

原規規発第2406267号

令和6年6月26日

関西電力株式会社大飯発電所4号炉の
長期施設管理計画認可申請に関する審査結果

令和6年6月

原子力規制庁

目 次

I. はじめに.....	1
II. 申請概要.....	1
III. 審査の内容.....	2
III－1. 第4号（長期施設管理計画の期間）.....	2
III－2. 第5号（劣化評価の方法及びその結果）.....	2
1. 通常点検、劣化点検及び特別点検の方法及び結果.....	2
（1）通常点検及び劣化評価の実施の考え方及びその方法.....	2
（2）通常点検及び劣化点検の結果.....	3
（3）特別点検の実施.....	3
（4）特別点検及び追加点検の実施時期.....	3
（5）特別点検及び追加点検の実施体制、実施手順、対象機器・構造物ごとの点検方法、点検結果等.....	3
2. 経年劣化に関する技術的な評価.....	4
（1）技術評価の実施体制、実施方法等のプロセス.....	4
（2）評価対象機器等の選定.....	4
（3）想定すべき経年劣化事象及び部位の抽出方法.....	5
（4）高経年化対策上着目すべき経年劣化事象.....	6
（5）評価期間、評価条件、評価手法等.....	7
（6）追加保全策の抽出.....	7
（7）耐震安全上着目すべき経年劣化事象.....	7
（8）耐震安全性評価の評価期間、評価条件、評価手法等.....	8
（9）耐震安全性評価に関する追加保全策の抽出.....	8
（10）耐津波安全上着目すべき経年劣化事象.....	8
（11）耐津波安全性評価の評価期間、評価条件、評価手法等.....	9
（12）耐津波安全性評価に関する追加保全策の抽出.....	9
（13）地震、津波その他の自然現象の影響.....	9

(1 4) 最新の科学的及び技術的知見等の反映.....	9
3. 技術評価の結果.....	10
(1) 技術基準規則への適合.....	10
(2) 評価対象事象ごとの評価結果等.....	11
①低サイクル疲労.....	11
②中性子照射脆化.....	13
③照射誘起型応力腐食割れ.....	15
④2相ステンレス鋼の熱時効.....	17
⑤電気・計装設備の絶縁低下.....	18
⑥コンクリート構造物に係る強度低下及び遮蔽能力低下(コンクリートの強度低下、コンクリートの遮蔽能力低下、鉄骨の強度低下)	20
⑦上記評価対象事象以外の事象.....	27
⑧耐震安全性評価.....	28
⑨耐津波安全性評価.....	32
Ⅲ－3. 第6号(発電用原子炉施設の劣化を管理するために必要な措置)	33
1. 劣化管理のために必要な措置の実施時期.....	33
2. 追加保全策.....	33
3. 監視試験の実施方針及び監視試験に関する措置.....	34
Ⅲ－4. 第7号(技術の旧式化その他の事由により、発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な物品又は役務の調達に著しい支障が生じることを予防するための措置)	34
1. 技術の旧式化の管理のためのプログラム.....	34
2. 機器・構造物に対しての対応方針等.....	34
3. プログラムの適切性、有効性の定期的な評価等.....	35
Ⅲ－5. 第8号(第5号の点検及び評価並びに第6号及び第7号の措置の実施に関する基本的な方針及び目標)	36
1. 劣化管理の方針及び目標.....	36
2. 劣化評価の見直し及び長期施設管理計画の変更.....	36

Ⅲ－６．第９号（第５号の点検及び評価並びに第６号及び第７号の措置に係る品質マネジメントシステム）	37
１．劣化管理に関するプロセス.....	37
２．品質マネジメントシステムに基づく劣化管理の実施.....	37
Ⅳ．審査結果.....	37

I. はじめに

原子力規制委員会原子力規制庁（以下「規制庁」という。）は、2023年12月21日付け関原発第480号（2024年5月31日付け関原発第102号をもって一部補正）をもって、関西電力株式会社（以下「申請者」という。）から、脱炭素社会の実現に向けた電気供給体制の確立を図るための電気事業法等の一部を改正する法律（令和5年法律第44号。以下「改正法」という。）附則第4条第1項の規定に基づき申請された大飯発電所4号炉長期施設管理計画認可申請書（以下「本申請」という。）が、改正法第2条の規定による改正後の核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和32年法律第166号。以下「新原子炉等規制法」という。）第43条の3の3第6項に定める以下の要件に適合するものであるかどうかについて審査した。

- ・発電用原子炉施設の劣化の状況に関する技術的な評価（以下「劣化評価」という。）の方法が、発電用原子炉施設の劣化の状況を適確に評価するための基準として原子力規制委員会規則で定める基準（実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則及び研究開発段階発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の一部を改正する規則（令和5年原子力規制委員会規則第4号）第1条の規定による改正後の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。以下「新実用炉規則」という。）第114条第1項）に適合するものであること
 - ・長期施設管理計画の期間における発電用原子炉施設の劣化を管理するために必要な措置が、核燃料物質若しくは核燃料物質によつて汚染された物又は発電用原子炉による災害の防止上支障がないものであること
 - ・発電用原子炉施設が、長期施設管理計画の期間における運転に伴い生ずる当該発電用原子炉施設の劣化の状況を踏まえ、当該期間において安全性を確保するための基準として原子力規制委員会規則で定める基準（新実用炉規則第114条第2項）に適合するものであること
- なお、各要件への適合性の審査に当たっては、具体的に確認すべき事項を定めた「実用発電用原子炉の長期施設管理計画の審査基準」（原規規発第2308304号（令和5年8月30日原子力規制委員会決定）。以下「審査基準」という。）を基に判断した。

具体的な審査の内容等については以下のとおり。

また、ここで用いる号番号は、特に断りのない限り新実用炉規則第113条第1項各号を表している。

II. 申請概要

本申請によれば、申請の概要は以下のとおりである。

1. 運転開始後30年を経過した大飯発電所4号炉について長期施設管理計画を定める。
2. 長期施設管理計画の期間は、改正法附則第1条第4号に定める日（以下「第4号施行日」という。）である2025年6月6日を始期、運転開始日から起算して40年を経過する日である2033年2月1日を終期とする。

Ⅲ. 審査の内容

Ⅲ－１. 第４号（長期施設管理計画の期間）

審査基準は、発電用原子炉施設の劣化評価及び劣化を管理するために必要な措置を踏まえた期間が定められており、当該期間は連続する一の期間であってその期間が10年を超えないように始期及び終期が定められていること等を要求している。また、改正法附則第4条第2項第1号は、第4号施行日から運転開始日から起算して40年を経過する日までの期間とすることを要求している。

規制庁は、長期施設管理計画の期間として、第4号施行日である2025年6月6日を始期、運転開始日から起算して40年を経過する日である2033年2月1日を終期としていることを確認したことから、審査基準及び改正法附則を満足していると判断した。

Ⅲ－２. 第５号（劣化評価の方法及びその結果）

１. 通常点検、劣化点検及び特別点検の方法及び結果

（１）通常点検及び劣化点検の実施の考え方及びその方法

審査基準は、発電用原子炉施設の使用の履歴及び施設管理の状況に基づき、通常点検及び劣化点検の実施の考え方及びその方法が適切に定められていることを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

- ①大飯発電所原子炉施設保安規定（以下「保安規定」という。）の施設管理計画に従って実施する点検又は検査のうち、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年原子力規制委員会規則第6号。以下「技術基準規則」という。）への適合性確認を目的に定常的に実施するものを通常点検と位置づけていること
- ②通常点検について、保安規定の施設管理計画に基づく点検計画において、保全方式として予防保全（時間基準保全、状態基準保全）、事後保全を選定し、選定した保全方式の種類に応じて点検の具体的方法を定め、定めた点検計画に従って点検を実施していること
- ③通常点検以外の点検又は検査であって、発電用原子炉施設の劣化の状況を把握するため追加的に実施する必要があるものを劣化点検と定義していること。経年劣化に関する技術的な評価（以下「技術評価」という。）に当たり、技術評価に用いる点検等の結果として明らかにすべきデータのうち、通常点検の結果に含まれないものを採取した点検等を劣化点検と位置づけていること
- ④劣化点検と位置づけた以下の点検等について、方法を定めて実施していること
 - a. コンクリート構造物点検
 - b. 監視試験
 - c. 破壊靱性試験

(2) 通常点検及び劣化点検の結果

審査基準は、通常点検及び劣化点検の結果として技術評価に用いる点検等の結果が明らかにされていること等を要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

①通常点検の結果として、技術評価の時点で現に設置されている 2. (2) に示す技術評価の評価対象機器等について、保安規定の施設管理計画に従って実施する通常点検を含む保全により、技術基準規則に適合している状態を維持していることを確認していること

②劣化点検の結果として、以下の事項を明らかにしていること

- a. コンクリート構造物点検の結果として、コンクリートの中性化深さの点検結果、コンクリートの塩分浸透の点検結果及びコンクリートの強度試験結果を示していること
- b. 監視試験の結果として、中性子照射量、遷移温度 (Tr30) 及び上部棚吸収エネルギーを求めていること
- c. 破壊靱性試験の結果として、静的平面ひずみ破壊靱性値を求めていること

(3) 特別点検の実施

審査基準は、原子力規制委員会が必要と認める特別点検として審査基準の表 1 に規定する点検を実施していること等を要求している。

規制庁は、新実用炉規則第 113 条第 3 項の規定に基づき、長期施設管理計画の期間に運転開始日から起算して 40 年を超える期間が含まれない場合に該当するため、特別点検の方法及びその結果の記載を省略していることを確認した。

(4) 特別点検及び追加点検の実施時期

審査基準は、原子力規制委員会が必要と認める時期として、初回の特別点検については、運転開始日から 35 年を経過する日以降、運転開始日から 40 年を経過した日を含む長期施設管理計画の始期までに実施していること等を要求している。

規制庁は、新実用炉規則第 113 条第 3 項の規定に基づき、長期施設管理計画の期間に運転開始日から起算して 40 年を超える期間が含まれない場合に該当するため、特別点検の方法及びその結果の記載を省略していることを確認した。

(5) 特別点検及び追加点検の実施体制、実施手順、対象機器・構造物ごとの点検方法、点検結果等

審査基準は、特別点検の実施体制及び実施手順並びにその点検の対象となる機器又は構造物ごとにそれぞれ点検方法及び実施時期が適切に定められていること、また、特別点検の結果として技術評価に用いる点検等の結果が明らかにされていること等を要求している。

規制庁は、新実用炉規則第 113 条第 3 項の規定に基づき、長期施設管理計画の期間に運転開始日から起算して 40 年を超える期間が含まれない場合に該当するため、特別点検の方法及びそ

の結果の記載を省略していることを確認した。

2. 経年劣化に関する技術的な評価

(1) 技術評価の実施体制、実施方法等のプロセス

審査基準は、技術評価の実施体制、実施方法等のプロセスが適切に定められていることを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

- ①技術評価の実施体制として、技術評価を実施するための組織、技術評価の方法、工程の管理、協力事業者の物品又は役務の調達に係る管理、技術評価の記録の管理、技術評価に係る教育訓練等の業務プロセスを明確にしていること
- ②実施手順の確立及びそれぞれの過程に対応する要領書等として、保安規定に基づく品質マネジメントシステム計画に従い、実施計画及び実施手順を社内文書として定め、それに基づき実施していること
- ③以下の手順に従い、令和4年8月24日付け原規規発第2208242号にて認可を受けた大飯発電所原子炉施設保安規定変更認可申請書（2021年12月3日申請、2022年7月25日一部補正）に添付された「大飯発電所4号炉高経年化技術評価書」（以下「高経年化技術評価書」という。）の技術的内容が引き続き妥当であることを確認した上で、その内容を今回の技術評価において使用することとしてしていること
 - a. 評価対象機器等が高経年化技術評価書の評価対象機器等に含まれない場合には、新たに技術評価を実施する。
 - b. 評価対象機器等が高経年化技術評価書の評価対象機器等に含まれる場合には、国内外の運転経験や最新知見を踏まえた妥当性評価を行う。
 - c. b. の妥当性評価の結果、再評価が必要と判断した場合には、新たに技術評価を実施する。
 - d. b. の妥当性評価の結果、再評価が不要と判断した場合には、高経年化技術評価書の技術的内容を今回の技術評価の結果として使用する。

(2) 評価対象機器等の選定

審査基準は、評価対象機器等の選定について、以下に掲げる事項を要求している。

- イ) 発電用原子炉施設の使用の履歴及び劣化の状況に基づき、その特性に応じた評価対象機器等を選定していること。評価対象機器等の選定に当たって、「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」（平成2年8月30日原子力安全委員会決定）において安全機能を有する構造物、系統及び機器として定義されるクラス1、2及び3の機能を有するもの、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）別表第2において規定される浸水防護施設に属する機器及び構造物並び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（平成25年原子力規制委員会規則第5号。以下「許可基準規則」という。）第43条第2項に規定

- される常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物（以下これらを総称して「機器・構造物」という。）が選定されていること
- ロ）これらの機器・構造物のうち、消耗品・定期取替品等、評価対象機器等から除外する機器・構造物がある場合は、その除外理由が適切なものであること
- ハ）機器・構造物は、長期施設管理計画の始期において適用される技術基準規則に定める基準に適合する見込みに基づき、抽出されていること
- 規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。
- ①上記イ）において選定が要求されている機器・構造物を、設備の詳細な情報が記載されている工事計画認可申請書、保全情報を管理する社内のシステム、系統図等を用いて、抽出していること
- ②供用に伴う消耗があらかじめ想定される部品であって設計時に取替を前提とするもの等は消耗品として、また、設計時に耐用期間内に計画的に取り替えることを前提とする機器であり、取替基準が保安規定の施設管理計画に基づく点検計画等により定められているものは定期取替品として、対象から除外するとしていること
- ③核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）第 4 3 条の 3 の 9 第 1 項若しくは第 2 項の認可（以下「工事計画認可」という。）を受けている、又は同法第 4 3 条の 3 の 10 第 1 項の届出（以下「工事計画届出」という。）がなされているものから、長期施設管理計画の始期において適用される技術基準規則に適合する見込みに基づき、上記イ）において選定が要求されている機器・構造物を抽出していること

（３）想定すべき経年劣化事象及び部位の抽出方法

審査基準は、発生が想定される経年劣化事象を抽出するために、各機器・構造物の部位ごとに使用材料及び使用環境が同定され、想定すべき経年劣化事象及び部位の抽出方法が適切に定められていることを要求している。ただし、当該部位のうち、発電用原子炉設置者の施設管理活動において性能低下の状況が的確に把握され、長期施設管理計画において引き続き当該施設管理活動を適切に実施することが認められる動的機器については、技術評価の対象としないことができるとしている。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

- ①選定された評価対象機器の使用条件（型式、材料、環境条件等）を考慮し、日本原子力学会標準「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2008」の経年劣化メカニズムまとめ表（以下「経年劣化メカニズムまとめ表」という。）を参考に、経年劣化事象と部位の組み合わせを抽出することが定められていること
- ②①の経年劣化事象と部位の抽出において、動的機器についても技術評価の対象に含めるとしていること

(4) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

審査基準は、機器・構造物に発生するか又は発生が否定できない経年劣化事象を抽出し、その発生・進展について評価を行い、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象が適切に抽出されていること、抽出に当たっては、以下の主要6事象は必ず抽出されていることを要求している。

(主要6事象)

- ・低サイクル疲労
- ・中性子照射脆化
- ・照射誘起型応力腐食割れ
- ・2相ステンレス鋼の熱時効
- ・電気・計装品の絶縁低下
- ・コンクリート構造物に係る強度低下及び遮蔽能力低下

また、審査基準は、上記の主要6事象以外の機器・構造物に発生するか又は発生が否定できない経年劣化事象のうち、日常的な施設管理において時間経過に伴う特性変化に対応した劣化管理が的確に行われている経年劣化事象（以下「日常劣化管理事象」という。）及び今後も経年劣化の進展が考えられず、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象以外の事象が高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として抽出されていること、日常劣化管理事象については、その発生・進展について適切に評価され、劣化傾向監視等の劣化管理の考え方が適切に定められていることを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

- ①経年劣化メカニズムまとめ表を参考に、機器・構造物に発生するか又は発生が否定できない経年劣化事象を抽出していること
- ②高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として主要6事象を抽出していること
- ③抽出された経年劣化事象と部位の組み合わせのうち、下記のイ又はロに該当する場合は、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象とし、それ以外を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として整理していること
 - イ 日常劣化管理事象
 - ロ 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象
- ④主要6事象以外の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として、電気ペネトレーションの気密性の低下及びプレストレストコンクリート製原子炉格納容器のテンドンの緊張力の低下を抽出していること
- ⑤日常劣化管理事象については、保安規定の施設管理計画に基づく点検計画において、その発生・進展を考慮して予防保全（時間基準保全、状態基準保全）として選定した保全方式の種類に応じて点検の具体的方法、実施時期等を定め、定めた点検計画に従って点検を実施していること

(5) 評価期間、評価条件、評価手法等

審査基準は、運転が見込まれる期間が適切に設定され、評価対象機器等に対する高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の発生又は進展に係る健全性の評価（以下「健全性評価」という。）が当該運転が見込まれる期間について実施されていること、健全性評価を行うために設定した条件及び評価手法が明確となっており、経年劣化事象に応じて関連する適切な規格・基準等が用いられていること、また、健全性評価に当たっては、停止状態の方がより厳しい評価条件となる場合には、その影響を適切に考慮していることを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

- ①新実用炉規則第113条の4第1項第4号の規定に基づき、評価期間を運転開始日から起算して60年とし、健全性評価を当該期間について実施していること
- ②3.(2)①から⑦までに示すとおり、健全性評価を行うために設定した条件及び評価手法を明確に示しており、経年劣化事象に応じて関連する適切な規格・基準等を用いていること
- ③プラント停止状態の維持を前提とした場合において、劣化の発生・進展がプラント運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象について評価した結果、現状の保全策に追加すべき項目は抽出されなかったこと

(6) 追加保全策の抽出

審査基準は、健全性評価の結果から現状の保全策の妥当性を評価し、追加保全策が適切に抽出されていることを要求している。

規制庁は、3.(2)①から⑦までに示すとおり、健全性評価の結果等から現状の保全策の妥当性が確認されているが、更なる対応として以下に掲げる追加保全策を抽出していることを確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

- ①原子炉容器等¹の疲労割れについては、実績過渡回数の確認を継続的に実施する
- ②原子炉容器胴部（炉心領域部）の中性子照射脆化については、一般社団法人日本電気協会「原子炉構造材の監視試験方法」（JEAC4201）（以下「JEAC4201」という。）等に基づき、今後の原子炉の運転サイクル・照射量を勘案して、適切な時期に監視試験を実施する
- ③ステンレス鋼配管溶接部の施工条件に起因する内面からの粒界割れについては、機器の健全性を確認するため、実機検査を実施する

(7) 耐震安全上着目すべき経年劣化事象

審査基準は、耐震安全性に関する評価（以下「耐震安全性評価」という。）の対象とする経年劣化事象（以下「耐震安全上着目すべき経年劣化事象」という。）として、経年劣化の進展により機器・構造物の振動特性又は構造・強度に影響を及ぼすことが想定される経年劣化事象が適切に抽出されていることを要求している。

¹ 疲労累積係数による低サイクル疲労の評価を実施した全ての機器をいう。

規制庁は、3.(2)⑧に示すとおり、耐震安全上着目すべき経年劣化事象として、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象に加え、劣化傾向監視等の劣化管理がなされている劣化事象のうち、これらの劣化事象が顕在化した場合に、振動応答特性上又は構造強度上、地震による影響が有意である事象を抽出していることを確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

(8) 耐震安全性評価の評価期間、評価条件、評価手法等

審査基準は、耐震安全上着目すべき経年劣化事象に対する耐震安全性評価が、運転が見込まれる期間について実施されていること、耐震安全性評価を行うために設定した条件及び評価手法が明確となっており、関連する適切な規格・基準等が用いられていること、また、耐震安全性評価に当たっては、許可基準規則に適合することが確認された基準地震動及び弾性設計用地震動を用いた評価が行われていることを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

- ①新実用炉規則第113条の4第1項第4号の規定に基づき、評価期間を運転開始日から起算して60年とし、耐震安全上着目すべき経年劣化事象に対する耐震安全性評価を当該期間について実施していること
- ②3.(2)⑧に示すとおり、耐震安全性評価を行うために設定した条件及び評価手法を明確にするとともに、関連する適切な規格・基準等を用いていること
- ③3.(2)⑧に示すとおり、平成29年5月24日付け原規規発第1705242号にて設置変更許可を受けたところによる基準地震動及び弾性設計用地震動を用いた評価が行われていること

(9) 耐震安全性評価に関する追加保全策の抽出

審査基準は、耐震安全性に対する現状の保全策の妥当性を評価し、耐震安全上着目すべき経年劣化事象に対し、耐震安全性が確保されない場合に、追加保全策が適切に抽出されていることを要求している。

規制庁は、3.(2)⑧に示すとおり、耐震安全性に対する現状の保全策の妥当性を評価した結果、審査基準の表2に掲げる判定基準を満足し、耐震安全性が確保されるとしていることを確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

(10) 耐津波安全上着目すべき経年劣化事象

審査基準は、耐津波安全性に関する評価（以下「耐津波安全性評価」という。）の対象とする経年劣化事象（以下「耐津波安全上着目すべき経年劣化事象」という。）として、経年劣化の進展により浸水防護施設に属する機器及び構造物の構造・強度に影響を及ぼすことが想定される経年劣化事象が適切に抽出されていることを要求している。

規制庁は、3.(2)⑨に示すとおり、耐津波安全上着目すべき経年劣化事象として、高経年

化対策上着目すべき経年劣化事象に加え、劣化傾向監視等の劣化管理がなされている劣化事象のうち、これらの劣化事象が顕在化した場合に、構造強度上又は止水性能上、津波による影響が有意である事象を抽出した結果、評価対象の機器・構造物について耐津波安全上着目すべき経年劣化事象はないとしていることを確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

（１１）耐津波安全性評価の評価期間、評価条件、評価手法等

審査基準は、耐津波安全上着目すべき経年劣化事象に対する耐津波安全性評価が、運転が見込まれる期間について実施されていること、耐津波安全性評価を行うために設定した条件及び評価手法が明確となっており、関連する適切な規格・基準等が用いられていること、また、耐津波安全性評価に当たっては、許可基準規則に適合することが確認された基準津波を用いた評価が行われていることを要求している。

規制庁は、３．（２）⑨に示すとおり、耐津波安全上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかったことを確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

（１２）耐津波安全性評価に関する追加保全策の抽出

審査基準は、耐津波安全性に対する現状の保全策の妥当性を評価し、耐津波安全上着目すべき経年劣化事象に対し、耐津波安全性が確保されない場合に、追加保全策が適切に抽出されていることを要求している。

規制庁は、３．（２）⑨に示すとおり、耐津波安全評価上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかったことから、現状の施設管理について耐津波安全性の観点から変更すべきものはないとしていることを確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

（１３）地震、津波その他の自然現象の影響

審査基準は、地震、津波その他の自然現象により受けた影響について、これによる機器・構造物への影響を考慮して劣化の状況を把握した上で、技術評価が行われていることを要求している。

規制庁は、地震については弾性設計地震動を超える地震が到来した実績はないこと、及び津波その他の自然現象については敷地周辺で設計想定を超えるものが発生した実績はないことから、技術評価において考慮すべき自然現象による影響はないとしていることを確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

（１４）最新の科学的及び技術的知見等の反映

審査基準は、評価対象機器等の選定、経年劣化事象の抽出、健全性評価・耐震安全性評価・耐津波安全性評価の手法、現状の保全策の評価等については、国内外の運転経験、関連する適切な規格・基準等、最新の科学的及び技術的知見等が反映されていること、反映に当たって、少なくとも以下の事項について検討・評価がなされていることを要求している。

- イ) 機器・構造物の運転実績データに加えて、国内外の発電用原子炉施設における事故・トラブルやプラント設計・点検・補修等のプラント運転経験に係る情報、経年劣化に係る安全基盤研究の成果、経年劣化事象やそのメカニズム解明等の学術情報、及び関連する適切な規格・基準等の最新の情報が適切に反映されていること
 - ロ) 当該申請に至るまでの間の運転に伴い生じた原子炉その他の設備の劣化状況把握のために実施した点検の結果が適切に反映されていること
 - ハ) 過去に技術評価を実施している場合には、当該評価を科学的及び技術的知見をもって検証するとともに、劣化管理の有効性評価を行い、これらの結果が適切に反映されていること
- 規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。
- ①運転経験や最新知見については、機器・構造物の運転実績データに加え、国内外の原子力発電プラントにおける事故・トラブルやプラント設計、点検、補修等のプラント運転経験に係る情報、経年劣化に係る安全基盤研究の成果、経年劣化事象やそのメカニズム解明等の学術情報及び関連する規制、規格、基準等の最新情報を調査し、技術評価への反映の要否を検討していること。その結果、3.(1)に示す評価対象機器等の追加を除き、反映が必要なものがないことを確認していること
 - ②本申請に至るまでの間の運転に伴い生じた原子炉その他の設備の劣化状況把握のために実施した通常点検及び劣化点検の結果が技術評価に反映されていること
 - ③高経年化技術評価書について、最新の科学的及び技術的知見をもって検証した結果、その技術的内容は妥当であると判断していること。また、施設管理計画に基づく点検において、劣化評価の想定を超えるような結果は得られておらず、劣化管理の意図した効果が得られていると判断していること。追加保全策については、いずれも継続実施中であり、今後も継続して確認していくとしていること

3. 技術評価の結果

(1) 技術基準規則への適合

審査基準は、長期施設管理計画の期間における運転に伴い生じる劣化を考慮した上で発電用原子炉施設が技術基準規則に定める基準に適合すること、具体的には、次の事項を満足することを要求している。

- イ) 長期施設管理計画の申請の際現に設置されている機器・構造物について、技術基準規則に定める基準に適合していることが確認されたものであること
- ロ) 機器・構造物が最新の技術基準規則（適用されているものに限る。）に定める基準に適合することについて、工事計画認可を受け、又は工事計画届出がなされていること
- ハ) 技術評価の結果、長期施設管理計画の期間において、技術評価の対象となる機器・構造物が審査基準の表2に掲げる判定基準を満足すること
- ニ) 上記ハ) の判定基準を満足しない場合には、長期施設管理計画の期間における原子炉その他の設備の劣化の管理のために必要な措置の実施を考慮した上で、長期施設管理計画の

期間において判定基準を満足すること

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

- ①技術評価の時点で現に設置されている機器・構造物について、施設管理計画に従って実施する施設管理のための保全により、技術基準規則への適合状態を維持していることを確認していること
- ②機器・構造物が、技術評価の時点で適用されている最新の技術基準規則に適合するよう、工事計画認可を受け、又は工事計画届出がなされていること
- ③技術評価の結果、(2)に示すとおり、長期施設管理計画の期間を含む評価期間である、運転開始日から起算して60年までの期間において、技術評価の対象となる機器・構造物が審査基準の表2に掲げる判定基準を満足すること
- ④高経年化技術評価書の技術的内容が引き続き妥当であることを、以下のとおり確認した上で、その内容を技術評価において使用していること
 - a. 高経年化技術評価書の作成以降に供用を開始した又は開始する見込みである火災感知器等を除き、技術評価の対象となる機器・構造物が高経年化技術評価書の評価対象機器等に含まれること。また、これらの高経年化技術評価書の評価対象機器等に含まれない機器・構造物については、高経年化技術評価書の評価対象機器等と同一の設備を追加で設置するものであり、新たな技術評価は不要であること
 - b. 技術評価の対象となる機器・構造物が高経年化技術評価書の評価対象機器等に含まれる場合について、国内外の運転経験や最新知見を踏まえた妥当性評価を行い、以下の理由から高経年化技術評価書の技術的内容が引き続き妥当であると判断していること
 - ア) 評価手法について、関連する規格・基準類の改訂状況等を踏まえても見直しの必要がないこと
 - イ) 評価条件について、これまでの運転実績データを踏まえても評価に用いる推定過渡回数や設備利用率の想定が十分に保守的であるなど、見直しの必要がないこと
 - ウ) 評価の前提となる現状の保全策の内容に変更がないこと
 - c. (2)②-1. に示すとおり、高経年化技術評価書において評価を実施していない中性子照射脆化の将来予測を伴わない実測データに基づく評価については、新たに技術評価を実施していること

(2) 評価対象事象ごとの評価結果等

①低サイクル疲労

①-1. 低サイクル疲労の評価

審査基準は、低サイクル疲労について、健全性評価の結果、評価対象部位の疲れ累積係数が1を下回ることを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

a. 評価対象

評価対象機器及び部位として、プラントの起動及び停止時等の過渡時に温度、圧力及び流量変化の影響を受ける機器の部位を抽出していること

b. 評価の条件

- ア) 運転開始から実績調査実施時点（2014 年度末）までの過渡回数は、運転実績に基づいた値を設定していること
- イ) 実績調査実施時点から運転開始後 60 年時点の過渡回数は、申請者が本評価上の断続運転開始日と設定した 2017 年 1 月から運転開始後 60 年時点の期間において、運転開始から長期停止開始（2011 年 7 月）までの過渡回数の発生頻度の 1.5 倍以上の値を設定していること
- ウ) 運転開始後 60 年時点の推定過渡回数は、上記ア) とイ) の過渡回数の和としていること

c. 評価の方法

- ア) 疲れ累積係数の評価では、高経年化技術評価で実績のある社団法人日本機械学会「発電用原子力設備規格設計・建設規格（以下「設計・建設規格」という。）（2005 年版、2007 年追補版、2012 年版）」（JSME S NC1-2005、JSME S NC1-2007、JSME S NC1-2012）による評価手法を用いていること
- イ) 環境中疲れ累積係数の評価では、評価対象部位のうち炉水環境にある評価対象部位に対し、高経年化技術評価で実績のある社団法人日本機械学会「発電用原子力設備規格環境疲労評価手法（2009 年版）」（JSME S NF1-2009）による評価手法を用いていること
- ウ) 疲れ累積係数の評価のうち、熱成層の発生が予想される水平配管等の部位の評価で使用する発生応力値は、3 次元モデルによる有限要素法により求めていること

d. 健全性評価

評価の結果、評価対象部位の運転開始後 60 年時点における疲れ累積係数及び環境中疲れ累積係数が、全ての部位で 1 を下回ったこと

e. 現状の施設管理に対する評価

対象部位に応じて超音波探傷試験、漏えい確認等の点検検査等が実施され、有意な欠陥のないことなどが確認されており、劣化管理が適切に行われることから、現状の施設管理が妥当であると評価していること

①－２．追加保全策

規制庁は、①－１．の評価の結果から、追加保全策として、原子炉容器等の疲労割れについては、実績過渡回数の確認を継続的に実施し、運転開始後 60 年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認するとしていることを確認した。

②中性子照射脆化

②－１．加圧熱衝撃評価

審査基準は、中性子照射脆化について、加圧熱衝撃評価の結果、原子炉圧力容器の評価対象部位において静的平面ひずみ破壊靱性値が応力拡大係数を上回ること、加圧熱衝撃評価を行う際には、照射脆化の将来予測を伴わない実測データに基づく評価及び照射脆化の将来予測を保守的に行うことができる方法による評価を行うこと等を要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

a. 評価対象

評価対象機器及び部位として、中性子照射量が大きい原子炉容器炉心領域部を抽出していること

b. 評価の条件

ア) 監視試験では、JEAC4201-2007[2013 年追補版]を用いて、中性子照射量及び遷移温度 (Tr30) が求められていること。また、評価時点の静的平面ひずみ破壊靱性値が求められていること

イ) 原子炉容器の炉心領域内表面から深さ 10mm における中性子照射量を、監視試験による中性子照射量とこれまでの運転実績から算出していること。具体的には、原子炉容器の深さ 10mm における中性子照射量を、保守的に、炉心領域内表面の値と同じ値としていること

c. 評価の方法

ア) 運転開始後 60 年時点での炉心領域内表面における中性子照射量の算出においては、将来の設備利用率の値を 80%以上かつ将来の運転の計画を踏まえたより大きな値を設定していること

イ) 照射脆化の将来予測を保守的に行う方法による評価に当たっては、社団法人日本電気協会「原子力発電所用機器に対する破壊靱性の確認試験方法」(JEAC4206-2007) (以下「JEAC4206」という。) の附属書 C「供用状態 C²、D³における加圧水型原子炉圧力容器の炉心領域部に対する非延性破壊防止のための評価方法」を用いて、運転開始後 60 年時点の静的平面ひずみ破壊靱性値の下限包絡曲線及び原子炉容器炉心領域部内表面に深さ 10mm の欠陥を想定した応力拡大係数を示す加圧熱衝撃 (以下「PTS」という。) 状態遷移曲線を求めていること。PTS 状態遷移曲線は、PTS 事象として、設計基準事故では小破断 LOCA、大破断 LOCA 及び主蒸気管破断事故を、重大事故等では 2 次冷却系からの除熱機能喪失を対象としていること

ウ) 照射脆化の将来予測を伴わない実測データに基づく評価に当たっては、破壊靱性

² 「設計・建設規格」で運転状態Ⅲ（原子炉の運転の停止が緊急に必要とされる状態）に対応した荷重の状態

³ 「設計・建設規格」で運転状態Ⅳ（主蒸気管破断事故、冷却材喪失事故等）に対応した荷重の状態

実測値に基づき、静的平面ひずみ破壊靱性値の下限包絡曲線を求め、イ)と同様の評価を行っていること

d. 健全性評価

評価の結果、加圧熱衝撃評価により求めた静的平面ひずみ破壊靱性値の下限包絡曲線は、c. イ) 及びウ) のいずれの場合も、原子炉容器炉心領域部内表面に深さ 10mm の欠陥を想定した応力拡大係数を示す PTS 状態遷移曲線を上回ったこと

e. 現状の施設管理に対する評価

原子炉容器の溶接部について超音波探傷試験が実施され、有意な欠陥のないことが確認されており、劣化管理が適切に行われることから、現状の施設管理が妥当であると評価していること

②-2. 上部棚吸収エネルギーの評価

審査基準は、中性子照射脆化について、原子炉压力容器について供用状態に応じ、延性亀裂進展性評価の結果、評価対象部位において亀裂進展抵抗が亀裂進展力を上回ること等の要件を満たすことを要求している。ただし、上部棚吸収エネルギーの評価の結果、68J 以上である場合は、この限りでないとしている。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

a. 評価対象

評価対象機器及び部位として、中性子照射量が大きい原子炉容器炉心領域部を抽出していること

b. 評価の条件

ア) 監視試験は、JEAC4201-2007[2013 年追補版]を用いて行われ、中性子照射量及び上部棚吸収エネルギーが求められていること

イ) 原子炉容器の炉心領域内表面及び深さ 1/4t における中性子照射量を、監視試験による中性子照射量とこれまでの運転実績から算出していること

c. 評価の方法

運転開始後 60 年時点の上部棚吸収エネルギーの評価において、JEAC4201-2007[2013 年追補版]の附属書 B「中性子照射による関連温度移行量及び上部棚吸収エネルギー減少率の予測」を用いていること

d. 健全性評価

評価の結果、運転開始後 60 年時点における上部棚吸収エネルギーの値は 68J 以上であったこと

e. 現状の施設管理に対する評価

原子炉容器の溶接部について超音波探傷試験が実施され、有意な欠陥のないことが確認されており、劣化管理が適切に行われることから、現状の施設管理が妥当であると評価していること

②－３．１次冷却系の加熱・冷却時の１次冷却材温度・圧力の制限範囲の設定等

審査基準は、中性子照射脆化について、②－１．及び②－２．の評価の結果から、運転上の制限として遵守可能な、通常の１次冷却系の加熱・冷却時の１次冷却材温度・圧力の制限範囲又は原子炉冷却材圧力バウンダリに対する供用中の漏えい若しくは水圧検査時の原子炉冷却材の最低温度が設定可能と認められることを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

a. 評価の条件

- ア) 通常の１次冷却系の加熱・冷却時の１次冷却材温度・圧力を、通常実施する原子炉の起動・停止操作による温度・圧力曲線としていること
- イ) 原子炉冷却材圧力バウンダリに対する供用中の漏えい又は水圧検査時の原子炉冷却材の温度・圧力を、通常実施する原子炉冷却材圧力バウンダリに対する供用中の漏えい若しくは水圧検査時の温度・圧力範囲としていること
- ウ) １次冷却材の温度・圧力の制限範囲を、運転開始後 40 年以降の評価結果から設定していること

b. 評価の方法

本評価において、通常の１次冷却系の加熱・冷却時の１次冷却材温度・圧力及び原子炉冷却材圧力バウンダリに対する供用中の漏えい又は水圧検査時の原子炉冷却材の温度・圧力が、a. ウ) の１次冷却材の温度・圧力の制限範囲内に設定可能であることを確認していること

c. 健全性評価

評価の結果、通常の１次冷却系の加熱・冷却時の１次冷却材温度・圧力及び原子炉冷却材圧力バウンダリに対する供用中の漏えい又は水圧検査時の原子炉冷却材の温度・圧力が、a. ウ) の１次冷却材の温度・圧力の制限範囲内に設定可能であったこと

②－４．追加保全策

規制庁は、②－１．から②－３．までの評価の結果から、追加保全策として、原子炉容器胴部（炉心領域部）の中性子照射脆化に対して、今後も計画的に監視試験を実施して健全性評価の妥当性を確認するとしていることを確認した。

③照射誘起型応力腐食割れ

審査基準は、照射誘起型応力腐食割れについて、健全性評価の結果、評価対象部位において照射誘起型応力腐食割れの発生の可能性が認められる場合は、照射誘起型応力腐食割れの発生及び進展を前提としても技術基準規則に定める基準に適合することを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

a. 評価対象

- ア) 評価対象機器として、ステンレス鋼で製作され、照射誘起型応力腐食割れに対す

る感受性が発生すると考えられる $1 \times 10^{21} \text{n/cm}^2$ ($E > 0.1 \text{MeV}$) 以上の中性子照射を受ける炉内構造物を抽出していること

イ) 炉内構造物の評価対象部位を、バッフルフォーマボルト、炉心バッフル、炉心槽等としていること

b. 評価の条件

本評価を、ステンレス鋼の照射誘起型応力腐食割れの発生可能性評価（以下「発生可能性評価」という。）及び照射誘起型応力腐食割れの発生可能性のある部位に対する損傷可能性評価（以下「損傷可能性評価」という。）により行っていること

c. 評価の方法

ア) 発生可能性評価手法

- i) 発生可能性評価を、各部位の中性子照射量、応力、温度及び海外の損傷事例により行っていること
- ii) 中性子照射量に対する照射誘起型応力腐食割れの発生可能性の判断基準を、高経年化技術評価で実績のある財団法人発電設備技術検査協会「平成 8 年度プラント長寿命化技術開発に関する事業報告書」(平成 9 年 3 月)により、中性子照射量 $1 \times 10^{21} \text{n/cm}^2$ ($E > 0.1 \text{MeV}$) 以上としていること

イ) 損傷可能性評価手法

- i) バッフルフォーマボルトの損傷可能性評価に用いる手法として、高経年化技術評価で実績のある独立行政法人原子力安全基盤機構「平成 20 年度照射誘起応力腐食割れ (IASCC) 評価技術に関する報告書」(平成 21 年 9 月)の添付資料「PWR 型原子力発電所炉内構造物 IASCC 評価ガイド(案)」(平成 21 年 3 月)及び一般社団法人原子力安全推進協会「PWR 炉内構造物点検評価ガイドライン [バッフルフォーマボルト] (第 3 版)」(平成 30 年 3 月)（以下「点検評価ガイドライン」という。）による手法を用いていること
- ii) バッフル構造の機能維持の判断基準を、点検評価ガイドラインを用いて、バッフルフォーマボルトの損傷ボルト数を全バッフルフォーマボルト数の 20%以下としていること

d. 健全性評価

ア) 発生可能性評価結果

- i) 発生可能性評価の結果、照射誘起型応力腐食割れの発生及び進展の可能性が認められる部位として、中性子照射量に対する判断基準を超え、応力が高く、海外における損傷事例があるバッフルフォーマボルトが抽出されたこと。その他の部位については、中性子照射量、応力及び温度の実機条件がバッフルフォーマボルトに比べて相対的に低いレベルであるため、照射誘起型応力腐食割れの発生の可能性が小さいこと

イ) 損傷可能性評価結果

- i) 損傷可能性評価の結果、運転開始後 60 年時点でのバッフルフォーマボルトの損傷ボルト数は 0 本であり、全バッフルフォーマボルト数の 20%以下であったこと

e. 現状の施設管理に対する評価

炉内構造物の健全性を確認するために、定期的に炉内構造物の目視確認が実施され、異常のないことが確認されており、劣化管理が適切に行われることから、現状の施設管理が妥当であると評価していること

④ 2 相ステンレス鋼の熱時効

審査基準は、2 相ステンレス鋼の熱時効について、延性亀裂進展性評価の結果、評価対象部位において亀裂進展抵抗が亀裂進展力を上回ること、及び亀裂不安定性評価の結果、評価対象部位において亀裂進展抵抗と亀裂進展力が等しい状態で亀裂進展抵抗の微小変化率が亀裂進展力の微小変化率を上回ることが要求されている。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

a. 評価対象

評価対象機器及び部位として、ステンレス鋼鋳鋼を使用し、使用温度が 250℃以上となる機器のうち、亀裂の原因となる劣化事象の発生が想定される部位を抽出していること

b. 評価の条件

ア) 評価代表部位として、発生応力が大きい部位、材料中のフェライト含有量の大きい部位並びに発生応力及び材料中のフェライト含有量の大きい部位を抽出していること

イ) 運転開始後 60 年時点の推定過渡回数については、①－ 1. b. に示すとおり設定していること

ウ) フェライト量を、クロム及びニッケルの含有量から、「Standard Practice for Steel Casting, Austenitic Alloy, Estimating Ferrite Content Thereof」(ASTM A800/A800M-14) の線図により求めていること

c. 評価の方法

ア) 延性亀裂進展性評価及び亀裂不安定性評価を、熱時効後の亀裂進展抵抗の算出、評価用想定亀裂の算出、亀裂進展力の算出、亀裂進展抵抗と亀裂進展力の比較という手順により行っていること

イ) 熱時効後の亀裂進展抵抗の算出において、高経年化技術評価で実績のある電力共通研究報告書「1 次冷却材管等の時効劣化に関する研究 (STEPⅢ) (その 2) 平成 10 年度 (最終報告書)」(平成 11 年 3 月) による脆化予測モデルを用い、さらに材料の脆化度合いを運転年数によらず最大まで進行したと仮定していること

ウ) 亀裂進展力の評価に使用する評価用想定亀裂の算出において、高経年化技術評価

で実績のある社団法人日本電気協会「原子力発電所配管破損防護設計技術指針」(JEAG4613-1998)を用い、初期欠陥を設定し、亀裂進展解析により運転開始後60年時点の亀裂長さ及び深さを求めた上で、さらに深さについては貫通亀裂としていること

エ) 亀裂進展力の算出において、評価用想定亀裂と供用状態A⁴、B⁵及び重大事故等時の内圧、自重、熱及び地震力を考慮していること

d. 健全性評価

ア) 延性亀裂進展性評価の結果、亀裂進展抵抗が亀裂進展力を上回ったこと

イ) 亀裂不安定性評価の結果、亀裂進展抵抗と亀裂進展力が等しい状態で、亀裂進展抵抗の微小変化率が亀裂進展力の微小変化率を上回ったこと

e. 現状の施設管理に対する評価

対象部位に応じて超音波探傷試験、漏えい確認等の点検検査が実施され、有意な欠陥のないこと等が確認されており、劣化管理が適切に行われることから、現状の施設管理が妥当であると評価していること

⑤電気・計装設備の絶縁低下

⑤-1. 点検検査結果による健全性評価

審査基準は、電気・計装設備の絶縁低下について、点検検査結果による健全性評価の結果、評価対象の電気・計装設備に有意な絶縁低下が生じないことを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

a. 評価対象

評価対象機器及び部位は、2.(2)で抽出された機器・構造物のうち電気・計装設備の絶縁材料等を評価対象部位としていること

b. 評価の方法

ア) 点検検査結果による健全性評価として、評価対象機器ごとに現状の施設管理による絶縁低下傾向の管理ができているか確認を行っていること

イ) 絶縁低下傾向の管理として、点検検査の実施、絶縁低下の状況の傾向把握、有意な絶縁低下と判断する値の設定及び有意な絶縁低下と判断する値に達する前の取替え等の管理を行っていること

c. 健全性評価

評価の結果、評価対象の電気・計装設備に有意な絶縁低下が生じないように絶縁低下傾向の管理を行っていること

d. 現状の施設管理に対する評価

⁴ 「設計・建設規格」で運転状態Ⅰ（起動、停止、出力運転等）に対応した荷重の状態

⁵ 「設計・建設規格」で運転状態Ⅱ（運転状態Ⅰから逸脱した状態であって、運転状態Ⅲ、運転状態Ⅳ及び試験状態以外の状態）に対応した荷重の状態

絶縁診断等の点検検査による傾向管理が行われ、有意な絶縁低下と判断する値に達する前に取替え等の管理が実施されており、劣化管理が適切に行われることから、現状の施設管理が妥当であると評価していること

⑤－２．環境認定試験による健全性評価

審査基準は、電気・計装設備の絶縁低下について、環境認定試験による健全性評価の結果、設計基準事故環境下で機能が要求される電気・計装設備及び重大事故等環境下で機能が要求される電気・計装設備に有意な絶縁低下が生じないことを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

a. 評価対象

評価対象機器として、設計基準事故環境下で機能が要求される電気・計装設備及び重大事故等環境下で機能が要求される電気・計装設備を抽出していること

b. 評価の条件

- ア) 評価代表部位として、電圧区分、形式、設置場所、絶縁材料等によりグループ化した中から使用条件が厳しいものを抽出していること
- イ) 評価に用いる通常運転時の放射線量及び温度として、布設箇所周囲の実測値等を用いていること。また、設計基準事故及び重大事故等における放射線量、温度及び圧力として、工事計画認可申請書記載の値を用いていること

c. 評価の方法

- ア) 環境認定試験による健全性評価において、高経年化技術評価で実績のある「IEEE Standard for Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations」(IEEE Std. 323-1974) 等の IEEE 規格、社団法人電気学会「電気学会技術報告Ⅱ部第 139 号原子力発電所用電線・ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼性試験方法に関する推奨案」及び独立行政法人原子力安全基盤機構「原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド」(平成 26 年 2 月)を用い、有意な絶縁低下と判断する値となるまでの期間を求めていること
- イ) 評価に用いるケーブルの劣化特性として、独立行政法人原子力安全基盤機構「原子力プラントのケーブル経年変化評価技術調査研究に関する最終報告書」(平成 21 年 7 月)にある、温度及び放射線量に応じた劣化進行度合いの実験結果等を用いていること

d. 健全性評価

評価の結果、有意な絶縁低下と判断する値となるまでの期間が運転開始後 60 年以上であったこと

⑥コンクリート構造物に係る強度低下及び遮蔽能力低下（コンクリートの強度低下、コンクリートの遮蔽能力低下、鉄骨の強度低下）

⑥－１．コンクリートの強度低下（熱）

審査基準は、コンクリートの熱による強度低下について、評価対象部位のコンクリートの温度が制限値（貫通部は 90℃、その他の部位は 65℃）を超えたことがある場合は、耐力評価を行い、その結果、当該部位を構成する部材又は構造体の耐力が設計荷重を上回ることを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

a. 評価対象

評価対象部位として、運転時に最も高温状態となる内部コンクリートから 1 次遮蔽壁を抽出していること。また、評価点は、ガンマ発熱の影響が最も大きい炉心領域部及び原子炉容器支持構造物からの伝達熱の影響が最も大きい原子炉容器サポート直下部とされていること

b. 評価の条件

ア) 定格出力運転を前提とした温度解析をしていること

イ) 評価で使用するガンマ発熱を、ANISN コードによるガンマ発熱量分布から算出していること

c. 評価の方法

ア) 炉心領域部の温度分布を、ANISN コードを用いてガンマ発熱量分布を算出した後、熱伝導方程式を解いて求めていること

イ) 原子炉容器サポート直下部の温度分布を、評価の条件を基に、3 次元有限要素法による熱流動解析により求めていること

d. 健全性評価

評価の結果、評価点の最高温度は炉心領域部で約 52℃、原子炉容器サポート直下部で約 50℃であり、制限値 65℃を超えなかったこと

e. 現状の施設管理に対する評価

以下の事項より、劣化管理が適切に行われることから、現状の施設管理が妥当と評価していること

ア) コンクリート構造物は定期的な目視点検が実施され、有意な欠陥のないことが確認されていること

イ) 強度試験が実施され、設計基準強度を上回っていることが確認されていること

⑥－２．コンクリートの強度低下（放射線照射）

審査基準は、コンクリートの放射線照射による強度低下について、評価対象部位の累積放射線照射量が、コンクリート強度に影響を及ぼす可能性のある値を超えている又は超える可能性が認められる場合は、耐力評価を行い、その結果、当該部位を構成する部材又は構造体の耐力が設計荷重を上回ることを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

a. 評価対象

評価対象部位として、運転時に放射線照射を受ける内部コンクリートから 1 次遮蔽壁を抽出していること。また、評価点は、中性子照射量及びガンマ線照射量が最大となる 1 次遮蔽壁炉心側コンクリートとしていること

b. 評価の条件

評価で使用する放射線照射量を、これまでの運転履歴から求めていること

c. 評価の方法

- ア) 本評価として、コンクリート構造物の中性子線による影響及びガンマ線による影響の評価を行い、累積放射線照射量がコンクリート強度に影響を及ぼす可能性があるとは判断した場合には耐力評価を行うとしていること
- イ) 累積放射線照射量の評価の手法として、2 次元輸送コード DORT を用いて、1 次遮蔽壁壁面及び深さ方向の照射量分布を算出していること
- ウ) コンクリート強度に影響を及ぼす可能性のある累積放射線照射量の判断基準として、小嶋他の文献⁶から、中性子照射量は $1 \times 10^{19} \text{n/cm}^2$ 程度 ($E > 0.1 \text{MeV}$)、Hilsdorf 他の文献⁷から、ガンマ線照射量は $2 \times 10^8 \text{Gy}$ 程度としていること
- エ) 耐力評価の手法として、コンクリートの壁厚のうち、判断基準を超えた累積放射線照射量を受けたコンクリート壁厚を除いた壁厚で、コンクリートの圧縮耐力及び最大せん断ひずみを算出していること
- オ) コンクリートの圧縮耐力の基準値は設計荷重としていること。また、最大せん断ひずみは高経年化技術評価で実績のある社団法人日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針」(JEAG4601-1987) の基準値を用いていること

d. 健全性評価

- ア) 累積放射線照射量評価の結果、1 次遮蔽壁炉心側コンクリートの一部において、運転開始後 60 年時点での中性子照射量が判断基準を超えたこと。そのため、耐力評価を行ったこと
- イ) 耐力評価の結果、コンクリートの圧縮耐力は設計荷重を上回ったこと。また、最大せん断ひずみは基準値を下回ったこと

e. 現状の施設管理に対する評価

以下の事項より、劣化管理が適切に行われることから、現状の施設管理が妥当と評価していること

- ア) 現状の施設管理として、コンクリート構造物の定期的な目視点検が実施され、有意な欠陥のないことが確認されていること

⁶ 小嶋他「中性子照射がコンクリートの強度に及ぼす影響」(NTEC-2019-1001)

⁷ H. K. Hilsdorf, J. Kropp, and H. J. Koch 「The Effects of Nuclear Radiation on the Mechanical Properties of Concrete」(SP 55-10)

イ) 強度試験が実施され、設計基準強度を上回っていることが確認されていること

⑥-3. コンクリートの強度低下（中性化）

審査基準は、コンクリートの中性化による強度低下について、評価対象部位の中性化深さが、鉄筋が腐食し始める深さまで進行しているか又は進行する可能性が認められる場合は、耐力評価を行い、その結果、当該部位を構成する部材又は構造体の耐力が設計荷重を上回ることを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

a. 評価対象

評価対象部位を、環境の違いとして温度、相対湿度及び二酸化炭素濃度の測定結果に応じて抽出していること。また、評価点を、塗装の有無に基づき抽出していること

b. 評価の条件

中性化深さの推定に用いる温度、相対湿度及び二酸化炭素濃度は、実測値を用いていること

c. 評価の方法

ア) 運転開始後 60 年時点の中性化深さの推定では、森永式⁸及び実測値に基づく $\sqrt{t}$ 式⁹を用い、その最大値を抽出していること

イ) 鉄筋が腐食し始める深さの基準値は、高経年化技術評価で実績のある一般社団法人日本建築学会「鉄筋コンクリート造建築物の耐久設計施工指針・同解説」（平成 28 年 7 月）に基づき、屋外は鉄筋のかぶり厚さ、屋内は鉄筋のかぶり厚さに 2cm を加えた値としていること

d. 健全性評価

評価の結果、調査時点及び運転開始後 60 年時点における中性化深さは鉄筋が腐食し始める深さ以下であったこと

e. 現状の施設管理に対する評価

以下の事項より、劣化管理が適切に行われることから、現状の施設管理が妥当と評価していること

ア) 現状の施設管理として、コンクリート構造物の定期的な目視点検が実施され、有意な欠陥のないことが確認されていること

イ) 中性化深さ試験が実施され、中性化の状況が把握されていること。また、強度試験が実施され、設計基準強度を上回っていることが確認されていること

⁸ 学位論文「鉄筋の腐食速度に基づいた鉄筋コンクリート建築物の寿命予測に関する研究」（森永繁、昭和 61 年 11 月）

⁹ 公益社団法人土木学会「コンクリート標準示方書 維持管理編」（平成 30 年 10 月）

⑥ー４．コンクリートの強度低下（塩分浸透）

審査基準は、コンクリートの塩分浸透による強度低下について、評価対象部位に塩分浸透による鉄筋腐食により有意なひび割れが発生しているか又は発生する可能性が認められる場合は、耐力評価を行い、その結果、当該部位を構成する部材又は構造体の耐力が設計荷重を上回することを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

a. 評価対象

評価対象部位として、海水及びその飛沫の影響により厳しい塩分浸透環境下にある部位として海水ポンプ室（気中帯、干満帯、海中帯）を抽出していること

b. 評価の条件

評価時点での塩化物イオン濃度は、実測値を用いていること

c. 評価の方法

ア) 運転開始後 60 年時点の鉄筋位置での塩化物イオン濃度の推定は、拡散方程式により算出していること。鉄筋腐食減量は森永式¹⁰を用いて塩化物イオン濃度から算出していること

イ) かぶりコンクリートにひび割れが発生する時点の鉄筋腐食減量は、森永の鉄筋腐食量に関する研究論文¹⁰により算出した値を用いていること

d. 健全性評価

評価の結果、調査時点及び運転開始後 60 年時点における鉄筋腐食減量は、かぶりコンクリートにひび割れが発生する鉄筋腐食減量を下回ったこと

e. 現状の施設管理に対する評価

以下の事項より、劣化管理が適切に行われることから、現状の施設管理が妥当と評価していること

ア) 現状の施設管理として、コンクリート構造物の定期的な目視点検が実施され、有意な欠陥のないことが確認されていること

イ) 深さ方向の塩化物イオン濃度測定が実施され、塩分浸透の状況が把握されていること

⑥ー５．コンクリートの強度低下（アルカリ骨材反応）

審査基準は、コンクリートのアルカリ骨材反応による強度低下について、評価対象部位にアルカリ骨材反応による有意なひび割れが発生している場合は、耐力評価を行い、その結果、当該部位を構成する部材又は構造体の耐力が設計荷重を上回することを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

¹⁰ 学位論文「鉄筋の腐食速度に基づいた鉄筋コンクリート建築物の寿命予測に関する研究」（森永繁、昭和 61 年 11 月）

a. 評価対象

評価対象部位は、全てのコンクリート構造物としていること

b. 評価の方法

ア) 現状の施設管理による目視点検の結果から、アルカリ骨材反応によるひび割れがないことを確認していること

イ) モルタルバー法¹¹による反応性試験の結果から、使用骨材が無害であることを確認していること

c. 健全性評価

ア) 評価の結果、目視点検でアルカリ骨材反応による有意なひび割れは確認されなかったこと

イ) モルタルバー法による反応性試験で、使用骨材が無害であったこと

d. 現状の施設管理に対する評価

コンクリート構造物の定期的な目視点検が実施され、有意な欠陥のないことが確認されており、劣化管理が適切に行われることから、現状の施設管理が妥当であると評価していること

⑥ー6. コンクリートの強度低下（機械振動）

審査基準は、コンクリートの機械振動による強度低下について、評価対象機器のコンクリート基礎への定着部周辺コンクリート表面に機械振動による有意なひび割れが発生している場合は、耐力評価を行い、その結果、当該部位を構成する部材又は構造体の耐力が設計荷重を上回ることを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

a. 評価対象

評価対象部位として、比較的大きな振動を受ける部位であるタービン建屋のタービン架台を抽出していること。また、評価点は基礎ボルト周辺コンクリートとしていること

b. 評価の方法

現状の施設管理による目視点検の結果から、機械振動によるひび割れがないことを確認していること

c. 健全性評価

評価の結果、目視点検で機械振動による有意なひび割れは確認されなかったこと

d. 現状の施設管理に対する評価

以下の事項より、劣化管理が適切に行われることから、現状の施設管理が妥当と評価していること

ア) 現状の施設管理として、コンクリート構造物の定期的な目視点検が実施され、有

¹¹ JIS A 5308, レディーミクストコンクリート(2013)

意な欠陥のないことが確認されていること

イ) 強度試験が実施され、設計基準強度を上回っていることが確認されていること

⑥ー 7. コンクリートの強度低下（凍結融解）

審査基準は、コンクリートの凍結融解による強度低下について、評価対象部位に凍結融解による有意なひび割れが発生している場合は、耐力評価を行い、その結果、当該部位を構成する部材又は構造体の耐力が設計荷重を上回ることを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

a. 評価対象

評価対象部位は、全てのコンクリート構造物としていること

b. 評価の方法

ア) 現状の施設管理による目視点検の結果から、凍結融解によるひび割れがないことを確認していること

イ) 凍結融解が発生する可能性の有無について、一般社団法人日本建築学会「建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事(2018)」による凍害危険度の分布により、大飯発電所の立地地域の凍害危険度を確認していること

ウ) 凍結融解の発生の可能性の判断基準を、凍害危険度 2 以上としていること

c. 健全性評価

評価の結果、目視点検で凍結融解による有意なひび割れが確認されなかったこと。大飯発電所の立地地域は凍害危険度が設定されておらず、凍害危険度 1 よりさらに危険度が低い区域であり、凍結融解が生じる可能性は低いこと

d. 現状の施設管理に対する評価

コンクリート構造物の定期的な目視点検が実施され、有意な欠陥のないことが確認されており、劣化管理が適切に行われることから、現状の施設管理が妥当であると評価していること

⑥ー 8. コンクリートの遮蔽能力低下（熱）

審査基準は、コンクリートの熱による遮蔽能力低下について、中性子遮蔽のコンクリートの温度が 88℃又はガンマ線遮蔽のコンクリートの温度が 177℃を超えたことがある場合は、評価を行い、その結果、当該部位を構成する部材又は構造体の遮蔽能力が原子炉設置（変更）許可における遮蔽能力を下回らないことを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

a. 評価対象

評価対象部位として、運転時に最も高温状態となる内部コンクリートから 1 次遮蔽壁を抽出していること。また、評価点は、運転時に最も高温となる炉心領域部及び原子炉容器サポート直下部としていること

b. 評価の条件

ア) 定格出力運転を前提とした温度解析をしていること

イ) 評価で使用するガンマ発熱を、ANISN コードによるガンマ発熱量分布から算出していること

c. 評価の方法

ア) 炉心領域部の温度分布は、評価の条件を基に、熱伝導方程式を解いて求めていること

イ) 原子炉容器サポート直下部の温度分布は、評価の条件を基に、3次元有限要素法による熱流動解析により求めていること

d. 健全性評価

評価の結果、評価点の最高温度は炉心領域部で約 52℃、原子炉容器サポート直下部で約 50℃であり、中性子遮蔽のコンクリート温度の制限値 (88℃)、ガンマ線遮蔽のコンクリート温度の制限値 (177℃) を下回ったこと

e. 現状の施設管理に対する評価

コンクリート構造物の定期的な目視点検が実施され、有意な欠陥のないことが確認されており、劣化管理が適切に行われることから、現状の施設管理が妥当であると評価していること

⑥－９．鉄骨の強度低下（腐食）

審査基準は、鉄骨の腐食による強度低下について、評価対象部位に腐食による断面欠損が生じている場合は、耐力評価を行い、その結果、当該部位を構成する部材又は構造体の耐力が設計荷重を上回ることを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

a. 評価対象

評価対象部位は、全ての鉄骨構造物を対象としていること

b. 評価の方法

現状の施設管理による目視点検の結果から、断面欠損が生じるような鉄骨の腐食がないことを確認していること

c. 健全性評価

評価の結果、評価対象部位に断面欠損が生じるような腐食はなかったこと

d. 現状の施設管理に対する評価

以下の事項より、劣化管理が適切に行われることから、現状の施設管理が妥当と評価していること

ア) 鉄骨構造物の定期的な目視点検が実施され、強度に影響をきたす可能性のある腐食のないことが確認されていること

イ) 鉄骨の腐食に影響するような塗膜の劣化等が認められた場合には、塗膜の補修が

実施されていること

⑥－１０．鉄骨の強度低下（風などによる疲労）

審査基準は、鉄骨の風などによる疲労による強度低下について、評価対象部位に風などの繰り返し荷重による疲労破壊が発生している又は発生する可能性が認められる場合は、耐力評価を行い、その結果、当該部位を構成する部材又は構造体の耐力が設計荷重を上回ることを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

a. 評価対象

ア) 評価対象部位は、疲労破壊が生じるような風などによる繰り返し荷重を継続的に受ける構造物から、産業界で実績のある一般社団法人日本建築学会「建築物荷重指針・同解説(2015)」に基づき、構造物のアスペクト比が4以上の構造物を抽出していること

イ) 抽出の結果、アスペクト比が4以上の構造物は抽出されなかったこと

⑦上記評価対象事象以外の事象

審査基準は、①から⑥までの経年劣化事象以外の事象に関して、劣化傾向監視等劣化管理がなされていない事象について、当該事象が発生又は進展している若しくはその可能性が認められる場合は、その発生及び進展を前提とした健全性評価を行い、その結果、技術基準規則に定める基準に適合することを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

⑦－１．電気ペネトレーションの気密性の低下

a. 評価対象

評価対象機器及び部位として、電気ペネトレーションのポッティング材及びＯリングを抽出していること

b. 評価の条件

評価に用いる通常運転時の放射線量及び温度は、設置箇所周囲の実測値等を用いていること。また、設計基準事故及び重大事故等における放射線量、温度及び圧力は、工事計画認可申請書記載の値を用いていること

c. 評価の方法

環境認定試験による健全性評価は、高経年化技術評価で実績のある「IEEE Standard for Electric Penetration Assemblies in Containment Structures for Nuclear Power Generating Stations」(IEEE Std. 317-2013)を用い、有意な気密性の低下と判断する値となるか評価していること

d. 健全性評価

評価の結果、運転開始後 60 年時点において、有意な気密性の低下と判断する値を下回ったこと

e. 現状の施設管理に対する評価

定期的に原子炉格納容器漏えい率検査及び電気ペネトレーションに封入している窒素ガスの圧力確認を実施し、機器の健全性が確認されており、劣化管理が適切に行われることから、現状の施設管理が妥当であると評価していること

⑦-2. プレストレストコンクリート製原子炉格納容器のテンドンの緊張力低下

a. 評価の条件

評価に用いるテンドンの緊張力は、実測値を用いていること。また、テンドンの緊張力の判断基準は、工事計画認可申請書記載の値に基づき設定されたテンドン定着部の緊張力の設計要求値を用いていること

b. 評価の方法

調査時点におけるテンドンの緊張力検査結果をもとに、プレストレス損失を考慮した運転開始後 60 年時点におけるテンドンの緊張力を評価していること

c. 健全性評価

調査時点及び運転開始後 60 年時点におけるテンドンの緊張力は設計要求値を上回っていること

d. 現状の施設管理に対する評価

テンドンの緊張力検査及びテンドン定着部の目視点検が実施され、テンドンの緊張力に支障をきたすような急激な経年劣化がないことが確認されており、劣化管理が適切に行われることから、現状の施設管理が妥当であると評価していること

⑧耐震安全性評価

⑧-1. 応力等評価

審査基準は、耐震安全性評価について、経年劣化事象を考慮した機器・構造物について地震時に発生する応力及び疲れ累積係数を評価した結果、耐震設計上の許容限界を下回ることを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

a. 代表機器又は構造物の考え方

ア) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として、①から⑦までの経年劣化事象に加え、劣化傾向監視等の劣化管理がなされている経年劣化事象のうち、これらの経年劣化事象が顕在化した場合に、振動応答特性上又は構造強度上、地震による影響が有意である事象を抽出していること

イ) 評価対象機器・構造物及び部位として、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の影響を受ける機器・構造物であって、かつ応力評価及び疲れ累積評価が必

要な部位を抽出していること

b. 評価に用いる地震力

評価において使用する地震力は、平成 29 年 5 月 24 日付け原規規発第 1705242 号にて設置変更許可を受けたところによる基準地震動及び弾性設計用地震動による地震力等としていること

c. 評価手法

- ア) 評価は、社団法人日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針」(JEAG4601-1984、JEAG4601-1987、JEAG4601-1991)等の規格に基づき、工事計画認可申請書で使用している手法に従い実施していること
- イ) 評価対象部位の劣化の想定では、運転開始後 60 年時点での推定劣化量又は取替基準値を使用していること
- ウ) 評価で使用する流れ加速型腐食の減肉条件は、保守的な解析条件として、減肉形状を周軸方向一様減肉としていること
- エ) 流れ加速型腐食を考慮した機器・構造物に対する応力評価では、取替基準値を踏まえた応力評価を行っていること
- オ) 疲れ累積係数評価は、①で求めた疲れ累積係数及び環境中疲れ累積係数に、地震時の疲れ累積係数を加えて求めていること

d. 評価の結果

- ア) 応力評価の結果、発生応力が許容応力を下回ったこと
- イ) 疲れ累積係数評価の結果、疲れ累積係数が 1 を下回ったこと

⑧-2. 想定亀裂（欠陥）に対する破壊力学評価

審査基準は、耐震安全性評価について、経年劣化事象を考慮した機器・構造物について地震時に発生する応力、亀裂進展力及び応力拡大係数を評価した結果、想定亀裂（欠陥）に対する破壊力学評価上の許容限界を下回ることを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

a. 代表機器又は構造物の考え方

- ア) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として、①から⑦までの経年劣化事象に加え、劣化傾向監視等の劣化管理がなされている経年劣化事象のうち、これらの経年劣化事象が顕在化した場合に、振動応答特性上又は構造強度上、地震による影響が有意である事象を抽出していること
- イ) 評価対象機器・構造物及び部位として、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の影響を受ける機器・構造物であって、かつ想定亀裂（欠陥）に対する破壊力学評価が必要な部位を抽出していること

b. 評価に用いる地震力

評価において使用する地震力は、平成 29 年 5 月 24 日付け原規規発第 1705242 号にて

設置変更許可を受けたところによる基準地震動及び弾性設計用地震動による地震力等としていること

c. 評価手法

- ア) 本評価として、評価対象機器・構造物に想定される経年劣化事象に応じて、線形破壊力学評価、弾塑性破壊力学評価又は極限荷重評価を実施していること
- イ) 評価対象部位の劣化の想定では、中性子照射脆化や熱時効等の靱性低下を伴う経年劣化事象について、運転開始後 60 年時点での推定劣化量を超える値として、運転年数によらず最大の推定劣化量を用いるなどの保守的な劣化量としていること。また、想定欠陥を、経年劣化事象に応じて、JEAC4206 等の規格又は文献を用いて初期欠陥から 60 年間の進展を予測し、設定していること
- ウ) 線形破壊力学評価では、経年劣化事象の評価で用いた手法を準用し、地震力を含む応力拡大係数を算出していること
- エ) 弾塑性破壊力学評価では、経年劣化事象の評価で用いた手法を準用し、地震時応力及び地震力を含む亀裂進展力を算出していること
- オ) 極限荷重評価では、経年劣化事象の評価で用いた手法を準用し、地震時応力を算出していること

d. 評価の結果

- ア) 線形破壊力学評価の結果、応力拡大係数が破壊靱性値を下回ったこと
- イ) 弾塑性破壊力学評価の結果、亀裂進展力が亀裂進展抵抗を下回ったこと。また、地震時応力が安定限界応力を下回ったこと
- ウ) 極限荷重評価の結果、地震時応力が安定限界応力を下回ったこと

⑧－３．動的機能維持評価

審査基準は、耐震安全性評価について、経年劣化事象を考慮した、地震時に動的機能が要求される機器・構造物の地震時の応答加速度を評価した結果、機能確認済加速度以下であることを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

a. 代表機器又は構造物の考え方

- ア) 耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象として、①から⑦までの経年劣化事象に加え、劣化傾向監視等の劣化管理がなされている経年劣化事象のうち、これらの経年劣化事象が顕在化した場合に、振動応答特性上又は構造強度上、地震による影響が有意である事象を抽出していること
- イ) 評価対象機器・構造物及び部位として、耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象の影響を受ける機器・構造物であって、かつ動的機能維持評価が必要な部位を抽出していること。また、抽出に当たっては、動的機能維持が求められる機器・構造物の周辺の機器・構造物の経年劣化が、動的機能維持が求められる機器・構

造物に与える影響を考慮していること

b. 評価に用いる地震力

評価において使用する地震力は、平成 29 年 5 月 24 日付け原規規発第 1705242 号にて設置変更許可を受けたところによる基準地震動による地震力としていること

c. 評価手法

ア) 応答加速度の算出では、平成 29 年 5 月 24 日付け原規規発第 1705242 号にて設置変更許可を受けたところによる基準地震動に基づき、工事計画認可申請書と同じ手法により地震時の応答加速度を算出していること

イ) 機器・構造物の評価対象部位の劣化の想定では、運転開始後 60 年時点での推定劣化量又は取替基準値を使用していること

ウ) 判定に用いる機能確認済加速度は、工事計画認可時に確認した機能確認済加速度としていること

d. 評価の結果

評価の結果、地震時の応答加速度が機能確認済加速度以下であったこと

⑧ー 4. 制御棒挿入性評価

審査基準は、耐震安全性評価について、経年劣化事象を考慮した、地震時の燃料集合体の変位を評価した結果、機能確認済相対変位以下であるか又は、同様に制御棒挿入時間を評価した結果、安全評価上の規定時間以下であることを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

a. 代表機器又は構造物の考え方

ア) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として、①から⑦までの経年劣化事象に加え、劣化傾向監視等の劣化管理がなされている経年劣化事象のうち、これらの経年劣化事象が顕在化した場合に、振動応答特性上又は構造強度上、地震による影響が有意である事象を抽出していること

イ) 評価対象機器・構造物及び部位として、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の影響を受ける機器・構造物であって、かつ制御棒挿入性評価が必要な部位を抽出していること

b. 評価に用いる地震力

評価において使用する地震力は、平成 29 年 5 月 24 日付け原規規発第 1705242 号にて設置変更許可を受けたところによる基準地震動による地震力としていること

c. 評価手法

ア) 制御棒挿入性の評価手法では、経年劣化事象として摩耗を考慮し、工事計画認可申請書と同じ手法を用いて制御棒挿入時間を算出していること

イ) 評価を行う機器・構造物の評価対象部位の劣化の想定について、制御棒クラスタ案内管の摩耗による劣化の想定は、制御棒クラスタ案内管が機能維持できる最大

摩耗量としていること。また、制御棒被覆管の摩耗による劣化の想定は、被覆管の一部が 100%摩耗としていること

ウ) 制御棒挿入時間の判断基準は、工事計画認可を受けた制御棒駆動装置の規定挿入時間を使用していること

d. 評価の結果

評価の結果、算出した制御棒挿入時間は規定挿入時間以下であったこと

⑧ー 5. 現状の施設管理に対する評価

耐震安全性評価を行った結果、耐震安全性が確保されることから、①から⑦までに示す現状の施設管理について、耐震安全性の観点から変更すべきものはないとしていること

⑨耐津波安全性評価

審査基準は、耐津波安全性評価について、経年劣化事象を考慮した機器・構造物について、津波時に発生する応力等を評価した結果、許容限界を下回ることを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

a. 代表機器又は構造物の考え方

ア) 評価対象機器として津波の影響を受ける浸水防護施設を抽出していること

イ) 耐津波安全上考慮する必要がある経年劣化事象として、①から⑦までの経年劣化事象に加え、劣化傾向監視等の劣化管理がなされている経年劣化事象のうち、これらの経年劣化事象が顕在化した場合に、構造強度上又は止水性能上、津波による影響が有意である事象を抽出した結果、該当する経年劣化事象はないとしていること

b. 耐津波安全評価に用いる津波

平成 29 年 5 月 24 日付け原規規発第 1705242 号にて設置変更許可を受けたところによる基準津波を用いていること

c. 評価手法及び評価の結果

a. に示すとおり、耐津波安全上考慮する必要がある経年劣化事象は抽出されなかったため、耐津波安全性評価として評価すべき項目はないとしていること

d. 現状の施設管理に対する評価

耐津波安全評価上考慮する必要がある経年劣化事象は抽出されなかったことから、①から⑦までに示す現状の施設管理について、耐津波安全性の観点から変更すべきものはないとしていること

Ⅲ－３．第６号（発電用原子炉施設の劣化を管理するために必要な措置）

１．劣化管理のために必要な措置の実施時期

審査基準は、劣化管理のために必要な措置について、施設管理の項目の内容に応じて実施する時期が定められていることを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

- ①保安規定の施設管理計画に従って実施する保全のうち、通常点検、劣化点検及び特別点検並びに技術の旧式化その他の事由により、発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な物品又は役務の調達に著しい支障が生じることを予防するための措置を除くものを、劣化を管理するために必要な保全と位置づけていること
- ②①の劣化を管理するために必要な保全については、保安規定の施設管理計画に従って策定する保全計画において実施する時期が定められること
- ③追加保全策及び監視試験についても、２．及び３．に示すとおり、内容に応じた実施時期が定められていること

２．追加保全策

審査基準は、運転が見込まれる期間における技術評価で抽出された全ての追加保全策がその実施時期とともに実施方針として示されており、そのうち長期施設管理計画の期間中に実施する措置が具体的に定められていることを要求している。

規制庁は、高経年化に関する技術評価結果から抽出された追加保全策について、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

- ①原子炉容器等の疲労割れについて、実績過渡回数の確認を継続的に実施するとしていること。長期施設管理計画の期間中に実施する措置として、運転開始後 35 年を目途に実績過渡回数の確認を実施し、運転開始後 60 年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認としていること
- ②原子炉容器胴部（炉心領域部）の中性子照射脆化について、３．に示すとおり、監視試験の実施方針及び監視試験に関する措置が定められていること
- ③ステンレス鋼配管溶接部の施工条件に起因する内面からの粒界割れについて、機器の健全性を確認するため、実機検査を実施するとしていること。長期施設管理計画の期間中に実施する措置として、実機検査及び亀裂発生メカニズムに関する知見拡充活動を実施し、これらの知見を踏まえ、第 21 保全サイクル以降の実機検査の計画の検査対象及び頻度を設定するとしていること
- ④上記①から③までの実績過渡回数の確認、監視試験及び実機検査については、保安規定の施設管理計画の一部として追加して実施すること

3. 監視試験の実施方針及び監視試験に関する措置

審査基準は、JEAC4201 等に基づき、運転が見込まれる期間において劣化を評価できる適切な時期に監視試験を実施する方針が示され、同方針に基づき長期施設管理計画の期間中に実施する必要がある監視試験に関する措置が具体的に定められていることを要求している。

規制庁は、監視試験の実施方針等について、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

- ①原子炉容器胴部（炉心領域部）の中性子照射脆化について、JEAC4201 等に基づき、運転が見込まれる期間における適切な時期に監視試験を実施することとしていること
- ②具体的には、原子炉容器内面が受ける中性子照射量が $2.4 \times 10^{19} \text{n/cm}^2$ を上回る場合は、原子炉容器内面が受ける中性子照射量がこれまでに取り出された監視試験片の中性子照射量を超えない時期に、運転開始後 40 年を超えて運転を行う場合には運転開始後 40 年から 50 年に少なくとも 1 回、更に運転開始後 50 年から 60 年に少なくとも 1 回、監視試験を実施することとしていること
- ③長期施設管理計画の期間中に実施する措置として、今後の原子炉の運転サイクル及び照射量を勘案して、第 4 回監視試験の実施計画を策定することとしていること

Ⅲ－4. 第 7 号（技術の旧式化その他の事由により、発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な物品又は役務の調達に著しい支障が生じることを予防するための措置）

1. 技術の旧式化の管理のためのプログラム

審査基準は、技術の旧式化により、機器・構造物の機能を維持するために必要となる予備品等の物品の調達及び保守、技術支援等の役務の調達に著しい支障が生じることを予防するため、技術の旧式化の管理のためのプログラムが適切に策定されていることを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

- ①技術の旧式化その他の事由により、発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な物品又は役務の調達に著しい支障が生じることを予防するための措置として、製造中止品管理プログラムを策定し、当該プログラムに基づき製造中止品管理を行うこととしていること
- ②上記①の製造中止品管理を、保安規定の施設管理計画の一部として追加して実施することとしていること

2. 機器・構造物に対しての対応方針等

審査基準は、当該プログラムの運用においては、機器・構造物を対象とし、運転が見込まれる期間において旧式化するおそれがある機器・構造物を特定し、特定された機器・構造物に対しての対応方針があらかじめ定められていること、また、旧式化の兆候を的確に捉えるために情報収集等の活動を行い、必要に応じて対応方針等を見直すことが定められていることを要求している。

規制庁は、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

- ①製造中止品管理プログラムの運用において、技術評価の評価対象である機器・構造物を含む保安規定の施設管理計画で定める保全対象範囲の構造物、系統及び機器、並びにこれらの機能を維持するために必要となる予備品等の物品及び保守、技術支援等の役務を対象とするとしていること
- ②製造中止品管理プログラムに基づき、以下のとおり製造中止品管理を実施するとしていること
 - a. 旧式化の兆候を的確に捉えるため、PWRプラントメーカ、関係協力会社等と連携し、PWR事業者連絡会¹²等を通じて、情報収集等の活動を行う
 - b. 入手した製造中止品¹³に関する情報を元に、運転が見込まれる期間において、その機能を維持するために必要な物品又は役務の調達に著しい支障が生じるおそれがある構造物、系統及び機器を特定する
 - c. 特定された構造物、系統及び機器に対する対応方針として、それらの機能を維持するために必要な対応の方法及び実施時期を定め、保安規定の施設管理計画に基づき策定する保全計画に反映して実施する
 - d. 対応の方法については、市中在庫品の確保、特別生産、設備更新／修理、他の機器部品の活用、リバースエンジニアリング、設計変更を伴う設備更新及び保守サービス契約を含む対応方法から適切なものを選定する
 - e. 対応の実施時期については、当該構築物、系統及び機器の施設管理の重要度、予備機の有無、使用環境及び設置環境による劣化傾向、予備品の保有数量及び使用見込み、並びに特殊性（汎用的ではない技術を用いた機器等）を考慮して定める
 - f. 保全活動から得られた情報等から保全の有効性を評価し、保全が有効に機能しているかを確認するとともに、対応の変更を含めて継続的な改善を行う

3. プログラムの適切性、有効性の定期的な評価等

審査基準は、当該プログラムの適切性、有効性を品質マネジメントシステムに基づき、定期的に評価、改善することが定められていることを要求している。

規制庁は、保安規定の品質マネジメントシステム計画に基づき、施設管理計画に従って実施される施設管理の有効性評価において、製造中止品管理プログラムが有効に機能しているかを定期的に確認し、継続的な改善を行うことを定めるとしていることを確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

¹² PWR電力事業者4社、PWRプラントメーカ2社と連携し、共通案件に関する技術検討の実施や会員間の技術情報の一層の共有を図ることにより、PWRプラントの安全安定運転、総合的な技術力の向上を推進するための会議体

¹³ 構造物、系統及び機器の機能を維持するために必要となる予備品等の物品又は保守、技術支援等の役務のうち、製造又は役務の終了によりその調達に著しい支障が生じるおそれがあるもの

Ⅲ－５．第８号（第５号の点検及び評価並びに第６号及び第７号の措置の実施に関する基本的な方針及び目標）

１．劣化管理の方針及び目標

審査基準は、発電用原子炉施設の劣化管理について、劣化評価、劣化を管理するために必要な措置等に係る方針及び目標が定められていることを要求している。

規制庁は、劣化評価、劣化管理に必要な措置等に係る方針及び目標について、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

- ①施設管理計画にて策定する保全計画に基づき、通常点検を実施し、発電用原子炉施設の技術基準規則への適合状態を維持するとともに、劣化の状況を適切に把握していること
- ②長期施設管理計画を策定又は変更するまでに、施設管理計画にて策定する保全計画に基づき、劣化点検を実施し、劣化の状況を適切に把握していること
- ③運転開始後 35 年目以降、運転開始日から 40 年を経過した日を含む長期施設管理計画を策定するまでに、施設管理計画にて策定する保全計画に基づき、実用発電用原子炉の長期施設管理計画の審査基準の表 1 において規定される点検又は検査を特別点検として実施し、長期間の運転に伴って生じるおそれがある発電用原子炉施設の劣化の状況を精密に調査又は確認していること
- ④長期施設管理計画を策定又は変更するまでに、技術評価を実施し、長期施設管理計画の期間における運転に伴い生じる劣化を考慮した上で、発電用原子炉施設が技術基準規則に適合することを確認するとともに、追加保全策を抽出していること
- ⑤施設管理計画にて策定する保全計画に基づき、劣化を管理するために必要な保全を実施し、発電用原子炉施設の技術基準規則への適合状態を維持していること
- ⑥Ⅲ－３．２．に示したとおり、追加保全策（監視試験を含む。）のうち長期施設管理計画の期間中に実施する措置をその内容に応じた適切な時期に実施することにより、技術基準規則への適合状態を維持していること
- ⑦製造中止品管理として、製造中止品に係る情報を入手し、運転が見込まれる期間において、その機能を維持するために必要な物品又は役務の調達に著しい支障が生じるおそれのある構造物、系統及び機器を特定し、それらへの対応を検討し、施設管理計画にて策定する保全計画に反映して実施することにより、発電用原子炉施設の信頼性に対する悪影響を回避していること

２．劣化評価の見直し及び長期施設管理計画の変更

審査基準は、国内外の運転経験、最新の科学的及び技術的知見、試験研究成果、規制基準や規格・基準の改訂、点検等・補修・取替えの実績及び設備の新設・更新等の情報を収集し、それらを踏まえ、劣化評価の見直しの検討を速やかに行い、必要に応じ、長期施設管理計画の変更を行う方針が定められていることを要求している。

規制庁は、国内外の運転経験や最新の科学的及び技術的知見等の情報を収集し、それらを踏ま

え、劣化評価の見直しや長期施設管理計画の見直しの検討を速やかに行い、必要に応じ、長期施設管理計画の変更を行う方針としていることを確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

Ⅲ－６．第９号（第５号の点検及び評価並びに第６号及び第７号の措置に係る品質マネジメントシステム）

１．劣化管理に関するプロセス

審査基準は、原子力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基準に関する規則（令和２年原子力規制委員会規則第２号。以下「品質管理基準規則」という。）を踏まえ、設置許可申請書等に記載された方針に従って構築された品質マネジメントシステムに基づく劣化管理に関する一連のプロセスが示されていることを要求している。

規制庁は、劣化管理に係る品質マネジメントシステムについて、以下に掲げる事項を確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

- ①品質管理基準規則及び同規則の解釈を踏まえ、原子炉施設設置変更許可申請書本文十一号の「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」に記載された方針に従って品質マネジメントシステムを構築し、保安規定において品質マネジメントシステム計画として定めていること
- ②劣化管理に係る業務については、①で構築された品質マネジメントシステム計画に基づき実施するとしていること
- ③Ⅲ－３．からⅢ－５．までに示すとおり、①で構築された品質マネジメントシステムに基づく劣化管理に関する一連のプロセスを示していること

２．品質マネジメントシステムに基づく劣化管理の実施

審査基準は、構築された品質マネジメントシステムに基づき劣化管理を実施することが定められていることを要求している。

規制庁は、１．に示したとおり、設置許可申請書等に記載された方針に従って構築された品質マネジメントシステムに基づき劣化管理を実施することが定められていることを確認したことから、審査基準を満足していると判断した。

Ⅳ．審査結果

規制庁は、Ⅲ．に示す事項を確認したことから、本申請が、新原子炉等規制法第４３条の３の３２第６項に定めるいずれの要件にも適合しているものと判断した。