

| | |
|---------------|-------------|
| 川内原子力発電所 審査資料 | |
| 資料番号 | SS s-2-2 |
| 提出年月日 | 2023年11月30日 |

川内原子力発電所 1号機及び2号機
標準応答スペクトルの規制への取り入れに伴う
設置変更許可申請書の変更要否の整理

2023年11月
九州電力株式会社

目 次

| | 頁 |
|---------------|----|
| 1. 概 要 | 1 |
| 2. 確認方法 | 2 |
| 3. 確認結果 | 8 |
| 4. まとめ | 25 |

添付資料 1 標準応答スペクトル考慮に伴う事故シーケンスグループ選定への影響
について

添付資料 2 基準津波と組み合わせる地震について

添付資料 3 既許可の設計方針が変更不要であることの確認

1. 概要

令和3年4月21日に「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」（以下「解釈」という。）等が一部改正され、基準地震動評価について、震源を特定せず策定する地震動のうち全国共通に考慮すべき地震動として、標準応答スペクトルを考慮した評価が新たに規制に取り入れられた。

基準地震動については、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下「設置許可基準規則」という。）の第4条「地震による損傷の防止」で定義されているが、その他の条文の適合性の確認でも、幅広く用いている。

そこで、標準応答スペクトルを考慮した評価に基づき策定した基準地震動 S_s-3 を追加した設置変更許可申請にあたり、令和2年10月21日付け原規規発2010213号にて許可を受けた設置変更許可申請書（以下「既許可申請書」という。）から変更すべき事項を網羅的に抽出しており、本資料ではその妥当性について説明するものである。

2. 確認方法

既許可申請書について、基準地震動及び弾性設計用地震動（以下「基準地震動等」という。）に対する設計方針や評価結果の記載の有無を確認するとともに、Ss-3の追加に伴う記載内容の変更要否を検討する。

併せて、既許可申請書に対する安全審査資料から基準地震動等の評価を抽出し、既許可申請書に記載の内容に影響を及ぼすかどうか確認する。

本検討のフローを第2-1図に示す。

【検討フロー詳細】

- ①既許可申請書を網羅的に確認し、基準地震動等に対する設計方針や評価結果の記載の有無を抽出する。
- ②抽出した記載のうち、基準地震動等に対する評価結果については、Ss-3の追加に伴い、既許可申請書に記載の評価結果に影響するか検討を行い、影響する場合は、設置変更許可申請書において、評価を実施の上、同申請書に反映する。
- ③既許可申請書に記載の設計方針を決定するにあたり、基準地震動等に対する評価結果に基づいていないか確認するため、既許可申請書に対する安全審査資料に記載の基準地震動等に対する評価結果を網羅的に抽出する。確認した安全審査資料を第2-1表に示す。

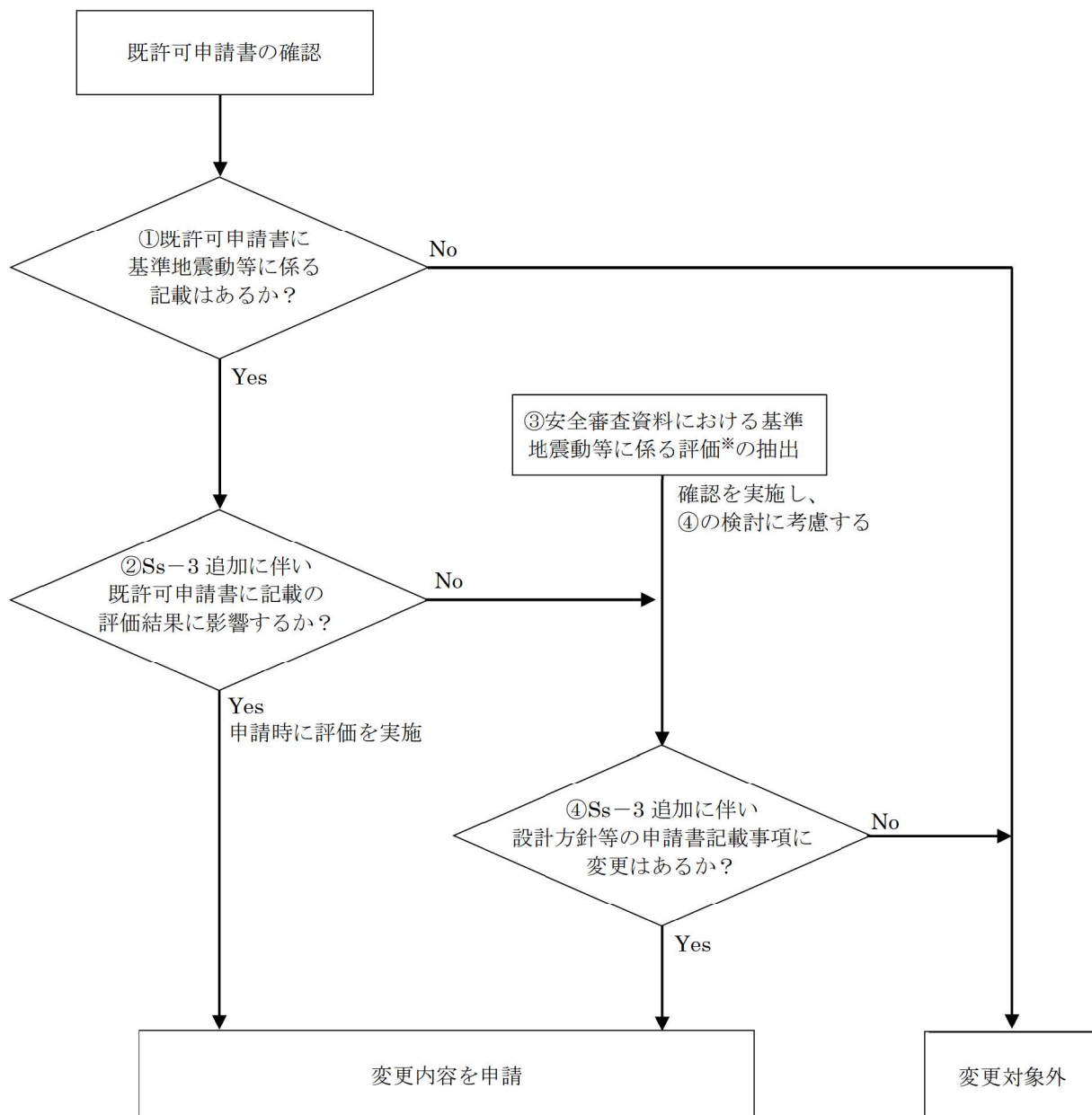
ここで、第2-2図に示すとおり、追加する基準地震動 Ss-3（令和5年7月28日付け第1173回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合にて提示した基準地震動 Ss-3）の超過周期及び超過割合は、水平方向については、約0.2秒より短周期側において最大5割程度、鉛直方向については、主に約0.1秒より短周期側において最大7割程度である。

安全審査資料において、基準地震動等に対する評価結果が記載されているが、その評価結果が設計及び工事計画認可申請書に対する見通しを示すものであって、改めて設計及び工事計画認可申請書若しくは同申請書の補足説明資料にて評価結果を示している内容については、基準地震動 Ss-3の超過周期及び超過割合を踏まえ、既許可申請書の設計方針を変更する必要はないことを確認した場合において、抽出の対象外とする。

なお、設計及び工事計画認可申請においては、認可実績のある評価手法を採用し、必要に応じて支持構造物の追設等の耐震工事等を実施することで、設置変更許可申請書の設計方針に基づいた申請を行う。

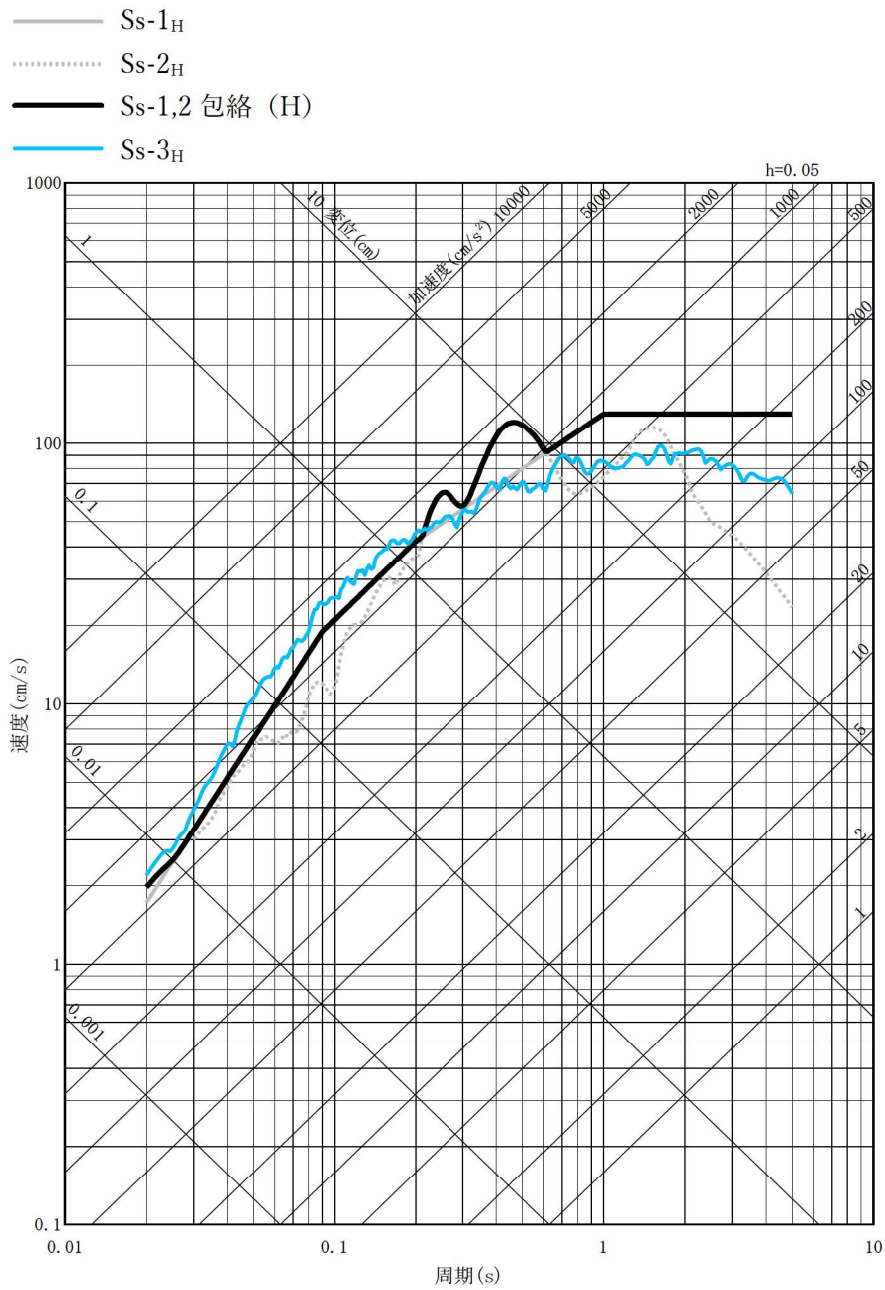
また、基準地震動 Ss-3の追加が、評価結果や考察に影響を与えない内容についても、その根拠を示した上で抽出の対象外とする。

- ④基準地震動等に対する設計方針の記載について、③での確認結果も踏まえ、記載変更の必要性について検討する。

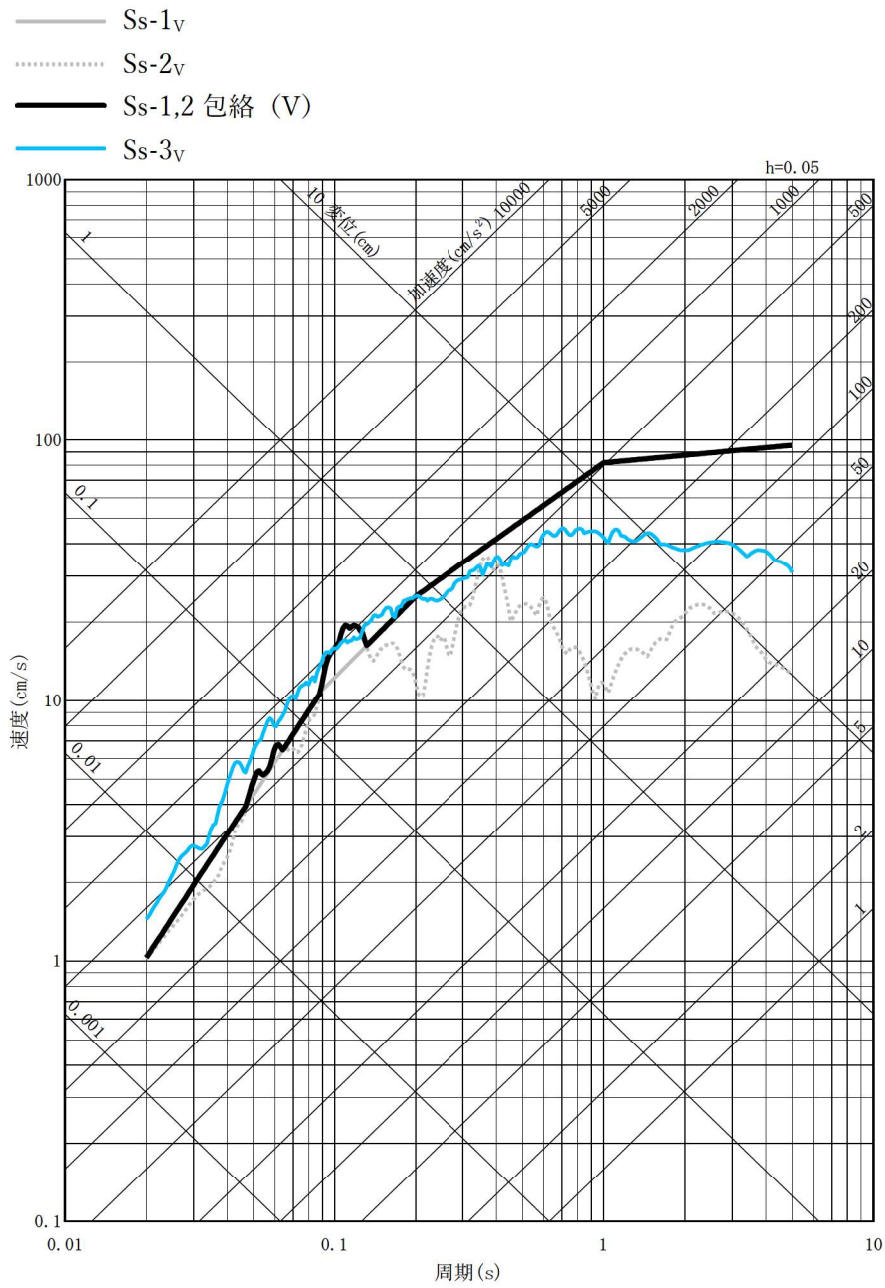


※ その評価結果が設計及び工事計画認可申請書に対する見通しを示すものであって、改めて設計及び工事計画認可申請書若しくは同申請書の補足説明資料にて評価結果を示しているものについては、Ss-3の超過周期及び超過割合を踏まえ既許可申請書の設計方針を変更する必要はないことを確認した場合において、抽出の対象外とする。また、基準地震動Ss-3の追加が評価結果や考察に影響を与えないものについても、抽出の対象外とする。

第2-1図 Ss-3追加に伴う既許可申請書の変更要否検討フロー



第 2-2 図 (1/2) Ss-3 と現行の基準地震動 Ss-1,2 の比較 (水平方向)



第 2-2 図 (2/2) Ss-3 と現行の基準地震動 Ss-1,2 の比較 (鉛直方向)

第2-1表 確認した安全審査資料(1/2)

| 案件 | 許可番号 (許可日) | 安全審査資料名 (提出日) |
|---|---|--|
| 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律の改正に伴う、重大事故等に対処するために必要な施設の設定及び体制の整備等 | 原規規発第1409102号 (平成26年9月10日) | <ul style="list-style-type: none"> DB-003 改51 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 設置許可基準説明資料(設計基準対象施設) (平成26年9月8日) SA-077 改107 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 設置許可基準説明資料(重大事故等対処施設) (平成26年9月8日) SA-082 改70 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」に係る適合状況説明資料(平成26年9月8日) SA-004 改68 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 重大事故対策の有効性評価 (平成26年9月8日) |
| 「原子力発電法」における使用済燃料の再処理等の実施に関する法律の公布に伴う変更 | 原規規発第16110237号 (平成28年11月2日) | <ul style="list-style-type: none"> 川内原子力発電所の発電用原子炉の設置変更(1号及び2号発電用原子炉 使用済燃料の処分方法の変更) に係る原子炉等規制法第43条の3の6 第1項第1号(平和目的) 基準への適合について (平成28年9月21日) |
| <ul style="list-style-type: none"> 常設直流電源設備の設置 緊急時対策所の変更 | <ul style="list-style-type: none"> 原規規発第1702082号 (平成29年2月8日) | <ul style="list-style-type: none"> BA-001 改12 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 設置許可基準規則等への適合性について(常設直流電源設備(3系統目)) (平成29年1月27日) BA-002 改5 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 設置許可基準規則等への適合性について(常設直流電源設備(3系統目)) (平成28年11月28日) BA-003 改5 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」に係る適合状況説明資料について(常設直流電源設備(3系統目)) (平成28年11月28日) GIS-002 改10 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 設置許可基準規則等への適合性について(受電系統の変更) (平成29年1月27日) GIS-003 改6 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 設置許可基準規則等への適合性について(受電系統の変更) (平成28年11月28日) EM-001 改6 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 設置許可基準規則等への適合性について(緊急時対策所の変更)(設計基準対象施設) (平成29年1月27日) EM-002 改9 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 設置許可基準規則等への適合性について(緊急時対策所の変更)(重大事故等対処施設) (平成29年1月27日) EM-003 改5 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」に係る適合状況説明資料について(緊急時対策所の変更) (平成29年1月27日) |
| 「原子力発電法」における使用済燃料の再処理等の実施に関する法律の公布に伴う変更 | 原規規発第1704052号 (平成29年4月5日) | <ul style="list-style-type: none"> 川内原子力発電所の発電用原子炉の設置変更(1号及び2号発電用原子炉施設の変更) に係る原子炉等規制法第43条の3の6 第1項第2号(経理的基礎に係る部分に限る) 基準への適合について (平成28年10月31日) 川内原子力発電所の発電用原子炉の運転に要する核燃料物質の取得計画について(平成28年10月30日) 2の4 発電用原子炉の運転に要する核燃料物質の取得計画について(平成28年10月30日) |
| 特定重大事故等対処施設の設置 | 原規規発第1803073号 (平成30年3月7日) | <ul style="list-style-type: none"> 添五-001 改1 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 設置許可基準規則等への適合性について(原子力事業者の技術的能力) 補足説明資料(平成28年11月11日) 川内原子力発電所の発電用原子炉の設置変更(1号及び2号発電用原子炉施設の変更) に係る原子炉等規制法第43条の3の6 第1項第1号(平和目的) 基準への適合について (平成28年9月21日) |
| 重大事故等に対処するための蓄電池の運用の変更 | 原規規発第1901166号 (平成31年1月16日) | <ul style="list-style-type: none"> 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 設置許可基準規則等への適合性について(特定重大事故等対処施設) 及び 設置許可基準規則等への適合性について(特定重大事故等対処施設) 補足説明資料(平成29年3月23日) BAU-001 改6 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 設置許可基準規則等への適合性について(重大事故等に対処するための蓄電池の運用変更) (平成29年12月1日) BAU-002 改5 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」に係る適合状況説明資料について(重大事故等に対処するための蓄電池の運用変更) (平成29年11月16日) BAU-003 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 原子力事業者の技術的能力に関する審査指針への適合性について(平成29年8月31日) |
| 実用発電用原子炉及びその附属施設的位置、構造及び設備の基準に関する規則の改正に伴う地震時の燃料被覆管の閉じ込み機能の維持に係る設計方針の追加及び「内部溢水による管理区域外への漏えい防止」に関連する記載事項の変更 | 原規規発第1901167号 (平成31年1月16日) | <ul style="list-style-type: none"> 川内原子力発電所の発電用原子炉の設置変更(1号及び2号発電用原子炉施設の変更) に係る実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則 第3条第2項第4号 発電用原子炉の運転に要する核燃料物質の取得計画について(平成29年8月23日) BF-001-3 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 地震時の燃料被覆管の閉じ込み機能の維持について(補足説明資料) (平成30年11月8日) BF-003-5 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 玄海原子力発電所3号炉及び4号炉 内部溢水による管理区域外への漏えい防止について(補足説明資料) (平成30年11月8日) |
| 実用発電用原子炉及びその附属施設的位置、構造及び設備の基準に関する規則の改正に伴う柏崎刈羽原子力発電所6号炉及び7号炉の新規制基準適合性審査を通じて得られた技術的知見の反映に伴う改正規則への適合性について(平成31年11月29日) | 原規規発第1901167号 (平成31年1月16日) | <ul style="list-style-type: none"> 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 柏崎刈羽原子力発電所6号炉及び7号炉の新規制基準適合性審査を通じて得られた技術的知見の反映に伴う改正規則への適合性について(平成30年11月29日) |

第2-1表 確認した安全審査資料(2/2)

| 案件 | 許可番号 (許可日) | 安全審査資料名 (提出日) |
|---|--------------------------------------|---|
| <p>実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の改正に伴う中央制御室、緊急時対策所、特定重大事故等対処施設等に対して、有毒ガスの発生に対する防護方針について記載</p> | <p>原規発第2001296号 (令和2年1月29日)</p> | <p>川内原子力発電所1号炉及び2号炉 中央制御室、緊急時対策所及び重大事故等対処上特に重要な操作を行う地点の有毒ガス防護について(2019年12月9日) 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 緊急時制御室の有毒ガス防護について(2019年12月9日) 川内原子力発電所の発電用原子炉の設置変更(1号及び2号発電用原子炉施設の變更)に係る実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則 第3条第2項第4号 発電用原子炉の運転に要する核燃料物質の取得計画について(2019年11月20日) 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 設置許可基準規則等への適合性について(原子力事業者の技術的能力) 補足説明資料(2019年11月20日) 川内原子力発電所の発電用原子炉の設置変更(1号及び2号発電用原子炉施設の變更)に係る原子炉等規制法第43条の3の6第1項第1号(平和目的)基準への適合性について(2019年11月20日) 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 有毒ガス防護に関する改正規則等への適合性について(2019年11月20日) 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 有毒ガス防護に関する改正規則等への適合性について(緊急時補備等) (2019年11月20日) 川内原子力発電所の発電用原子炉の設置変更(1号及び2号発電用原子炉施設の變更)に係る原子炉等規制法第43条の3の6第1項第2号(経理的基礎)に係る部分に限る) 基準への適合性について(2019年12月5日)</p> |
| <p>廃棄物搬出設備の設置</p> | <p>原規発第2010213号 (令和2年10月21日)</p> | <p>川内原子力発電所1号炉及び2号炉 設置許可基準規則等への適合性について(廃棄物搬出設備) (2020年9月15日) 川内原子力発電所の発電用原子炉の設置変更(1号及び2号発電用原子炉施設の變更)に係る原子炉等規制法第43条の3の6第1項第2号(経理的基礎)に係る部分に限る) 基準への適合性について(2020年9月15日) 川内原子力発電所の発電用原子炉の設置変更(1号及び2号発電用原子炉施設の變更)に係る実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第3条第2項第4号発電用原子炉の運転に要する核燃料物質の取得計画について(2020年9月15日) 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 設置許可基準規則等への適合性について(原子力事業者の技術的能力) 補足説明資料(2020年9月15日) 川内原子力発電所の発電用原子炉の設置変更(1号及び2号発電用原子炉施設の變更)に係る原子炉等規制法第43条の3の6第1項第1号(平和目的)基準への適合性について(2020年9月15日) 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 変更後における発電用原子炉施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の整備に関する説明書 補足説明資料(2020年9月15日)</p> |

3. 確認結果

3.1 既許可申請書の抽出結果

既許可申請書を網羅的に確認し、基準地震動等に対する設計方針や評価結果の記載を抽出した。(第2-1図①)

抽出結果を第3-1表に示す。なお、添付書類八のうち、「1.12 原子炉設置変更許可申請に係る安全設計の方針」については、申請毎の安全設計の方針を記載したものであり、申請毎に更新するものではないため、確認を省略する。

3.2 Ss-3 追加に伴い影響する評価結果の抽出結果

3.1 項で抽出した記載のうち、基準地震動等に対する評価結果については、Ss-3 の追加に伴い、評価結果に影響するか検討を行った。(第2-1図②)

検討の結果、Ss-3 追加に伴い評価結果に影響する項目として、第3-1表の橙色ハッチングで示した添付書類六の「7.5 地震」に記載の基準地震動の策定結果、並びに「7.6 原子炉建屋等の基礎地盤及び周辺斜面の安定性」に記載の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価結果が抽出された。これらについて、Ss-3 追加に伴い変更が必要となる結果については、設置変更許可申請書に記載し、申請を行った。

3.3 安全審査資料に記載の基準地震動等に対する評価結果の抽出結果

既許可申請書に記載の設計方針を決定するにあたり、基準地震動等に対する評価結果に基づいていないか確認するため、既許可申請書に対する安全審査資料に記載の基準地震動等に対する評価結果を網羅的に抽出した。(第2-1図③)

抽出結果を第3-2表に示す。記載されている基準地震動等に対する評価結果については、以下の(1)又は(2)の事項に該当することから、既許可申請書に記載の設計方針に影響を与えるものではないことを確認した。

- (1) 基準地震動等の追加が、その評価結果や考察に影響を与えないこと
- (2) 設計及び工事計画認可申請書に対する見通しを示すものであって、改めて設計及び工事計画認可申請書若しくは同申請書の補足説明資料にて評価結果を示している内容については、基準地震動 Ss-3 の超過周期及び超過割合を踏まえ、既許可申請書の設計方針を変更する必要はないこと

なお、基準地震動 Ss-3 追加に伴う施設への影響については、新規制基準適合性設工認以降の既設工認申請書に評価結果が記載された施設を対象として、網羅的に確認している。具体的には、基準地震動 Ss-3 の水平方向及び鉛直方向の超過周期に固有周期を有する施設を対象として、基準地震動 Ss-3 の超過割合と施設の現行裕度を基に考察した結果、いずれも認可実績のある評価手法の適用及び

支持構造物の追設等が可能であることから、耐震安全性を満足する見通しであり、既許可の設計方針を変更する必要はないことを確認した。

3.4 設計方針等の変更の必要性の検討結果

3.3 項にて、安全審査資料に記載の基準地震動等に対する評価結果は、既許可申請書に影響を与えないことを確認したことから、3.1 項の抽出結果のうち、設計方針について、基準地震動等の追加に伴う記載変更の必要性について検討した。(第 2-1 図④)

検討結果を第 3-3 表に示す。記載のほとんどが、基準地震動又は弾性設計用地震動による地震力で設計する方針の記載であるが、基準地震動等の追加を考慮した場合でも「基準地震動又は弾性設計用地震動による地震力で設計する」という基本的設計方針の変更はない。

弾性設計用地震動の設定にあたっては、現行の基準地震動 $S_s-1,2$ に対する係数 0.6 とは異なる値を設定することとした。具体的には、基準地震動 S_s-3 に対して係数 0.5 を乗じることで、基準地震動 S_1 の応答スペクトルを包絡することを確認したため、これを弾性設計用地震動 S_d-3 として設定した。

添付書類五については、最新の技術者数等を更新し、添付書類十一については、本申請における品質管理を記載する。

第3-1表 既許可申請書の抽出結果（1/3）

| 既許可申請書 | | 基準地震動等に関する記載概要（記載がある場合のみ） |
|--------|--|---|
| 二号 | 使用の目的 | — |
| 三号 | 発電用原子炉の型式、熱出力及び基数 | — |
| 四号 | 発電用原子炉を設置する工場又は事業所の名称及び所在地 | — |
| 五号 | 発電用原子炉及び付属施設の位置、構造及び設備 | |
| 五号 イ | 発電用原子炉施設の位置 | <ul style="list-style-type: none"> 各施設について、設置許可基準規則で求められている支持性能等を有する地盤に設置する。 アクセスルートについて、想定される重大事故等に対処でききよう、地震による影響等を想定する。 耐震構造（基準地震動の応答スペクトル及び時刻歴波形、並びに弾性設計用地震動の設定の考え方を含む）の設計方針を記載。 耐津波構造（入力津波による水位変動に、地震による地殻変動量を安全側に考慮）の設計方針を記載。 |
| 五号 ロ | 発電用原子炉施設的一般構造 | — |
| 五号 ハ | 原子炉本体の構造及び設備 | — |
| 五号 ニ | 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の構造及び設備 | — |
| 五号 ホ | 原子炉冷却系統施設の構造及び設備 | — |
| 五号 ヘ | 計測制御系統施設の構造及び設備 | — |
| 五号 ト | 放射性廃棄物の廃棄施設の構造及び設備 | — |
| 五号 チ | 放射線管理施設の構造及び設備 | — |
| 五号 リ | 原子炉格納施設の構造及び設備 | — |
| 五号 ス | その他発電用原子炉の附属施設の構造及び設備 | <ul style="list-style-type: none"> 蓄電池（3系統目）について、特に高い信頼性に対する設計方針を記載。 緊急時対策所や通信連絡設備について、基準地震動による地震に対して機能を喪失しない設計とする方針を記載。 |
| 六号 | 発電用原子炉施設の工事計画 | — |
| 七号 | 発電用原子炉に燃料として資料する核燃料物質の種類及びその年間予定使用量 | |
| 七号 イ | 種類 | — |
| 七号 ロ | 年間予定使用量 | — |
| 八号 | 使用済燃料の処分方法 | — |
| 九号 | 発電用原子炉施設における放射線の管理に関する事項 | |
| 九号 イ | 核燃料物質及び核燃料物質によって汚染された物による放射線被ばくの管理の方法 | — |
| 九号 ロ | 放射性廃棄物の廃棄に関する事項 | — |
| 九号 ハ | 周辺監視区域の外における実効線量の算定の条件及び結果 | — |
| 十号 | 発電用原子炉の炉心の著しい損傷その他の事故が発生した場合における当該事故に対処するために必要な施設及び体制の整備に関する事項 | |
| 十号 イ | 運転時の異常な過渡変化 | — |
| 十号 ロ | 設計基準事故 | — |

本文

：本文又は添付書類の項目のみの内容であるため、確認が不要であるもの

第3-1表 既許可申請書の抽出結果（2/3）

| 既許可申請書 | | 基準地震動等に関する記載概要（記載がある場合のみ） |
|--------|---|---|
| 本文 | 重大事故に至るおそれがある事故（運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故を除く。）又は重大事故 | <ul style="list-style-type: none"> 地震にも対応できる施設及び体制を整備することを記載。 重大事故等に対する対策の有効性を確認する代表的な事象選定において、PRAの知見を踏まえ、設置許可基準規則等で想定する事故シーケンスグループ等に含まれない有意な頻度又は影響をもたらすものが新たに抽出されないことを確認することを記載。 |
| | 発電用原子炉施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の整備に関する事項 | — |
| 添付書類一 | 変更後における発電用原子炉の使用の目的に関する説明書 | — |
| 添付書類二 | 変更後における発電用原子炉の熱出力に関する説明書 | — |
| 添付書類三 | 変更の工事に要する資金の額及び調達計画を記載した書類 | — |
| 添付書類四 | 変更後における発電用原子炉の運転に要する核燃料物質の取得計画を記載した書類 | — |
| 添付書類五 | 変更に係る発電用原子炉施設の設定及び運転に関する技術的能力に関する説明書 | — |
| 添付書類六 | 変更に係る発電用原子炉施設の場所に関する気象、地盤、水理、地震、社会環境等の状況に関する説明書 | |
| 添付書類 | 敷地 | — |
| | 気象 | — |
| | 地盤 | |
| | 水理 | <ul style="list-style-type: none"> 敷地周辺等の地質や地質構造の調査検討結果 |
| | 地震 | <ul style="list-style-type: none"> 川内1号炉は設計用地震基礎加速度、2号炉は基準地震動S1、S2の策定方針及び策定結果について記載。 |
| | 社会環境 | — |
| | 発電用原子炉設置変更許可申請（平成27年12月17日申請）に係る気象、地盤、水理、地震、社会環境等 | — |
| | 敷地 | — |
| | 気象 | — |
| | 地盤 | <ul style="list-style-type: none"> 敷地周辺等の地質や地質構造の調査検討結果 |
| | 水理 | — |
| | 地震 | <ul style="list-style-type: none"> 基準地震動Ssの策定方針及び策定結果について記載 基礎地盤の安定性評価結果 周辺斜面の安定性評価結果 |
| | 原子炉建屋等の基礎地盤及び周辺斜面の安定性 | <ul style="list-style-type: none"> 地震に伴う津波について検討し、重畳も考慮した上で基準津波を設定している。 火山性地震について、文献調査に基づいて影響がないことを確認している。 |
| | 津波 | — |
| | 火山 | — |
| | 竜巻 | — |
| | 生物 | — |
| | 社会環境 | — |

：本文又は添付書類の項目のみの内容であるため、確認が不要であるもの

：Ss-3追加に伴い影響する基準地震動等に対する評価結果の記載

第3-1表 既許可申請書の抽出結果 (3/3)

| 既許可申請書 | | 基準地震動等に関する記載概要 (記載がある場合のみ) |
|-------------|--|---|
| 添付書類七 | 変更に係る発電用原子炉又はその主要な附属施設の設置の地点から二十キロメートル以内の地域を含む縮尺二十万分の一の地図及び五十キロメートル以内の地域を含む縮尺五万分の一の地図に関する説明書 | - |
| 添付書類八 | 変更後における発電用原子炉施設の安全設計に関する説明書 | - |
| 1. | 安全設計 | <ul style="list-style-type: none"> 各施設の耐震設計 (自然条件との荷重の組合せの考え方を含む) の基本方針について記載。 弾性設計用地震動の設定の考え方、応答スペクトル及び時刻歴波形を記載。 耐津波構造 (入力津波による水位変動に、地震による地殻変動量を安全側に考慮) の設計方針を記載。 <p style="border: 1px solid black; padding: 5px;">本記載内容は、商業機密あるいは防護上の観点から、公開できません。 本記載内容は「川内原子力発電所 審査資料 S S s - 2 - 2 (参考)」に示す。</p> |
| 2. | プラント配置 | 敷地の特性、自然条件を考慮し、安全性の確保、プラント機能が十分発揮できる配置とする方針を記載。 |
| 3. | 発電用原子炉及び炉心 | |
| 4. | 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設 | |
| 5. | 原子炉冷却系統施設 | |
| 6. | 計測制御系統施設 | |
| 7. | 放射性廃棄物の廃棄施設 | |
| 8. | 放射線管理施設 | |
| 9. | 原子炉格納施設 | |
| 10. | その他発電用原子炉の附属施設 | |
| 11. | 運転保守 | |
| 添付書類九 | 変更後における発電用原子炉施設の放射線の管理に関する説明書 | - |
| 添付書類十 | 変更後における発電用原子炉施設において事故が発生した場合における当該事故に対処するために必要な施設及び体制の整備に関する説明書 | <ul style="list-style-type: none"> 圧力ハウジング、屋内及び屋外アクセスルートに対する耐震設計の方針を記載。 地震事象に対する体制、手順等の整備方針を記載。 重大事故等に対する対策の有効性を確認する代表的な事象選定において、PRAの知見を踏まえ、設置許可基準規則等で想定する事故シナリオ等に含まれない有意な頻度又は影響をもたらすものが新たに抽出されないことを確認することを記載。また、確認結果として、地震特有の事象は、頻度及び影響の観点から有意な頻度又は影響をもたらす事故シナリオ等として新たに追加する必要があることを記載。 |
| 添付書類十一 | 変更後における発電用原子炉施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の整備に関する事項 | - |
| 追補1 (添付書類十) | 「5. 重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するための必要な技術的能力」の追補 | - |
| 追補2 (添付書類十) | 「6. 重大事故等への対処に係る措置の有効性評価の基本的考え方」の追補 | <ul style="list-style-type: none"> 重大事故等に対する対策の有効性を確認する代表的な事象選定において、PRAの知見を踏まえ、設置許可基準規則等で想定する事故シナリオ等に含まれない有意な頻度又は影響をもたらすものが新たに抽出されないことを確認することを記載。また、確認結果として、地震特有の事象は、頻度及び影響の観点から有意な頻度又は影響をもたらす事故シナリオ等として新たに追加する必要があることを記載。 |

：本文又は添付書類の項目のみの内容であるため、確認が不要であるもの

第3-2表 安全審査資料に記載の基準地震動等に対する評価の抽出結果

| 関係条文 | 安全審査資料に記載の基準地震動等に対する評価概要 | 抽出対象 | 左記判断理由 | Ss-3追加に伴う設計及び工事計画への見直し |
|--------------------|--|------|---|--|
| 設置許可基準規則 | | | | |
| 第4条 地震による損傷の防止 | 燃料被覆管の閉じ込め機能の維持に係る設計方針の実現可能性を示すため、各プラントで最も評価が厳しくなる燃料タイプ（代表例）について、燃料被覆管の応力評価結果及び疲労評価結果を示している。 【BF-001- 川内原子力発電所1号炉及び2号炉地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能の維持について＜補足説明資料＞（平成30年11月8日）P.20「5.4 評価例」、P.29「6.5 評価例」】 | × | 設工認の見直しを得るため、代表の燃料タイプについての評価結果を例示しているものであり、令和元年7月24日付け原規規発第1907244号にて認可された工事計画の添付資料2-2「地震時の燃料被覆管の放射性物質の閉じ込め機能に係る耐震計算書」等でも評価結果が示されており、抽出対象外。 | 【燃料集合体】 平成27年3月18日付け原規規発第1503181号にて認可された工事計画の添付資料3-17-1-3「炉内構造物の耐震計算書」等より、当該設備の固有値は、水平：3.4Hz（0.29秒）、鉛直：剛でものの、当該設備の耐震評価においては、水平方向が支配的であること及び地震による寄与度を踏まえると、認可実績のある評価手法により耐震性を満足する見込みであり、既許可の方針を変更する必要はない。 |
| 第9条 溢水による損傷の防止等 | 基準地震動でのスロッシングにより使用済燃料ピット外へ溢水するピット水量を算出している。 【DB-003 改51 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 設置許可基準規則等への適合状況説明資料（設計基準対象施設）（平成26年9月8日）9条-別添1-補5-1-7「表5-1-5 スロッシングによる最大溢水量」】 | × | 設工認の見直しを得るため、溢水量の評価結果を例示しているものであり、平成27年3月18日付け原規規発第1503181号の添付資料8-3「溢水評価条件の設定」等でも評価結果が示されており、抽出対象外。 なお、内部溢水バックアップにおける当時改正された設置許可基準規則の解釈の中で「使用済燃料貯蔵槽等のスロッシングその他事象」との記載が追加されたが、使用済燃料ピット等のスロッシングについては新規制基準申請において既に評価済みであることを平成31年1月16日付原規規発第1901168号で許可された「BF-003-5 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 玄海原子力発電所3号炉及び4号炉内部溢水による管理区域外への漏えいの防止について＜補足説明資料＞（平成30年11月8日）p6」に示している。 | 【使用済燃料ピット】 平成27年3月18日付け原規規発第1503181号にて認可された工事計画の補足説明資料K0-110改1「川内原子力発電所1号機 工事計画に係る補足説明資料（その他発電用原子炉の附属施設のうち浸水防護施設）（平成27年3月16日）7.使用済燃料ピット評価」等にて評価を実施している。当該設備の固有値は、水平（AピットNS）：3.80秒、水平（AピットEW）：3.29秒、水平（BピットNS）：3.09秒、水平（BピットEW）：4.27秒であり固有周期が超過周期帯と一致していないことから、現行手法により評価基準値を満足する見込みであり、既許可の方針を変更する必要はない。 |
| 第9条 溢水による損傷の防止等 | 基準地震動による耐震壁等の残留ひび割れ幅の評価及びその結果を用いた溢水影響評価結果を整理している。 【DB-003 改51 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 設置許可基準規則等への適合状況説明資料（設計基準対象施設）（平成26年9月8日）9 | × | 設工認の見直しを得るための評価であり、平成27年3月18日付け原規規発第1503181号にて認可された工事計画の添付資料3-3「水密区画壁の耐震計算書」等でも評価結果が示されており、抽出対象外。 | 【水密区画壁】 平成27年3月18日付け原規規発第1503181号にて認可された工事計画の添付資料3の別添3-3「水密区画壁の耐震計算書」等にて残留ひび割れにおける評価を実施している。同工事計画の添付資料3-16-6「原子炉補助建屋の地震応答解析」より、当該設備が設置されている1号原子炉補助 |

第3-2表 安全審査資料に記載の基準地震動等に対する評価の抽出結果

| 関係条文 | 安全審査資料に記載の基準地震動等に対する評価概要 | 抽出対象 | 左記判断理由 | Ss-3追加に伴う設計及び工事計画への見直し |
|--------------------------------------|---|----------|---|--|
| | <p>条-別添1-補1-12「内部溢水評価における耐震壁等の確認について」】</p> | | | <p>建屋の固有値は水平(NS)：0.20秒、水平(EW)：0.17秒、2号原子炉補助建屋の固有値は水平(NS)：0.20秒、水平(EW)：0.19秒である。固有値が、超過周期帯と一致するもの、Ss-3の超過率及びSs-1,2に対する現行裕度を踏まえる現行手法により基準ひび割れ幅を満足する見込みであり、既許可の方針を変更する必要はない。</p> |
| <p>第9条 溢水による 損傷の防止 等</p> | <p>溢水源としない耐震B,Cクラスについて、基準地震動による地震力に対して、バウンダリ機能が確保されることの確認方法を説明している。その中で、耐震B,Cクラスの容器等及び配管について、基準地震動を用いた評価結果として、耐震上最も厳しい評価部位の評価結果を代表として示している。【DB-003 改51 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 設置許可基準規則等への適合状況説明資料(設計基準対象施設) (平成26年9月8日) 第9条 別添1 P.57「7.5 耐震B、Cクラス機器の耐震性評価」】</p> | <p>×</p> | <p>設工認の見通しを得るための評価であり、平成27年3月18日付け原規規発第1503181号にて認可された工事計画の添付資料3-別添3-2「溢水源としない耐震B,Cクラス機器の耐震計算書」等でも評価結果が示されており、抽出対象外。</p> | <p>【容器およびポンプ】 容器およびポンプの固有値は、水平：剛～0.2秒、鉛直：剛～0.07秒である。固有値が超過周期と一致しているもの、Ss-3の超過率、Ss-1,2に対する現行裕度を踏まえると、いずれも認可実績のある評価手法の適用及び支持構造物の追設等が可能であることから、耐震安全性を満足する見込みであり、既許可の方針を変更する必要はない。</p> <p>【配管】 配管については、必要により、支持構造物の追設といった設置許可の設計方針を変更しない範囲での補強工事が可能であることから、既許可の方針を変更する必要はない。</p> |
| <p>第9条 溢水による 損傷の防止 等</p> | <p>発電所の南側に位置する、みやま池からの溢水による影響を防ぐために、みやま池と発電所間に越流堰を設けている。本越流堰はコンクリート構造であり、基準地震動Ssによる地震力に対して十分な安定性を有していることを説明している。【DB-003 改51 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 設置許可基準規則等への適合状況説明資料(設計基準対象施設) (平成26年9月8日) 第9条 別添1 P82「10.2.1みやま池の溢水による影響」】</p> | <p>×</p> | <p>設工認の見通しを得るための滑りに対する安定性と転倒に対する安定性を示した耐震安定性評価であり、平成27年3月18日付け原規規発第1503181号にて認可された工事計画の補足説明資料KO-110 改1「工事計画に係る説明資料(その他発電用原子炉の付属施設のうち浸水防護施設)」等でも評価結果を示されていることから、抽出対象外。</p> | <p>【越流堰】 越流堰の固有値は、水平：0.43秒である。固有値が超過周期帯と一致していないことから、現行手法により耐震性を満足する見込みであり、既許可の方針を変更する必要はない。</p> |
| <p>第9条 溢水による 損傷の防止 等</p> | <p>発電所の南側に位置する、みやま池周辺斜面の地震時安定性について、地震応答解析を実施しており、大規模な斜面崩壊が生じないことを説明している。</p> | <p>×</p> | <p>設工認の見通しを得るための評価であり、平成27年3月18日付け原規規発第1503181号にて認可された工事計画の補足説明資料KO-110 改1「工事計画に係る説明資料(その他発電用原</p> | <p>【周辺斜面】 斜面の固有値は、水平：0.54秒、鉛直0.27秒である。固有値が超過周期帯と一致していないこと</p> |

第3-2表 安全審査資料に記載の基準地震動等に対する評価の抽出結果

| 関係条文 | 安全審査資料に記載の基準地震動等に対する評価概要 | 抽出対象 | 左記判断理由 | Ss-3追加に伴う設計及び工事計画への見直し |
|-------------------------------|--|----------|---|---|
| <p>第17条 原子炉冷却材圧力バウンダリ</p> | <p>【DB-003 改51 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 設置許可基準規程等への適合状況説明資料(設計基準対象施設) (平成26年9月8日) 第9条 別添1 P 補6-3-1「みやま池周辺斜面の山腹崩壊による津波発生の可能性」】 RCPBの範囲拡大に伴い、余熱除去系統入口ラライン配管については、「機器クラス」がクラス2からクラス1に見直された。当該配管について、クラス1としての強度・耐震評価の見直しを示すため、主要な評価結果について示している。 なお、当該配管の「耐震クラス」については、従来からSクラスであるため、技術基準上の要求事項に変更はない。 【DB-003 改51 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 設置許可基準規程等への適合状況説明資料(設計基準対象施設) (平成26年9月8日) P.4-17-16「2.4 余熱除去系統入口ララインのクラス変更に伴う評価内容の変更について」】</p> | <p>×</p> | <p>子炉の付属施設のうち浸水防護施設)でも評価結果を示されていることから、抽出対象外。 設工認の見直しを得るため、応力分類ごとの最大発生応力点における評価結果を例示しているものであり、平成27年3月18日付け原規規発第1503181号にて認可された工事計画の添付資料3-17-3-22「原子炉冷却系統施設の配管の耐震計算書」等でも評価結果が示されており、抽出対象外。</p> | <p>から、現行手法により耐震性を満足する見込みであり、既許可の方針を変更する必要はない。</p> |
| <p>第33条 保安電源設備</p> | <p>ディーゼル発電機の燃料輸送に用いるタンクローリーについて、その輸送機能確保のため保管場所及び輸送ルートに対する地震の影響について評価している。 【DB-003 改51 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 設置許可基準規程等への適合状況説明資料(設計基準対象施設) (平成26年9月8日) 第33条 P4-33-165「2.7.4 タンクローリー」】</p> | <p>×</p> | <p>設工認の見直しを得るための現行Ssによる評価であり平成27年3月18日付け原規規発第1503181号にて認可された工事計画の添付資料6別添1「可搬型重大事故等対処設備等の保管場所及びアクセスルートについて」等でも評価結果が示されており抽出対象外。 【敷地下斜面のすべり】 平成27年3月18日付け原規規発第1503181号にて認可された工事計画の添付資料6別添1「可搬型重大事故等対処設備等の保管場所及びアクセスルートについて」等より、最大超過率以上の耐震裕度を有しており現行手法により耐震性を満足する見込みであることを確認していることから、既許可の方針を変更する必要はない。 【液状化及び揺すり込みによる不等沈下】 平成27年3月18日付け原規規発第1503181号にて認可された工事計画の添付資料6別添1「可搬型重大事故等対処設備等の保管場所及びアクセスルートについて」等より、最大超過率以上の耐震裕度を有しており現行手法により耐震性を満足する見込みであること、及び段差緩和対策を網羅的に講じており耐震評価による影響は受けないことを確認していることから、既許可の方針を変更する必要はない。</p> | <p>から、現行手法により耐震性を満足する見込みであり、既許可の方針を変更する必要はない。</p> |

第3-2表 安全審査資料に記載の基準地震動等に対する評価の抽出結果

| 関係条文 | 安全審査資料に記載の基準地震動等に対する評価概要 | 抽出対象 | 左記判断理由 | Ss-3 追加に伴う設計及び工事計画への見直し |
|------------------------|---|------|---|---|
| 第39条 地震による 損傷の防止 | <p>本記載内容は、商業機密あるいは防護上の観点から、公開できません。 本記載内容は「川内原子力発電所 審査資料 S S s - 2 - 2 (参考)」に示す。</p> | × | <p>本記載内容は、商業機密あるいは防護上の観点から、公開できません。 本記載内容は「川内原子力発電所 審査資料 S S s - 2 - 2 (参考)」に示す。</p> | <p>【地盤支持力の不足】 平成27年3月18日付け原規規発第1503181号にて認可された工事計画の添付資料6別添1「可搬型重大事故等対処設備等の保管場所及びアクセスルートについて」より、最大超過率以上の耐震裕度を有しており現行手法により耐震性を満足する見込みであることを確認していることから、既許可の方針を変更する必要はない。</p> |
| 第41条 火災による 損傷の防止 | <p>大容量空冷式発電機等を設置する火災区域にて火災が発生した場合、専属消防本部建屋に配備している移動式消火設備にて消火する方針としており、地震が発生した場合においても移動式消火設備にて消火可能であることを示すために、専属消防本部建屋の基準地震動 Ss に対する地震応答解析結果を示している。 【SA-077 改107 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 設置許可基準規則等への適合性につ</p> | × | <p>設工認の見直しを得るための現行 Ss による評価であり、平成27年3月18日付け原規規発第1503181号にて認可された工事計画の補足説明資料 K0-109 改2「川内原子力発電所1号機工事計画に係る説明資料(その他発電用原子炉の附属設備のうち火災防護設備) (平成27年3月16日) 3-6 大容量空冷式発電機を設置する火災区域の消火設備について」等でも評価結果が示されており、抽出対象外。</p> | <p>【専属消防本部建屋】 専属消防隊本部建屋の固有値は水平(NS) : 0.62秒、水平(EW) : 0.62秒である。固有値が超過周期帯と一致していないことから、現行手法により耐震性を満足する見込みであり、既許可の方針を変更する必要はない。</p> |

第3-2表 安全審査資料に記載の基準地震動等に対する評価の抽出結果

| 関係条文 | 安全審査資料に記載の基準地震動等に対する評価概要 いて(重大事故等対処設備)(平成26年9月8日)P41-1-99「表1 建屋の検討結果」】 | 抽出対象 | 左記判断理由 | Ss-3 追加に伴う設計及び工事計画への見直し |
|---------|---|------|---|--|
| 原子炉等規制法 | <p>保管場所の設定、アクセスルート確保及び各作業の成立性の検討において、以下の被害要因について、基準地震動に対する耐震性を評価するといった影響評価の方針等について説明している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・周辺構造物の倒壊 ・周辺タンクの損傷 ・周辺斜面の崩壊及び敷地下斜面のすべり ・液状化及び揺すり込みによる不等沈下 ・地盤支持力の不足 ・地下構造物の損傷 <p>【SA-082 改70 川内原子力発電所1号炉及び2号炉「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」に係る適合状況説明資料(平成26年9月8日)1.0.2「川内原子力発電所1号炉及び2号炉可搬型重大事故等対処設備保管場所およびアクセスルートについて」】</p> | × | <p>設工認の見直しを得るための評価であり、平成27年3月18日付け原規発第1503181号にて認可された工事計画の補足説明資料KO-127「川内原子力発電所1号機 工事計画に係る説明資料(安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書)」等でも評価結果が示されており、抽出対象外。</p> | <p>【周辺構造物】 <専属消防本部建屋> 専属消防隊本部建屋の固有値は水平(NS):0.62秒、水平(EW):0.62秒である。固有値が超過周期帯と一致していないことから、現行手法により耐震性を満足する見込みであり、既許可の方針を変更する必要はない。 <鉄塔> 平成27年3月18日付け原規発第1503181号にて認可された工事計画の補足説明資料KO-127「工事計画に係る説明資料(安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書)」等より、当該設備の耐震評価において支配的である水平方向の固有値は、0.766秒以上である。固有値が超過周期帯と一致していないことから、現行手法により耐震性を満足する見込みであり、既許可の方針を変更する必要はない。 <越流堰> 越流堰の固有値は、水平:0.43秒である。固有値が超過周期帯と一致していないことから、現行手法により耐震性を満足する見込みであり、既許可の方針を変更する必要はない。 【周辺タンク】 <燃料油貯油そう> 平成27年3月18日付け原規発第1503181号にて認可された工事計画の添付資料3-17-8-8「燃料油貯油そうの耐震計算書」等より、当該設備の固有値は、水平:0.022秒、鉛直:剛(0.033秒以下)である。固有値が超過周期帯と一致するものの、Ss-3の超過割合及びSs-1,2に対する現行裕度を踏まえると、認可実績のある評価手法に</p> |

第3-2表 安全審査資料に記載の基準地震動等に対する評価の抽出結果

| 関係条文 | 安全審査資料に記載の基準地震動等に対する評価概要 | 抽出対象 | 左記判断理由 | Ss-3 追加に伴う設計及び工事計画への見直し |
|------|--------------------------|------|--------|---|
| | | | | <p>より耐震性を満足する見込みであり、既許可の方針を変更する必要はない。</p> <p><燃料油貯蔵タンク></p> <p>平成 27 年 3 月 18 日付け原規発第 1503181 号にて認可された工事計画の添付資料 3-17-8-7「燃料油貯蔵タンクの耐震計算書」等より、当該設備の固有値は、水平：0.033 秒、鉛直：剛 (0.033 秒以下) である。固有値が超過周期帯と一致するものの、Ss-3 の超過割合及び Ss-1, 2 に対する現行裕度を踏まえると、認可実績のある評価手法により耐震性を満足する見込みであり、既許可の方針を変更する必要はない。</p> <p><大容量空冷式発電機車></p> <p>平成 27 年 3 月 18 日付け原規発第 1503181 号にて認可された工事計画の添付資料 3-17-8-2-1「大容量空冷式発電機 (ガスタービン機関) の耐震計算書」等より、当該設備の固有値は、水平：0.48 秒、鉛直：0.25 秒以下である。固有周期が超過周期帯と一致していないことから、現行手法により評価基準値を満足する見込みであり、既許可の方針を変更する必要はない。</p> <p><大容量空冷式発電機用燃料タンク></p> <p>平成 27 年 3 月 18 日付け原規発第 1503181 号にて認可された工事計画の添付資料 3-17-8-6「大容量空冷式発電機用燃料タンクの耐震計算書」等より、当該設備の固有値は、水平：0.019 秒、鉛直：剛 (0.033 秒以下) である。固有値が超過周期帯と一致するものの、Ss-3 の超過割合及び Ss-1, 2 に対する現行裕度を踏まえると、認可実績のある評価手法により耐震性を満足する見込みであり、既許可の方針を変更する必要はない。</p> <p><アスファルト貯蔵タンク></p> <p>平成 27 年 3 月 18 日付け原規発第 1503181 号にて認可された工事計画の補足説明資料 KO-1 2.7「工事計画に係る説明資料 (安全設備及び重</p> |

第3-2表 安全審査資料に記載の基準地震動等に対する評価の抽出結果

| 関係条文 | 安全審査資料に記載の基準地震動等に対する評価概要 | 抽出対象 | 左記判断理由 | Ss-3 追加に伴う設計及び工事計画への見直し |
|------|--------------------------|------|--------|---|
| | | | | <p> 大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」等より、当該設備は、最大超過率以上の耐震余裕度を有しており、現行手法により耐震性を満足する見込みであるため、既許可の方針を変更する必要はない。 <燃料取替用水タンク> 平成 27 年 3 月 18 日付け原規発第 1503181 号にて認可された工事計画の添付資料 3-17-3-9「燃料取替用水タンクの耐震計算書」等より、当該設備の固有値は、水平：0.134 秒、鉛直：剛(0.033 秒以下)である。固有値が超過周期帯と一致するものの、Ss-3 の超過割合及び Ss-1, 2 に対する現行余裕度を踏まえると、認可実績のある評価手法の適用及び支持構造物の追設等が可能であることから、耐震安全性を満足する見通しであり、既許可の設計方針を変更する必要はない。 <復水タンク> 平成 27 年 3 月 18 日付け原規発第 1503181 号にて認可された工事計画の添付資料 3-17-3-20「復水タンクの耐震計算書」等より、当該設備の固有値は、水平：0.122 秒、鉛直：剛(0.033 秒以下)である。固有値が超過周期帯と一致するものの、Ss-3 の超過割合及び Ss-1, 2 に対する現行余裕度を踏まえると、認可実績のある評価手法の適用及び支持構造物の追設等が可能であることから、耐震安全性を満足する見通しであり、既許可の設計方針を変更する必要はない。 【周辺斜面及び敷地下斜面のすべり】 平成 27 年 3 月 18 日付け原規発第 1503181 号にて認可された工事計画の添付資料 6 別添 1「可搬型重大事故等対処設備等の保管場所及びアークスルーについて」等より、崩壊した場合でも影響を受けないこと、並びに Ss-3 の超過率及び Ss-1, 2 に対する現行余裕度を踏まえると、現行手法により耐震性を満足する見込みであることを </p> |

第3-2表 安全審査資料に記載の基準地震動等に対する評価の抽出結果

| 関係条文 | 安全審査資料に記載の基準地震動等に対する評価概要 | 抽出対象 | 左記判断理由 | Ss-3 追加に伴う設計及び工事計画への見直し |
|--------------|---|------|--|---|
| 第43条の3第1項第3号 | 第6緊急用保管エリア(拡張部)の健全性に関する説明の中で、Ss に対する送電鉄塔の耐震評価を示している。保管エリアが拡張される予定地には、220kV川内原子力支線が架空している。この送電線が、地震による送電鉄塔の倒壊等により垂下し、保管エリア(拡張部)の機能に影響を及ぼ | × | 設工認の見通しを得るための評価であり、令和元年6月3日付け原規規発第1906035号にて認可された工事計画の添付資料4「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件下における健全性に関する説明書」等でも評価結果が示されており、抽出対象外。 | <p>確認していることから、既許可の方針を変更する必要はない。</p> <p>【液状化及び揺すり込みによる不等沈下】平成27年3月18日付け原規規発第1503181号にて認可された工事計画の添付資料6別添1「可搬型重大事故等対処設備等の保管場所及びアクセルートについて」等より、最大超過率以上の耐震余裕度を有しており現行手法により耐震性を満足する見込みであること、及び段差緩和対策を網羅的に講じており耐震評価による影響は受けられないことを確認していることから、既許可の方針を変更する必要はない。</p> <p>【地盤支持力の不足】平成27年3月18日付け原規規発第1503181号にて認可された工事計画の添付資料6別添1「可搬型重大事故等対処設備等の保管場所及びアクセルートについて」等より、最大超過率以上の耐震余裕度を有しており現行手法により耐震性を満足する見込みであることを確認していることから、既許可の方針を変更する必要はない。</p> <p>【地下構造物に対する事前対策】平成27年3月18日付け原規規発第1503181号にて認可された工事計画の添付資料6別添1「可搬型重大事故等対処設備等の保管場所及びアクセルートについて」等より、保管場所については、地下構造物の影響は受けられないこと、アクセルートについては、鉄板敷設による事前対策を講じており耐震評価による影響は受けられないことを確認していることから、既許可の方針を変更する必要はない。</p> |
| 第43条の3第1項第3号 | 第6緊急用保管エリア(拡張部)の健全性に関する説明の中で、Ss に対する送電鉄塔の耐震評価を示している。保管エリアが拡張される予定地には、220kV川内原子力支線が架空している。この送電線が、地震による送電鉄塔の倒壊等により垂下し、保管エリア(拡張部)の機能に影響を及ぼ | × | 設工認の見通しを得るための評価であり、令和元年6月3日付け原規規発第1906035号にて認可された工事計画の添付資料4「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件下における健全性に関する説明書」等でも評価結果が示されており、抽出対象外。 | <p>確認していることから、既許可の方針を変更する必要はない。</p> <p>【220kV川内原子力支線№2,3鉄塔】当該設備の耐震評価において支配的である水平方向の固有値は、0.349秒以上である。固有値が超過周期帯と一致していないことから、現行手法により耐震性を満足する見込みであり、既許可の方針を変更する必要はない。</p> |

第3-2表 安全審査資料に記載の基準地震動等に対する評価の抽出結果

| 関係条文 | 安全審査資料に記載の基準地震動等に対する評価概要 | 抽出対象 | 左記判断理由 | Ss-3 追加に伴う設計及び工事計画への見直し |
|------------------------------|---|------|--------|-------------------------|
| <p>必要な措置を実施するために必要な技術的能力</p> | <p>すことのないよう、鉄塔について、Ss 耐震性を確認する方針としており、その耐震評価結果についても記載している。 【EM-001 改6 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 設置許可基準規則等への適合性について(緊急時対策所の変更) (設計基準対象施設) (平成29年1月27日) P.34-補足-195】 【EM-002 改9 川内原子力発電所1号炉及び2号炉 設置許可基準規則等への適合性について(緊急時対策所の変更) (重大事故等対処施設) (平成29年1月27日) P.61-8-補足-195】</p> | | | |

第3-3表 設計方針等の変更の必要性の検討結果 (1/3)

| 既許可申請書 | | 基準地震動等に関する記載概要 | 変更 要否 | 左記判断理由 |
|--------|--|---|----------|--|
| 五号 | 発電用原子炉及び付属施設的位置、構造及び設備 | | | |
| 五号 イ | 発電用原子炉施設的位置 | <ul style="list-style-type: none"> 各施設について、設置許可基準規則で求められている支持性能等を有する地盤に設置する。 アクセスルートについて、想定される重大事故等に対処できるよう、地震による影響等を想定する。 | 否 | Ss-3 追加を考慮しても、基準地震動又は弾性設計用地震動による地震力で設計するという設計方針には変更しないため、変更否と判断した。 |
| 五号 ロ | 発電用原子炉施設的一般構造 | <ul style="list-style-type: none"> 耐震構造（基準地震動の応答スペクトル及び時刻歴波形、並びに弾性設計用地震動の設定の考え方を除く。）の設計方針を記載。 基準地震動の応答スペクトル及び時刻歴波形を記載。 | 要 | <p>施工認申請にあたっては、認可実績のある評価手法を採用し、必要により設置許可の設計方針を変更しない範囲での補強工事を実施することで、設置許可申請書の設計方針に基づいた申請が可能であるため、変更否と判断した。</p> <p>Ss-3 の応答スペクトル及び時刻歴波形について反映が必要。</p> <p>Sd-3 の設定にあたっては、Ss-3 に対して係数 0.5 を乗じることとした。係数 0.5 は、現行の基準地震動に対する係数 0.6 とは異なるため、係数設定について反映が必要。</p> <p>震源を特定しない地震動 (Ss-3) を追加しても地殻変動量に変更がないため、変更否と判断した。</p> |
| 五号 ス | その他発電用原子炉の附属施設の構造及び設備 | <ul style="list-style-type: none"> 蓄電池 (3 系統目) について、特に高い信頼性に対する設計方針を記載。 緊急時対策所や通信連絡設備について、基準地震動による地震に対して機能を喪失しない設計とする方針を記載。 | 否 | Ss-3 追加を考慮しても、基準地震動又は弾性設計用地震動による地震力で設計するという設計方針には変更しないため、変更否と判断した。 |
| 十号 | 発電用原子炉の炉心の著しい損傷その他の事故が発生した場合における当該事故に対処するために必要な施設及び体制の整備に関する事項 | <ul style="list-style-type: none"> 地震にも対応できる施設及び体制を整備することを記載。 | 否 | Ss-3 追加を考慮しても、基準地震動又は弾性設計用地震動による地震力で設計するという設計方針には変更しないため、変更否と判断した。 |
| 十号 ハ | 重大事故に至るおそれがある事故（運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故を除く。）又は重大事故 | <ul style="list-style-type: none"> 重大事故等に対する対策の有効性を確認する代表的な事象選定において、PRA の知見を踏まえ、設置許可基準規則等で想定する事故シナシナクスグループ等に含まれない有意な頻度又は影響をもたらすものが新たに抽出されないことを確認することを記載。 | 否 | <p>標準応答スペクトルを考慮しても、地震 PRA に用いる確率論的地震ハザード評価に変更はなく、後段のフラジリティ評価にも影響はないため、地震 PRA の結果に影響はない。新たな事故シナシナクスグループの追加要否を判断する頻度及び影響において、標準応答スペクトルを考慮することによる影響はなく、事故シナシナクスグループ選定の結果に影響はない。（添付資料1）</p> |

本文

第3-3表 設計方針等の変更の必要性の検討結果 (2/3)

| 添付書類 | 既許可申請書 | 基準地震動等に関する記載概要 | 変更要否 | 左記判断理由 |
|--|---|---|------|---|
| 添付書類六 | 変更に係る発電用原子炉施設の場所に関する気象、地盤、水理、地震、社会環境等の状況に関する説明書 | | | |
| 3. | 地盤 | <ul style="list-style-type: none"> 敷地周辺等の地質や地質構造の調査検討結果 | 否 | 標準応答スペクトルを考慮した Ss-3 の追加は、地質や地質構造の調査検討結果と関係ない。 |
| 5. | 地震 | <ul style="list-style-type: none"> 川内1号炉は設計用地震基盤加速度、2号炉は基準地震動 S1、S2 の策定方針及び策定結果について記載。 | 否 | 標準応答スペクトルを考慮した Ss-3 の追加は、旧指針に基づく基準地震動等と関係ない。 |
| 7. | 発電用原子炉設置変更許可申請（平成27年12月17日申請）に係る気象、地盤、水理、地震、社会環境等 | | | |
| 7. 3 | 地盤 | <ul style="list-style-type: none"> 敷地周辺等の地質や地質構造の調査検討結果 | 否 | 標準応答スペクトルを考慮した Ss-3 の追加は、地質や地質構造の調査検討結果と関係ない。 |
| 7. 5 | 地震 | <ul style="list-style-type: none"> 基準地震動 Ss の策定方針及び策定結果について記載 | 要 | Ss-3 の策定方針及び策定結果について反映が必要。 |
| 7. 6 | 原子炉建屋等の基礎地盤及び周辺斜面の安定性 | <ul style="list-style-type: none"> 基礎地盤の安定性評価結果 周辺斜面の安定性評価結果 | 要 | Ss-3 に対する基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価について反映が必要。 |
| 7. 7 | 津波 | <ul style="list-style-type: none"> 地震に伴う津波について検討し、重畳も考慮した上で基準津波を設定している。 | 否 | 標準応答スペクトルを考慮した Ss-3 の追加は基準津波の波源と関係ない。 |
| 7. 8 | 火山 | <ul style="list-style-type: none"> 火山性地震について、文献調査に基づいて影響がないことを確認している。 | 否 | 標準応答スペクトルを考慮した Ss-3 の追加は火山影響評価と関係ない。 |
| 添付書類八 | 変更後における発電用原子炉施設の安全設計に関する説明書 | <ul style="list-style-type: none"> 各施設の耐震設計（自然条件との荷重の組合せの考え方を含む）の基本方針について記載。 弾性設計用地震動の設定の考え方、応答スペクトル及び時刻歴波形を記載。 耐津波構造（入力津波による水位変動に、地震による地殻変動量を安全側に考慮）の設計方針を記載。 | 否 | Ss-3 追加を考慮しても、基準地震動又は弾性設計用地震動による地震力で設計するという設計方針には変更ないため、変更否と判断した。 |
| 1. | 安全設計 | | 要 | Sd-3 の係数設定、並びに Sd-3 の応答スペクトル及び時刻歴波形について反映が必要。 |
| | | | 否 | Ss-3 を追加しても、地殻変動量に変更がないため、変更否と判断した。 |
| <p>本記載内容は、商業機密あるいは防護上の観点から、公開できません。</p> <p>本記載内容は「川内原子力発電所 審査資料 S s s - 2 - 2（参考）」に示す。</p> | | | | |

第3-3表 設計方針等の変更の必要性の検討結果 (3/3)

| 既許可申請書 | 基準地震動等に関する記載概要 | 変更 要否 | 左記判断理由 |
|--------|---|----------|---|
| 2. | プラント配置 | 否 | Ss-3追加を考慮しても、基準地震動又は弾性設計用地震動による地震力で設計するという設計方針には変更ないため、変更否と判断した。 |
| 3. | 発電用原子炉及び炉心 | 否 | Ss-3追加を考慮しても、基準地震動又は弾性設計用地震動による地震力で設計するという設計方針には変更ないため、変更否と判断した。 |
| 4. | 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設 | | |
| 5. | 原子炉冷却系統施設 | | |
| 6. | 計測制御系統施設 | | |
| 7. | 放射性廃棄物の廃棄施設 | | |
| 9. | 原子炉格納施設 | | |
| 10. | その他発電用原子炉の附属施設 | 否 | Ss-3追加を考慮しても、基準地震動又は弾性設計用地震動による地震力で設計するという設計方針には変更ないため、変更否と判断した。 |
| 添付書類十 | 変更後における発電用原子炉施設において事故が発生した場合における当該事故に対処するために必要な施設及び体制の整備に関する説明書 | 否 | 標準応答スペクトルを考慮しても、地震PRAに用いる確率論的地震ハザード評価にも影響はない。後段のフラジリティ評価にも影響はない。地震PRAの結果に影響はない。新たな事故シナシナシグループの追加要否を判断する頻度及び影響において、標準応答スペクトルを考慮することによる影響はなく、事故シナシグループ選定の結果に影響はない。(添付資料1) |
| 添付書類 | 重大事故等への対処に係る措置の有効性評価の基本的考え方」の追補 | 否 | 標準応答スペクトルを考慮しても、地震PRAに用いる確率論的地震ハザード評価にも影響はない。後段のフラジリティ評価にも影響はない。地震PRAの結果に影響はない。新たな事故シナシナシグループの追加要否を判断する頻度及び影響において、標準応答スペクトルを考慮することによる影響はなく、事故シナシグループ選定の結果に影響はない。(添付資料1) |

4. まとめ

既許可申請書及び安全審査資料から、基準地震動等に対する設計方針や評価結果の記載を抽出し、Ss-3の追加に伴い記載内容に変更が生じるか検討した。

その結果、既許可申請書には、基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価並びに基準地震動の策定結果以外については、基準地震動等に対する設計方針の記載であることを確認した。弾性設計用地震動の設定にあたっては、基準地震動 Ss-3 に対して係数 0.5 を乗じることで、基準地震動 S₁ の応答スペクトルを包絡することを確認したため、これを弾性設計用地震動 Sd-3 として設定した。

また、基準地震動等に対する設計方針を作成するに際し、安全審査資料において実施している基準地震動等に対する評価については、以下の(1)又は(2)の事項に該当することから、既許可申請書に記載の設計方針に影響を与えるものではないことを確認した。

- (1) 基準地震動等の追加が、その評価結果や考察に影響を与えないこと
- (2) 設計及び工事計画認可申請書に対する見通しを示すものであって、改めて設計及び工事計画認可申請書若しくは同申請書の補足説明資料にて評価結果を示している内容については、基準地震動 Ss-3 の超過周期及び超過割合を踏まえ、既許可申請書の設計方針を変更する必要はないこと

追加する基準地震動 Ss-3 の超過周期及び超過割合は、水平方向については、約 0.2 秒より短周期側において最大 5 割程度、鉛直方向については、主に約 0.1 秒より短周期側において最大 7 割程度である。基準地震動 Ss-3 追加に伴う施設への影響について、新規制基準適合性設工認以降の既設工認申請書に評価結果が記載された施設を対象として、網羅的に確認した結果、いずれも認可実績のある評価手法の適用及び支持構造物の追設等が可能であることから、耐震安全性を満足する見通しであり、既許可の設計方針を変更する必要はないことを確認した。

なお、設計及び工事計画認可申請においては、認可実績のある評価手法を採用し、必要に応じて支持構造物の追設等の耐震工事等を実施することで、設置変更許可申請書の設計方針に基づいた申請を行う。

以上の確認結果を基に、標準応答スペクトルを考慮した評価に基づき策定した基準地震動 Ss-3 を追加した設置変更許可を申請した。

標準応答スペクトル考慮に伴う事故シーケンスグループ選定への影響について

1. はじめに

標準応答スペクトル考慮に伴い、既許可におけるPRAの結果を踏まえた重大事故等対策の有効性評価を行うための事故シーケンスグループの選定に対する影響がないことを確認するものである。

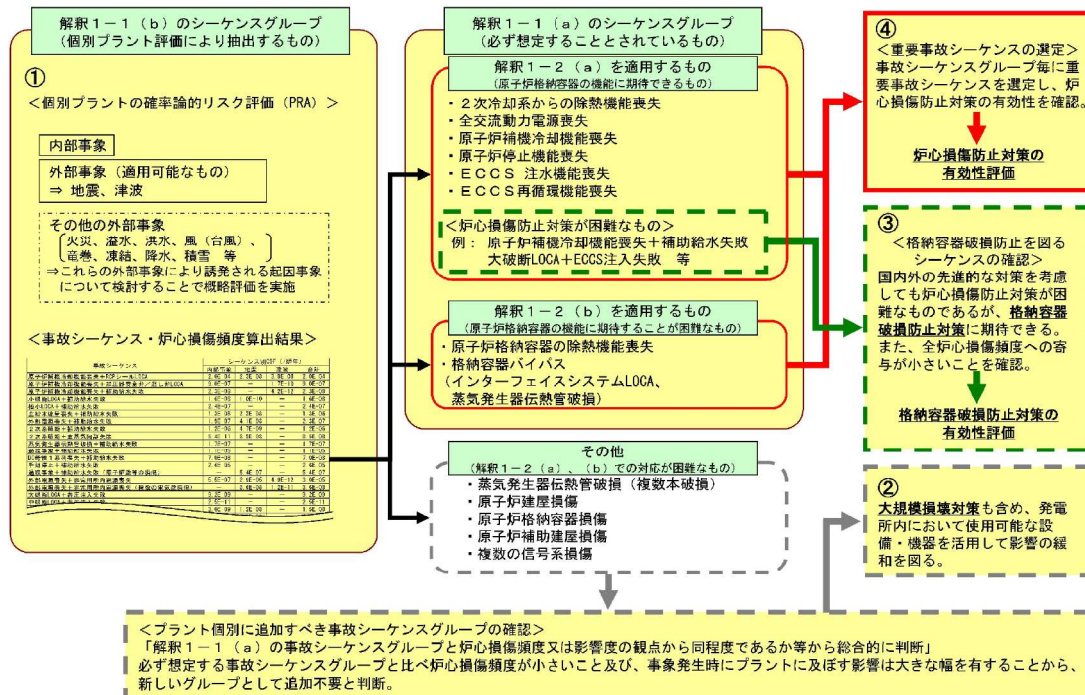
2. PRAを用いた事故シーケンスグループの選定（既許可）

重大事故等対策の有効性評価を行うための事故シーケンスグループ及び重要事故シーケンス選定の全体プロセスを第2-1図に示す。事故シーケンスグループの選定にあたっては、内部事象PRAに加え、内部事象PRAでは想定していない複数機能・複数機器の同時喪失を伴う事象の発生を考慮した地震及び津波PRAを用いている。

内部事象並びに地震及び津波PRAの結果から得られた事故シーケンスについて、喪失した機能及び炉心損傷に至った主要因の観点から分類し、グループ化を行っている。このうち、実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（以下「解釈」という。）に基づき必ず想定する事故シーケンスグループと直接的に対応しない外部事象特有の事象として、

- ・ 原子炉建屋損傷
- ・ 原子炉格納容器損傷
- ・ 原子炉補助建屋損傷
- ・ 複数の信号系損傷
- ・ 蒸気発生器伝熱管破損（複数本破損）

の事故シーケンスを抽出している。これらの事故シーケンス全体を1つの外部事象特有の事故シーケンスグループとし、解釈で必ず想定するとされている事故シーケンスグループと異なる新たな事故シーケンスグループとしての追加の可否について、頻度及び影響の観点から検討している。その結果、小規模な事象を含めても全炉心損傷頻度に対する寄与が極めて小さいこと、大規模な事故に至る頻度はさらに小さく、仮に発生したとしても影響を緩和する対策を整備していることから、解釈に基づき必ず想定するとされている事故シーケンスグループと比較して有意な頻度又は影響をもたらすものではなく、事故シーケンスグループとして新たに追加する必要はないと総合的に判断している。



第 2-1 図 事故シーケンスグループ及び重要事故シーケンス選定の全体プロセス

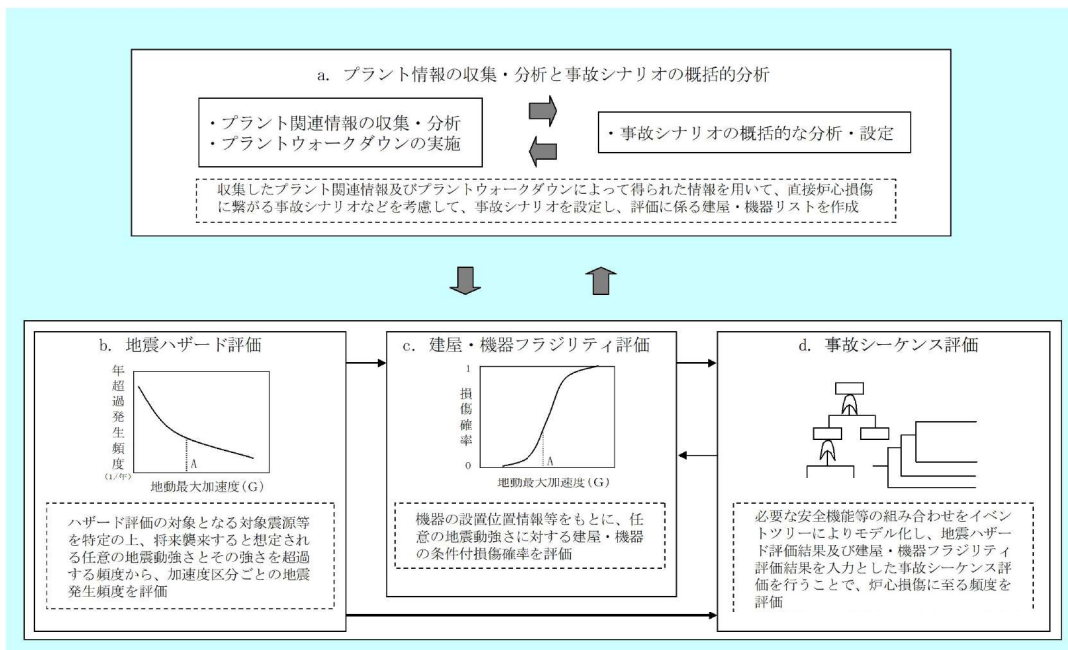
(平成 26 年 9 月 10 日許可に係る添付書類十追補 2. I 事故シーケンスグループおよび重要事故シーケンス等の選定について 第 1-1 図 事故シーケンスグループ及び重要事故シーケンス選定の全体プロセス の再掲)

3. 標準応答スペクトル考慮に伴う地震 P R A 及び事故シーケンスグループの選定への影響

2. のとおり、事故シーケンスグループの選定における地震事象特有の事故シナリオは、炉心損傷頻度に対する寄与が極めて小さいことから、仮に標準応答スペクトルを考慮しても事故シーケンスグループの選定に影響はないと考えられる。しかしながら、地震 P R A の各評価ステップに沿って、標準応答スペクトルを考慮した場合の影響を以下のとおり検討し、地震 P R A 及び事故シーケンスグループの選定への影響を確認した。

(1) 地震 P R A の評価手法

地震レベル 1 P R A の評価フローを第 3-1 図に示す。地震レベル 1 P R A は地震ハザード評価に基づき実施しており、地震ハザード評価が変更となれば、後段の fragility 評価や事故シーケンス評価にも影響を与えることとなる。既許可における確率論的地震ハザードに基づく P R A の結果を踏まえた重大事故等対策の有効性評価を行うための事故シーケンスグループの選定について、地震 P R A の各評価ステップに沿って、標準応答スペクトルを考慮した場合の影響について確認する。



第3-1図 地震レベル1 PRAの評価フロー

(2) 標準応答スペクトル考慮に伴う地震PRAへの影響

① 確率論的地震ハザードへの影響

既許可申請書（平成25年7月8日申請、平成26年9月10日許可）の添付書類六「7.5地震」で基準地震動の超過確率参照のために実施した確率論的地震ハザード解析は、日本原子力学会「原子力発電所の地震を起因とした確率論的安全評価実施基準：2007」に基づき、一つの地震に対して、震源の位置、地震の規模及び発生頻度を特定して扱うモデルから評価する方法（特定震源モデルに基づく方法）及び個々の地震の震源を個別に扱わずに、ある広がりを持った領域の中で発生する地震群として扱うモデルから評価する方法（領域震源モデルに基づく評価方法）にて評価を行っている。このうち、領域震源モデルに基づく方法では、震源を特定せず策定する地震動に対する評価が含まれており、地震の規模と頻度を事前に特定することができない地震に対して、最大地震規模M7.1に対する評価を実施していることから、標準応答スペクトル（最大地震規模M6.9程度）を踏まえても確率論的地震ハザード評価の変更は不要であり、確率論的地震ハザードに影響はない。

標準応答スペクトルを考慮した地震動による基準地震動 S_{s-3} を含む基準地震動 S_s の応答スペクトルと特定震源モデル及び領域震源モデルの双方に基づく一様ハザードスペクトルとの比較図を第3-2図に示す。基準地震動 S_s の超過確率は、 $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 程度であり、既許可評価と同等である。

既許可申請書の地震PRAにおいては、全周期帯に亘って地震動レベルが大きく、川内原子力発電所の代表的な地震動である Ss-1 の応答スペクトルと一様ハザードスペクトルの比較を示している。標準応答スペクトルを考慮した基準地震動 Ss-3 の応答スペクトルは、短周期帯で基準地震動 Ss-1 を上回るが、標準応答スペクトルを考慮した基準地震動 Ss-3 を追加しても、前述の通り確率論的地震ハザードへの影響はなく、確率論的地震ハザードから算出する一様ハザードスペクトルについても同様に変更はない。

② フラジリティへの影響

建屋フラジリティ評価では、現実的耐力と現実的応答による方法を採用した評価を、機器フラジリティ評価では、耐力係数と応答係数による方法を採用した評価を行っている。いずれの評価とも、確率論的地震ハザードから算出する一様ハザードスペクトルを用いている。

標準応答スペクトルを考慮した場合でも、「① 確率論的地震ハザードへの影響」とおり影響はないことから、確率論的地震ハザードから算出される一様ハザードスペクトルについても影響はない。このため、フラジリティ評価に影響はない。

③ 炉心損傷頻度への影響

炉心損傷頻度は、地震ハザード評価と建屋・機器フラジリティ評価に基づき事故シーケンス評価によって算出される。「① 確率論的地震ハザードへの影響」及び「② フラジリティへの影響」より、標準応答スペクトルを考慮した場合でも、確率論的地震ハザード評価及びフラジリティ評価に影響を与えるものでないことから、すべての事故シーケンスの炉心損傷頻度への影響はない。

(3) 標準応答スペクトル考慮に伴う事故シーケンスグループへの影響

標準応答スペクトルを考慮した場合においても、これまで認識されていない地震による建屋、機器の損傷や損傷形態が生じることは考えられない。このため、外部事象特有の事故シーケンスとして抽出されている 5 事象以外の新たな外部事象特有の事故シーケンスは抽出されない。また、新たな事故シーケンスグループの追加可否を検討した際の頻度及び影響の観点について、標準応答スペクトルを考慮することによる外部事象特有の事故シーケンスとして抽出されている 5 事象への影響を整理した。

頻度の観点については、「(2) 標準応答スペクトル考慮による地震PRAへの影響」により、標準応答スペクトルを考慮した場合においても炉心損傷頻度への影響はない。このため、全炉心損傷頻度に対する外部事象特有の事故シーケンスの寄与

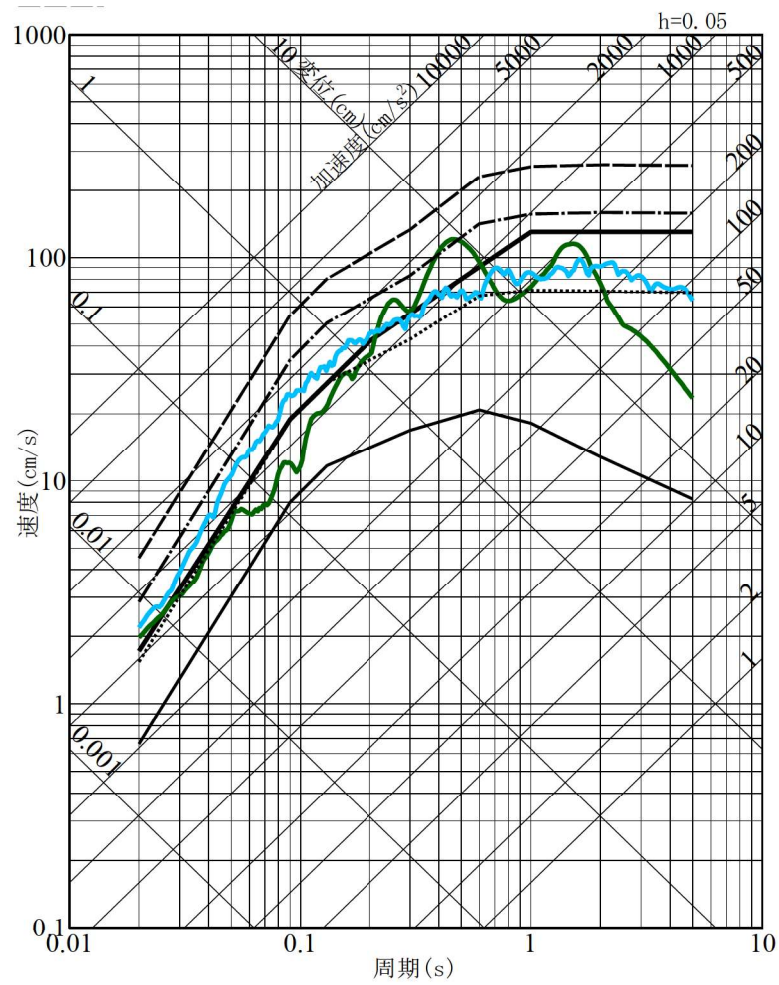
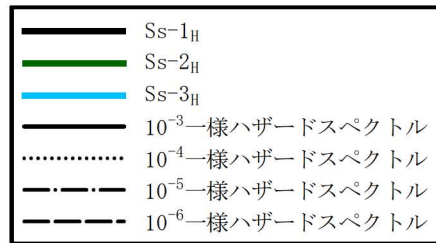
割合が極めて小さいことには変わりはなく、頻度の観点において、外部事象特有の事故シーケンスグループとして新たに追加する必要はない。

影響の観点については、外部事象特有の事象が発生した場合に影響を緩和する対策を既許可において整備している。このため、仮に標準応答スペクトルに相当する地震により外部事象特有の事象が発生したとしても、整備済みの対策で対応可能であり、影響の観点において、外部事象特有の事故シーケンスグループとして新たに追加する必要はない。

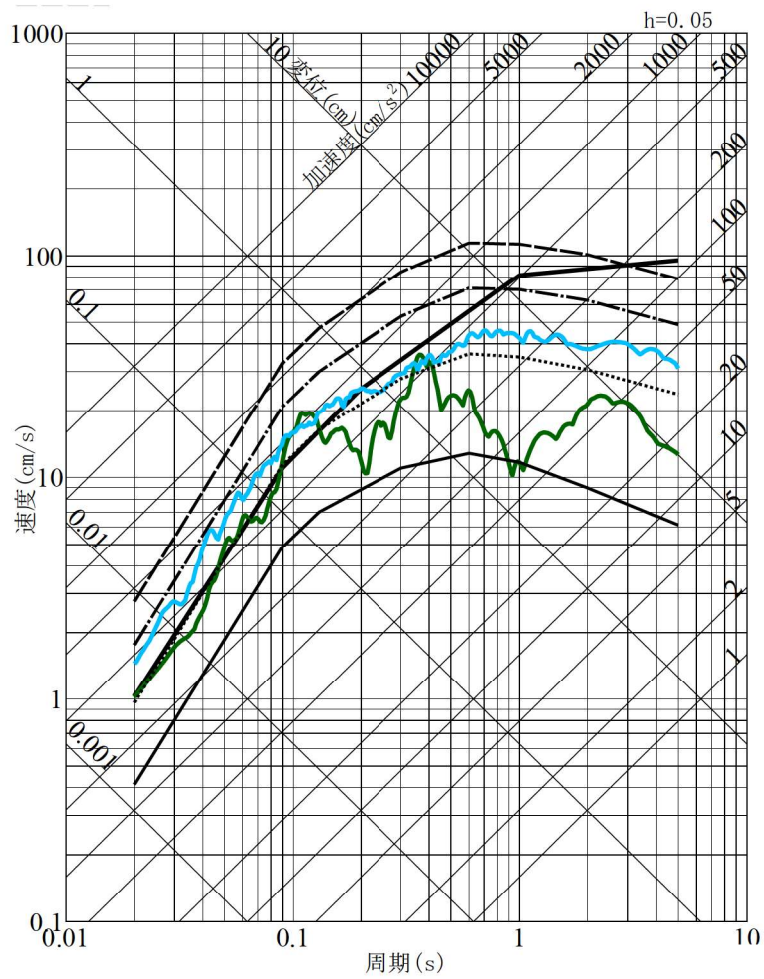
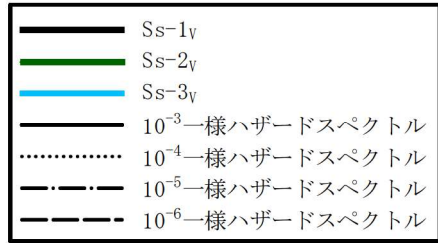
4. まとめ

標準応答スペクトルを考慮しても、地震PRAに用いる確率論的地震ハザード評価の変更は不要であり、後段の脆弱性評価にも影響ないため、地震PRAに影響はない。このため、新たな事故シーケンスグループの追加についても、追加要否を検討した際の頻度及び影響の観点から、標準応答スペクトルを考慮することによる事故シーケンスグループの追加の必要はない。よって、既許可における事故シーケンスグループ選定の評価に影響はない。

以 上



第 3-2 図(1) 基準地震動と一様ハザードスペクトルの比較
(水平方向)



第 3-2 図(2) 基準地震動と一様ハザードスペクトルの比較
(鉛直方向)

表 PRA結果に基づく新たな事故シナリオグループの検討

(平成26年9月10日許可に係る添付書類+追補2. I 事故シナリオグループおよび重要事故シナリオ等)の選定について 第1-7表 PRA結果に基づく新たな事故シナリオグループの検討 (の再掲)

| 事故シナリオ | シナリオ別CDF (7年) | | 寄与割合 | 核心損傷に至る 主要因 | グループ別 CDF (7年) | 全CDFへの 寄与割合 | 事故シナリオ グループ | 規則解釈 |
|---|---------------|---------|---------|----------------------|-------------------|----------------|----------------|---------|
| | 内部事象 | 地震 | | | | | | |
| 原子炉補機冷却機能喪失+DCPシナリオLOCA | 2.0E-04 | 3.8E-08 | 2.0E-04 | サブポート機能 (補機冷却機能) の喪失 | 2.0E-04 | 72.4% | 原子炉補機冷却機能喪失 | 1-2 (a) |
| 原子炉補機冷却機能喪失+加圧器速がし弁/安全弁LOCA | 9.0E-07 | 1.7E-10 | 9.0E-07 | 蒸気発生器からの除熱-失敗 | 4.0E-05 | 14.6% | 2次冷却系からの除熱機能喪失 | |
| 原子炉補機冷却機能喪失+補助給水失敗 | 2.3E-08 | 4.2E-12 | 2.3E-08 | | | | | |
| 小破断LOCA+補助給水失敗 | 1.6E-08 | 1.0E-10 | 1.6E-08 | | | | | |
| 種別LOCA+補助給水失敗 | 2.4E-07 | — | 2.4E-07 | | | | | |
| 主給水流量喪失+補助給水失敗 | 1.3E-06 | 2.3E-08 | 1.3E-06 | | | | | |
| 外部電源喪失+補助給水失敗 | 1.9E-07 | 4.1E-08 | 1.9E-07 | | | | | |
| 2次冷却系の破断+補助給水失敗 | 1.2E-06 | 7.7E-09 | 1.2E-06 | | | | | |
| 2次冷却系の破断+主蒸気隔離失敗 | 5.4E-11 | 8.5E-08 | 8.5E-08 | | | | | |
| 蒸気発生器伝熱管破損+補助給水失敗 | 1.7E-07 | — | 1.7E-07 | | | | | |
| 過渡事象+補助給水失敗 | 1.1E-05 | — | 1.1E-05 | | | | | |
| DC母線1系列喪失+補助給水失敗 | 7.0E-08 | — | 7.0E-08 | | | | | |
| 手動停止+補助給水失敗 | 2.6E-05 | — | 2.6E-05 | | | | | |
| 炉内構造物損傷 (過渡事象+補助給水失敗) | — | 3.1E-07 | 3.1E-07 | | | | | |
| 外部電源喪失+非常用所内交流電源喪失 | 5.5E-07 | 2.9E-05 | 3.0E-05 | サブポート機能 (電源機能) の喪失 | 3.0E-05 | 10.7% | 全交流動力電源喪失 | |
| 小破断LOCA+高圧注入失敗 | 4.1E-07 | 6.2E-09 | 4.2E-07 | 1次系固有水の喪失 | 2.3E-06 | 0.8% | ECCS注水機能喪失 | |
| 小破断LOCA+高圧注入失敗 | 1.3E-06 | 3.0E-07 | 1.6E-06 | | | | | |
| DC母線1系列喪失+加圧器速がし弁/安全弁LOCA+高圧注入失敗 | 3.6E-12 | — | 3.6E-12 | | | | | |
| 種別LOCA+高圧注入失敗 | 2.4E-07 | — | 2.4E-07 | | | | | |
| 大破断LOCA+高圧注入失敗 | 9.2E-09 | — | 9.2E-09 | | | | | |
| 大破断LOCA+高圧注入失敗 | 2.5E-11 | — | 2.5E-11 | | | | | |
| 大破断LOCA+高圧注入失敗 | 3.0E-09 | 1.2E-08 | 1.3E-08 | | | | | |
| 大破断LOCA+高圧注入失敗 (Excess LOCA) | 3.5E-08 | — | 3.5E-08 | | | | | |
| 大破断LOCA+低圧再循環失敗 | 1.3E-07 | 1.4E-09 | 1.3E-07 | | | | | |
| 大破断LOCA+低圧再循環失敗 | 2.1E-07 | 7.8E-10 | 2.1E-07 | | | | | |
| 小破断LOCA+低圧再循環失敗 | 6.7E-07 | 2.0E-08 | 6.9E-07 | | | | | |
| DC母線1系列喪失+低圧再循環失敗 | 4.8E-11 | — | 4.8E-11 | | | | | |
| DC母線1系列喪失+加圧器速がし弁/安全弁LOCA+低圧再循環失敗 | 7.3E-10 | 7.8E-10 | 7.4E-08 | 炉心の長期冷却に失敗 | 1.4E-06 | 0.5% | ECCS再循環機能喪失 | |
| 小破断LOCA+高圧再循環失敗 | 2.4E-07 | 2.0E-08 | 2.6E-07 | 反応度抑制に失敗 | 1.1E-06 | 0.4% | 原子炉停止機能喪失 | |
| 小破断LOCA+高圧再循環失敗 | 2.5E-11 | — | 2.5E-11 | | | | | |
| 原子炉トリップが必要な起因事象+原子炉トリップ失敗 | 4.0E-08 | 1.1E-06 | 1.1E-06 | | | | | |
| 中破断LOCA+格納容器スプレイ注入失敗 | 6.8E-09 | — | 6.8E-09 | | | | | |
| 小破断LOCA+格納容器スプレイ注入失敗 | 2.2E-08 | — | 2.2E-08 | | | | | |
| DC母線1系列喪失+加圧器速がし弁/安全弁LOCA+格納容器スプレイ注入失敗 | 2.2E-11 | — | 2.2E-11 | | | | | |
| 中破断LOCA+格納容器スプレイ再循環失敗 | 2.5E-07 | — | 2.5E-07 | | | | | |
| 小破断LOCA+格納容器スプレイ再循環失敗 | 8.1E-07 | — | 8.1E-07 | | | | | |
| DC母線1系列喪失+加圧器速がし弁/安全弁LOCA+格納容器スプレイ再循環失敗 | 3.0E-11 | — | 3.0E-11 | | | | | |
| インターフェースシステムLOCA | 2.1E-07 | — | 2.1E-07 | | | | | |
| 蒸気発生器伝熱管破損+破損側蒸気発生器の隔離失敗 | — | 3.7E-11 | 3.7E-11 | 格納容器貫通配管からの漏えい防止 | 2.1E-07 | <0.1% | 格納容器バイパス | |
| 原子炉建屋損傷 | — | 2.7E-11 | 2.7E-11 | 外部事象による大規模な損傷 | — | — | — | |
| 原子炉格納容器損傷 | — | 3.3E-09 | 3.3E-09 | | | | | |
| 原子炉補助建屋損傷 | — | 3.6E-08 | 3.6E-08 | | | | | |
| 複数の信号系統 | — | 2.3E-07 | 2.3E-07 | | | | | |
| 蒸気発生器伝熱管破損 (複数本破損) | — | 7.0E-08 | 7.0E-08 | | | | | |
| 合計 | 2.5E-04 | 3.1E-05 | 2.8E-04 | — | 2.8E-04 | 100% | — | |

ハッチング: 地震、津波特有の事象で、解釈に基づき想定する事故シナリオグループと直接的に対応しないもの

※1: 蒸気発生器伝熱管破損 (複数本破損) に含まれる。

※2: 全炉心損傷頻度への寄与及び影響度の観点から他の事故シナリオグループと比較し、新たな事故シナリオグループとしての追加は不要と判断。

ε: 1.0E-11未満

基準津波と組み合わせる地震について

1. はじめに

基準津波と組み合わせる地震の考え方については、平成26年9月10日付け原規規発第1409102号で許可を受けた設置変更許可において、「余震の発生の可能性を検討した上で、必要に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組合せを考慮する。」としている。

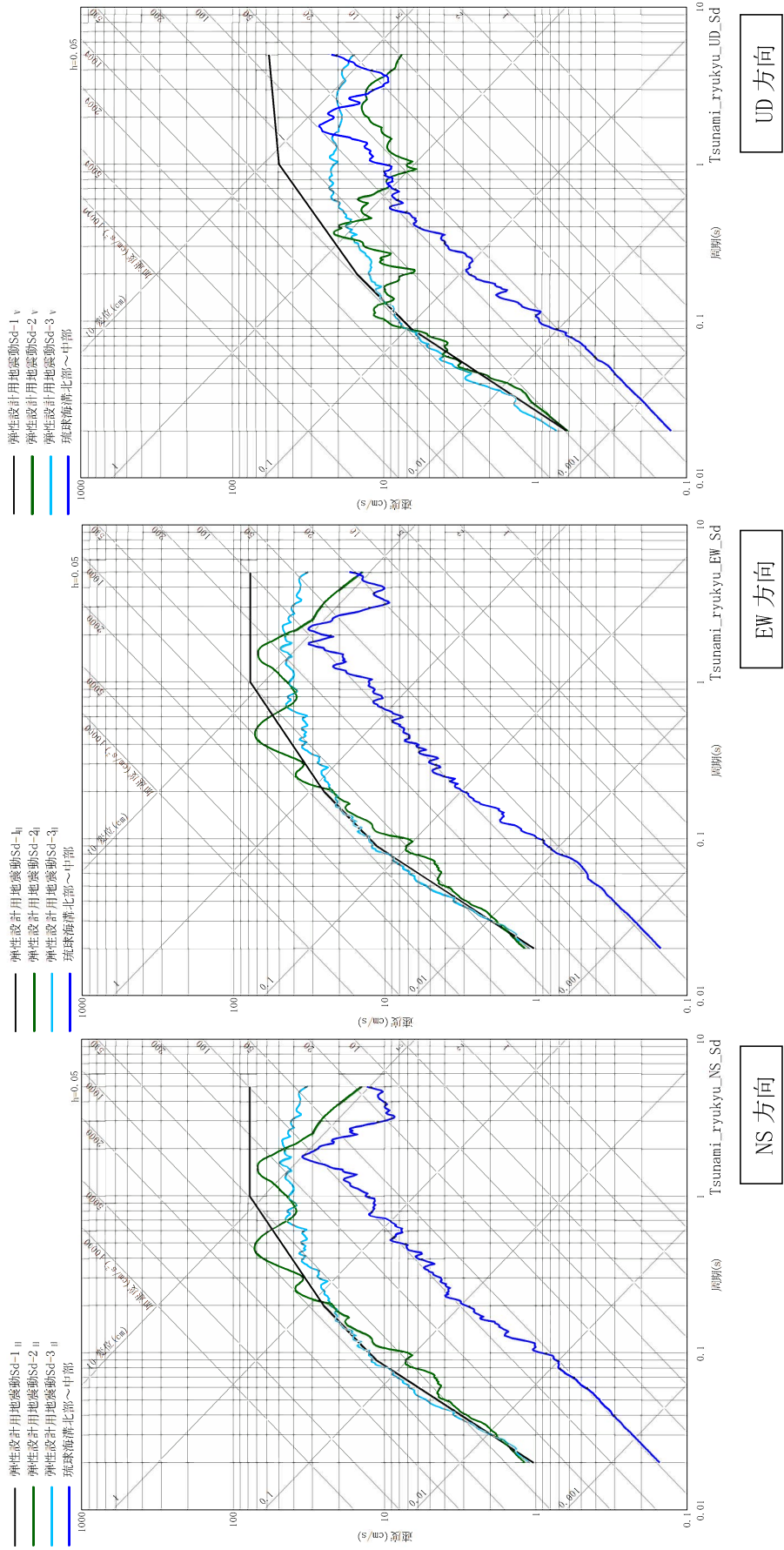
この許可を受けた方針に基づき、平成27年3月18日付け原規規発第1503181号及び平成27年5月22日付け原規規発第1505221号で認可された工事計画認可申請書において、「基準津波については地震 (Sd) と雪の荷重を、施設の形状、配置に応じて考慮する。」と、具体的な設計方針を策定している。

本資料では、基準津波と組み合わせる地震について、弾性設計用地震動 Sd とした根拠を整理し、標準応答スペクトルに基づく弾性設計用地震動 Sd-3 の追加がこの方針に影響しないことを確認するものである。

2. 基準津波と組み合わせる地震の考え方

川内 1 号炉及び川内 2 号炉の基準津波の波源は、琉球海溝北部～中部を対象として設定している。基準津波と余震の荷重の組合せを考慮すべき設備の設計にあたって、余震による地震荷重は、基準津波の波源の活動に伴い発生する本震に対して保守性を有する弾性設計用地震動 Sd を考慮する。(第 2-1 図参照)

以上の考え方及び詳細な説明については、平成 27 年 3 月 16 日提出の資料番号 K0-118 改 1 「川内原子力発電所 1 号機工事計画に係る説明資料 (耐震設計上重要な設備を設置する施設に関する説明書 (自然現象への配慮に関する説明を含む))」及び平成 27 年 5 月 13 日提出の資料番号 K0-220 改 1 「川内原子力発電所 2 号機工事計画に係る説明資料 (耐震設計上重要な設備を設置する施設に関する説明書 (自然現象への配慮に関する説明を含む))」のうち「資料 2 工事計画に係る補足説明資料 (津波) 5.1 地震と津波の組合せで考慮する荷重について」に記載している。



第2-1図 基準津波の波源の活動に伴う本震と弾性設計用地震動Sdの応答スペクトルの比較

3. 標準応答スペクトルに基づく弾性設計用地震動 Sd-3 の追加に伴う影響

標準応答スペクトルに基づく弾性設計用地震動 Sd-3 は、震源を特定せず策定する地震動であり、同地震動を追加したとしても、川内 1 号炉及び川内 2 号炉の基準津波の波源の考慮に影響を及ぼすものではない。

また、今回の設置変更許可申請は震源を特定せず策定する地震動として標準応答スペクトルを考慮した地震動を追加する旨の申請であり、余震として設定した基準津波の波源の活動に伴う本震と弾性設計用地震動 Sd の応答スペクトルの大小関係についても影響を及ぼすものではない。

このことから、標準応答スペクトルに基づく弾性設計用地震動 Sd-3 を追加したとしても、基準津波と組み合わせる地震として、弾性設計用地震動 Sd を考慮するとの考え方に変更はない。

以 上

既許可の設計方針が変更不要であることの確認

1. 概要

川内 1, 2 号機の標準応答スペクトルに基づく基準地震動（以下「Ss-3」という。）の追加に伴う施設への影響について、新規制基準適合性設工認以降の既設工認申請書に評価結果が記載された施設を網羅的に確認した結果、いずれの施設についても、認可実績のある評価手法の適用及び支持構造物の追設等が可能であることから、耐震安全性を満足する見通しであり、既許可の設計方針を変更する必要はないことを確認した。

本資料では、耐震工事の可能性のある設備を抽出し、耐震安全性を満足する見通しを有することを定量的に示すことで、既許可の設計方針が変更不要であることを説明する。

2. 耐震工事の可能性のある設備の抽出

川内 1, 2 号機の新規制基準適合性設工認以降の既設工認申請書に評価結果が記載された施設を網羅的に確認し、耐震工事の可能性のある設備を抽出した。検討フローを図 1 に、抽出した設備を表 1 に示す。

なお、川内 1 号と 2 号では建設時に適用した耐震指針が異なる（川内 1 号：旧指針*前プラント、川内 2 号：旧指針*後プラント）ことから、抽出結果に差異が生じている。

※発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（昭和 53 年 9 月原子力委員会決定）

3. 耐震安全性の見通しに係る検討

3. 1 検討方針

耐震性を確保する支持構造物の設計は主に地震動レベルにより決定されることから、地震動レベルが大きい玄海 3, 4 号機の支持構造物は、川内 1, 2 号機に比べ、より耐震性の高い支持構造物を有する設計となっている。

このことから、川内 1, 2 号機の耐震安全性を満足する見通しの確認のために、玄海 3, 4 号機と同様設備（川内 1, 2 号機の設備本体の基本仕様と大きな差がない設備）を参考に検討を行う。

3. 2 検討方法

表 1 に示す耐震工事の可能性のある設備について、川内 1, 2 号機の設備と玄海 3, 4 号機の設備に同様設備があれば、川内 1, 2 号機の設備は玄海 3, 4 号機の支持構造物と同様の仕様に改造することが可能との前提に基づき、以下の通り検討した。検討フローを図 1 に、検討イメージを別紙 1 に示す。

(1) 川内 1, 2 号機の設備と同様設備が、玄海 3, 4 号機にあるかを確認。

(2) 玄海 3, 4 号機と同様設備の既設工認の基準地震動（以下「Ss-1~5」という。）に基づく既設工認の裕度（裕度（玄海））を確認。

- (3) 玄海 3, 4号機の設備の1次固有周期における応答比(玄海 3, 4号機の $S_s-1\sim 5$ の包絡波と川内 1, 2号機の S_s-3 の応答スペクトル比: 応答比(玄海))を算出。
- (4) 裕度(玄海)と応答比(玄海)を比較し、「裕度(玄海) / 応答比(玄海) ≥ 1 」の場合は、見通しを有する。1未満の場合は、個別検討を実施する。

なお、復水タンク、燃料取替用水タンク、障壁及び配管については、以下の理由により、玄海 3, 4号機に同様設備がないことから、個別検討を実施する。

- ・復水タンク及び燃料取替用水タンクの理由

最小裕度部位が容器本体の胴板部であり、胴板部に対する耐震工事を実施した同様設備が玄海にないこと。

- ・障壁の理由

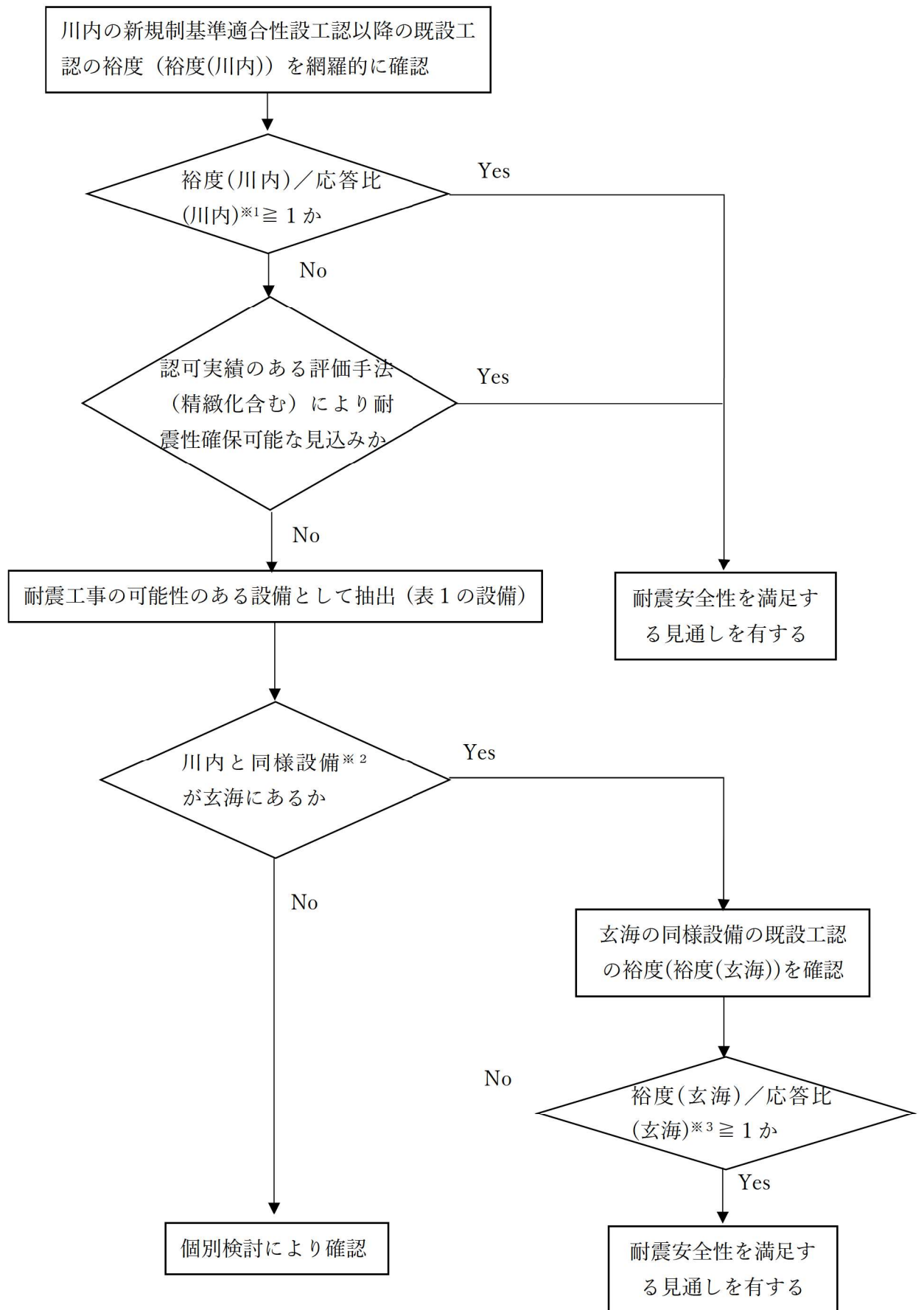
最小裕度部位が溝形鋼の水平はりであり、同様設備が玄海にないこと。

- ・配管の理由

敷設ルートが多種多様であること。

4. 検討結果

検討結果を表 1 に示す。検討の結果、いずれの設備も耐震安全性を満足する見通しが得られたことから、既許可の設計方針が変更不要であることを確認した。



- ※1 応答比（川内）：川内新 S_s (S_s-3) と川内既設工認の S_s ($S_s-1,2$) の応答スペクトル比
- ※2 同様設備：設備本体の基本仕様に大きな差がない設備
- ※3 応答比（玄海）：川内新 S_s (S_s-3) と玄海既設工認の S_s ($S_s-1\sim 5$) の応答スペクトル比

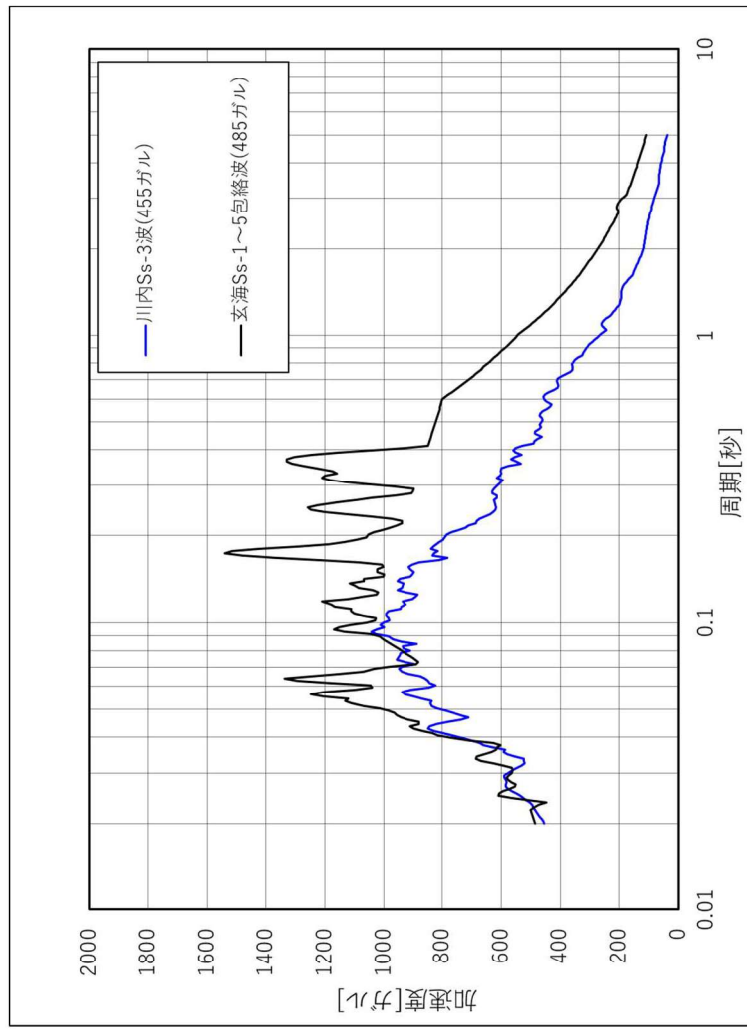
図1 検討フロー

表1 耐震工事の可能性がある設備※に対する耐震安全性の見通し

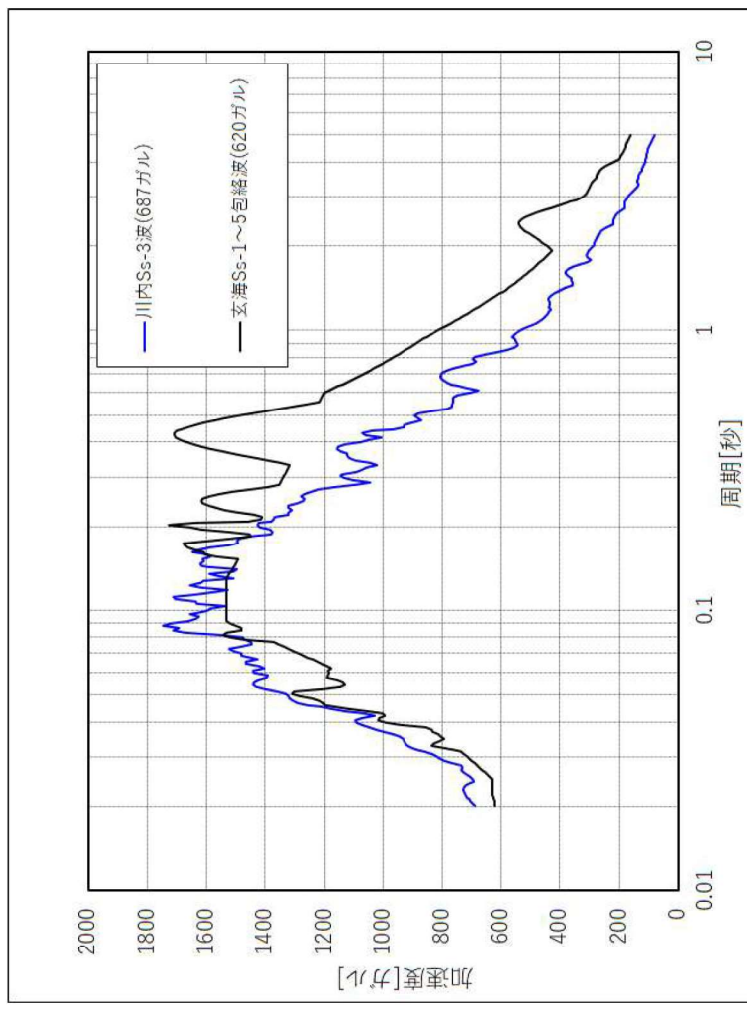
| 耐震工事の可能性がある設備※ (抽出結果) | | | | | 耐震安全性の見通しに係る検討 | | | | |
|-----------------------|----------------|-----------------------|------------------------|--------------|-----------------------------------|---|--------------------|--|-------|
| プラント | 設備 | Ss 評価区分 | 1次固有周期 (s) | 既設工認の最小裕度 | 裕度(玄海) 玄海3,4号機の 同様設備の現行裕度 | 応答比(玄海) ^(注7) 玄海3,4号機の同様設備の1次固有周期の最大応答スペクトル比 | 裕度(玄海)/応答比(玄海) ≥ 1 | 耐震安全性の見通しの有無 | 備考 |
| 川内1号機 | 復水タンク | Sクラス | 水平: 0.122 鉛直: 剛 | 1.05 (胴板) | — (注5) | — (注5) | — (注5) | 認可実績のある評価手法の適用(静的弾塑性座屈解析)及び支持構造物の追設等(胴板部の補強)により、 <u>耐震安全性を満足する見通しを有する</u> | 別紙2参照 |
| | 燃料取替用水タンク | Sクラス | 水平: 0.134 鉛直: 剛 | 1.00 (胴板) | — (注5) | — (注5) | — (注5) | | |
| | 冷却材混床式脱塩塔 | 溢水源 ^(注1) | 水平: 0.067 鉛直: 剛 | 1.14 (支持脚) | 冷却材混床式脱塩塔 <u>4.34</u> (支持脚) | 川内 Ss-3/玄海 Ss-1~5 包絡波 <u>1.06</u> | ○ | 玄海と同様設備の現行裕度(裕度(玄海))と、川内新 Ss (Ss-3) と玄海既設工認の Ss (Ss-1~5) の応答スペクトル比(応答比(玄海))を比較した結果、「裕度(玄海)/応答比(玄海) ≥ 1」となる。したがって、支持構造物の追設等(玄海と同等の支持構造とすること)により、 <u>耐震安全性を満足する見通しを有する</u> | |
| | 使用済燃料ピット脱塩塔 | 溢水源 ^(注1) | 水平: 0.070 鉛直: 剛 | 1.04 (支持脚) | 使用済燃料ピット脱塩塔 <u>4.92</u> (支持脚) | 川内 Ss-3/玄海 Ss-1~5 包絡波 <u>1.04</u> | ○ | | |
| | ほう酸蒸留水脱塩塔 | 溢水源 ^(注1) | 水平: 0.069 鉛直: 剛 | 1.12 (支持脚) | 冷却材陽イオン脱塩塔 <u>2.94</u> (支持脚) | 川内 Ss-3/玄海 Ss-1~5 包絡波 <u>1.07</u> | ○ | | |
| | ほう酸回収装置陽イオン脱塩塔 | 溢水源 ^(注1) | 水平: 0.069 鉛直: 剛 | 1.08 (支持脚) | 冷却材陽イオン脱塩塔 <u>2.94</u> (支持脚) | 川内 Ss-3/玄海 Ss-1~5 包絡波 <u>1.07</u> | ○ | | |
| | ほう酸回収装置混床式脱塩塔 | 溢水源 ^(注1) | 水平: 0.069 鉛直: 剛 | 1.08 (支持脚) | 冷却材陽イオン脱塩塔 <u>2.94</u> (支持脚) | 川内 Ss-3/玄海 Ss-1~5 包絡波 <u>1.07</u> | ○ | | |
| 川内2号機 | 廃液蒸留水脱塩塔 | 溢水源 ^(注1) | 水平: 0.076 鉛直: 剛 | 1.08 (支持脚) | 冷却材陽イオン脱塩塔 <u>2.94</u> (支持脚) | 川内 Ss-3/玄海 Ss-1~5 包絡波 <u>1.07</u> | ○ | | |
| | 廃液蒸留水モニタ脱塩塔 | 溢水源 ^(注1) | 水平: 0.076 鉛直: 剛 | 1.08 (支持脚) | 冷却材陽イオン脱塩塔 <u>2.94</u> (支持脚) | 川内 Ss-3/玄海 Ss-1~5 包絡波 <u>1.07</u> | ○ | | |
| | よう素除去薬品タンク | Sクラス | 水平: 剛 鉛直: 剛 | 1.04 (基礎ボルト) | よう素除去薬品タンク <u>2.54</u> (基礎ボルト) | 川内 Ss-3/玄海 Ss-1~5 包絡波 <u>1.11</u> | ○ | | |
| | 障壁 | 波及的影響 ^(注2) | 水平: 0.093 鉛直: 0.060 | 1.01 (はり) | — (注6) | — (注6) | — (注6) | | |
| 川内1/2号機 | 配管 | Sクラス | — (注3) | — (注4) | — (注4) | — (注4) | — (注4) | <u>耐震安全性を満足する見通しを有する</u> | 別紙4参照 |

※設備については、床応答曲線(FRS)を用いた詳細設計ではなく、解放基盤表面における基準地震動の応答スペクトルの超過割合を用いた概略検討のため、今後の詳細設計により変更となる可能性がある。

注1: 溢水源としない設備として、Ss 評価を実施。 注2: 外部火災対策として設置。波及的影響を与えない設備として、Ss 評価を実施。 注3: 配管については、固有周期が一定ではないため。 注4: 標準支持間隔法を適用する低温配管については、支持構造物の追設等の可能性を否定できず、敷設ルートが多種多様であるため、個別検討を実施。 注5: 最小裕度部位が容器本体の胴板部であり、胴板部に対する耐震工事を実施した同様設備がないため、個別検討を実施。 注6: 最小裕度部位が溝形鋼の水平はりであり、同様設備がないため、個別検討を実施。 注7: 川内 Ss-3 と玄海 Ss-1~5 包絡波の応答スペクトル(図2)の比を示す。



鉛直方向

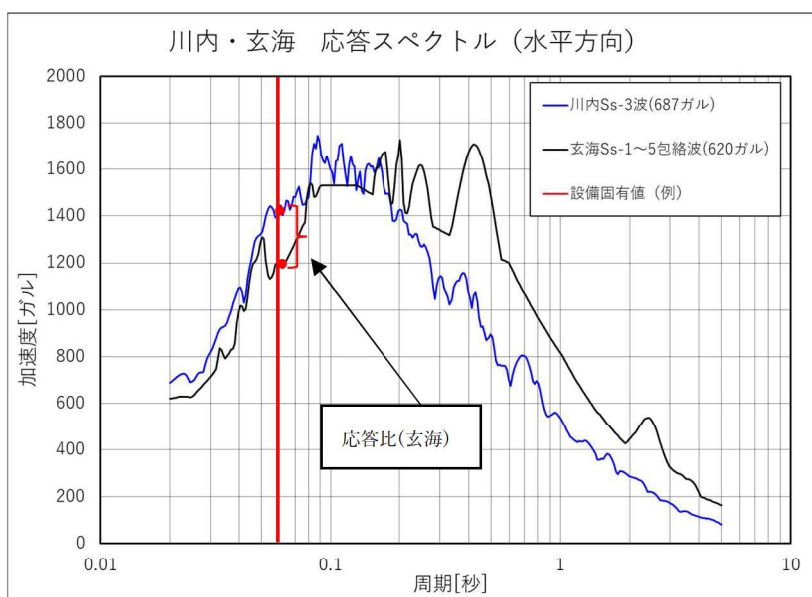
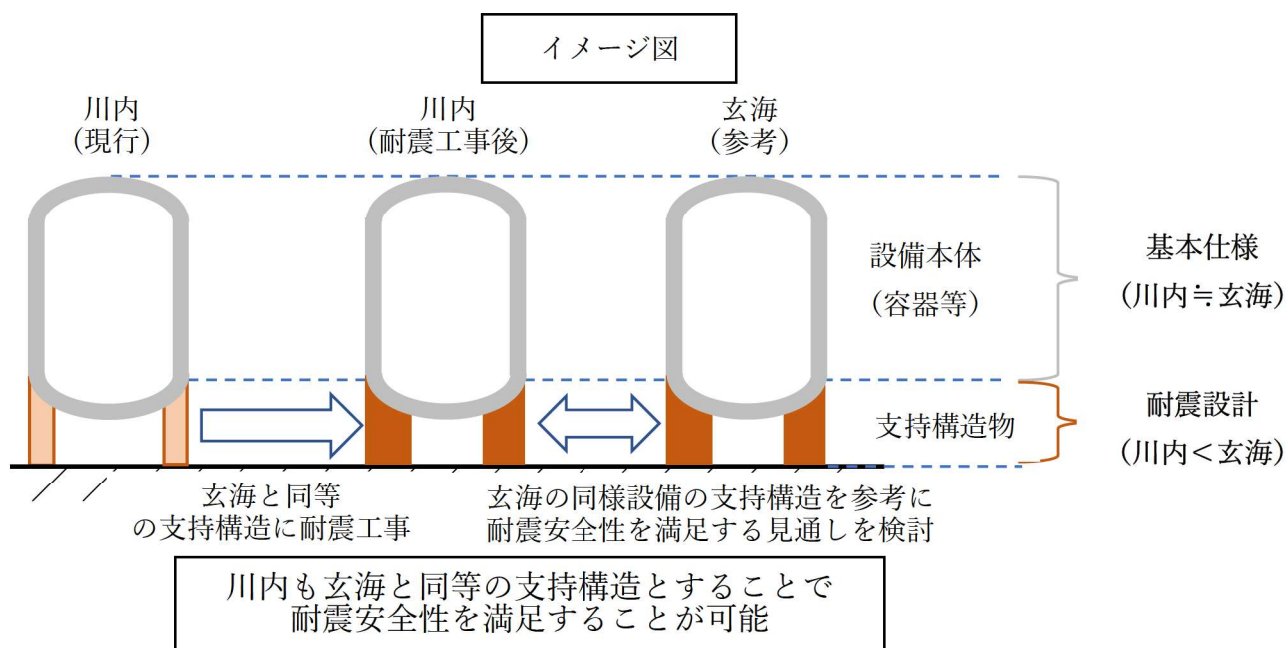


水平方向

図2 川内 Ss-3 と玄海 Ss-1~5 包絡波の応答スペクトル

耐震安全性の見通しに係る検討イメージ

- (1) 支持構造物の設計は地震動レベルにより決定される ⇒ S_s が大きい方が耐震性の高い支持構造
- (2) 現行の基準地震動における設備の固有値での地震動レベルが大きい玄海 3, 4号機で耐震性を確保している設備については、川内も玄海と同等の支持構造とすることで耐震性が確保できる
- (3) 川内の設備と同様設備が玄海にあるかを確認し、玄海と同様設備の既設工認の裕度（裕度（玄海））と、川内の S_s -3 と玄海の既設工認の S_s (S_s -1~5) の応答スペクトルの比（応答比（玄海））を比較することで、耐震安全性を満足する見通しを得る



○平底たて置円筒容器（復水タンク及び燃料取替用水タンク）の概略検討について

1. 概要

平底たて置円筒容器である復水タンク及び燃料取替用水タンクについては、最小裕度部位が容器本体の胴板部であり、胴板部に対する耐震工事を実施した同様設備が玄海にないことから、胴板の座屈評価について、個別検討を実施する。なお、設置許可段階においては、建屋応答解析を実施した後に得られる床応答曲線（FRS）が得られていないため、解放基盤表面における基準地震動を用いた概略検討を実施する。

2. 検討内容

胴板部の座屈評価に対する補強としては、円筒部に対しリング補強材の設置が有効であることが既往知見において示されており、同様の構造の採用が考えられる。ここでは、タンクに対する裕度向上効果を確認するため、以下のとおり試解析を行った。

①タンク形状：胴板補強（補強リングを 8 本設置）

②評価方法：既設工認にて実績のある静的弾塑性座屈解析手法（既設工認では JEAG 式を用いて評価）

③入力条件：Ss-3 と、Ss-1 及び Ss-2 の包絡波の応答スペクトルを比較し応答スペクトル比を算出。

既設工認において、タンクの評価に用いた FRS に、算出した応答スペクトル比を乗じ、概略検討に用いる概略検討用 FRS を作成する。

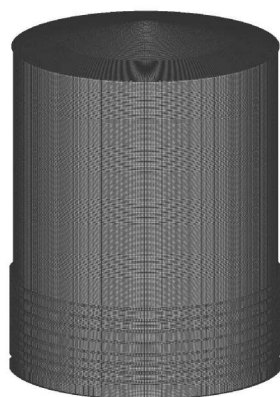


図3 FEMモデル図（例：燃料取替用水タンク）

3. 耐震安全性の見通し

試解析の結果、いずれのタンクも裕度 1 以上を満足する結果が得られたことから、耐震安全性を満足する見通しを有する。

| 設備 | 裕度向上効果を踏まえた試解析後の裕度 |
|-----------|--------------------|
| 復水タンク | 1. 3 3 |
| 燃料取替用水タンク | 1. 0 1 |

4. その他

概略検討に用いた解析コード：ABAQUS（既設工認にて原子炉格納容器に適用）

○障壁の概略検討について

1. 概要

障壁については、最小裕度部位は溝形鋼の水平はりであり、同様設備がないことから、個別検討を実施する。

2. 検討内容

溝形鋼の水平はり部に対し、図4に示すように鋼板(緑色)を溶接し、BOX化すること(左右を鋼板(青色)で塞ぐ)で裕度向上を図る。なお、BOX化後の形状は、同一設備の一部にて採用している構造である。

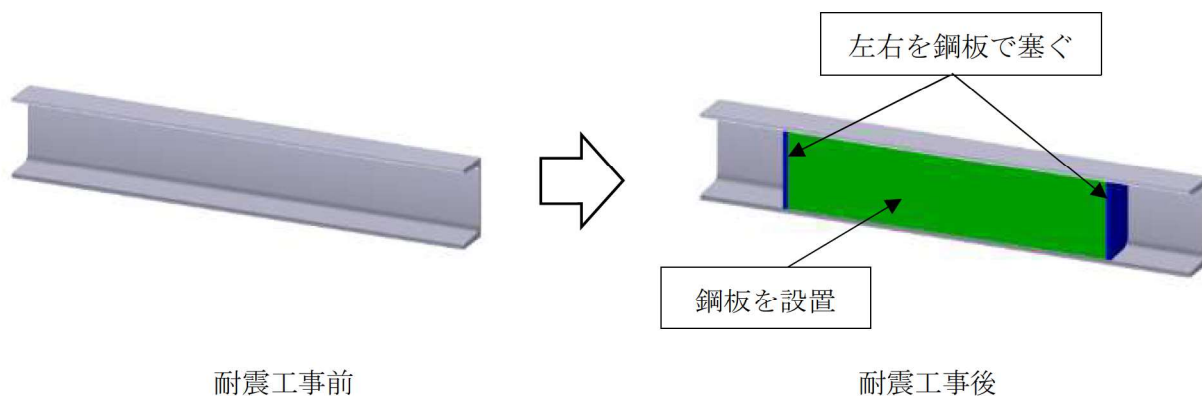


図4 障壁の耐震工事後のイメージ

3. 耐震安全性の見通し

障壁の最小裕度部位の評価応力は、曲げ応力($\sigma = M/Z$)であり、断面係数 Z を大きくすることで応力低減を図ることが可能である。具体的には、BOX化することによって、弱軸の断面係数が3.27倍(採用済みと同じ厚さ6mmの鋼板を溶接の場合)となる。よって、曲げモーメント M が1次固有周期の最大応答スペクトル比である1.24倍を考慮しても、断面係数 Z (3.27倍)のほうが大きいことから、耐震安全性を満足する見通しを有する。

○配管の概略検討について

1. 概要

配管については、敷設ルートが多種多様であることから、個別検討を実施する。

2. 検討内容

図5に示すように、既設のサポートの間にサポートを追設する等により裕度向上を図る。なお、サポートの追設等は、これまでも実績のある工事である。

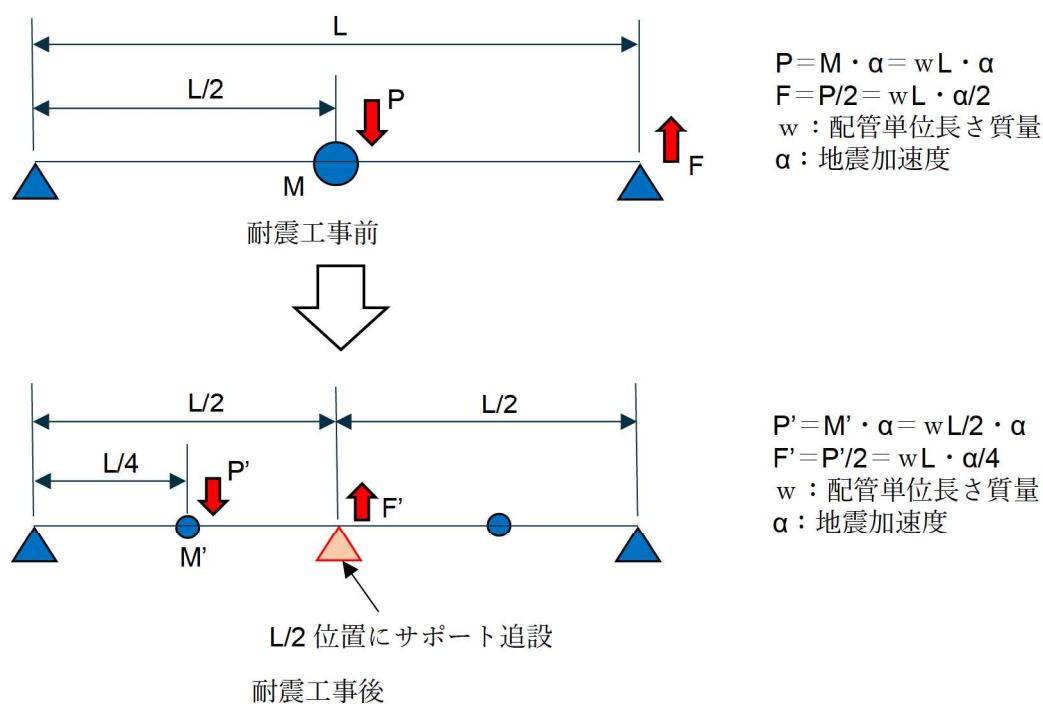


図5 配管の耐震工事のイメージ

3. 耐震安全性の見通し

配管については、サポートを追設する等により、サポート荷重の低減が可能である。例えば、図5のようにサポート支持間隔を1/2にする場合、サポート荷重は1/2程度となる。また、サポートの追設により固有振動数が剛側となり、応答加速度の低減効果も見込まれるため、実際には更なる荷重低減が可能である。必要により更にサポート支持間隔を短くする等により対応可能であることから、耐震安全性を満足する見通しを有する。