

東海第二発電所

設計及び工事計画変更認可申請書

補足説明資料

(改 1 1)

令和 3 年 9 月

日本原子力発電株式会社

補足説明資料名称

工認添付書類	補足説明資料
—	補足-1 設計及び工事計画変更認可申請における適用条文等の整理について (改11)
—	補足-2 設計及び工事計画変更認可申請書に添付する書類の整理について (改7)
—	補足-3 工事の方法に関する補足説明資料 (改2)
—	補足-4 残留熱除去系配管改造工事の概要について (改9)
—	補足-5 原子炉格納容器電気ペネトレーション改造工事の概要について (改8)

初版：2021年 3月 9日

改1：2021年 4月12日

改2：2021年 5月10日

補足-1：要否判断の見直し【全体】

補足-2：添付要否の見直し，設置許可との整合性説明追加（別添-1，2）【全体】

補足-3：「工事の方法」及び「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」の他社との比較を追加【補3-17～3-39】

補足-4：「自主設備の悪影響防止（pH制御設備）」（SA工事計画抜粋）の説明追加【補4-29～4-60】

補足-5：耐震・強度の説明【補5-2～5-5】

高経年化技術評価書（取り替えることを前提にしている評価）【補5-6～5-20】

改3：2021年 5月20日

補足-1：補足-1の説明と技術基準の適合性について【補1-19～1-31】

改4：2021年 6月 7日

補足-1：適合条文等の整理見直し結果【補1-2～1-18】

補足-2：添付する書類の整理見直し結果【補2-1～2-9】

補足-4：pH装置（B系接続時の悪影響に関する説明（溢水等））【補4-29】

補足-5：耐震・強度の説明（説明と図の紐付け等の記載の適正化）【補5-1～5-5】

改5：2021年 6月22日

補足-1：審査対象条文の基準適合性（様式-7及び基本設計方針との整理）

補足-4：pH制御装置（B系接続時の悪影響に関する説明）【補4-29～46】

改6：2021年 7月14日

補足-1：審査対象条文の基準適合性（第4条、第11条、第12条、第14条）

改7：2021年 7月30日

補足-1：適用条文の整理結果【補1-1～1-6、1-8～1-26】

審査対象条文の基準適合性（第4、6、7、11、12、14、15、26、27、32、33、44、49、51、52条、適用を受けない条文（59、67条））

補足-4：残留熱除去系配管の改造に係る添付図の変更前後比較追加【補4-47～57】

補足-5：原子炉格納容器電気配線貫通部の改造に係る添付図の変更前後比較追加【補5-21】

改 8 : 2021年 8月4日

補足－ 1 : 審査対象条文の基準適合性 (第62、 63、 64、 65、 66条)

改 9 : 2021年 8月18日

補足－ 1 : 適用条文の整理結果【補1-1～1-20、 1-22～1-26】

審査対象条文の基準適合性 (第4、 6、 7、 11、 12、 14、 15、 19、 26、 27、 32、 33、 44、 49、 51、 52、 54、 62、 63、 64、 65、 66条、 適用を受けない条文 (第13、 59、 67条))

補足－ 2 : 添付する書類の整理見直し結果【補2-1、 2-2、 2-7】

補足－ 4 : 適用条文の追加【補4-1、 4-2、 4-6、 4-7】

補足－ 5 : 適用条文の追加【補5-1～5-3】

改 1 0 : 2021年 9月 1日

補足－ 1 : 適用条文の整理結果【補1-1～1-28】

審査対象条文の基準適合性 (第4、 5、 6、 7、 11、 12、 14、 15、 17、 19、 26、 27、 32、 33、 44、 49、 50、 51、 52、 54、 55、 62、 63、 64、 65、 66条、 適用を受けない条文 (第13、 59、 67条))

補足－ 2 : 添付する書類の整理見直し結果【補2-4、 2-8】

補足－ 4 : 適用条文の修正【補4-1】

主要配管変更箇所の修正【4-8、 4-10、 4-15、 4-28、 4-32～4-41】

原子炉冷却材圧力バウンダリ概要図の追加【補4-9】

補足－ 5 : 適用条文の修正【補5-1】

改 1 1 : 2021年 9月 6日

補足－ 1 : 適用条文の整理結果【補1-1～1-10、 補1-13～1-16、 補1-18～1-20、 補1-23～1-25、 補1-27】

審査対象条文の基準適合性 (第4、 5、 6、 7、 11、 12、 14、 15、 17、 19、 26、 27、 32、 33、 44、 49、 50、 51、 52、 54、 55、 62、 63、 64、 65、 66条、 適用を受けない条文 (第13、 59、 67条))

補足－ 2 : 補足－ 1 添付書類との整合【補2-2～2-3、 補2-5～7、 補2-9、 補2-11】

補足－ 4 : pH制御装置設置に係る残留熱除去系A系のTEE削除概略図追加【補4-6】

補足－ 5 : 耐震・強度計算書との紐付け【補5-2～5-9】

本資料のうち、 は商業秘密又は核物質防護上の観点から公開できません。

補足-1 【設計及び工事計画変更認可申請における
適用条文等の整理について】

(改 1 1)

設計及び工事計画変更認可申請における適用条文等の整理について

1. 概要

今回、東海第二発電所の残留熱除去系配管の一部について改造を実施するとともに、原子炉格納容器電気配線貫通部の一部について改造を実施するため、設計及び工事の計画の変更認可申請を行う。

本資料では、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づく当該手続きを行うにあたり、申請対象が適用を受ける「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」の条文を整理するとともに、適合性の確認が必要となる条文を明確にする。

2. 適用条文の整理結果

本設計及び工事計画の申請対象である残留熱除去系配管及び原子炉格納容器電気配線貫通部の適用条文は、下表及び補足-4、補足-5並びに添付書類に示すとおり。なお、申請対象である残留熱除去系配管及び原子炉格納容器電気配線貫通部の改造箇所は、原子炉建屋に設置される。

【申請対象】

- ・ 原子炉冷却系統施設（主配管）
 - 3.5.1 残留熱除去系（主登録）DB・SA
 - 3.6.4 低圧注水系（兼用）SA
 - 3.6.8 代替循環冷却系（兼用）SA
- ・ 原子炉格納施設（主配管）
 - 7.3.6.2 格納容器スプレイ冷却系（兼用）SA
 - 7.3.6.3 サプレッション・プール冷却系（兼用）SA
 - 7.3.6.6 代替循環冷却系（兼用）SA
- ・ 原子炉格納施設（原子炉格納容器電気配線貫通部）
 - 7.1 (4) b. 電気配線貫通部 DB・SA

【凡例】

- ：適用条文であり、今回の申請で適合性を確認する必要がある条文
- △：適用条文であるが、既に適合性が確認されている条文、又は工事計画に係る内容に影響を受けないことが明確に確認できる条文
- ×：適用を受けない条文

(1) 原子炉冷却系統施設（主配管）

技術基準規則	要否判断	理由
設計基準対象施設		
第 4 条 設計基準対象施設の地盤	△	<p>今回の残留熱除去系配管の一部改造により重量に変更があるため、設計基準対象施設の地盤の設計への影響を確認する必要があるが、残留熱除去系配管の系統構成、配置を変更するものではなく、地震応答解析モデルの変更はないことから原子炉建屋基礎盤の評価に変更はないため、平成 30 年 10 月 18 日付け原規規発第 1810181 号にて認可された工事計画（以下「既工事計画」という。）で確認された設計基準対象施設の地盤に係る設計を変更するものではない。また、設計基準対象施設の地盤に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。</p> <p style="text-align: right;">（添付書類 1）</p>
第 5 条 地震による損傷の防止	○	<p>今回の残留熱除去系配管の一部改造では、「実用発電用原子炉及びその附属設備の技術基準の一部改正（平成 30 年 6 月 8 日、以下同様）」に定める耐震性に影響がないこと（適合していること）を確認する必要があるため、変更の工事の内容（本申請内容）に関連し、審査対象条文とする。</p> <p style="text-align: right;">（添付書類 2）</p>
第 6 条 津波による損傷の防止	△	<p>今回の残留熱除去系配管の一部改造を踏まえた津波による損傷の防止に関する設計への影響を確認する必要があるが、残留熱除去系配管の系統構成、配置及び入力津波に変更はなく、津波による損傷防止が図られた原子炉建屋内の改造であり既工事計画で確認された設計を変更するものではない。また、津波による損傷の防止に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。</p> <p style="text-align: right;">（添付書類 3）</p>
第 7 条 外部からの衝撃による損傷の防止	△	<p>今回の残留熱除去系配管の一部改造を踏まえた外部からの衝撃による損傷の防止に関する設計への影響を確認する必要があるが、残留熱除去系配管の系統構成及び配置に変更はなく、外部からの衝撃による損傷防止が図られた原子炉建屋内の改造であることから、既工事計画において確認された想定される自然現象及び人為事象や防護する設計を変更するものではない。また、外部からの衝撃による損傷の防止に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。</p> <p style="text-align: right;">（添付書類 4）</p>

技術基準規則	要否 判断	理 由
設計基準対象施設		
第 8 条 立ち入りの防止	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、立ち入りの防止に係る設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 9 条 発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、人の不法な侵入等の防止に係る設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 10 条 急傾斜地の崩壊の防止	×	東海第二発電所において急傾斜地崩壊危険区域に指定された箇所はないため、審査対象条文とならない。
第 11 条 火災による損傷の防止	○	<p>今回の残留熱除去系配管の一部造により、火災による損傷の防止に関する設計への影響を確認する必要があるが、改造を行う配管には、改造前と同等の仕様である不燃性の材料（SGV410, SFVC2B）を使用した配管を選定しており、既工事計画で確認された火災防護を行う機器等の選定並びに火災区域及び火災区画の設定、火災発生防止に係る設計、火災の感知及び消火に係る設計、火災の影響軽減対策に係る設計、その他の内部火災に係る防護の設計に影響がないこと（適合していること）を確認する必要があるため、変更の工事の内容（本申請内容）に関連し、審査対象条文とする。</p> <p style="text-align: right;">（添付書類 5）</p>
第 12 条 発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止	○	<p>今回の残留熱除去系配管の一部改造により、発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止に関する設計への影響を確認する必要があるが、改造箇所は最大口径配管ではなく、系統構成及び機器の配置を変更するものではないことから、既工事計画で確認された溢水防護対象設備の選定、溢水源、溢水量、溢水防護区画及び溢水経路の設定、溢水防護対象設備に関する溢水評価及び防護設計、その他の溢水防護設計に影響がないこと（適合していること）を確認する必要があるため、変更の工事の内容（本申請内容）に関連し、審査対象条文とする。</p> <p style="text-align: right;">（添付書類 6）</p>
第 13 条 安全避難通路等	×	<p>今回の残留熱除去系配管の一部改造では、残留熱除去系配管の配置に変更はなく、安全避難通路等に変更がないため、審査対象条文とならない。</p> <p style="text-align: right;">（添付書類 7）</p>

技術基準規則	要否判断	理由
設計基準対象施設		
第14条 安全設備	○	今回の残留熱除去系配管の一部改造により、安全設備に関する設計への影響を確認する必要があるが、改造箇所は配管材質の変更であり、既工事計画で確認された設計基準事故時に想定される環境条件、流体振動又は温度変化による損傷の防止の設計に影響がないこと（適合していること）を確認する必要があるため、変更の工事の内容（本申請内容）に関連し、審査対象条文とする。 (添付書類8)
第15条 設計基準対象施設の機能	○	今回の残留熱除去系配管の一部改造により、設計基準対象施設の機能への影響を確認する必要があるが、今回の改造により他発電所との共用又は相互に接続する配管はなく、既工事計画で確認された保守点検及び飛散物による損傷防護の基本方針に影響がないこと（適合していること）を確認する必要があるため、変更の工事の内容（本申請内容）に関連し、審査対象条文とする。 (添付書類9)
第16条 全交流動力電源喪失対策設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、全交流動力電源喪失対策設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
第17条 材料及び構造	○	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、「実用発電用原子炉及びその附属設備の技術基準の一部改正」に定める材料及び構造に係る設計に影響がないこと（適合していること）を確認する必要があるため、変更の工事の内容（本申請内容）に関連し、審査対象条文とする。 (添付書類10)
第18条 使用中の亀裂等による破壊の防止	×	維持基準であることから、審査対象条文とならない。
第19条 流体振動等による損傷の防止	△	今回の残留熱除去系配管の一部改造により、流体振動等による損傷の防止への影響を確認する必要があるが、今回の改造では、配管内円柱状構造物の流力振動評価対象となる円柱状構造物が設置されておらず、高サイクル熱疲労が想定される部位については、配管改造後も定期的に技術基準の適合性を確認する方針に変更が無いため、既工事計画で確認された設計を変更するものではない。また、流体振動等による損傷の防止に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。 (添付書類11)

技術基準規則	要否 判断	理 由
設計基準対象施設		
第20条 安全弁等	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、安全弁等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第21条 耐圧試験等	×	施設時基準又は維持基準であることから、審査対象条文とならない。
第22条 監視試験片	×	容器の中性子照射による劣化に対する要求であり、対象設備は本条文の適用を受ける設備ではないため、審査対象条文とならない。
第23条 炉心等	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、炉心等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第24条 熱遮蔽材	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、熱遮蔽材に該当しないため、審査対象条文とならない。
第25条 一次冷却材	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、一次冷却材に該当しないため、審査対象条文とならない。
第26条 燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備	△	<p>今回の残留熱除去系配管の一部改造により、崩壊熱により燃料体等が溶融しないことを有する冷却能力への影響を確認する必要があるが、今回の改造では残留熱除去系として使用する使用済燃料プール水の冷却及び補給系の系統構成及び配置に変更はないため、既工事計画で確認された設計を変更するものではない。また、燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。</p> <p style="text-align: right;">(添付書類12)</p>
第27条 原子炉冷却材圧力バウンダリ	○	<p>今回の残留熱除去系配管の一部改造では、原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器は、設計基準事故時等に加わる負荷に耐える設計に影響がないこと(適合していること)を確認するため、変更の工事の内容(本申請内容)に関連し、審査対象条文とする。</p> <p style="text-align: right;">(添付書類13)</p>
第28条 原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置等	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第29条 一次冷却材処理装置	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、一次冷却材処理装置に該当しないため、審査対象条文とならない。

技術基準規則	要否 判断	理 由
設計基準対象施設		
第30条 逆止め弁	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、逆止め弁に該当しないため、審査対象条文とならない。
第31条 蒸気タービン	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、蒸気タービンに該当しないため、審査対象条文とならない。
第32条 非常用炉心冷却設備	△	<p>今回の残留熱除去系配管の一部改造により、燃料被覆材の温度が燃料材の溶融又は燃料体の著しい破損を生ずる温度を超えて上昇することを防止するための冷却能力への影響について確認する必要があるが、今回の改造では残留熱除去系として使用する低圧注水系の系統構成及び配置に変更はないため、既工事計画で確認された設計を変更するものではない。また、非常用炉心冷却設備に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。</p> <p style="text-align: right;">(添付書類14)</p>
第33条 循環設備等	△	<p>今回の残留熱除去系配管の一部改造により、発電用原子炉停止時に原子炉圧力容器内において発生した残留熱を除去することができる設備への影響を確認する必要があるが、今回の改造では残留熱除去系として使用する原子炉停止時冷却系の系統構成及び配置に変更はないため、既工事計画で確認された設計を変更するものではない。また、循環設備等に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。</p> <p style="text-align: right;">(添付書類15)</p>
第34条 計測装置	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、計測装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
第35条 安全保護装置	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、安全保護装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
第36条 反応度制御系統及び原子炉停止系統	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、反応度制御系統及び原子炉停止系統に該当しないため、審査対象条文とならない。
第37条 制御材駆動装置	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、制御材駆動装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
第38条 原子炉制御室等	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、原子炉制御室等に該当しないため、審査対象条文とならない。

技術基準規則	要否判断	理由
設計基準対象施設		
第39条 廃棄物処理設備等	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、廃棄物処理設備等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第40条 廃棄物貯蔵設備等	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、廃棄物貯蔵設備等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第41条 放射性物質による汚染の防止	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、放射性物質による汚染の防止が適用される設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
第42条 生体遮蔽等	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、生体遮蔽等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第43条 換気設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、換気設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
第44条 原子炉格納施設	△	<p>今回の残留熱除去系配管の一部改造により、発電用原子炉施設の損壊又は故障の際に発生する放射性物質の漏えいを防止する設備、原子炉格納容器内において発生した熱を除去及び放射性物質の濃度を低減する設備への影響を確認する必要があるが、今回の改造では原子炉格納容器隔離弁及び残留熱除去系として使用する格納容器スプレイ冷却系の系統構成及び配置に変更はないため、既工事計画で確認された設計を変更するものではない。また、原子炉格納施設に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。</p> <p style="text-align: right;">(添付書類16)</p>
第45条 保安電源設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、保安電源設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
第46条 緊急時対策所	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、緊急時対策所に該当しないため、審査対象条文とならない。
第47条 警報装置等	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、警報装置等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第48条 準用	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、補助ボイラ、電気設備等の準用が適用される設備に該当しないため、審査対象条文とならない。

技術基準規則	要否 判断	理 由
重大事故等対処施設		
第49条 重大事故等対処施設の地盤	△	<p>今回の残留熱除去系配管の一部改造により重量に変更があるため、重大事故等対処施設の地盤の設計への影響を確認する必要があるが、残留熱除去系配管の系統構成、配置を変更するものではなく、地震応答解析モデルの変更はないことから原子炉建屋基礎盤の評価に変更はないため、既工事計画で確認された重大事故等対処施設の地盤に係る設計を変更するものではない。また、重大事故等対処施設の地盤に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。</p> <p style="text-align: right;">(添付書類17)</p>
第50条 地震による損傷の防止	○	<p>今回の残留熱除去系配管の一部改造では、「実用発電用原子炉及びその附属設備の技術基準の一部改正」に定める耐震性に影響がないこと（適合していること）を確認する必要があるため、変更の工事の内容（本申請内容）に関連し、審査対象条文とする。</p> <p style="text-align: right;">(添付書類18)</p>
第51条 津波による損傷の防止	△	<p>今回の残留熱除去系配管の一部改造を踏まえた津波による損傷の防止に関する設計への影響を確認する必要があるが、残留熱除去系配管の系統構成、配置及び入力津波に変更はなく、津波による損傷防止が図られた原子炉建屋内の改造であり既工事計画で確認された設計を変更するものではない。また、津波による損傷の防止に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。</p> <p style="text-align: right;">(添付書類19)</p>
第52条 火災による損傷の防止	○	<p>今回の残留熱除去系配管の一部改造により、火災による損傷の防止に関する設計への影響を確認する必要があるが、改造を行う配管には、改造前と同等の仕様である不燃性の材料（SGV410, SFVC2B）を使用した配管を選定しており、既工事計画で確認された火災防護を行う機器等の選定並びに火災区域及び火災区画の設定、火災発生防止に係る設計、火災の感知及び消火に係る設計に影響がないこと（適合していること）を確認する必要があるため、変更の工事の内容（本申請内容）に関連し、審査対象条文とする。</p> <p style="text-align: right;">(添付書類20)</p>
第53条 特定重大事故等対処施設	×	<p>今回の残留熱除去系配管の一部改造では、特定重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文とならない。</p>

技術基準規則	要否 判断	理 由
重大事故等対処施設		
第54条 重大事故等対処設備	○	今回の残留熱除去系配管の一部改造により、重大事故等対処設備に関する設計への影響を確認する必要があるが、改造箇所は配管材質の変更であり、既工事計画で確認された重大事故等が発生した場合に想定される環境条件、流体振動又は温度変化による損傷の防止の設計に影響がないこと（適合していること）を確認する必要があるため、変更の工事の内容（本申請内容）に関連し、審査対象条文とする。 (添付書類21)
第55条 材料及び構造	○	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、「実用発電用原子炉及びその附属設備の技術基準の一部改正」に定める材料及び構造に係る設計に影響がないこと（適合していること）を確認する必要があるため、変更の工事の内容（本申請内容）に関連し、審査対象条文とする。 (添付書類22)
第56条 使用中の亀裂等による破壊の防止	×	維持基準であることから、審査対象条文とならない。
第57条 安全弁等	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、安全弁等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第58条 耐圧試験等	×	施設時基準又は維持基準であることから、審査対象条文とならない。
第59条 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備（代替制御棒挿入機能、代替再循環ポンプトリップ機能、ほう酸水注入系、自動減圧系の起動阻止スイッチ）に該当しないため、審査対象条文とならない。 (添付書類23)
第60条 原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備がないことから、審査対象条文とならない。
第61条 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備がないことから、審査対象条文とならない。

技術基準規則	要否 判断	理 由
重大事故等対処施設		
第62条 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備	△	原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備として残留熱除去系及び代替循環冷却系があり、残留熱除去系配管の一部改造する配管が代替循環冷却系の配管と一部兼用している。今回の残留熱除去系配管の一部改造により、原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に原子炉を冷却するために必要な設備を施設することを確認する必要があるが、この設備を施設する計画に変更はない。また、系統構成、主配管の配置及び主要仕様（材料を除く。）に変更はなく、原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却できる機能に影響はないため、既工事計画で確認された設計を変更するものではない。また、原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。 (添付書類24)
第63条 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備	△	最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備として残留熱除去系がある。今回の残留熱除去系配管の一部改造により、最終ヒートシンクへ熱を輸送するために必要な設備を施設することを確認する必要があるが、この設備を施設する計画に変更はない。また、系統構成、主配管の配置及び主要仕様（材料を除く。）に変更はなく、最終ヒートシンクへ熱を輸送する機能に影響はないため、既工事計画で確認された設計を変更するものではない。また、最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。 (添付書類25)
第64条 原子炉格納容器内の冷却等のための設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、原子炉格納容器内の冷却等のための設備は、原子炉格納施設として整理されているため、原子炉冷却系統施設としては、審査対象条文とならない。 (添付書類26)
第65条 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備は、原子炉格納施設として整理されているため、原子炉冷却系統施設としては、審査対象条文とならない。 (添付書類27)

技術基準規則	要否判断	理由
重大事故等対処施設		
第66条 原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備は、原子炉格納施設として整理されているため、原子炉冷却系統施設としては、審査対象条文とならない。 (添付書類28)
第67条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備（可搬型窒素供給設備、格納容器圧力逃がし装置）に該当しないため、審査対象条文とならない。 (添付書類29)
第68条 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備がないことから、審査対象条文とならない。
第69条 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備がないことから、審査対象条文とならない。
第70条 工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備がないことから、審査対象条文とならない。
第71条 重大事故等の収束に必要なとなる水の供給設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、重大事故等の収束に必要なとなる水の供給設備がないことから、審査対象条文とならない。
第72条 電源設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、電源設備がないことから、審査対象条文とならない。
第73条 計装設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、計装設備がないことから、審査対象条文とならない。
第74条 運転員が原子炉制御室にとどまるための設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、原子炉制御室等に係る設備がないことから、審査対象条文とならない。
第75条 監視測定設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、監視測定設備がないことから、審査対象条文とならない。

技術基準規則	要否 判断	理 由
重大事故等対処施設		
第76条 緊急時対策所	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、緊急時対策所に係る設備がないことから、審査対象条文とならない。
第77条 通信連絡を行うために必要な設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、通信連絡を行うために必要な設備がないことから、審査対象条文とならない。
第78条 準用	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、準用に係る設備がないことから、審査対象条文とならない。

(2) 原子炉格納施設（主配管）

DB 条文である第 1 条～第 4 8 条については，主登録側に記載。

技術基準規則	要否判断	理由
重大事故等対処施設		
第 4 9 条 重大事故等対処施設の地盤	△	<p>今回の残留熱除去系配管の一部改造により重量に変更があるため，重大事故等対処施設の地盤の設計への影響を確認する必要があるが，残留熱除去系配管の系統構成，配置を変更するものではなく，地震応答解析モデルの変更はないことから原子炉建屋基礎盤の評価に変更はないため，既工事計画で確認された重大事故等対処施設の地盤に係る設計に影響を与えるものではないことから，審査対象条文とならない。</p> <p style="text-align: right;">（添付書類 1 7）</p>
第 5 0 条 地震による損傷の防止	○	<p>今回の残留熱除去系配管の一部改造では，「実用発電用原子炉及びその附属設備の技術基準の一部改正」に定める耐震性に影響がないこと（適合していること）を確認する必要があるため，変更の工事の内容（本申請内容）に関連し，審査対象条文とする。</p> <p style="text-align: right;">（添付書類 1 8）</p>
第 5 1 条 津波による損傷の防止	△	<p>今回の残留熱除去系配管の一部改造を踏まえた津波による損傷の防止に関する設計への影響を確認する必要があるが，残留熱除去系配管の系統構成，配置及び入力津波に変更はなく，津波による損傷防止が図られた原子炉建屋内の改造であり既工事計画で確認された設計を変更するものではない。また，津波による損傷の防止に関する基本設計方針についても変更がないことから，審査対象条文とならない。</p> <p style="text-align: right;">（添付書類 1 9）</p>
第 5 2 条 火災による損傷の防止	○	<p>今回の残留熱除去系配管の一部改造により，火災による損傷の防止に関する設計への影響を確認する必要があるが，改造を行う配管には，改造前と同等の仕様である不燃性の材料（SGV410，SFVC2B）を使用した配管を選定しており，既工事計画で確認された火災防護を行う機器等の選定並びに火災区域及び火災区画の設定，火災発生防止に係る設計，火災の感知及び消火に係る設計に影響がないこと（適合していること）を確認する必要があるため，変更の工事の内容（本申請内容）に関連し，審査対象条文とする。</p> <p style="text-align: right;">（添付書類 2 0）</p>

技術基準規則	要否判断	理由
重大事故等対処施設		
第53条 特定重大事故等対処施設	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、特定重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文とならない。
第54条 重大事故等対処設備	○	今回の残留熱除去系配管の一部改造により、重大事故等対処設備に関する設計への影響を確認する必要があるが、改造箇所は配管材質の変更であり、既工事計画で確認された重大事故等が発生した場合に想定される環境条件、流体振動又は温度変化による損傷の防止の設計に影響がないこと（適合していること）を確認する必要があるため、変更の工事の内容（本申請内容）に関連し、審査対象条文とする。 (添付書類21)
第55条 材料及び構造	○	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、「実用発電用原子炉及びその附属設備の技術基準の一部改正」に定める材料及び構造に係る設計に影響がないこと（適合していること）を確認する必要があるため、変更の工事の内容（本申請内容）に関連し、審査対象条文とする。 (添付書類22)
第56条 使用中の亀裂等による破壊の防止	×	維持基準であることから、審査対象条文とならない。
第57条 安全弁等	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、安全弁等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第58条 耐圧試験等	×	施設時基準又は維持基準であることから、審査対象条文とならない。
第59条 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備（代替制御棒挿入機能、代替再循環ポンプトリップ機能、ほう酸水注入系、自動減圧系の起動阻止スイッチ）に該当しないため、審査対象条文とならない。 (添付書類23)
第60条 原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備がないことから、審査対象条文とならない。

技術基準規則	要否判断	理由
重大事故等対処施設		
第61条 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備がないことから、審査対象条文とならない。
第62条 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備は、原子炉冷却系統施設として整理されているため、原子炉格納施設としては、審査対象条文とならない。 (添付書類24)
第63条 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備は、原子炉冷却系統施設として整理されているため、原子炉格納施設としては、審査対象条文とならない。 (添付書類25)
第64条 原子炉格納容器内の冷却等のための設備	△	原子炉格納容器内の冷却等のための設備として残留熱除去系のうち、格納容器スプレイ冷却系及びサプレッション・プール冷却系がある。今回の残留熱除去系配管の一部改造により、原子炉格納容器内の冷却等のために必要な設備を施設することを確認する必要があるが、この設備を施設する計画に変更はない。また、系統構成、主配管の配置及び主要仕様（材料を除く。）に変更はなく、原子炉格納容器内の冷却等を行う機能に影響はないため、既工事計画で確認された設計を変更するものではない。また、原子炉格納容器内の冷却等のための設備に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。 (添付書類26)
第65条 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備	△	原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備として残留熱除去系及び代替循環冷却系がある。今回の残留熱除去系配管の一部改造により、原子炉格納容器の過圧破損を防止するために必要な設備を施設することを確認する必要があるが、この設備を施設する計画に変更はない。また、系統構成、主配管の配置及び主要仕様（材料を除く。）に変更はなく、原子炉格納容器の過圧破損を防止する機能に影響はないため、既工事計画で確認された設計を変更するものではない。また、原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。 (添付書類27)

技術基準規則	要否判断	理由
重大事故等対処施設		
第66条 原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備	△	原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備として残留熱除去系及び代替循環冷却系がある。今回の残留熱除去系配管の一部改造により、原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するために必要な設備を施設することを確認する必要があるが、この設備を施設する計画に変更はない。また、系統構成、主配管の配置及び主要仕様（材料を除く。）に変更はなく、溶融炉心を冷却する機能に影響はないため、既工事計画で確認された設計を変更するものではない。また、原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。 (添付書類28)
第67条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備(可搬型窒素供給設備、格納容器圧力逃がし装置)に該当しないため、審査対象条文とならない。 (添付書類29)
第68条 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備がないことから、審査対象条文とならない。
第69条 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備がないことから、審査対象条文とならない。
第70条 工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備がないことから、審査対象条文とならない。
第71条 重大事故等の収束に必要なとなる水の供給設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、重大事故等の収束に必要なとなる水の供給設備がないことから、審査対象条文とならない。
第72条 電源設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、電源設備がないことから、審査対象条文とならない。
第73条 計装設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、計装設備がないことから、審査対象条文とならない。

技術基準規則	要否判断	理由
重大事故等対処施設		
第74条 運転員が原子炉制御室にとどまるための設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、原子炉制御室等に係る設備がないことから、審査対象条文とならない。
第75条 監視測定設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、監視測定設備がないことから、審査対象条文とならない。
第76条 緊急時対策所	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、緊急時対策所に係る設備がないことから、審査対象条文とならない。
第77条 通信連絡を行うために必要な設備	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、通信連絡を行うために必要な設備がないことから、審査対象条文とならない。
第78条 準用	×	今回の残留熱除去系配管の一部改造では、準用に係る設備がないことから、審査対象条文とならない。

(3) 原子炉格納施設 (原子炉格納容器電気配線貫通部)

技術基準規則	要否判断	理由
設計基準対象施設		
第 4 条 設計基準対象施設の地盤	△	<p>今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造により重量に変更があるため、設計基準対象施設の地盤の設計への影響を確認する必要があるが、原子炉格納容器電気配線貫通部の配置を変更するものではなく、地震応答解析モデルの変更はないことから原子炉建屋基礎盤の評価に変更はないため、既工事計画で確認された設計基準対象施設の地盤に係る設計を変更するものではない。また、設計基準対象施設の地盤に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。</p> <p>(添付書類 1)</p>
第 5 条 地震による損傷の防止	△	<p>今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、「実用発電用原子炉及びその附属設備の技術基準の一部改正」に定める耐震性に係る設計を変更するものではない。また、地震による損傷の防止に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。</p> <p>(添付書類 2)</p>
第 6 条 津波による損傷の防止	△	<p>今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造を踏まえた津波による損傷の防止に関する設計への影響を確認する必要があるが、原子炉格納容器電気配線貫通部の配置及び入力津波に変更はなく、津波による損傷防止が図られた原子炉建屋内の改造であり既工事計画で確認された設計を変更するものではない。また、津波による損傷の防止に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。</p> <p>(添付書類 3)</p>
第 7 条 外部からの衝撃による損傷の防止	△	<p>今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造を踏まえた外部からの衝撃による損傷の防止に関する設計への影響を確認する必要があるが、原子炉格納容器電気配線貫通部の配置に変更はなく、外部からの衝撃による損傷防止が図られた原子炉建屋内の改造であることから、既工事計画において確認された想定される自然現象及び人為事象や防護する設計を変更するものではない。また、外部からの衝撃による損傷の防止に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。</p> <p>(添付書類 4)</p>

技術基準規則	要否判断	理由
設計基準対象施設		
第 8 条 立ち入りの防止	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、立ち入りの防止に係る設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 9 条 発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、人の不法な侵入等の防止に係る設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 10 条 急傾斜地の崩壊の防止	×	東海第二発電所において急傾斜地崩壊危険区域に指定された箇所はないため、審査対象条文とならない。
第 11 条 火災による損傷の防止	○	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造により、火災による損傷の防止に関する設計への影響を確認する必要があるが、材料 の変更はなく、スリーブ長を短くするが、原子炉格納容器電気配線貫通部は、原子炉格納容器の一部として、既工事計画で確認された火災防護を行う機器等の選定並びに火災区域及び火災区画の設定、火災発生防止に係る設計、火災の感知及び消火に係る設計、火災の影響軽減対策に係る設計及びその他の内部火災に係る防護の設計に影響がないこと（適合していること）を確認する必要があるため、変更の工事の内容（本申請内容）に関連し、審査対象条文とする。 (添付書類 5)
第 12 条 発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止	△	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、電気配線貫通部は、内部に流体を内包する設備ではないため、溢水源とならない。原子炉格納容器の一部としては、既工事計画で確認された溢水防護対象設備の選定、溢水防護区画及び溢水経路の設定、溢水防護対象設備に関する溢水評価及び防護設計、その他の溢水防護設計を変更するものではない。また、発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。 (添付書類 6)
第 13 条 安全避難通路等	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、原子炉格納容器電気配線貫通部の配置に変更はなく、安全避難通路等に変更がないため、審査対象条文とならない。 (添付書類 7)

技術基準規則	要否判断	理由
設計基準対象施設		
第14条 安全設備	○	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造により、安全設備に関する設計への影響を確認する必要があるが、改造箇所は配管材質の変更はなく、スリーブの短尺化であり、既工事計画において適合性が確認された設計基準事故時に想定される環境条件の内容を変更するものではないため、既工事計画で確認された設計に影響がないこと（適合していること）を確認する必要があるため、変更の工事の内容（本申請内容）に関連し、審査対象条文とする。 (添付書類8)
第15条 設計基準対象施設の機能	○	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造により、設計基準対象施設の機能への影響を確認する必要があるが、今回の改造により他発電所との共用又は相互に接続する電気配線貫通部はなく、既工事計画で確認された保守点検の基本方針に影響がないこと（適合していること）を確認する必要があるため、変更の工事の内容（本申請内容）に関連し、審査対象条文とする。 (添付書類9)
第16条 全交流動力電源喪失対策設備	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、全交流動力電源喪失対策設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
第17条 材料及び構造	△	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、「実用発電用原子炉及びその附属設備の技術基準の一部改正」に定める材料及び構造に係る設計を変更するものではない。また、材料及び構造に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。 (添付書類10)
第18条 使用中の亀裂等による破壊の防止	×	維持基準であることから、審査対象条文とならない。
第19条 流体振動等による損傷の防止	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、流体振動等による損傷の防止が必要となる設備に該当しないため、審査対象条文とならない。 (添付書類11)
第20条 安全弁等	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、安全弁等に該当しないため、審査対象条文とならない。

技術基準規則	要否判断	理由
設計基準対象施設		
第21条 耐圧試験等	×	施設時基準又は維持基準であることから、審査対象条文とならない。
第22条 監視試験片	×	容器の中性子照射による劣化に対する要求であり、対象設備は本条文の適用を受ける設備ではないため、審査対象条文とならない。
第23条 炉心等	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、炉心等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第24条 熱遮蔽材	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、熱遮蔽材に該当しないため、審査対象条文とならない。
第25条 一次冷却材	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、一次冷却材に該当しないため、審査対象条文とならない。
第26条 燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備に該当しないため、審査対象条文とならない。 (添付書類12)
第27条 原子炉冷却材圧力バウンダリ	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、原子炉冷却材圧力バウンダリに該当しないため、審査対象条文とならない。 (添付書類13)
第28条 原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置等	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第29条 一次冷却材処理装置	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、一次冷却材処理装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
第30条 逆止め弁	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、逆止め弁に該当しないため、審査対象条文とならない。
第31条 蒸気タービン	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、蒸気タービンに該当しないため、審査対象条文とならない。
第32条 非常用炉心冷却設備	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、非常用炉心冷却設備に該当しないため、審査対象条文とならない。 (添付書類14)

技術基準規則	要否判断	理由
設計基準対象施設		
第33条 循環設備等	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、循環設備等に該当しないため、審査対象条文とならない。 (添付書類15)
第34条 計測装置	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、計測装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
第35条 安全保護装置	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、安全保護装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
第36条 反応度制御系統及び原子炉停止系統	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、反応度制御系統及び原子炉停止系統に該当しないため、審査対象条文とならない。
第37条 制御材駆動装置	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、制御材駆動装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
第38条 原子炉制御室等	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、原子炉制御室等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第39条 廃棄物処理設備等	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、廃棄物処理設備等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第40条 廃棄物貯蔵設備等	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、廃棄物貯蔵設備等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第41条 放射性物質による汚染の防止	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、放射性物質による汚染の防止が適用される設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
第42条 生体遮蔽等	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、生体遮蔽等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第43条 換気設備	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、換気設備に該当しないため、審査対象条文とならない。

技術基準規則	要否判断	理由
設計基準対象施設		
第44条 原子炉格納施設	△	<p>今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造により、原子炉格納容器の気密性を確保すること及び漏えい試験ができる設計であることを確認する必要があるが、今回の改造ではスリーブ長を短尺化するのみで、材料の変更はなく、原子炉格納容器バウンダリの健全性を保つ設計に影響がないため、既工事計画で確認された設計を変更するものではない。また、原子炉格納施設に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。</p> <p style="text-align: right;">(添付書類16)</p>
第45条 保安電源設備	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、保安電源設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
第46条 緊急時対策所	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、緊急時対策所に該当しないため、審査対象条文とならない。
第47条 警報装置等	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、警報装置等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第48条 準用	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、補助ボイラ、電気設備等の準用が適用される設備に該当しないため、審査対象条文とならない。

技術基準規則	要否判断	理由
重大事故等対処施設		
第49条 重大事故等対処施設の地盤	△	<p>今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造により重量に変更があるため、重大事故等対処施設の地盤の設計への影響を確認する必要があるが、原子炉格納容器電気配線貫通部の配置を変更するものではなく、地震応答解析モデルの変更はないことから原子炉建屋基礎盤の評価に変更はないため、既工事計画で確認された重大事故等対処施設の地盤に係る設計に影響を与えるものではないことから、審査対象条文とならない。</p> <p>(添付書類17)</p>
第50条 地震による損傷の防止	△	<p>今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、「実用発電用原子炉及びその附属設備の技術基準の一部改正」に定める耐震性に係る設計を変更するものではない。また、地震による損傷の防止に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。</p> <p>(添付書類18)</p>
第51条 津波による損傷の防止	△	<p>今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造を踏まえた津波による損傷の防止に関する設計への影響を確認する必要があるが、原子炉格納容器電気配線貫通部の配置及び入力津波に変更はなく、津波による損傷防止が図られた原子炉建屋内の改造であり既工事計画で確認された設計を変更するものではない。また、津波による損傷の防止に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。</p> <p>(添付書類19)</p>
第52条 火災による損傷の防止	○	<p>今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造により、火災による損傷の防止に関する設計への影響を確認する必要があるが、材料 の変更はなく、スリーブの短尺化であり、原子炉格納容器電気配線貫通部は、原子炉格納容器の一部として既工事計画で確認された火災防護を行う機器等の選定並びに火災区域及び火災区画の設定、火災発生防止に係る設計、火災の感知及び消火に係る設計に影響がないこと（適合していること）を確認する必要があるため、変更の工事の内容（本申請内容）に関連し、審査対象条文とする。</p> <p>(添付書類20)</p>
第53条 特定重大事故等対処施設	×	<p>今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、特定重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文とならない。</p>

技術基準規則	要否 判断	理 由
重大事故等対処施設		
第54条 重大事故等対処設備	○	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造により、重大事故等対処設備に関する設計への影響を確認する必要があるが、改造箇所は配管材質の変更はなく、スリーブの短尺化であり、既工事計画において適合性が確認されている重大事故等が発生した場合に想定される環境条件の内容を変更するものではないため、既工事計画で確認された設計に影響がないこと（適合していること）を確認する必要があるため、変更の工事の内容（本申請内容）に関連し、審査対象条文とする。 (添付書類21)
第55条 材料及び構造	△	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、「実用発電用原子炉及びその附属設備の技術基準の一部改正」に定める材料及び構造に係る設計を変更するものではない。また、材料及び構造に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。 (添付書類22)
第56条 使用中の亀裂等による破壊の防止	×	維持基準であることから、審査対象条文とならない。
第57条 安全弁等	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、安全弁等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第58条 耐圧試験等	×	施設時基準又は維持基準であることから、審査対象条文とならない。
第59条 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備（代替制御棒挿入機能、代替再循環ポンプトリップ機能、ほう酸水注入系、自動減圧系の起動阻止スイッチ）に該当しないため、審査対象条文とならない。 (添付書類23)
第60条 原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備がないことから、審査対象条文とならない。

技術基準規則	要否判断	理由
重大事故等対処施設		
第61条 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備がないことから、審査対象条文とならない。
第62条 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備は、原子炉冷却系統施設として整理されているため、原子炉格納施設としては、審査対象条文とならない。 (添付書類24)
第63条 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備は、原子炉冷却系統施設として整理されているため、原子炉格納施設としては、審査対象条文とならない。 (添付書類25)
第64条 原子炉格納容器内の冷却等のための設備	△	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造により、原子炉格納容器内の冷却等のために必要な設備を施設することを確認する必要があるが、この設備を施設する計画に変更はない。また、系統構成に変更がなく、原子炉格納容器内の冷却等を行う設備に係る設計に影響を与えるものではないため、既工事計画で確認された設計を変更するものではない。また、原子炉格納容器内の冷却等のための設備に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。 (添付書類26)
第65条 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備	△	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造により、原子炉格納容器の過圧破損を防止するために必要な設備を施設することを確認する必要があるが、この設備を施設する計画に変更はない。また、電気配線貫通部の配置及び材料に変更がなく、原子炉格納容器バウンダリの維持に影響はないため、既工事計画で確認された設計を変更するものではない。また、原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。 (添付書類27)

技術基準規則	要否 判断	理 由
重大事故等対処施設		
第66条 原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備	△	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造により，原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するために必要な設備を施設することを確認する必要があるが，この設備を施設する計画に変更はない。また，系統構成に変更がなく，原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備に係る設計に影響を与えるものではないため，既工事計画で確認された設計に影響を与えないことから，審査対象条文とならない。 (添付書類28)
第67条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では，水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備（可搬型窒素供給設備，格納容器圧力逃がし装置）に該当しないため，審査対象条文とならない。 (添付書類29)
第68条 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では，水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備がないことから，審査対象条文とならない。
第69条 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では，使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備がないことから，審査対象条文とならない。
第70条 工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では，工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備がないことから，審査対象条文とならない。
第71条 重大事故等の収束に必要な水の供給設備	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では，重大事故等の収束に必要な水の供給設備がないことから，審査対象条文とならない。
第72条 電源設備	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では，電源設備がないことから，審査対象条文とならない。
第73条 計装設備	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では，計装設備がないことから，審査対象条文とならない。
第74条 運転員が原子炉制御室にとどまるための設備	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では，原子炉制御室等に係る設備がないことから，審査対象条文とならない。

技術基準規則	要否 判断	理 由
重大事故等対処施設		
第75条 監視測定設備	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、監視測定設備がないことから、審査対象条文とならない。
第76条 緊急時対策所	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、緊急時対策所に係る設備がないことから、審査対象条文とならない。
第77条 通信連絡を行うために必要な設備	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、通信連絡を行うために必要な設備がないことから、審査対象条文とならない。
第78条 準用	×	今回の原子炉格納容器電気配線貫通部の一部改造では、準用に係る設備がないことから、審査対象条文とならない。

「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」の条文整理の詳細

- 各添付書類において、設計及び工事計画変更認可申請における技術基準規則に対する適合条文の整理の詳細を示す。
- 各添付書類の資料構成は、今回の改造による既認可工事計画^{※1}で確認された適合性への影響等の整理のため、以下に示す構成としている。

★補足の表の「要否判断」が「○」「△」の場合

- ・「1. 基準適合性の確認範囲」において、今回の改造にあたって確認する必要がある既認可工事計画^{※1}の確認範囲を整理し、当該範囲の既認可工事計画^{※1}で示されている適合性を確認するために必要な評価方法等を纏めた。
- ・「2. 確認結果」では、「1. 基準適合性の確認範囲」で纏めた評価方法等に基づき、今回の改造による影響を確認した結果を示す。
今回の改造による影響を確認するために必要な内容は、各添付書類に示す既認可工事計画^{※1}（抜粋）、補足－4「残留熱除去系配管改造工事の概要について」（「残留熱除去系及び電気配線貫通部の改造に係る添付図変更前後比較表」含む）及び補足－5「原子炉格納容器電気ペネトレーション改造工事の概要について」に示す。
- ・「3. まとめ」では、「2. 確認結果」を踏まえて、既認可工事計画^{※1}で確認された適合性への影響の有無及び理由を纏め、纏めた内容は補足－1の表で総括する。

★補足の表の「要否判断」が「×」の場合

- ・「1. 基準適合性の確認結果」にて今回の改造による影響を確認した結果を示す。
（または、「3. まとめ」に今回の改造による影響を確認した結果を示す。）

※1：東海第二発電所の工事計画（原規規発第 1810181 号。平成 30 年 10 月 18 日認可。）

残留熱除去系配管及び原子炉格納容器電気配線貫通部の変更認可申請に伴う影響について 【第4条 設計基準対象施設の地盤】

1. 基準適合性の確認範囲

①地盤の健全性評価及び評価方法

a. 既工事計画においては、耐震設計の基本方針として設計基準対象施設における建物については、耐震重要度分類の各クラスに応じて算出する地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する地盤に設置することを記載している。

「V-2-1-1 耐震設計の基本方針の概要」(1,2頁参照)

b. 既工事計画においては、地盤の健全性は最大接地圧と許容支持力度を基に評価している。

「V-1-8-3 原子炉格納施設の基礎に関する説明書」(2,3,11頁参照)

「V-2-9-2-2 原子炉格納容器底部コンクリートマトの耐震性についての計算書」(7,11,48頁参照)

「V-2-9-3-4 原子炉建屋基礎の耐震性についての計算書」(7,10,37頁参照)

c. 既工事計画においては、評価フローにおいて接地圧は地震応答解析を基に評価している。

「V-2-9-2-2 原子炉格納容器底部コンクリートマトの耐震性についての計算書」(9頁参照)

「V-2-9-3-4 原子炉建屋基礎の耐震性についての計算書」(8頁参照)

今回の変更認可申請に伴い、上記の地盤の健全性に係る基本方針及び評価方法に変更がないことを確認する。

②接地圧の算出

既工事計画においては、接地圧を算出するための地震応答解析は、質点系モデルに基づき評価している。

「V-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」(1,11,12,38,39,41,71頁参照)

「補足-4【残留熱除去系配管改造工事の概要について】参照」

「補足-5【原子炉格納容器電気ペネトレーション貫通部改造工事の概要について】参照」

今回の変更認可申請に伴い、接地圧の解析モデルに変更がないことを確認する。

③地盤の支持力の算出

既工事計画においては、地盤の支持性能の許容限界である極限支持力は、建築基礎構造設計指針（日本建築学会，2001）の支持力算定式に基づき対象施設の岩盤の室内試験結果等より設定している。

「V-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」(1,17,18頁参照)

今回の変更認可申請に伴い、地盤の支持力に変更がないことを確認する。

残留熱除去系配管及び原子炉格納容器電気配線貫通部の変更認可申請に伴う影響について
【第4条 設計基準対象施設の地盤】

2. 確認結果

確認図書名	確認結果
V-2-1-1 耐震設計の基本方針の概要	<ul style="list-style-type: none"> 地盤の健全性に係る基本方針であり、配管及び電気配線貫通部の改造により変更がないことを確認した。【①a】
V-1-8-3 原子炉格納施設の基礎に関する説明書 V-2-9-2-2 原子炉格納容器底部コンクリートマットの耐震性についての計算書 V-2-9-3-4 原子炉建屋基礎盤の耐震性についての計算書	<ul style="list-style-type: none"> 地盤の健全性は最大接地圧と許容支持力を基に評価しており、接地圧は地震応答解析に基づく動的解析の結果から算出しているため、配管及び電気配線貫通部の改造により評価方法に変更がないことを確認した。【①b, c】
補足-4【残留熱除去系配管改造工事の概要について】 補足-5【原子炉格納容器電気ペネトレーション貫通部改造工事の概要について】	<ul style="list-style-type: none"> 今回の配管及び電気配線貫通部の改造により、配管及び電気配線貫通部の配置に変更がないことを確認した。また、配管については大幅な質量増加となる改造はなく、電気配線貫通部については短尺化により質量は軽くなることを確認した。【②】
V-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書	<ul style="list-style-type: none"> 地震応答解析モデルにおける各標高の質点重量のうち、当該配管及び電気配線貫通部が設置される標高2.00mから標高20.30mの各質点重量はそれぞれ20万kN規模（質量換算：約2万t規模）であり、当該配管及び電気配線貫通部の改造による重量の増減に比べて、各標高の質点重量は非常に大きいことから、当該配管及び電気配線貫通部の改造による変更がないことを確認した。【②】
V-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針	<ul style="list-style-type: none"> 地盤の支持性能の許容限界である極限支持力度は、地盤物性等により算出されるため、配管及び電気配線貫通部の改造による変更がないことを確認した。【③】

残留熱除去系配管及び原子炉格納容器電気配線貫通部の変更認可申請に伴う影響について

【第4条 設計基準対象施設の地盤】

3. まとめ

- ・ 今回の配管及び電気配線貫通部の改造においては、地盤の健全性に係る基本方針及び評価方法に変更はない。
- ・ 設備の配置の変更はなく、配管及び電気配線貫通部の改造による質量の増減としては、配管改造により100kg程度増加、電気配線貫通部の短尺化により280kg程度減少するものの、当該配管及び電気配線貫通部が設置される各標高の質点重量は非常に大きいことから、地震応答解析モデルの変更はしないため、原子炉建屋基礎盤の接地圧の評価に変更はない。また、地盤の支持力は地盤物性等により算出されるため、今回の改造に伴う変更はないことから、今回の配管及び電気配線貫通部の改造は技術基準の適合性に影響を与えない。
- ・ 設計基準対象施設の地盤に係る設計に変更はないことから、既工事計画から設計内容に変更がない。また、設計基準対象施設の地盤に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。

V-2-1-1 耐震設計の基本方針の概要

1. 概要

本資料は、発電用原子炉施設の耐震設計が「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）第4条及び第49条（地盤）並びに第5条及び第50条（地震による損傷の防止）に適合することを説明するものである。なお、上記条文以外への適合性を説明する各資料にて基準地震動 S_b に対して機能を保持するとしているものとして、第11条及び第52条に係る火災防護設備の耐震性については添付書類「V-2-別添1」に、第12条に係る溢水防護に係る設備の耐震性については添付書類「V-2-別添2」に、第54条に係る可搬型重大事故等対処設備等の耐震性については添付書類「V-2-別添3」にて説明する。

① a

2. 耐震設計の基本方針

2.1 基本方針

発電用原子炉施設の耐震設計は、設計基準対象施設については地震により安全機能が損なわれるおそれがないこと、重大事故等対処施設については地震により重大事故に至るおそれがある事故又は重大事故（以下「重大事故等」という。）に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないことを目的とし、「技術基準規則」に適合する設計とする。施設の設計に当たり考慮する、基準地震動 S_b 及び弾性設計用地震動 S_d の概要を添付書類「V-2-1-2 基準地震動 S_b 及び弾性設計用地震動 S_d の策定概要」に示す。

- (1) 設計基準対象施設のうち、地震により生ずるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの（以下「耐震重要施設」という。）は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力に対して、その安全機能が損なわれるおそれがない設計とする。

重大事故等対処施設のうち、常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く。）は、基準地震動 S_b による地震力に対して、重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがない設計とする。

- (2) 設計基準対象施設は、地震により発生するおそれがある安全機能の喪失（地震に伴って発生するおそれがある津波及び周辺斜面の崩壊等による安全機能の喪失を含む。）及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度（以下「耐震重要度」という。）に応じて、Sクラス、Bクラス又はCクラスに分類（以下「耐震重要度分類」という。）し、それぞれに応じた地震力に十分耐えられる設計とする。

重大事故等対処施設については、施設の各設備が有する重大事故等時に対処するために必要な機能及び設置状態を踏まえて、常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び可搬型重大事故等対処設備に耐震設計上の区分を分類する。重大事故等対処施設のうち、常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く。）は、上記に示す、代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラスに適用される地震力に十分に耐えることができる設計とする。本施設と常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の両方に属する重大事故等対処施設に

については、基準地震動 S_s による地震力を適用するものとする。なお、特定重大事故等対処施設に該当する施設は本申請の対象外である。

① a

- (3) 設計基準対象施設における建物・構築物及び土木構造物（屋外重要土木構造物及びその他の土木構造物）については、耐震重要度分類の各クラスに応じて算定する地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する地盤に設置する。

常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設については、基準地震動 S_s による地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する地盤に設置する。

また、常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設については、代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラスに適用される地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する地盤に設置する。

耐震重要施設については、地盤変状が生じた場合においても、その安全機能が損なわれないよう、適切な対策を講ずる設計とする。

常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設については、地盤変状が生じた場合においても、重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないよう、適切な対策を講ずる設計とする。

また、耐震重要施設及び常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設は、その周辺地盤を強制的に液状化させることを仮定した場合においても、支持機能及び構造健全性が確保される設計とする。

これらの地盤の評価については、添付書類「V-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に示す。

- (4) Sクラスの施設（(6)に記載のものを除く。）について、静的地震力は、水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。

Sクラスの施設及び常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設については、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d による地震力は、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせで算定するものとする。

- (5) Sクラスの施設（(6)に記載のものを除く。）は、基準地震動 S_s による地震力に対してその安全機能が保持できる設計とする。建物・構築物については、構造物全体としての変形能力（終局耐力時の変形）に対して十分な余裕を有するように、機器・配管系については、塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルにとどまって破断延性限界に十分な余裕を有し、その施設の機能を保持できるように設計する。動的機器等については、基準地震動 S_s による地震力に対して、当該機器に要求される機能を維持する設計とする。このうち、動的機能が要求される機器については、当該機器の構造、動作原理等を考慮した評価を行い、既往の研究等で機能維持の確認がなされた機能確認済加速度等を超えないことを確認する。

また、弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対しておおむね弾性状態にとどまる範囲で耐える設計とする。

常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設

V-1-8-3 原子炉格納施設の基礎に関する説明書

NT2 補① V-1-8-3 R0

①b

2. 基本方針

今回、基準地震動の策定及び原子炉格納容器が重大事故等対処施設として申請範囲となったことに伴い、原子炉格納施設の基礎が、基準地震動による地震力に対して、また、重大事故等時の状態において、十分な強度を有すること（以下「基礎の健全性評価」という。）及びそれを支持する地盤が十分な支持力を有すること（以下「地盤の健全性評価」という。）ができる設計とする。ここで、原子炉格納施設の基礎は、原子炉格納施設である原子炉格納容器及び原子炉建屋原子炉棟（以下「原子炉棟」という。）並びに原子炉建屋附属棟（以下「附属棟」という。）で共有されていることから、以降、原子炉格納施設の基礎となる原子炉建屋基礎盤として検討を行う。

なお、基準地震動の策定及び原子炉格納容器が重大事故等対処施設として申請範囲となったことに伴い必要となる基礎の健全性評価及び地盤の健全性評価は、表 2-1 に示すとおりであり、その詳細は、同表に示すとおり、添付書類「V-2-9-2-2 原子炉格納容器底部コンクリートマットの耐震性についての計算書」、添付書類「V-2-9-3-4 原子炉建屋基礎盤の耐震性についての計算書」及び添付書類「V-3-9-1-1-7 原子炉格納容器底部コンクリートマットの強度計算書」において説明する。また、それ以外の評価は、既工事計画認可申請書 第 1 回申請 添付書類「Ⅲ-3-3-14 原子炉格納容器底部コンクリートマット強度計算書」及び添付書類「Ⅲ-4 原子炉格納施設の基礎に関する説明書」（47 公第 12076 号 昭和 48 年 4 月 9 日認可）にて評価を実施している。

表 2-1 原子炉建屋基礎盤の評価についての整理

項目	部位	荷重状態* ¹	荷重時	記載資料* ²
基礎の健全性評価	原子炉格納容器 底部	荷重状態Ⅰ	通常運転時	①
		荷重状態Ⅱ	逃がし安全弁作動時	①
			試験時	①
		荷重状態Ⅲ	地震時	③
			異常時	①
			(異常+地震)時	③
		荷重状態Ⅳ	地震時	③
			異常時	①
			ジェット力作用時	①
			(異常+地震)時	③
	荷重状態Ⅴ	異常時	②	
(異常+地震)時		③		
原子炉棟及び付属棟 基礎スラブ	S _s 地震時, S _d 地震時		④	
① b 地盤の健全性	地盤	荷重状態Ⅲ	地震時	③及び④
			(異常+地震)時	③
		荷重状態Ⅳ	地震時* ³	③及び④
			(異常+地震)時	③
		荷重状態Ⅴ	(異常+地震)時	③

注記 *1: 荷重状態Ⅲ: 「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。)に基づく荷重状態で, 荷重状態Ⅰ(通常運転時の状態), 荷重状態Ⅱ(逃し安全弁作動時, 試験時または積雪時の状態)及び荷重状態Ⅳ以外の状態

荷重状態Ⅳ: 「CCV規格」に基づく荷重状態で, 格納容器の安全設計上想定される異常な事態が生じている状態

荷重状態Ⅴ: 発電用原子炉施設が重大事故に至るおそれがある事故, 又は重大事故の状態に重大事故等対処施設の機能が必要とされる状態

*2: ① 既工事計画認可申請書 第1回申請 添付書類「Ⅲ-3-3-14 原子炉格納容器底部コンクリートマット強度計算書」及び添付書類「Ⅲ-4 原子炉格納施設の基礎に関する説明書」(47公第12076号 昭和48年4月9日認可)

② 添付書類「V-3-9-1-1-7 原子炉格納容器底部コンクリートマットの強度計算書」

③ 添付書類「V-2-9-2-2 原子炉格納容器底部コンクリートマットの耐震性についての計算書」

④ 添付書類「V-2-9-3-4 原子炉建屋基礎盤の耐震性についての計算書」

*3: 原子炉棟及び付属棟基礎スラブの評価におけるS_s地震時の評価に相当する。

NT2 補① V-1-8-3 R0

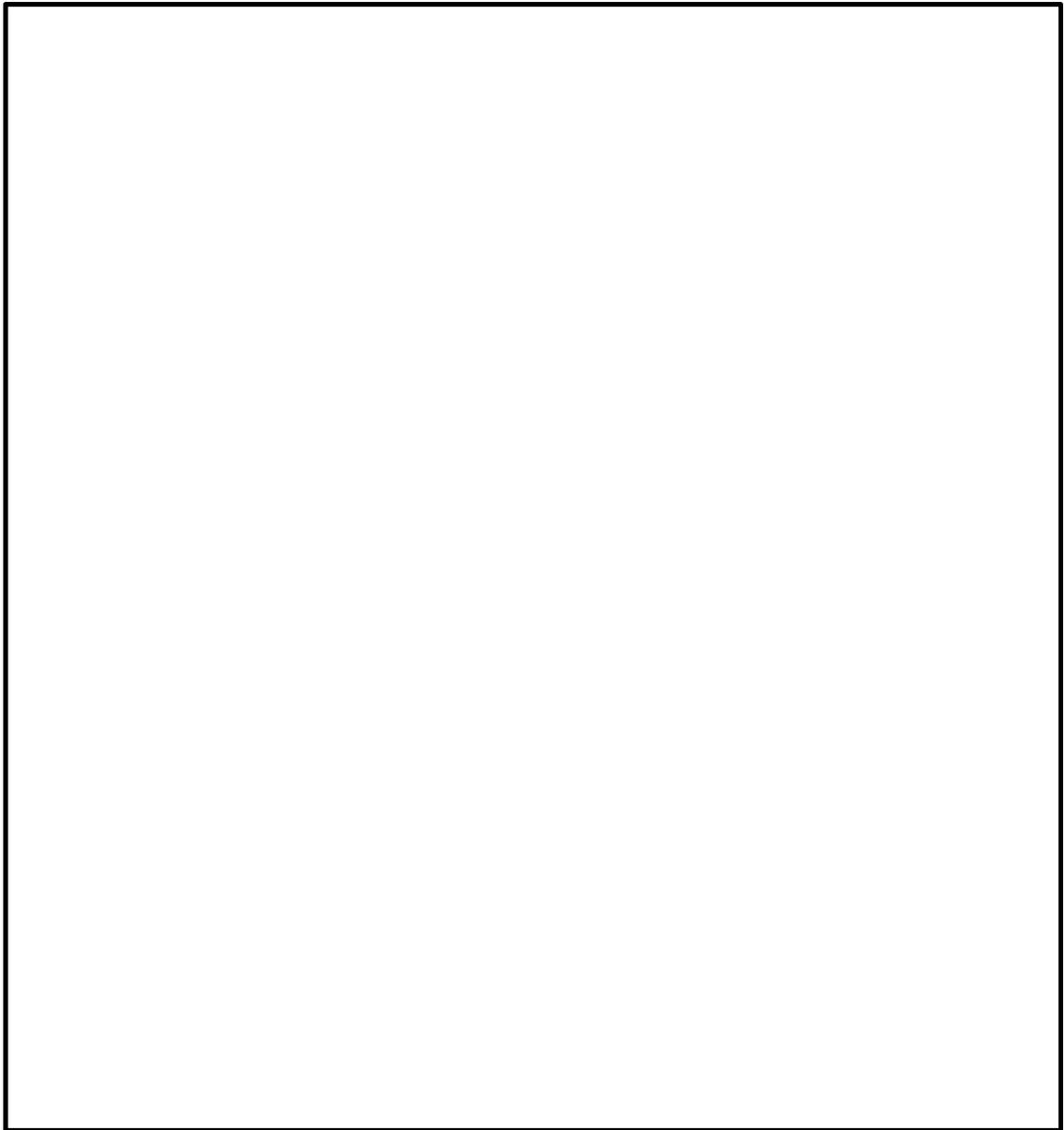


図 2-2 (1/2) 原子炉建屋基礎盤の概略断面図 (A-A 断面 EW 方向)

NT2 補① V-1-8-3 R0

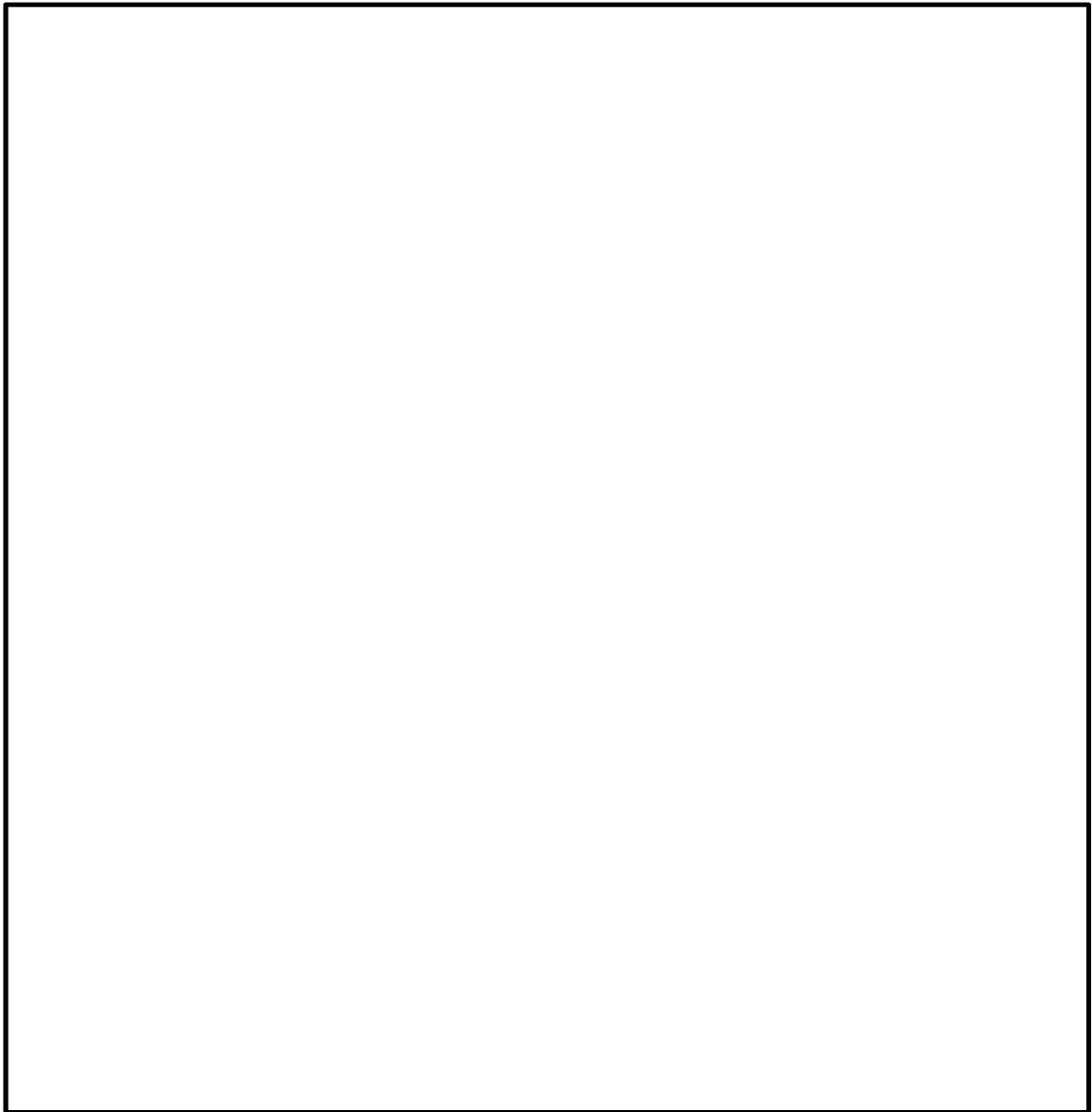


図 2-2 (2/2) 原子炉建屋基礎盤の概略断面図 (B-B 断面 NS 方向)

① b

3.2 地盤の健全性評価

地盤の健全性において、地震応答解析は、質点系モデルによることとし、安全上適切と認められる規格及び基準等に基づき評価を行う。耐震設計の詳細は、添付書類「V-2-9-2-2 原子炉格納容器底部コンクリートマットの耐震性についての計算書」及び添付書類「V-2-9-3-4 原子炉建屋基礎盤の耐震性についての計算書」に示す通りであり、地盤は十分な支持力を有する。以下に概要を示す。

(1) 荷重

荷重状態Ⅲ（地震時）の地盤の接地圧は、基礎及びその上部構造物の自重並びに弾性設計用地震動 S_d に対する地震応答解析より算出される地盤の接地圧とし、地盤物性のばらつきを考慮する。

荷重状態Ⅳ（地震時）の地盤の接地圧は、基礎及びその上構造物の自重並びに基準地震動 S_s に対する地震応答解析より算定される地盤の接地圧とし、地盤物性のばらつきを考慮する。

(2) 許容支持力度

原子炉建屋基礎盤は、砂質泥岩上に人工岩盤を介して設置されており、その許容支持力度は、添付書類「V-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき設定する。本検討で用いる地盤の許容支持力度は、保守性を考慮して荷重状態Ⅲ（地震時）の地盤の接地圧に対しては、1650 kN/m²（短期許容支持力度）を、荷重状態Ⅳ（地震時）の地盤の接地圧に対しては2480 kN/m²（極限支持力度）を用いる。

(3) 健全性評価

地盤物性のばらつきを考慮した荷重状態Ⅲ（地震時）の地盤の最大接地圧並びに地盤物性のばらつきを考慮した荷重状態Ⅳ（地震時）の地盤の最大接地圧は、表 3-1 の通りであり、いずれもそれぞれに対応する許容支持力度を超えないため、地盤は十分な支持力を有する。

表 3-1 最大接地圧と許容支持力度の比較

	最大接地圧 (kN/m ²)	許容支持力度 (kN/m ²)
荷重状態Ⅲ（地震時）	764	1650
荷重状態Ⅳ（地震時）	1087	2480

注：荷重状態Ⅴは、添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針」より、SA(L)時については S_d 地震荷重との組合せであるため荷重状態Ⅲに対する評価と同一であり、SA(LL)時については S_s 地震荷重との組合せであるため荷重状態Ⅳに対する評価と同一となる。

V-2-9-2-2 原子炉格納容器底部コンクリートマットの
耐震性についての計算書

NT2 補② V-2-9-2-2 R1

NT2 補② V-2-9-2-2 R0

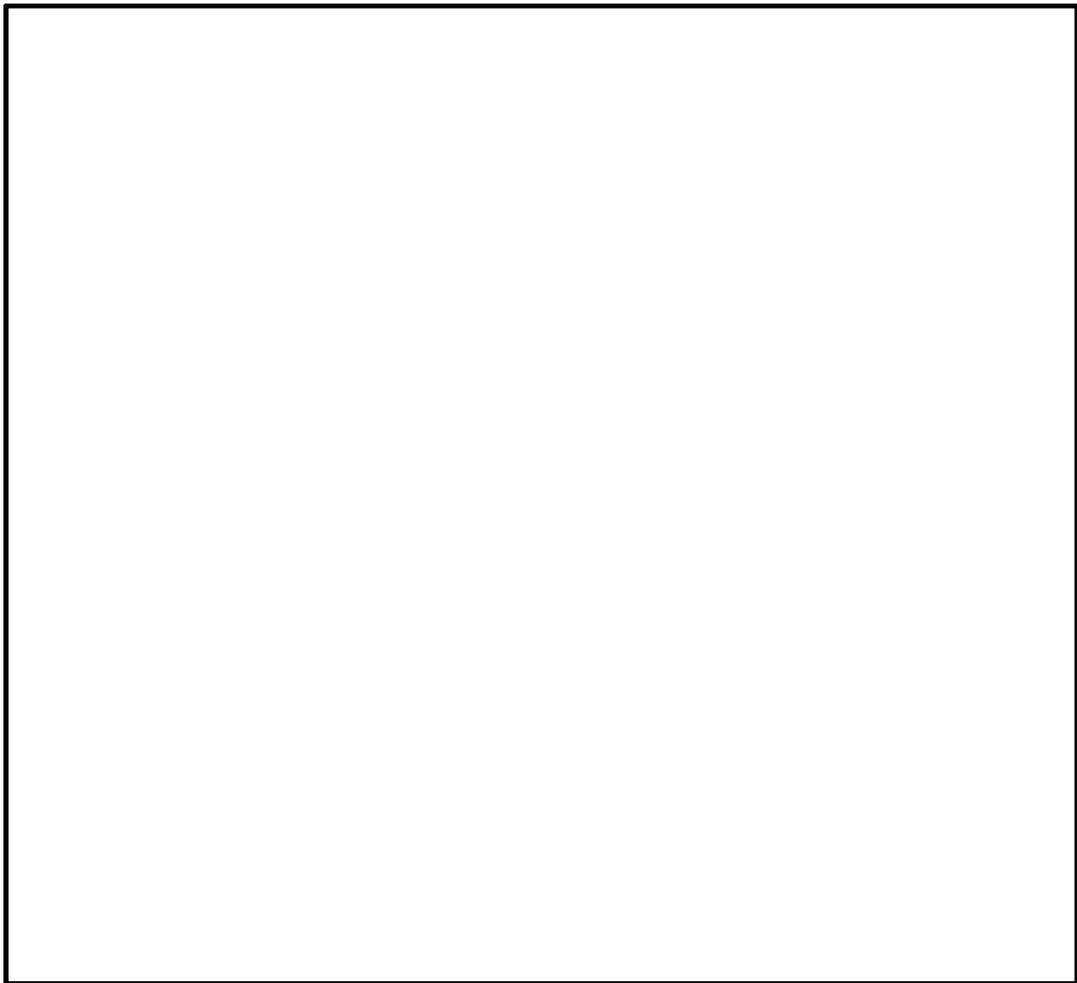


図 2-3 (1/2) 原子炉格納容器底部コンクリートマットを含む原子炉建屋基礎盤の概略断面図 (A-A 断面 EW 方向)

NT2 補② V-2-9-2-2 R0

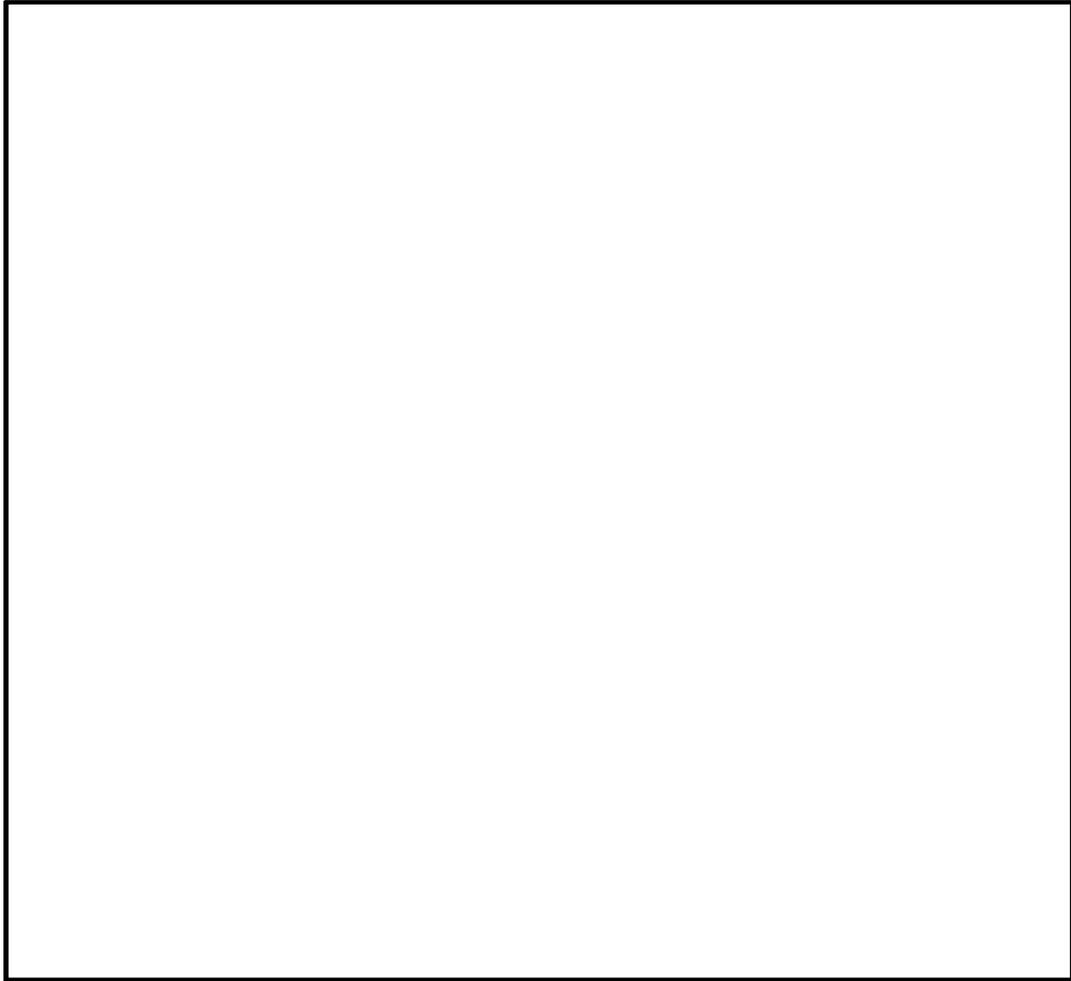


図 2-3 (2/2) 原子炉格納容器底部コンクリートマットを含む原子炉建屋基礎盤の概略断面図 (B-B 断面 NS 方向)

2.3 評価方針

原子炉格納容器底部コンクリートマットは、設計基準対象施設においては「Sクラスの施設」及び「Sクラスの施設の間接支持構造物」に、重大事故等対処施設においては「常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備」並びに「常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備の間接支持構造物」に分類される。

原子炉格納容器底部コンクリートマットの設計基準対象施設としての評価においては、弾性設計用地震動 S_d による地震力または静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対する評価及び基準地震動 S_s による地震力に対する評価を行うこととし、それぞれの評価は、添付書類「V-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」の結果を踏まえたものとする。

また、原子炉建屋の設備の補強や追加等の改造工事に伴う重量増加を考慮した応答増幅の影響について、「別紙2 原子炉建屋における改造工事に伴う重量増加を反映した検討（原子炉格納容器底部コンクリートマット）」に示す。

原子炉格納容器底部コンクリートマットにおいて考慮すべき荷重は、通常荷重、運転時荷重、事故時荷重及び地震荷重等種類が多く、性質を異にしている。また、これらの荷重はその発生確率、他の荷重発生との同時性等が各々異なっている。

従って、以下の4つの荷重状態に分類し、これらのうち荷重状態Ⅲ及びⅣの地震時に関する荷重の組合せについて評価を行う。

- (1) 荷重状態Ⅰ : 通常運転時の状態
- (2) 荷重状態Ⅱ : 逃がし安全弁作動時、試験時または積雪時の状態
- (3) 荷重状態Ⅲ : 荷重状態Ⅰ、荷重状態Ⅱ及び荷重状態Ⅳ以外の状態
- (4) 荷重状態Ⅳ : 格納容器の安全設計上想定される異常な状態が生じている状態

① b

原子炉格納容器底部コンクリートマットの評価は、添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、地震応答解析による評価においては接地圧の評価を、応力解析による評価においては断面の評価を行うことで、原子炉格納容器底部コンクリートマットの地震時の構造強度及び機能維持の確認を行う。なお、接地圧は、原子炉格納容器底部コンクリートマット並びに原子炉棟基礎及び付属棟基礎を一体として扱い、原子炉建屋基礎盤全体として評価する。機能維持の確認においては、支持機能を確認する。評価にあたっては、 S_d 地震時及び S_s 地震時に対する評価で、添付書類「V-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」による地盤物性のばらつきを考慮する。なお、気密性の確認については、添付書類「V-2-9-2-11 サプレッション・チェンバ底部ライナ部の耐震性についての計算書」にて実施するが、ライナプレートの変形が原子炉格納容器底部コンクリートマットの変形に追従する形で制限されていることから、原子炉格納容器底部コンクリートマットの構造強度を確認する。

また、重大事故等対処施設としての評価においては、上記の荷重状態ⅠからⅣに以下の荷重状態Ⅴを加えた5つの荷重状態に分類し、これらのうち荷重状態Ⅲ～Ⅴにおける地震時の評価に関する荷重の組合せに対する評価を行う。

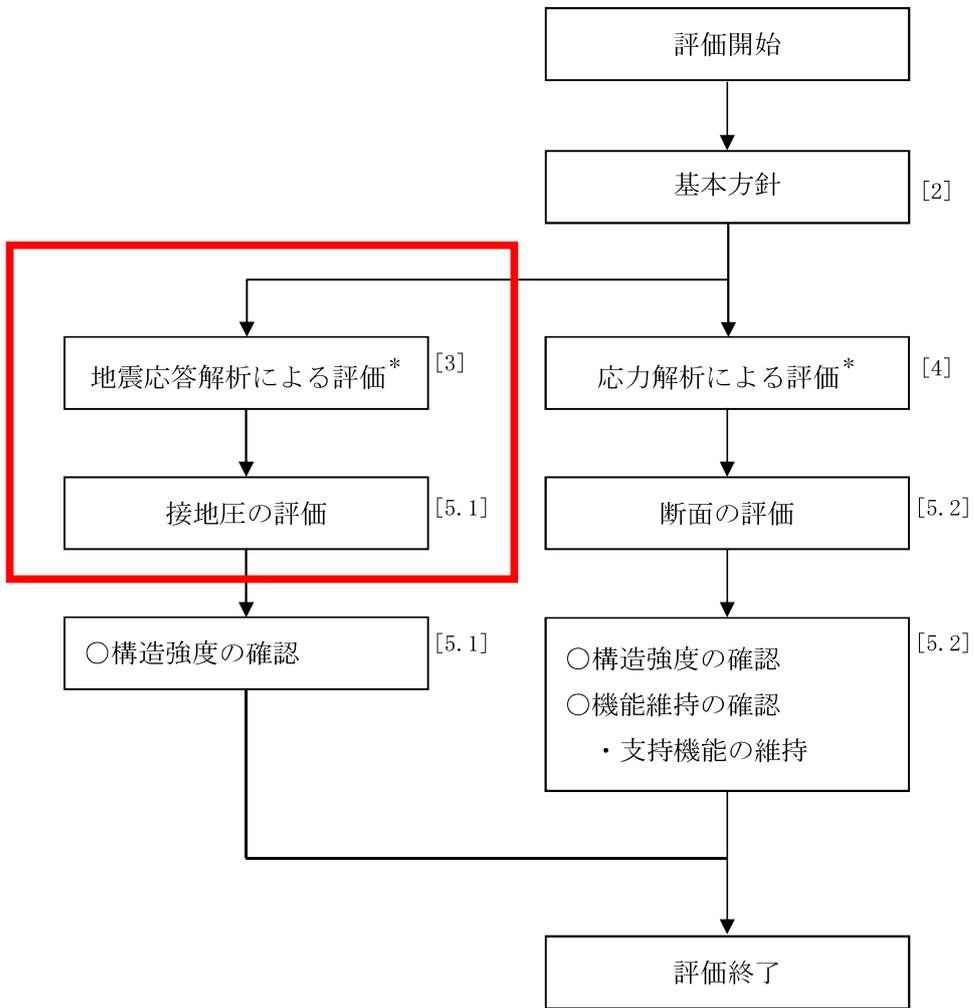
- (5) 荷重状態Ⅴ : 発電用原子炉施設が重大事故に至るおそれがある事故、または重大事故の状態、重大事故等対処施設の機能が必要とされる状態

ここで、原子炉格納容器底部コンクリートマットにおける荷重状態Ⅲ～Ⅴでは、運転時、設計基準事故時及び重大事故等時の状態において、温度の条件が異なる。コンクリートの温度が

上昇した場合においても、コンクリートの圧縮強度の低下は認められず、剛性低下は認められるがその影響は小さいと考えられる（別紙 1「鉄筋コンクリート構造物の重大事故等時の高温による影響（原子炉格納容器底部コンクリートマット）」参照）こと、また、「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」では部材内の温度差及び拘束力により発生する熱応力は自己拘束的な応力であり十分な塑性変形能力がある場合は終局耐力に影響しないこととされていることから、重大事故等対処施設としての評価は、設計基準対象施設と同一となる。

原子炉格納容器底部コンクリートマットの評価フローを図 2-4 に示す。

① c



注 : []内は、本資料における章番号を示す。

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

図 2-4 原子炉格納容器底部コンクリートマットの評価フロー

① b

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、原子炉格納容器底部コンクリートマットの構造強度については、添付書類「V-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」に基づき、地盤物性のばらつきを考慮した最大接地圧が許容限界を超えないことを確認する。

地震応答解析による評価における原子炉格納容器底部コンクリートマットの許容限界は、添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、表 3-1 及び表 3-2 のとおり設定する。

なお、地震応答解析による評価においては、温度荷重、圧力荷重及び水圧荷重による影響が軽微であることから、 S_s 地震時（荷重状態Ⅳ・地震時）及び S_d 地震時（荷重状態Ⅲ・地震時）の評価を実施することとする。

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

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界
—	構造強度を有すること	基準地震動 S_s	基礎地盤	最大接地圧が構造強度を確保するための許容限界を十分下回ることを確認	極限支持力度*1 2480 kN/m ²
		弾性設計用地震動 S_d 及び 静的地震力	基礎地盤	最大接地圧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	短期許容支持力度*2 1650 kN/m ²

注記 *1 : 極限支持力度は、添付書類「V-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、「基礎指針」より設定する。

*2 : 短期許容支持力度は、「基礎指針」及び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) より、表 3-1 に示す極限支持力度の 2/3 以下として設定する。

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

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界
—	構造強度を有すること	基準地震動 S_s	基礎地盤	最大接地圧が構造強度を確保するための許容限界を十分下回ることを確認	極限支持力度 2480 kN/m ²

注 : 極限支持力度は、添付書類「V-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、「基礎指針」より設定する。

① b

5. 評価結果

5.1 地震応答解析による評価結果

地震時の最大接地圧が、地盤の許容限界を超えないことを確認する。

(1) S_s 地震時の確認結果

地盤物性のばらつきを考慮した地震時の最大接地圧が 1087 kN/m^2 (S_s-31 , EW 方向) 以下であることから、地盤の極限支持力度 (2480 kN/m^2) を超えないことを確認した。

S_s 地震時の最大接地圧を表 5-1～表 5-3 に示す。

(2) S_d 地震時の確認結果

地盤物性のばらつきを考慮した地震時の最大接地圧が 764 kN/m^2 (S_d-31 , EW 方向) 以下であることから、地盤の短期許容支持力度 (1650 kN/m^2) を超えないことを確認した。

S_d 地震時の最大接地圧を表 5-4～表 5-6 に示す。

V-2-9-3-4 原子炉建屋基礎盤の耐震性についての計算書

NT2 補② V-2-9-3-4 R2

NT2 補② V2-9-3-4 R1

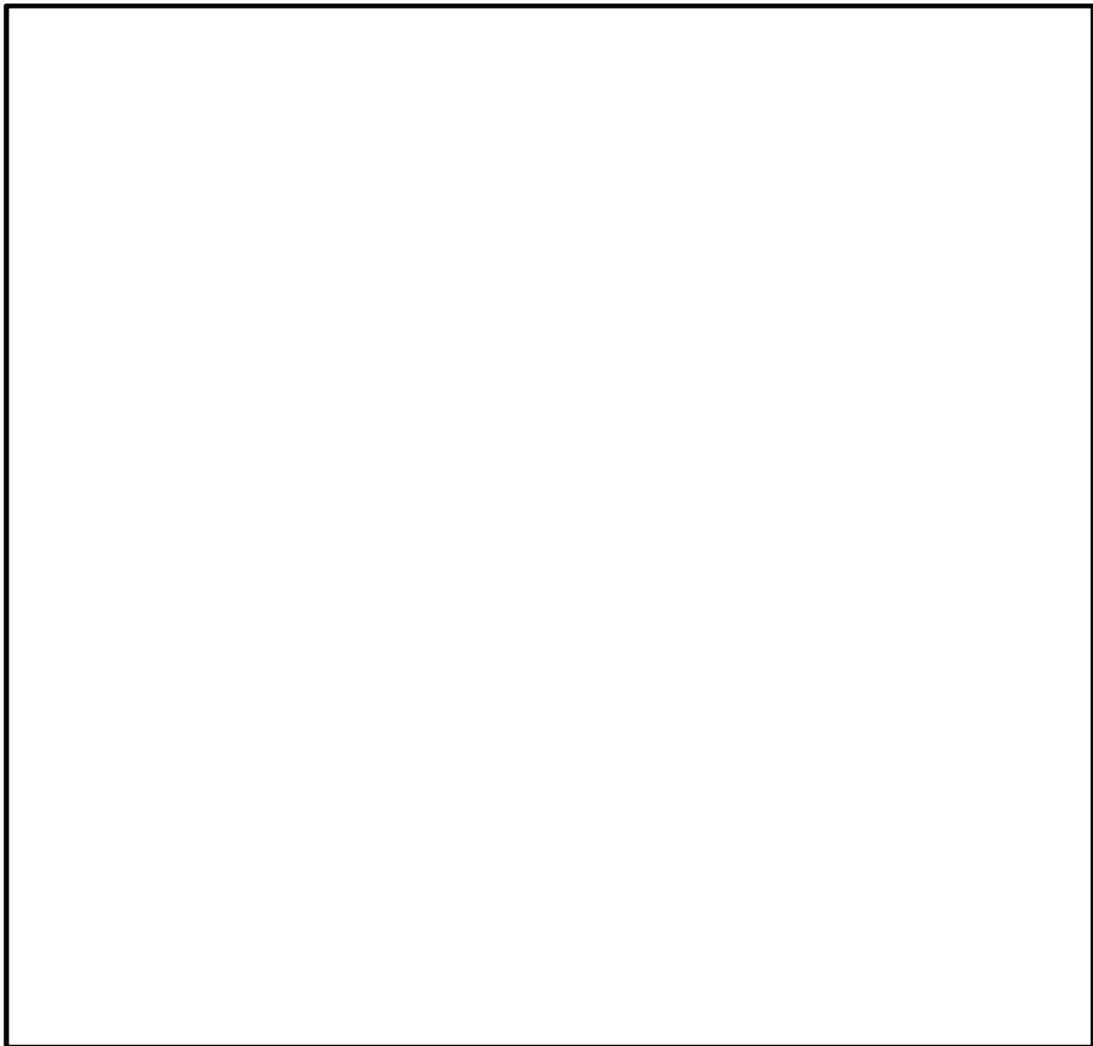


図 2-3 (1/2) 原子炉棟基礎及びび付属棟基礎を含む原子炉建屋基礎盤
概略断面図 (A-A 断面 EW 方向)

NT2 補② V2-9-3-4 R1

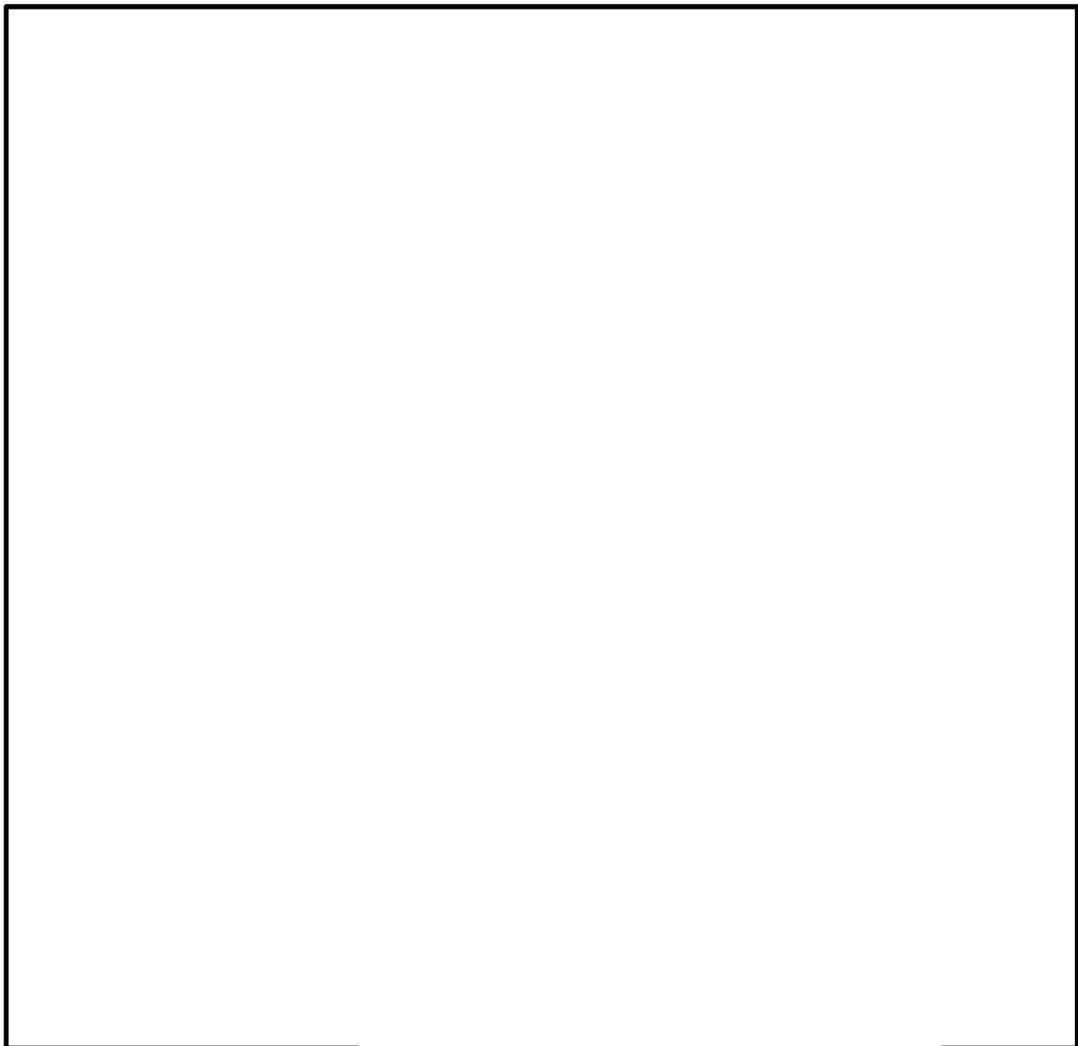


図 2-3 (2/2) 原子炉棟基礎及び附属棟基礎を含む原子炉建屋基礎盤
概略断面図 (B-B 断面 NS 方向)

2.3 評価方針

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

原子炉棟基礎及び付属棟基礎の設計基準対象施設としての評価においては、弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対する評価（以下「 S_d 地震時に対する評価」という。）及び基準地震動 S_s による地震力に対する評価（以下「 S_s 地震時に対する評価」という。）を行うこととし、それぞれの評価は、添付書類「V-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」の結果を踏まえたものとする。

また、原子炉建屋の設備の補強や追加等の改造工事に伴う重量増加を考慮した応答増幅の影響について、「別紙 原子炉建屋における改造工事に伴う重量増加を反映した検討（原子炉建屋基礎盤）」に示す。

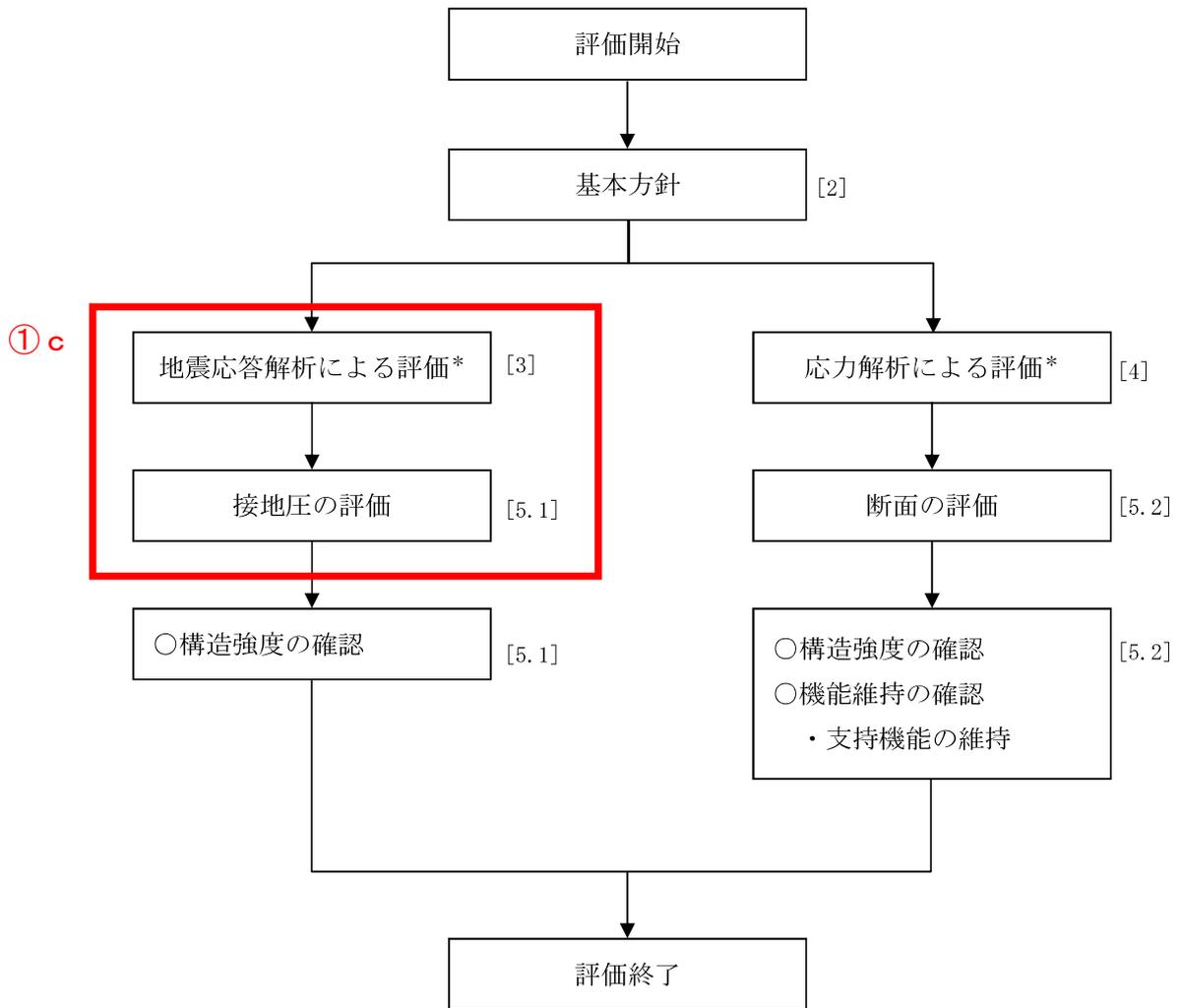
① b

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

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

更に、原子炉格納容器底部コンクリートマットは設計基準対象施設においては「Sクラス施設」に、重大事故等対処施設においては「常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備」に分類され、それぞれの分類に応じた耐震評価を実施している。原子炉棟基礎及び付属棟基礎について、原子炉棟基礎が原子炉格納容器底部コンクリートマットに接続し、付属棟基礎が原子炉棟基礎に接続し、基礎全体として一体となっていることから、原子炉格納容器底部コンクリートマットのそれぞれの分類に応じた耐震評価における荷重の組合せに対しても間接支持構造物としての機能を有していることを確認する。なお、原子炉格納容器底部コンクリートマットは、添付書類「V-2-9-2-2 原子炉格納容器底部コンクリートマットの耐震計についての計算書」に示すとおり、荷重状態Ⅲ～Ⅴに対する評価を実施しているが、原子炉棟基礎及び付属棟基礎に求められる機能が支持機能であり、許容限界が終局耐力であることを踏まえ、原子炉棟基礎及び付属棟基礎の機能維持に対して支配的となる S_s 地震時に対する評価を行うことから、本評価は、設計基準対象施設としての評価と同一となる。

原子炉棟基礎及び付属棟基礎の評価フローを図 2-4 に示す。



注：[]内は、本資料における章番号を示す。

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

図 2-4 原子炉棟基礎及び付属棟基礎の評価フロー

① b

3. 地震応答解析による評価方法

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

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

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

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界
—	構造強度を有すること	基準地震動 S_s	基礎地盤	最大接地圧が構造強度を確保するための許容限界を十分下回ることを確認	極限支持力度* ¹ 2480 kN/m ²
		弾性設計用地震動 S_d 及び静的地震力	基礎地盤	最大接地圧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	短期許容支持力度* ² 1650 kN/m ²

注記 *1 : 極限支持力度は、添付書類「V-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、「基礎指針」より設定する。

*2 : 短期許容支持力度は、「基礎指針」及び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) より、表 3-1 に示す極限支持力度の 2/3 以下として設定する。

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

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界
—	構造強度を有すること	基準地震動 S_s	基礎地盤	最大接地圧が構造強度を確保するための許容限界を十分下回ることを確認	極限支持力度* 2480 kN/m ²

注 : 極限支持力度は、添付書類「V-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、「基礎指針」より設定する。

① b

5. 評価結果

5.1 地震応答解析による評価結果

地震時の最大接地圧が、地盤の許容限界を超えないことを確認する。

(1) S_s 地震時の確認結果

地盤物性のばらつきを考慮した地震時の最大接地圧が 1087 kN/m^2 ($S_s - 31$, EW 方向) 以下であることから、地盤の極限支持力度 (2480 kN/m^2) を超えないことを確認した。

S_s 地震時の最大接地圧を表 5-1～表 5-3 に示す。

(2) S_d 地震時の確認結果

地盤物性のばらつきを考慮した地震時の最大接地圧が 764 kN/m^2 ($S_d - 31$, EW 方向) 以下であることから、地盤の短期許容支持力度 (1650 kN/m^2) を超えないことを確認した。

S_d 地震時の最大接地圧を表 5-4～表 5-6 に示す。

V-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書

NT2 補① V-2-2-1 R1

1. 概要

②

本資料は、添付書類「V-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に基づく原子炉建屋の地震応答解析について説明するものである。

地震応答解析により算出した各種応答値及び静的地震力は、添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に示す建物・構築物及び機器・配管系の設計用地震力として用いる。また、必要保有水平耐力については建物・構築物の構造強度の確認に用いる。

また、原子炉建屋の設備の補強や追加等の改造工事に伴う重量増加を考慮した地震応答解析について示す。

NT2 補① V-2-2-1 R1

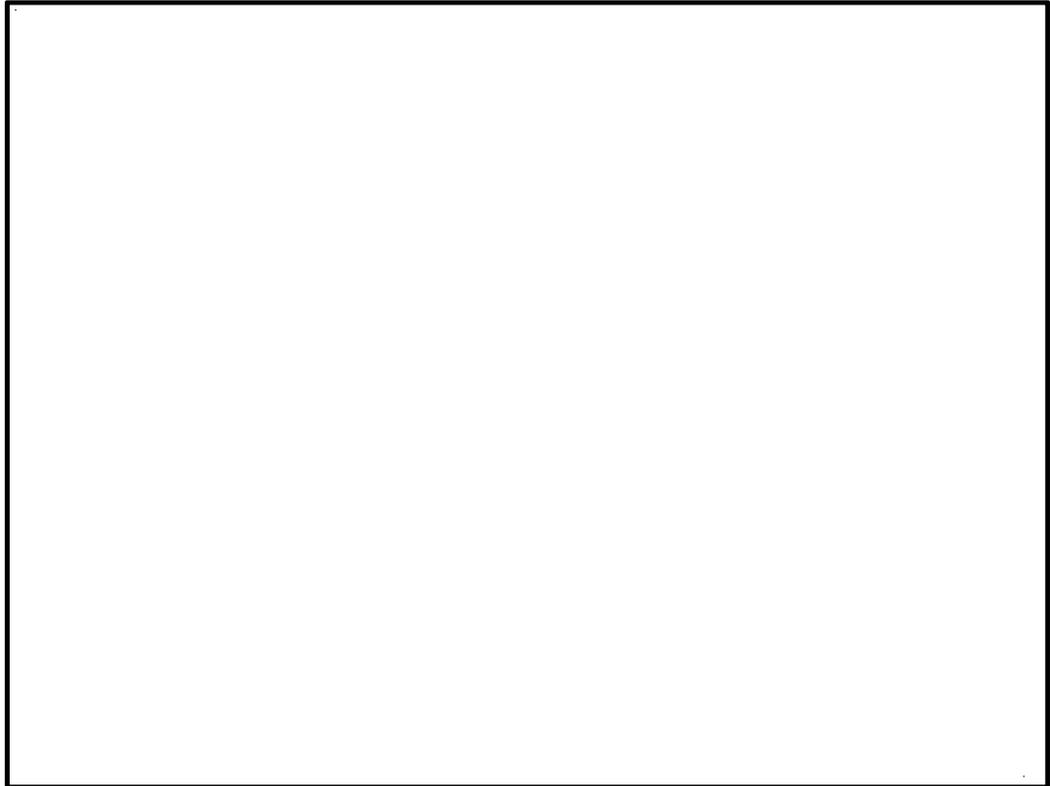


図 2-3 (1/2) 原子炉建屋の概略断面図 (A-A 断面 EW 方向)

NT2 補① V-2-2-1 R1

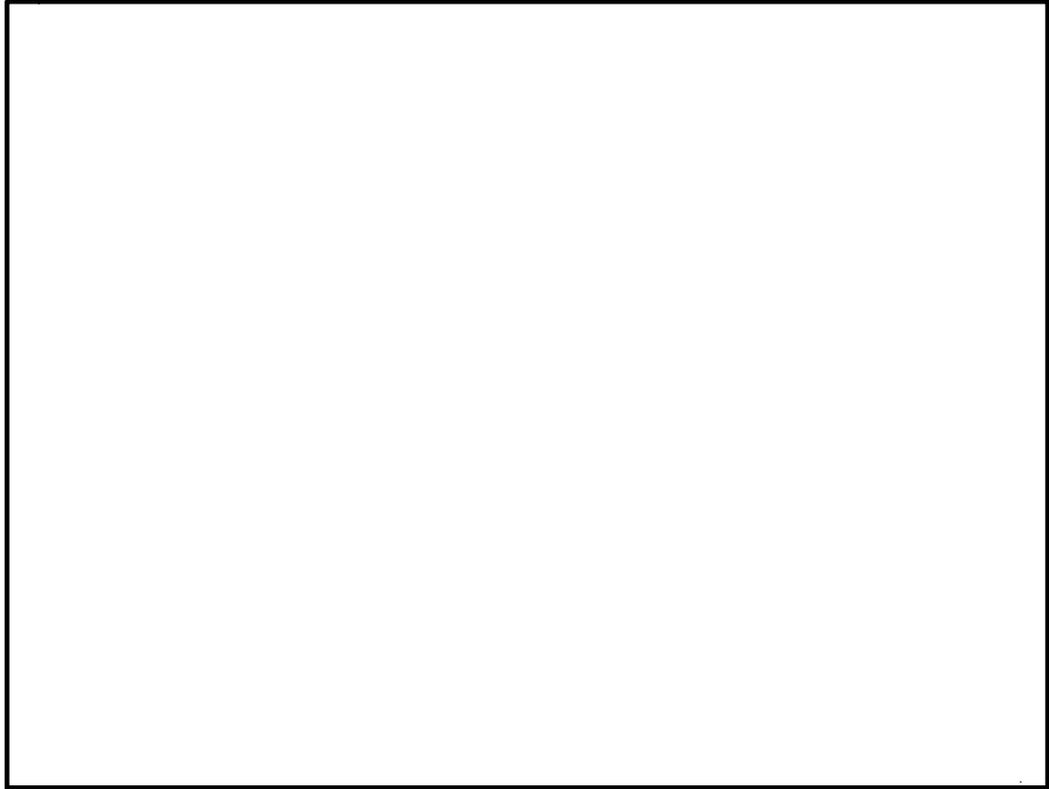


図 2-3 (2/2) 原子炉建屋の概略断面図 (B-B 断面 NS 方向)

2.3 解析方針

原子炉建屋の地震応答解析は、添付書類「V-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に基づいて行う。

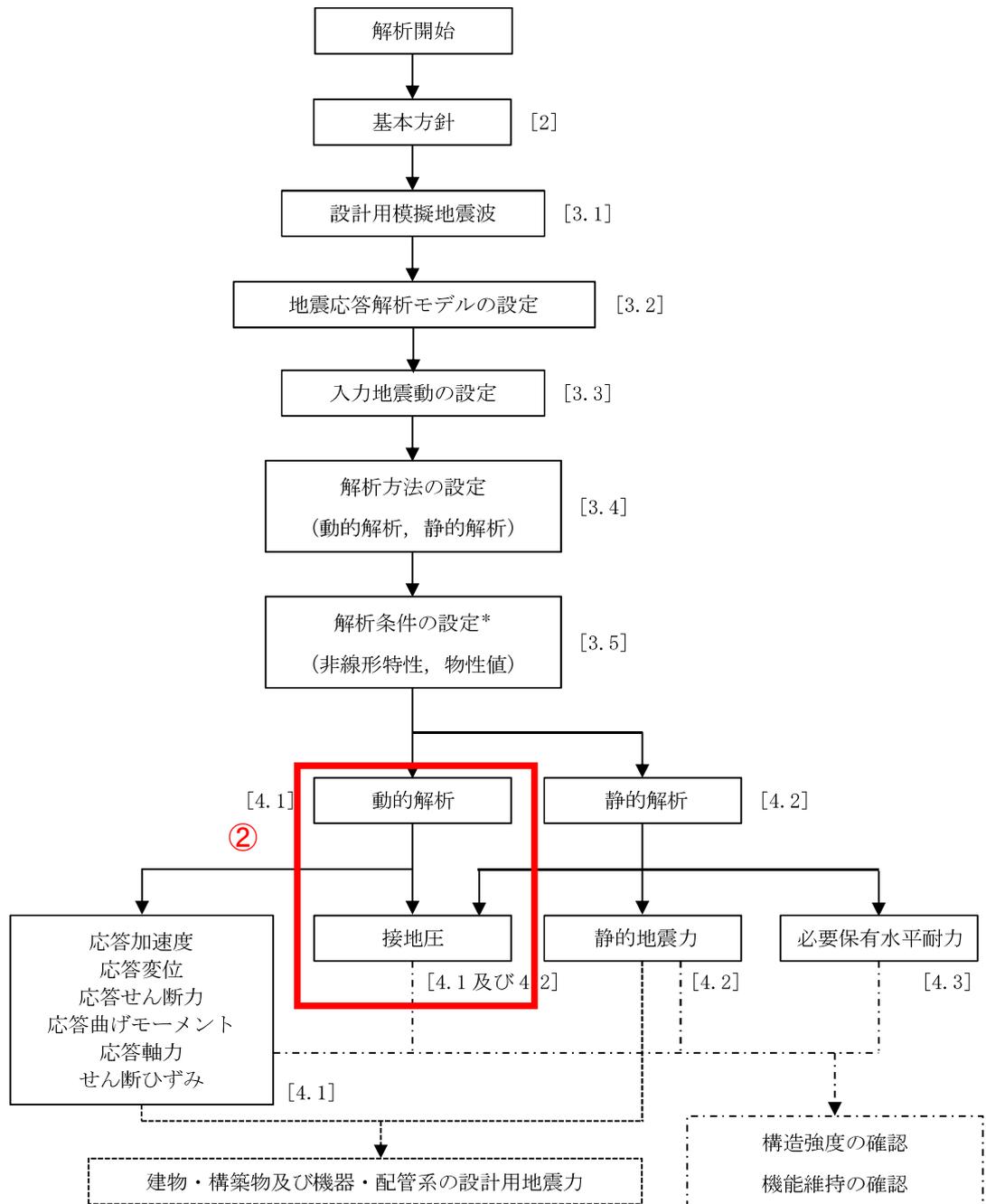
②

図 2-4 に原子炉建屋の地震応答解析フローを示す。

地震応答解析は、「3.2 地震応答解析モデル」において設定した地震応答解析モデル及び「3.1 設計用模擬地震波」に基づき「3.3 入力地震動」において設定した入力地震動を用いて実施することとし、「3.4 解析方法」及び「3.5 解析条件」に基づき、「4.1 動的解析」においては、材料物性のばらつきを考慮し、せん断ひずみ及び接地圧を含む各種応答値を「4.2 静的解析」においては静的地震力及び接地圧を「4.3 必要保有水平耐力」においては必要保有水平耐力を算出する。

また、原子炉建屋の地下水位については、原子炉建屋地下排水設備により、原子炉建屋基礎盤底面レベル以深に維持しているが、地下水位の設定の差異の影響が小さいことを確認していることから、既工事計画認可申請書 第3回申請 添付書類「III-3-1 申請設備にかかわる耐震設計の基本方針」（48 公第 8316 号 昭和 48 年 10 月 22 日認可）を踏まえ、EL.2.0m とする。

原子炉建屋の設備の補強や追加等の改造工事に伴う重量増加を考慮した地震応答解析については、「別紙 原子炉建屋における改造工事に伴う重量増加を反映した地震応答解析」に示す。



- 添付書類「V-2-2-2 原子炉建屋の耐震性についての計算書」
- 添付書類「V-2-4-2-1 使用済燃料プールの耐震性についての計算書」
- 添付書類「V-2-8-4-2 中央制御室遮蔽の耐震性についての計算書」
- 添付書類「V-2-9-2-2 原子炉格納容器底部コンクリートマットの耐震性についての計算書」
- 添付書類「V-2-9-3-1 原子炉建屋原子炉棟の耐震性についての計算書」
- 添付書類「V-2-9-3-4 原子炉建屋基礎盤の耐震性についての計算書」にて評価

注 : []内は, 本資料における章番号を示す。

注記 * : 材料物性のばらつきを考慮する。

図 2-4 原子炉建屋の地震応答解析フロー

3.2.1 水平方向

(1) 解析モデル

②

水平方向の地震応答解析モデルは、地盤との相互作用を考慮し、曲げ及びせん断剛性を考慮した質点系モデルとして、NS 方向及び EW 方向についてそれぞれ設定する。水平方向の地震応答解析モデルを図 3-9 に、解析モデルの諸元を表 3-2 に示す。

(2) 地盤ばね

基礎底面の地盤ばね（水平ばね及び回転ばね）は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」により、成層補正を行ったのち、振動アドミッタンス理論に基づいて、スウェイ及びロッキングばね定数を近似法により評価する。基礎底面ばねの評価には解析コード「GRIMP 2 ver. 2.5」を用いる。解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「V-5-15 計算機プログラム（解析コード）の概要・GRIMP 2」に示す。

また、建屋埋込み部分の側面地盤ばねのばね定数については、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づいて N o v a k の方法により設定する。建屋側面ばねの評価には解析コード「NVK 4 6 3 ver. 1.0」を用いる。解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「V-5-16 計算機プログラム（解析コード）の概要・NVK 4 6 3」に示す。

地盤ばねの算定に用いる地盤定数は初期地盤の物性値とひずみ依存特性から一次元波動論より求めた等価物性値とする。初期地盤の物性値を表 3-3 に、ひずみ依存特性を図 3-10～図 3-13 に、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に対する地盤定数を表 3-4～表 3-19 に示す。また、地盤ばねの定数化の概要を図 3-14 に、地盤ばね定数及び減衰係数を表 3-20～表 3-35 に示す。

3.2.2 鉛直方向

②

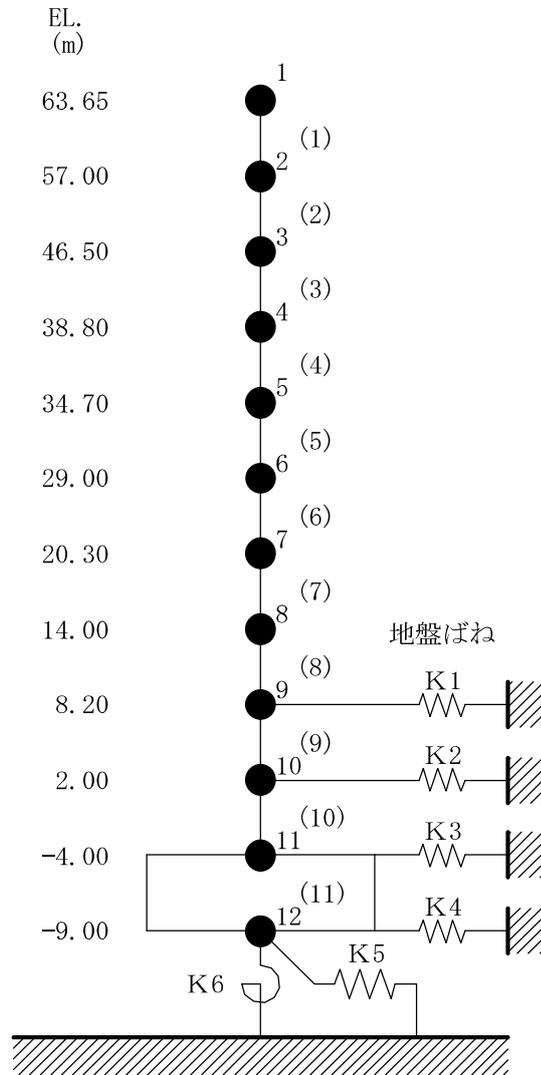
(1) 解析モデル

鉛直方向（UD 方向）の地震応答解析モデルは、耐震壁の軸剛性及び屋根トラスの曲げせん断剛性を評価した質点系モデルとする。鉛直方向の地震応答解析モデルを図 3-15 に、解析モデルの諸元を表 3-36 に示す。

(2) 地盤ばね

基礎底面の地盤ばね（鉛直ばね）は、振動アドミッタンス理論により得られる動的地盤ばねを、水平方向と同様に近似する。基礎底面ばねの評価には解析コード「GRIMP 2 ver. 2.5」を用いる。解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「V-5-15 計算機プログラム（解析コード）の概要・GRIMP 2」に示す。

地盤ばねの算定に用いる地盤定数は初期地盤の物性値とひずみ依存特性から一次元波動論より求めた等価物性値とする。初期地盤の物性値を表 3-3 に、ひずみ依存特性を図 3-10～図 3-13 に、地盤定数を表 3-4～表 3-19 に示す。また、鉛直地盤ばねの定数化の概要を図 3-16 に、地盤ばね定数及び減衰係数を表 3-37～表 3-52 に示す。



注 1 : 数字は質点番号を示す。
 注 2 : () 内は要素番号を示す。

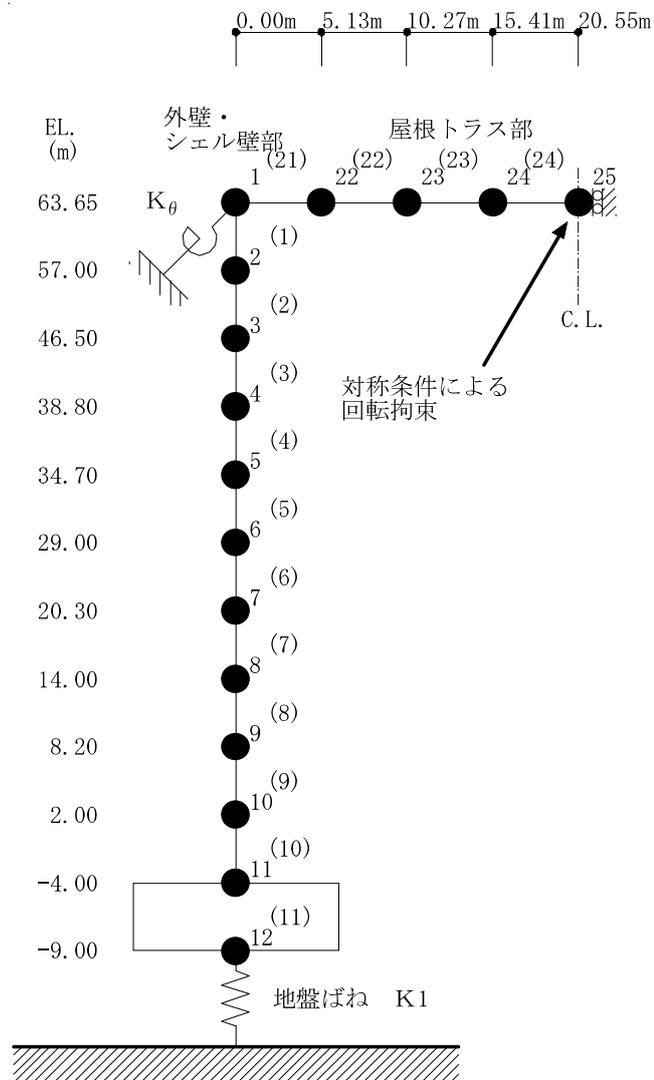
図 3-9 地震応答解析モデル (水平方向)

表 3-2 地震応答解析モデル諸元 (水平方向)

標高 EL. (m)	質点 番号	質点重量 (kN)	回転慣性重量 ($\times 10^5 \text{kN}\cdot\text{m}^2$)		要素 番号	せん断断面積 (m^2)		断面2次モーメント ($\times 10^3 \text{m}^4$)	
			NS方向	EW方向		NS方向	EW方向	NS方向	EW方向
63.65	1	15870	35.7	31.5					
					(1)	27.3	25.5	20.4	18.4
57.00	2	16160	51.2	44.7	(2)	27.3	25.5	20.4	18.4
46.50	3	67320	120.3	104.7	(3)	212	154	64.4	34.7
38.80	4	97130	161.6	99.8	(4)	133	141	45.0	37.3
34.70	5	83270	113.0	68.7	(5)	143	156	45.4	38.7
29.00	6	122370	348.8	250.5	(6)	218	237	77.6	72.9
20.30	7	161820	488.7	543.9	(7)	242	224	86.3	77.6
14.00	8	234650	720.8	779.6	(8)	394	345	178.5	147.4
8.20	9	199260	893.0	886.8	(9)	464	454	218.4	208.5
2.00	10	220710	832.4	830.7	(10)	464	454	218.8	208.9
-4.00	11	439290	1724.6	1712.1	(11)	4675	4675	1828.1	1814.8
-9.00	12	275090	1081.4	1073.5					
総重量		1932940							

②

NT2 補① V-2-2-1 R0



注1 : 数字は質点番号を示す。

注2 : () 内は要素番号を示す。

図 3-15 地震応答解析モデル (UD 方向)

②

表 3-36 地震応答解析モデル諸元 (UD 方向)

外壁・シェル壁部				
標高 EL. (m)	質点 番号	質点重量 (kN)	要素 番号	軸断面積 (m ²)
63.65	1	8030		
			(1)	52.4
57.00	2	16160		
			(2)	58.8
46.50	3	67320		
			(3)	331
38.80	4	97130		
			(4)	243
34.70	5	83270		
			(5)	297
29.00	6	122370		
			(6)	451
20.30	7	161820		
			(7)	461
14.00	8	234650		
			(8)	727
8.20	9	199260		
			(9)	900
2.00	10	220710		
			(10)	900
-4.00	11	439290		
			(11)	4675
-9.00	12	275090		
総重量		1932940		

屋根トラス部						
標高 EL. (m)	スパン方向 (m)	質点 番号	質点重量 (kN)	要素 番号	せん断断面積 ($\times 10^{-2} \text{m}^2$)	断面2次モーメント (m ⁴)
63.65	20.55	25	1120			
				(24)	5.68	1.76
	15.41	24	2240			
				(23)	5.68	1.76
	10.27	23	2240			
				(22)	8.50	1.76
	5.13	22	2240			
				(21)	11.49	1.76
	0.00	1	—			

トラス端部回転拘束ばね
 $K_{\theta} = 5.62 \times 10^6 \text{ kN}\cdot\text{m}/\text{rad}$

V-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針

1. 概要

本資料は、添付書類「V-2-1-1 耐震設計の基本方針の概要」に基づき、設計基準対象施設並びに常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備、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が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く。）（以下「常設重大事故等対処施設」という。）の耐震安全性評価を実施するに当たり、対象施設を設置する地盤の物理特性、強度特性、変形特性等の地盤物性値の設定及び支持性能評価で用いる地盤諸元の基本的な考え方を示したものである。

2. 基本方針

設計基準対象施設及び常設重大事故等対処施設において、対象施設を設置する地盤の物理特性、強度特性、変形特性等の解析用物性値については、各種試験に基づき設定する。また、全応力解析及び有効応力解析等に用いる解析用物性値をそれぞれ設定する。全応力解析に用いる解析用物性値は、設置変更許可申請書（添付書類六）に記載した値を用いることを基本とする。有効応力解析に用いる解析用物性値は、工事計画認可申請において新たに設定する。

③

対象設備を設置する地盤の地震時における支持性能評価については、設計基準対象施設及び常設重大事故等対処施設の耐震重要度分類又は施設区分に応じた地震力により地盤に作用する接地圧が地盤の極限支持力に基づく許容限界*以下であることを確認する。

極限支持力は、道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（日本道路協会、平成 14 年 3 月）（以下「道路橋示方書」という。）及び建築基礎構造設計指針（日本建築学会、2001）（以下「基礎指針」という。）の支持力算定式に基づき、対象施設の支持岩盤の室内試験結果（せん断強度）等より設定する。また、杭の支持力試験を実施している場合は、極限支持力を支持力試験から設定する。

杭基礎の押込み力に対する支持力評価において、原地盤の地盤物性を考慮した耐震設計で保守的に配慮した支持力評価を行う場合、及び豊浦標準砂の液状化強度特性により強制的に液状化させることを仮定した耐震設計を行う場合は、第四系の杭周面摩擦力を支持力として考慮せず、杭先端の支持岩盤への接地圧に対する支持力評価を行うことを基本とする。ただし、杭を根入れした岩盤及び岩着している地盤改良体とその上方の非液状化層が連続している場合は、その杭周面摩擦力を支持力として考慮する。

杭基礎の引抜き力に対する支持力評価において、原地盤の地盤物性を考慮した耐震設計で保守的に配慮した支持力評価を行う場合、及び豊浦標準砂の液状化強度特性により強制的に液状化させることを仮定した耐震設計を行う場合は、第四系の杭周面摩擦力を支持力として考慮せず、新第三系（久米層）の杭周面摩擦力により算定される極限支持力を考慮することを基本とする。ただし、杭周面地盤に地盤改良体がある場合は、その杭周面摩擦力を支持力として考慮する。

注記 *：妥当な安全余裕を持たせる。

③

4. 極限支持力

極限支持力は、道路橋示方書及び基礎指針の支持力算定式に基づき、対象施設の岩盤の室内試験結果（せん断強度）等より設定する。

4.1 直接基礎及びケーソン基礎の支持力算定式

道路橋示方書及び基礎指針による直接基礎の支持力算定式を以下に示す。

- ・道路橋示方書による極限支持力算定式（直接基礎）

$$Q_u = A_e \left\{ \alpha \kappa c N_c S_c + \kappa q N_q S_q + \frac{1}{2} \gamma_1 \beta B_e N_\gamma S_\gamma \right\}$$

Q_u : 荷重の偏心傾斜，支持力係数の寸法効果を考慮した地盤の極限支持力 (kN)

c : 地盤の粘着力 (kN/m^2) *

q : 上載荷重 (kN/m^2) で， $q = \gamma_2 D_f$

A_e : 有効載荷面積 (m^2)

γ_1, γ_2 : 支持地盤及び根入れ地盤の単位体積重量 (kN/m^3)
ただし，地下水位以下では水中単位体積重量とする。

B_e : 荷重の偏心を考慮した基礎の有効載荷幅 (m)

$$B_e = B - 2 e_B$$

B : 基礎幅 (m)

e_B : 荷重の偏心量 (m)

D_f : 基礎の有効根入れ深さ (m)

α, β : 基礎の形状係数

κ : 根入れ効果に対する割増し係数

N_c, N_q, N_γ : 荷重の傾斜を考慮した支持力係数

S_c, S_q, S_γ : 支持力係数の寸法効果に関する補正係数

注記 * : c は表 3-1 における Km 層の非排水せん断強度

- ・道路橋示方書による極限支持力算定式（ケーソン基礎）

$$q_d = \alpha c N_c + \frac{1}{2} \beta \gamma_1 B N_\gamma + \gamma_2 D_f N_q$$

q_d : 基礎底面地盤の極限支持力度 (kN/m²)

c : 基礎底面より下にある地盤の粘着力 (kN/m²) *

γ_1 : 基礎底面より下にある地盤の単位体積重量 (kN/m³)
ただし、地下水位以下では水中単位体積重量とする。

γ_2 : 基礎底面より上にある周辺地盤の単位体積重量 (kN/m³)
ただし、地下水位以下では水中単位体積重量とする。

α, β : 基礎底面の形状係数

B : 基礎幅 (m)

D_f : 基礎の有効根入れ深さ (m)

N_c, N_q, N_γ : 支持力係数

注記 * : c は表 3-1 における Km 層の非排水せん断強度

- ・基礎指針による極限支持力算定式

③

$$q_u = i_c \cdot \alpha \cdot c \cdot N_c + i_\gamma \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot \eta \cdot N_\gamma + i_q \cdot \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q$$

q_u : 直接基礎の単位面積あたりの極限鉛直支持力度 (kN/m²)

N_c, N_γ, N_q : 支持力係数

c : 支持地盤の粘着力 (kN/m²) *

γ_1 : 支持地盤の水中単位体積重量 (kN/m³)

γ_2 : 根入れ部分の土の水中単位体積重量 (kN/m³)

α, β : 基礎の形状係数

η : 基礎の寸法効果による補正係数

i_c, i_γ, i_q : 荷重の傾斜に対する補正係数

B : 基礎幅 (m)

D_f : 根入れ深さ (m)

注記 * : c は表 3-1 における Km 層の非排水せん断強度

残留熱除去系配管及び原子炉格納容器電気配線貫通部の変更認可申請に伴う影響について 【第5条 地震による損傷の防止】

1. 基準適合性の確認範囲

①耐震設計の基本事項

- a. 既工事計画においては、設計基準対象施設は、これに作用する地震力による損壊により公衆に放射線障害を及ぼさないようにするため、設置変更許可申請書の設計方針に基づくとともに、耐震工認審査ガイドを踏まえ、工事計画認可において実績のある J E A G 4601等の規格及び基準等に基づき手法を適用し、施設の耐震設計上の重要度に応じて S クラス、B クラス、C クラスに分類した上で、それぞれの施設の耐震重要度に応じた地震力に対し構造強度を確保する設計とされている。

「V-2-1-1 耐震設計の基本方針の概要」(1, 4, 5頁参照)

「V-2-5-2-1-1 管の耐震性についての計算書」(1, 52, 55, 56頁参照)

「V-2-5-4-1-4 管の耐震性についての計算書」(1, 59, 60, 62～65頁参照)

- b. 既工事計画においては、耐震重要施設 (S クラスの施設) については、基準地震動による地震力に対してその安全性が損なわれおそれがない施設とするため、設置変更許可申請書の設計方針に基づくとともに、耐震工認審査ガイドを踏まえ、工事計画認可において実績のある J E A G 4601等の規格及び基準等に基づき手法を適用して、当該施設の機能を維持する設計としていることを記載している。

「V-2-1-1 耐震設計の基本方針の概要」(1, 4, 5頁参照)

「V-2-5-2-1-1 管の耐震性についての計算書」(1, 52, 55, 56頁参照)

「V-2-5-4-1-4 管の耐震性についての計算書」(1, 59, 60, 62～65頁参照)

今回の変更認可申請に伴い、耐震設計の基本方針に変更がなく、上記方針を踏まえて設計していることを確認する。

②耐震重要度分類

既工事計画においては、設計基準対象施設の耐震重要度分類は、施設の耐震設計上の重要度に応じて S クラス、B クラス、C クラスに分類していること、施設に要求される安全機能の役割に応じて、施設を構成する設備 (主要設備、補助設備、直接支持構造物、間接支持構造物、波及的影響を考慮すべき施設) に適切に区分していることを記載している。

「V-2-1-1 耐震設計の基本方針の概要」(5頁参照)

「V-2-1-4 重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分の基本方針」(1, 2, 6～25頁参照)

「補足-4 【残留熱除去系配管改造工事の概要について】参照」

「補足-5 【原子炉格納容器電気ペネトレーション貫通部改造工事の概要について】参照」

今回の変更認可申請に伴い、耐震重要度分類に変更がなく、上記方針を踏まえて設計していることを確認する。

残留熱除去系配管及び原子炉格納容器電気配線貫通部の変更認可申請に伴う影響について

【第5条 地震による損傷の防止】

③地震力の算定方法

a. 既工事計画においては、静的地震力は、設置変更許可申請書の設計基準対象施設の耐震設計で示された静的地震力の算定方針に基づき、施設の耐震重要度に応じた係数を乗じ、施設の振動特性及び地盤の種類を考慮すると、建物・構築物、機器・配管系のそれぞれに対して適切に算定していることを記載している。

「V-2-1-1 耐震設計の基本方針の概要」(7,8頁参照)

b. 既工事計画においては、動的地震力は、地震応答解析の適用性及び適用限界等を考慮して解析手法を選定するとともに、施設及び地盤の構造特性、振動特性、相互作用等を考慮して解析条件を設定した上で、建物・構築物の入力地震動評価並びに建物・構築物及び機器・配管系の地震応答解析を実施して、基準地震動、弾性設計用地震動による地震力を適切に算定していること、また、動的地震力の算定に当たって、建物・構築物の剛性及び地盤の剛性のばらつき等を適切に考慮していることを記載している。

「V-2-1-1 耐震設計の基本方針の概要」(8頁参照)

「V-2-1-6 地震応答解析の基本方針」(3,9,10頁参照)

今回の変更認可申請に伴い、地震力の算定及び地震応答解析の算定に変更がなく、上記方針を踏まえて設計していることを確認する。

④荷重の組合せ

a. 既工事計画においては、建物・構築物、機器・配管系、津波防護施設等は、耐震重要度分類に応じて、それぞれの施設に作用する地震力と地震力以外の荷重を適切に組み合わせていることを記載している。

「V-2-1-1 耐震設計の基本方針の概要」(13～15頁参照)

b. 既工事計画においては、地震荷重と風荷重又は積雪荷重との組合せについては、風荷重又は積雪荷重の影響が地震荷重と比べて無視できない構造、形状及び仕様を有する施設を屋外施設から選定し、当該施設の評価において考慮していることを記載している。

「V-2-1-1 耐震設計の基本方針の概要」(15頁参照)

今回の変更認可申請に伴い、荷重の組合せに変更がなく、上記方針を踏まえて設計していることを確認する。

残留熱除去系配管及び原子炉格納容器電気配線貫通部の変更認可申請に伴う影響について

【第5条 地震による損傷の防止】

⑤許容限界

- a. 既工事計画においては、建物・構築物、機器・配管系のそれぞれの強度評価における許容限界については、安全上適切と認められる規格及び基準等に基づき、施設の機能を維持又は構造強度を確保できる設定とされていることを記載している。
「V-2-1-1 耐震設計の基本方針の概要」(15, 16頁参照)
- b. 既工事計画においては、地震時又は地震後に動的機能が要求される機器等の機能維持評価における許容限界については、実証試験等により確認されている機能維持加速度等を設定していることを記載している。
「V-2-1-1 耐震設計の基本方針の概要」(2, 18頁参照)

今回の変更認可申請に伴い、許容限界に変更がなく、上記方針を踏まえて設計していることを確認する。

残留熱除去系配管及び原子炉格納容器電気配線貫通部の変更認可申請に伴う影響について

【第5条 地震による損傷の防止】

⑥波及的影響

- a. 既工事計画においては、波及的影響については、考慮すべき事象の選定、考慮すべき施設の抽出及び耐震計算を適切に実施し、耐震重要度分類の下位のクラスに属する施設の波及的影響によって、耐震重要施設（Sクラスの施設）の安全機能を損なわない設計とされていることを記載している。
「V-2-1-1 耐震設計の基本方針の概要」（6頁参照）
- b. 既工事計画においては、考慮すべき事象については、原子力発電所の地震被害を調査し、その結果を考慮した上で、設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下、下位クラスとの施設との接続部における相互影響、下位クラスの施設の損傷、転倒、落下等を選定していることを記載している。
「V-2-1-1 耐震設計の基本方針の概要」（6,7頁参照）
- c. 既工事計画においては、考慮すべき施設については、敷地全体を俯瞰した調査・検討に基づき、選定した事象ごとに波及的影響を及ぼす可能性のある下位クラスの施設又は波及的影響を受ける上位クラスのある上位クラスの施設を抽出していることを記載している。
「V-2-1-1 耐震設計の基本方針の概要」（7頁参照）
「V-2-1-4 重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分の基本方針」（6～25頁参照）
「補足-4 【残留熱除去系配管改造工事の概要について】参照」
「補足-5 【原子炉格納容器電気ペネトレーション貫通部改造工事の概要について】参照」
- d. 既工事計画においては、耐震計算については、抽出した下位クラスの施設が、上位クラスの施設に用いる地震動又は地震力に対して耐震性を有していること、又は抽出した上位クラスの施設が、下位クラスの施設の波及的影響の発生によって作用する荷重に対して機能に影響を受けない状態に留まることを記載している。
「V-2-1-1 耐震設計の基本方針の概要」（7頁参照）

今回の変更認可申請に伴い、波及的影響を考慮した設計に変更がなく、上記方針を踏まえて設計していることを確認する。

残留熱除去系配管及び原子炉格納容器電気配線貫通部の変更認可申請に伴う影響について

【第5条 地震による損傷の防止】

⑦水平2方向及び鉛直方向の地震力の組合せによる影響評価

- a. 既工事計画においては、水平2方向及び鉛直方向の地震力の組合せについては、耐震重要施設及びその間接支持構造物並びに波及的影響を考慮すべき施設を対象に、当該組合せの適用によって水平1方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた耐震計算への影響の可能性がある施設又は設備を抽出し、三次元応答性を考慮した上で基準地震動を適用して当該組合せの適用が耐震性評価に及ぼす影響を評価していることを記載している。

「V-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」(1頁参照)

「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」(42, 47, 50, 51頁参照)

「補足-340-7 水平2方向及び鉛直方向の適切な組合せに関する検討について」(79, 別紙-3-95, 別紙-4-61, 64頁参照)

「補足-340-13 機電分耐震計算書の補足について」(81, 142, 150頁参照)

今回の変更認可申請に伴い、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変更がないことを確認する。また、耐震性評価に及ぼす影響の評価に変更がないことを確認する。

⑧既工認実績のない手法、条件等に係る確認

- a. 既工事計画においては、耐震重要施設及びその間接支持構造物については、敷地の原地盤において既存調査及び追加調査により信頼性(代表性、網羅性)を確認した液化強度特性に加え、原地盤よりも液化しやすく敷地に存在しない豊浦標準砂の液化強度特性を用いた有効応力解析を実施し、地震時の地盤の液化による施設への影響を考慮した設計とされており、地震荷重とそれ以外の荷重の組合せによって生じる応力が許容値を満足することを記載している。

「V-2-1-6 地震応答解析の基本方針」(11頁参照)

- b. 既工事計画においては、配管で支持された弁の動的機能維持評価において、当該配管の地震応答による高振動数領域での応答増加を適切に考慮していることを記載している。

「V-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐震計算について」(22頁参照)

「補足-4 【残留熱除去系配管改修工事の概要について】参照」

「V-2-5-2-1-1 管の耐震性についての計算書」(55頁参照)

「V-2-5-4-1-4 管の耐震性についての計算書」(63頁参照)

今回の変更認可申請に伴い、既工認実績のない手法、条件等に係る確認事項に変更がなく、上記方針を踏まえて設計していることを確認する。

残留熱除去系配管及び原子炉格納容器電気配線貫通部の変更可申請に伴う影響について
【第5条 地震による損傷の防止】

2. 確認結果

確認図書名	確認結果
補足-4 【残留熱除去系配管改造工事の概要について】	<ul style="list-style-type: none"> 今回の配管改造により，残留熱除去系の系統構成及び設置場所に変更がないことを確認した。 【②，⑥c】
補足-5 【原子炉格納容器電気ペネトレーション貫通部改造工事の概要について】	<ul style="list-style-type: none"> 今回の電気配線貫通部の改造により，設置場所に変更がないことを確認した。【②，⑥c】 今回の電気配線貫通部の改造により，スリーブ長が短尺化することで，支点（ばね）にかかる応力は小さくなり，評価点にかかる応力は小さくなることを確認した。【②】
V-2-1-1 耐震設計の基本方針の概要	<ul style="list-style-type: none"> 耐震設計，耐震重要度分類，地震力の算定及び地震応答解析の算定，荷重の組合せ，許容限界，波及的影響を考慮した設計などの基本方針であり，配管及び電気配線貫通部の改造による基本方針に変更がないことを確認した。【①～⑥】
V-2-1-4 重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分の基本方針	<ul style="list-style-type: none"> 今回の配管改造及び電気配線貫通部の改造により，系統構成及び設置場所に変更がないことから，耐震重要度分類及び波及的影響を考慮すべき施設区分の基本方針に変更がないことを確認した。 【②，⑥c】
V-2-1-6 地震応答解析の基本方針	<ul style="list-style-type: none"> 地震応答解析の基本方針であり，配管及び電気配線貫通部の改造による基本方針に変更がないことを確認した。【③b】 今回の配管改造及び電気配線貫通部の改造により，設置場所に変更がないことから，地盤の液化化による施設への影響を考慮した設計に影響がなく，基本方針に変更がないことを確認した。 【⑧a】

残留熱除去系配管及び原子炉格納容器電気配線貫通部の変更可申請に伴う影響について
【第5条 地震による損傷の防止】

確認図書名	確認結果
<p>V-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 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 補足-340-7 水平2方向及び鉛直方向の適切な組合せに関する検討について 補足-340-13 機電分耐震計算書の補足について</p>	<p>・ 今回の配管改造及び電気配線貫通部の改造範囲は、「水平2方向及び鉛直方向の組合せによる影響の可能性がある施設を評価対象施設とし、施設が有する耐震性に及ぼす影響を評価する」方針を変更するものではないことを確認した。影響評価に対する確認結果は次のとおり。【⑦】</p> <p>・ 残留熱除去系配管の水平2方向及び鉛直方向の地震力の組合せによる耐震性評価に及ぼす影響の評価は、設計用床応答曲線の震度を一律に1.5倍した設備評価用床応答曲線を使用することにより、耐震尤度に包絡されていることを確認している。</p> <p>今回の配管改造の改造範囲は、設備評価用床応答曲線を変更するものではないため、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に変更がないことを確認した。【⑦】</p> <p>・ 電気配線貫通部の水平2方向及び鉛直方向の地震力の組合せによる耐震性評価に及ぼす影響の評価は、従来評価にて水平2方向の地震力を考慮しているもので、水平2方向の地震力の重複による影響は影響軽微と整理していることを確認した。【⑦】</p> <p>今回の電気配線貫通部の改造範囲は、耐震性の評価手法を変更するものではないため、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に変更がないことを確認した。また、電気配線貫通部の設備評価用床応答曲線は残留熱除去系配管と同様で設計用床応答曲線の震度を一律に1.5倍したものを使用している。【⑦】</p> <p>・ なお、床応答への影響検討として、3次元的な応答特性を踏まえても、原子炉建屋における質点系モデルの応答は、妥当な応答となることは確認している。【⑦】</p>
<p>V-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐震計算について</p>	<p>・ 配管で支持された弁の動的機能維持評価は、配管の評価で包絡する方針であり、配管の改造による基本方針に変更がないことを確認した。【⑧b】</p>
<p>V-2-5-2-1-1 管の耐震性についての計算書 V-2-5-4-1-4 管の耐震性についての計算書</p>	<p>・ 今回の配管改造について、配管及び弁の動的機能維持評価にて、必要な強度が確保されていることを左記図書にて確認した。【①, ⑧b】</p> <p>※：2021年3月25日ヒアリング資料「設計及び工事計画認可申請書（東海第二発電所の設計及び工事計画の変更）」</p>

残留熱除去系配管及び原子炉格納容器電気配線貫通部の変更認可申請に伴う影響について

【第5条 地震による損傷の防止】

3. まとめ

(1) 残留熱除去系配管の改造

- ・ 今回の配管改造において、残留熱除去系の系統構成及び設置場所に変更がないため、耐震設計の基本方針に変更がないことを確認した。
- ・ 基本方針に変更がなく、必要な強度が確保されていることから、技術基準の適合性に影響を与えない。
- ・ 耐震性に影響がないこと（適合していること）を確認する必要があるため、変更の工事の内容（本申請内容）に関連し、審査対象条文とする。

(2) 原子炉格納容器電気配線貫通部の改造

- ・ 今回の電気配線貫通部の改造において、設置場所に変更がないため、耐震設計の基本方針に変更がないことを確認した。
- ・ 基本方針に変更がなく、耐震に関する保守性は確保されていることから、技術基準の適合性に影響を与えない。
- ・ 既工事計画で確認された設計を変更するものではない。また、地震による損傷の防止に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。

V-2-1-1 耐震設計の基本方針の概要

1. 概要

本資料は、発電用原子炉施設の耐震設計が「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）第4条及び第49条（地盤）並びに第5条及び第50条（地震による損傷の防止）に適合することを説明するものである。なお、上記条文以外への適合性を説明する各資料にて基準地震動 S_s に対して機能を保持するとしているものとして、第11条及び第52条に係る火災防護設備の耐震性については添付書類「V-2-別添1」に、第12条に係る溢水防護に係る設備の耐震性については添付書類「V-2-別添2」に、第54条に係る可搬型重大事故等対処設備等の耐震性については添付書類「V-2-別添3」にて説明する。

2. 耐震設計の基本方針

2.1 基本方針

発電用原子炉施設の耐震設計は、設計基準対象施設については地震により安全機能が損なわれるおそれがないこと、重大事故等対処施設については地震により重大事故に至るおそれがある事故又は重大事故（以下「重大事故等」という。）に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないことを目的とし、「技術基準規則」に適合する設計とする。施設の設計に当たり考慮する、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の概要を添付書類「V-2-1-2 基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の策定概要」に示す。

- ① b (1) 設計基準対象施設のうち、地震により生ずるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの（以下「耐震重要施設」という。）は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力に対して、その安全機能が損なわれるおそれがない設計とする。

重大事故等対処施設のうち、常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く。）は、基準地震動 S_s による地震力に対して、重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがない設計とする。

- ① a (2) 設計基準対象施設は、地震により発生するおそれがある安全機能の喪失（地震に伴って発生するおそれがある津波及び周辺斜面の崩壊等による安全機能の喪失を含む。）及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度（以下「耐震重要度」という。）に応じて、Sクラス、Bクラス又はCクラスに分類（以下「耐震重要度分類」という。）し、それぞれに応じた地震力に十分耐えられる設計とする。

重大事故等対処施設については、施設の各設備が有する重大事故等時に対処するために必要な機能及び設置状態を踏まえて、常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び可搬型重大事故等対処設備に耐震設計上の区分を分類する。重大事故等対処施設のうち、常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く。）は、上記に示す、代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラスに適用される地震力に十分に耐えることができる設計とする。本施設と常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の両方に属する重大事故等対処施設に

については、基準地震動 S_s による地震力を適用するものとする。なお、特定重大事故等対処施設に該当する施設は本申請の対象外である。

- (3) 設計基準対象施設における建物・構築物及び土木構造物（屋外重要土木構造物及びその他の土木構造物）については、耐震重要度分類の各クラスに応じて算定する地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する地盤に設置する。

常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設については、基準地震動 S_s による地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する地盤に設置する。

また、常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設については、代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラスに適用される地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する地盤に設置する。

耐震重要施設については、地盤変状が生じた場合においても、その安全機能が損なわれないよう、適切な対策を講ずる設計とする。

常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設については、地盤変状が生じた場合においても、重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないよう、適切な対策を講ずる設計とする。

また、耐震重要施設及び常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設は、その周辺地盤を強制的に液状化させることを仮定した場合においても、支持機能及び構造健全性が確保される設計とする。

これらの地盤の評価については、添付書類「V-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に示す。

- (4) Sクラスの施設（(6)に記載のものを除く。）について、静的地震力は、水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。

Sクラスの施設及び常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設については、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d による地震力は、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせで算定するものとする。

- (5) Sクラスの施設（(6)に記載のものを除く。）は、基準地震動 S_s による地震力に対してその安全機能が保持できる設計とする。建物・構築物については、構造物全体としての変形能力（終局耐力時の変形）に対して十分な余裕を有するように、機器・配管系については、塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルにとどまって破断延性限界に十分な余裕を有し、その施設の機能を保持できるように設計する。

- ⑤ b 動的機器等については、基準地震動 S_s による地震力に対して、当該機器に要求される機能を維持する設計とする。このうち、動的機能が要求される機器については、当該機器の構造、動作原理等を考慮した評価を行い、既往の研究等で機能維持の確認がなされた機能確認済加速度等を超えないことを確認する。

また、弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対しておおむね弾性状態にとどまる範囲で耐える設計とする。

常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設

施設は、上記に示す、代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラスに適用される地震力に対して、おおむね弾性状態にとどまる範囲で耐えられる設計とする。

- (8) 耐震重要施設及び常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設が、それ以外の発電所内にある施設（資機材等含む）の波及的影響によって、それぞれの安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能を損なわない設計とする。
- (9) 設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の構造計画及び配置計画に際しては、地震の影響が低減されるように考慮する。

① a, b

2.2 適用規格

適用する規格としては、既に認可された工事計画の添付書類（以下「既工事計画」という。）で適用実績がある規格のほか、最新の規格基準についても技術的妥当性及び適用性を示したうえで適用可能とする。なお、規格基準に規定のない評価手法等を用いる場合は、既往研究等において試験、研究等により妥当性が確認されている手法、設定等について、適用条件、適用範囲に留意し、その適用性を確認した上で用いる。

既工事計画で実績のある適用規格を以下に示す。

- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987」 (社) 日本電気協会
 - ・「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984」 (社) 日本電気協会
 - ・「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」 (社) 日本電気協会
- (以降、「J E A G 4 6 0 1」と記載しているものは上記3指針を指す。)
- ・建築基準法・同施行令
 - ・鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計法— ((社) 日本建築学会, 1999 改定)
 - ・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)
 - ・鋼構造設計規準—許容応力度設計法— ((社) 日本建築学会, 2005 改定)
 - ・鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計と保有水平耐力— ((社) 日本建築学会, 2001 改定)
 - ・建築耐震設計における保有耐力と変形性能 ((社) 日本建築学会, 1990 改定)
 - ・建築基礎構造設計指針 ((社) 日本建築学会, 2001 改定)
 - ・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)
 - ・各種合成構造設計指針・同解説 ((社) 日本建築学会, 2010 改定)
 - ・コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] ((社) 土木学会, 2002 年制定)
 - ・道路橋示方書 (I 共通編・IV 下部構造編) ・同解説 ((社) 日本道路協会, 平成 14 年 3 月)
 - ・道路橋示方書 (V 耐震設計編) ・同解説 ((社) 日本道路協会, 平成 14 年 3 月)
 - ・水道施設耐震工法指針・解説 ((社) 日本水道協会, 1997 年版)

- ・地盤工学会基準（JGS1521-2003）地盤の平板載荷試験方法
- ・地盤工学会基準（JGS3521-2004）剛体載荷板による岩盤の平板載荷試験方法

ただし、J E A G 4 6 0 1 に記載されている A s クラスを含む A クラスの施設を S クラスの施設とした上で、基準地震動 S_2 、 S_1 をそれぞれ基準地震動 S_s 、弾性設計用地震動 S_d と読み替える。

なお、A クラスの施設を S クラスと読み替える際には基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d を適用するものとする。

また、「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」（昭和 55 年通商産業省告示第 501 号、最終改正平成 15 年 7 月 29 日経済産業省告示第 277 号）に関する内容については、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005 年版（2007 年追補版を含む））＜第 I 編 軽水炉規格＞JSME S NC1-2005/2007」（日本機械学会）（以下「設計・建設規格」という。）に従うものとする。

3. 耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の設備の分類

② 3.1 耐震重要度分類

設計基準対象施設の耐震設計上の重要度を以下の通り分類する。下記に基づく各施設の具体的な耐震設計上の重要度分類及び当該施設を支持する構造物の支持機能が維持されることを確認する地震動を添付書類「V-2-1-4 重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分の基本方針」の表 2-1 に、申請設備の耐震重要度分類について同資料表 2-2 に示す。

(1) S クラスの施設

地震により発生するおそれがある事象に対して、原子炉を停止し、炉心を冷却するために必要な機能を持つ施設、自ら放射性物質を内蔵している施設、当該施設に直接関係しており、その機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設、これらの施設の機能喪失により事故に至った場合の影響を緩和し、放射線による公衆への影響を軽減するために必要な機能を持つ施設及びこれらの重要な安全機能を支援するために必要となる施設、並びに地震に伴って発生するおそれがある津波による安全機能の喪失を防止するために必要となる施設であって、その影響が大きい施設

(2) B クラスの施設

安全機能を有する施設のうち、機能喪失した場合の影響が S クラスの施設と比べ小さい施設

(3) C クラスの施設

S クラスに属する施設及び B クラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設

3.2 重大事故等対処施設の設備の分類

重大事故等対処施設の設備について、耐震設計上の区分を設備が有する重大事故等に対処するために必要な機能及び設置状態を踏まえて、以下の通りに分類する。下記の分類に基づき耐震評価を行う申請設備の設備分類について、添付書類「V-2-1-4 重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分の基本方針」の表 4-1 に示す。

- (1) 基準地震動 S_s による地震力に対して重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれのないよう設計するもの
 - a. 常設耐震重要重大事故防止設備

常設重大事故防止設備であって、耐震重要施設に属する設計基準事故対処設備が有する機能を代替するもの
 - b. 常設重大事故緩和設備

重大事故等対処設備のうち、重大事故が発生した場合において、当該重大事故の拡大を防止し、又はその影響を緩和するための機能を有する設備であって常設のもの
- (2) 静的地震力に対して十分耐えるよう、また共振のおそれのある施設については弾性設計用地震動 S_d に 2 分の 1 を乗じたものによる地震力に対しても十分に耐えるよう設計するもの
 - a. 常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備

常設重大事故防止設備であって、耐震 B クラス又は C クラスに属する設計基準事故対処設備が有する機能を代替するもの

⑥ a 3.3 波及的影響に対する考慮

「3.1 耐震重要度分類」及び「3.2 重大事故等対処施設の設備の分類」に示した耐震重要施設及び常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設（以下「上位クラス施設」という。）は、下位クラス施設の波及的影響によって、それぞれその安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能を損なわない設計とする。

⑥ b この設計における評価に当たっては、敷地全体及びその周辺を俯瞰した調査・検討等を行う。

ここで、下位クラス施設とは、上位クラス施設の周辺にある上位クラス施設以外の施設（資機材等含む）をいう。

耐震重要施設に対する波及的影響については、以下に示す(1)～(4)の 4 つの事項から検討を行う。また、原子力発電所の地震被害情報等から新たに検討すべき事項が抽出された場合は、これを追加する。

常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設に対する波及的影響については、以下に示す(1)～(4)の 4 つの事項について、「耐震重要施設」を「常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設」に、「安全機能」を「重大事故等時に対処するために必要な機能」に読み替えて適用する。

⑥ b (1) 設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響

a. 不等沈下

耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に伴う不等沈下による、耐震重要施設の安全機能への影響

b. 相対変位

耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に伴う下位クラス施設と耐震重要施設の相対変位による、耐震重要施設の安全機能への影響

- (2) 耐震重要施設と下位クラス施設との接続部における相互影響
耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に伴う、耐震重要施設に接続する下位クラス施設の損傷による、耐震重要施設の安全機能への影響
- (3) 建屋内における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響
耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に伴う、建屋内の下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等による、耐震重要施設の安全機能への影響
- (4) 建屋外における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響
耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、建屋外の下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等による、耐震重要施設の安全機能への影響

⑥ c 上記の観点から調査・検討等を行い、波及的影響を考慮すべき下位クラス施設及びそれに適用する地震動を添付書類「V-2-1-4 重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分の基本方針」の表 2-1 及び表 2-2 並びに表 4-1 及び表 4-2 に示す。

⑥ d 上記の観点から調査・検討等を行い抽出された波及的影響を考慮すべきこれらの下位クラス施設は、上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計する。

また、工事段階においても、上位クラス施設の設計段階の際に検討した配置・補強等が設計どおりに施されていることを、敷地全体及びその周辺を俯瞰した調査・検討を行うことで確認する。また、仮置資材等、現場の配置状況等の確認を必要とする下位クラス施設についても併せて確認する。

以上の詳細な方針は、添付書類「V-2-1-5 波及的影響に係る基本方針」に示す。

4. 設計用地震力

③ a 4.1 地震力の算定法
耐震設計に用いる地震力の算定は以下の方法による。

(1) 静的地震力
設計基準対象施設に適用する静的地震力は、Sクラスの施設（津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）、Bクラス及びCクラスの施設に適用することとし、それぞれ耐震重要度分類に応じて、以下の地震層せん断力係数 C_i 及び震度に基づき算定するものとする。

重大事故等対処施設については、常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設に、代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラスに適用される静的地震力を適用する。

③ a a. 建物・構築物
水平地震力は、地震層せん断力係数 C_i に、次に示す施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じ、さらに当該層以上の重量を乗じて算定するものとする。

Sクラス	3.0
Bクラス	1.5
Cクラス	1.0

ここで、地震層せん断力係数 C_i は、標準せん断力係数 C_0 を 0.2 以上とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値とする。

③ a

また、必要保有水平耐力の算定においては、地震層せん断力係数 C_i に乗じる施設の耐震重要度分類に応じた係数は、Sクラス、Bクラス及びCクラスともに1.0とし、その際に用いる標準せん断力係数 C_0 は1.0以上とする。

Sクラスの施設については、水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。鉛直地震力は、震度0.3以上を基準とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮し、高さ方向に一定として求めた鉛直震度より算定するものとする。

b. 機器・配管系

静的地震力は、上記 a. に示す地震層せん断力係数 C_i に施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じたものを水平震度として、当該水平震度及び上記 a. の鉛直震度をそれぞれ20%増しとした震度より求めるものとする。

Sクラスの施設については、水平地震力と鉛直地震力は同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とする。

c. 土木構造物（屋外重要土木構造物及びその他の土木構造物）

土木構造物の静的地震力については、J E A G 4 6 0 1の規定を参考に、Cクラスの建物・構築物に適用される静的地震力を適用する。

上記 a., b. 及び c. の標準せん断力係数 C_0 等の割増し係数の適用については、耐震性向上の観点から、一般産業施設、公共施設等の耐震基準との関係を考慮して設定する。

③ b

(2) 動的地震力

設計基準対象施設については、動的地震力は、Sクラスの施設、屋外重要土木構造物及びBクラスの施設のうち共振のおそれのあるものに適用する。Sクラスの施設（津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）については、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d から定める入力地震動を適用する。

Bクラスの施設のうち共振のおそれのあるものについては、弾性設計用地震動 S_d から定める入力地震動の振幅を2分の1にしたものによる地震力を適用する。

屋外重要土木構造物、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物については、基準地震動 S_s による地震力を適用する。

重大事故等対処施設については、常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設に基準地震動 S_s による地震力を適用する。

常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設のうち、Bクラスの施設の機能を代替する共振のおそれのある施設については、共振のおそれのあるBクラスの施設に適用する地震力を適用する。

常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の土木構造物については、基準地震動 S_s による地震力を適用する。

③ b

動的解析においては、地盤の諸定数も含めて材料のばらつきによる材料定数の変動幅を適切に考慮する。動的解析の方法等については、添付書類「V-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に、設計用床応答曲線の作成方法については、添付書類「V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に示す。

動的地震力は水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定する。動的地震力

- ・常時作用している荷重及び設計基準事故時の状態のうち地震によって引き起こされるおそれのない事象であっても、いったん事故が発生した場合、長時間継続する事象による荷重は、その事故事象の発生確率、継続時間及び地震動の年超過確率の関係を踏まえ、適切な地震力と組み合わせる。
- ※2 原子炉格納容器バウンダリを構成する施設については、異常時圧力の最大値と弾性設計用地震動 S_d による地震力とを組み合わせる。
- ※3 原子炉建屋基礎盤については、常時作用している荷重及び運転時の状態で施設に作用する荷重と弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力との組合せも考慮する。

- ④ a
- b. 機器・配管系（d. に記載のものを除く。）
- (a) Sクラスの機器・配管系及び常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系については、通常運転時の状態で施設に作用する荷重と地震力とを組み合わせる。
- (b) Sクラスの機器・配管系については、運転時の異常な過渡変化時の状態及び設計基準事故時の状態のうち地震によって引き起こされるおそれのある事象によって施設に作用する荷重は、その事故事象の継続時間等との関係を踏まえ、適切な地震力とを組み合わせる。※
- (c) 常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系については、運転時の異常な過渡変化時の状態、設計基準事故時の状態及び重大事故等時の状態で施設に作用する荷重のうち、地震によって引き起こされるおそれのある事象による荷重と地震力とを組み合わせる。重大事故等による荷重は設計基準対象施設の耐震設計の考え方及び確率論的な考察を踏まえ、地震によって引き起こされるおそれのない事象による荷重として扱う。
- ④ a
- (d) Sクラスの機器・配管系については、運転時の異常な過渡変化時の状態及び設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重のうち地震によって引き起こされるおそれのない事象であっても、いったん事故が発生した場合、長時間継続する事象による荷重は、その事故事象の発生確率、継続時間及び地震動の年超過確率の関係を踏まえ、適切な地震力と組み合わせる。原子炉格納容器については、放射性物質の最終障壁であることを踏まえ、LOCA後の最大内圧と弾性設計用地震動 S_d との組合せを考慮する。
- (e) 常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系については、運転時の異常な過渡変化時の状態、設計基準事故時の状態及び重大事故等時の状態で施設に作用する荷重のうち、地震によって引き起こされるおそれのない事象による荷重は、その事故事象の発生確率、継続時間及び地震動の年超過確率の関係を踏まえ、適切な地震力（基準地震動 S_s 又は弾性設計用地震動 S_d による地震力）と組み合わせる。この組合せについては、事故事象の発生確率、継続時間及び地震動の年超過確率の積等を考慮し、工学的、総合的に勘案の上設定する。なお、継続時間については対策の成立性も考慮した上で設定する。
- 以上を踏まえ、重大事故等時の状態で施設に作用する荷重と地震力（基準地震動 S_s 又は弾性設計用地震動 S_d による地震力）との組合せについては、以下を基本設計とす

る。原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する設備については、いったん事故が発生した場合、長期間継続する事象のうち、長時間継続する事象による荷重と弾性設計用地震動 S_d による地震力を組み合わせ、その状態からさらに長期的に継続する事象による荷重と基準地震動 S_s による地震力を組み合わせる。また、原子炉格納容器バウンダリを構成する設備（原子炉格納容器内の圧力、温度条件を用いて評価を行うその他の施設を含む。）については、いったん事故が発生した場合、長時間継続する事象による荷重と弾性設計用地震動 S_d による地震力とを組み合わせ、その状態からさらに長期的に継続する事象による荷重と基準地震動 S_s による地震力とを組み合わせる。また、その他の施設については、いったん事故が発生した場合、長時間継続する事象による荷重と基準地震動 S_s による地震力を組み合わせる。

- (f) Bクラス及びCクラスの機器・配管系並びに常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系については、通常運転時の状態で作用する荷重及び運転時の異常な過渡変化時の状態で施設に作用する荷重と、動的地震力又は静的地震力を組み合わせる。

④ a ※ 原子炉格納容器バウンダリを構成する設備については、異常時圧力最大値と弾性設計用地震動 S_d による地震力とを組み合わせる。

c. 土木構造物

- (a) 屋外重要土木構造物、常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の土木構造物については、常時作用している荷重及び運転時に施設に作用する荷重と地震力とを組み合わせる。なお、屋外重要土木構造物、常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の土木構造物については、運転時の異常な過渡変化時の状態、設計基準事故時の状態及び重大事故時の状態で施設に作用する荷重のうち地震によって引き起こされるおそれのある事象による荷重はない。
- (b) その他の土木構造物並びに常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設の土木構造物については、常時作用している荷重及び運転時の状態で施設に作用する荷重と、動的地震力又は静的地震力を組み合わせる。なお、常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設の土木構造物については、運転時の異常な過渡変化時の状態で作用する荷重はない。

d. 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物

- (a) 津波防護施設及び浸水防止設備が設置された建物・構築物については、常時作用している荷重及び運転時の状態で施設に作用する荷重と基準地震動 S_s による地震力を組み合わせる。
- (b) 浸水防止設備及び津波監視設備については、常時作用している荷重及び運転時の状態で施設に作用する荷重等と基準地震動 S_s による地震力とを組み合わせる。

上記 d. (a) 及び(b)については、地震と津波が同時に作用する可能性について検討し、必要に応じて基準地震動 S_s による地震力と津波による荷重の組合せを考慮する。また、津波以外による荷重については、「(2) 荷重の種類」に準じるものとする。

④ a, b

e. 荷重の組合せ上の留意事項

- (a) 動的地震力については、水平2方向と鉛直方向の地震力とを適切に組み合わせて算定するものとする。
- (b) ある荷重の組合せ状態での評価が明らかに厳しい場合には、その妥当性を示した上で、その他の荷重の組合せ状態での評価は行わないものとする。
- (c) 複数の荷重が同時に作用し、それらの荷重による応力の各ピークの生起時刻に明らかなずれがある場合は、その妥当性を示した上で、必ずしもそれぞれの応力のピーク値を重ねなくてもよいものとする。
- (d) 設計基準対象施設において上位の耐震重要度分類の施設を支持する建物・構築物の当該部分の支持機能を確認する場合においては、支持される施設の耐震重要度分類に応じた地震力と、常時作用している荷重、運転時に施設に作用する荷重及びその他必要な荷重とを組み合わせる。

重大事故等対処施設を支持する建物・構築物の当該部分の支持機能を確認する場合においては、支持される施設の設備区分に応じた地震力と常時作用している荷重、重大事故等時の状態で施設に作用する荷重及びその他必要な荷重とを組み合わせる。

- (e) 地震と組み合わせる自然条件として、風及び積雪を考慮する。風及び積雪は、施設の設置場所、構造等を考慮して、風荷重及び積雪荷重として地震荷重と組み合わせる。

⑤ a

(4) 許容限界

各施設の地震力と他の荷重とを組み合わせた状態に対する許容限界は次の通りとし、J E A G 4 6 0 1 等の安全上適切と認められる規格及び基準又は試験等で妥当性が確認されている値を用いる。

a. 建物・構築物

- (a) Sクラスの建物・構築物 (d. に記載のものは除く。)

イ. 弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界

建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。ただし、冷却材喪失事故時に作用する荷重との組合せ (原子炉格納容器バウンダリを構成する施設における長期的荷重との組合せを除く。) に対しては、下記ロ. に示す許容限界を適用する。

ロ. 基準地震動 S_s による地震力との組合せに対する許容限界

建物・構築物が構造物全体としての変形能力 (終局耐力時の変形) に対して十分な余裕を有し、終局耐力に対して妥当な安全余裕をもたせることとする。また、終局耐力は、建物・構築物に対する荷重又は応力を漸次増大していくとき、その変形又はひずみが著しく増加するに至る限界の最大耐力とし、既往の実験式等に基づき適切に定めるものとする。

- (b) 常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の建物・構築物

上記(a)に示すSクラスの建物・構築物の基準地震動 S_s による地震力との組合せに対する許容限界を適用する。

ただし、原子炉格納容器バウンダリを構成する施設的设计基準事故時の状態における長期的荷重と弾性设计用地震動 S_d による地震力との組合せに対する許容限界は、上記(a)イ.に示すSクラスの建物・構築物の弾性设计用地震動 S_d による地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界を適用する。

- (c) Bクラス及びCクラスの建物・構築物並びに常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設の建物・構築物

上記(a)イ.による許容応力度を許容限界とする。

- (d) 耐震重要度の異なる施設又は施設区分の異なる重大事故等対処施設を支持する建物・構築物

上記(a)ロ.の項を適用するほか、耐震重要度の異なる施設又は施設区分の異なる重大事故等対処施設を支持する建物・構築物の変形等に対して、その支持機能を損なわないものとする。なお、当該施設を支持する建物・構築物の支持機能が維持されることを確認する際の地震動は、支持される施設に適用される地震動とする。

- (e) 建物・構築物の保有水平耐力

建物・構築物については、当該建物・構築物の保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して耐震重要度分類又は重大事故等対処施設が代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類に応じた安全余裕を有しているものとする。

ここでは、常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設については、上記における重大事故等対処施設が代替する機能を有する設計基準対象施設が属する耐震重要度分類をSクラスとする。

⑤ a

b. 機器・配管系

- (a) Sクラスの機器・配管系 (d.に記載のものは除く。)

- イ. 弾性设计用地震動 S_d による地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界応答が全体的におおむね弾性状態にとどまるものとする。

ただし、冷却材喪失事故時に作用する荷重との組合せ(原子炉格納容器バウンダリを構成する設備、非常用炉心冷却設備等における長期的荷重との組合せを除く。)に対しては、下記(a)ロ.に示す許容限界を適用する。

- ロ. 基準地震動 S_s による地震力との組合せに対する許容限界

塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルにとどまって破断延性限界に十分な余裕を有し、その施設に要求される機能に影響を及ぼすことがない限度に応力、荷重等を制限する。

- (b) 常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系

上記(a)ロ.に示すSクラスの機器・配管系の基準地震動 S_s による地震力との組合せに対する許容限界を適用する。

ただし、原子炉格納容器バウンダリを構成する設備及び非常用炉心冷却設備等の弾性设计用地震動 S_d と设计基準事故時の状態における長期的荷重との組合せに対する許容

建物・構築物，機器・配管系，土木構造物，津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物の基礎地盤

イ． 基準地震動 S_s による地震力との組合せに対する許容限界

接地圧が，安全上適切と認められる規格及び基準等による地盤の極限支持力度に対して妥当な余裕を有することを確認する。

ロ． 弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界

(屋外重要土木構造物，常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の建物・構築物，機器・配管系，土木構造物，津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物の基礎地盤を除く。)

接地圧に対して，安全上適切と認められる規格及び基準等による地盤の短期許容支持力度を許容限界とする。

(b) Bクラス及びCクラスの建物・構築物，機器・配管系及びその他の土木構造物，常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設の建物・構築物，機器・配管系及び土木構造物の基礎地盤

上記(a)ロ.による許容支持力度を許容限界とする。

5.2 機能維持

⑤ b (1) 動的機能維持

動的機能が要求される機器は，地震時及び地震後において，その機器に要求される安全機能を維持するため，制御棒挿入機能に係る機器，回転機器及び弁の機種別に分類し，制御棒挿入機能に係る機器については，燃料集合体の相対変位，回転機器及び弁については，その加速度を用いることとし，設計基準対象施設の耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分に応じた地震動に対して，各々に要求される動的機能が維持できることを試験又は解析により確認することで，当該機能を維持する設計とするか，若しくは応答加速度による解析等により当該機能を維持する設計とする。

弁等の機器の地震応答解析結果の応答加速度が当該機器を支持する配管の地震応答により増加すると考えられるときは，当該配管の地震応答の影響を考慮し，一定の余裕を見込むこととする。

(2) 電氣的機能維持

電氣的機能が要求される機器は，地震時及び地震後において，その機器に要求される安全機能を維持するため，設計基準対象施設の耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分に応じた地震動に対して，要求される電氣的機能が維持できることを試験又は解析により確認し，当該機能を維持する設計とする。

添付書類「V-1-1-2 発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうち添付書類「V-1-1-2-2-1 耐津波設計の基本方針」における津波監視設備及び添付書類「V-1-1-10 通信連絡設備に関する説明書」における通信連絡設備に関する電氣的機能維持の耐震設計方針についても本項に従う。

V-2-1-4 重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分の基本方針

1. 概要

本資料は、添付書類「V-2-1-1 耐震設計の基本方針の概要」のうち「3. 耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の設備の分類」に基づき設計基準対象施設の耐震設計上の重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分についての基本方針について説明するものである。

②

2. 設計基準対象施設の重要度分類

2.1 耐震設計上の重要度分類

設計基準対象施設の耐震設計上の重要度を次のように分類する。

(1) Sクラスの施設

地震により発生するおそれがある事象に対して、原子炉を停止し、炉心を冷却するために必要な機能を持つ施設、自ら放射性物質を内蔵している施設、当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設、これらの施設の機能喪失により事故に至った場合の影響を緩和し、放射線による公衆への影響を軽減するために必要な機能を持つ施設及びこれらの重要な安全機能を支援するために必要となる施設、並びに地震に伴って発生するおそれがある津波による安全機能の喪失を防止するために必要となる施設であって、その影響が大きいものであり、次の施設を含む。

- a. 原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系
- b. 使用済燃料を貯蔵するための施設
- c. 原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設、及び原子炉の停止状態を維持するための施設
- d. 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設
- e. 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故後、炉心から崩壊熱を除去するための施設
- f. 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故の際に、圧力障壁となり放射性物質の放散を直接防ぐための施設
- g. 放射性物質の放出を伴うような事故の際に、その外部放散を抑制するための施設であり、上記の「放射性物質の放散を直接防ぐための施設」以外の施設
- h. 津波防護機能を有する設備（以下「津波防護施設」という。）及び浸水防止機能を有する設備（以下「浸水防止設備」という。）
- i. 敷地における津波監視機能を有する施設（以下「津波監視設備」という。）

(2) Bクラスの施設

安全機能を有する施設のうち、機能喪失した場合の影響がSクラスの施設と比べ小さい施設であり、次の施設を含む。

- a. 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていて、1次冷却材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設
- b. 放射性廃棄物を内蔵している施設（ただし、内蔵量が少ない又は貯蔵方式により、その破損により公衆に与える放射線の影響が「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」（昭和53年通商産業省令第77号）第2条第2項第6号に規定する「周辺監視区域」外における年間の線量限度に比べ十分に小さいものは除く。）
- c. 放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設で、その破損により、公衆及び従事者に

過大な放射線被ばくを与える可能性のある施設

- d. 使用済燃料を冷却するための施設
- e. 放射性物質の放出を伴うような場合に、その外部放散を抑制するための施設で、Sクラスに属さない施設

(3) Cクラスの施設

Sクラスに属する施設及びBクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設

②

2.2 発電用原子炉施設の区分

2.2.1 区分の概要

当該施設に課せられる機能は、その機能に直接的に関連するもののほか、補助的な役割を持つもの、支持構造物等の間接的な施設を含めた健全性が保たれて初めて維持し得るものであることを考慮し、これらを主要設備、補助設備、直接支持構造物、間接支持構造物及び波及的影響を考慮すべき施設に区分する。

2.2.2 各区分の定義

各区分の設備は次のものをいう。

- (1) 主要設備とは、当該機能に直接的に関連する設備をいう。
- (2) 補助設備とは、当該機能に間接的に関連し、主要設備の補助的役割を持つ設備をいう。
- (3) 直接支持構造物とは、主要設備、補助設備に直接取り付けられる支持構造物、若しくはこれらの設備の荷重を直接的に受ける支持構造物をいう。
- (4) 間接支持構造物とは、直接支持構造物から伝達される荷重を受ける構造物（建物・構築物・車両）をいう。
- (5) 波及的影響を考慮すべき施設とは、下位クラス施設のうち、その破損等によって上位クラス施設に波及的影響を及ぼすおそれのある施設をいう。波及的影響を考慮すべき施設の検討については、添付書類「V-2-1-5 波及的影響に係る基本方針」に示す。

2.2.3 間接支持機能及び波及的影響

同一系統設備に属する主要設備、補助設備及び直接支持構造物については同一の耐震重要度とするが、間接支持構造物の支持機能及び設備相互間の影響については、それぞれ関連する設備の耐震設計に適用される地震動に対して安全上支障ないことを確認するものとする。

設計基準対象施設の耐震重要度分類に対するクラス別施設を表 2-1 に、設計基準対象施設の申請設備の耐震重要度分類を表 2-2 に示す。同表には、当該施設を支持する構造物の支持機能が維持されることを確認する地震動及び波及的影響を考慮すべき施設に適用する地震動（以下「検討用地震動」という。）を併記する。

表 2-1 設計基準対象施設のクラス別施設 (1/6)

耐震重要度 分類	機能別分類	主要設備 (注1)		補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4)		波及的影響を 考慮すべき施設 (注5)		
		耐震 クラス	適用 範囲	耐震 クラス	適用 範囲	耐震 クラス	適用 範囲	耐震 クラス	適用 範囲	耐震 クラス	適用 範囲	
Sクラス	(i) 原子炉冷却材圧力バ ウンダリを構成する機 器・配管系	S S	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉圧力容器 原子炉冷却材圧力バ ウンダリに属する容器・ 配管・ポンプ・弁 	S	<ul style="list-style-type: none"> 腐蝕防止を閉とするため に必要な電気計装設備 	S	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉圧力容器 スカート 機器・配管、電気計装 設備等の支持構造物 	S S	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉本体の基礎 原子炉建屋 	S S	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉遮蔽 タービン建屋 タービン建屋 中央制御室用天井照明 耐久障壁 	S S S S S
	(ii) 使用済燃料を貯蔵す るための施設	S S S	<ul style="list-style-type: none"> 使用済燃料プール 使用済燃料貯蔵ラック 使用済燃料貯蔵容器 	S S S	<ul style="list-style-type: none"> 使用済燃料プール水補 給設備 (残留熱除去 系) 非常用電源及び計装設 備 (非常用ディーゼル 発電機及びその冷却 系・補助施設を含む) 	S S	<ul style="list-style-type: none"> 機器・配管、電気計装 設備等の支持構造物 	S S S S S S S	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋 燃料取扱機械 制御棒貯蔵ラック 制御棒貯蔵ハンガ ー チャレンジャー脱機 使用済燃料貯蔵 建屋天井クレーン タービン建屋 タービン建屋 中央制御室用天井照明 使用済燃料貯蔵式貯蔵 屋上屋 海水ポンプエリア防護 対策施設 耐久障壁 	S S S S S S S S S S S S S		
Sクラス	(iii) 原子炉の緊急停止の ために急激に負の反応 度を付加するための施設 、及び原子炉の停止 状態を維持するための 施設	S	<ul style="list-style-type: none"> 制御棒、制御棒駆動機構 及び制御棒駆動圧系 (スクラム機構に関する 部分) 	S S S	<ul style="list-style-type: none"> 炉心支持構造物 電気計装設備 チャレンジャー、ボックス 	S S S	<ul style="list-style-type: none"> 機器・配管、電気計装 設備等の支持構造物 	S S	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋 原子炉本体の基礎 	S S	<ul style="list-style-type: none"> タービン建屋 タービン建屋 タービン建屋 中央制御室用天井照明 耐久障壁 	S S S S S S
	(iv) 原子炉停止後、炉心 から崩壊熱を除去する ための施設	S S S S	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉隔離冷却系 高圧炉心スプレイス 残留熱除去系 (原子炉停 止時冷却モード運転に必 要な設備) 冷却水源としてのサブレ ッジョン・チェンバ 	S S S S	<ul style="list-style-type: none"> 残留熱除去系海水系 炉心支持構造物 高圧炉心スプレイス系デ ィーゼル発電機及びそ の冷却系・補助施設 非常用電源及び計装設 備 (非常用ディーゼル 発電機及びその冷却 系・補助施設を含む) 当該施設の機械設備 に必要な空調設備 	S S S S S	<ul style="list-style-type: none"> 機器・配管、電気計装 設備等の支持構造物 	S S S S S S S	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋 取水構造物 屋外二重管 (注7) 置場 (注8) 常設代替高圧電源装置 用カルバート (注8) 	S S S S S S S S	<ul style="list-style-type: none"> タービン建屋 タービン建屋 中央制御室用天井照明 ウォータレングシールラ イン 海水ポンプエリア防護 対策施設 耐久障壁 	S S S S S S S S

②

②

表 2-1 設計基準対象施設のクラス別施設 (2/6)

耐震重要度 分類	機能別分類	主要設備 (注1)		補助設備 (注2)		間接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4)		波及的影響を 考慮すべき施設 (注5)	
		適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス
Sクラス	(v) 原子炉冷却材圧力 バウンダリ破損事故 後炉心から前遮蔽を 除去するための施設	<ul style="list-style-type: none"> ・非常用炉心冷却系 1) 高圧炉心スプレイス 2) 低圧炉心スプレイス 3) 残留熱除去系 (低圧注入モード運転に 必要な設備) 4) 自動減圧系 	S	<ul style="list-style-type: none"> ・残留熱除去系海水系 ・高圧炉心スプレイス ・低圧炉心スプレイス ・ディーゼル発電機及び その他の冷却系・補助 施設 ・中央制御室の遮蔽と 空調設備 ・非常用電源及び計装 設備 (非常用ディー ゼルの発電機及びその 冷却系・補助施設を 含む) ・当該施設の機能維持 に必要な空調設備 	S	<ul style="list-style-type: none"> ・機器・配管、電気計装 設備等の支持構造物 	S	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉建屋 ・取水構造物 (注7) ・屋外二重管 (注7) ・常設代替高圧電源装置 置場 (注8) ・常設代替高圧電源装置 用カルバート (注8) 	S _s S _s S _s S _s S _s	<ul style="list-style-type: none"> ・タービン建屋 ・サーピス建屋 ・中央制御室用天井照明 ・ウォータタレグシールドラ イン ・海水ポンプエリア防護 対策施設 ・耐火障壁 	S _s S _s S _s S _s S _s S _s
		<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉格納容器 ・原子炉格納容器・バウン ダリに属する配管・弁 	S	<ul style="list-style-type: none"> ・隔離弁を閉とするた めに必要な電気計装 設備 	S	<ul style="list-style-type: none"> ・機器・配管、電気計装 設備等の支持構造物 	S	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉建屋 	S _s	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉ウェル用遮蔽ブ ロック ・タービン建屋 ・サーピス建屋 ・中央制御室用天井照明 ・耐火障壁 	S _s S _s S _s S _s S _s
Sクラス	(vi) 放射性物質の放出 を伴うような事故の 際、その外部放散 を抑制するための設 備であり、(vi)以外 の施設	<ul style="list-style-type: none"> ・残留熱除去系 (格納容 器スプレイス冷却モード 運転に必要な設備) ・可燃性ガス濃度抑制 系 ・原子炉建屋原子炉棟 ・非常用ガス処理系 ・非常用ガス再循環系 ・原子炉格納容器圧力低 減装置 (ダイヤフラム フロア、ベント管) ・冷却水源としてのサブ レクション・チェンバ 	S	<ul style="list-style-type: none"> ・残留熱除去系海水系 ・非常用電源及び計装 設備 (非常用ディー ゼルの発電機及びその 冷却系・補助施設を 含む) ・当該施設の機能維持 に必要な空調設備 	S	<ul style="list-style-type: none"> ・機器・配管、電気計装 設備等の支持構造物 	S	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉建屋 ・原子炉本体の基礎 (注9) ・取水構造物 (注7) ・屋外二重管 (注7) ・常設代替高圧電源装置 置場 (注8) ・常設代替高圧電源装置 用カルバート (注8) ・主排気筒 ・非常用ガス処理系支持 架構 	S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s	<ul style="list-style-type: none"> ・タービン建屋 ・サーピス建屋 ・中央制御室用天井照明 ・ウォータタレグシールドラ イン ・海水ポンプエリア防護 対策施設 ・原子炉建屋外側ブロー アウトパネル防護対策 施設 ・耐火障壁 	S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s

②

②

②

表 2-1 設計基準対象施設のクラス別施設 (4/6)

耐震重要度 分類	機能別分類	主要設備 (注1)		補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4)	
		適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	検査用 地震動 (注6)
Bクラス	(i) 原子炉冷却排気タンクバ ウンダリに直接連続さ れていて、一次冷却材 を内蔵しているか又は 内蔵し得る施設	主蒸気系 (外側主蒸気隔離弁より 主塞止弁まで)	B (注12)	—	—	機器・配管等の支持構造物	B	原子炉建屋 ・タービン建屋 (外側主蒸気隔離 弁より主塞止弁までの配管・弁 を支持する部分)	S _d S _d
		逃げし安全弁排気管	B (注13)	—	—	機器・配管等の支持構造物	B	原子炉建屋	S _s
		主蒸気系及び給水系 ・原子炉冷却排気系	B B	—	—	機器・配管、電気計測設備 等の支持構造物	B	原子炉建屋 ・タービン建屋	S _B S _B
		放射性廃棄物処理施設 (Cクラス に属するものは除く)	B	—	—	機器・配管等の支持構造物	B	原子炉建屋 ・廃棄物処理建屋	S _B S _B
	(ii) 放射性廃棄物以外の 放射線物質に関連した 施設で、その破損によ り、公衆及び事業者に 過大な放射線被ばくを 与える可能性のある施 設	蒸気タービン、主復水器、給水加 熱器及びその主要配管	B	—	—	機器・配管、電気計測設備 等の支持構造物	B	原子炉建屋 ・タービン建屋 ・廃棄物処理建屋 ・使用済燃料乾式貯蔵建屋	S _B S _B S _B S _B
		復水脱塩装置	B						
		復水貯蔵タンク	B						
		燃料プールの冷却浄化系	B						
	(iv) 使用済燃料を冷却す るための施設	放射線低減効果の大きい遮蔽 ・制御棒駆動弁圧系 (放射性流体を 内蔵する部分)	B	—	—	—	—	—	—
		原子炉建屋クレーン	B						
		燃料取扱機	B						
		使用済燃料乾式貯蔵建屋天井ク レーン	B						
		制御棒貯蔵ラック	B	—	—	—	—	—	—
		制御棒貯蔵ハンガ ー	B						
		燃料プール冷却浄化系	B	—	—	—	—	—	—
		原子炉補機冷却系 ・補機冷却水配管 ・電気計測設備	B B B	—	—	機器・配管、電気計測設備 等の支持構造物	B	原子炉建屋 ・海水ポンプ基礎等の海水系を 支持する構造物	S _B S _B

表 2-1 設計基準対象施設のクラス別施設 (5/6)

耐震重要度 分類	機能別分類	主要設備 (注1)		補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4)	
		適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	検査用 地震動 (注6)
Bクラス	(v) 放射性物質の放出を伴うような場合に、その外漏防蔽を抑制するための施設で、Sクラスに属さない施設	—	—	—	—	—	—	—	—
Cクラス	(i) 原子炉の反応速度を抑制するための施設でSクラス及びVBクラスに属さない施設	<ul style="list-style-type: none"> 再循環流量制御系 制御棒駆動水圧系 (Sクラス及びVBクラスに属さない部分) 	C C	—	<ul style="list-style-type: none"> 機器・配管、電気計装設備等の支持構造物 	C	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋 	S _c	
	(ii) 放射性物質を内蔵しているが、又はこれに関連した施設でSクラス及びVBクラスに属さない施設	<ul style="list-style-type: none"> 試験排気系 洗滌液処理系 固化装置より下流の固体廃棄物処理系 (貯蔵庫を含む) 軽固体減容処理設備 放射性廃棄物処理施設のうち濃縮装置の凝縮水側 新燃料貯蔵庫 その他 	C C C C C C C	—	<ul style="list-style-type: none"> 機器・配管、電気計装設備等の支持構造物 	C	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋 タービン建屋 廃棄物処理建屋 固体廃棄物貯蔵庫 給水加熱器貯蔵庫 固体廃棄物作業建屋 	S _c S _c S _c S _c S _c S _c	

表 2-1 設計基準対象施設のクラス別施設 (6/6)

耐震重要度 分類	機能別分類	主要設備 (注1)		補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4)	
		適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注6)
Cクラス	(iii) 原子炉施設ではあ るが、放射線安全に 関係しない施設	<ul style="list-style-type: none"> 循環水系 タービン補機冷却系 所内ボイラ及び炉内蒸気系 消火系 主給電機・変圧器 空調設備 タービン建屋クレーン 所内用空気系及び計器用空気系 緊急時対策所 その他 	C C C C C C C C C	-	-	<ul style="list-style-type: none"> 機器・配管、電気計器設備 等の支持構造物 	C	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋 タービン建屋 廃棄物処理建屋 緊急時対策所建屋 その他 	S _c S _c S _c S _c S _c

(注1) 主要設備とは、当該機能に直接的に関連する設備をいう。

(注2) 補助設備とは、当該機能に間接的に関連し、主要設備の補助的役割を持つ設備をいう。

(注3) 直接支持構造物とは、主要設備、補助設備に直接取り付けられる支持構造物、若しくはこれらからの設備の荷重を直接的に受ける支持構造物をいう。

(注4) 間接支持構造物とは、直接支持構造物から伝達される荷重を受ける構造物(建物・構築物)をいう。

(注5) 波及的影響を考慮すべき施設とは、下位クラスに属する施設の破損によって上位クラスに属する施設に波及的影響を及ぼすおそれのある施設をいう。

(注6) S_s : 基準地震動 S_s により定まる地震力

S_d : 弾性設計用地震動 S_d により定まる地震力

S_B : 耐震 B クラス施設に適用される地震力

S_c : 耐震 C クラス施設に適用される静的地震力

(注7) 屋外二重管は残留熱除去系海水系配管、非常用ディーゼル発電機海水系配管、高圧炉心スプレイス系ディーゼル発電機海水系配管を支持する構造物をいう。

(注8) 常設代替高圧電源装置置場及び常設代替高圧電源装置用カルバートは、非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイス系ディーゼル発電機の燃料油系を支持する構造物をいう。

(注9) 原子炉本体の基礎の一部は、間接支持構造物の機能に加えてドライウエルとサブプレッション・チェンバとの圧力境界となる機能を有する。

(注10) ほう酸水注入系は、安全機能の重要度を考慮して、S クラスに準ずる。

(注11) 圧力容器内部構造物は、炉内にあることの重要性から S クラスに準ずる。

(注12) B クラスではあるが、弾性設計用地震動 S_d に対して破損しないことの検討を行うものとする。

(注13) 地震により逃がし安全弁排気管(以下「排気管」という。)がサブプレッション・チェンバ内の排気管が破損した場合、放出された蒸気は凝縮することが出

来ないため、基準地震動 S_s に対してサブプレッション・チェンバ内の排気管が破損しないことを確認する。また、排気管がドライウエル内で破損した場合

であれば、放出された蒸気はベント管を通してサブプレッション・チェンバのプール水中に導かれて凝縮するため、原子炉格納容器の内圧が有意に上昇する

ことはないと考えられるが、基準地震動 S_s に対してドライウエル内の排気管が破損しないことを確認する。

表 2-2 設計基準対象施設の申請設備の耐震重要度分類表(1/14)

○印は耐震計算書を添付する。

・印は耐震計算書の添付なし。

×印は撤去する設備。

※は新設又は新規登録の設備。

【 】内は検討用地震動を示す。

施設	耐震クラス	S	B	C	間接支持構造物	波及的影響を考慮すべき施設
1. 原子炉本体 (1) 炉心		○チャンネル・ボックス ○炉心支持構造物			○原子炉建屋【S _s 】 ○原子炉本体の基礎【S _s 】	○タービン建屋【S _s 】*1 ○サービス建屋【S _s 】*1
(2) 原子炉圧力容器		○原子炉圧力容器 ○原子炉圧力容器支持構造物 ○原子炉圧力容器付属構造物 ○原子炉圧力容器内部構造物				○原子炉遮蔽【S _s 】

表 2-2 設計基準対象施設の申請設備の耐震重要度分類表(2/14)

施設	S	B	C	間接支持構造物	波及的影響を考慮すべき施設
耐震クラス					
2. 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設					
(1) 燃料取扱設備	<ul style="list-style-type: none"> ○燃料取扱機【S_s】 ○原子炉建屋クレーン【S_s】 ○チャネル着脱機【S_s】 ○使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン【S_s】 	<ul style="list-style-type: none"> ○燃料取扱機【S_s】 ○原子炉建屋クレーン【S_s】 ○燃料取扱機【S_s】 ○制御棒貯蔵ハンガ【S_s】 ○制御棒貯蔵ハンガ【S_s】 ○チャネル着脱機【S_s】^{*1} ○タービン建屋【S_s】^{*1} ○サービスマン建屋【S_s】^{*1} 			<ul style="list-style-type: none"> ○原子炉建屋クレーン【S_s】 ○燃料取扱機【S_s】 ○制御棒貯蔵ハンガ【S_s】 ○制御棒貯蔵ハンガ【S_s】 ○チャネル着脱機【S_s】 ○タービン建屋【S_s】^{*1} ○サービスマン建屋【S_s】^{*1}
(2) 使用済燃料貯蔵設備	<ul style="list-style-type: none"> ○使用済燃料プール ○キャスクピット ○使用済燃料貯蔵ラック 	<ul style="list-style-type: none"> ○制御棒貯蔵ラック【S_s】 ○制御棒貯蔵ハンガ【S_s】 	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料プール温度 ・使用済燃料プール水位 ・使用済燃料プール水位・温度(SA広域)[*] 	<ul style="list-style-type: none"> ○使用済燃料乾式貯蔵建屋【S_s】 	<ul style="list-style-type: none"> ○使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン【S_s】 ○使用済燃料乾式貯蔵建屋上屋【S_s】
(3) 使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備	<ul style="list-style-type: none"> ○関連配管(燃料プール水補給設備(非常用)に属するもの) 	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料プール冷却浄化系ポンプ ・スキマサージタンク ・フィルタ脱塩器逆洗水受タンク ・フィルタ脱塩器 ・関連配管(燃料プール冷却系) 			

表 2-2 設計基準対象施設の申請設備の耐震重要度分類表(3/14)

耐震クラス	S	B	C	間接支持構造物	波及的影響を考慮すべき施設
施設 3. 原子炉冷却系統施設 (1) 原子炉冷却材再循環設備 (2) 原子炉冷却材の循環設備	<ul style="list-style-type: none"> ○再循環系ポンプ ○関連配管 ○自動減圧機能用アキユムレター ○逃がし安全弁制御用アキユムレター ○流出制限器 ○関連配管・弁 (原子炉压力容器ハウジング及び原子炉格納容器ハウジングに属するもの, またそれらの隔離弁を閉にするために必要なもの) 	<ul style="list-style-type: none"> ・復水脱塩系脱塩器 ・復水脱塩系陽イオン樹脂再生塔 ・復水脱塩系陰イオン樹脂再生塔 ・復水脱塩系樹脂貯槽 ・主蒸気系配管(主蒸気隔離弁から主塞止弁まで) ・逃がし安全弁排気管 ・関連配管(主蒸気系, 給復水系) 		<ul style="list-style-type: none"> ○原子炉建屋【S_s】 ・タービン建屋【S_d】 	<ul style="list-style-type: none"> ○タービン建屋【S_s】*1 ○サービズ建屋【S_s】*1
(3) 残留熱除去設備	<ul style="list-style-type: none"> ○残留熱除去系熱交換器 ○残留熱除去系ポンプ ○残留熱除去系ストレーナ ○関連配管・弁 				<ul style="list-style-type: none"> ○ウォータレグシールドライン(残留熱除去系)【S_s】 ○耐火障壁*【S_s】
(4) 非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備	<ul style="list-style-type: none"> ○高圧炉心スプレイ系ポンプ ○高圧炉心スプレイ系ストレーナ ○低圧炉心スプレイ系ポンプ ○低圧炉心スプレイ系ストレーナ ○関連配管・弁 				<ul style="list-style-type: none"> ○ウォータレグシールドライン(高圧炉心スプレイ系)【S_s】 ○ウォータレグシールドライン(低圧炉心スプレイ系)【S_s】 ○耐火障壁*【S_s】
(5) 原子炉冷却材補給設備	<ul style="list-style-type: none"> ○原子炉隔離時冷却系ポンプ ○関連配管・弁 (原子炉隔離時冷却系) 	<ul style="list-style-type: none"> ・復水移送ポンプ ・復水貯蔵タンク ・関連配管(補給水系) 		<ul style="list-style-type: none"> ・復水貯蔵タンク基礎【S_B】 	

②
14

⑥c

表 2-2 設計基準対象施設の申請設備の耐震重要度分類表(4/14)

耐震クラス	S	B	C	間接支持構造物	波及的影響を考慮すべき施設
施設					
(6) 原子炉補機冷却設備	<ul style="list-style-type: none"> ○ 残留熱除去系海水系ポンプ ○ 残留熱除去系海水系ストレーナ ○ 関連配管 ○ 関連配管 (残留熱除去系海水系) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 原子炉補機冷却系熱交換器 ・ 原子炉補機冷却系ポンプ ・ 補機冷却系海水系ポンプ ・ 補機冷却系海水ストレーナ ・ サージタンク ・ 関連配管 (原子炉補機冷却系、補機冷却系海水系) ・ 再生熱交換器 ・ 非再生熱交換器 ・ 原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器 ・ 関連配管 (原子炉冷却材浄化系) 		<ul style="list-style-type: none"> ○ 取水構造物【S_s】 ○ 屋外二重管【S_s】 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 海水ポンプエリア防護対策施設*【S_s】
(7) 原子炉冷却材浄化設備	<ul style="list-style-type: none"> ○ 関連配管・弁 (原子炉格納容器バウンダリ、原子炉圧力容器バウンダリに属するもの) 				
(8) 原子炉格納容器内の原子炉冷却材の漏えいを監視する装置					
(9) 蒸気タービン		<ul style="list-style-type: none"> ・ 主復水器 ・ 凝分分離器 ・ 関連配管 			

表 2-2 設計基準対象施設の申請設備の耐震重要度分類表(5/14)

施設	耐震クラス	S	B	C	間接支持構造物	波及的影響を考慮すべき施設
4. 計測制御系統 (1) 制御材	耐震クラス	<ul style="list-style-type: none"> ○制御棒 ○制御棒駆動機構 ○水圧制御ユニットアキムレータ ○水圧制御ユニット窒素容器 ○関連配管・弁（スクラム機能に関する部分） ○ほう酸水注入ポンプ ○ほう酸水貯蔵タンク ○関連配管 	<ul style="list-style-type: none"> ・スクラム水排出容器 ・関連配管（制御棒駆動水圧系） 		○原子炉建屋【S _s 】	○タービン建屋【S _s 】*1 ○サーベイス建屋【S _s 】*1
(3) ほう酸水注入設備		<ul style="list-style-type: none"> ○起動領域計装 ○出力領域計装 ○主蒸気流量 ○原子炉隔離時冷却系系統流量 ○高圧炉心スプレイス系統流量 ○低圧炉心スプレイス系統流量 ○残留熱除去系系統流量 ○原子炉圧力 ○原子炉水位 ○原子炉水位（広帯域） ○原子炉水位（燃料域） ○ドライヴェル圧力 ○サブレーション・チェンバ圧力 ○サブレーション・プールの水温度 ○格納容器内酸素濃度 ○格納容器内水素濃度 ○サブレーション・プールの水位 		<ul style="list-style-type: none"> ・残留熱除去系熱交換器入口温度 ・残留熱除去系熱交換器出口温度 		○耐火障壁*【S _s 】
(4) 計測装置						
(5) 原子炉非常停止信号						
(6) 工学的な安全施設等の起動信号						

表 2-2 設計基準対象施設の申請設備の耐震重要度分類表(6/14)

施設	耐震クラス	S	B	C	間接支持構造物	波及的影響を考慮すべき施設
(7) 制御用空気設備	耐震クラス	○ 関連配管				
(8) 中央制御室機能		○ 中央制御室				
(9) その他		<ul style="list-style-type: none"> ○ 所内電気操作盤 ○ タービン補機盤 ○ 窒素置換一空調換気制御盤 ○ 非常用ガス処理系, 非常用ガス循環系操作盤 ○ タービン補機補助継電器盤 ○ 緊急時炉心冷却系操作盤 ○ 原子炉補機操作盤 ○ 原子炉制御盤 ○ プロセス放射線モニタ計装盤 ○ 出力領域モニタ計装盤 ○ 原子炉保護系継電器盤 ○ プロセス計装盤 ○ 残留熱除去系 (B), (C) 補助継電器盤 ○ 原子炉隔離時冷却系継電器盤 ○ 原子炉格納容器隔離系継電器盤 ○ 高圧炉心スプレイス継電器盤 ○ 自動減圧系継電器盤 ○ 低圧炉心スプレイス系, 残留熱除去系 (A) 補助継電器盤 ○ 漏えい検出系操作盤 ○ プロセス放射線モニタ, 起動領域モニタ操作盤 ○ 格納容器雰囲気監視系操作盤 ○ サプレッション・プール温度記録計盤 ○ 原子炉保護系トリップユニット盤 ○ 緊急時炉心冷却系トリップユニット盤 ○ 高圧炉心スプレイストリップユニット盤 ○ RCIC タービン制御盤 ○ 原子炉速隔停止操作盤 ○ ほう酸水注入ポンプ操作盤 ○ SA 設備新設盤* ○ 再循環系ポンプ遮断器 		<ul style="list-style-type: none"> ・安全パラメータ表示システム (SPDS) * ・衛星電話設備 (固定型) * ・総合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備** 	<ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策所建屋** 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 中央制御室用天井照明

表 2-2 設計基準対象施設の申請設備の耐震重要度分類表(7/14)

耐震クラス 施設	S	B	C	間接支持構造物	波及的影響を考慮すべき施設
5.放射線廃棄施設 (1) 気体, 液体又は固体廃棄物貯蔵設備 (2) 気体, 液体又は固体廃棄物処理設備	<ul style="list-style-type: none"> ○ 関連配管・弁 (原子炉格納容器バウングダリに属するもの) ○ 非常用ガス処理系排気筒 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 使用済樹脂貯蔵タンク ・ クラッドスラリタンク ・ 使用済粉未樹脂貯蔵タンク ・ 排ガス復水器 ・ 排ガス前置除湿器 ・ 再生ガス加熱器 ・ 排ガス再結晶器 ・ 排ガス気水分離器 ・ 排ガス前置フィルタ ・ 気水分離器 ・ 排ガス後置除湿器 ・ 排ガスメッシュフィルタ ・ 排ガス活性炭ベッド ・ 再生ガスメッシュフィルタ ・ 再生ガス気水分離器 ・ 再生ガス油分離器 ・ 排ガスフィルタ ・ 廃棄物処理棟機器ドレンサンポンプ ・ 廃液収集タンク ・ サージタンク ・ 凝集装置供給タンク ・ 凝縮水サンプルタンク ・ 廃棄物処理建屋機器ドレンサンポンプ × 廃液フィルタ保持ポンプ ・ 電磁ろ過器供給タンク ・ 機器ドレン処理水タンク ○ 格納容器機器ドレンサンポンプ 【S_s】^{**} ・ 電磁ろ過器 ・ 超ろ過器 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 主排気筒【S_s】 × アプリコートタンク × アプリコートタンク × 苛性溶液タンク × セメントサイロ × セメント計量ポツパー × セメントコンベヤ × ドラムコンベヤ 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 原子炉建屋【S_s】 ○ 主排気筒【S_s】 ・ タービン建屋【S_B】 	<ul style="list-style-type: none"> ○ タービン建屋【S_s】^{*1} ○ サービス建屋【S_s】^{*1}
				<ul style="list-style-type: none"> ・ 廃棄物処理建屋【S_B】 	

表 2-2 設計基準対象施設の申請設備の耐震重要度分類表(8/14)

耐震クラス 施設 (2) 気体, 液体又は固体廃棄物処理設備 (つづき)	S	B	C	間接支持構造物	波及的影響を 考慮すべき施設
		<ul style="list-style-type: none"> × 廃液フィルタ ・ 廃棄物処理棟床ドレンサンパンプ × 床ドレンフィルタ保持ポンプ ・ 床ドレン収集タンク ・ 床ドレンサンブルタンク × 床ドレンフィルタ ・ 格納容器床ドレンサンパンプ* ・ 廃液濃縮器 ・ 廃液濃縮器加熱器 ・ 廃液中和タンク ・ 廃棄物処理建屋高電導度ドレンサンパンプ ・ 蒸気加熱器 ・ タンクベント冷却器 ・ 廃液フィルタ逆洗水受タンク ・ 原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器逆洗水受タンク ・ 床ドレンフィルタ逆洗水受タンク ・ 廃液スラッジ貯蔵タンク ・ 床ドレンスラッジ貯蔵タンク ・ 濃縮液貯蔵タンク ・ 使用済樹脂貯蔵タンク × 廃液中和スラッジ受ポンプ × 廃液中和スラッジ受タンク × 濃縮廃液計量タンク × ミキサー洗浄ポンプ × ミキサー洗浄タンク B × パッチタンク × スラッジ計量ホッパー × チャージホッパー ・ 減容機 × 遠心分離機 × スラッジコンベヤ × アウトドラムミキサー × ミキサー洗浄タンク A 			

表 2-2 設計基準対象施設の申請設備の耐震重要度分類表(9/14)

施設	耐震クラス	S	B	C	間接支持構造物	波及的影響を考慮すべき施設
(2) 気体、液体又は固体廃棄物処理設備 (つづき)	耐震クラス		<ul style="list-style-type: none"> ・減容固化系乾燥機 ・減容固化系ミストセパレータ ・廃油タンク ・アール水脱塩器 ○ 関連配管 (機器撤去に伴う改造範囲) ・関連配管※ (原子炉格納容器バウンダリに属するもの以外の共振影響検討に係るもの) × 関連配管 (機器撤去に伴うもの) ・キャスク搬出入用出入口 ・サイトバンカトラックエリア出入口 ・廃棄物処理建屋機器搬出入用出入口 ・雑固体ドラム搬出入用出入口 ・ドラム搬入室出入口 ・廃棄物処理建屋出入口 ・焼却設備機器搬出入用出入口 × 連絡配管路出入口 (中廊下 (二階)) × サイトバンカ非常用出入口 × 連絡配管路出入口 (廃棄物処理棟ハッチ室 (二階)) 			
(3) 堰その他の設備						

表 2-2 設計基準対象施設の申請設備の耐震重要度分類表 (10/14)

施設	耐震クラス	S	B	C	間接支持構造物	波及的影響を考慮すべき施設
6.放射線管理施設 (1)放射線管理用計装置		<ul style="list-style-type: none"> ○主蒸気管放射線モニタ ○格納容器雰囲気放射線モニタ (D/W) ○格納容器雰囲気放射線モニタ (S/C) ○原子炉建屋換気系 (ダクト) 放射線モニタ 		<ul style="list-style-type: none"> ・排ガス放射線モニタ ・排ガス線形放射線モニタ ・主排気筒放射線モニタ ・非常用ガス処理系排気筒放射線モニタ ・モニタリング・ポスト ・原子炉建屋エリアモニタ (燃料取替フロア燃料プール) 	○原子炉建屋【S _s 】	<ul style="list-style-type: none"> ○タービン建屋【S_s】*1 ○サービス建屋【S_s】*1 ○耐火障壁**【S_s】
(2)換気設備		<ul style="list-style-type: none"> ○中央制御室換気系空気調和機ファン ○中央制御室換気系フィルタ系ファン ○中央制御室換気系フィルタユニット ○関連配管 				<ul style="list-style-type: none"> ○燃料取替機【S_s】 ○原子炉建屋クレーン【S_s】
(3)生体遮蔽装置		<ul style="list-style-type: none"> ○中央制御室遮蔽 	<ul style="list-style-type: none"> ○原子炉遮蔽【S_s】 ・二次遮蔽 			○耐火障壁**【S _s 】
(4)その他						

表 2-2 設計基準対象施設の申請設備の耐震重要度分類表(11/14)

施設	耐震クラス	S	B	C	間接支持構造物	波及的影響を考慮すべき施設
② 7. 原子炉格納施設 (1) 原子炉格納容器		<ul style="list-style-type: none"> ○原子炉格納容器 ○機器搬入用ハッチ ○所員用エアロック ○サブレーション・チェンバークセスハッチ ○配管貫通部 ○電気配線貫通部 			○原子炉建屋【S _s 】	<ul style="list-style-type: none"> ○原子炉ウエル遮蔽ブロック【S_s】 ○タービン建屋【S_s】*1 ○サービズ建屋【S_s】*1
(2) 原子炉建屋		<ul style="list-style-type: none"> ○原子炉建屋原子炉棟 ○原子炉建屋基礎盤*2 ○原子炉建屋エアロック ○原子炉建屋大物搬入口 (内側扉) 				<ul style="list-style-type: none"> ○原子炉建屋外側ブローアウトパネル防護対策施設*3【S_s】
(3) 圧力低減設備その他の安全設備		<ul style="list-style-type: none"> ○真空破壊装置 ○ダイヤフラム・フロア ○ベント管 ○非常用ガス再循環系排風機 ○非常用ガス再循環系フィルタトレイン ○非常用ガス処理系排風機 ○非常用ガス処理系フィルタトレイン ○可燃性ガス濃度制御系再結合装置加熱器 ○可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブローア ○可燃性ガス濃度制御系再結合装置 ○低圧マニホールド ○主蒸気隔離弁漏えい抑制系ブローア ○関連配管・弁 			○非常用ガス処理系配管支持架構【S _s 】	○耐火障壁*3【S _s 】

表 2-2 設計基準対象施設の申請設備の耐震重要度分類表(12/14)

施設	耐震クラス	S	B	C	間接支持構造物	波及的影響を考慮すべき施設
8. その他発電用原子炉の附属施設 (1) 非常用発電設備	<ul style="list-style-type: none"> ○非常用ディーゼル発電機内燃機関 ○非常用ディーゼル発電機调速装置 ○非常用ディーゼル発電機非常调速装置 ○非常用ディーゼル発電機冷却水ポンプ ○非常用ディーゼル発電機冷気だめ ○非常用ディーゼル発電機空気だめ安全弁 ○非常用ディーゼル発電機燃料油ダイヤタンク ○非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ** ○軽油貯蔵タンク** ○非常用ディーゼル発電機 ○非常用ディーゼル発電機励磁装置 ○非常用ディーゼル発電機保護継電装置 ○非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ ○非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ ○高压炉心スプレイス系ディーゼル発電機内燃機関 ○高压炉心スプレイス系ディーゼル発電機调速装置 ○高压炉心スプレイス系ディーゼル発電機非常调速装置 ○高压炉心スプレイス系ディーゼル発電機冷却水ポンプ ○高压炉心スプレイス系ディーゼル発電機空気だめ ○高压炉心スプレイス系ディーゼル発電機空気だめ安全弁 ○高压炉心スプレイス系ディーゼル発電機燃料油ダイヤタンク ○高压炉心スプレイス系ディーゼル発電機燃料移送ポンプ** ○高压炉心スプレイス系ディーゼル発電機 ○高压炉心スプレイス系ディーゼル発電機励磁装置 ○高压炉心スプレイス系ディーゼル発電機保護継電装置 ○高压炉心スプレイス系ディーゼル発電機用海水ポンプ ○高压炉心スプレイス系ディーゼル発電機用海水ストレーナ ○非常用無停電電源装置** ○125V 系蓄電池 A 系/B 系 ○125V 系蓄電池 HPCS 系 ○中性子モニタ用蓄電池 ○関連配管** 			<ul style="list-style-type: none"> ○原子炉建屋【S_s】 ○常設代替高压電源装置置場**【S_s】 ○取水構造物【S_s】 ○海水ポンプエリア防護対策施設**【S_s】 	<ul style="list-style-type: none"> ○タービン建屋【S_s】*1 ○サービズ建屋【S_s】*1 	

表 2-2 設計基準対象施設の申請設備の耐震重要度分類表(13/14)

耐震クラス 施設	S	B	C	間接支持構造物	波及的影響を 考慮すべき施設
(2) 常用電源設備			<ul style="list-style-type: none"> 発電機 主励磁機 副励磁機 発電機 (保護継電装置) 主要変圧器^{*3} 主要変圧器 (保護継電装置) ^{*3} 線路用 275kV 遮断器^{*3} 線路用 275kV 遮断器 (保護継電装置) ^{*3} 		
(3) 火災防護設備			<ul style="list-style-type: none"> 電動機駆動消火ポンプ^{**} ディーゼル駆動消火ポンプ^{**} ディーゼル駆動構内消火ポンプ^{**} 構内消火用ポンプ^{**} ハロンポンベ^{**} 二酸化炭素ポンベ^{**} ろ過水貯蔵タンク^{**} 多目的タンク^{**} 原水タンク^{**} 関連配管^{**} 	<ul style="list-style-type: none"> タービン建屋【S_B】 	
(4) 浸水防護施設	<ul style="list-style-type: none"> 防潮堤 (鋼製防護壁) [*] 防潮堤 (鉄筋コンクリート防潮壁) [*] 防潮堤 (鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁) [*] 防潮扉^{**} 放水路ゲート^{**} 構内排水路逆流防止設備^{**} 取水路点検用開口部浸水防止蓋^{**} 海水ポンプグラウンドドレン排出口逆止弁^{**} 取水ピット空気抜き配管逆止弁^{**} ○SA用海水ピット開口部浸水防止蓋^{**} 緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋^{**} 放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋^{**} 緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋^{**} 	<ul style="list-style-type: none"> タービン建屋管理区域外伝播防止堰^{**} キヤスク搬出入用出入口^{**} サイトバンカトラックエリア出入口^{**} 廃棄物処理建屋機器搬出入用出入口^{**} 雑固体ドラム搬出入用出入口^{**} ドラム搬入室出入口^{**} 廃棄物処理建屋出入口^{**} 焼却設備機器搬出入用出入口^{**} 	<ul style="list-style-type: none"> 緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋^{**} 緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋^{**} 格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチ^{**} 常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチ^{**} 常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチ^{**} 常設代替高圧電源装置用カルノーート原子炉建屋側水密扉^{**} 海水ポンプ室ケーブリング点検口浸水防止蓋^{**} 	<ul style="list-style-type: none"> タービン建屋【S_B】 廃棄物処理建屋【S_B】 ○SA用海水ピット【S_s】 緊急用海水ポンプピット【S_s】 防潮堤 (鉄筋コンクリート防潮壁) [*]【S_s】 	

表 2-2 設計基準対象施設の申請設備の耐震重要度分類表(14/14)

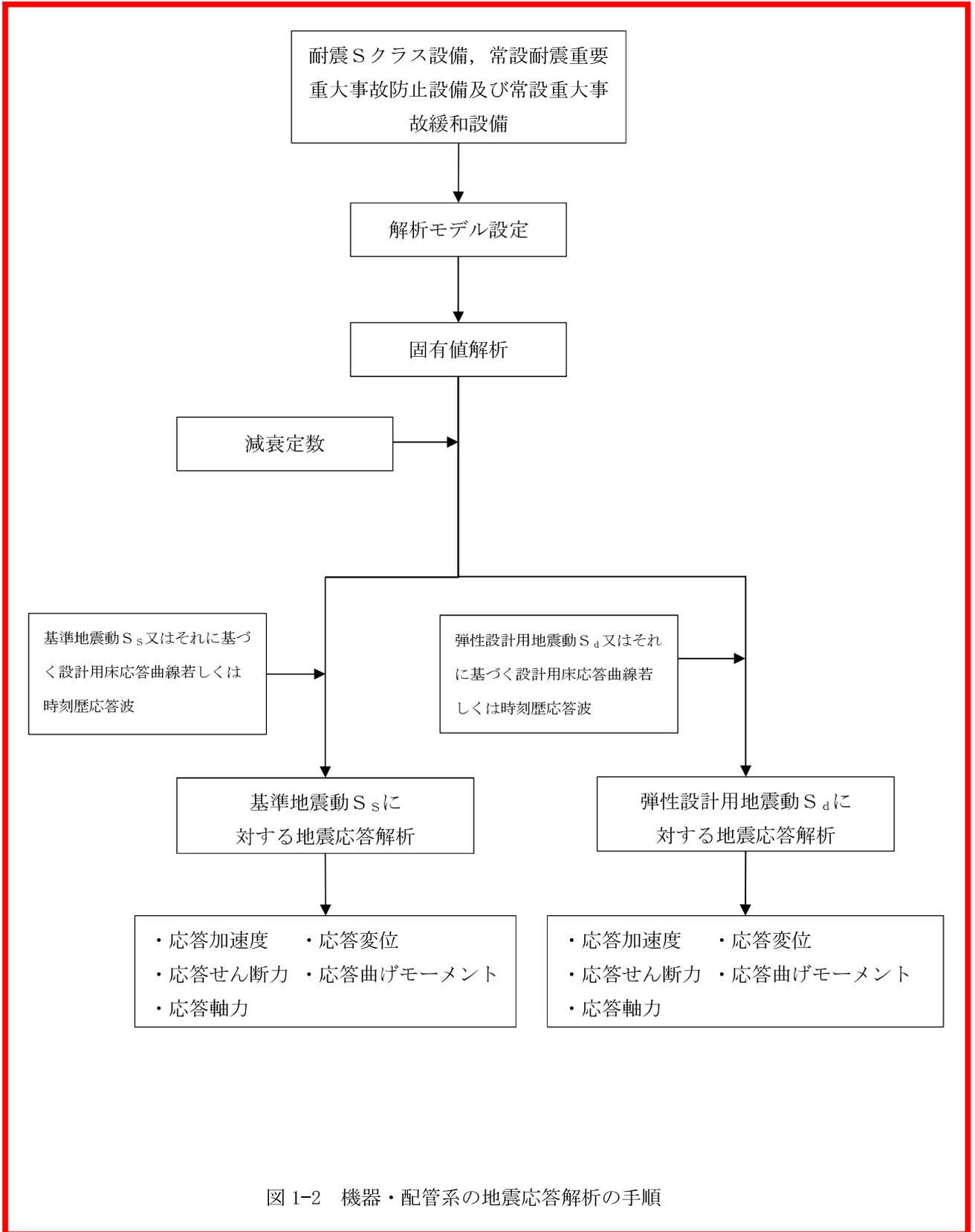
施設	耐震クラス	S	B	C	間接支持構造物	波及的影響を考慮すべき施設	
(4) 浸水防護施設 (つづき)		<ul style="list-style-type: none"> ○緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋** ○海水ポンプ室ケープル点検口浸水防止蓋** ○緊急用海水ポンプグラウンドレン排出口逆止弁** ○緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁** ○格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチ** ○常設低圧代替注水系統格納槽点検用水密ハッチ** ○常設低圧代替注水系統格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチ** ○常設代替高圧電源装置用カルバート原子炉建屋側水密扉** ○原子炉建屋原子炉棟水密扉** ○原子炉建屋付属棟水密扉 (東側, 西側, 南側, 北側)** ○原子炉建屋境界貫通部止水処置** ○防潮堤及び防潮扉下部貫通部止水処置** ○海水ポンプ室貫通部止水処置** ○常設代替高圧電源装置用カルバート (立杭部) 貫通部止水処置** ○取水ピット水位計** ○潮位計** ○津波・構内監視カメラ** ○貯留堰** 		<ul style="list-style-type: none"> ○残留熱除去系 A 系ポンプ室水密扉** ○原子炉隔離時冷却系室北側水密扉** ○原子炉隔離時冷却系室南側水密扉** ○高圧炉心スプレイ系ポンプ室水密扉** ○溢水拡大放止堰** ○原子炉建屋廃棄物処理棟管理区域外伝播防止堰** ○止水板** ○貫通部止水処置** ・循環水系隔離システム** ・防護カバー** 		<ul style="list-style-type: none"> ○格納容器圧力逃がし装置格納槽**【S_s】 ○格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート**【S_s】 ○常設低圧代替注水系ポンプ室**【S_s】 ○代替淡水貯槽**【S_s】 ○常設代替高圧電源装置用カルバート (立杭部)**【S_s】 ○防潮堤 (鋼管抗鉄筋コンクリート防潮壁)**【S_c】 	<ul style="list-style-type: none"> ○土留鋼管矢板**【S_s】 ○土留鋼管矢板**【S_s】
(5) 補機駆動用燃料設備				<ul style="list-style-type: none"> ・ディーゼル駆動消火ポンプ用燃料タンク** ・関連配管** ○貯留堰** ○取水構造物** ・緊急時対策所** 			
(6) 非常用取水設備							
(7) 緊急時対策所					<ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策所建屋**【S_c】 		

注記 *1: 間接支持構造物への波及的影響評価を実施する。
 *2: 原子炉格納容器底部の耐震重要度を示す。
 *3: 送受電設備の基礎については添付書類「V-1-9-2-1 常用電源設備の健全性に関する説明書」に記載。
 *4: 津波防護施設又は浸水防止設備としての耐震重要度を示す。
 *5: 溢水の伝播を防止する設備としての耐震重要度を示す。

V-2-1-6 地震応答解析の基本方針

③ b

NT2 補① V-2-1-6 RI



2.2 機器・配管系

(1) 入力地震動又は入力地震力

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「V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に示す。

また、設計基準対象施設における耐震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耐震Bクラスの施設の機能を代替する重大事故防止設備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 S_d 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。

③b (2) 解析方法及び解析モデル

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、解析条件として考慮すべき減衰定数、剛性等の各種物性値は、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。

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、有限要素法モデル等に置換し、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。

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、材料物性のばらつき等への配慮を考慮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。

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「V-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。

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。

a. 解析方法

スペクトルモーダル解析法における最大値は、二乗和平方根（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、若しくはモーダル時刻歴解析による。

b. 解析モデル

③b

代表的な機器・配管系の解析モデルを以下に示す。

(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

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。

(b) 一般機器

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。

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。

(c) 配管

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。

(d) クレーン類

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。

2.3 屋外重要土木構造物

(1) 入力地震動

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又は常設重大事故緩和設備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，必要に応じ2次元FEM解析又は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。

(2) 解析方法及び解析モデル

動的解析による地震力の算定にあたっては，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。

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状化強度特性は，代表性及び網羅性を踏まえた上

⑧ a

で保守性を考慮して設定する。地中土木構造物への地盤変位に対する保守的な配慮として、地盤を強制的に液状化させることを仮定した影響を考慮する場合は、原地盤よりも十分に小さい液状化強度特性（敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性）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、地盤の非液状化の影響を考慮する場合は、原地盤において非液状化の条件を仮定した解析を実施する。

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「V-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。

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。

3. 設計用減衰定数

地震応答解析に用いる減衰定数は、J E A G 4 6 0 1 -1987, 1991 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。

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材料減衰定数の設定については、既往の知見に加え、既設施設の地震観測記録等により、その妥当性を検討する。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、既往の知見に加え、地震観測記録等による検討を行い、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。

地盤と屋外重要土木構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、地中構造物としての特徴、同モデルの振動特性を考慮して適切に設定する。

V-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

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	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評価に用いる地震動	1
4. 各施設における水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する影響評価方針	2
4.1 建物・構築物	2
4.2 機器・配管系	6
4.3 屋外重要土木構造物	9
4.4 津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備	14

1. 概要

本資料は、添付書類「V-2-1-1 耐震設計の基本方針の概要」のうち、「4.1 地震力の算定法(2)動的地震力」に基づき、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の方針について説明するものである。

2. 基本方針

施設の耐震設計では、設備の構造から地震力の方向に対して弱軸、強軸を明確にし、地震力に対して配慮した構造としている。

⑦

今回、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる耐震設計に係る技術基準が制定されたことから、従来の設計手法における水平1方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた耐震計算に対して、施設の構造特性から水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の可能性がある施設を評価対象施設として抽出し、施設が有する耐震性に及ぼす影響を評価する。

評価対象は「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（平成25年6月28日原子力規制委員会規則第6号）」の第5条及び第50条に規定されている耐震重要施設及びその間接支持構造物、常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設、並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する施設とする。耐震Bクラスの施設については、共振のおそれのあるものを評価対象とする。

評価に当たっては、施設の構造特性から水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を受ける部位を抽出し、その部位について水平2方向及び鉛直方向の荷重や応力を算出し、施設が有する耐震性への影響を確認する。

施設が有する耐震性への影響が確認された場合は、詳細な手法を用いた検討等、新たに設計上の対応策を講じる。

3. 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に用いる地震動

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には、基準地震動 S_s を用いる。基準地震動 S_s は、添付書類「V-2-1-2 基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の策定概要」による。

ここで、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に用いる基準地震動 S_s は、複数の基準地震動 S_s における地震動の特性及び包絡関係を、施設の特性による影響も考慮した上で確認し、本影響評価に用いる。

4. 各施設における水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する影響評価方針

4.1 建物・構築物

4.1.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

従来の設計手法では、建物・構築物の地震応答解析において、各水平方向及び鉛直方向の地震動を質点系モデルにそれぞれの方向ごとに入力し解析を行っている。また、原子炉施設における建物・構築物は、全体形状及び平面レイアウトから、地震力を主に耐震壁で負担する構造であり、剛性の高い設計としている。

水平方向の地震力に対しては、せん断力について評価することを基本とし、建物・構築物に作用するせん断力は、地震時に生じる力の流れが明解になるように、直交する2方向につり合いよく配置された鉄筋コンクリート造耐震壁を主な耐震要素として構造計画を行う。地震応答解析は、水平2方向の耐震壁に対して、それぞれ剛性を評価し、各水平方向に対して解析を実施している。従って、建物・構築物に対し、水平2方向の入力がある場合、各方向から作用するせん断力を負担する部位が異なるため、水平2方向の入力がある場合の評価は、水平1方向にのみ入力がある場合と同等な評価となる。

鉛直方向の地震力に対しては、軸力について評価することを基本としている。建物・構築物に作用する軸力は、鉄筋コンクリート造耐震壁を主な耐震要素として構造計画を行う。

入力方向ごとの耐震要素について、図4-1に示す。

また、添付書類「V-2-2 耐震設計上重要な設備を設置する施設の耐震性についての計算書」、添付書類「V-2-3～V-2-10 の申請設備の耐震計算書」及び添付書類「V-2-11 波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震性についての計算書」のうち建物・構築物の局部評価は、地震応答解析により算出された応答を水平1方向及び鉛直方向に組み合わせて行っている。

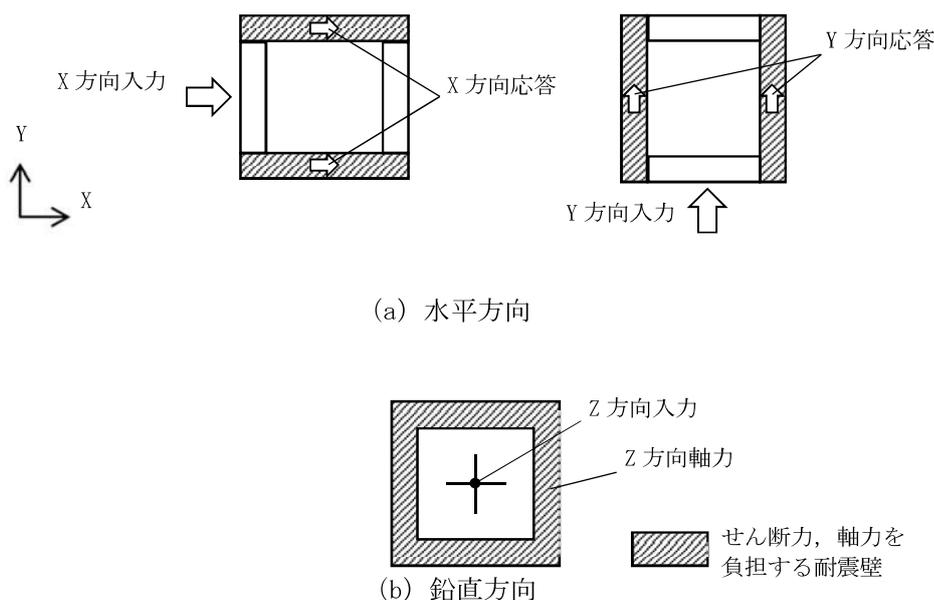


図4-1 入力方向ごとの耐震要素

4.1.2 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

建物・構築物において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した場合に影響を受ける可能性がある部位の評価を行う。

評価対象は、耐震重要施設及びその間接支持構造物、常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する施設の部位とする。

対象とする部位について、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される応答特性から水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を受ける可能性がある部位を抽出する。

応答特性から抽出された水平2方向及び鉛直方向地震力による影響を受ける可能性がある部位は、従来の評価結果の荷重又は応力の算出結果等を水平2方向及び鉛直方向に組み合わせ、各部位に発生する荷重や応力を算出し、各部位が有する耐震性への影響を確認する。

各部位が有する耐震性への影響が確認された場合、詳細な手法を用いた検討等、新たに設計上の対応策を講じる。

4.1.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

建物・構築物において、従来の設計手法における水平1方向及び鉛直方向地震力の組み合わせに対して、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の可能性のある耐震評価上の構成部位について、応答特性から抽出し、影響を評価する。影響評価のフローを図4-2に示す。

(1) 影響評価部位の抽出

① 耐震評価上の構成部位の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位を整理し、各建屋において、該当する耐震評価上の構成部位を網羅的に確認する。

② 応答特性の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位について、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される応答特性を整理する。

なお、隣接する上位クラス建物・構築物への波及的影響防止のための建物・構築物の評価は、上位クラスの建物・構築物との相対変位による衝突可否判断が基本となる。そのため、せん断及び曲げ変形評価を行うこととなり、壁式構造では耐震壁（ラーメン構造では柱、梁）を主たる評価対象部位とし、その他の構成部位については抽出対象に該当しない。

③ 荷重の組合せによる応答特性が想定される部位の抽出

整理した耐震評価上の構成部位について、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される応答特性のうち、荷重の組合せによる応答特性を検討する。水平2方向及び鉛直方向地震力に対し、荷重の組合せによる応答特性により、有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

④ 3次元的な応答特性が想定される部位の抽出

荷重の組合せによる応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位のう

ち、3次元的な応答特性が想定される部位を検討する。水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し、3次元的な応答特性により、有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

⑤ 3次元 FEM モデルによる精査

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、3次元 FEM モデルを用いた精査を実施し、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せにより、有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

また、3次元的な応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位についても、局所応答の観点から、3次元 FEM モデルによる精査を実施し、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せにより、有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

局所応答に対する3次元 FEM モデルによる精査は、施設の重要性、建屋規模及び構造特性を考慮し、原子炉建屋について、地震応答解析を行う。

(2) 影響評価手法

⑥ 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

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において、水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる局所評価の荷重又は応力の算出結果を組み合わせることにより評価を行う場合は、米国 Regulatory Guide 1.92^(注)の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として、組合せ係数法(1.0 : 0.4 : 0.4)に基づいて地震力を設定する。

評価対象として抽出した耐震評価上の構成部位について、構造部材の発生応力を適切に組み合わせることで、各部位の設計上の許容値に対する評価を実施し、各部位が有する耐震性への影響を評価する。

⑦ 機器・配管系への影響検討

③及び⑤で、施設が有する耐震性への影響が想定され、評価対象として抽出された部位が、耐震重要施設、常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和の間接支持機能を有する場合には、機器・配管系に対し、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響を確認する。

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響が確認された場合、機器・配管系の影響評価に反映する。

なお、⑤の精査にて、建物・構築物の影響の観点から抽出されなかった部位であっても、3次元 FEM モデルによる地震応答解析結果から、機器・配管系への影響の可能性が想定される部位について検討対象として抽出する。

(注) Regulatory Guide (RG) 1.92 “Combining modal responses and Spatial components in seismic response analysis”

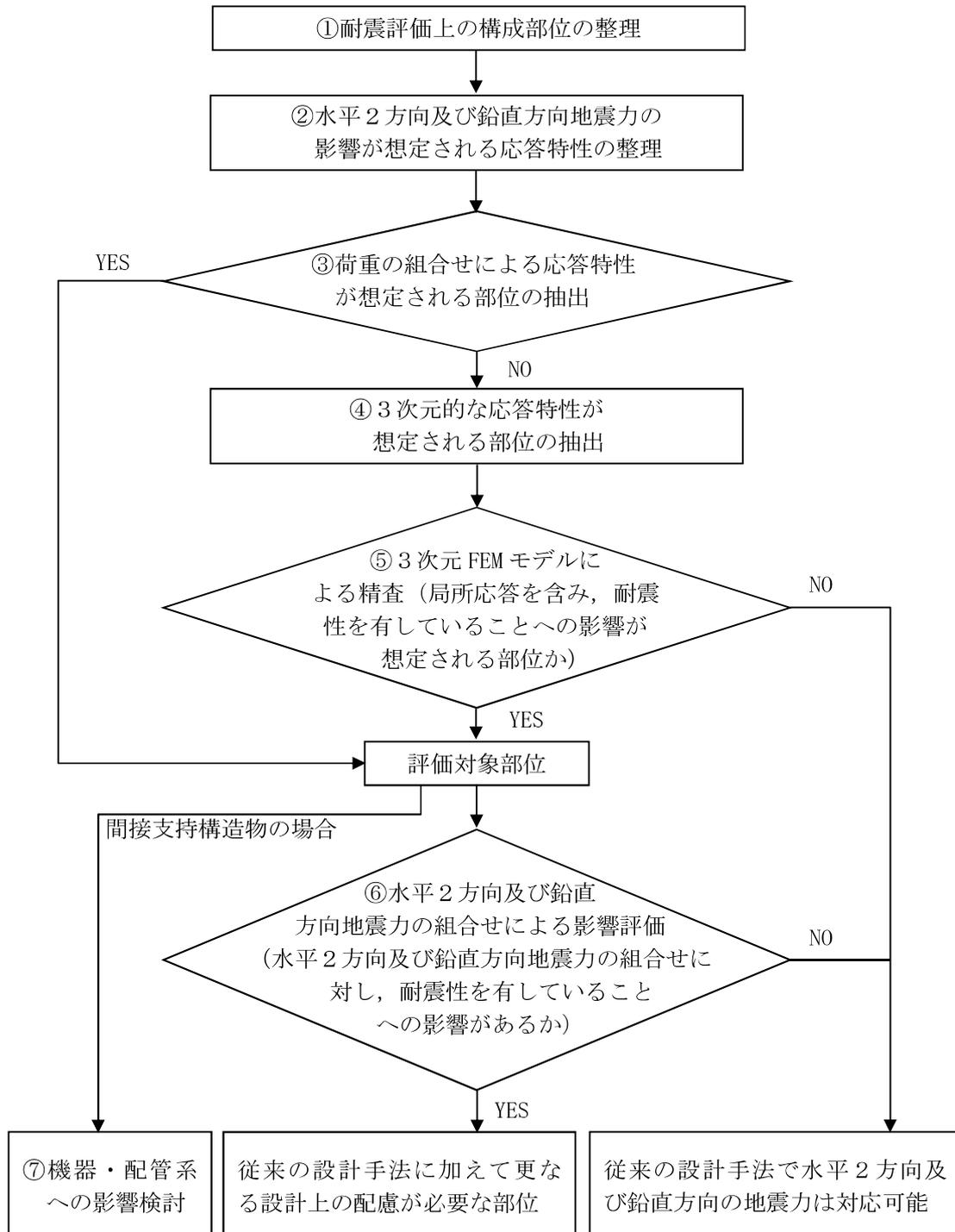


図 4-2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価のフロー

4.2 機器・配管系

4.2.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計の考え方

機器・配管系における従来の水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計手法では、建物・構築物の振動特性を考慮し、変形するモードが支配的となり応答が大きくなる方向（応答軸方向）に基準地震動 S_s を入力して得られる各方向の地震力（床応答）を用いている。

応答軸（強軸・弱軸）が明確となっている設備の耐震評価においては、水平各方向の地震力を包絡し、変形モードが支配的となる応答軸方向に入力するなど、従来評価において保守的な取り扱いを基本としている。

一方、応答軸が明確となっていない設備で3次元的な広がりを持つ設備の耐震評価においては、基本的に3次元のモデル化を行っており、建物・構築物の応答軸方向の地震力をそれぞれ入力し、この入力により算定される荷重や応力のうち大きい方を用いて評価を実施している。

さらに、応答軸以外の振動モードが生じ難い構造の採用、応答軸以外の振動モードが生じ難いサポート設計の採用といった構造上の配慮など、水平方向の入力に対して配慮した設計としている。

4.2.2 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

機器・配管系において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した場合に、影響を受ける可能性がある設備（部位）の評価を行う。

評価対象は、耐震重要施設、常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系及びこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する設備とする。

対象とする設備を機種ごとに分類し、それぞれの構造上の特徴により荷重の伝達方向、その荷重を受ける構造部材の配置及び構成等により水平2方向の地震力による影響を受ける可能性がある設備（部位）を抽出する。

構造上の特徴により影響の可能性がある設備（部位）は、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の検討を実施する。水平各方向の地震力が1：1で入力された場合の発生値を従来の評価結果の荷重又は算出応力等を水平2方向及び鉛直方向に整理して組み合わせる又は新たな解析等により高度化した手法を用いる等により、水平2方向の地震力による設備（部位）に発生する荷重や応力を算出する。

これらの検討により、水平2方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた荷重や応力の結果が従来の発生値と同等である場合は影響のない設備とし、評価対象には抽出せず、従来の発生値を超えて耐震性への影響が懸念される場合は、設備が有する耐震性への影響を確認する。

設備が有する耐震性への影響が確認された場合は、詳細な手法を用いた検討等、新たに設計上の対応策を講じる。

4.2.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

機器・配管系において、水平1方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた従来の耐震計算に対して、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響の可能性のある設備を構造及び発生値の増分の観点から抽出し、影響を評価する。影響評価は従来設計で用いている質点系モデルによる評価結果を用いて行うことを基本とする。影響評価のフローを図4-3に示す。

なお、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を検討する際は、地震時に水平2方向及び鉛直方向それぞれの最大応答が同時に発生する可能性は極めて低いとした考え方である Square-Root-of-the-Sum-of-the-Squares 法（以下「最大応答の非同時性を考慮した SRSS 法」という。）又は組合せ係数法（1.0 : 0.4 : 0.4）を適用する。この組合せ方法については、現状の耐震評価が基本的に概ね弾性範囲でとどまる体系であることに加え、国内と海外の機器の耐震解析は、基本的に線形モデルで実施している等類似であり、水平2方向及び鉛直方向の位相差は機器の応答にも現れることから、米国 Regulatory Guide 1.92 の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考としているものである。

① 評価対象となる設備の整理

耐震重要施設、常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する設備を評価対象とし、機種ごとに分類し整理する。（図4-3①）

② 構造上の特徴による抽出

機種ごとに構造上の特徴から水平2方向の地震力が重畳する観点、若しくは応答軸方向以外の振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点にて検討を行い、水平2方向の地震力による影響の可能性のある設備を抽出する。（図4-3②）

③ 発生値の増分による抽出

水平2方向の地震力による影響の可能性のある設備に対して、水平2方向の地震力が各方向1 : 1で入力された場合に各部にかかる荷重や応力を求め、従来の水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計に対して、水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した発生値の増分を用いて影響を検討し、耐震性への影響が懸念される設備を抽出する。

また、建物・構築物及び屋外重要土木建造物の検討により、機器・配管系への影響の可能性のある部位が抽出された場合は、機器・配管系への影響を評価し、耐震性への影響が懸念される設備を抽出する。

影響の検討は、機種ごとの分類に対して地震力の寄与度に配慮し耐震裕度が小さい設備（部位）を対象とする。（図4-3③）

④ 水平2方向及び鉛直方向地震力の影響評価

③の検討において算出された荷重や応力を用いて、設備が有する耐震性への影響を確認する。（図4-3④）

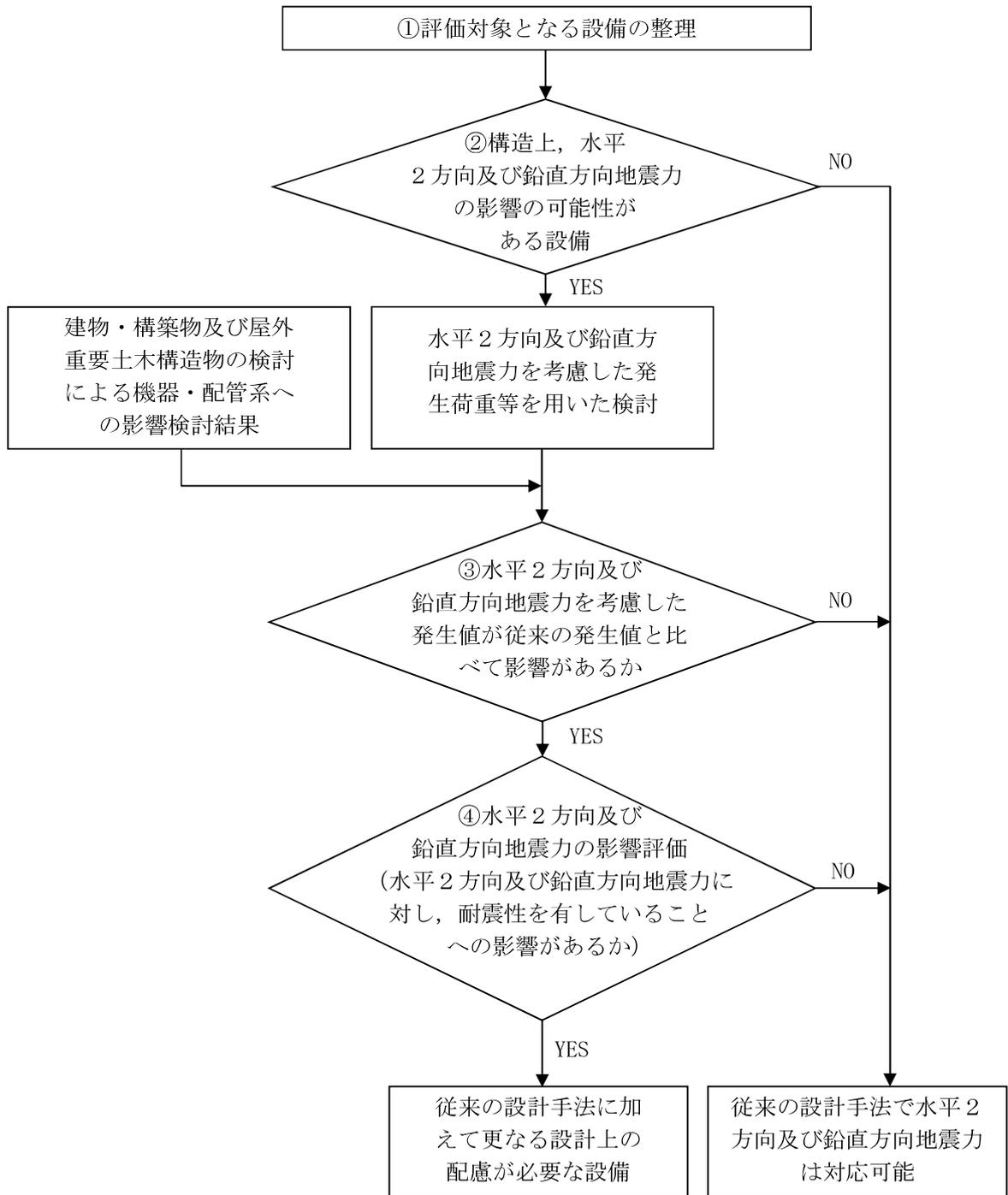


図 4-3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した影響評価フロー

4.3 屋外重要土木構造物

4.3.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

従来の設計の考え方について、取水構造物を例に表 4-1 に示す。

一般的な地上構造物では、躯体の慣性力が主たる荷重であるのに対し、屋外重要土木構造物は、おおむね地中に埋設されているため、動土圧や動水圧等の外力が主たる荷重となる。また、屋外重要土木構造物は、比較的単純な構造部材の配置で構成され、ほぼ同一の断面が奥行き方向に連続する構造的特徴を有することから、3次元的な応答の影響は小さいため、2次元断面での耐震評価を行っている。

屋外重要土木構造物は、主に海水の通水機能や配管等の間接支持機能を維持するため、通水方向や管軸方向に対して空間を保持できるように構造部材が配置されることから、構造上の特徴として、明確な弱軸、強軸を有する。

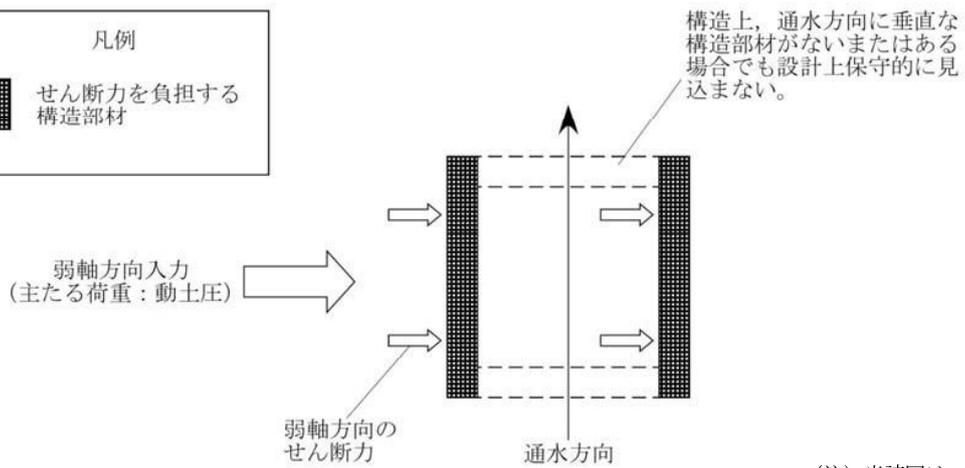
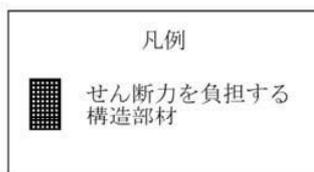
強軸方向の地震時挙動は、弱軸方向に対して顕著な影響を及ぼさないことから、従来設計手法では、弱軸方向を評価対象断面として、耐震設計上求められる水平1方向及び鉛直方向の地震力による耐震評価を実施している。

図 4-4 に示す通り、従来設計手法では、屋外重要土木構造物の構造上の特徴から、弱軸方向の地震荷重に対して保守的に加振方向に平行な壁部材を見込まず、垂直に配置された構造部材のみで受けもつよう設計している。

また、添付書類「V-2-2 耐震設計上重要な設備を設置する施設の耐震性についての計算書」及び添付書類「V-2-3～V-2-10 の申請設備の耐震計算書」及び添付書類「V-2-11 波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震性についての計算書」における屋外重要土木構造物の耐震評価では、弱軸方向を評価対象断面とし、水平1方向及び鉛直方向の地震力を同時に作用させて評価を行っている。

表 4-1 従来設計における評価対象断面の考え方（取水構造物の例）

	横断方向の加振	縦断方向の加振
従来設計 の評価対 象断面の 考え方	<p>加振方向に平行な壁部材が少ない</p>	<p>加振方向に平行な側壁及び隔壁を耐震設計上見込むことができる</p>
	<p>A-A 断面 B-B 断面</p>	<p>A-A 断面 B-B 断面</p>



(注) 当該図は、平面図を示す

図 4-4 従来設計手法の考え方

4.3.2 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

屋外重要土木構造物において、水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した場合に影響を受ける可能性がある構造物の評価を行う。

評価対象は、屋外重要土木構造物等である、取水構造物及び屋外二重管、常設代替高压電源装置置場、常設代替高压電源装置用カルバート、代替淡水貯槽、常設低压代替注水系ポンプ室、常設低压代替注水系配管カルバート、SA用海水ピット取水塔、海水引込み管、SA用海水ピット、緊急用海水取水管、緊急用海水ポンプピット、格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート、緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎並びに波及影響防止のために耐震評価する土木構造物とする。また、津波防護施設である防潮堤、構内排水路逆流防止設備、貯留堰も本評価では屋外重要土木構造物として扱うこととし、評価対象に含める（「4.4 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備」参照）。

屋外重要土木構造物を構造形式ごとに分類し、構造形式ごとに作用すると考えられる荷重を整理し、荷重が作用する構造部材の配置等から水平2方向及び鉛直方向地震力による影響を受ける可能性のある構造物を抽出する。

抽出された構造物については、従来設計手法での評価対象断面（弱軸方向）の地震応答解析に基づく構造部材の照査において、評価対象断面（弱軸方向）に直交する断面（強軸方向）の地震応答解析に基づく構造部材の発生応力等を適切に組み合わせることで、水平2方向及び鉛直方向地震力による構造部材の発生応力を算出し、構造物が有する耐震性への影響を確認する。

構造物が有する耐震性への影響が確認された場合は詳細な手法を用いた検討等、新たに設計上の対応策を講じる。

4.3.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

屋外重要土木構造物において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を受ける可能性があり、水平1方向及び鉛直方向の従来評価に加え、更なる設計上の配慮が必要な構造物について、構造形式及び作用荷重の観点から影響評価の対象とする構造物を抽出し、構造物が有する耐震性への影響を評価する。影響評価のフローを図4-5に示す。

(1) 影響評価対象構造物の抽出

① 構造形式の分類

評価対象構造物について、各構造物の構造上の特徴や従来設計手法の考え方を踏まえ、構造形式ごとに大別する。

② 従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の整理

従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重を抽出する。

③ 荷重の組合せによる応答特性が想定される構造物形式の抽出

②で整理した荷重に対して、構造形式ごとにどのように作用するかを整理し、耐震性に与える影響程度を検討した上で、水平2方向及び鉛直方向地震力の影響が想定される構造形式を抽出する。

④ 従来設計手法における評価対象断面以外の3次元的な応答特性が想定される箇所の抽

出

③で抽出されなかった構造形式について、従来設計手法における評価対象断面以外の箇所、水平2方向及び鉛直方向地震力の影響により3次元的な応答が想定される箇所を抽出する。

⑤ 従来設計手法の妥当性の確認

④で抽出された箇所が、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対して、従来設計手法における評価対象断面の耐震評価で満足できるか検討を行う。

(2) 影響評価手法

⑥ 水平2方向及び鉛直方向地震力の影響評価

評価対象として抽出された構造物について、従来設計手法での評価対象断面（弱軸方向）の地震応答解析に基づく構造部材の照査において、評価対象断面（弱軸方向）に直交する断面（強軸方向）の地震応答解析に基づく構造部材の発生応力等を適切に組み合わせることで、水平2方向及び鉛直方向地震力による構造部材の発生応力を算出すると共に構造部材の設計上の許容値に対する評価を実施し、構造物が有する耐震性への影響を確認する。

評価対象部位については、屋外重要土木構造物が明確な弱軸・強軸を示し、地震時における構造物のせん断変形方向が明確であることを考慮し、従来設計手法における評価対象断面（弱軸方向）における構造部材の耐震評価結果及び水平2方向の影響の程度を踏まえて選定する。

⑦ 機器・配管系への影響検討

③及び⑤にて、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が確認された構造物が、耐震重要施設、常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系の間接支持構造物である場合、機器・配管系に対して、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響を確認する。

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響が確認された場合、機器・配管系の影響評価に反映する。

なお、④及び⑤の精査にて、屋外重要土木構造物の影響の観点から抽出されなかった部位であっても、地震応答解析結果から機器・配管系への影響の可能性が想定される部位については検討対象として抽出する。

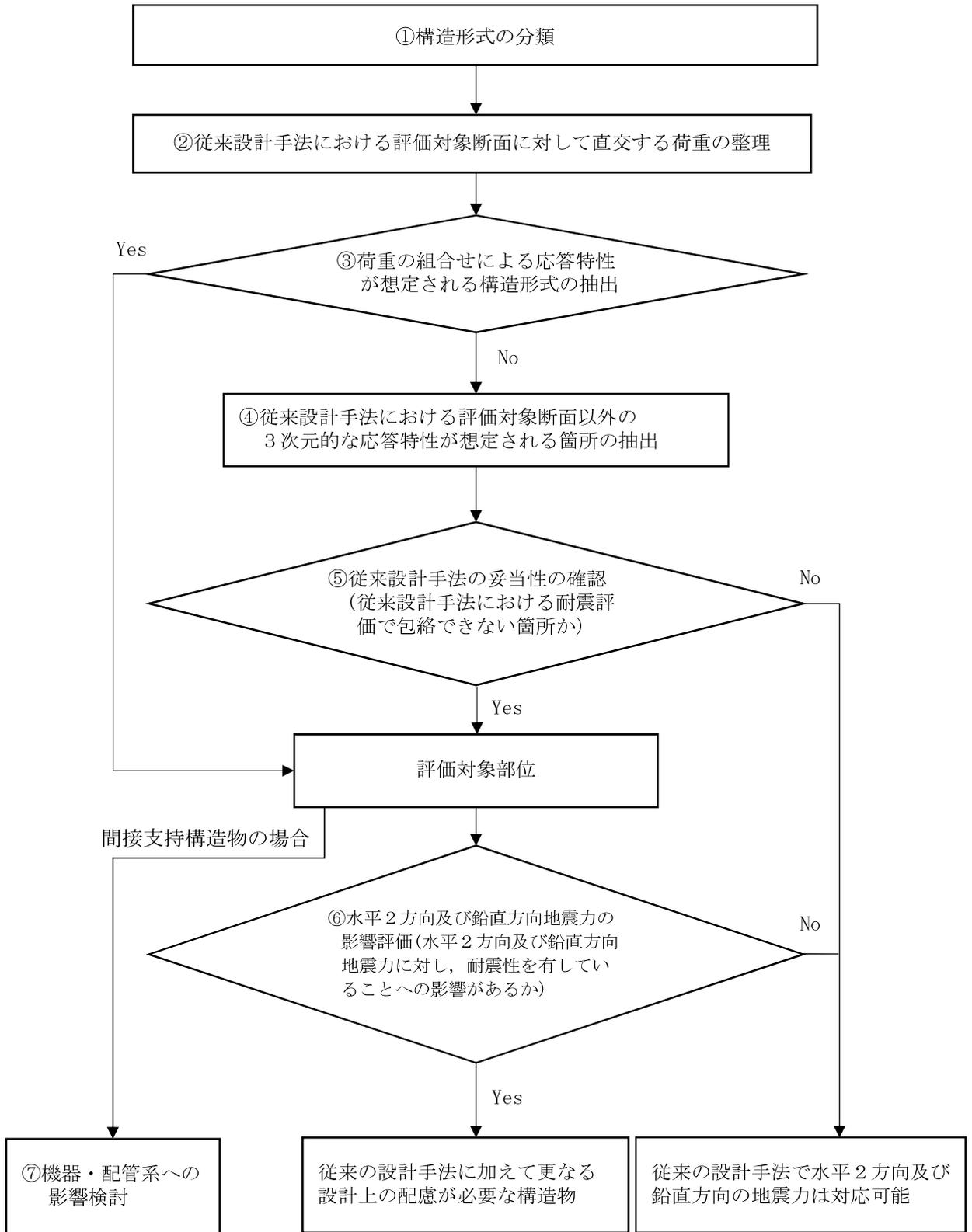


図 4-5 水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価のフロー

4.4 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備

津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備は，「機器・配管系」又は「屋外重要土木構造物」に区分し設計をしていることから，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価は，施設，設備の区分に応じて「4.2 機器・配管系」又は「4.3 屋外重要土木構造物」の方針に基づいて実施する。

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

⑦

3.2 機器・配管系

3.2.1 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価設備（部位）の抽出

評価対象設備を機種毎に分類した結果を、表3-2-1に示す。機種毎に分類した設備の各評価部位、応力分類に対し構造上の特徴から水平2方向の地震力による影響を以下の項目より検討し、影響の可能性のある設備を抽出した。

(1) 水平2方向の地震力が重畳する観点

水平1方向の地震力に加えて、さらに水平直交方向に地震力が重畳した場合、水平2方向の地震力による影響を検討し、影響が軽微な設備以外の影響検討が必要となる可能性があるものを抽出する。以下の場合、水平2方向の地震力による影響が軽微な設備であると整理した。なお、ここでの影響が軽微な設備とは、構造上の観点から発生応力への影響に着目し、その増分が1割程度以下となる設備を分類しているが、水平1方向地震力による裕度（許容応力／発生応力）が1.1未満の設備については個別に検討を行うこととする。

a. 水平2方向の地震力を受けた場合でも、その構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの

横置き容器等は、水平2方向の地震力を想定した場合、水平1方向を拘束する構造であることや、水平各方向で振動特性及び荷重の負担断面が異なる構造であることにより、特定の方向の地震力の影響を受ける部位であるため、水平1方向の地震力しか負担しないものとして分類した。

b. 水平2方向の地震力を受けた場合、その構造により最大応力の発生箇所が異なるもの

一様断面を有する容器類の胴板等は、水平2方向の地震力を想定した場合、それぞれの水平方向地震力に応じて応力が最大となる箇所があることから、最大応力の発生箇所が異なり、水平2方向の地震力を組み合わせても影響が軽微であるものとして分類した。その他の設備についても同様の理由から最大応力の発生箇所が異なり、水平2方向の地震力を組み合わせても影響が軽微であるものとして分類した。

c. 水平2方向の地震力を組み合わせても水平1方向の地震による応力と同等と言えるもの

原子炉圧力容器スタビライザ及び原子炉格納容器スタビライザは、周方向8箇所を支持する構造で配置されており、水平1方向の地震力を6体で支持する設計としており、水平2方向の地震力を想定した場合、地震力を負担する部位が増え、また、最大反力を受けもつ部位が異なることで、水平1方向の地震力による荷重と水平2方向の地震力を想定した場合における荷重が同等になるものであり、水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等のものと分類した。

スタビライザと同様の支持方式を有するその他の設備についても、同様の理由から水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同様のものと分類した。

⑦ d. 従来評価において、水平2方向の考慮をした評価を行っているもの

蒸気乾燥器支持ブラケット等は、従来評価において、水平2方向地震を考慮した評価を行っているため、水平2方向の影響を考慮しても影響がないものとして分類した。

(2) 水平方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点

水平方向とその直交方向が相関する振動モードが生じることで有意な影響が生じる可能性

のある設備を抽出する。

機器・配管系設備のうち、水平方向の各軸方向に対して均等な構造となっている機器は、評価上有意なねじれ振動は生じない。

一方、3次元的な広がりを持つ配管系等は、系全体として考えた場合、有意なねじれ振動が発生する可能性がある。しかし、水平方向とその直交方向が関連する振動が想定される設備は、従来設計より3次元のモデル化を行っており、その振動モードは適切に考慮した評価としているため、この観点から抽出される設備は無かった。

(3) 水平1方向及び鉛直方向地震力に対する水平2方向及び鉛直方向地震力の増分の観点

(1)(2)において影響の可能性がある設備について、水平2方向の地震力が各方向1:1で入力された場合に各部にかかる荷重や応力を求め、従来の水平1方向及び鉛直方向地震力の設計手法による発生値と比較し、その増分により影響の程度を確認し、耐震性への影響が懸念される設備を抽出した。

水平1方向に対する水平2方向の地震力による発生値の増分の検討は、機種毎の分類に対して地震力の寄与度に配慮し耐震裕度が小さい設備(部位)を対象とする。水平2方向の地震力の組合せは米国 Regulatory Guide 1.92 の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として非同時性を考慮したSRSS法により組み合わせ、発生値の増分を算出する。増分の算出は、従来の評価で考慮している保守性により増分が低減又は包絡されることも考慮する。

- ・ 従来の評価データを用いた簡易的な算出では、地震・地震以外の応力に分離可能なものは地震による発生値のみ組み合わせた後、地震以外による応力と組み合わせで算出する。
- ・ 設備(部位)によっては解析等で求められる発生荷重より大きな設計荷重を用いているものもあるため、上記組合せによる発生値を設計荷重が上回ることを確認したものには、水平2方向の地震力による発生値の増分はないものとして扱う。
- ・ 応答軸が明確な設備で、設備の応答軸の方向あるいは厳しい応力が発生する向きへ地震力を入力している場合は、耐震性への影響が懸念されないものとして扱う。

3.2.2 建物・構築物の検討結果を踏まえた機器・配管系の設備の抽出

3.1項における建物・構築物の影響評価において、原子炉建屋の3次元FEMモデルによる解析結果を基に機器・配管系への影響を検討した結果、耐震性への影響が懸念される部位として、原子炉建屋6階の壁及び床の応答が大きくなる傾向が確認された。この傾向を踏まえ、機器・配管系への影響を検討し、影響の可能性がある設備を抽出した。

影響評価を行う設備の抽出においては、壁及び床の応答増幅の影響が小さい位置に設置されている設備や、耐震裕度が大きい設備(2倍以上)については、応答増幅の影響が軽微であると判断し、抽出対象から除外した。影響評価を行う設備の抽出結果を表3-2-2に示す。

なお、3.3項における屋外重要土木構造物の影響評価において、機器・配管系への影響を検討した結果、耐震性への影響が懸念される部位は抽出されなかった。

3.2.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の評価部位の抽出結果

3.2.1項で検討した、水平2方向の地震力が重畳する観点、水平方向とその直交方向が相關する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点、水平1方向及び鉛直方向地震力に対する水平2方向及び鉛直方向地震力の増分の観点で、水平2方向の地震力による影響の可能性のある設備を抽出した結果を表3-2-3に示す。

また、3.2.2項で検討した、建物・構築物の検討結果を踏まえた機器・配管系の影響評価設備の評価部位の抽出結果を表3-2-4に示す。

3.2.4 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価

3.2.1項の観点から3.2.3項で抽出された設備について、水平2方向及び鉛直方向地震力を想定した発生値を以下の方法により算出する。

発生値の算出における水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せは、米国 Regulatory Guide 1.92の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として非同時性を考慮したSRSS法を適用する。

(1) 従来評価データを用いた算出

従来の水平1方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた評価結果を用いて、以下の条件により水平2方向及び鉛直方向地震力に対する発生値を算出することを基本とする。

- ・水平各方向及び鉛直方向地震力をそれぞれ個別に用いて従来の発生値を算出している設備は、水平2方向及び鉛直方向地震力を組み合わせて水平2方向を考慮した発生値の算出を行う。
- ・水平1方向と鉛直方向の地震力を組合せた上で従来の発生値を各方向で算出している設備は、鉛直方向を含んだ水平各方向別の発生値を組み合わせて水平2方向を考慮した発生値の算出を行う。
- ・水平各方向を包絡した床応答曲線による地震力と鉛直方向の地震力を組み合わせた上で従来の発生値を算出している設備は、鉛直方向を含んだ水平各方向同一の発生値を組み合わせて水平2方向を考慮した発生値の算出を行う。

また、算出にあたっては必要に応じて以下も考慮する。

- ・発生値が地震以外の応力成分を含む場合、地震による応力成分と地震以外の応力成分を分けて算出する。

3.2.2項の観点から3.2.3項で抽出された設備について、以下のいずれかの方法を用いて影響評価を行う。

⑦

- ① 3次元FEMモデルにより得られた壁及び床の応答震度に係数を掛け、影響評価用の震度を推定し、従来評価に用いている震度（設計条件）若しくは耐震裕度に包絡されることを確認する。
- ② 質点系モデルに対する3次元FEMモデルの震度比率を求め、設備の耐震裕度に包絡されること若しくは許容応力内に収まることを確認する。

3.2.5 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価結果

3.2.1 項の観点から 3.2.3 項で抽出した以下の設備に対して、3.2.4 項の影響評価条件で算出した発生値に対して設備が有する耐震性への影響を確認した。評価した内容を設備（部位）毎に以下に示し、その影響評価結果については重大事故時等の状態も考慮した結果を表 3-2-5 に示す。

- a. 原子炉圧力容器内部構造物 シュラウドヘッド
従来設計では、地震応答解析により水平 1 方向及び鉛直方向地震力による当該部の発生値を算定し、評価を実施している。水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる発生値は、円筒形容器に対する水平 2 方向地震力の影響検討を行い、そこで得られた発生値の増加率を、水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる発生値に乗じて算定し、許容値を満足することを確認した。
- b. 原子炉圧力容器内部構造物 炉内配管
従来設計では、地震応答解析により水平 1 方向及び鉛直方向地震力による当該部の発生値を算定し、評価を実施している。水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる発生値は、各方向の地震力による発生値を SRSS 法により組み合わせることで算定し、許容値を満足することを確認した。
- c. 原子炉格納容器 円筒部（中央部）
従来設計では、地震応答解析により水平 1 方向及び鉛直方向地震力による当該部の発生値を算定し、評価を実施している。水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる発生値は、円筒形容器に対する水平 2 方向地震力の影響検討を行い、そこで得られた発生値の増加率を、水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる発生値に乗じて算定し、許容値を満足することを確認した。
- d. 原子炉格納容器 サプレッション・チェンバアクセスハッチ
従来設計では、地震応答解析により水平 1 方向及び鉛直方向地震力による当該部の発生値を算定し、評価を実施している。水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる発生値は、各方向の地震力による発生値を SRSS 法により組み合わせることで算定し、許容値を満足することを確認した。
- e. ベント管 ブレーシング部
従来設計では、地震応答解析により水平 1 方向及び鉛直方向地震力による当該部の発生値を算定し、評価を実施している。水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる発生値は、各方向の地震力による発生値を SRSS 法により組み合わせることで算定し、許容値を満足することを確認した。
- f. 原子炉遮蔽 開口集中部
従来設計では、地震応答解析により水平 1 方向及び鉛直方向地震力による当該部の発生値を算定し、評価を実施している。水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる発生値は、円筒形容器に対する水平 2 方向地震力の影響検討を行い、そこで得られた発生値の増加率を、水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる発生値に乗じて算定し、許容値を満足することを確認した。

3.2.2 項の観点から 3.2.3 項で抽出した以下の設備に対して、3.2.4 項の影響評価条件で示した評価方法により設備が有する耐震性への影響を確認した。評価した内容を設備（部位）毎に以下に示し、その影響評価結果を表 3-2-6 に示す。

g. ブローアウトパネル閉止装置

従来評価では、質点系モデルにより水平 1 方向及び鉛直方向地震力による当該部の発生値を算定し、評価を実施している。3 次元 FEM モデルによる応答増幅を考慮した水平 2 方向及び鉛直方向地震力による評価では、3 次元 FEM モデルにより得られた壁の応答震度に係数を掛け、影響評価用の震度を推定し、従来評価に用いている震度に包絡されるかまたは耐震裕度及び機能維持確認済加速度に包絡されることを確認した。

h. 原子炉建屋外側ブローアウトパネル竜巻防護対策施設

従来評価では、質点系モデルにより水平 1 方向及び鉛直方向地震力による当該部の発生値を算定し、評価を実施している。3 次元 FEM モデルによる応答増幅を考慮した水平 2 方向及び鉛直方向地震力による評価では、3 次元 FEM モデルにより得られた壁の応答震度に係数を掛け、影響評価用の震度を推定し、従来評価に用いている震度に包絡されることを確認した。

i. 原子炉建屋クレーン

従来評価では、質点系モデルにより水平 1 方向及び鉛直方向地震力による当該部の発生値を算定し、評価を実施している。3 次元 FEM モデルによる応答増幅を考慮した水平 2 方向及び鉛直方向地震力による評価では、質点系モデルに対する 3 次元 FEM モデルの震度比率を求め、設備の耐震裕度に包絡されることを確認した。

j. 使用済燃料プールエリア放射線モニタ（低レンジ・高レンジ）

従来評価では、質点系モデルにより水平 1 方向及び鉛直方向地震力による当該部の発生値を算定し、評価を実施している。3 次元 FEM モデルによる応答増幅を考慮した水平 2 方向及び鉛直方向地震力による評価では、3 次元 FEM モデルにより得られた壁の応答震度に係数を掛け、影響評価用の震度を推定し、機能維持確認済加速度に包絡されることを確認した。

k. 原子炉建屋換気系（ダクト）放射線モニタ

従来評価では、質点系モデルにより水平 1 方向及び鉛直方向地震力による当該部の発生値を算定し、評価を実施している。3 次元 FEM モデルによる応答増幅を考慮した水平 2 方向及び鉛直方向地震力による評価では、3 次元 FEM モデルにより得られた壁の応答震度に係数を掛け、影響評価用の震度を推定し、機能維持確認済加速度に包絡されることを確認した。

1. 燃料取替機

従来評価では、質点系モデルにより水平 1 方向及び鉛直方向地震力による当該部の発生値を算定し、評価を実施している。3 次元 FEM モデルによる応答増幅を考慮した水平 2 方向及び鉛直方向地震力による評価では、質点系モデルに対する 3 次元 FEM モデルの震度比率を求め、これより計算した算出応力が許容値内に収まることを確認した。

m. 使用済燃料貯蔵ラック

従来評価では、質点系モデルにより水平 1 方向及び鉛直方向地震力による当該部の発

生値を算定し、評価を実施している。3次元FEMモデルによる応答増幅を考慮した水平2方向及び鉛直方向地震力による評価では、質点系モデルに対する3次元FEMモデルの震度比率を求め、これより計算した算出応力が許容値内に収まることを確認した。

⑦

3.2.6 まとめ

機器・配管系において、水平2方向の地震力の影響を受ける可能性がある設備（部位）について、従来設計手法における保守性も考慮した上で抽出し、従来の水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計に対して影響を評価した。その結果、従来設計の発生値を超えて耐震性への影響が懸念される設備については、水平2方向及び鉛直方向地震力を想定した発生値が許容値を満足し、設備が有する耐震性に影響のないことを確認した。

本影響評価は、水平2方向及び鉛直方向地震力により設備が有する耐震性への影響を確認することを目的としている。そのため、従来設計の発生値をそのまま用いて水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを評価しており、以下に示す保守側となる要因を含んでいる。

- ・ 従来設計の発生値（水平1方向及び鉛直方向地震力による応力成分と圧力等の地震以外の応力成分の組合せ）に対して、係数を乗じて水平2方向及び鉛直方向地震力を想定した発生値として算出しているため、係数倍不要な鉛直方向地震力による応力成分と圧力等の地震以外の応力成分に対しても係数倍されている。
- ・ 従来設計において水平各方向を包絡した床応答曲線を各方向に入力している設備は、各方向の大きい方の地震力が水平2方向に働くことを想定した発生値として算出している。

また、建物・構築物の影響評価において、原子炉建屋3次元FEMモデルによる解析結果を基に機器・配管系への影響を検討した結果、耐震性への影響が懸念される部位として、原子炉建屋6階の壁及び床の応答が大きくなる傾向が確認されたが、当該応答の増幅を考慮しても、設備の健全性が確保できることを確認した。

以上のことから、水平2方向及び鉛直方向地震力については、機器・配管系が有する耐震性に影響がないことを確認した。

⑦

表 3-2-1 水平 2 方向入力の影響検討対象設備

設 備		部 位
炉心支持構造物	炉心シュラウド	上部胴 中間胴 下部胴
	シュラウドサポート	レグ シリンダ プレート 下部胴
	上部格子板	グリッドプレート
	炉心支持板	補強ビーム 支持板
	燃料支持金具	中央燃料支持金具 周辺燃料支持金具
	制御棒案内管	長手中央部 下部溶接部
原子炉圧力容器	胴板 下部鏡板	胴板 下部鏡板 下部鏡板と胴板の結合部 下部鏡板とスカートとの結合部
	制御棒駆動機構ハウジング貫通部	スタブチューブ ハウジング
	ノズル	各部位
	ブラケット類	スタビライザブラケット スチームドライヤサポートブラケット 炉心スプレイブラケット 給水スパーチャブラケット
原子炉圧力容器 支持構造物	原子炉圧力容器スカート	スカート
	原子炉圧力容器基礎ボルト	基礎ボルト

設 備		部 位
原子炉圧力容器 付属構造物	原子炉圧力容器スタビライザ 原子炉格納容器スタビライザ	各部位
	制御棒駆動機構ハウジング支持金具	レストレイントビーム ボルト
原子炉圧力容器 内部構造物	蒸気乾燥器	ユニットサポート 耐震サポート
	気水分離器及びスタンドパイプ	各部位
	シュラウドヘッド 中性子計測案内管	各部位
	スパージャ 炉内配管	各部位
	ジェットポンプ	ライザ ディフューザ ライザブレース
使用済燃料貯蔵ラック (共通ベース含む)		ラック部材 基礎ボルト ラック取付ボルト
	使用済燃料乾式貯蔵容器	各部位
四脚たて置円筒形容器		胴板 脚
	横置円筒形容器	胴板 脚 基礎ボルト
たて軸ポンプ		コラムパイプ バレルケーシング 基礎ボルト 取付ボルト
	ECCS ストレーナ	各部位

設 備		部 位
横軸ポンプ ポンプ駆動用タービン 海水ストレーナ 空調ファン 空調ユニット 空気圧縮機		基礎ボルト 取付ボルト
制御棒駆動機構		各部位
水圧制御ユニット		フレーム
		取付ボルト
平底たて置円筒形容器		胴板
		基礎ボルト
核計装設備		各部位
伝送ラック		取付ボルト
制御盤		取付ボルト
原子炉格納容器	サプレッション・チェンバ底部ライナ部	中央部 周辺部
	原子炉格納容器胴	各部位
	上部シアラグ及びスタビライザ 下部シアラグ及びダイヤフラムブラケット	各部位
		上部シアラグと原子炉格納容器胴との結合部 下部シアラグと原子炉格納容器胴との結合部
	機器搬入用ハッチ 所員用エアロック サプレッション・チェンバアクセスハッチ	本体と補強板との結合部 補強板と原子炉格納容器胴一般部との結合部
	胴アンカ部	各部位
		コンクリート
	配管貫通部	原子炉格納容器胴とスリーブとの結合部 原子炉格納容器胴と補強板との結合部
⑦ 電気配線貫通部	原子炉格納容器胴とスリーブとの結合部 補強板結合部	

設 備	部 位
ダイヤフラム・フロア	RCスラブ
	大梁
	小梁
	柱
ベント管	上部
	ブレーシング部
格納容器スプレイヘッド	上部ドライウエルススプレイヘッド案内管 下部ドライウエルススプレイヘッド案内管 スプレイヘッド（サプレッション・チェンバ側）
ブローアウトパネル	ブローアウトパネル
ブローアウトパネル閉止装置	各部位
原子炉建屋外側ブローアウトパネル竜巻防護対策施設	各部位
可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロウ	ブレース
	ベース取付溶接部
非常用ガス処理系排気筒	筒身
	サポート
ディーゼル発電機	基礎ボルト
	取付ボルト
プレート式熱交換器	側板
	脚
	取付ボルト
ラグ支持たて置円筒形容器	胴板
	振れ止め
	ラグ
	取付ボルト 基礎ボルト
その他電源設備	取付ボルト
⑦ 配管本体，サポート（多質点梁モデル解析）	配管，サポート
矩形構造の架構設備（静的触媒式水素再結合器，架台を含む）	各部位
通信連絡設備（アンテナ）	基礎ボルト
水位計	取付ボルト
温度計	溶接部

設 備	部 位
監視カメラ	基礎ボルト
防潮扉	各部位
放水路ゲート	各部位
貫通部止水処置	モルタル
浸水防止蓋	蓋
	固定ボルト
逆流防止逆止弁	各部位
原子炉ウェル遮蔽ブロック	本体
	支持部
原子炉本体の基礎	円筒部
	脚部アンカー部
燃料取替機	燃料取替機構造物フレーム
	ブリッジ脱線防止ラグ(本体)
	トロリ脱線防止ラグ(本体)
	走行レール
	横行レール
	ブリッジ脱線防止ラグ(取付ボルト)
	トロリ脱線防止ラグ(取付ボルト)
	吊具
原子炉建屋クレーン	クレーン本体ガード
	落下防止金具
	トロリストッパ
	トロリ
	吊具
使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン	ガード
	浮上防止装置 (つめ)
	浮上防止装置 (取付ボルト)
	走行レール (取付ボルト)
	横行レール (溶接部)
	横行レール (取付ボルト)
原子炉遮蔽	一般胴部
	開口集中部
	アンカーボルト
	シアプレート

表 3-2-2 建物・構築物の検討結果を踏まえた機器・配管系の影響評価設備の抽出結果

設 備		部 位
ブローアウトパネル閉止装置		ガイドレール
		動的機能維持
原子炉建屋外側ブローアウトパネル竜巻防護対策施設		構造部材
原子炉建屋クレーン		落下防止金具
		ワイヤロープ
使用済燃料プールエリア放射線モニタ（低レンジ・高レンジ）		電氣的機能維持
原子炉建屋換気系（ダクト）放射線モニタ		電氣的機能維持
燃料取替機		横行レール
使用済燃料貯蔵ラック	70 体ラック	ラック取付ボルト
	110 体ラック	ラック取付ボルト
	共通ベース	基礎ボルト

表 3-2-3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の評価部位の抽出結果

(凡例) ○：影響の可能性あり

△：影響軽微

設備（機種）及び部位	水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響の可能性		
	3.2.1 項 (1) 及び (2) の 観点	3.2.1 項 (3) の観点	検討結果
原子炉压力容器付属構造物 (原子炉压力容器スタビライザ)	△	△	構造上の観点から水平 2 方向地震力による評価は、水平 1 方向地震力による評価に包絡される。
原子炉压力容器内部構造物 (スタンドパイプ)	△	△	材料物性のばらつきを考慮した水平 2 方向の地震力による評価が、水平 1 方向地震力による評価に包絡される。
原子炉压力容器内部構造物 (シュラウドヘッド)	△	○	影響評価結果は表 3-2-5 参照。
原子炉压力容器内部構造物 (炉内配管)	○	○	影響評価結果は表 3-2-5 参照。
原子炉格納容器（円筒部）	△	○	影響評価結果は表 3-2-5 参照。
原子炉格納容器（上部シアラゲ及びスタビライザ）	△	△	構造上の観点から水平 2 方向地震力による評価は、水平 1 方向地震力による評価に包絡される。
原子炉格納容器（サブプレッション・チェンバアクセスハッチ）	△	○	影響評価結果は表 3-2-5 参照。
ベント管	△	○	影響評価結果は表 3-2-5 参照。
原子炉本体の基礎	△	△	構造上の観点から水平 2 方向地震力による評価は、水平 1 方向地震力による評価に包絡される。
燃料取替機	△	△	構造上の観点から水平 2 方向地震力による評価は、水平 1 方向地震力による評価に包絡される。
使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン	△	△	構造上の観点から水平 2 方向地震力による評価は、水平 1 方向地震力による評価に包絡される。
原子炉遮蔽	△	○	影響評価結果は表 3-2-5 参照。

表 3-2-4 建物・構築物の検討結果を踏まえた機器・配管系の影響評価設備の評価部位の抽出結果

(凡例) ○：影響の可能性あり

△：影響軽微

設備（機種）及び部位	建物・構築物の検討結果を踏まえた機器・配管系への影響の可能性	
	3.2.2 項の観点	検討結果
ブローアウトパネル閉止装置	○	影響評価結果は表 3-2-6 参照
原子炉建屋外側ブローアウトパネル竜巻防護対策施設	○	影響評価結果は表 3-2-6 参照
原子炉建屋クレーン	○	影響評価結果は表 3-2-6 参照
使用済燃料プールエリア放射線モニタ（低レンジ・高レンジ）	○	影響評価結果は表 3-2-6 参照
原子炉建屋換気系（ダクト）放射線モニタ	○	影響評価結果は表 3-2-6 参照
燃料取替機	○	影響評価結果は表 3-2-6 参照
使用済燃料貯蔵ラック	○	影響評価結果は表 3-2-6 参照

表 3-2-5 水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	従来発生値 MPa	2 方向 想定発生値		許容値 MPa	備考
				MPa	MPa		
原子炉圧力容器 内部構造物	シュラウドヘッド	一次一般膜＋ 一次曲げ応力強さ	187	208	254		
	炉内配管	一次一般膜＋ 一次曲げ応力強さ	228	229	261		
原子炉格納容器	原子炉格納容器胴	一次一般膜応力強さ	227	252	253		
	サブレーション・チェン ンバアクセスハッチ	一次＋二次応力強さ* 疲労評価	668	742	393		単位：なし
ベント管	ブレーシング部	一次一般膜＋ 一次曲げ応力強さ	291	379	380		
		一次＋二次応力強さ* 疲労評価	422	518	458		
原子炉遮蔽	開口集中部	疲労評価	—	0.112	1		単位：なし
		組合せ応力	204	227	235		

注記 *：一次＋二次応力評価結果は許容値を満足しないが、J E A G 4601・補-1984に基づいて疲労評価を行い、この結果より耐震性を有することを確認した。

表 3-2-6 建物・構築物の検討結果を踏まえた機器・配管系の影響評価結果

評価対象設備	評価部位	評価方法	3次元FEM 想定発生値	従来評価の 設計条件 (判定基準)	判定
ブローアウトパネル閉止装置	閉状態	構造部材 構造部材	3.91 (震度)	4.18 (震度)	○
	開状態	動的機能維持 ガイドレール	1.79 (震度) 7.93 (震度)	3.96 (震度) 6.33 (震度)	○ —*
原子炉建屋外側ブローアウトパネル竜巻防護対策施設	動的機能維持	構造部材	1.26 (比率)	1.30 (裕度)	○*
		動的機能維持	3.31 (震度)	3.96 (震度)	○
原子炉建屋クレーン	構造部材	構造部材	8.95 (震度)	9.43 (震度)	○
		落下防止金具 ワイヤロープ	2.45 (比率) 1.19 (比率)	5.23 (裕度) 1.47 (裕度)	○ ○
使用済燃料プールの放射線モニタ (低レンジ・高レンジ)	電氣的機能維持	電氣的機能維持	2.59 (震度)	3.00 (震度)	○
		電氣的機能維持	2.61 (震度)	3.00 (震度)	○
原子炉建屋換気系 (ダクト) 放射線モニタ 燃料取替機	横行レール	算出応力と許容応力の比較	475 (MPa)	483 (MPa)	○
		算出応力と許容応力の比較	134 (MPa)	153 (MPa)	○
使用済燃料貯蔵ラック	基礎ボルト	算出応力と許容応力の比較	105 (MPa)	153 (MPa)	○
		算出応力と許容応力の比較	130 (MPa)	153 (MPa)	○

注記 * : 3次元FEMモデルによる震度から推定した震度が、設計条件である震度を超過することから、耐震裕度 (1.30) の震度比率 (1.26 =

7.93/1.30) に対する包絡性を確認し、包絡できていないことから耐震性を有することを確認した。

補足-340-7 【水平 2 方向及び鉛直方向の適切な組合せに
関する検討について】

目次

1. 検討の目的	1
2. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価に用いる地震動	2
2.1 東海第二発電所の基準地震動	2
2.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価に用いる地震動	6
3. 各施設における水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価	7
3.1 建物・構築物	7
3.1.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方	7
3.1.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法	9
3.1.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価部位の抽出	13
3.1.4 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価部位の抽出結果	29
3.1.5 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価方針	31
3.1.6 主排気筒の検討	33
3.1.6.1 検討の概要	33
3.1.6.2 検討方針	34
3.1.6.3 荷重及び荷重の組合せ	34
3.1.6.4 使用材料の許容応力度	34
3.1.6.5 地震応答解析	34
3.1.6.6 検討のまとめ	37
3.1.7 原子炉建屋基礎盤の検討	38
3.1.7.1 検討の概要	38
3.1.7.2 検討方針	41
3.1.7.3 荷重及び荷重の組合せ	41
3.1.7.4 使用材料の許容限界	41
3.1.7.5 応力解析	42
3.1.7.6 評価方法	46
3.1.7.7 評価結果	46
3.1.7.8 原子炉建屋における改造工事に伴う重量増加を反映した検討	51
3.1.7.9 検討のまとめ	54
3.1.8 使用済燃料プールの検討	55
3.1.8.1 検討の概要	55
3.1.8.2 検討方針	58
3.1.8.3 荷重及び荷重の組合せ	58
3.1.8.4 使用材料の許容限界	58
3.1.8.5 応力解析	58

3.1.8.6	評価方法	62
3.1.8.7	評価結果	62
3.1.8.8	原子炉建屋における改造工事に伴う重量増加を反映した検討	70
3.1.8.9	検討のまとめ	73
3.2	機器・配管系	74
3.2.1	水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計の考え方	74
3.2.2	水平方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価方針	76
3.2.3	水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法	76
3.2.4	水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価設備（部位）の抽出	81
3.2.5	建物・構築物及び屋外重要土木構造物の検討結果を踏まえた 機器・配管系の設備の抽出	85
3.2.6	水平2方向及び鉛直方向地震力の評価部位の抽出結果	86
3.2.7	水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価	86
3.2.8	水平2方向及び鉛直方向地震力の影響評価結果	88
3.2.9	まとめ	88
3.3	屋外重要土木構造物	96
3.3.1	水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出	96
3.3.2	水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果	117
3.3.3	水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価	122
3.3.5	水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価結果	133
3.3.6	まとめ	140
3.4	津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備	141
3.4.1	水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出	141
3.4.2	水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果	165
3.4.3	まとめ	166

別紙1 評価部位の抽出に関する説明資料

別紙2 3次元FEMモデルを用いた精査

別紙3 3次元FEMモデルによる地震応答解析

別紙4 機器・配管系に関する説明資料

参考資料 方向性を考慮していない水平方向地震動における模擬地震波の作成方針

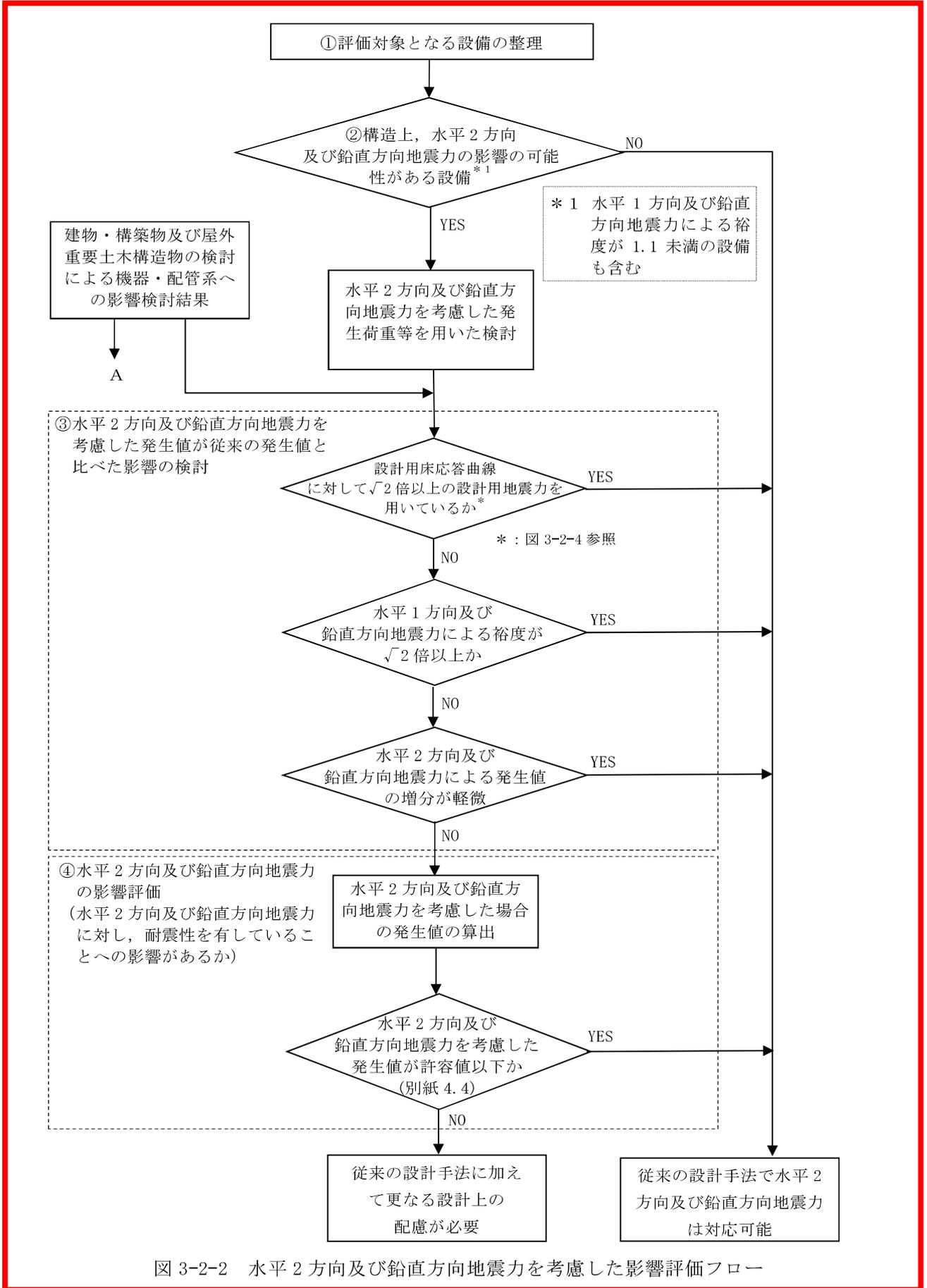


図 3-2-2 水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した影響評価フロー

別紙 3 3次元FEMモデルによる地震応答解析

目次

1. 検討概要	別紙 3-1
1.1 構造概要	別紙 3-1
1.2 3次元FEMモデルによる耐震性評価の方針	別紙 3-5
2. 3次元FEMモデルの構築	別紙 3-7
2.1 原子炉建屋の3次元FEMモデル	別紙 3-7
2.1.1 モデル化の基本方針	別紙 3-7
2.1.2 荷重	別紙 3-15
2.1.3 建屋-地盤の相互作用	別紙 3-15
2.2 固有値解析	別紙 3-18
2.3 観測記録を用いた検討	別紙 3-21
2.3.1 観測記録を用いた検討の概要	別紙 3-21
2.3.2 観測記録による解析結果	別紙 3-28
2.3.3 観測記録と解析結果の比較及び考察	別紙 3-28
2.3.4 結論	別紙 3-29
3. 3次元FEMモデルによる評価	別紙 3-36
3.1 地震応答解析の概要	別紙 3-36
3.2 建屋応答性状の把握	別紙 3-41
3.3 建屋耐震評価への影響検討	別紙 3-62
3.4 床応答への影響検討	別紙 3-95
3.5 使用済燃料プールのウェル壁の応答増幅による影響検討	別紙 3-100
3.5.1 検討概要	別紙 3-100
3.5.2 評価方針	別紙 3-100
3.5.3 評価結果	別紙 3-105
3.5.4 入力地震動の代表性について	別紙 3-108
4. まとめ	別紙 3-110
補1 観測記録とシミュレーション解析の床応答スペクトル (h=1%) の比較	
補2 実剛性を用いたシミュレーション解析結果	
補3 3次元FEMモデルによるシミュレーション解析結果	
補4 検討に用いる地震動の代表性について	
補5 3次元FEMモデルによるS _d -D ₁ の地震応答解析結果	
補6 3次元FEMモデルによる応答結果の整理	
補7 機器設置位置付近における応答	

3.4 床応答への影響検討

3次元FEMモデルによる地震応答解析結果から、3次元挙動が床応答に及ぼす影響について検討する。

評価部位は、図3-2における各レベルのI/W位置の北西部とする。

評価にあたっては、3次元FEMモデルにおける1方向入力及び3方向同時入力時の床応答の比較、並びに質点系モデル及び3次元FEMモデルの床応答を比較し、3次元的な応答特性の影響を確認する。

⑦

ここで、1方向入力及び3方向同時入力時の床応答の比較については、「3.2(4) 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響」にて検討しており、各レベルにおいて3方向同時入力による影響はほとんどないことを確認している。

質点系モデル及び3次元FEMモデルの床応答の比較について、地震動の入力は質点系モデルで1方向入力していることから、3次元FEMモデルにおいても1方向入力と比較する。

表3-14に比較結果を示す。

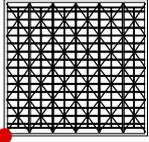
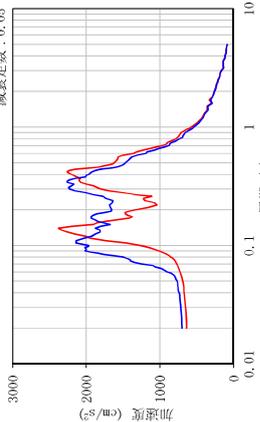
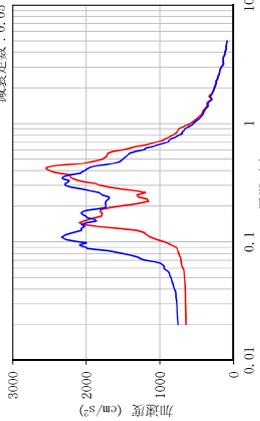
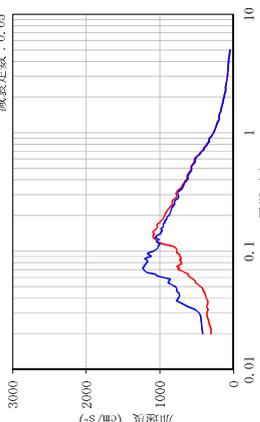
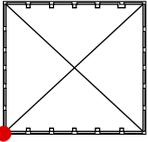
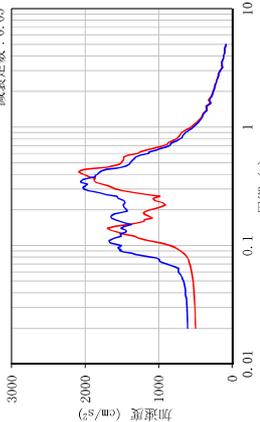
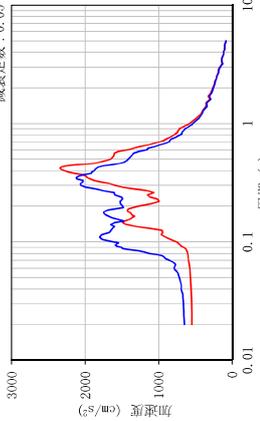
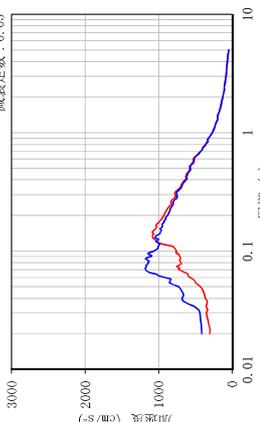
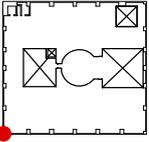
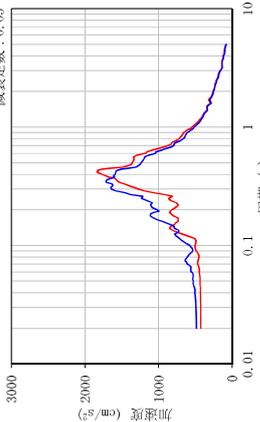
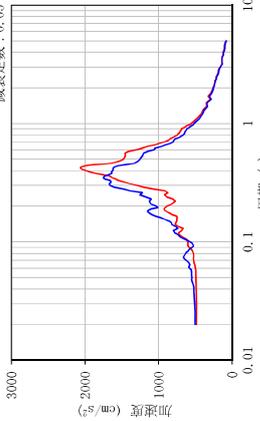
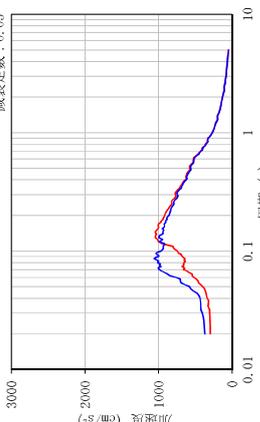
質点系モデルの応答と建屋模擬モデルの応答は概ね同等であることが確認できた。

以上のことから、3次元的な応答特性を踏まえても、原子炉建屋における質点系モデルの応答は、妥当な応答となることが確認できた。

この結果は、I/W位置の北西部での比較であり、また3次元FEMモデルにおいても1方向入力を行っていることから、「補5 S₀-D1に対する3次元FEMモデルによる地震応答解析」にて各階の評価点を増し、内部ボックス壁、外部ボックス壁及びシェル壁の壁隅部及び中間部も対象とし3方向同時入力時の応答性状の把握の観点から加速度応答スペクトルを示し、建屋応答性状の分析を行う。

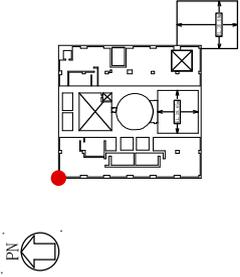
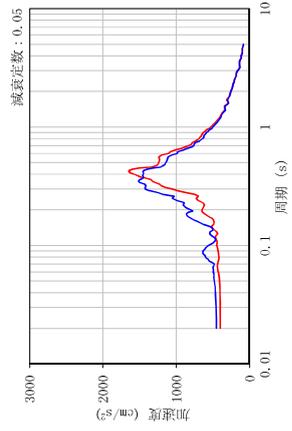
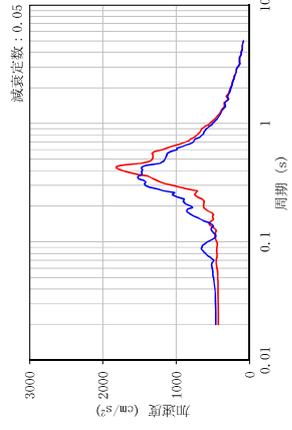
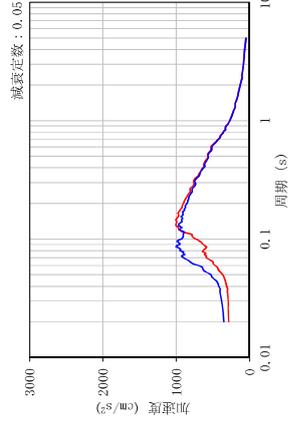
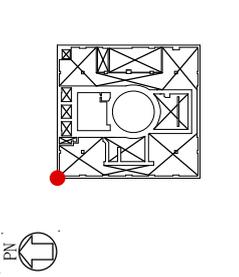
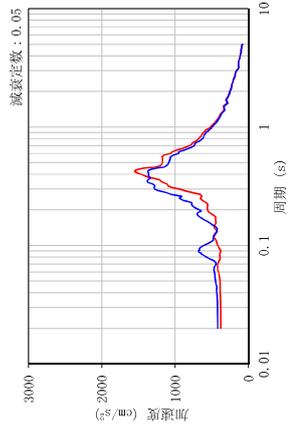
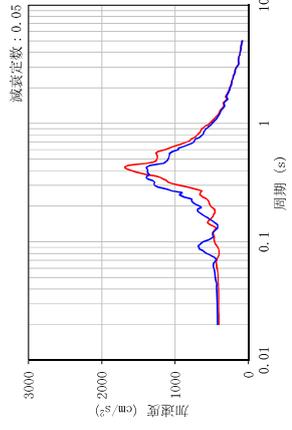
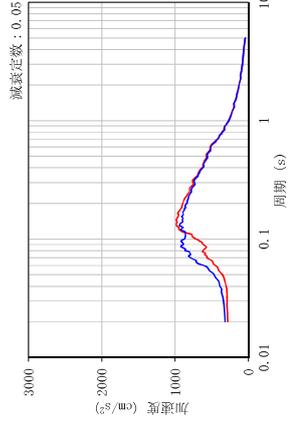
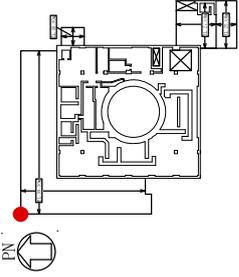
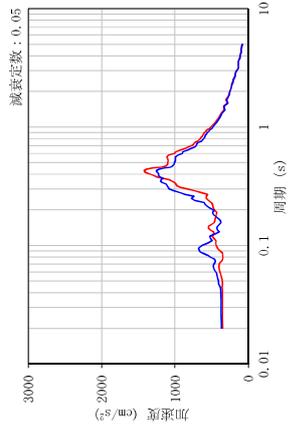
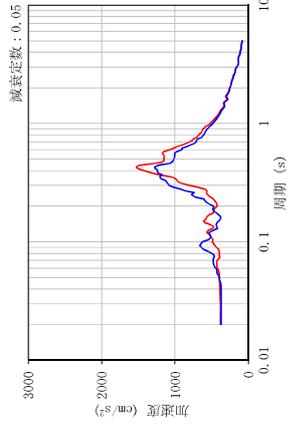
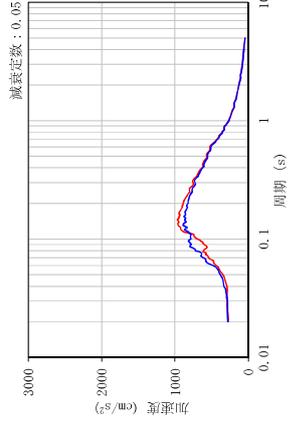
なお、「3.2 建屋応答性状の把握」で確認したように、EL.46.5mのEW方向については、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響で局所的な応答が生じるため、「別紙4 機器・配管系に関する説明資料」において、その影響について検討を行う。

表 3-14 (1/4) 3次元FEMモデル (建屋模擬モデル) 及び質点系モデルの応答比較

評価点	NS 応答	EW 応答	UD 応答
 <p>PN </p> <p>EL.  m No. 11652</p>			
 <p>PN </p> <p>EL.  m No. 11516</p>			
 <p>PN </p> <p>EL.  m No. 11384</p>			

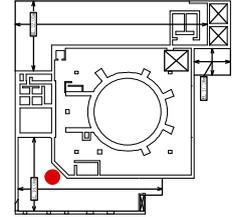
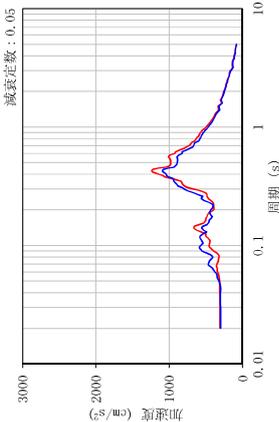
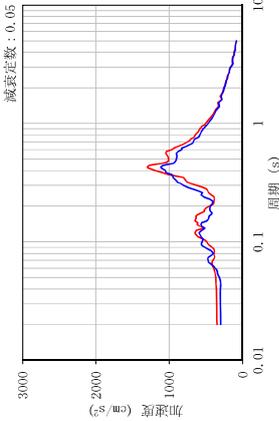
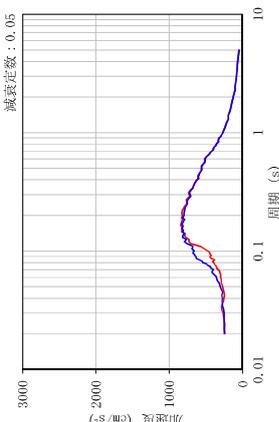
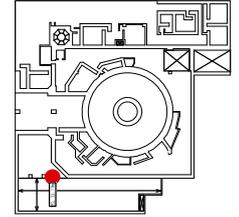
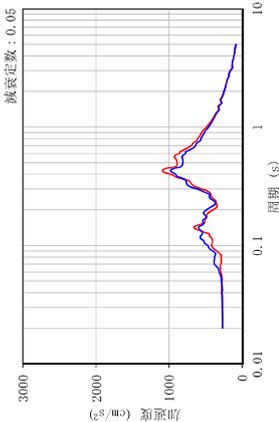
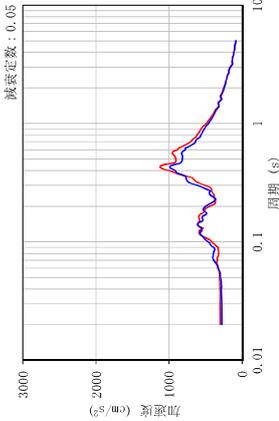
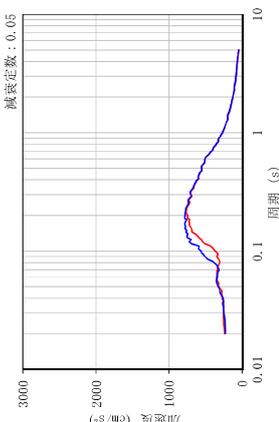
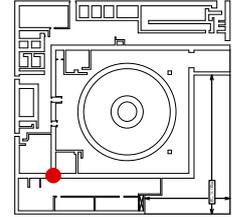
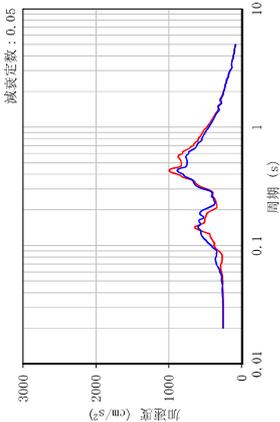
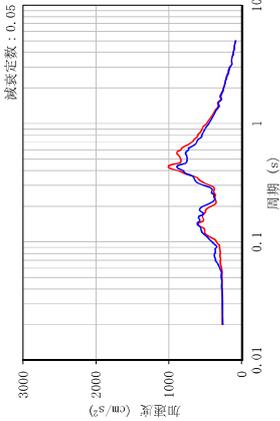
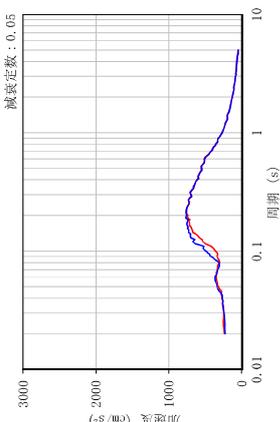
— 建屋模擬モデル — 質点系モデル

表 3-14 (2/.) 3次元FEMモデル(建屋模擬モデル)及び質点系モデルの応答比較

評価点	NS 応答	EW 応答	UD 応答
 <p>PN </p> <p>EL.  m No 11200</p>	 <p>減衰定数: 0.05</p>	 <p>減衰定数: 0.05</p>	 <p>減衰定数: 0.05</p>
 <p>PN </p> <p>EL.  m No 11024</p>	 <p>減衰定数: 0.05</p>	 <p>減衰定数: 0.05</p>	 <p>減衰定数: 0.05</p>
 <p>PN </p> <p>EL.  m No 10895</p>	 <p>減衰定数: 0.05</p>	 <p>減衰定数: 0.05</p>	 <p>減衰定数: 0.05</p>

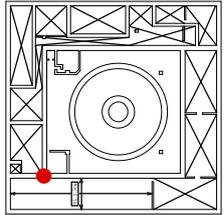
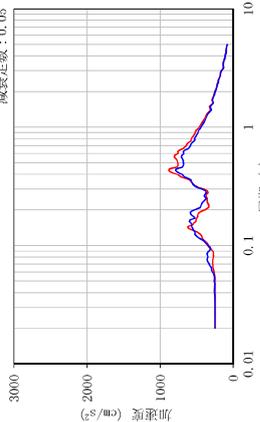
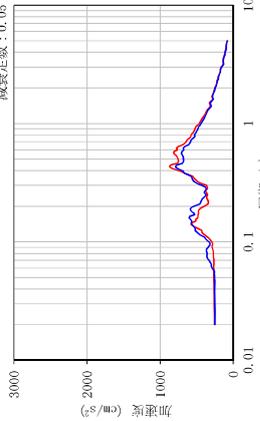
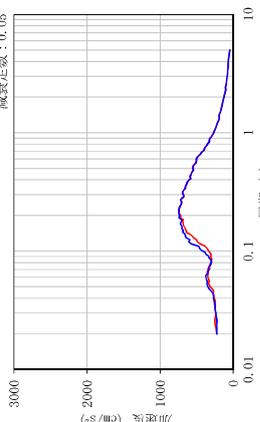
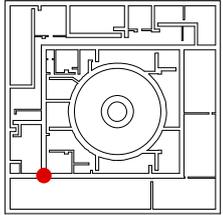
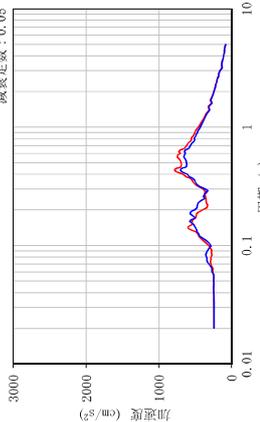
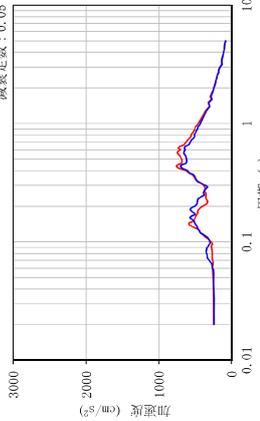
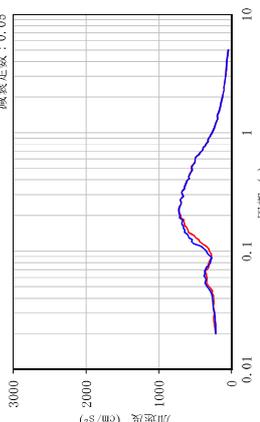
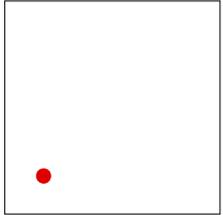
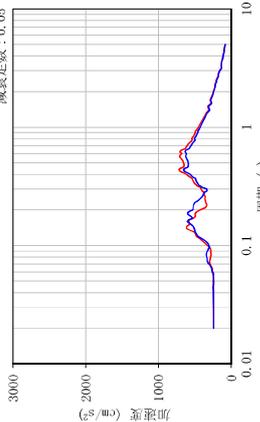
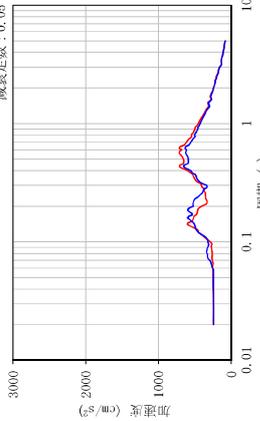
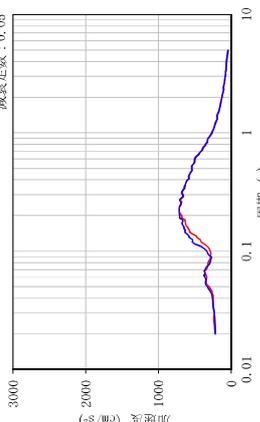
— 建屋模擬モデル — 質点系モデル

表 3-14 (3/.) 3次元FEMモデル (建屋模擬モデル) 及び質点系モデルの応答比較

評価点	NS 応答	EW 応答	UD 応答
 <p>PN</p> <p>EL. No 10673</p>	 <p>減衰定数: 0.05</p> <p>加速度 (cm/s²)</p> <p>周期 (s)</p>	 <p>減衰定数: 0.05</p> <p>加速度 (cm/s²)</p> <p>周期 (s)</p>	 <p>減衰定数: 0.05</p> <p>加速度 (cm/s²)</p> <p>周期 (s)</p>
 <p>PN</p> <p>EL. No 10481</p>	 <p>減衰定数: 0.05</p> <p>加速度 (cm/s²)</p> <p>周期 (s)</p>	 <p>減衰定数: 0.05</p> <p>加速度 (cm/s²)</p> <p>周期 (s)</p>	 <p>減衰定数: 0.05</p> <p>加速度 (cm/s²)</p> <p>周期 (s)</p>
 <p>PN</p> <p>EL. No 10346</p>	 <p>減衰定数: 0.05</p> <p>加速度 (cm/s²)</p> <p>周期 (s)</p>	 <p>減衰定数: 0.05</p> <p>加速度 (cm/s²)</p> <p>周期 (s)</p>	 <p>減衰定数: 0.05</p> <p>加速度 (cm/s²)</p> <p>周期 (s)</p>

— 建屋模擬モデル — 質点系モデル

表 3-14 (4/.) 3次元FEMモデル (建屋模擬モデル) 及び質点系モデルの応答比較

評価点	NS 応答	EW 応答	UD 応答
 <p>PN </p> <p>EL.  No. 10208</p>			
 <p>PN </p> <p>EL.  No. 5598</p>			
 <p>PN </p> <p>EL.  No. 1598</p>			

— 建屋模擬モデル — 質点系モデル

別紙 4 機器・配管系に関する説明資料

② 機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響有無整理結果

表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	②-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの	②-2 水平2方向とその直交方向が相関する振動モード (おのれ振動等) が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)	②-2 方向とその直交方向が相関する振動モード (おのれ振動等) が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)
原子炉格納容器	胴アノカ部	引張応力	△	B 評価部位は円周上に配置されていることから、水平地震の影響は軽微である。		
		曲げ応力	△	B	同上	
		圧縮応力	△	B	同上	
		せん断応力	△	B	同上	×
配管貫通部	コンクリート	組合せ応力	△	B	同上	
		圧縮応力	△	B	評価部位は円周上に配置されていることから、水平地震の影響は軽微である。	
		せん断応力	△	B	同上	
		一次一般膜+一次曲げ応力強さ	○	-	評価部位は水平地震力に対する発生応力が入力方向毎に異なる。したがって、水平2方向入力の影響がある。	○
電気配線貫通部	原子炉格納容器胴とスリーブとの結合部 補強板結合部	一次一般膜+一次曲げ応力強さ	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	
		一次+二次応力強さ	△	D	同上	×
		疲労解析	△	D	同上	
		軸力及び曲げモーメントによる応力	△	C	鉛直方向断面の各配筋内でのため、水平2方向入力の影響は軽微である。 【補足説明資料5】	
ダイヤフラム・フロア	RCスラブ	軸力及び曲げモーメントによるひずみ	△	C	同上	
		外面せん断力	△	C	同上	
		曲げ応力	△	C	鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平2方向の影響はない。 【補足説明資料5】	×
		せん断応力	△	C	同上	
		圧縮応力	△	C	同上	
		せん断応力	△	C	多角形配置により水平地震力は分担されるため、水平2方向入力の影響は軽微である。 【補足説明資料5】	
ベント管	上部ブレースング部	一次応力強さ	△	B	評価部位は円形の一種断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。 【補足説明資料4】	×
		一次+二次応力強さ	△	B	同上	

⑦

② 機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響有無整理結果

表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	②-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせたも1方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて、水平2方向の地震力も考慮しているもの	②-1の影響有無の説明	②-2 水平2方向とその直交方向が相同する振動モード (おのれ振動等) が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
配管本体、サポート (多質点梁モデル解析)	配管、サポート	一次応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	○	—
		一次+二次応力強さ	○	—	同上	×	
様式水素再結合器、梁台を含む)	各部位	各応力分類	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
		引張応力	△	A	壁面に据付部材を介して支持される。構造上、壁に垂直な方向の地震入力では据付ボルトの応力成分は引張応力のみであるのに対し、壁面と平行な方向はせん断応力及び曲げモーメントによる引張応力が発生する。壁面と平行な応力が支配的であるため、水平2方向の影響は軽微である。	×	
通信連絡設備 (アンテナ)	基礎ボルト	せん断応力	△	A	同上	×	—
		組合せ応力	△	A	同上	×	
水位計	取付ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震の方向毎に最大応力の発生点が異なる。したがって水平2方向の影響は軽微である。	×	—
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。	×	
温度計	溶接部	組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。	×	—
		一次応力	△	D	水平2方向の組合せを考慮した評価を実施している。	×	
監視カメラ	取付ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震の方向毎に最大応力の発生点が異なる。したがって水平2方向の影響は軽微である。	×	—
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。	×	
防潮扉	各部位	組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。	×	—
		各応力分類	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。	×	
放水路ゲート	各部位	各応力分類	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。	×	—

⑦

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密あるいは防護上の観点
から公開できません。

東海第二発電所	工事計画審査資料
資料番号	補足-340-13 改 40
提出年月日	平成 30 年 10 月 16 日

工事計画に係る補足説明資料

耐震性に関する説明書のうち

補足-340-13 【機電分耐震計算書の補足について】

平成 30 年 10 月

日本原子力発電株式会社

1. 炉内構造物への極限解析による評価の適用について
2. 設計用床応答曲線の作成方法及び適用方法
3. 建屋－機器連成解析モデルの時刻歴応答解析における材料物性のばらつき
の考慮について
4. 機電設備の耐震計算書の作成について
5. 弁の動的機能維持評価について
6. 動的機能維持の詳細評価について（新たな検討又は詳細検討が必要な設備
の機能維持評価について）
7. 原子炉格納容器の耐震安全性評価について
8. 制御棒の挿入性評価について
9. 電気盤等の機能維持評価に適用する水平方向の評価用地震力について
10. 大型機器、構造物の地震応答計算書の補足について
11. 配管解析における重心位置スペクトル法の適用について
12. 応力を基準とした標準支持間隔法の適用について
13. ダクトの耐震計算方法について
14. Bijlaard の方法の適用文献について
15. 主蒸気管の弾性設計用地震動 S_d での耐震評価について
16. コンクリートのポアソン比に対する検討について
17. 剛な設備の固有周期の算出について
18. 耐震評価における等価繰返し回数の妥当性確認について
19. 再循環系ポンプの軸固着に対する評価について
20. 補機類のアンカー定着部の評価について

2. 設計用床応答曲線の作成方法及び適用方法

機器・配管系の耐震評価に用いる床応答スペクトルについて

1. はじめに

設計用床応答曲線^(注1)は、建物・構築物及び屋外重要土木構造物の詳細設計が完了した解析モデルを適用した地震応答解析結果を用いて作成する。東海第二発電所においては、設計用床応答曲線が作成される前に設備評価用床応答曲線を設定し、機器・配管系の設備設計及び工事計画の耐震計算を実施している。

本資料では、建物・構築物及び屋外重要土木構造物における設計用床応答曲線及び設備評価用床応答曲線の作成方法について述べる。なお、本資料における建物・構築物及び屋外重要土木構造物の分類を表 1 に示す。

(注 1) 本資料では、床面の最大加速度 (ZPA) を含めた総称として説明する。

表 1 設計用床応答曲線の作成方法における建物・構築物及び屋外重要土木構造物の分類

	適用施設名称
建物・構築物	原子炉建屋 使用済燃料乾式貯蔵建屋 緊急時対策所建屋 主排気筒 非常用ガス処理系配管支持架構 格納容器圧力逃がし装置格納槽
屋外重要土木構造物	取水構造物 屋外二重管 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎 格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート 常設代替高圧電源装置置場 常設代替高圧電源装置用カルバート (カルバート部) 常設代替高圧電源装置用カルバート (トンネル部) 常設代替高圧電源装置用カルバート (立坑部) 可搬型設備用軽油タンク基礎 常設低圧代替注水系ポンプ室 代替淡水貯槽 常設低圧代替注水系配管カルバート S A用海水ピット 緊急用海水ポンプピット 防潮堤 (鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁) *1 防潮堤 (鉄筋コンクリート防潮壁) *1 防潮堤 (鉄筋コンクリート防潮壁 (放水路エリア)) *1 *1 津波防護施設になるが設計用床応答曲線の作成方法については、屋外重要土木構造物と同様の扱いとする。

2. 床応答スペクトルの作成方法について

機器・配管系評価における耐震評価条件とする、設計用床応答曲線及び設備評価用床応答曲線の作成方法について整理した。また、下記説明の全体を整理した床応答スペクトルの作成方法を別表 1 に示す。

2.1 建物・構築物

(1) 設計用床応答曲線

建物・構築物の地震応答解析モデルの諸元設定の考え方については、建物・構築物の地震応答解析についての補足説明資料 補足-400-3【地震応答解析における材料物性のばらつきに関する検討】（以下「建物・構築物の補足説明資料」という。）にて整理されている（表 2 参照）。設計用床応答曲線の作成は、「建物・構築物の補足説明資料」に示す工認基本モデルにおける解析ケースを適用し、コンクリート強度は設計基準強度、補助壁は非考慮、地盤の物性を標準地盤とした地震応答解析結果を適用する。

(2) 設備評価用床応答曲線

機器・配管系の評価については、設備設計に要する期間と建物・構築物の設計進捗状況を考慮して、以下のどちらか一方を設備評価用床応答曲線として適用する。なお、基本的に b. を適用することとするが、b. での耐震計算にて余裕の確保が難しい場合は、a. を適用する。

a. 設計用床応答曲線及びばらつきケースの床応答曲線を包絡した床応答曲線

(1) 項で設定した設計用床応答曲線及び「建物・構築物の補足説明資料」に基づく、地盤物性の変動による影響及び建屋剛性の変動による影響（以下「ばらつきケース」という。）を考慮した床応答曲線を包絡した床応答曲線を設定する。

本設定に基づく、設備評価用床応答曲線のイメージを図 2 に示す。

b. (1) 項で設定した設計用床応答曲線及びばらつきケースを考慮した床応答曲線を保守側に包絡できるように余裕を確保した床応答曲線として、建物・構築物の設計進捗に応じて以下のとおり適用する。

⑦

b-1 基本ケースの加速度に一律 1.5 倍した床応答曲線

既設建物・構築物は、地震応答解析モデルが従前より定まっていることから、機器・配管系の設備評価を行う際には、設計上の配慮として設計用床応答曲線の加速度を 1.5 倍した床応答曲線を設定する。本設定に基づく、設備評価用床応答曲線のイメージを図 3 に示す。

b-2 設計用床応答曲線及びばらつきケースを保守側に包絡できるように余裕を確保した床応答曲線

新設建物・構築物に設置する機器・配管系の設備評価を行う際には、建物・構築物の設計進捗状況を考慮して、個別に余裕を確保した床応答曲線を設定する。本設定に基づく、設備評価用床応答曲線のイメージを図 4 に示す。

⑦

目録番号	目録名称	設備を設置する施設名称	設備評価用床応答曲線の適用ケース
V-2-5-4-1-1	残留熱除去系熱交換器の耐震性についての計算書	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース(Ss) b-1. 一律1.5倍(Sd)
V-2-5-4-1-2	残留熱除去系ポンプの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-4-1-3	残留熱除去系ストレナーの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-4-1-4	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-4-1-5	ストレナー部ティーの耐震計算書(残留熱除去系)	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-4-2	耐圧強化バント系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-4-2-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-5	非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-5-1	高圧炉心スプレイ系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-5-1-1	高圧炉心スプレイ系ポンプの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-5-1-2	高圧炉心スプレイ系ストレナーの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-5-1-3	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-5-1-4	ストレナー部ティーの耐震計算書(高圧炉心スプレイ系)	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-5-2	低圧炉心スプレイ系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-5-2-1	低圧炉心スプレイ系ポンプの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-5-2-2	低圧炉心スプレイ系ストレナーの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-5-2-3	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-5-2-4	ストレナー部ティーの耐震計算書(低圧炉心スプレイ系)	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-5-3	原子炉隔離時冷却系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-5-3-1	原子炉隔離時冷却系ストレナーの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-5-4	高圧代替注水系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-5-4-1	常設高圧代替注水系ポンプの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-5-4-2	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-5-5	低圧代替注水系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-5-5-1	常設低圧代替注水系ポンプの耐震性についての計算書	常設低圧代替注水系ポンプ室	d. 保守側に包絡できるような余裕を確保
V-2-5-5-5-2	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋 常設低圧代替注水系配管カルバート	b-1. 一律1.5倍 d. 保守側に包絡できるような余裕を確保
V-2-5-5-6	代替循環冷却系の耐震性についての計算書	—	—

目録番号	目録名称	設備を設置する施設名称	設備評価用床応答曲線の適用ケース
V-2-8-4-2	中央制御室遮蔽の耐震性についての計算書	—	—
V-2-8-4-3	中央制御室待避室遮蔽の耐震性についての計算書	—	—
V-2-8-4-4	緊急時対策所遮蔽の耐震性についての計算書	—	—
V-2-8-4-5	第二弁操作室遮蔽の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9	原子炉格納施設の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-1	原子炉格納施設の耐震計算結果	—	—
V-2-9-2	原子炉格納容器の耐震についての計算書	—	—
V-2-9-2-1	原子炉格納容器の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-2-2	原子炉格納容器底部コンクリートマットの耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-2-3	上部シアラッグ及びスタビライザの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-2-4	下部シアラッグ及びダイヤフラムブラケットの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-2-5	原子炉格納容器胴アンカ部の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-2-6	機器搬入用ハッチの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-2-7	所員用エアロックの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-2-8	サブプレッション・チェンバアクセスハッチの耐震性についての計算書	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース(SA) b-1. 一律1.5倍(DB)
V-2-9-2-9	配管貫通部の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-2-10	電気配線貫通部の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-2-11	サブプレッション・チェンバ底部ライナ部の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-3	原子炉建屋の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-3-1	原子炉建屋原子炉棟の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-3-2	原子炉建屋大物搬入口の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-3-3	原子炉建屋エアロックの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-3-4	原子炉建屋基礎盤の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-4	圧力低減設備その他の安全設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-4-1	ダイヤフラム・フロアの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-4-2	ベント管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
V-2-9-4-3	原子炉格納容器安全設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-4-3-1	格納容器スプレィヘッダの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍

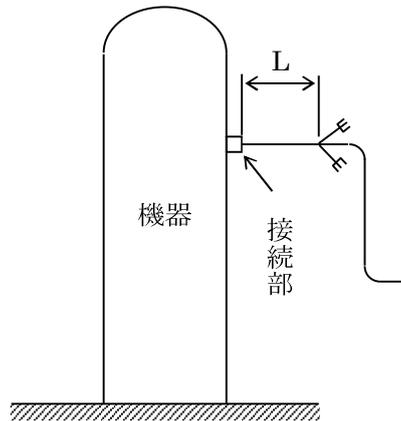
⑦

V-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐震計算について

3.3.6.2 機器との接続部

機器との接続部の熱膨張又は地震時の変位による発生応力が大きい場合は、接続部（固定点）近傍で支持することができない場合がある。

この場合のLは、「3.4.6.1 分岐部」と同様に機器との接続部の熱膨張又は地震時の変位により発生する応力が、許容応力以下となるように定める。



3.3.6.3 建物・構築物の相対変位

建物・構築物間に渡って設置される配管については、地震時の建物・構築物間の相対変位による発生応力を加味して、配管の設計及び支持方法を定める。

⑧ b

3.3.6.4 弁

配管に弁が設置される場合は、図3-2「集中質量部支持間隔グラフ」に基づき前後の支持点が決められる。

弁は、配管より厚肉構造であり、発生応力は配管より小さくなる。一方、集中質量部の支持間隔を求める際には、弁も配管と同一仕様としたうえで、弁質量を負荷することで安全側の評価を行っている。このため、弁の評価は配管の評価で包絡される。

なお、地震時に動的機能維持が要求される弁に対しては、必要に応じて3次元はりモデルを用いた評価を行い、「弁駆動部の機能維持確認済加速度」を超える場合は、駆動部を支持する。

3.3.6.5 建屋階層

支持間隔は床区分ごとに設定されているため、当該配管を敷設する床区分に応じて、上下階層の支持間隔を比較し、短い方の支持間隔を運用して評価を行う。なお、複数階層を跨る配管を評価する場合は、配管が跨る上層階と下層階の境界となるサポートまでを考慮し、その境界となるサポートで挟まれた範囲の支持間隔をすべて抽出した上で最も短いものを適用して評価を行う。

V-2-5-2-1-1 管の耐震性についての計算書

NT2 補③ V-2-5-2-1-1 R0

目 次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	4
3. 計算条件	25
3.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	25
3.2 設計条件	26
3.3 材料及び許容応力	38
3.4 設計用地震力	39
4. 解析結果及び評価	40
4.1 固有周期及び設計震度	40
4.2 評価結果	52
4.2.1 管の応力評価結果	52
4.2.2 支持構造物評価結果	54
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	55
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	56

1. 概要

本計算書は、添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針」，「V-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐震計算について」及び「V-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき、管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度又は動的機能を有していることを説明するものである。

①, ⑧b

評価結果の記載方法は以下に示す通りである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全2モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（裕度）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式ごとの反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。

(3) 弁

機能確認済加速度の応答加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、評価結果を記載する。

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス1管及び重大事故等クラス2管であってクラス1管

鳥瞰図	許容応力状態 (供用状態)	最大 応力 評価点	配管 要素 名称	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)				一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価 係数 U+U _s
					一次応力 S _{pr} (S _d) S _{pr} (S _s)	許容応力 min (2.25S _{mp} , 1.8S _y) min (3S _{mp} , 2S _y)	ねじり 応力 S _t (S _d) S _t (S _s)	許容 応力 0.55S _m 0.73S _m	一次+二次 応力 S _n (S _s)	許容 応力 3S _m	
PLR→PD-1	III _A S	7	TEE	S _{pr} (S _d)	125	226	—	—	—	—	—
PLR→PD-1	III _A S	16	ELBOW	S _t (S _d)	—	—	52	62	—	—	—
PLR→PD-1	IV _A S	7	TEE	S _{pr} (S _s)	182	252	—	—	—	—	—
PLR→PD-1	IV _A S	16	ELBOW	S _t (S _s)	—	—	95*	83	—	—	—
PLR→PD-2	IV _A S	58	REDUCER	S _n (S _s)	—	—	—	—	716	342	0.1812
PLR→PD-2	IV _A S	58	REDUCER	U+U _s	—	—	—	—	—	—	0.1812

注記 * : ねじりによる応力が許容応力状態III_ASのとき0.55S_{mp}、又は許容応力状態IV_ASのとき0.73S_mを超える評価点を示し、次ページに
曲げとねじりによる応力評価結果を示す。

下表に示すとおりねじりによる応力が許容応力状態Ⅲ_ASのとき $0.55S_m$ 、又は許容応力状態Ⅳ_ASのとき $0.73S_m$ を超える評価点のうち曲げとねじりによる応力は許容値を満足している。

鳥瞰図	評価点	一次応力評価 (MPa)			
		ねじり応力	許容応力	曲げとねじり応力	許容応力
		$S_t (S_d)$ $S_t (S_s)$	$0.55S_m$ $0.73S_m$	$S_t + S_b (S_d)$ $S_t + S_b (S_s)$	$1.8S_m$ $2.4S_m$
PLR-PD-1	16	—	—	—	
PLR-PD-1	16	95	83	138	273

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果 (荷重評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
SN0-PLR-SA4	オイルスナツバ	SN-100	「V-2-1-12-1 配管及び支持構 造物の耐震計算 について」参照		1430.0	1500.0
RO-PLR-RA2	ロッドレストレイント	RTS-60			852.0	1080.0
SH-PLR-HB1	スプリングハンガ	VS-L2			58.4	72.9
CH-PLR-HA3	コンスタントハンガ	CSV-60			180.0	207.9

支持構造物評価結果 (応力評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果			
					反力 (kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すごとく応答加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	応答加速度* ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
—	—	—	—	—	—	—	—	—

注記 *：応答加速度は、打ち切り振動数を50Hzとして計算した結果を示す。

①, ⑧b

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果
 代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（クラス1範囲）

No.	配管モデル	許容応力状態 III _A S						許容応力状態 IV _A S											
		一次応力			二次応力			一次応力			二次応力								
		評価点	計算応力 [MPa]	許容応力 [MPa]	裕度	代表	評価点	計算応力 [MPa]	許容応力 [MPa]	裕度	代表	評価点	計算応力 [MPa]	許容応力 [MPa]	裕度	代表	疲労累積係数	代表	
1	PLR-PD-1	7	125	226	1.80	○	7	182	252	1.38	○	58	671	342	0.50	-	58	0.1462	-
2	RLR-PD-2	35	122	226	1.85	-	35	175	252	1.44	-	58	716	342	0.47	○	58	0.1812	○

注記 : III_ASの一次二次応力の許容値はIV_ASと同様であることから、地震荷重が大きいいIV_ASの一次二次応力裕度最小を代表とする。



V-2-5-4-1-4 管の耐震性についての計算書

NT2 補③ V-2-5-4-1-4 R0

目 次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	5
3. 計算条件	26
3.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	26
3.2 設計条件	29
3.3 材料及び許容応力	45
3.4 設計用地震力	46
4. 解析結果及び評価	47
4.1 固有周期及び設計震度	47
4.2 評価結果	59
4.2.1 管の応力評価結果	59
4.2.2 支持構造物評価結果	62
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	63
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	64

1. 概要

本計算書は、添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針」，「V-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐震計算について」及び「V-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき、管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度又は動的機能を有していることを説明するものである。

①, ⑧ b 評価結果の記載方法は以下に示す通りである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全25モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（裕度）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式ごとの反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。

(3) 弁

機能確認済加速度の応答加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、評価結果を記載する。

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス1管

鳥瞰図	許容応力状態 (供用状態)	最大応力 評価点	配管要素 名称	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)				一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価 疲労累積 係数 U+U _s
					一次応力 S _{pr,m} (S _d) S _{pr,m} (S _s)	許容応力 min (2.25 S _m , 1.8 S _y) min (3 S _m , 2 S _y)	ねじり 応力 S _t (S _d) S _t (S _s)	許容 応力 0.55 S _m 0.73 S _m	一次+二次 応力 S _n (S _s)	許容 応力 3 S _m	
RHR-70	III _A S	82	ELBOW	S _{pr,m} (S _d)	152	234	-	-	-	-	-
RHR-70	III _A S	81	ELBOW	S _t (S _d)	-	-	73*	64	-	-	-
RHR-70	IV _A S	82	ELBOW	S _{pr,m} (S _s)	214	260	-	-	-	-	-
RHR-70	IV _A S	81	ELBOW	S _t (S _s)	-	-	119*	86	-	-	-
RHR-70	IV _A S	82	ELBOW	S _n (S _s)	-	-	-	-	480	354	0.0136
RIIR-70	IV _A S	82	ELBOW	U+U _s	-	-	-	-	-	-	0.0136

注記 *：ねじりによる応力が許容応力状態III_ASのとき0.55 S_m、又は許容応力状態IV_ASのとき0.73 S_mを超える評価点を示し、次ページに
曲げとねじりによる応力評価結果を示す。

①

下表に示すとおりねじりによる応力が許容応力状態Ⅲ_ASのとき $0.55 S_m$ 、又は許容応力状態Ⅳ_ASのとき $0.73 S_m$ を超える評価点のうち曲げとねじりによる応力は許容値を満足している。

鳥瞰図	評価点	一次応力評価 (MPa)			
		ねじり応力	許容応力	曲げとねじり応力	許容応力
		$S_t (S_d)$ $S_t (S_s)$	$0.55 S_m$ $0.73 S_m$	$S_t + S_b (S_d)$ $S_t + S_b (S_s)$	$1.8 S_m$ $2.4 S_m$
RHR-70	81	73	64	86	212
RHR-70	81	119	86	142	283

①

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス2以下の管及び重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力状態 (供用状態)	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価 疲労累積係数
				計算応力 $S_{pr,m} (S_d)$ $S_{pr,m} (S_s)$	許容応力 S_y^* $0.9S_u$	計算応力 $S_n (S_s)$	許容応力 $2S_y$	
RHR-40, 41, 42, 89	III ^A S	509	$S_{pr,m} (S_d)$	131	200	—	—	—
RHR-40, 41, 42, 89	IV ^A S	509	$S_{pr,m} (S_s)$	203	335	—	—	—
RHR-40, 41, 42, 89	IV ^A S	509	$S_n (S_s)$	—	—	382	400	—

注記 * : オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については、 S_y と $1.2S_h$ のうち大きい方とする。

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果 (荷重評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
SNM-RHR-606B-2	メカニカルスナツバ	SMS-3			41.8	45.0
SNO-RHR-32C	オイルスナツバ	SN-25			300.0	375.0
RO-RHR-RE20	ロッドレストレイント	RTS-6			55.3	108.0
SH-RHR-30C	スプリングハンガ	VS-4			75.8	97.2
CH-RHR-178	コンスタントハンガ	CSH-25			21.1	22.5

添付書類「V-2-1-12-1配管及び支持構造物の耐震計算について」参照

支持構造物評価結果 (応力評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力 (kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z			
AN-RHR-641	アンカ	ラグ	SM41B	174	50.7	216.0	74.8	87.1	29.1	73.4	組合せ	101	138
RE-RHR-698A	レストレイント	パイプバンド	STKR400 SM400B	174	52.1	170.0	0	-	-	-	圧縮	42	120
RH-RHR-861T1	リジットハンガ	パイプバンド	STKR400 SM400B	302	0	41.5	0	-	-	-	圧縮	11	55



4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり応答加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	応答加速度* ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
E12-F053B	止め弁	$\beta (S_s)$	5.6	1.4	6.0	6.0	-	-
E12-F042A	止め弁	$\beta (S_d)$	2.3	4.9	6.0	6.0	-	-
E12-F050A	逆止め弁	$\beta (S_s)$	5.9	2.2	6.0	6.0	-	-
E12-F041B	逆止め弁	$\beta (S_d)$	5.0	3.2	6.0	6.0	-	-

①, ⑧ b

注記 * : 応答加速度は, 打ち切り振動数を 50Hz として計算した結果を示す。

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果
 代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果 (クラス1 範囲)

No.	配管モデル	許容応力状態 III _A S						許容応力状態 IV _A S											
		一次応力			一次応力			一次十二次応力			一次十二次応力								
		評価点	計算応力 [MPa]	許容応力 [MPa]	裕度	代表	評価点	計算応力 [MPa]	許容応力 [MPa]	裕度	代表	評価点	計算応力 [MPa]	許容応力 [MPa]	裕度	代表	疲労累積係数	代表	
1	RHR-34_X-12	670	119	310	2.60	—	670	162	414	2.55	—	68A	205	366	1.78	—	670	0.0013	—
2	RHR-34_X-19	1731	72	234	3.25	—	1731	85	260	3.05	—	1731	119	354	2.97	—	1731	0.0002	—
3	RHR-70	82	152	234	1.53	○	82	214	260	1.21	○	82	480	354	0.73	○	82	0.0136	○
4	RHR-PD-29	13	118	310	2.62	—	20	147	414	2.81	—	20	350	414	1.18	—	21N	0.0084	—
5	RHR-PD-35	13	120	310	2.58	—	20	145	414	2.85	—	20	355	414	1.16	—	21N	0.0080	—
6	RHR-PD-36	13	120	310	2.58	—	20	147	414	2.81	—	20	351	414	1.17	—	21N	0.0087	—
7	RHR-40, 41, 42, 89	196	76	226	2.97	—	196	93	252	2.70	—	196	171	342	2.00	—	1952	0.0009	—
8	PLR-PD-1	308	95	226	2.37	—	302	103	252	2.44	—	334	264	342	1.29	—	334	0.0009	—
9	PLR-PD-2	216	75	234	3.12	—	216	102	260	2.54	—	223	208	354	1.70	—	217	0.0002	—

注記 : III_ASの一次十二次応力の許容値はIV_ASと同様であることから、地震荷重が大きいIV_ASの一次十二次応力裕度最小を代表とする。
 IV_ASの計算応力は、V_ASとIV_ASの大きい方を記載している。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（クラス2範囲）

No.	配管モデル	許容応力状態 III _A S						許容応力状態 IV _A S								
		一次応力			一次応力			一次十二次応力			一次十二次応力					
		評価点	計算応力 [MPa]	許容応力 [MPa]	裕度	代表	評価点	計算応力 [MPa]	許容応力 [MPa]	裕度	代表	評価点	計算応力 [MPa]	許容応力 [MPa]	裕度	代表
1	RHR-3	28	110	192	1.74	—	28	149	328	2.20	—	28	218	384	1.76	—
2	RHR-5	38	110	181	1.64	—	38	156	335	2.14	—	38	222	362	1.63	—
3	RHR-6	5	89	200	2.24	—	116	134	335	2.50	—	116	203	400	1.97	—
4	RHR-8	88A	75	200	2.66	—	88A	97	335	3.45	—	88A	118	400	3.38	—
5	RHR-10	165A	32	200	6.25	—	165A	45	335	7.44	—	165A	67	400	5.97	—
6	RHR-12	6	52	207	3.98	—	6	66	335	5.07	—	6	71	414	5.83	—
7	RHR-15	47	24	200	8.33	—	47	34	335	9.85	—	44	113	400	3.53	—
8	RHR-34	335F	96	200	2.08	—	158A	150	335	2.23	—	158A	272	400	1.47	—
9	RHR-48	93	104	273	2.62	—	93	143	396	2.76	—	93	234	546	2.33	—
10	RHR-70	76	132	216	1.63	—	76	192	394	2.05	—	76	291	432	1.48	—
11	FPC-6	535A	24	210	8.75	—	535A	28	363	12.96	—	522	28	420	15.00	—
12	FPC-10	135A	44	210	4.77	—	135A	56	363	6.48	—	135A	55	420	7.63	—
13	RHR1-1	2	61	207	3.39	—	2	81	335	4.13	—	2	99	414	4.18	—
14	RHR2-1	2	63	207	3.28	—	2	85	335	3.94	—	2	104	414	3.98	—
15	RHR-31	1A	93	207	2.22	—	1A	141	335	2.37	—	1A	272	414	1.52	—
16	RHR-40, 41, 42, 89	509	131	200	1.52	○	509	203	335	1.65	○	509	382	400	1.04	○
17	RHR-66	1N	82	210	2.56	—	1N	127	363	2.85	—	1N	360	420	1.16	—
18	RCIC-19, 20, 29	76	91	132	1.45	—*1	76	113	351	3.10	—	73	115	252	2.19	—

注記：III_ASの一次十二次応力の許容値はIV_ASと同様であることから、地震荷重が大きいIV_ASの一次十二次応力裕度最小を代表とする。

IV_ASの計算応力は、V_ASとIV_ASの大きい方を記載している。

*1：評価結果は、添付資料「V-2-5-6-1-3 管の耐震性についての計算書」に示す。

残留熱除去系配管及び原子炉格納容器電気配線貫通部の変更認可申請に伴う影響について

【第6条 津波による損傷の防止】

1. 基準適合性の確認範囲

①基本方針

既工事計画においては、設計基準対象施設が、基準津波によりその安全性が損なわれおそれのないようにするため、設置変更許可申請書の設計方針に基づくとともに、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」に基づく手法を適用して、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を設置していること並びに基準津波に対してこれらの施設の機能を維持する設計と記載している。

「V-1-1-2-2-1 耐津波設計の基本方針」(1頁参照)

「その他発電用原子炉の附属施設浸水防護施設外郭浸水防護設備に係る機器の配置を明示した図面」(第9-4-1図～第9-4-4図参照)

「その他発電用原子炉の附属施設浸水防護施設内郭浸水防護設備に係る機器の配置を明示した図面」(第9-4-5図～第9-4-16図参照)

今回の変更認可申請に伴い、上記の設計に変更のないことを確認する。

②津波防護対象設備

既工事計画においては、設計基準対象施設のうち津波から防護する設備については「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」で規定されるクラス1, 2設備及び耐震Sクラスに属する設備(津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く)と記載している。

「補足-4【残留熱除去系配管改造工事の概要について】参照」

「補足-5【原子炉格納容器電気ペネトレーション貫通部改造工事の概要について】参照」

「V-1-1-2-1-2 防護対象施設の範囲」(3頁参照), 「V-1-1-2-2-1 耐津波設計の基本方針」(2頁参照)

今回の変更認可申請に伴い、上記の設計に変更のないことを確認する。

③入力津波の設定

a. 既工事計画においては、入力津波の設定に当たって敷地及び敷地周辺における地形と施設の配置を考慮した津波の遡上解析を基準津波による敷地への遡上の可能性を記載している。

「V-1-1-2-2-1 耐津波設計の基本方針」(3頁参照)

b. 既工事計画においては、津波防護対策に必要な各施設の設置位置において潮位のおいて潮位の不確かさを考慮して適切に設定していると記載している。

「V-1-1-2-2-1 耐津波設計の基本方針」(3, 4頁参照)

今回の変更認可申請に伴い、上記の設計に変更のないことを確認する。

残留熱除去系配管及び原子炉格納容器電気配線貫通部の変更認可申請に伴う影響について

【第6条 津波による損傷の防止】

④津波防護対策施設

a. 既工事計画においては、入力津波による津波防護対象設備への影響として、津波の敷地への流入の可能性の有無、津波による漏水及び溢水並びに津波による水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響の有無を評価し、対策が必要となる箇所

に津波防護施設及び浸水防止設備を設置することを記載している。

「V-1-1-2-2-1 耐津波設計の基本方針」(5～12頁参照)

「V-1-1-2-2-4 入力津波による津波防護対象設備への影響評価」(16, 20頁参照)

b. 既工事計画においては、津波の襲来を察知し津波防護施設及び浸水防止設備の機能を確実とする津波監視設備を設置することなどを記載している。

「V-1-1-2-2-1 耐津波設計の基本方針」(13頁参照)

今回の変更認可申請に伴い、上記の設計に変更のないことを確認する。

⑤津波防護対策に必要な浸水防護施設的设计

a. 既工事計画においては、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備については、以下のb. 及びc. の事項から、入力津波に対して、それぞれに要求される機能が十分に保持できる設計を記載している。

「V-1-1-2-2-1 耐津波設計の基本方針」(14, 15頁参照)

b. 既工事計画においては、津波による荷重と津波以外の荷重を適切に設定し、それらの組合せを考慮していること、津波以外の荷重として、余震による荷重、漂流物による荷重、積雪荷重及び風荷重を考慮していることを記載している。

「V-1-1-2-2-1 耐津波設計の基本方針」(15, 16頁参照)

c. 既工事計画においては、津波襲来後の再使用性や津波の繰り返しの作用を考慮して、作用する荷重に対し、それぞれの施設に要求される機能を十分に保持できる許容限界を設定していること、材料の応力がおおむね弾性範囲内に収まることを基本として

いることを記載している。

「V-1-1-2-2-1 耐津波設計の基本方針」(16頁参照)

今回の変更認可申請に伴い、上記の設計に変更のないことを確認する。

残留熱除去系配管及び原子炉格納容器電気配線貫通部の変更認可申請に伴う影響について

【第6条 津波による損傷の防止】

⑥既工実績のない手法、条件等に係る確認

- a. 既工事計画においては、防潮堤については、防護対象とする施設が設置された敷地を取り囲むよう、地中連続壁基礎に鋼製の上部工を設置する鋼製防護壁、地中連続壁基礎に鉄筋コンクリート製の上部工を設置する鉄筋コンクリート防潮壁及び基礎となる鋼管杭の上部工部分に鉄筋コンクリートを被覆した銅管杭鉄筋コンクリート防潮壁の3種類を設置し、地震後に繰り返し繰り返しの襲来が想定される津波による荷重並びに余震、漂流物の衝突、風及び積雪による荷重に対し、地震後及び津波後の再使用性も考慮し、主要な構造部材の構造健全性を維持する設計としており、基準津波による遡上波の到達又は流入を防止する設計を記載している。
「V-1-1-2-2-5 津波防護に関する施設の設計方針」(8~11頁参照)
- b. 「その他発電用原子炉の附属施設浸水防護施設外郭浸水防護設備の構造図」(第9-4-17図~第9-4-19図参照)
既工事計画においては、鋼製防護壁の止水機構については、構造上、一体化できない鋼製防護壁と取水構造物の境界部に想定される荷重の作用及び相対変位を考慮し、試験等にて止水性を確認した構造の異なる1次止水機構及び2次止水機構を設置し、止水性を保持する設計を記載している。
「V-1-1-2-2-5 津波防護に関する施設の設計方針」(8~11頁参照)
- c. 「その他発電用原子炉の附属施設浸水防護施設外郭浸水防護設備の構造図」(第9-4-17図~第9-4-19図参照)
既工事計画においては、鋼製防護壁の上部構造と下部構造の接合部については、複合材料で構成された構造をより正確に評価するため三次元解析を実施して、各部材が負担する荷重、その伝達メカニズム及び三次元挙動を評価し、設計荷重により生じる各部材の応力が許容値を満足すること、また、設計荷重を超える荷重に対して脆性的なひずみ増加を呈することはなく十分な靱性を有していることを記載している。
「V-3-別添3-2-1-1 防潮堤(鋼製防護壁)の強度計算書 2. 防潮堤(鋼製防護壁)の止水機構に関する強度計算書」(7頁参照)

今回の変更認可申請に伴い、上記の設計に変更のないことを確認する。

残留熱除去系配管及び原子炉格納容器電気配線貫通部の変更認可申請に伴う影響について
【第6条 津波による損傷の防止】

2. 確認結果

確認図書名	確認結果
補足-4 【残留熱除去系配管改造工事の概要について】	<ul style="list-style-type: none"> 残留熱除去系配管の改造により，残留熱除去系の系統構成及び機器の配置に変更のないことを確認した。【②】
補足-5 【原子炉格納容器電気ペネトレーション貫通部改造工事の概要について】	<ul style="list-style-type: none"> 電気配線貫通部の改造により，配置に変更がないことを確認した。【②】
<p>その他発電用原子炉の附属施設浸水防護施設外郭浸水防護設備に係る機器の配置を明示した図面 (第9-4-1図～第9-4-4図)</p> <p>その他発電用原子炉の附属施設浸水防護施設内郭浸水防護設備に係る機器の配置を明示した図面 (第9-4-5図～第9-4-16図)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備に係る機器の配置に変更がないことから，津波による損傷を防止する設計に変更がないことを確認した。【①】
その他発電用原子炉の附属施設浸水防護施設外郭浸水防護設備の構造図 (第9-4-17図～第9-4-19図)	<ul style="list-style-type: none"> 防潮堤（鋼製防護壁、鉄筋コンクリート防潮壁及び銅管杭鉄筋コンクリート防潮壁）の構造に変更がないことから，津波による損傷を防止する設計に変更がないことを確認した。【⑥】
V-1-1-2-1-2 防護対象施設の範囲	<ul style="list-style-type: none"> 津波防護対象設備について，設計基準対象施設のうち津波から防護する設備に変更がないことを確認した。【②】

残留熱除去系配管及び原子炉格納容器電気配線貫通部の変更可申請に伴う影響について
【第6条 津波による損傷の防止】

確認図書名	確認結果
V-1-1-2-2-1 耐津波設計の基本方針	<ul style="list-style-type: none"> ・設計基準対象施設が、基準津波によりその安全性が損なわれるおそれのないようにするための設計に変更がないことを確認した。【①】 ・津波防護対象設備について、設計基準対象施設のうち津波から防護する設備に変更がないことを確認した。【②】 ・入力津波の設定のうち、基準津波による敷地への遡上の可能性及び津波防護対策に必要な各施設の設定位置の設定について変更がないことを確認した。【③】 ・津波防護対策のうち、入力津波による津波防護対象設備に対策が必要となる箇所への津波防護施設及び浸水防止設備の設計への影響及び、津波の襲来を察知する津波監視設備の設置について変更がないことを確認した。【④】 ・津波防護対策に必要な浸水防護施設の設計については、津波以外に考慮すべき荷重の設定及び津波襲来後の再使用性や津波の繰り返し作用についての設計について変更がないことを確認した。【⑤】
V-1-1-2-2-4 入力津波による津波防護対象設備への影響評価	<ul style="list-style-type: none"> ・津波防護対策のうち、入力津波による津波防護対象設備に対策が必要となる箇所への津波防護施設及び浸水防止設備の設計に変更がないことを確認した。【④ a】
V-1-1-2-2-5 津波防護に関する施設の設計方針	<ul style="list-style-type: none"> ・既工実績のない手法、条件等に係る確認のうち、防潮堤の基準津波による遡上波の到達又は流入の防止、及び鋼製防護壁の止水性を保持する設計に変更がないことを確認した。【⑥ a, b】
V-3-別添3-2-1-1 防潮堤（鋼製防護壁）の強度計算書 2. 防潮堤（鋼製防護壁）の止水機構に関する強度計算書	<ul style="list-style-type: none"> ・既工実績のない手法、条件等に係る確認のうち、鋼製防護壁が十分な靱性を有している設計について強度計算に変更がないことを確認した。【⑥ c】

残留熱除去系配管及び原子炉格納容器電気配線貫通部の変更認可申請に伴う影響について

【第6条 津波による損傷の防止】

3. まとめ

(1) 残留熱除去系配管の改造

- ・ 今回の残留熱除去系配管の改造については、設置場所及び入力津波の変更がなく、津波防護対策で防護する設計方針に変更がないことを確認した。
- ・ 入力津波に対する津波防護の設計方針に変更がなく、津波防護対策に変更がないため、技術基準の適合性に影響を与えない。
- ・ 既工事計画で確認された設計を変更するものではない。また、津波による損傷の防止に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。

(2) 原子炉格納容器電気配線貫通部の改造

- ・ 今回の電気配線貫通部の改造については、設置場所及び入力津波の変更がなく、津波防護対策で防護する設計方針に変更がないことを確認した。
- ・ 入力津波に対する津波防護の設計方針に変更がなく、津波防護対策に変更がないため、技術基準の適合性に影響を与えない。
- ・ 既工事計画で確認された設計を変更するものではない。また、津波による損傷の防止に関する基本設計方針についても変更がないことから、審査対象条文とならない。

V-1-1-2-1-2 防護対象施設の範囲

表 2-2 「設計基準事故」において考慮する安全機能

分類	安全機能	構築物, 系統及び機器
MS-1	原子炉の緊急停止機能	制御棒及び制御棒駆動系 (スクラム機能)
	未臨界維持機能	制御棒及び制御棒駆動系 (未臨界維持機能)
	原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能	逃がし安全弁 (安全弁としての開機能)
	② 原子炉停止後の除熱機能	残留熱除去系 (原子炉停止時冷却系) 原子炉隔離時冷却系 逃がし安全弁 (手動逃がし機能) 自動減圧系 (手動逃がし機能)
	炉心冷却機能	低圧炉心スプレイ系 低圧注水系 (残留熱除去系低圧注水系) 高圧炉心スプレイ系 自動減圧系
	② 放射性物質の閉じ込め機能, 放射線の遮へい及び放出低減機能	格納容器 格納容器隔離弁 (主蒸気隔離弁含む) 流量制限器 格納容器スプレイ冷却系 (残留熱除去系格納容器スプレイ冷却系) 原子炉建屋 原子炉建屋ガス処理系 可燃性ガス濃度制御系 排気筒 (非常用ガス処理系排気筒の支持機能)
	工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	安全保護系
	安全上特に重要な関連機能	非常用電源設備
MS-2	放射性物質放出の防止機能	気体廃棄物処理施設の隔離弁 排気筒 (非常用ガス処理系排気筒の支持機能以外)
MS-3	異常状態の把握機能	放射線監視設備の一部 (排気筒モニタ)

V-1-1-2-2-1 耐津波設計の基本方針

1. 概要

本添付書類は、発電用原子炉施設の耐津波設計が「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」第6条及び第51条（津波による損傷の防止）並びに「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」に適合することを説明するものである。

また、重大事故等対処施設が、基準津波を超え敷地に遡上する津波（確率論的リスク評価において全炉心損傷頻度に対して津波のリスクが有意となる津波。以下「敷地に遡上する津波」という。）に対して、重大事故等に対処するために必要な機能を有効に発揮することができるように、第54条（重大事故等対処設備）及び「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」に適合することを説明するものである。

① 2. 耐津波設計の基本方針

2.1 基本方針

設計基準対象施設及び重大事故等対処施設が、設置（変更）許可を受けた基準津波により、その安全性又は重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないよう、遡上への影響要因及び浸水経路等を考慮して、設計時にそれぞれの施設に対して入力津波を設定するとともに津波防護対象設備に対する入力津波の影響を評価し、影響に応じた津波防護対策を講じる設計とする。

また、重大事故等対処施設が、敷地に遡上する津波に対して、重大事故等に対処するために必要な機能を有効に発揮することができるよう、遡上への影響要因及び浸水経路等を考慮して、設計時にそれぞれの施設に対して入力津波を設定するとともに津波防護対象設備に対する入力津波の影響を評価し、影響に応じた津波対策を講じる設計とする。

敷地に遡上する津波の高さは、防潮堤及び防潮扉の高さを超えることから、防潮堤及び防潮扉は、津波の越流時の耐性を確保することで防潮堤の高さを維持し、防潮堤内側の敷地への津波の流入量を抑制する設計とする。また、止水性を維持し第2波以降の繰返しの津波の襲来に対しては、防潮堤内側の敷地への津波の流入又は回り込みを防止する設計とする。

基準津波に対しては、添付書類「V-1-1-2-1-1 発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「3.1.1 自然現象に対する具体的な設計上の考慮（11）高潮」を踏まえ、津波と同様な潮位の変動事象である高潮の影響について確認する。確認結果については、添付書類「V-1-1-2-2-4 入力津波による津波防護対象設備への影響評価」に示す。

敷地に遡上する津波に対しては、全炉心損傷頻度に対して津波のリスクが有意となる津波として、防潮堤前面において津波高さをT.P.+24mと設定し、確率論的リスク評価を実施していることから、高潮の影響は考慮しない。

② 2.1.1 津波防護対象設備

(1) 基準津波に対する津波防護対象設備

添付書類「V-1-1-2-1-1 発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「2.3 外部からの衝撃より防護すべき施設」に従い、設計基準対象施設が、基準津波により、その安全性が損なわれるおそれがないよう、津波から防

② 護すべき施設は、設計基準対象施設のうち「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」で規定されているクラス1及びクラス2に該当する構築物、系統及び機器（以下「津波防護対象設備」という。）とする。

津波防護対象設備の防護設計においては、津波により防護対象施設に波及的影響を及ぼすおそれのある防護対象施設以外の施設についても考慮する。また、重大事故等対処施設及び可搬型重大事故等対処設備についても、設計基準対象施設と同時に必要な機能が損なわれるおそれがないよう、津波防護対象設備に含める。

② さらに、津波が地震の随件事象であることを踏まえ、耐震Sクラスの施設（津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）を含めて津波防護対象設備（以下、上記に示した津波防護対象施設をまとめて「基準津波に対する津波防護対象設備」という。）とする。

(2) 敷地に遡上する津波に対する津波防護対象設備

敷地に遡上する津波から防護すべき施設は、重大事故等対処施設とし、基準津波への対策と同様に、重大事故等対処施設を内包する建屋及び区画を高台に配置するか又は建屋及び区画の境界に浸水防護対策を講じることで、内包する重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがない設計とする。

また、常設重大事故防止設備及び設計基準事故対処設備が同時に必要な機能を損なうおそれがないよう、可搬型重大事故等対処設備も含めて津波防護対象設備（以下「敷地に遡上する津波に対する防護対象設備」という。）とする。

非常用取水設備（貯留堰及び取水構造物を除く。）は、緊急用海水系の流路であることから、敷地に遡上する津波に対する防護対象設備とする。

しかし、残留熱除去系海水系ポンプ、非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ（以下「非常用海水ポンプ」という。）は、防潮堤及び防潮扉を越流した津波により海水ポンプ室が冠水状態となることで機能喪失する前提であることから、非常用海水ポンプ並びに同ポンプから海水が供給される高圧炉心スプレイ系及び非常用ディーゼル発電機は防護すべき施設の対象外とする。

2.1.2 入力津波の設定

各施設・設備の設計又は評価に用いる入力津波として、敷地への遡上に伴う津波（以下「遡上波」という。）による入力津波と取水路、放水路等の経路からの流入に伴う津波（以下「経路からの津波」という。）による入力津波を設定する。

敷地に遡上する津波についても上記と同様とするが、遡上波による入力津波については、防潮堤外側及び防潮堤内側でそれぞれ設定する。

入力津波の設定の諸条件の変更により、評価結果が影響を受けないことを確認するために、評価条件変更の都度、津波評価を実施する運用とする。

以下に、各入力津波の設定方針を示す。

③ a (1) 基準津波の入力津波の設定
基準津波については、添付書類「V-1-1-2-2-2 基準津波の概要」に示す。入力津波