

柏崎刈羽原子力発電所 3号炉 高経年化技術評価書について

2023年1月19日
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3号炉（以下、KK3）の高経年化技術評価において、以下の2つの事象を確認した。

<事象① KK3高経年化技術評価書における解析結果の記載誤り（CR10070878）>

- ・高経年化技術評価書のうち炭素鋼配管の腐食（流れ加速型腐食（以下、FAC））に対する耐震安全性評価結果の数値に誤りがあることを確認した。

<事象② 設備情報の誤り及び設備情報の訂正が必要となる箇所（CR10076775）>

- ・事象①を踏まえて、当該事案と同様に当社委託先である東電設計株式会社（以下、「東電設計」）から再委託先である東芝エネルギーシステムズ株式会社（以下、「東芝ESS」）により実施された成果物（報告書等）について委託先と再確認作業を実施した結果、東電設計が実施した成果物（報告書等）に誤りを確認した。また、記載の訂正が必要となる箇所を確認した。

これらの事象に関する発生理由、不適合処置、是正処置及び水平展開の実施状況について、次頁以降に示す。

事象① - 1 概要

(1) 概要

KK3 高経年化技術評価書のうち、炭素鋼配管の腐食（FAC）に対する耐震安全性評価結果の数値に誤りがあることについて、委託先である東電設計より報告書を受領し、当社が確認した。KK3の当該評価については、下記のような実施体制で実施している。



(2) 誤りの内容

炭素鋼配管の腐食（FAC）に対する評価は、JEAC4601-2008（耐震設計技術規程）を適用することとしており、地震力は水平方向及び鉛直方向を組み合わせる必要がある。しかしながら、本評価に用いた解析プログラムの設定において、鉛直方向の地震力を考慮することができず、水平方向の地震力のみを考慮した評価を行ったことから、発生応力結果に誤りが発生した。なお、本誤りによる評価対象機器の耐震安全性評価結果への影響がないことを確認している。

<誤りがある箇所>

表 3.5-9 炭素鋼配管系の腐食に対する耐震安全性評価結果

評価対象	区分	耐震重要度	評価地震力	許容応力状態	応力種別	発生応力 (MPa) *1		許容応力*4 (MPa)
						必要最小肉厚*2	40年時点肉厚*3	
給水系	クラス2	B	1/2 Sd	B&S	1次応力	<誤> 91	—	195

(1) 発生理由

炭素鋼配管の腐食（FAC）に対する耐震安全性評価については次の通り実施している。

i) 評価適用規程

KK3では「水平方向地震力＋鉛直方向地震力」を考慮するため「耐震設計技術規程JEAC4601-2008（日本電気協会）」の規程を適用することとしていた。

ii) 解析プログラム

KK3では「エディション：2005（JSME2005/JEAG4601-1987）（標準設定）」※の設定にて評価を行った。

※ 標準設定では鉛直方向地震力を考慮しないため、評価適用規程の要求と合致しない。鉛直方向地震力を考慮するためには、追加で手動設定が必要。

a) 解析プログラムの設定誤りの原因

KK3解析担当者は、下記の要因により追加の手動設定を実施せずに標準設定を用い、解析プログラムの設定を誤った。

- 標準設定以外の追加の手動設定方法について手順書に詳細な記載がなかったこと
- 解析担当者は当該プログラムを使用した解析が初めてであったこと（別紙1参照）
- 鉛直方向地震力を考慮する場合のノウハウが担当部署内で共有されていなかったこと

また、当社および東電設計は、下記の要因により、誤りに気付くことができなかった。

- 解析実施状況調査において、プログラム設定に対する確認が不足していたこと

事象① -3 不適合処置

(1) 不適合処置内容（再評価）

当該評価誤りについて、東芝ESSにて「入力値・解析プログラムの設定確認」を改めて行った上で再評価を実施するとともに手計算による検証を実施した。

なお、再評価にあたっては東芝ESSの「KK3解析担当者」が行い「別担当者」が同時検証を実施した。

東電設計は、上述の通り再評価を行った事を確認するとともに手計算による検証を改めて実施し、再評価結果に鉛直地震力が考慮され、定量的にも妥当な結果であることを確認した。

当社は、東電設計より再評価方法・結果報告を受けて、再評価内容が妥当であることを確認した。再評価結果との比較を下表に示す。

表 再評価結果との比較

	申請済の値（誤り）	再評価の値（正）	許容値	影響有無
発生応力（MPa）	91	97	195	影響なし

(2) 技術評価書への影響【影響なし】

必要最小肉厚の評価における再評価後の発生応力値が許容値を下回ることから、耐震安全性評価の評価結果に影響がないことを確認した。

(3) 評価書の補正について【今後実施予定】

当該箇所について、再評価した正しい数値を評価書に反映するため、今後適切な時期に補正申請を実施する。

事象① - 4 是正処置

本事象については、「3号機高経年化技術評価書における解析結果の記載誤りについて（CR10070878）」にて管理しており、以降に示す再発防止対策を実施する。

なお、当該CRに関わる詳細な時系列については別紙2参照。

(1) 当社

- a) 今後、品質保証部門による東電設計に対する監査において、「KK3高経年化技術評価に関する評価業務」を個別の監査対象件名に選定し、実施する予定。
- b) 解析実施状況調査において本事例を踏まえた確認を行うこととし、解析実施状況調査時に委託先（再委託先含む）にて以下の再発防止対策が確実に行われていることを確認する。

(2) 委託先（東電設計）

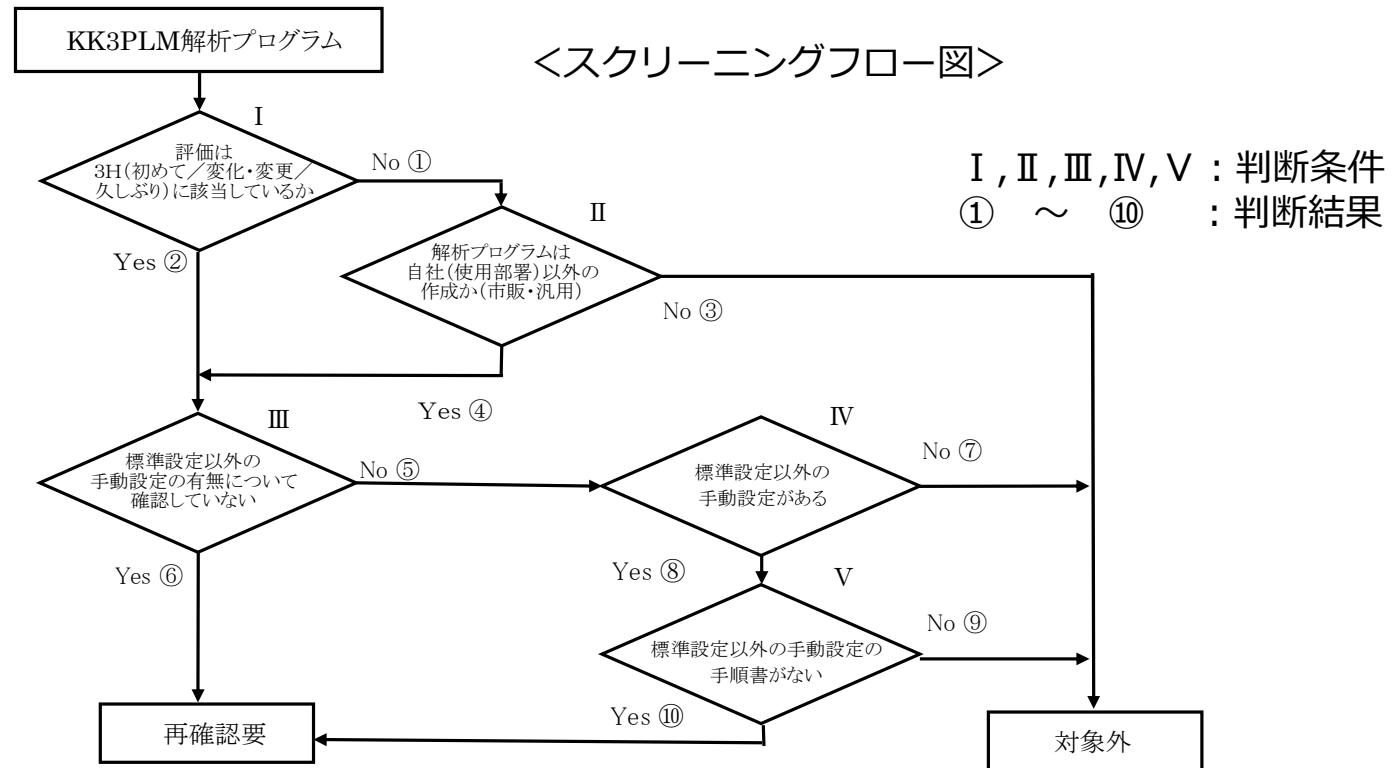
解析業務実施時に、市販・汎用プログラムを使用し、手順書が詳細な記載がない場合には、解析実施状況調査時にプログラム設定方法の妥当性を確認する。

(3) 再委託先（東芝ESS他：解析業務実施箇所）

市販・汎用プログラムの使用において、標準設定以外の手動設定の操作が生じる場合には、その設定・操作手順を手順書に詳細まで反映する。

(1) スクリーニング

下記スクリーニングフロー図を用いて東電設計及び東芝ESSのKK3高経年化技術評価における解析プログラムについて同様の解析誤りを起こす解析プログラムの有無について、スクリーニングを行い再確認が必要となる解析プログラムを抽出した。



(2) スクリーニング抽出結果

KK3PLMにおける解析プログラムのスクリーニングの結果、当該解析プログラム以外に再確認が必要となった解析プログラムは抽出されなかった。

(1) 先行機確認対象範囲

当社が実施したPLM及びPSR※¹のうち、現在の品質保証体系が確立された後に実施した評価業務を対象とした（具体的な対象範囲は別紙3参照）

※¹ PLM：高経年化技術評価（Plant Life Management） PSR：定期安全レビュー（Periodic Safety Review）

(2) スクリーニング抽出結果

東電設計、東芝ESS及びその他プラントメーカー1社において、過去に実施したPLM及びPSRについて、KK3同様、スクリーニングフロー図により、再確認が必要となる解析プログラムの抽出を行った結果、以下の解析プログラムが抽出された。

➤ AutoPIPE（柏崎刈羽原子力発電所1号炉配管減肉に対する耐震安全性評価：東芝ESS）

I ②→Ⅲ ⑤→Ⅳ ⑧→Ⅴ ⑩ ※²

※² 事象①-5-1.(1)スクリーニングフロー図参照（Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ,Ⅴ：判断条件／①～⑩：判断結果）

(3) 抽出された解析評価に対する再確認結果

東芝ESSは、上記（2）スクリーニング抽出結果から、再確認要として抽出された解析プログラムについて、使用状況・解析結果について再確認を行った結果「プログラム設定が適切に行われており、同様の事象が発生していないこと」を確認した。

東電設計は、東芝ESSよりKK3PLMと同様の事象が発生していない旨、報告を受け、当社は東電設計から報告を受けることにより、再確認内容が妥当であることを確認した。

また、東電設計は東芝ESSに対し現地調査を行うことを計画しており、引き続き、妥当性の確認を確実に行うための取組を行う。

事象② - 1 概要

耐震安全性評価の誤りに対する水平展開範囲外の「設備情報の誤り及び設備情報の訂正が必要な箇所」について

(1) 事象の概要

事象①（2022年9月15日報告済）を踏まえて、事象①の発注体系で実施した成果物（報告書等）及び東電設計直営分の成果物（報告書等）について、当社及び東電設計にて再確認作業を実施したところ、評価書に記載した設備情報の誤り18箇所及び訂正箇所131箇所を確認した。高経年化技術評価業務における、各種資料の詳細については別紙4参照。

＜再確認作業の対象とした発注体系（事象①の実施体制に同じ）＞



設備情報の誤り及び設備情報の訂正が必要な箇所による「KK3高経年化技術評価結果へ影響がないこと」を確認した。

(2) 設備情報の誤り及び訂正が必要となる箇所

設備詳細仕様等に関する記載のうち、評価結果に影響を及ぼさない範囲において以下の様に訂正が必要な箇所（149箇所）が確認された。

a) 設備情報の誤り箇所（18箇所）

KK3設備図書から評価書への設備情報反映時、誤って記載を行ったもの。

事象② - 1 概要

b) 設備情報の訂正が必要となる箇所（131箇所）

事象①を踏まえた再確認の結果、設備図書にて詳細仕様が確認できず、先行機の情報
を参考にした設備情報について、KK3の情報が新たに131箇所確認されたもの。

下表に訂正箇所の確認状況を示す。また、各訂正箇所の具体例については別紙5参照。

表 訂正箇所の分類と各箇所数

分類		箇所数
①	詳細材料に関するもの	48
②	設備更新によるもの	5
③	周囲温度に関するもの	2
④	呼称変更	12
⑤	対象部位に関するもの	4
⑥	設置場所に関するもの	1
⑦	基礎仕様変更	8
⑧	①～⑦に起因した変更※	51

※高経年化評価書の構成上、上記分類⑧は①～⑦の分類に起因して訂正が必要となるもの。

(1) 発生理由

a) 設備情報の誤り箇所 (18箇所)

- 「設備詳細仕様表 (評価対象設備の詳細仕様整理リスト: 以下省略)」に記載されている多くの記載項目の中から技術評価書へ反映すべき項目が明確になっておらず、転記を誤った。
- 当社が「評価書」と「設備詳細仕様表」とのチェックを行うにあたり、担当者の経験が浅く、確認不足があった。

b) 設備情報の訂正が必要となる箇所 (131箇所)

KK3高経年化技術評価書の作成については、以下の通り実施している。

- i) 設備図書をもとに「設備詳細仕様表」を作成し、技術評価書へ展開・作成した。
 - ii) 設備図書にて設備詳細仕様が確認できない項目については、技術評価において影響がない範囲であることを確認したうえで、先行機と製造メーカー、型式が同一であれば、設備詳細仕様は同じであると判断し、先行機設備情報を参考に技術評価書を作成した。
- 技術評価書作成方法が不明確
上記 ii) の判断基準、評価書への反映方法などが明確化されていなかったこと。

事象② -3 不適合処置

(1) 処置内容

a) 設備情報の誤り箇所（18箇所）

東電設計は「設備詳細仕様表」と評価書の内容全てについて、照合・確認を行った。
当社は、東電設計から上記確認作業結果の報告を受けるとともに、東電設計から誤り箇所に関わる「設備詳細仕様表」の改訂内容を各設備主管グループが「エビデンス（技術設計図書他）」を照合・確認し 問題がないことを改めて確認した。
また、確認者とは異なるメンバーがダブルチェックを実施した。

b) 設備情報の訂正が必要となる箇所（131箇所）

東電設計は「設備詳細仕様表」と東芝ESSからの全ての「エビデンス（技術設計図書他）」について照合・確認を行った。
当社は、東電設計から上記確認作業結果の報告を受けるとともに、東電設計から訂正箇所に関わる箇所について、上記 a) 設備情報の誤り箇所と同様に確認を行った。

(2) 技術評価書への影響【影響なし】

今回のKK3高経年化技術評価書における設備情報の誤り及び設備情報の訂正が必要となる箇所について、評価結果に影響がないことを確認した。

(3) 評価書の補正について【今後実施予定】

今回の設備情報の誤り及び設備情報の訂正が必要となる箇所について、今後適切な時期に補正申請を実施する。

事象② - 4 是正処置

本事象については、「3号機高経年化技術評価書における解析結果の記載誤りについて（CR10070878）」の関連CR10076775（2022/12/1関連CR起票）として管理しており、今後、当社状態レポート管理プログラムの中で対応を行う（詳細な時系列については別紙2参照）。

（1）当社

- a) 委託先からの高経年化技術評価業務に関わる「設備詳細仕様表」と技術評価書を確認する際、以下（2）の再発防止対策が確実に行われていることを確認する。
- b) 今回の確認不足についてJIT情報等にまとめ、所内関係箇所への周知を行う。
また、転記誤り・確認不足が確認された内容について、確認時の詳細なチェック項目を定め、担当者へ教育する。
- c) 東電設計に対する監査に主管部が技術専門家として同行し（事象①と同様）、個別業務（KK3PLM）に対して再発防止対策を含め、適切に行われていることを確認する。

（2）委託先（東電設計）

- a) 技術評価書作成方法の明確化と教育の徹底
技術評価書の作成手順を改訂し、以下について明確にする。
 - 設備詳細仕様表作成方法及び評価書への反映方法
 - エビデンス（技術設計図書他）の確認方法
 - 設備図書にて設備詳細仕様を確認できない場合の判断基準、反映方法
 - 本業務を実施する者に対する事前の教育プログラムを定め、業務知識を含む作成手順やノウハウについて教育をする。
- b) 設備詳細仕様表フォーマットの改善
設備詳細仕様表において技術評価書に記載すべき項目を明確にする。

事象② -5 水平展開 * 東電設計⇒東芝ESS以外

(1) 水平展開対象範囲

東電設計が東芝ESS以外に委託を行っている5社について、確認対象範囲とした。

(2) 確認方法（事象②-3不適合処置（1）処置内容と同じ）

東電設計が、東芝ESS以外の委託先5社における成果物（報告書等）について東芝ESS作業範囲と同様に、東電設計が整理を行った「設備詳細仕様表」と各委託先からの全ての「エビデンス（技術設計図書他）」について照合・確認を行い、訂正が必要となる箇所がないことを確認した。

当社は、東電設計から上記再確認作業の結果の報告を受け妥当性を確認した。

(3) 確認結果

訂正が必要となる箇所がないことを確認した。

まとめ

当社KK3の高経年化技術評価において、以下の2つの事象を確認した。

<事象① 耐震安全性評価の誤り（CR10070878）>

- ・高経年化技術評価書のうち炭素鋼配管の腐食（FAC）に対する耐震安全性評価結果の数値に誤りがあることを確認した。

<事象② 設備情報の誤り及び設備情報の訂正が必要となる箇所（CR10076775）>

- ・事象①を踏まえて、当該事案と同様に当社委託先である東電設計から再委託先である東芝ESSにより実施された成果物（報告書等）について委託先と再確認作業を実施した結果、東電設計が実施した成果物（報告書等）に誤りを確認した。また、記載の訂正が必要となる箇所を確認した。

これらの事象について、本資料に記載している不適合処置、是正処置及び水平展開の検討・実施（一部完了済）を進めており、耐震安全性評価の誤り箇所及び設備情報の誤り及び設備情報の訂正が必要となる箇所について、高経年化技術評価の評価結果に影響を及ぼすものではないことを確認した。

今回の事象を踏まえ、KK3高経年化技術評価書について今後適切な時期に補正申請を実施する。なお、補正申請においては現時点までの審査内容を含めたものとする。