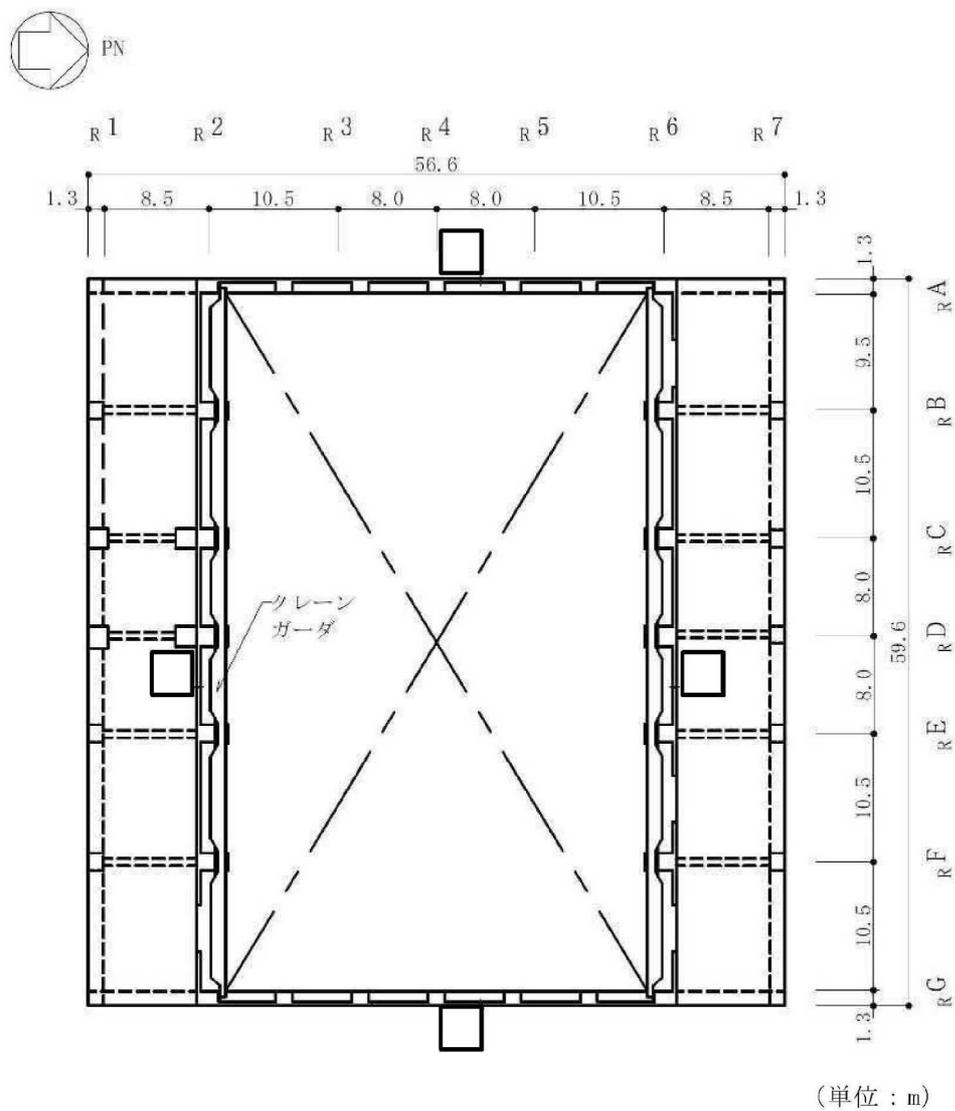
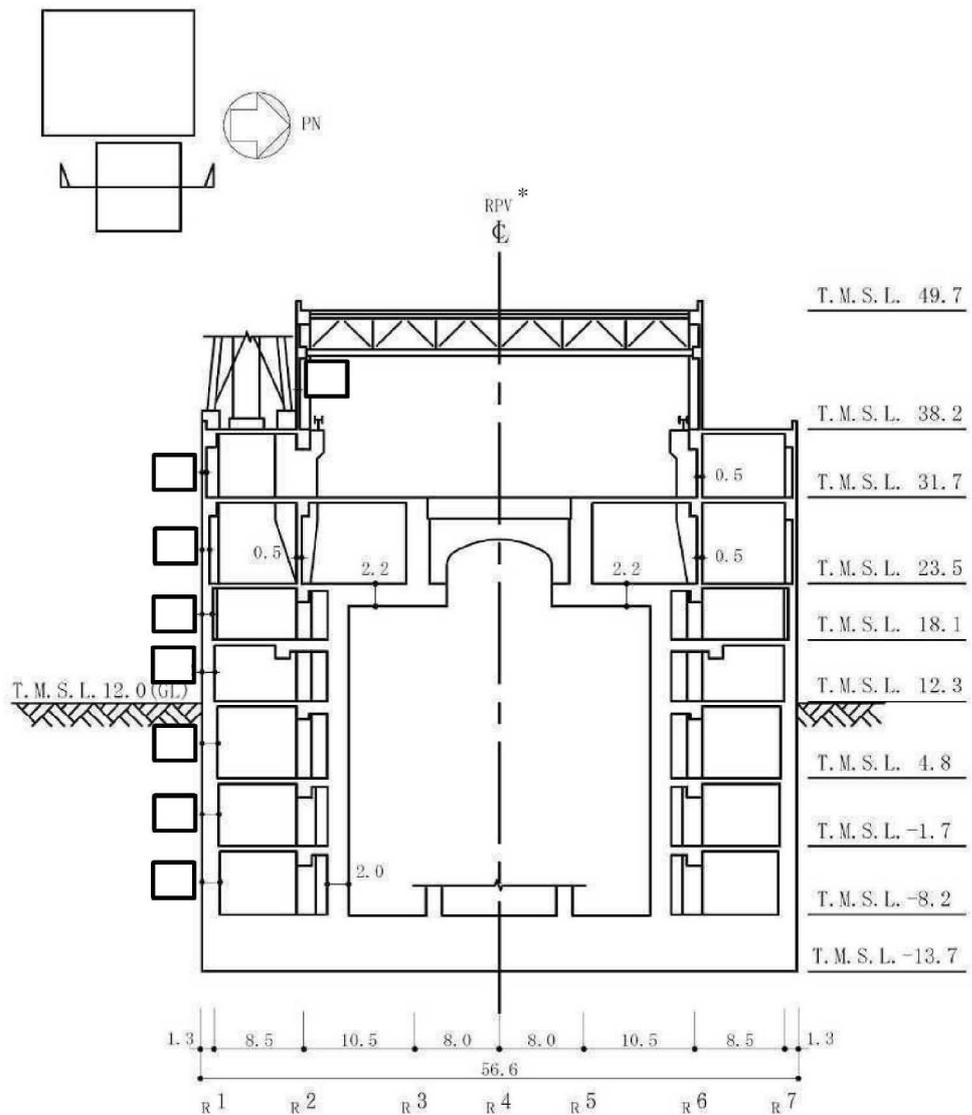


図 2-1 原子炉建屋の概略平面図 (CRF, T. M. S. L. 38.2m) (2/2)



(単位：m)

注記*：原子炉圧力容器（以下「RPV」という。）

図 2-2 原子炉建屋の概略断面図 (NS 方向) (1/2)

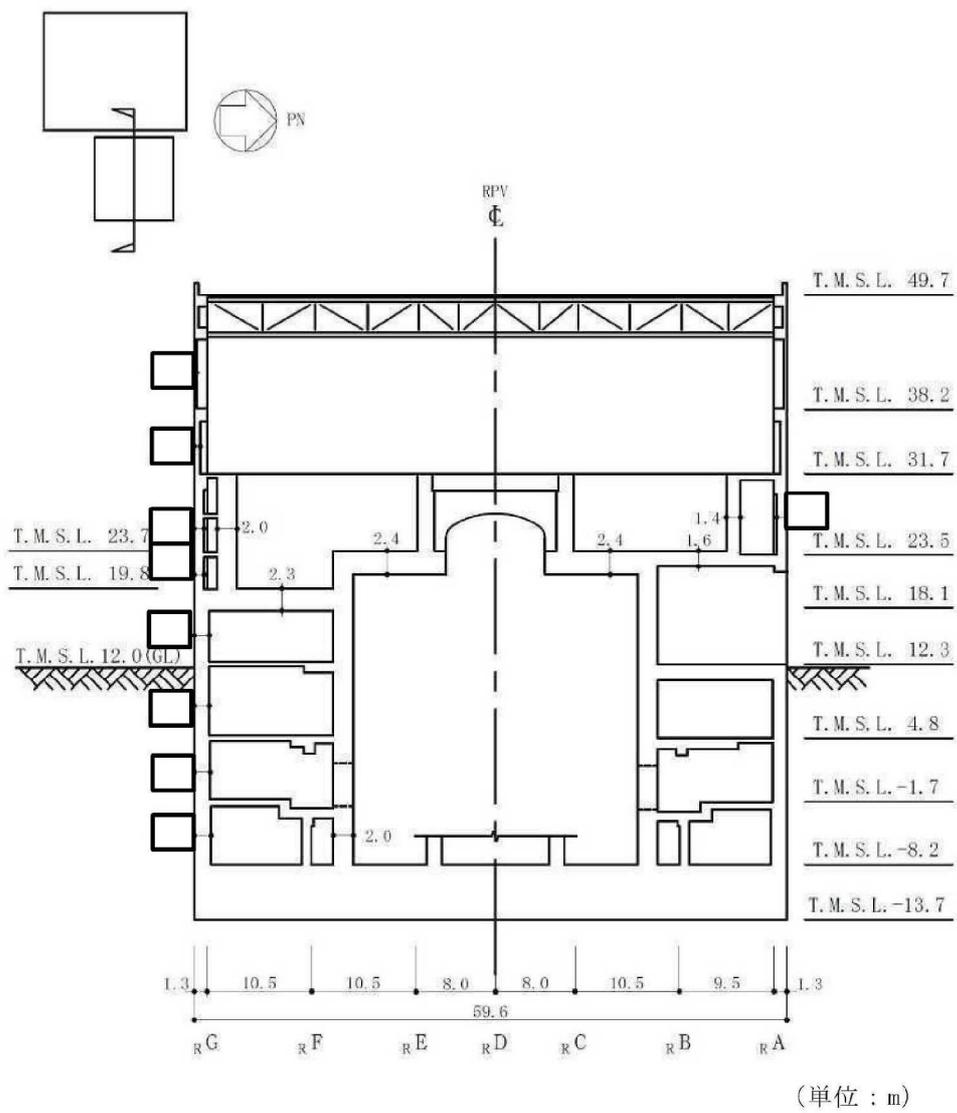


図 2-2 原子炉建屋の概略断面図 (EW 方向) (2/2)

2.2 検討方針

原子炉建屋について、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し、3次元FEMモデルによる地震応答解析を実施する。

複数スパン及び層にまたがって直交方向に壁及び床の無い連続した原子炉建屋の壁について、弾性設計用地震動 S_d に対する地震応答解析により得られた最大応答加速度の分布から、面外慣性力の影響を確認する。また、水平1方向の入力に対する最大応答加速度と3方向同時入力による最大応答加速度を比較し、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を確認する。

3次元FEMモデルによる最大応答加速度の分布から面外慣性力の影響を把握したうえで、原子炉建屋の壁を部分的に抽出し、保守的な静的応力解析モデルに置き換える。面外慣性力による面外応力に対して断面算定を行い、面外慣性力の影響を評価する。

許容限界については、「2015年版 建築物の構造関係技術基準解説書（国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所）」（以下「技術基準解説書」という。）に基づきF値に1.1倍の割増しを考慮した弾性限強度とする。なお、弾性設計用地震動 S_d による評価については、質点系モデルの応答加速度が基準地震動 S_s の約1/2倍であり、許容限界が基準地震動 S_s の1/1.1倍であることから、基準地震動 S_s により生じる各部材の断面の応力が弾性限強度を超えないことを確認することで、弾性設計用地震動 S_d による評価は行わないこととする。

検討フローを図2-3に示す。

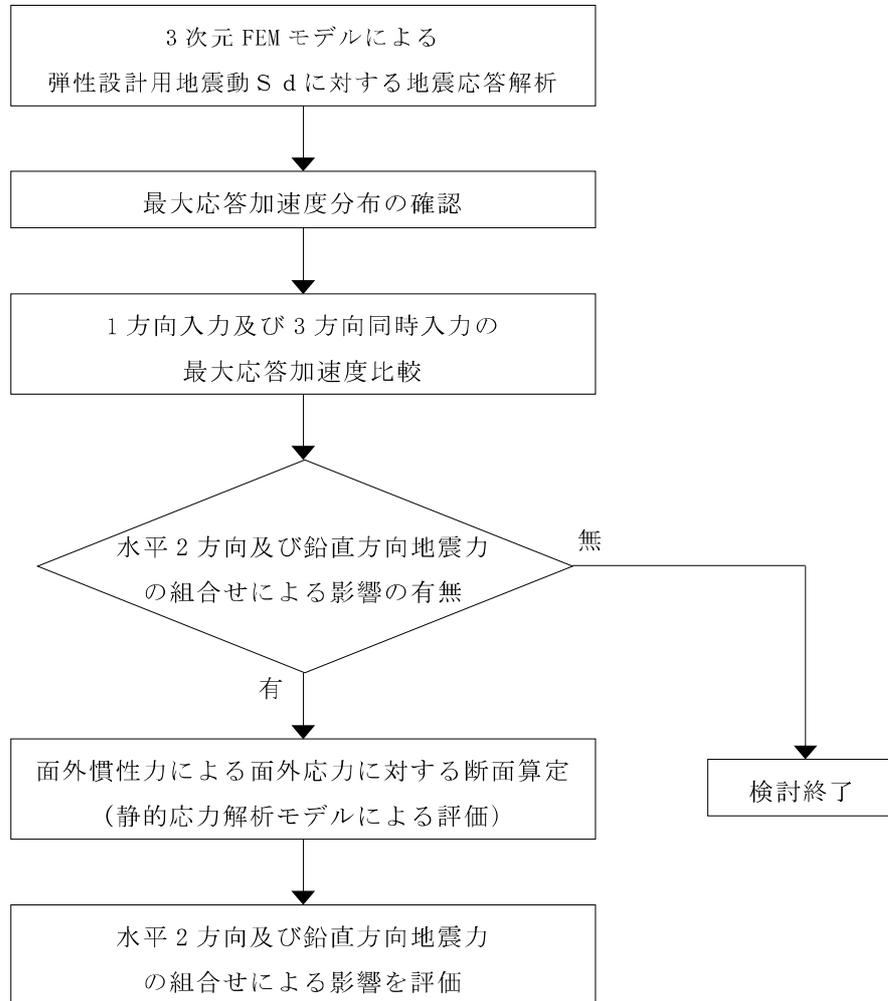


図 2-3 3次元 FEM モデルによる耐震性評価フロー

2.3 解析モデル

原子炉建屋の3次元FEMモデルを構築する。

モデル図を図2-4に示す。

モデル化の範囲は、原子炉建屋、鉄筋コンクリート製原子炉格納容器及び基礎とする。

3次元FEMモデルで設定する各部材の要素タイプは、以下のとおりである。

床スラブ・壁はシェル要素（約23100要素）とする。基礎スラブは、ソリッド要素（約9500要素）とする。柱、はり、屋根トラスのうち主トラス及びつなぎばりの上下弦材、サブビームについてはビーム要素（約3800要素）とする。屋根トラスのうち主トラス及びつなぎばりの斜材・束材、水平ブレースはトラス要素（約400要素）とする。

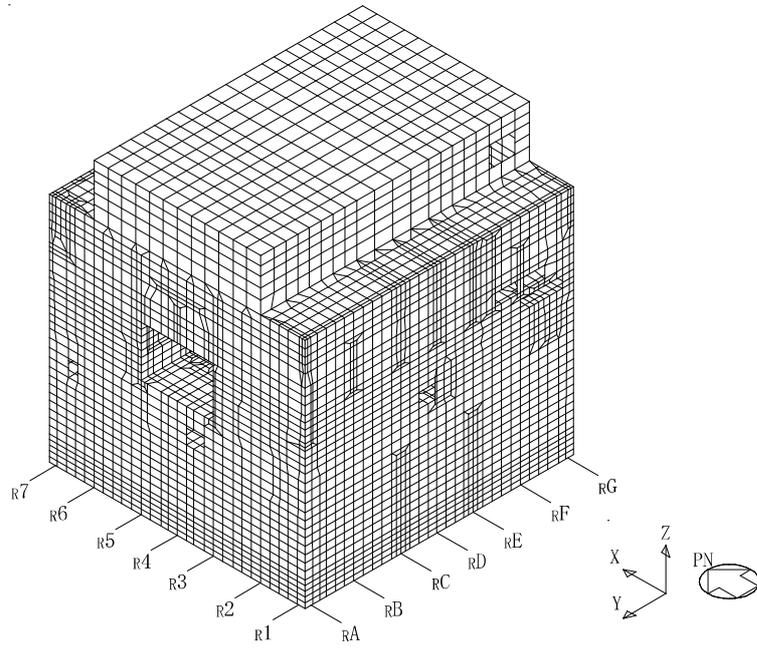
また、壁・床の開口部については、主要な開口部のみモデル化する。

要素の大きさは、各スラブレベルと対応する位置に節点を設け、水平方向には通り芯間を2分割以上、鉛直方向にはフロア間を2分割以上とする。（解析モデルの詳細は、別紙3「3次元FEMモデルによる地震応答解析」に示す。）

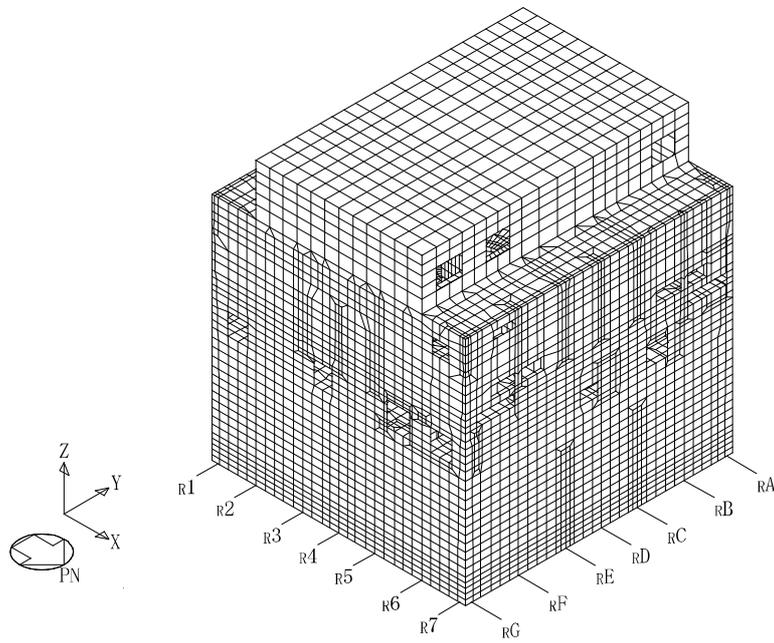
検討に用いる解析モデルのケースを表2-1に、使用材料の物性値を表2-2に示す。

検討に用いる解析モデルのケースは、質点系モデルと表2-1に示す諸条件を対応させた建屋模擬モデルとする。

地震応答解析には、解析コード「NX NASTRAN」を用いる。

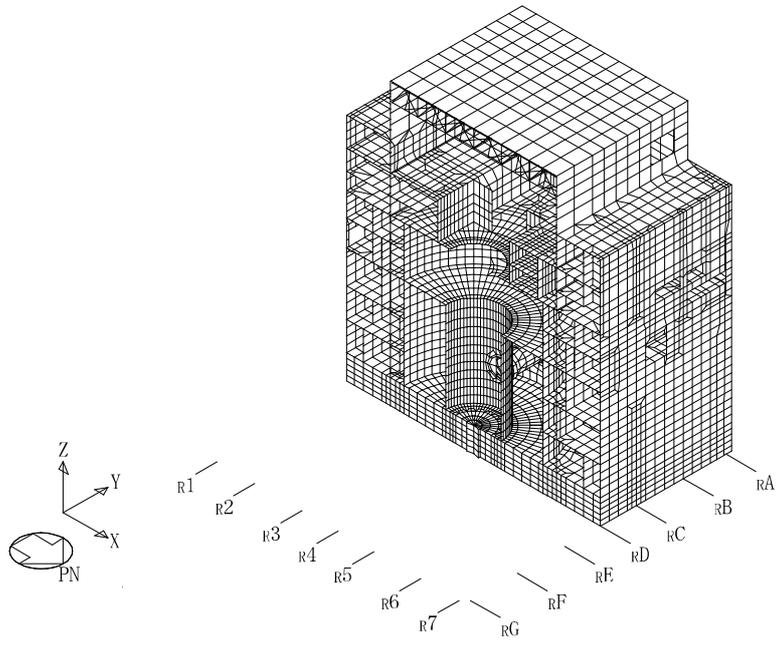


(a) 建屋全景（南西面）

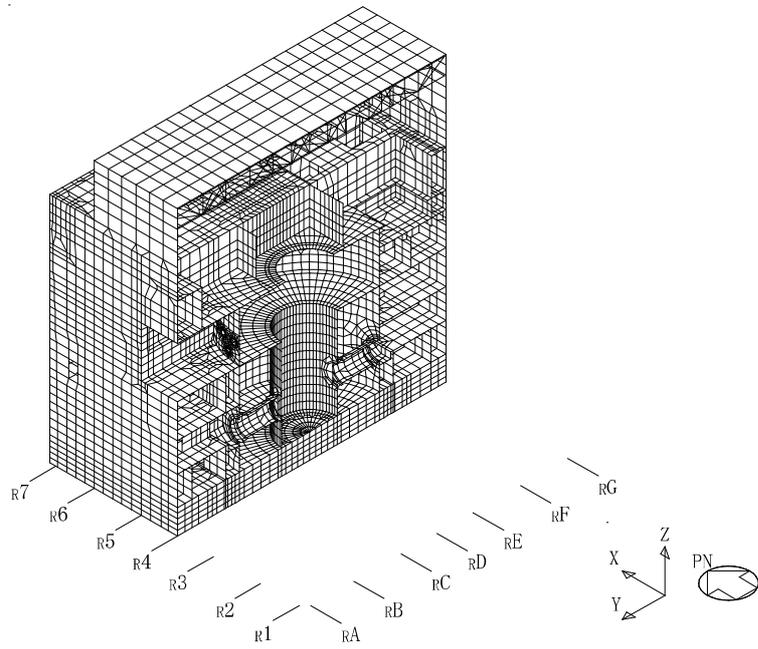


(b) 建屋全景（北東面）

図 2-4 モデル図 (1/2)



(c) NS 断面図



(d) EW 断面図

図 2-4 モデル図 (2/2)

表 2-1 解析モデルの検討ケース

モデルケース	床のモデル化	地盤のモデル化	コンクリート剛性の設定
建屋模擬モデル	床柔	相互作用考慮	実強度

表 2-2 使用材料の物性値

部位	使用材料	ヤング係数 E (N/mm ²)	せん断弾性係数 G (N/mm ²)	減衰定数 h (%)
建屋部	コンクリート* : $\sigma_c = 43.1 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ ($\sigma_c = 440 \text{ kgf/cm}^2$) 鉄筋 : SD35 (SD345相当)	2.88×10^4	1.20×10^4	5
基礎スラブ	コンクリート* : $\sigma_c = 39.2 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ ($\sigma_c = 400 \text{ kgf/cm}^2$) 鉄筋 : SD35 (SD345相当)	2.79×10^4	1.16×10^4	5
屋根トラス部	鉄骨 : SS41 (SS400相当)	2.05×10^5	0.79×10^5	2
	鉄骨 : SM41A (SM400A相当)	2.05×10^5	0.79×10^5	2
	鉄骨 : SM50A (SM490A相当)	2.05×10^5	0.79×10^5	2

注記* : 実強度に基づくコンクリート強度。

2.4 地震応答解析の概要

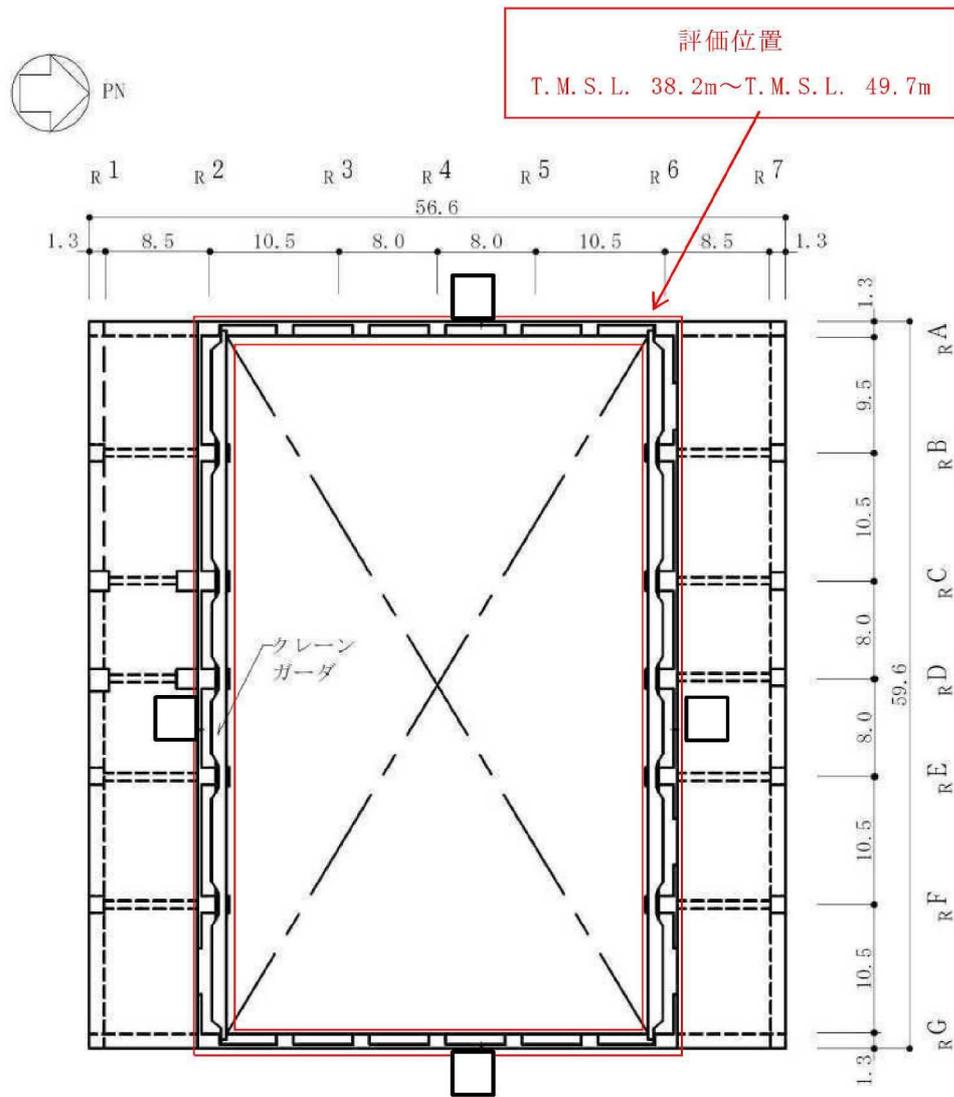
3次元 FEM モデル（建屋模擬モデル）を用いて、弾性設計用地震動 S d に対する地震応答解析を実施する。地震応答解析は線形解析とし、周波数応答解析を用いる。

応答評価位置は、原子炉建屋の T.M.S.L. 38.2m～T.M.S.L. 49.7m とする。応答評価部位を図 2-5 に、応答評価対象位置及び節点番号図を図 2-6 に示す。

地震動の組合せを表 2-3 に示す。

入力地震動については、線形解析であることから、水平 2 方向の地震力による影響評価は、弾性設計用地震動 S d を水平 2 方向に組み合わせた地震力を算定し実施する。具体的には、Sd-1 及び Sd-2 を水平 2 方向及び鉛直方向に入力した検討を実施する。

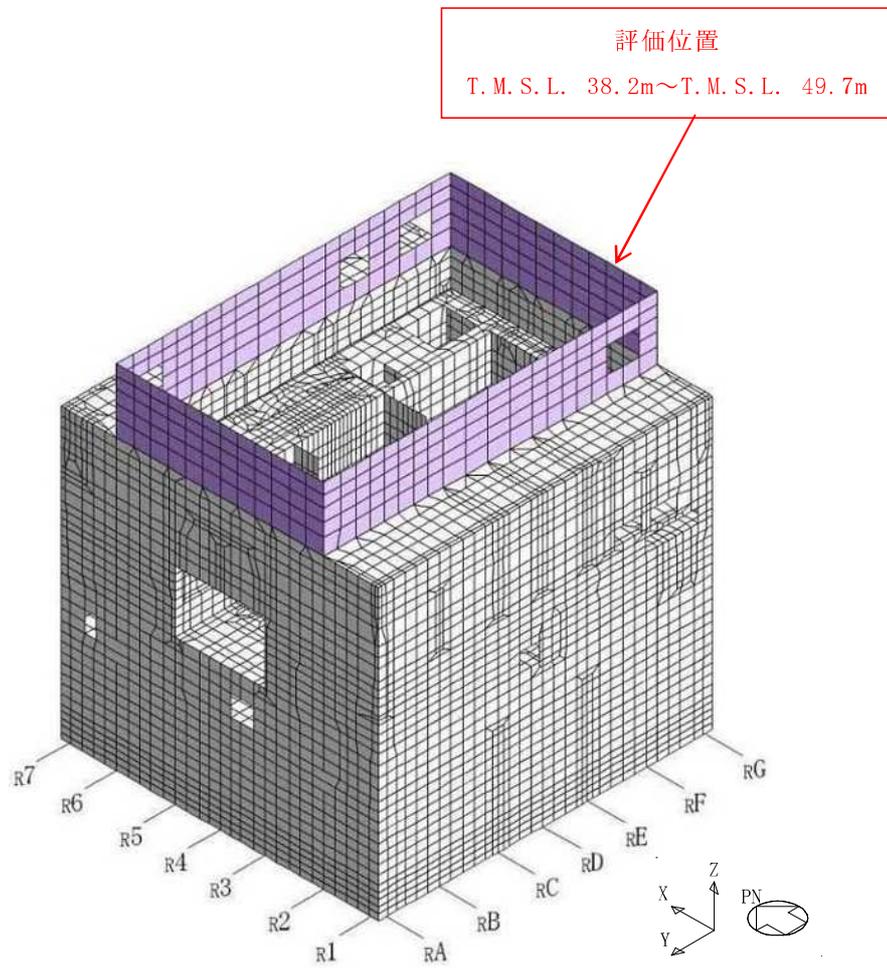
なお、本検討において Sd-1 による応答評価を行う際には、NS 方向に対しては Sd-1 の水平成分を、EW 方向に対しては模擬地震波（Sd-1 の水平成分の設計用応答スペクトルに適合するよう、位相を変えたもの）をそれぞれ同時入力する。鉛直方向の地震動は、Sd-1 の鉛直成分を水平 2 方向と同時入力する。



(単位：m)

(a) 概略平面図 (CRF, T. M. S. L. 38.2m)

図 2-5 応答評価部位 (1/2)



(b) 3次元 FEM モデル

図 2-5 応答評価部位 (2/2)

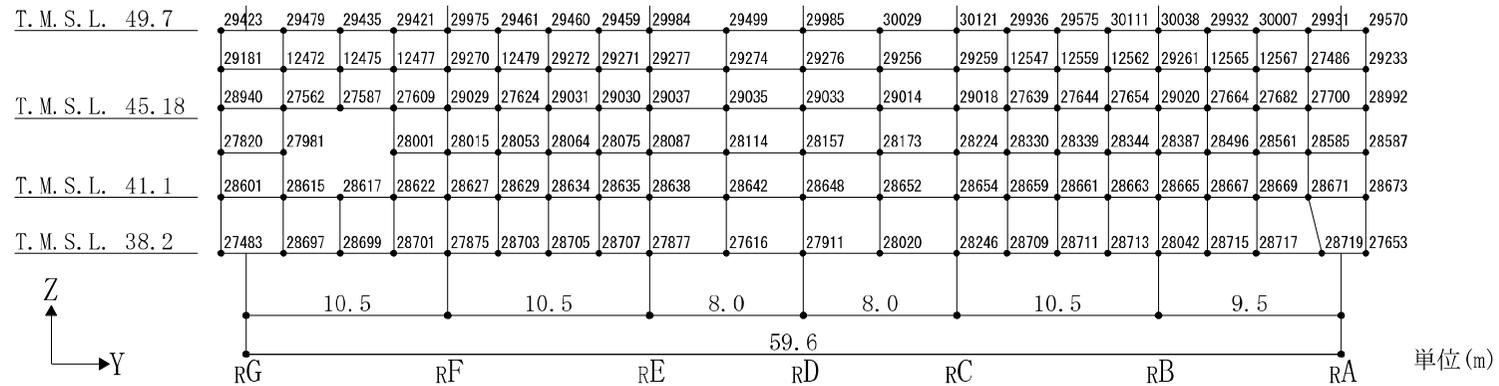
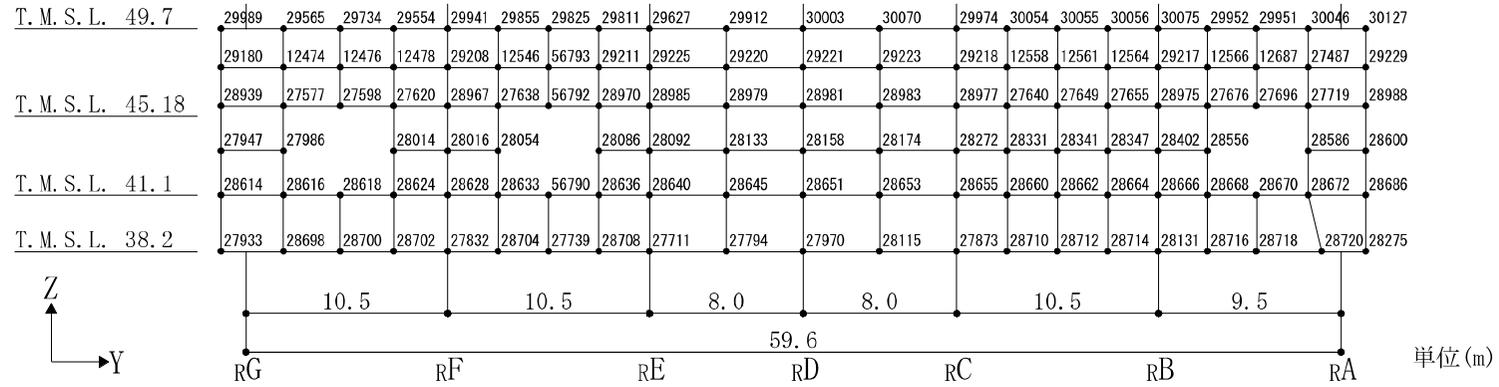
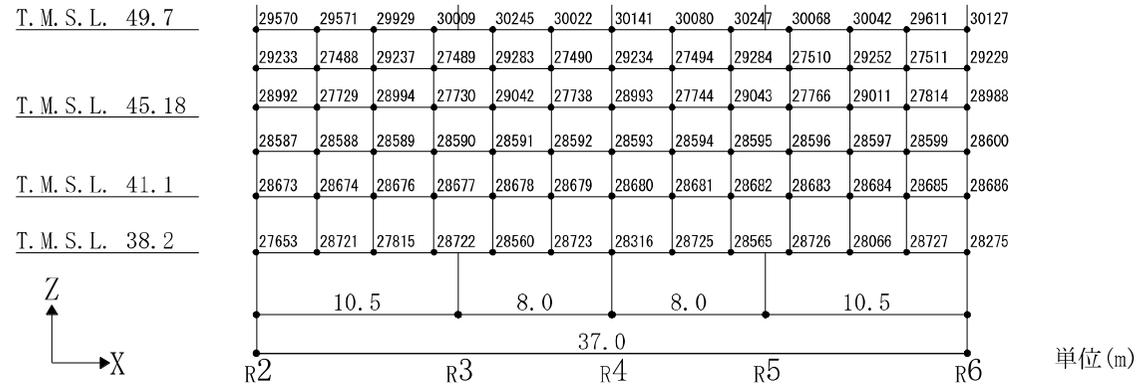
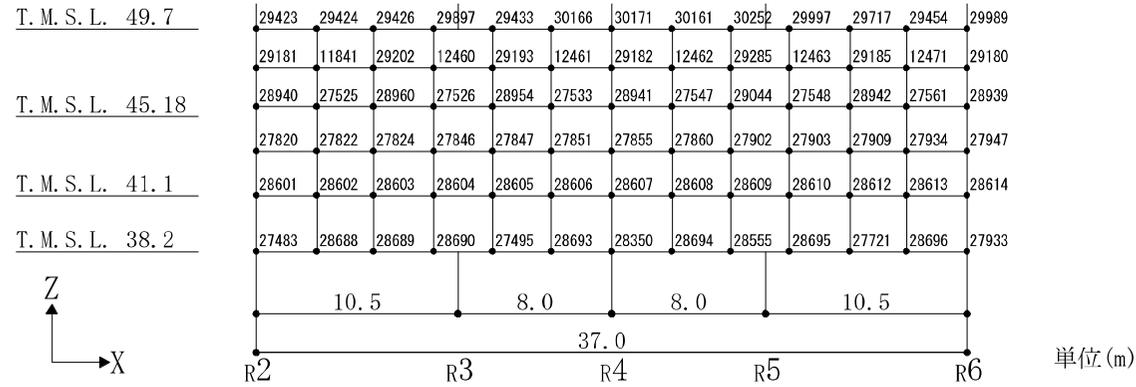


図 2-6 応答評価対象位置及び節点番号図 (1/2)



(c) 東面壁 (RG 通り)



(d) 西面壁 (RA 通り)

図 2-6 応答評価対象位置及び節点番号図 (2/2)

表 2-3 地震動の組合せ

(a) 北面壁及び南面壁の応答評価時

地震動の入力方法	NS 方向	EW 方向	鉛直方向
水平 1 方向入力	Sd-1H	—	—
	Sd-2NS	—	—
3 方向同時入力	Sd-1H	模擬地震波*	Sd-1V
	Sd-2NS	Sd-2EW	Sd-2UD

(b) 東面壁及び西面壁の応答評価時

地震動の入力方法	NS 方向	EW 方向	鉛直方向
水平 1 方向入力	—	模擬地震波*	—
	—	Sd-2EW	—
3 方向同時入力	Sd-1H	模擬地震波*	Sd-1V
	Sd-2NS	Sd-2EW	Sd-2UD

注記* : Sd-1H の設計用応答スペクトルに適合するが, Sd-1H とは位相特性が異なる模擬地震波である。

2.5 地震応答解析結果

3次元 FEM モデルを用いて、弾性設計用地震動 S d に対する地震応答解析を実施した。

原子炉建屋の壁について、3方向同時入力における壁面外方向の最大応答加速度分布を図 2-7～図 2-10 に示す。

3方向同時入力における壁面外方向最大応答加速度は、平面的に中央部で面外にはらむような加速度分布となっている。高さ方向については、東西面壁では T.M.S.L. 41.1m が、南北面壁では T.M.S.L. 49.7m が最大となる。

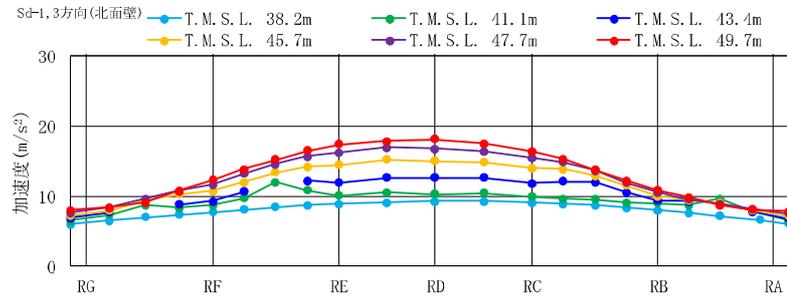
水平 1 方向入力における最大応答加速度の分布図を図 2-11～図 2-14 に示す。また、水平 1 方向入力及び 3 方向同時入力の最大応答加速度の比較を図 2-15 及び図 2-16 に示す。

水平 1 方向についても、3方向同時入力と同様に、平面的に中央部で面外にはらむような加速度分布となっており、高さ方向については、東西面壁では T.M.S.L. 41.1m が、南北面壁では T.M.S.L. 49.7m が最大となる。

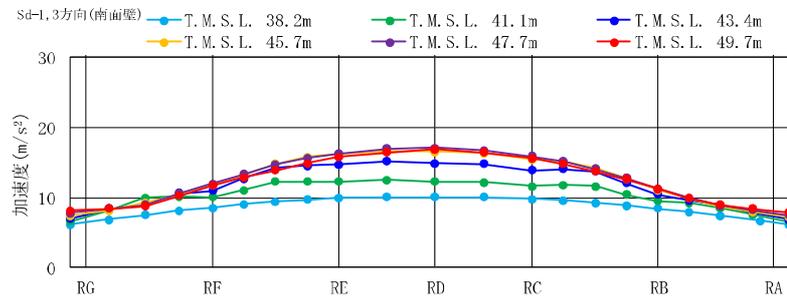
また、3方向同時入力は、水平 1 方向入力とおおむね同等の最大加速度を示し、多少の大小はあるもののおおむね同様の最大応答加速度分布を示している。この結果は壁面外方向の地震動が主な影響を与えており、水平直交方向及び鉛直方向地震動は面外応答に与える影響が小さいことを示している。3方向同時入力の最大応答加速度は水平 1 方向入力に対して、0.85～1.20 程度である。

また、3方向同時入力及び水平 1 方向入力ともに、壁の面外方向の加速度は、南北面壁に対して顕著に影響が出ている。これは、東西面壁に対し、南北面壁の方がより長いスパンにまたがって直交方向に壁及び床のない連続した壁であることが起因していると考えられる。

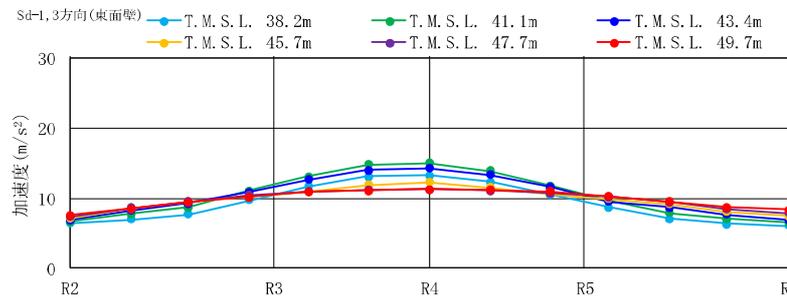
以上のことから、南北面壁を代表部位として、面外慣性力による面外応力に対する断面算定を行い、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を評価する。



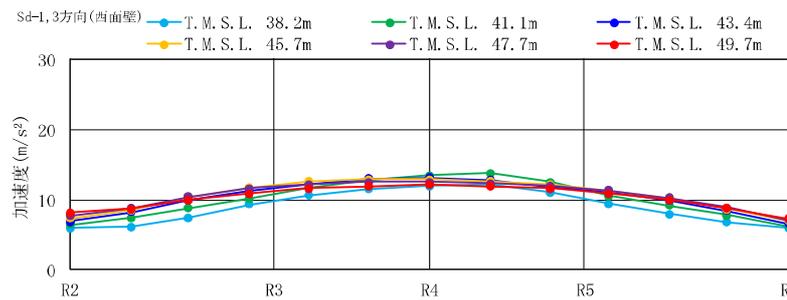
(a) 北面壁



(b) 南面壁



(c) 東面壁



(d) 西面壁

図 2-7 3 方向同時入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (Sd-1, 平面分布)

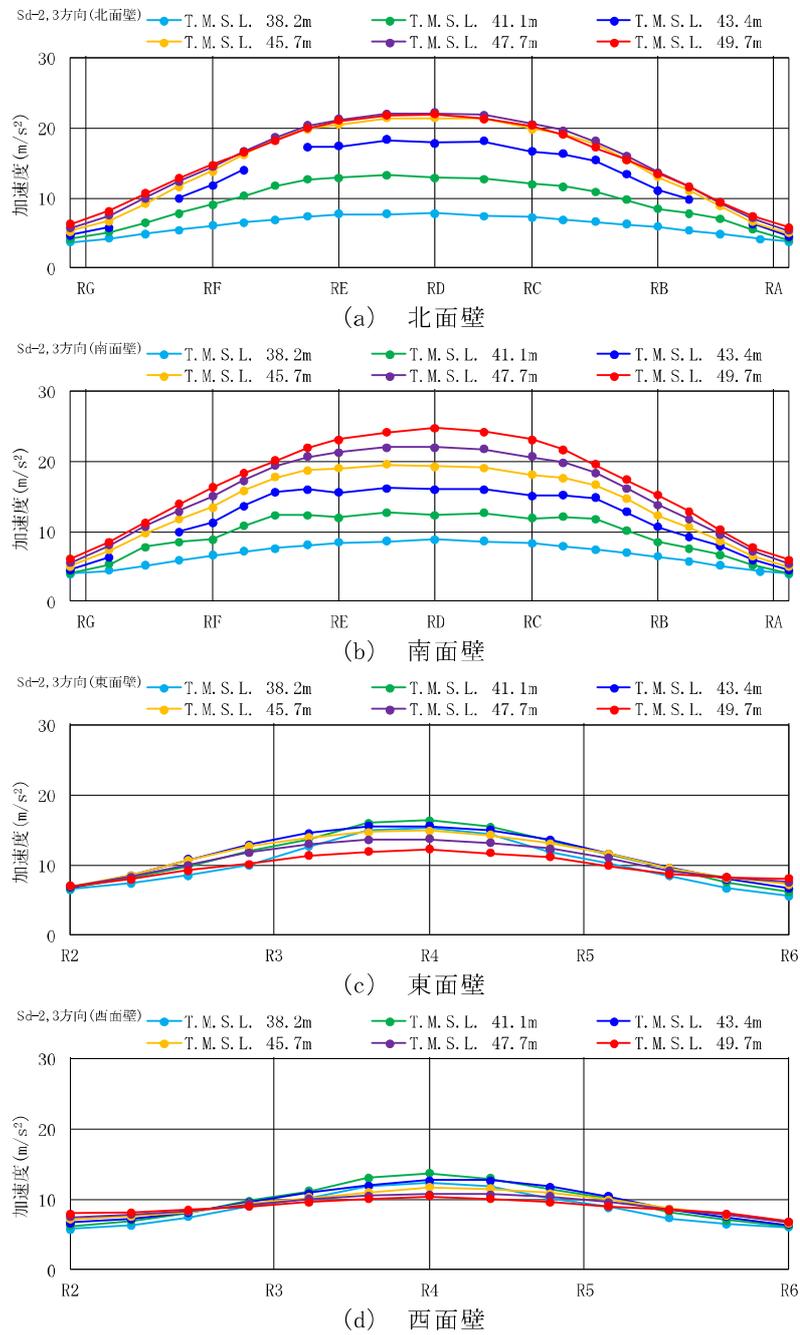


図 2-8 3方向同時入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (Sd-2, 平面分布)

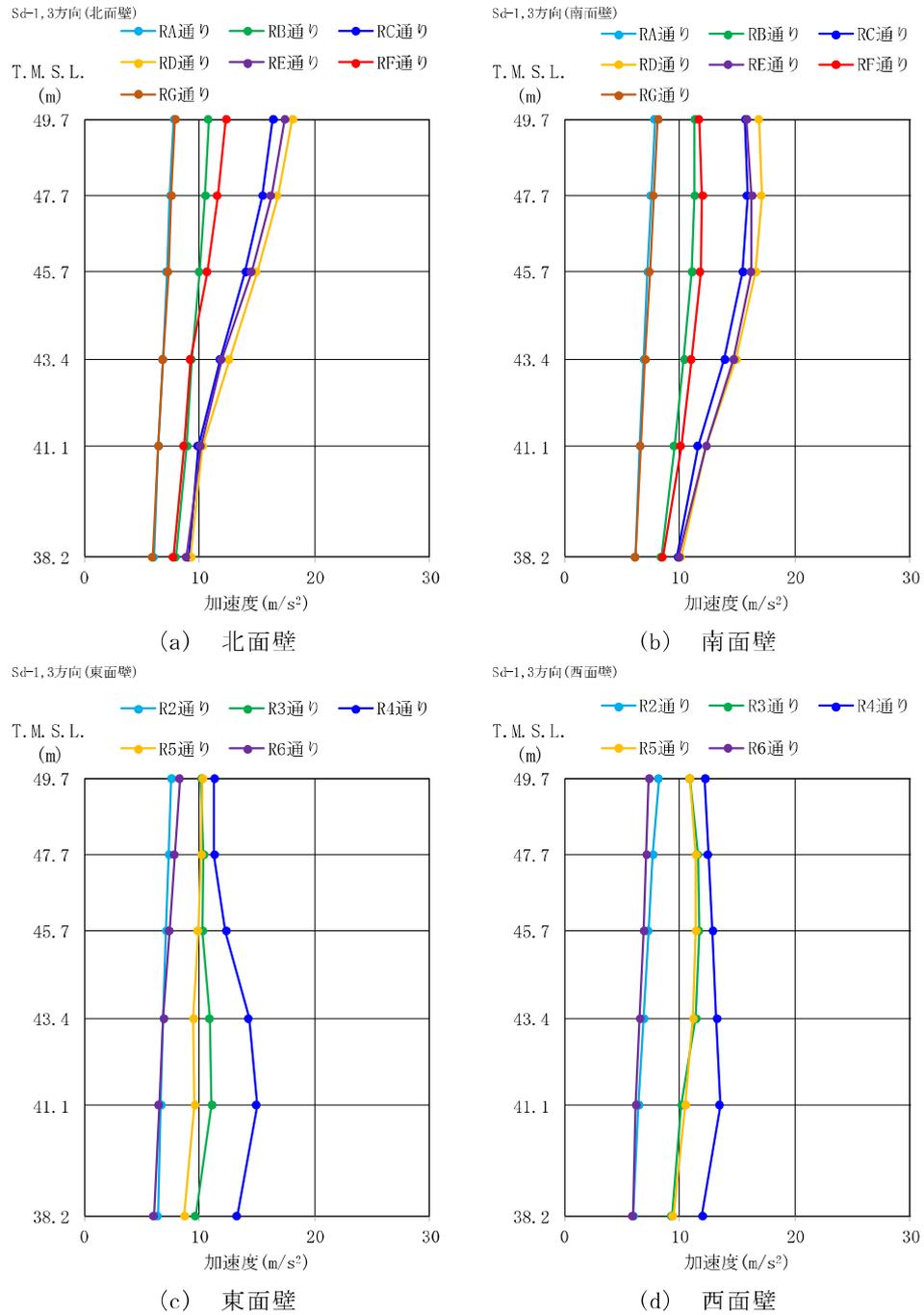


図 2-9 3 方向同時入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (Sd-1, 断面分布)

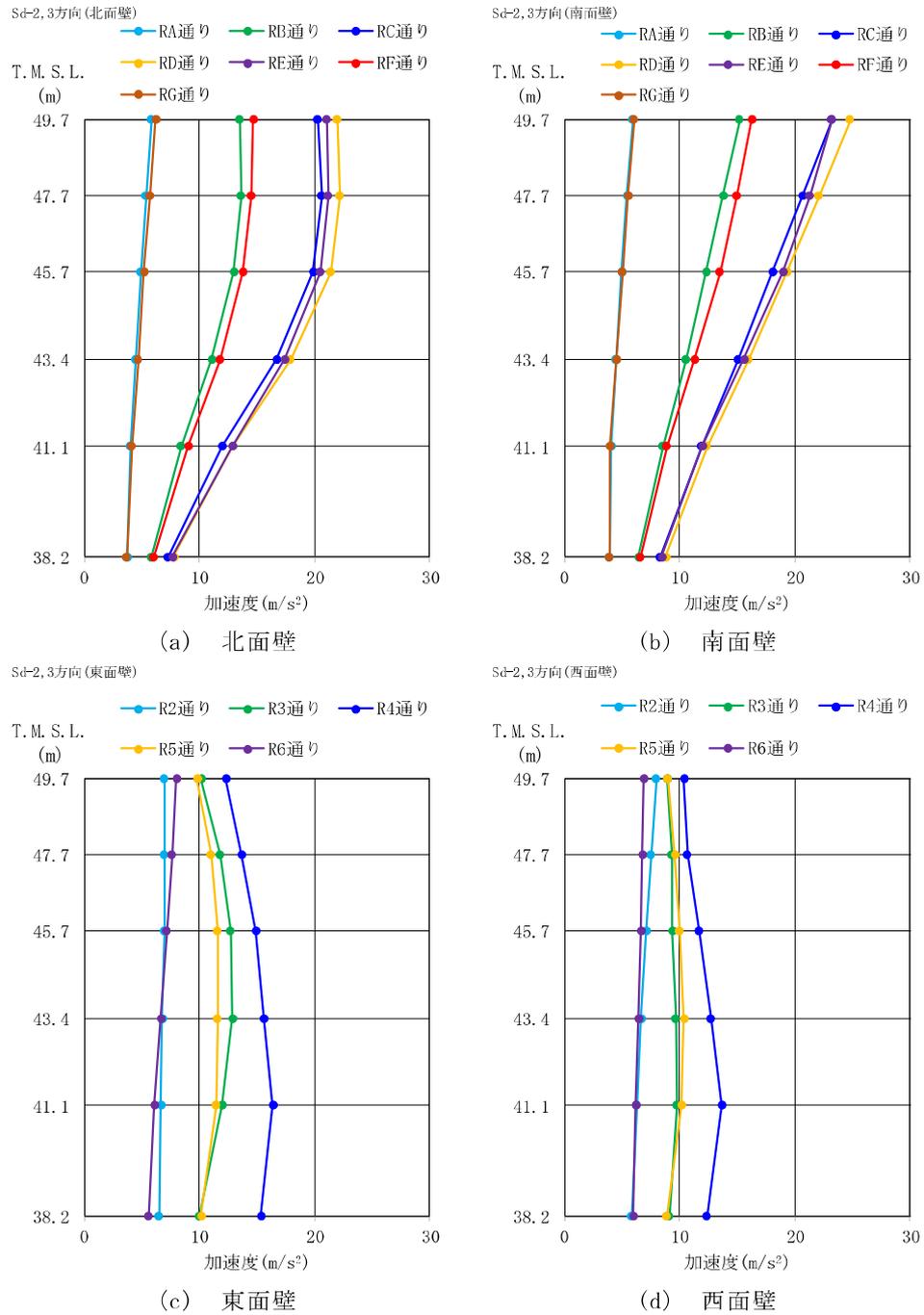
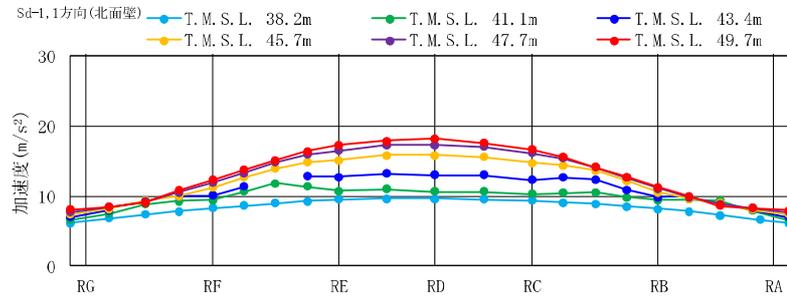
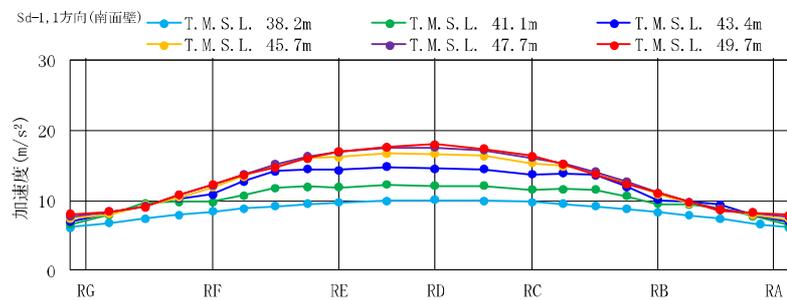


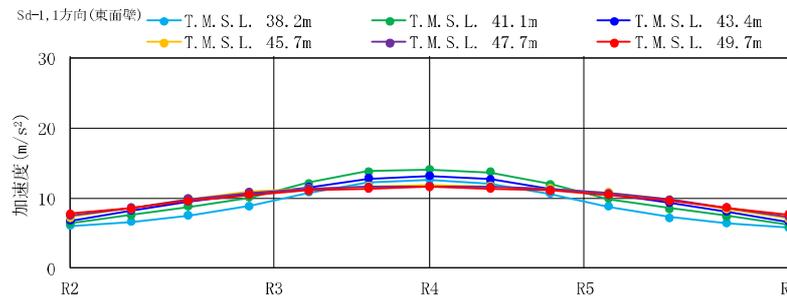
図 2-10 3 方向同時入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (Sd-2, 断面分布)



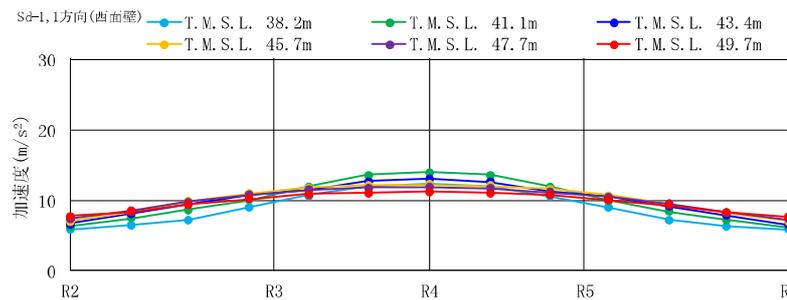
(a) 北面壁



(b) 南面壁



(c) 東面壁



(d) 西面壁

図 2-11 水平 1 方向入力における最大応答加速度の分布図 (Sd-1, 平面分布)

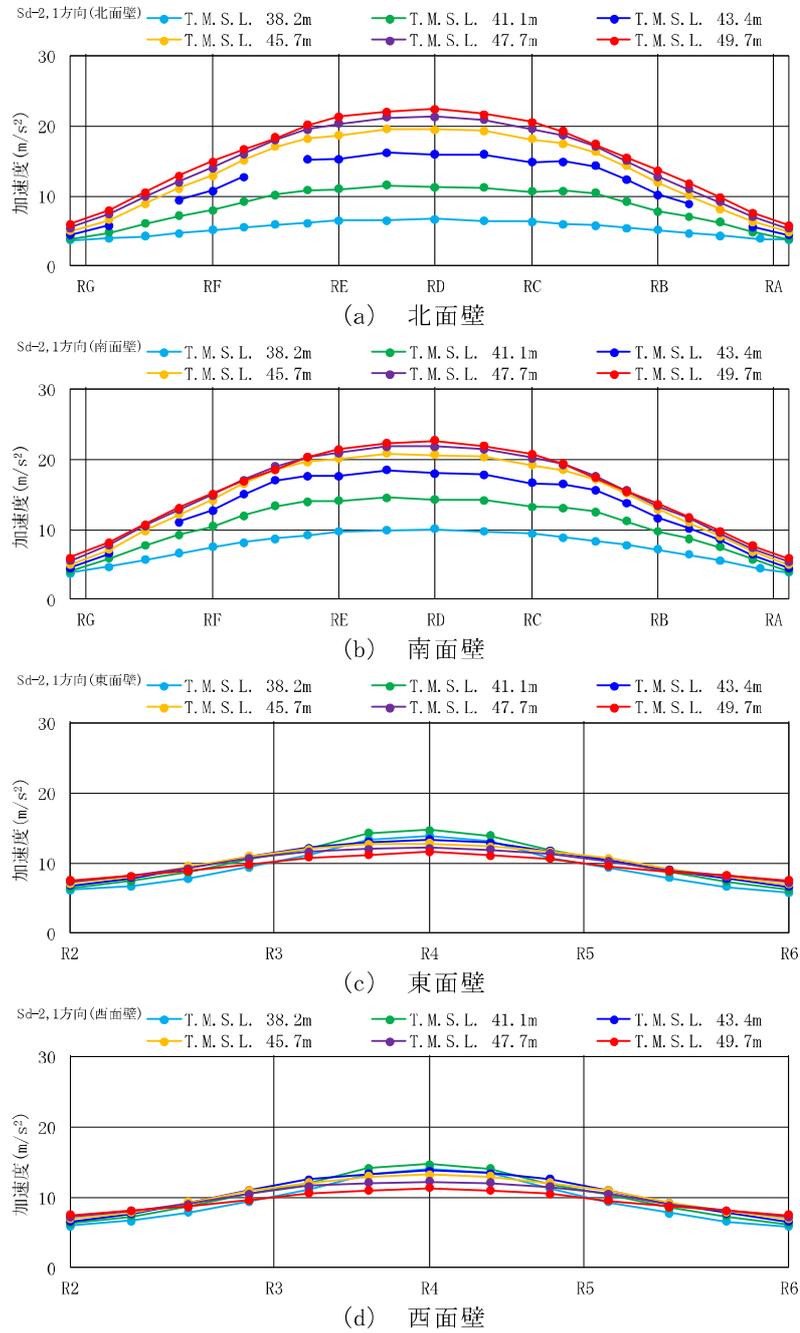


図 2-12 水平 1 方向入力における最大応答加速度の分布図 (Sd-2, 平面分布)

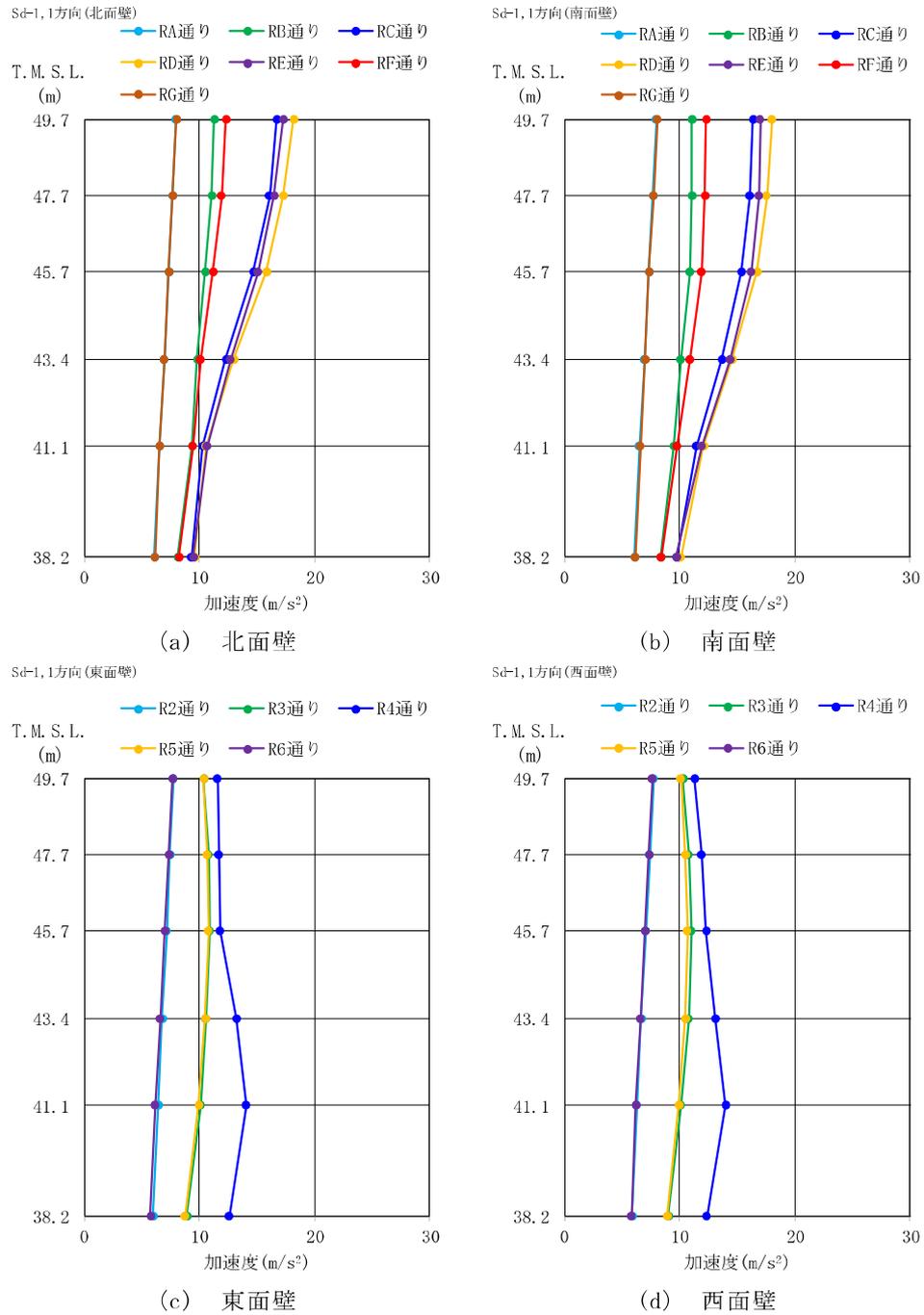


図 2-13 水平 1 方向入力における最大応答加速度の分布図 (Sd-1, 断面分布)

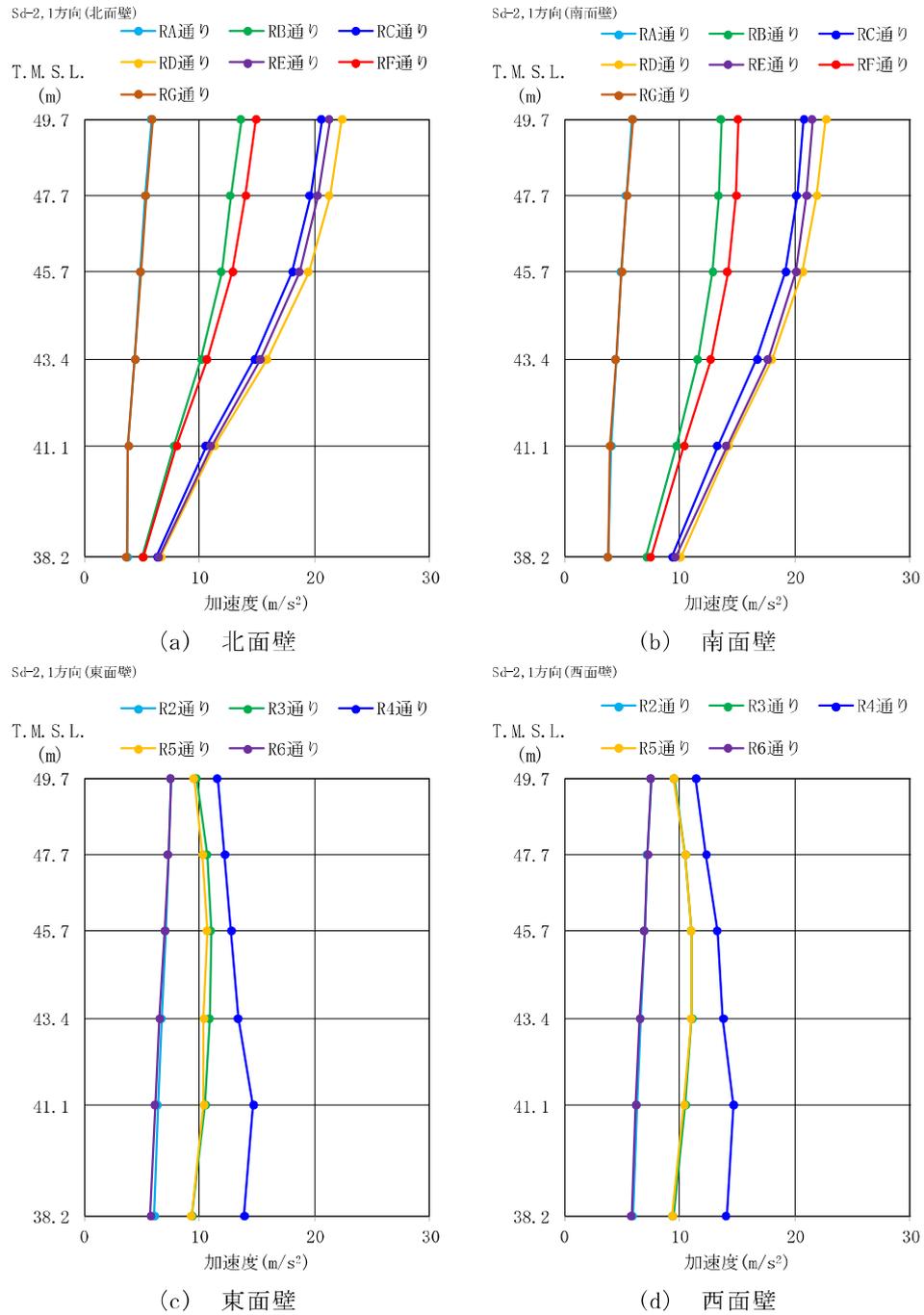
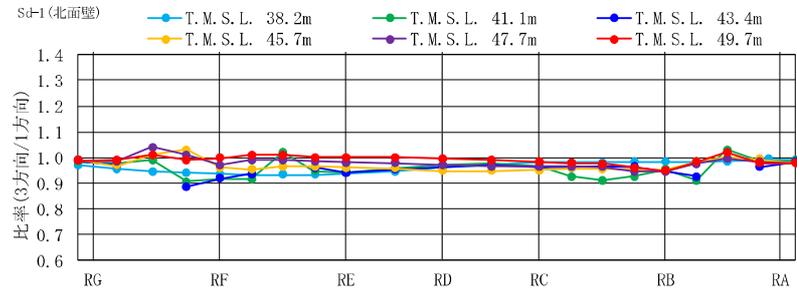
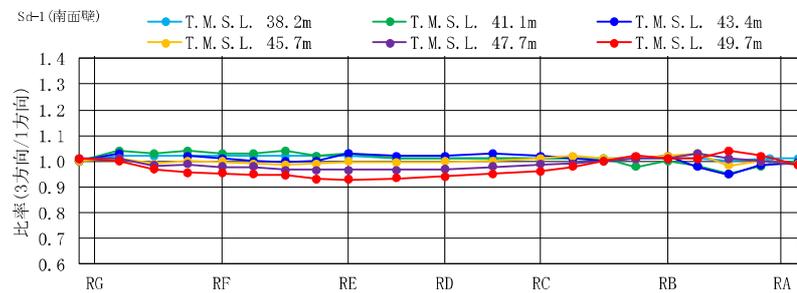


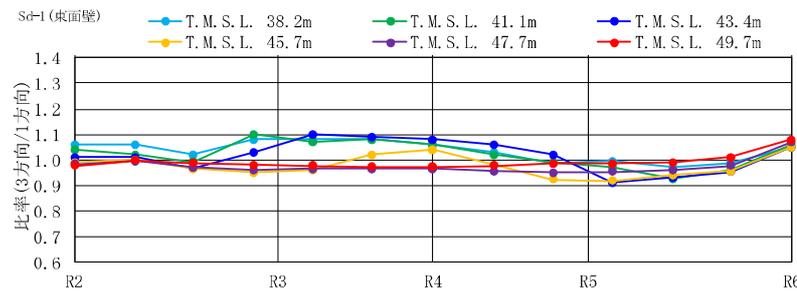
図 2-14 水平 1 方向入力における最大応答加速度の分布図 (Sd-2, 断面分布)



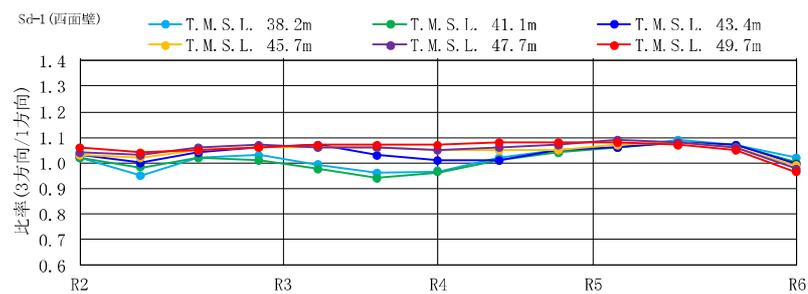
(a) 北面壁



(b) 南面壁

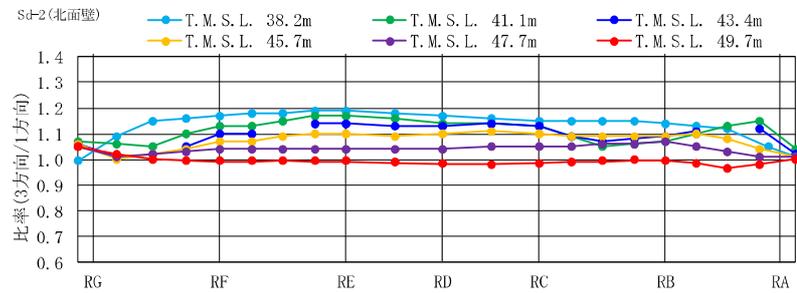


(c) 東面壁

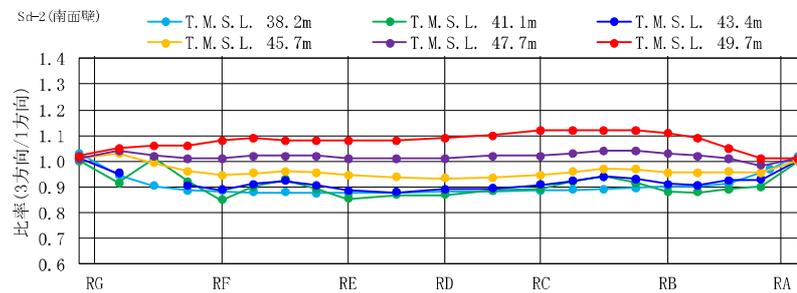


(d) 西面壁

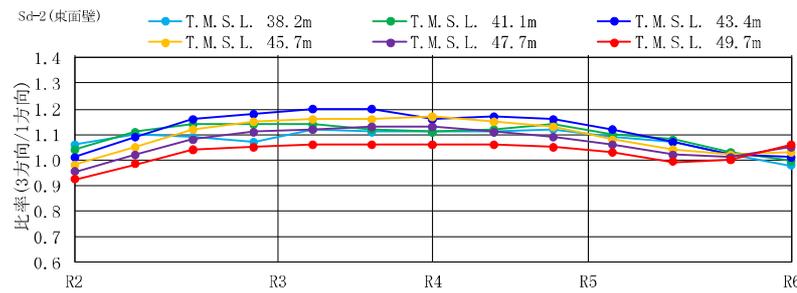
図 2-15 水平 1 方向入力及び 3 方向同時入力の最大応答加速度の比較 (Sd-1)
(水平 1 方向入力に対する 3 方向同時入力の最大応答加速度の比率)



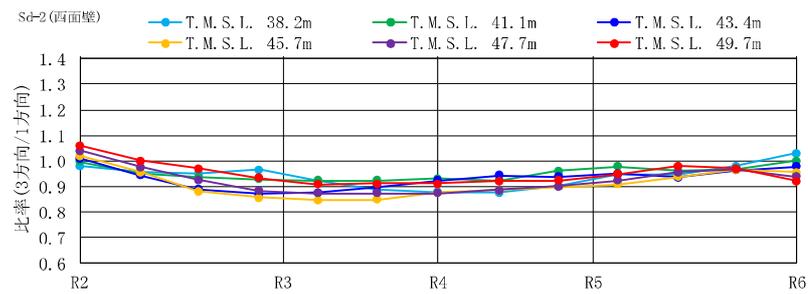
(a) 北面壁



(b) 南面壁



(c) 東面壁



(d) 西面壁

図 2-16 水平 1 方向入力及び 3 方向同時入力の最大応答加速度の比較 (Sd-2)
(水平 1 方向入力に対する 3 方向同時入力の最大応答加速度の比率)

2.6 面外慣性力に対する壁の断面算定

複数スパン及び層にまたがって直交方向に壁及び床の無い連続した壁について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる面外慣性力の影響として、原子炉建屋の壁を部分的に抽出し、面外慣性力に対する検討を行う。検討は、「2.5 地震応答解析結果」より、壁の面外方向への加速度の影響が顕著に出ている南北面の壁を対象として、静的応力解析モデルに置き換えて、面外慣性力による面外応力に対して断面算定を行い、面外慣性力の影響を評価する。

評価結果を記載する部位は、面外慣性力によって生じる曲げモーメント及び面外せん断力が最大となる部位とする。

2.6.1 解析モデル及び荷重条件

解析モデルを図 2-17 に示す。

解析モデルは静的応力解析モデルとし、スパン端部の柱及びはりを境界条件として、四辺固定版に置き換える。

荷重としては、基準地震動 S_s （以下「 S_s 地震時」という。）による面外方向慣性力を考慮する。 S_s 地震時は、弾性設計用地震動 S_d （以下「 S_d 地震時」）による応答加速度に対し補正を行い、質点系モデルによる地震応答解析における最大応答加速度比で係数倍して定めるものとし、 S_{s-1} 及び S_{s-2} の包絡値とする。

S_d 地震時による応答加速度の補正は、 S_{d-1} 及び S_{d-2} による面外方向の最大応答加速度（絶対加速度）に対し、材料物性による不確かさを考慮するための応答補正比率を乗じることで保守的に評価したものである。また、応答補正比率は、質点系モデルによる地震応答解析における最大応答加速度より算出する。

面外慣性力の算出方法は以下の通りである。

S_s 地震時の面外方向加速度（面外慣性力）

＝建屋模擬モデルの S_d 地震時面外方向最大応答加速度×応答補正比率

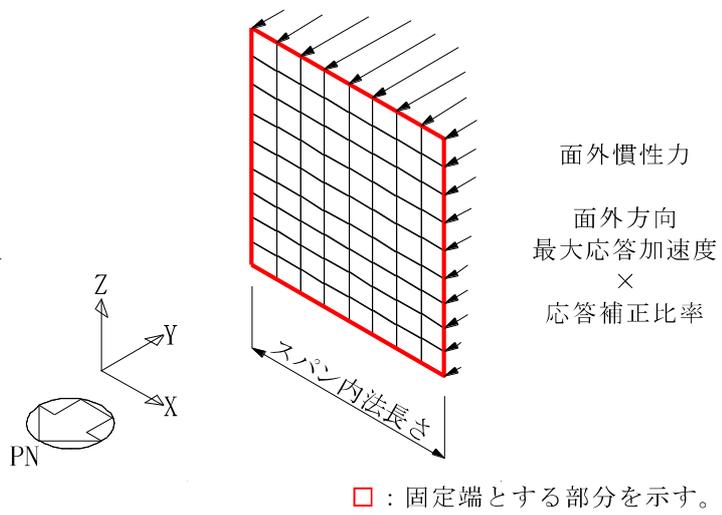


図 2-17 解析モデル

2.6.2 応答補正比率の算出

材料物性の不確かさによる応答補正比率は、基本ケースの質点系モデルの最大応答加速度に対する材料物性の不確かさを考慮した質点系モデルの最大応答加速度の比により算出する。

S s 地震時に用いる質点系モデルによる最大応答加速度比は、S d 地震時の基本ケースと S s 地震時の基本ケースの比により算出する。

なお、用いる最大応答加速度は、T.M.S.L. 49.7m 及び T.M.S.L. 38.2m の質点（質点番号 1, 質点番号 2）の最大応答加速度とする。

算出した応答補正比率を表 2-4 に示す。

表 2-4 応答補正比率

(a) 材料物性の不確かさによる応答補正比率

地震波	Sd-1		Sd-2		備考
	T.M.S.L. (m)		T.M.S.L. (m)		
①基本ケース 最大加速度応答 (m/s ²)	9.70	6.68	5.33	3.91	
②材料物性の不確かさ 最大加速度応答 (m/s ²)	10.1	7.35	5.76	4.31	<ul style="list-style-type: none"> • Sd-1 (T.M.S.L. 38.2m, 49.7m) と Sd-2 (T.M.S.L. 49.7m) は、建屋剛性・地盤剛性 (+σ) 考慮モデルの応答 • Sd-2 (T.M.S.L. 38.2m) は、建屋剛性・地盤剛性 (-σ) 考慮モデルの応答
②/① 最大加速度応答比	1.05	1.11	1.09	1.11	
採用応答補正比率	1.11		1.11		<ul style="list-style-type: none"> • ②材料物性の不確かさがすべて同一ケースでないため、保守的に最大の応答補正比率を設定

(b) 質点系モデルの S d 地震時に対する S s 地震時の最大加速度応答比

地震波	Ss-1		Ss-2		備考
	T.M.S.L. (m)		T.M.S.L. (m)		
③ S d 地震時 最大加速度応答 (m/s ²)	9.70	6.68	5.33	3.91	• 基本ケース
④ S s 地震時 最大加速度応答 (m/s ²)	17.7	12.2	10.9	8.62	• 基本ケース
④/③ 最大加速度応答比	1.83	1.83	2.05	2.21	• 同一ケースの倍率のためメッシュ分割に合わせ線形補完を行う

2.6.3 断面の評価部位の選定

単位幅あたりの最大応力を表 2-5 に示す。また、最大値を灰色で示す。

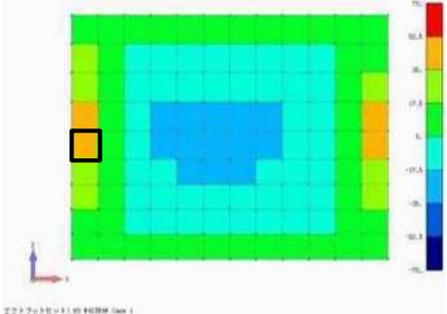
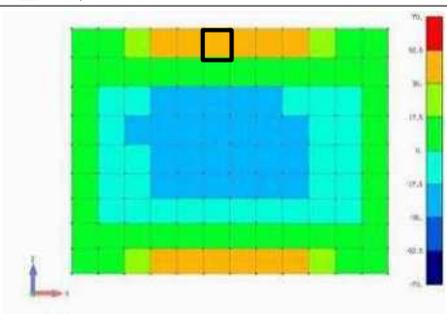
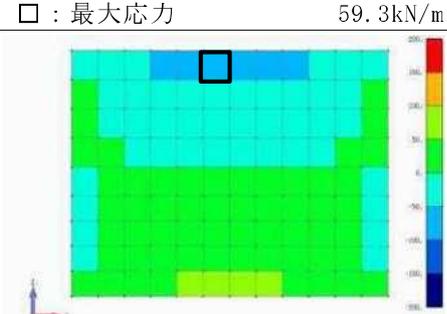
面外慣性力により、南面壁の R_E-R_F 間の壁で最大となる。

断面の評価部位の選定に関する応力コンター図を表 2-6 に示す。

表 2-5 単位幅あたりの最大応力 (Ss-1 及び Ss-2 包絡)

位置		単位幅あたりの最大応力	
		曲げモーメント M (kN・m/m)	面外せん断力 Q (kN/m)
北面壁	$R_A - R_B$	24.8	29.8
	$R_B - R_C$	49.3	72.5
	$R_C - R_D$	35.9	65.8
	$R_D - R_E$	36.6	66.7
	$R_E - R_F$	38.2	58.7
	$R_F - R_G$	27.1	35.4
南面壁	$R_A - R_B$	28.5	39.6
	$R_B - R_C$	48.6	70.0
	$R_C - R_D$	33.2	57.7
	$R_D - R_E$	33.7	59.5
	$R_E - R_F$	51.6	74.8
	$R_F - R_G$	30.4	37.9

表 2-6 断面の評価部位の選定に関する応力コンター図（南面壁 RE-RF 間）

コンター図	
M _x	 <p>□ : 最大応力 40.8kN・m/m</p>
M _y	 <p>□ : 最大応力 51.6kN・m/m</p>
Q _x	 <p>□ : 最大応力 59.3kN/m</p>
Q _y	 <p>□ : 最大応力 74.8kN/m</p>

2.6.4 断面算定方法

「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）」に基づき，基準地震動 S_s により生じる曲げモーメント及びせん断力が，許容限界を超えないことを確認する。許容限界については，「技術基準解説書」に基づき F 値に 1.1 倍の割増しを考慮した弾性限強度とする。

曲げモーメントについては，評価対象部位に生じる曲げモーメント M が次式で算出する許容曲げモーメント M_A を超えないことを確認する。

$$M_A = a_t \cdot f_t \cdot j$$

ここで，

M_A : 単位幅あたりの許容曲げモーメント (N・mm/m)

a_t : 単位幅あたりの引張鉄筋断面積 (mm²/m)

f_t : 引張鉄筋の許容引張応力度で基準強度 F 値の 1.1 倍 (N/mm²)

j : 断面の応力中心距離で，断面の有効せいの 7/8 倍の値 (mm)

面外せん断力については，面外せん断力 Q が次式で算出する許容面外せん断力 Q_A を超えないことを確認する。

$$Q_A = b \cdot j \cdot \alpha \cdot f_s$$

ここで，

Q_A : 単位幅あたりの許容面外せん断力 (N/m)

b : 単位幅あたりの断面の幅 (mm/m)

j : 断面の応力中心距離で，断面の有効せいの 7/8 倍の値 (mm)

α : 許容せん断力の割り増し係数 (1.0)

f_s : コンクリートの短期許容せん断応力度 (N/mm²)

2.6.5 断面算定結果

断面算定結果を表 2-7 に示す。

S s 地震時において、曲げモーメントに対する検定値が 0.736、面外せん断力に対する検定値が 0.333 となり、許容限界を超えないことを確認した。

面外慣性力として、応答補正比率を考慮したうえで最大応答加速度の絶対値を用いていることや解析モデルとして保守的なモデルを用いていることなど、保守的な検討をしていることより、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにより、原子炉建屋の壁が有する耐震性への影響はないと判断できる。

表 2-7 断面算定結果

検討ケース	S s 地震時
厚さ t (mm) × 幅 b (mm)	□ × 1000
有効せい d (mm)	213
配筋	D16@200 (995 mm ²)
鉄筋の許容引張応力度 f_t (N/mm ²)	379
コンクリートの許容せん断応力度 f_s (N/mm ²)	1.21
発生曲げモーメント M (kN・m/m)	51.6
許容値 M_A (kN・m/m)	70.2
検定値 M/M_A	0.736
発生せん断力 Q (kN/m)	74.8
許容値 Q_A (kN/m)	225
検定値 Q/Q_A	0.333
判定	可

2.7 検討のまとめ

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認として、複数スパン及び層にまたがって直交方向に壁及び床の無い連続した壁に対し、面外慣性力の影響について検討を行った。

3次元 FEM モデルを用いて、弾性設計用地震動 S d に対する地震応答解析を実施し、壁の面外方向の最大応答加速度分布を確認した結果、面外にはらむような加速度分布となっており、面外慣性力が発生していることを確認したが、水平 1 方向入力による最大応答加速度分布に対し、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる最大応答加速度分布はおおむね同傾向であることを確認した。この結果は壁の面外応答に与える影響は、面外方向の地震動が支配的であり、水平直交方向及び鉛直方向地震動は面外応答に与える影響が小さいことを示している。

面外慣性力が発生していることから、原子炉建屋の壁を部分的に抽出し、保守的な静的モデルに置き換えて、面外慣性力による面外応力に対して断面算定を行った。その結果、S s 地震時における応力が許容限界を超えないことを確認した。面外慣性力として、応答補正比率を乗じたうえで最大応答加速度の絶対値を用いていることや解析モデルとして保守的なモデルを用いていることも踏まえると、面外慣性力により原子炉建屋の壁が有する耐震性への影響はないと判断できる。

以上のことから、複数スパン及び層にまたがって直交方向に壁及び床の無い連続した壁については、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる評価を行う部位として抽出しない。

3. 局所応答による影響検討

応答特性②-1 及び②-2 により抽出されなかった耐震評価部位全般に対して、局所的な応答について、弾性設計用地震動 Sd-1 及び Sd-2 を用いて、3次元 FEM モデルによる精査を行った。

精査に当たっては、3次元 FEM モデルで構築した原子炉建屋の地震応答解析モデルを用いて、水平 2 方向及び鉛直方向入力時の最大応答加速度を算出し評価することで行った。精査の内容は、別紙 3「3次元 FEM モデルによる地震応答解析」に示す。

3次元 FEM モデルを用いた精査の結果、原子炉建屋が有する耐震性への影響が小さいことから、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価が必要な部位は抽出されなかった。

したがって、水平 2 方向及び鉛直方向地震力を適切に算定するにあたっては、質点系モデルの地震応答解析結果を用いることで、簡易的かつ保守的に評価を行うことが可能であることを確認した。

4. 3次元 FEM モデルを用いた精査のまとめ

3次元的な応答特性が想定される部位について、3次元 FEM モデルにより精査を行った。

応答特性②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」可能性がある部位として、原子炉建屋の壁（燃料取替床レベル）について、精査を行った。

3次元 FEM モデルを用いた精査の結果、いずれの評価対象部位においても、有している耐震性への影響が小さいと判断できることから、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が必要な部位は抽出されなかった。

更に、建屋評価部位全般に対し、局所的な応答について、原子炉建屋を対象とした 3次元 FEM モデルより、水平 2 方向及び鉛直方向入力時の最大応答加速度を算出し検討することで精査を行った。精査の結果、有している耐震性への影響が小さいと判断できることから、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価が必要な部位は抽出されなかった。

以上のことから、3次元的な応答特性が想定される部位として抽出された部位については、有する耐震性への影響が小さいと判断できることから、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる評価を行う部位として抽出しない。