

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）
緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）
■：前回提出時からの変更箇所

先行審査プラントの記載との比較表（VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針）

柏崎刈羽原子力発電所第7号機（2020/5/20版）	東海第二発電所	女川原子力発電所第2号機	備考
		VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針	

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）
 ■■■■：前回提出時からの変更箇所

先行審査プラントの記載との比較表（VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針）

柏崎刈羽原子力発電所第7号機（2020/5/20版）	東海第二発電所	女川原子力発電所第2号機	備考
		<p style="text-align: center;">目次</p> <p>1. 概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・</p> <p>2. 地震応答解析の方針・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・</p> <p>2.1 建物・構築物・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・</p> <p>2.2 機器・配管系・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・</p> <p>2.3 屋外重要土木構造物・・・・・・・・・・・・・・・・・・</p> <p>3. 設計用減衰定数・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・</p> <p>別紙1 地震観測網について</p>	<p>表現の相違</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

黄色：前回提出時からの変更箇所

先行審査プラントの記載との比較表（VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針）

柏崎刈羽原子力発電所第7号機（2020/5/20版）	東海第二発電所	女川原子力発電所第2号機	備考
		<p>1. 概要</p> <p>本資料は、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「4. 設計用地震力」に基づき、建物・構築物、機器・配管系及び屋外重要土木建造物の耐震設計を行う際の地震応答解析の基本方針を説明するものである。</p> <p>図1-1、図1-2及び図1-3に建物・構築物、機器・配管系及び屋外重要土木建造物の地震応答解析の手順をそれぞれ示す。</p>	表現の相違

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）
 [黄色]：前回提出時からの変更箇所

先行審査プラントの記載との比較表（VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針）

柏崎刈羽原子力発電所第7号機（2020/5/20版）	東海第二発電所	女川原子力発電所第2号機	備考

図1-1 建物・構築物の地震応答解析の手順

赤字：設備，運用又は体制の相違点（設計方針の相違）
 緑字：記載表現，設備名称の相違（実質的な相違なし）
 [黄色]：前回提出時からの変更箇所

先行審査プラントの記載との比較表（VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針）

柏崎刈羽原子力発電所第7号機（2020/5/20版）	東海第二発電所	女川原子力発電所第2号機	備考
		<pre> graph TD A[耐震Sクラス施設並びに基準地震動Ss及び弾性設計用地震動Sdにより耐震設計を行う機器・配管系] --> B[解析モデル設定] B --> C[固有値解析] C --> D[減衰定数] D --> E[標準地震動Ss又はそれに基づく設計用床応答曲線若しくは時刻歴応答波] D --> F[弾性設計用地震動Sd又はそれに基づく設計用床応答曲線若しくは時刻歴応答波] E --> G[基準地震動Ssに対する地震応答解析] F --> H[弾性設計用地震動Sdに対する地震応答解析] G --> I["・応答加速度 ・応答変位 ・応答せん断力 ・応答曲げモーメント ・応答軸力"] H --> J["・応答加速度 ・応答変位 ・応答せん断力 ・応答曲げモーメント ・応答軸力"] </pre> <p>図 1-2 機器・配管系の地震応答解析の手順</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）
 ■：前回提出時からの変更箇所

先行審査プラントの記載との比較表（VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針）

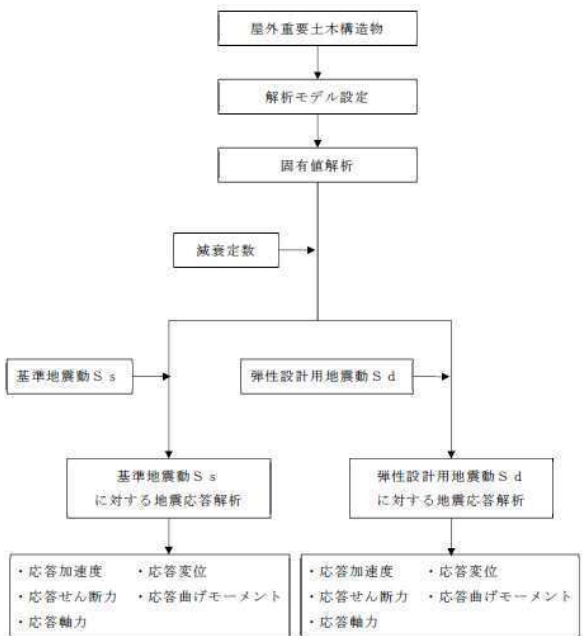
柏崎刈羽原子力発電所第7号機（2020/5/20版）	東海第二発電所	女川原子力発電所第2号機	備考
		 <pre> graph TD A[屋外重要土木構造物] --> B[解析モデル設定] B --> C[固有値解析] D[減衰定数] --> C C --> E[基準地震動 S s] C --> F[弾性設計用地震動 S d] E --> G[基準地震動 S s に対する地震応答解析] F --> H[弾性設計用地震動 S d に対する地震応答解析] G --> I["・応答加速度 ・応答せん断力 ・応答軸力"] I --> J["・応答変位 ・応答曲げモーメント"] H --> K["・応答加速度 ・応答せん断力 ・応答軸力"] K --> L["・応答変位 ・応答曲げモーメント"] </pre>	

図 1-3 屋外重要土木構造物の地震応答解析の手順

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

先行審査プラントの記載との比較表（VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針）

柏崎刈羽原子力発電所第7号機（2020/5/20版）	東海第二発電所	女川原子力発電所第2号機	備考
		<p>2. 地震応答解析の方針</p> <p>2.1 建物・構築物</p> <p>(1) 入力地震動</p> <p>解放基盤表面は、S波速度が約1.4km/sのO.P.-14.1mとしている。</p> <p>建物・構築物の地震応答解析における入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動S_s及び弾性設計用地震動S_dを基に、対象建物・構築物の地盤の非線形特性等の条件を適切に考慮した上で、必要に応じ2次元FEM解析、1次元波動論又は1次元地盤応答解析により、地震応答解析モデルの入力位置で評価した入力地震動を設定する。</p> <p>地盤条件を考慮する場合には、地震動評価で考慮した敷地全体の地下構造との関係にも留意し、地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮する。また、必要に応じ敷地における観測記録による検証や最新の科学的・技術的知見を踏まえ、地質・速度構造等の地盤条件を設定する。</p> <p>また、設計基準対象施設におけるBクラスの建物・構築物及び重大事故等対処施設におけるBクラスの施設の機能を代替する常設重大事故防止設備又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がBクラスのもの）が設置される重大事故等対処施設の建物・構築物のうち共振のおそれがあり、動的解析が必要なものに対しては、弾性設計用地震動S_dを1/2倍したものをを用いる。</p> <p>(2) 解析方法及び解析モデル</p> <p>動的解析による地震力の算定に当たっては、地震応答解析手法の適用性及び適用限界等を考慮の上、適切な解析法を選定するとともに、建物・構築物に応じた適切な解析条件を設定する。動的解析は、時刻歴応答解析法又は線形解析に適用可能な周波数応答解析法による。</p> <p>建物・構築物の動的解析に当たっては、建物・構築物の剛性はそれらの形状、構造特性等を十分考慮して評価し、集中質点系等に置換し</p>	<p>プラント固有条件の差異（地盤条件の相違）。</p> <p>表現の相違 設置（変更）許可における設計方針の差異（適用する解析手法の相違）</p> <p>表現の相違</p> <p>表現の相違 設置（変更）許可における設計方針の差異（適用する解析手法の相違）</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

先行審査プラントの記載との比較表（VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針）

柏崎刈羽原子力発電所第7号機（2020/5/20版）	東海第二発電所	女川原子力発電所第2号機	備考
		<p>た解析モデルを設定する。</p> <p>動的解析には、建物・構築物と地盤との相互作用を考慮するものとし、解析モデルの地盤のばね定数は、基礎版の平面形状、基礎側面と地盤の接触状況及び地盤の剛性等を考慮して定める。各入力地震動が接地率に与える影響を踏まえて、地盤ばねには必要に応じて、基礎浮上りによる非線形性又は誘発上下動を考慮できる浮上り非線形性を考慮するものとする。設計用地盤定数は、原則として、弾性波試験によるものを用いる。</p> <p>地盤－建物・構築物連成系の減衰定数は、振動エネルギーの地下逸散及び地震応答における各部のひずみレベルを考慮して定める。</p> <p>地震応答解析において、主要構造要素がある程度以上弾性範囲を超える場合には、実験等の結果に基づき、該当する建物部分の構造特性に応じて、その弾塑性挙動を適切に模擬した復元力特性を考慮した地震応答解析を行う。</p> <p>また、Sクラスの施設を支持する建物・構築物及び常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備、常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）又は常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）が設置される重大事故等対処施設を支持する建物・構築物の支持機能を検討するための動的解析において、施設を支持する建物・構築物の主要構造要素がある程度以上弾性範囲を超える場合には、その弾塑性挙動を適切に模擬した復元力特性を考慮した地震応答解析を行う。</p> <p>地震応答解析に用いる材料定数については、地盤の諸定数も含めて不確かさによる変動幅を適切に考慮する。また、ばらつきによる変動が建物・構築物の振動性状や応答性状に及ぼす影響として考慮すべきばらつきの要因を選定した上で、選定された要因を考慮した動的解析により設計用地震力を設定する。</p> <p>なお、平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震等の地震やコンクリートの乾燥収縮によるひび割れ等に伴う初期剛性の低下については、観測記録や試験データなどから適切に応答解析モデルへ反映し、保守性を確認した上で適用する。</p> <p>建物・構築物の3次元応答性状及び機器・配管系への影響については、建物・構築物の3次元FEMモデルによる解析に基づき、施設の重</p>	<p>設置（変更）許可における設計方針の差異（女川では補助壁を耐震要素とはしない）</p> <p>表現の相違</p> <p>表現の相違</p> <p>設置（変更）許可における設計方針の差異（ばらつきとして女川は初期剛性低下を考慮、柏崎は実強度を考慮）。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）
 ■：前回提出時からの変更箇所

先行審査プラントの記載との比較表（VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針）

柏崎刈羽原子力発電所第7号機（2020/5/20版）	東海第二発電所	女川原子力発電所第2号機	備考
		<p>要性、建屋規模、構造特性を考慮して評価する。3次元応答性状等の評価は、時刻歴応答解析法による。解析方法及び解析モデルについては、添付書類「VI-2-1-8 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方針」に示す。</p> <p>建物・構築物の動的解析において、地震時における地盤の有効応力の変化に伴う影響を考慮する場合には、有効応力解析等を実施する。有効応力解析に用いる液状化強度特性は、敷地の原地盤における代表性及び網羅性を踏まえた上で実施した液状化強度試験結果に基づき、保守性を考慮して設定する。</p> <p>また、更なる信頼性の向上を目的として設置した地震観測網から得られた観測記録により振動性状を把握する。動的解析に用いるモデルについては、地震観測網により得られた観測記録を用い解析モデルの妥当性確認等を行う。地震観測網の概要は、別紙1「地震観測網について」に示す。</p> <p>a. 解析方法</p> <p>建物・構築物の地震応答は、(1)式の多質点系の振動方程式をNewmark-β法（β=1/4）を用いた直接積分法により求める。</p> $[m] \cdot \{\ddot{x}\}_t + [c] \cdot \{\dot{x}\}_t + [k] \cdot \{x\}_t = -[m] \cdot \{\ddot{y}\}_t \quad (1)$ <p>ここで、</p> <p>[m]：質量マトリックス [c]：減衰マトリックス [k]：剛性マトリックス {ẍ}_t：時刻tの加速度ベクトル {ẋ}_t：時刻tの速度ベクトル {x}_t：時刻tの変位ベクトル {ÿ}_t：時刻tの入力加速度ベクトル</p> <p>ここで、時刻t+Δtにおける解を次のようにして求める。なお、Δtは時間メッシュを示す。</p> $\{x\}_{t+\Delta t} = \{x\}_t + \{\dot{x}\}_t \cdot \Delta t + \left[\left(\frac{1}{2} - \beta\right) \cdot \{\ddot{x}\}_t + \beta \cdot \{\ddot{x}\}_{t+\Delta t}\right] \cdot \Delta t^2 \quad (2)$ $\{\dot{x}\}_{t+\Delta t} = \{\dot{x}\}_t + \frac{1}{2} \cdot [\{\ddot{x}\}_t + \{\ddot{x}\}_{t+\Delta t}] \cdot \Delta t \quad (3)$	<p>設置(変更)許可における設計方針の差異（適用する解析手法の相違）</p> <p>設置(変更)許可における設計方針の差異（有効応力解析等の適用）</p> <p>表現の相違</p> <p>表現の相違 （式に関係する番号については以下、同様）</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

先行審査プラントの記載との比較表（VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針）

柏崎刈羽原子力発電所第7号機（2020/5/20版）	東海第二発電所	女川原子力発電所第2号機	備考
		<p>$\{\ddot{x}\}_{t+\Delta t} = \{\ddot{x}\}_t + \{\Delta\ddot{x}\}_{t+\Delta t}$ (4)</p> <p>(2), (3)及び(4)式を(1)式に代入して整理すると、加速度応答増分ベクトルが次のように求められる。</p> <p>$\{\Delta\ddot{x}\}_{t+\Delta t} = -[A]^{-1} \cdot ([B] + [m] \cdot \{\Delta\ddot{y}\}_{t+\Delta t})$ (5)</p> <p>ここで、</p> <p>$[A] = [m] + \frac{1}{2} \cdot \Delta t \cdot [c] + \beta \cdot \Delta t^2 \cdot [k]$</p> <p>$[B] = \left(\Delta t \cdot [c] + \frac{1}{2} \cdot \Delta t^2 \cdot [k] \right) \cdot \{\dot{x}\}_t + \Delta t \cdot [k] \cdot \{x\}_t$</p> <p>$\{\Delta\ddot{y}\}_{t+\Delta t} = \{\ddot{y}\}_{t+\Delta t} - \{\ddot{y}\}_t$</p> <p>(5)式を(2), (3)及び(4)式に代入することにより、時刻 $t+\Delta t$ の応答が時刻 t の応答から求められる。</p> <p>b. 解析モデル</p> <p>代表的な建物・構築物の解析モデルを以下に示す。</p> <p>(a) 原子炉建屋</p> <p>水平方向は、地盤との相互作用を考慮し、耐震壁等の曲げ及びせん断剛性を評価した多質点系モデルとする。鉛直方向は、地盤との相互作用を考慮し、耐震壁等の軸剛性及び屋根トラスの曲げせん断剛性を評価した多質点系モデルとする。</p> <p>(b) 原子炉建屋屋根トラス</p> <p>原子炉建屋屋根トラスは水平2方向及び鉛直方向地震力の同時入力の影響を受ける可能性があることから、原子炉建屋の燃料取替床レベル（0.P.33.2m）より上部の躯体（屋根鉄骨、柱、梁、耐震壁、屋根スラブ及び下屋部屋根スラブ）をモデル化した立体フレームモデルとする。各鉄骨部材は軸変形及び曲げ変形を考慮したはり要素と軸変形のみを考慮したトラス要素とし、耐震壁及び外周はりは各々シェル要素並びに軸変形及び曲げ変形を考慮したはり要素としてモデル化する。</p> <p>(c) 排気筒</p> <p>排気筒は四角鉄塔支持形鋼管構造であり、水平2方向及び鉛直方向地震力の同時入力の影響を受ける可能性があることから、構成部材を</p>	<p>設置(変更)許可における設計方針の差異（女川では補助壁を耐震要素とはしない） 表現の相違</p> <p>プラント固有条件の差異（構造の相違）</p> <p>施設名称の相違</p> <p>プラント固有条件の差異（構造の相違）</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

先行審査プラントの記載との比較表（VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針）

柏崎刈羽原子力発電所第7号機（2020/5/20版）	東海第二発電所	女川原子力発電所第2号機	備考
		<p>立体的にモデル化した立体フレームモデルとし、部材に発生する応力を地震応答解析によって直接評価できるモデルとする。地震応答解析は、周辺地質や地下水位の状況を模擬できる、地盤と基礎構造を一体化した2次元FEMモデルにより、上部構造の入力地震動を算定する。構成部材のうち、筒身及び鉄塔部の主柱については軸変形及び曲げ変形を考慮したはり要素として、鉄塔斜材及び水平材についてはトラス要素としてモデル化する。</p> <p>(d) 緊急時対策建屋</p> <p>水平方向は、地盤との相互作用を考慮し、耐震壁等の曲げ及びせん断剛性を評価した多質点系モデルとする。鉛直方向は、地盤との相互作用を考慮し、耐震壁等の軸剛性を評価した多質点系モデルとする。</p> <p>2.2 機器・配管系</p> <p>(1) 入力地震動又は入力地震力</p> <p>機器・配管系の地震応答解析における入力地震動又は入力地震力は、基準地震動S_s及び弾性設計用地震動S_d又は当該機器・配管系の設置床における設計用床応答曲線若しくは時刻歴応答波とする。設計用床応答曲線の作成方法については、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に示す。</p> <p>なお、建屋応答解析における各入力地震動が接地率に与える影響を踏まえ、誘発上下動を考慮するモデルを用いている場合については、鉛直方向の加速度応答時刻歴に、以下のとおり誘発上下動を考慮することとする。</p> <ul style="list-style-type: none">・$V+X_v$・$V+Y_v$・$V-X_v$・$V-Y_v$ <p>ここで、</p> <p>V：鉛直方向地震力に対する鉛直方向の加速度応答時刻歴</p> <p>X_v：X方向地震力に対する誘発上下動の加速度応答時刻歴</p> <p>Y_v：Y方向地震力に対する誘発上下動の加速度応答時刻歴</p>	<p>プラント固有条件の差異（対象施設の相違）</p> <p>表現の相違</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

先河審査プラントの記載との比較表（VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針）

柏崎刈羽原子力発電所第7号機（2020/5/20版）	東海第二発電所	女川原子力発電所第2号機	備考
		<p>また、設計基準対象施設におけるBクラスの機器・配管系及び重大事故等対処施設におけるBクラスの施設の機能を代替する常設重大事故防止設備又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がBクラスのもの）が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系のうち共振のおそれがあり、動的解析が必要なものに対しては、弾性設計用地震動Sdを基に線形解析により作成した設計用床応答曲線の応答加速度を1/2倍したものをを用いる。</p> <p>(2) 解析方法及び解析モデル</p> <p>動的解析による地震力の算定に当たっては、地震応答解析手法の適用性、適用限界等を考慮の上、適切な解析法を選定するとともに解析条件として考慮すべき減衰定数、剛性等の各物性値は適切な規格・基準、あるいは実験等の結果に基づき設定する。ここで、原子炉本体の基礎については、鋼板とコンクリートの複合構造物として、より現実に近い適正な地震応答解析を実施する観点から、既往の知見や実物の原子炉本体の基礎を模擬した試験体による加力試験結果を踏まえて、妥当性、適用性を確認した上で、コンクリートの剛性変化を適切に考慮した復元力特性を設定する。</p> <p>機器の解析に当たっては、形状、構造特性等を考慮して、代表的な振動モードを適切に表現できるよう質点系モデル、有限要素モデル等に置換し、設計用床応答曲線を用いたスペクトルモーダル解析法又は時刻歴応答解析法により応答を求める。配管系については、適切なモデルを作成し、設計用床応答曲線を用いたスペクトルモーダル解析法又は時刻歴応答解析法により応答を求める。また、スペクトルモーダル解析法又は時刻歴応答解析法を用いる場合は材料物性のばらつき等を適切に考慮する。</p> <p>クレーン類におけるスペクトルモーダル解析法及び時刻歴応答解析法の選択に当たっては、衝突・すべり等の非線形現象を模擬する観点又は既往研究の知見を取り入れ実機の挙動を模擬する観点で、材料のばらつき等への配慮をしつつ時刻歴応答解析法を用いる等、解析対象とする現象、対象設備の振動特性・構造特性等を考慮し適切に選定する。</p> <p>3次元的な広がりを持つ設備については、3次元的な配置を踏まえ、適切にモデル化し、水平2方向及び鉛直方向の応答成分について適切に組み合わせるものとする。具体的な方針については添付書類「VI-</p>	<p>表現の相違</p> <p>表現の相違</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

先行審査プラントの記載との比較表（VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針）

柏崎刈羽原子力発電所第7号機（2020/5/20版）	東海第二発電所	女川原子力発電所第2号機	備考
		<p>2-1-8 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方針」に示す。</p> <p>剛性の高い機器は、その機器の設置床面の最大応答加速度の1.2倍の加速度を震度として作用させて構造強度評価に用いる地震力を算定する。</p> <p>a. 解析方法</p> <p>スペクトルモーダル解析法における最大値は、二乗平方根（SRSS）法により求める。時刻歴応答解析法においては直接積分法又はモーダル時刻歴解析による。</p> <p>b. 解析モデル</p> <p>代表的な機器・配管系の解析モデルを以下に示す。</p> <p>(a) 原子炉格納容器、原子炉压力容器及び压力容器内部構造物</p> <p>原子炉格納容器、原子炉压力容器及び压力容器内部構造物は、建物質量に対しその質量が比較的大きく、また支持構造上からも原子炉建屋による影響が無視できないため、原子炉建屋と連成させた解析モデルを用いる。原子炉格納容器、原子炉压力容器及び压力容器内部構造物は、多質点系モデルに置換し、各構造物を結合するスタビライザ等は等価なばねに置換する。</p> <p>(b) 一般機器</p> <p>容器、熱交換器等の一般の機器は、機器本体及び支持構造物の剛性をそれぞれ考慮し、原則として重心位置に質量を集中させた1質点系モデルに置換する。</p> <p>ただし、振動特性の観点から質量分布、剛性変化等を考慮する方が適切と考えられる構造の場合は、多質点系モデルに置換する。</p> <p>(c) 配管</p> <p>配管は、その振動性状を適切に考慮するため、3次元多質点はりモデルに置換する。</p> <p>(d) クレーン類</p> <p>クレーン類は、その構造特性を考慮して3次元はりモデルに置換する。なお、すべり等の非線形現象を考慮する場合は、すべり要素等の非線形要素を取り入れた上で3次元はりモデルに置換する。</p> <p>2.3 屋外重要土木構造物</p> <p>(1) 入力地震動</p>	<p>表現の相違</p> <p>表現の相違</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

先行審査プラントの記載との比較表（VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針）

柏崎刈羽原子力発電所第7号機（2020/5/20版）	東海第二発電所	女川原子力発電所第2号機	備考
		<p>屋外重要土木構造物及び重大事故等対処施設における常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備、常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）又は常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）が設置される重大事故等対処施設の土木構造物の地震応答解析における入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動S_sを基に、対象構造物の地盤条件を適切に考慮した上で、1次元波動論により、地震応答解析モデルの入力位置で評価した入力地震動を設定する。地盤条件を考慮する場合には、地震動評価で考慮した敷地全体の地下構造との関係にも留意し、地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮する。</p> <p>(2) 解析方法及び解析モデル</p> <p>動的解析による地震力の算定に当たっては、地震応答解析手法の適用性及び適用限界等を考慮の上、適切な解析法を選定するとともに、各構造物に応じた適切な解析条件を設定する。地震応答解析は、地盤と構造物の相互作用を考慮できる手法とし、地盤及び構造物の地震時における非線形挙動の有無や程度に応じて、線形、等価線形、非線形解析のいずれかにて行う。地震応答解析に用いる材料定数については、材料物性のばらつき等による変動が屋外重要土木構造物の振動性状や応答性状に及ぼす影響を検討し、材料物性のばらつき等を適切に考慮する。</p> <p>また、動的解析にて地震時の地盤の有効応力の変化に伴う影響を考慮する場合には、有効応力解析を実施する。有効応力解析に用いる液化強度特性は、敷地の原地盤における代表性及び網羅性を踏まえた上で実施した液化強度試験結果に基づき、保守性を考慮して設定する。液化等を示す土層については、敷地の中で当該土層の分布範囲等を踏まえた上で、ばらつき及び不確実性を考慮して液化強度特性を設定する。上部土木構造物及び機器・配管系への加速度応答に対する保守的な配慮として、地盤の非液化の影響を考慮する場合は、原地盤において非液化の条件を仮定した解析を実施する。</p> <p>また、地震応答解析では、水平地震動と鉛直地震動の同時加振とするが、構造物の応答特性により水平2方向の同時性を考慮する必要がある場合は、水平2方向の組合せについて適切に評価する。具体的な方針については添付書類「VI-2-1-8 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方針」に示す。</p>	<p>表現の相違</p> <p>設置（変更）許可における設計方針の差異（適用する解析手法の相違）</p> <p>表現の相違</p> <p>表現の相違</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

先行審査プラントの記載との比較表（VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針）

柏崎刈羽原子力発電所第7号機（2020/5/20版）	東海第二発電所	女川原子力発電所第2号機	備考
		<p>重大事故等対処施設のうち、設計基準対象施設の既往評価を適用できる基本構造等と異なる施設については、適用する地震力に対して、要求される機能及び構造健全性が維持されることを確認するため、当該施設の構造を適切にモデル化した上での地震応答解析、加振試験等を実施する。</p> <p>3. 設計用減衰定数</p> <p>地震応答解析に用いる減衰定数は、「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」及び「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」(以下「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」という。)に記載されている減衰定数を設備の種類、構造等により適切に選定するとともに、試験等で妥当性が確認された値も用いる。具体的には表 3-1 に示す値を用いる。</p> <p>なお、建物・構築物の地震応答解析に用いる鉄筋コンクリートの減衰定数については、既往の知見に加え、入力地震動による建物・構築物の応答レベル及び構造形状の複雑さを踏まえて、既設施設の地震観測記録等により検討を行った結果、適用性が確認できたことから表 3-1 に示す建物・構築物に対して 5%と設定する。</p> <p>地盤と屋外重要土木建造物の連成系地震応答解析モデルの減衰定数については、地中建造物としての特徴、同モデルの振動特性を考慮して適切に設定する。</p>	<p>表現の相違</p> <p>表現の相違</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

先行審査プラントの記載との比較表（VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針）

柏崎刈羽原子力発電所第7号機（2020/5/20版）	東海第二発電所	女川原子力発電所第2号機				備考	
		表 3-1 減衰定数				表現の相違	
		建物・構築物					
		対象設備		使用材料	減衰定数（％）		
					水平方向		鉛直方向
		原子炉建屋	建屋	鉄筋コンクリート	5		5
			鉄骨	2	2		
		地盤	—	J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版の近似法により算定*			
		原子炉建屋 屋根トラス	建屋	鉄筋コンクリート	5		5
				鉄骨	2		2
		排気筒	構築物	鉄筋コンクリート	5		5
鉄骨	2			2			
鋼材	1			1			
地盤	—	粘性減衰及び履歴減衰を設定					
緊急時対策 建屋	建屋	鉄筋コンクリート	5	5			
	地盤	—	J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版の近似法により算定*				
						施設名称の相違 設計の差異 （地下水位が高く、屋外重要土木構造物と同様に連成モデルを用いる） プラント固有条件の差異（対象施設の相違）	

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

先行審査プラントの記載との比較表（VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針）

柏崎刈羽原子力発電所第7号機（2020/5/20版）	東海第二発電所	女川原子力発電所第2号機	備考																																									
		注記*：地盤条件及び基礎形状等を基に振動アドミッタンス理論により動的地盤ばねを算出しJ E A G 4 6 0 1-1991 追補版の近似法により算定	表現の相違 設置(変更)許可における設計方針の差異(使用済燃料貯蔵ラックの減衰定数として、試験で確認された減衰定数を適用) 施設名称の相違																																									
		機器・配管系																																										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">対象設備</th> <th colspan="2">減衰定数 (%)</th> </tr> <tr> <th>水平方向</th> <th>鉛直方向</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>溶接構造物</td> <td>1.0</td> <td>1.0^{*1}</td> </tr> <tr> <td>ボルト及びリベット構造物</td> <td>2.0</td> <td>2.0^{*1}</td> </tr> <tr> <td>ポンプ・ファン等の機械装置</td> <td>1.0</td> <td>1.0^{*1}</td> </tr> <tr> <td>燃料集合体</td> <td>7.0</td> <td>1.0^{*1}</td> </tr> <tr> <td>制御棒駆動機構</td> <td>3.5</td> <td>1.0^{*1}</td> </tr> <tr> <td>空調用ダクト</td> <td>2.5</td> <td>2.5^{*1}</td> </tr> <tr> <td>電気盤</td> <td>4.0</td> <td>1.0^{*1}</td> </tr> <tr> <td>使用済燃料貯蔵ラック</td> <td>7.0^{*3}</td> <td>1.0^{*1}</td> </tr> <tr> <td>建屋クレーン</td> <td>2.0^{*3}</td> <td>2.0^{*1}</td> </tr> <tr> <td>燃料交換機</td> <td>2.0^{*3}</td> <td>1.5(2.0)^{*1*2}</td> </tr> <tr> <td>配管系</td> <td>0.5~3.0^{*3*4}</td> <td>0.5~3.0^{*1*3*4}</td> </tr> <tr> <td>液体の揺動</td> <td>0.5</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table>		対象設備	減衰定数 (%)		水平方向	鉛直方向	溶接構造物	1.0	1.0 ^{*1}	ボルト及びリベット構造物	2.0	2.0 ^{*1}	ポンプ・ファン等の機械装置	1.0	1.0 ^{*1}	燃料集合体	7.0	1.0 ^{*1}	制御棒駆動機構	3.5	1.0 ^{*1}	空調用ダクト	2.5	2.5 ^{*1}	電気盤	4.0	1.0 ^{*1}	使用済燃料貯蔵ラック	7.0 ^{*3}	1.0 ^{*1}	建屋クレーン	2.0 ^{*3}	2.0 ^{*1}	燃料交換機	2.0 ^{*3}	1.5(2.0) ^{*1*2}	配管系	0.5~3.0 ^{*3*4}	0.5~3.0 ^{*1*3*4}	液体の揺動	0.5	—
		対象設備			減衰定数 (%)																																							
				水平方向	鉛直方向																																							
		溶接構造物		1.0	1.0 ^{*1}																																							
		ボルト及びリベット構造物		2.0	2.0 ^{*1}																																							
		ポンプ・ファン等の機械装置		1.0	1.0 ^{*1}																																							
		燃料集合体		7.0	1.0 ^{*1}																																							
		制御棒駆動機構		3.5	1.0 ^{*1}																																							
		空調用ダクト		2.5	2.5 ^{*1}																																							
		電気盤		4.0	1.0 ^{*1}																																							
		使用済燃料貯蔵ラック		7.0 ^{*3}	1.0 ^{*1}																																							
		建屋クレーン		2.0 ^{*3}	2.0 ^{*1}																																							
燃料交換機	2.0 ^{*3}	1.5(2.0) ^{*1*2}																																										
配管系	0.5~3.0 ^{*3*4}	0.5~3.0 ^{*1*3*4}																																										
液体の揺動	0.5	—																																										
注記*1：既往の研究等において、設備の地震入力方向の依存性や減衰特性について検討され妥当性が確認された値																																												
*2：()外は、燃料交換機のトロリ位置が端部にある場合、()内は、燃料交換機のトロリ位置が中央部にある場合																																												
*3：既往の研究等において、試験及び解析等により妥当性が確認されている値																																												
*4：具体的な適用条件を「3.配管系の設計用減衰定数」に示す。																																												

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

先行審査プラントの記載との比較表（VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針）

柏崎刈羽原子力発電所第7号機（2020/5/20版）	東海第二発電所	女川原子力発電所第2号機	備考																	
		<p>(参考文献)</p> <p>電力共通研究「機器・配管系に対する合理的耐震評価法の研究」(2000～2001年)</p> <p>電力共通研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究」(1995～1998年)</p> <p>浪田他,「水中振動試験によるBWR使用済燃料貯蔵ラックの減衰比」,日本機械学会 [No.10-8] Dynamics and Design Conference 2010 論文集 No.417</p> <p>長坂他,「BWR使用済燃料貯蔵ラックの減衰特性評価」,日本原子力学会「2015年秋の大会」No.B36</p> <p>配管系の減衰定数</p> <table border="1" data-bbox="1335 651 1935 1238"><thead><tr><th rowspan="2">配管区分*1</th><th colspan="2">減衰定数*2 (%)</th></tr><tr><th>保温材無</th><th>保温材有*3</th></tr></thead><tbody><tr><td>I スナッパ及び架構レストレイント支持主体の配管系で、支持具(スナッパ又は架構レストレイント)の数が4個以上*4のもの</td><td>2.0</td><td>3.0*4</td></tr><tr><td>II スナッパ、架構レストレイント、ロッドレストレイント、ハンガ等を有する配管系で、アンカ及びUボルトを除いた支持具の数が4個以上であり、配管区分Iに属さないもの</td><td>1.0</td><td>2.0*4</td></tr><tr><td>III Uボルトを有する配管系で、架構で水平配管の自重を受けるUボルトの数が4個以上のもの</td><td>2.0*4</td><td>3.0*4</td></tr><tr><td>IV 配管区分I、II及びIIIに属さないもの</td><td>0.5</td><td>1.5*4</td></tr></tbody></table>	配管区分*1	減衰定数*2 (%)		保温材無	保温材有*3	I スナッパ及び架構レストレイント支持主体の配管系で、支持具(スナッパ又は架構レストレイント)の数が4個以上*4のもの	2.0	3.0*4	II スナッパ、架構レストレイント、ロッドレストレイント、ハンガ等を有する配管系で、アンカ及びUボルトを除いた支持具の数が4個以上であり、配管区分Iに属さないもの	1.0	2.0*4	III Uボルトを有する配管系で、架構で水平配管の自重を受けるUボルトの数が4個以上のもの	2.0*4	3.0*4	IV 配管区分I、II及びIIIに属さないもの	0.5	1.5*4	<p>表現の相違</p> <p>表現の相違</p> <p>記載箇所の相違</p>
配管区分*1	減衰定数*2 (%)																			
	保温材無	保温材有*3																		
I スナッパ及び架構レストレイント支持主体の配管系で、支持具(スナッパ又は架構レストレイント)の数が4個以上*4のもの	2.0	3.0*4																		
II スナッパ、架構レストレイント、ロッドレストレイント、ハンガ等を有する配管系で、アンカ及びUボルトを除いた支持具の数が4個以上であり、配管区分Iに属さないもの	1.0	2.0*4																		
III Uボルトを有する配管系で、架構で水平配管の自重を受けるUボルトの数が4個以上のもの	2.0*4	3.0*4																		
IV 配管区分I、II及びIIIに属さないもの	0.5	1.5*4																		

注記*1：支持具の種類及び数は、アンカからアンカまでの独立した振動系について算定する。支持具の算定は、当該支持点を同一方向に複数の支持具で分配して支持する場合には、支持具数は1個として扱い、同一支持点を複数の支持具で2方向に支持する場合は2個として取扱うものとする。

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

先行審査プラントの記載との比較表（VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針）

柏崎刈羽原子力発電所第7号機（2020/5/20版）	東海第二発電所	女川原子力発電所第2号機	備考
		<p>*2：水平方向及び鉛直方向の設計用減衰定数は同じ値を使用</p> <p>*3：保温材有の減衰定数は、無機多孔質保温材による付加減衰定数として1.0%を考慮したものである。金属保温材による付加減衰定数は、配管全長に対する金属保温材使用割合が40%以下の場合1.0%を適用するが、金属保温材使用割合が40%を超える場合は0.5%とする。</p> <p>*4：J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版で規定されている配管系の減衰定数に、既往の研究等において妥当性が確認された値を反映</p> <p>（参考文献） 電力共通研究「機器・配管系に対する合理的耐震評価法の研究」（2000～2001年） 電力共通研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究」（1995～1998年）</p>	<p>表現の相違</p> <p>表現の相違</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

■：前回提出時からの変更箇所

先行審査プラントの記載との比較表（VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針）

柏崎刈羽原子力発電所第7号機（2020/5/20版）	東海第二発電所	女川原子力発電所第2号機	備考
		地震観測網について	別紙1 表現の相違

赤字：設備，運用又は体制の相違点（設計方針の相違）
 緑字：記載表現，設備名称の相違（実質的な相違なし）
 ■■■■：前回提出時からの変更箇所

先行審査プラントの記載との比較表（VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針）

柏崎刈羽原子力発電所第7号機（2020/5/20版）	東海第二発電所	女川原子力発電所第2号機	備考
		<p style="text-align: center;">目次</p> <p>1. 概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・</p> <p>2. 地震観測網の基本方針・・・・・・・・・・・・・・・・</p> <p>3. 地震観測網の配置計画・・・・・・・・・・・・・・・・</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

先行審査プラントの記載との比較表（VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針）

柏崎刈羽原子力発電所第7号機（2020/5/20版）	東海第二発電所	女川原子力発電所第2号機	備考
		<p>1. 概要</p> <p>女川原子力発電所第2号機の主要な建屋には、原子炉格納施設等の安全上重要な施設の実地震時の振動特性を把握するために、各建屋に地震計を設置し、継続して地震観測を行う。また、比較的規模の大きい地震の観測記録が得られた場合は、それらの測定結果に基づく解析等により、主要な施設の健全性を確認すること等に活用する。また、原子炉をスクラムさせるようなある程度以上の地震が起こった場合には、平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震等の影響を踏まえて設計体系に反映した事項（初期剛性低下の考慮等）について分析し、設計の妥当性を確認する。</p> <p>なお、地震観測装置の設置に当たっては、地震観測を継続して実施するために、地震観測網の適切な維持管理を行うとともに、平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震等に対する振動性状の詳細検討結果に応じて観測装置の充実を図る。</p> <p>2. 地震観測網の基本方針</p> <p>原子炉建屋については、地震時の建屋の水平方向及び鉛直方向の振動特性を把握するため、建屋の基礎上、原子炉棟の外壁面の適切な位置に地震計を配置することにより、実地震による建屋の振動（建屋増幅特性、ロッキング動及び振れ）を観測する。</p> <p>制御建屋については、地震時の建屋の水平方向及び鉛直方向の振動特性を把握するため、建屋の基礎上及び最上部の適切な位置に地震計を配置することにより、実地震による建屋の振動（建屋増幅特性）を観測する。</p> <p>なお、地震計は、原則として水平2成分と鉛直1成分の計3成分を観測するものとする。</p> <p>3. 地震観測網の配置計画</p> <p>各建屋の地震計の設置方針を表3-1に示す。地震計配置を図3-1及び図3-2に示す。</p>	<p>名称の相違</p> <p>設置（変更）許可における設計方針の差異（地震後の振動性状の分析を踏まえた設計の妥当性確認の実施方針を明記）。</p> <p>設計の差異（プラント個別の地震計設置方針）</p> <p>表現の相違</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

先行審査プラントの記載との比較表（VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針）

柏崎刈羽原子力発電所第7号機（2020/5/20版）	東海第二発電所	女川原子力発電所第2号機	備考		
		表 3-1 各建屋の地震計の設置方針	設計の差異（プラント個別の地震計設置方針）		
		<table border="1"><thead><tr><th data-bbox="1335 312 1603 344">建屋</th><th data-bbox="1603 312 1939 344">設置方針</th></tr></thead></table>		建屋	設置方針
		建屋		設置方針	
		原子炉棟の外壁		・水平方向及び鉛直方向の振動を観測する。	
基礎	・水平方向及び鉛直方向の振動を観測する。 ・ロッキング動及び振れを確認できるように設置する。				
制御建屋	・水平方向及び鉛直方向の振動を観測する。				

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）
 []：前回提出時からの変更箇所

先審査プラントの記載との比較表（VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針）

柏崎刈羽原子力発電所第7号機（2020/5/20版）	東海第二発電所	女川原子力発電所第2号機	備考
		<p>(1) 平面図</p>	

赤字：設備，運用又は体制の相違点（設計方針の相違）
 緑字：記載表現，設備名称の相違（実質的な相違なし）
 ■：前回提出時からの変更箇所

先行審査プラントの記載との比較表（VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針）

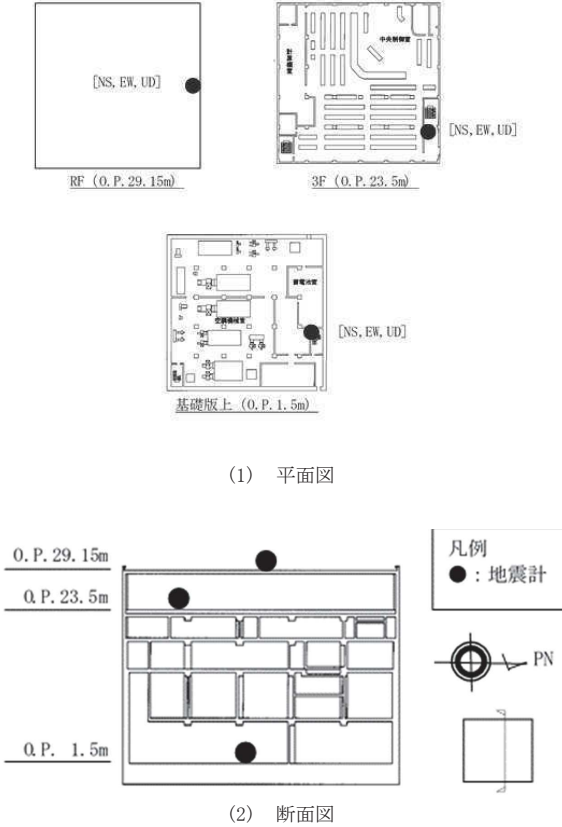
柏崎刈羽原子力発電所第7号機（2020/5/20版）	東海第二発電所	女川原子力発電所第2号機	備考
		<p> O.P. 50.67m O.P. 46.95m O.P. 33.2m O.P. 22.5m O.P. 15.0m O.P. 6.0m O.P. -0.8m O.P. -8.1m </p> <p>凡例 ●：地震計 ⊕：PN</p> <p>(2) 断面図</p> <p>図 3-1 地震計配置図（原子炉建屋）</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

先行審査プラントの記載との比較表（VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針）

柏崎刈羽原子力発電所第7号機（2020/5/20版）	東海第二発電所	女川原子力発電所第2号機	備考
		 <p>(1) 平面図</p> <p>(2) 断面図</p> <p>図 3-2 地震計配置図（制御建屋）</p>	