

審査書

【東京電力ホールディングス株式会社柏崎刈羽原子力発電所原子炉施設保安規定の 変更について】

原規規発第 2002272 号
令和 2 年 2 月 27 日
原子力規制庁

．本審査書の位置づけ

本審査書は、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」(昭和 32 年法律第 166 号。以下「法」という。)第 4 3 条の 3 の 2 4 第 1 項の規定に基づき申請のあった「柏崎刈羽原子力発電所原子炉施設保安規定変更認可申請書」(平成 31 年 4 月 5 日付け原管発官 31 第 1 号をもって申請。令和 2 年 1 月 30 日付け原管発官 R1 第 176 号をもって一部補正。以下「変更認可申請書」という。)の内容が、法第 4 3 条の 3 の 2 4 第 2 項に定める「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十分でない」と認めるときに該当しないものであるかどうかを確認した結果を取りまとめたものである。

．申請の概要

東京電力ホールディングス株式会社(以下「申請者」という。)が提出した変更認可申請書によれば、変更の概要は以下のとおりである。

(1) 5 号炉の原子炉施設の経年劣化に関する技術的な評価の実施に伴う長期保守管理方針の追加

5 号炉は、令和 2 年 4 月 10 日に運転を開始した日以降 30 年を経過することから、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 8 2 条及び柏崎刈羽原子力発電所原子炉施設保安規定(以下「保安規定」という。)1 0 7 条の 2 に基づき、原子炉施設の経年劣化に関する技術的な評価を実施するとともに、その評価結果を踏まえ保守管理の項目を抽出し、5 号炉の長期保守管理方針を策定したことから、保安規定 1 0 7 条の 2 を変更するとともに、保安規定の添付として 5 号炉の長期保守管理方針を追加する。

．審査の内容

本件審査に当たっては、本申請に係る保安規定の変更が、法第 4 3 条の 3 の 2 4 第 2 項に定める「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

防止上十分でない」と認めるとき」に該当しないものであるかどうかを確認するため、「実用発電用原子炉施設における高経年化対策実施ガイド」(原管P発第1306198号(平成25年6月19日原子力規制委員会決定、平成29年9月20日最終改正)。以下「実施ガイド」という。)、 「実用発電用原子炉施設における高経年化対策審査ガイド」(原管P発第1307081号(平成25年7月8日原子力規制庁策定、平成28年11月2日最終改正))等に基づき、本申請に添付された「柏崎刈羽原子力発電所5号炉高経年化技術評価書」(以下「評価書」という。)の技術的妥当性があること、及び長期保守管理方針が高経年化技術評価の結果を踏まえて策定されているかどうかを、確認した。

主な内容は以下のとおりである。

1. 高経年化技術評価の技術的妥当性

原子力規制委員会原子力規制庁(以下「規制庁」という。)は、申請者の実施した高経年化技術評価の技術的妥当性を確認するため、本申請の添付資料である評価書に関して、以下のとおり確認を行った。

1.1 高経年化技術評価の実施等

規制庁は、申請者の高経年化技術評価の実施等について、以下に掲げる事項を確認した。

- ・高経年化技術評価の実施体制及び実施手順が、保安規定に基づく品質保証計画に従い、高経年化技術評価の実施等に係る組織、工程管理、協力事業者の管理、評価記録の管理、評価に係る教育訓練等の業務プロセスを明確にして実施していること
- ・高経年化技術評価の実施に当たっては、機器・構造物の運転データに加え、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、補修等のプラントの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反映していること
- ・高経年化技術評価の対象となる機器・構造物は、「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(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の中から、冷温停止状態の維持に必要な機器・構造物を抽出していること
- ・高経年化対策上着目すべき経年劣化事象については、冷温停止状態の維持に必要な機器・構造物に対し、進展が想定される経年劣化事象として電気・計装設備の絶縁低下及びコンクリートの強度低下を抽出していること
- ・抽出された高経年対策上着目すべき経年劣化事象に対し、健全性評価が、実施されていること

規制庁は、上記の事項について確認することにより、申請者の高経年化技術評価の実施等が、実施ガイドの内容に従ったものであることを確認した。

1.2 電気・計装設備の絶縁低下

規制庁は、電気・計装設備の絶縁低下について、申請者が実施した以下に掲げる事項を確認した。

(1) 評価対象機器等の抽出

- ・評価対象機器及び部位は、冷温停止状態の維持に必要な機器として抽出された電気・計装設備を対象としていること

(2) 現状の保守管理

- ・現状の保守管理として、絶縁診断試験等の点検検査が実施され、傾向管理を行うことにより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いること

(3) 評価

評価手法

- ・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保守管理による絶縁低下傾向の管理ができていないか確認を行っていること
- ・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に取替え等の管理を行っていること

評価結果

- ・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が確認されたこと

規制庁は、上記の事項について確認することにより、「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」に適合するものであることを確認した。

1.3 コンクリートの強度低下

1.3.1 コンクリートの強度低下（中性化）

規制庁は、コンクリートの中性化による強度低下について、申請者が実施した以下に掲げる事項を確認した。

(1) 評価対象部位等の抽出

- ・評価対象部位は、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

(2) 現状の保守管理

- ・現状の保守管理として、コンクリート構造物は定期的な目視確認が実施され、有意な欠陥のないことが確認されていること。また、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

(3) 評価

前提条件

- ・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

評価手法

- ・運転開始後 40 年時点の中性化深さの推定は、森永式¹、岸谷式²及び実測値に基づく t 式³を用い、その最大値を抽出していること
- ・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 9 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

評価結果

- ・評価の結果、調査時点及び運転開始後 40 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

規制庁は、上記の事項について確認することにより、「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に適合するものであることを確認した。

1.3.2 コンクリートの強度低下(塩分浸透)

規制庁は、コンクリートの塩分浸透による強度低下について、申請者が実施した以下に掲げる事項を確認した。

(1) 評価対象部位等の抽出

- ・評価対象部位は、飛来塩分、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を抽出していること

(2) 現状の保守管理

- ・現状の保守管理として、コンクリート構造物は定期的な目視確認が実施され、有意な欠陥のないことが確認されていること。また、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

(3) 評価

前提条件

- ・塩化物イオン濃度は、実測値を用いていること

¹ 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)

² 社団法人日本建築学会「高耐久性鉄筋コンクリート造設計施工指針(案)・同解説」(平成 3 年 7 月)

³ 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 25 年 10 月)

評価手法

- ・ 運転開始後 40 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を用いて塩化物イオン濃度から算出していること
- ・ 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¹により算出した値を用いていること

評価結果

- ・ 評価の結果、調査時点及び運転開始後 40 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

規制庁は、上記の事項について確認することにより、「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ること」に適合するものであることを確認した。

1.3.3 コンクリートの強度低下（機械振動）

規制庁は、コンクリートの機械振動による強度低下について、申請者が実施した以下に掲げる事項を確認した。

（1）評価対象部位等の抽出

- ・ 評価対象部位は、主要な機器の原動機出力を振動影響の大きさと比較し、大きな振動を受ける部位を抽出していること

（2）現状の保守管理

- ・ 現状の保守管理として、コンクリート構造物は定期的な目視確認が実施され、有意な欠陥のないことが確認されていること

（3）評価

評価手法

- ・ 現状の保守管理による目視確認の結果から、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

評価結果

- ・ 評価の結果、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

規制庁は、上記の事項について確認することにより、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ないことを確認した。

1.4 上記評価対象事象以外の事象

規制庁は、上記の 1.2、1.3 に加え、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の劣化事象（以下「主要6事象」という。）以外の事象について、申請者が実施した以下に掲げる事項を確認した。

(1) 評価対象機器等の抽出

- ・主要6事象以外の事象のうち、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事象として、燃料取替機ロードセルの特性変化（歪ゲージの腐食）を抽出していること

(2) 現状の保守管理

- ・現状の保守管理として、ロードセルは点検時に外観の目視確認が実施され、ループ校正試験により特性が精度内であることを確認し、校正されていること

(3) 評価

評価手法

- ・歪ゲージ貼付部は、窒素雰囲気になっており、歪ゲージの腐食が発生する可能性が低いこと

評価結果

- ・評価の結果、点検時のループ校正試験によりロードセルの健全性を把握でき、また必要に応じて取替を行うことで健全性を維持できること

規制庁は、上記の事項について確認することにより、「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発生する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て健全性評価を行い、その結果、技術基準規則に定める基準に適合すること」を確認した。

1.5 耐震安全性評価

規制庁は、耐震安全性評価について、同評価の評価手法ごとに以下のとおり確認を行った。

1.5.1 応力等評価

規制庁は、応力及び疲れ累積係数の評価について、申請者の実施した以下に掲げる事項を確認した。

(1) 評価対象事象、機器・構造物の抽出

- ・耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象は、1.2 から 1.4 の劣化事象も踏まえ、以下に掲げるものを抽出していること

運転を継続的に行うことを前提とした場合には経年劣化の進展が考えられるが、低温停止状態が維持されることを前提とした場合には経年劣化の進展が考えられない劣化事象のうち、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から地震による影響が有意である事象

進展傾向が極めて小さいとした劣化事象及び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から地震による影響が有意である事象

- ・評価対象機器・構造物は、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の対象となる機器・構造物であって、かつ応力評価及び疲れ累積評価に影響を与える機器・構造物を抽出していること

(2) 評価

前提条件

- ・評価において使用する地震力は、機器の耐震クラスに応じて、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」(平成18年9月19日)による基準地震動 S_s などにより定まる地震力としていること
- ・評価対象部位の劣化の想定は、運転開始後40年時点での推定劣化量を使用していること

評価手法

- ・疲れ累積係数評価は、通常運転時の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

評価結果

- ・応力評価の結果、発生応力が許容応力を下回ったこと
- ・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

規制庁は、上記の事項について確認することにより、「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に適合するものであることを確認した。

1.5.2 想定亀裂(欠陥)に対する破壊力学評価

規制庁は、応力拡大係数等の評価について、申請者が実施した以下に掲げる事項を確認することにより、「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に適合するものであることを確認した。

(1) 評価対象事象、機器・構造物の抽出

- ・耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は、1.2 から 1.4 の劣化事象も踏まえ、以下に掲げるものを抽出していること

運転を断続的に行うことを前提とした場合には経年劣化の進展が考えられるが、冷温停止状態が維持されることを前提とした場合には経年劣化の進展が考えられない劣化事象のうち、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から地震による影響が有意である事象

進展傾向が極めて小さいとした劣化事象及び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から地震による影響が有意である事象

- ・評価対象機器・構造物は、耐震安全上考慮する必要のある劣化事象の対象となる機器・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に影響を与える機器・構造物を抽出していること

(2) 評価

前提条件

- ・本評価は、評価対象機器・構造物に想定される劣化事象に応じて、線形破壊力学評価を実施していること
- ・評価において使用する地震力は、機器の耐震クラスに応じて、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」(平成18年9月19日)による基準地震動 S_s などにより定まる地震力としていること
- ・評価対象部位の劣化の想定は、中性子照射脆化等の靱性低下を伴う劣化事象について、運転開始後40年時点での推定劣化量としていること。また、想定欠陥は、劣化事象に応じて、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)の規格を用いて初期欠陥を設定していること

評価手法

- ・線形破壊力学評価は、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

評価結果

- ・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

規制庁は、上記の事項について確認することにより、「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」に適合するものであることを確認した。

2. 長期保守管理方針

申請者は、高経年技術評価において、冷温停止状態が維持されることを前提としたそれぞれの経年劣化を評価した結果、現状の保守管理で健全性が確保され、現状の保守管理に追加すべき項目は抽出されなかったとし、5号炉の長期保守管理方針として「高経年化対策の観点から充実すべき保守管理の項目はなし」と変更後の保安規定に新たに定めるとしている。

規制庁は、保安規定に追加するとしている5号炉の長期保守管理方針は、高経年化技術評価を踏まえたものであることを確認した。

・ 審査の結果

申請者が提出した変更認可申請書を審査した結果、当該申請は、法第43条の3の24第2項に定める「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原子炉による災害の防止上十分でない」と認めるときに該当しないと認められる。