

資料④

島根原子力発電所

燃料管理・運搬について

令和2年7月22日

中国電力株式会社

## 1. 燃料の検査に係る事項（第80条（燃料の検査））

### (1) 燃料集合体外観検査について

保安規定第80条第1項は、炉心に継続装荷予定の照射燃料に対する外観検査について定めている。本検査は、燃料集合体の外観検査を実施することにより、技術基準第23条第1項および第2項に係る機能の健全性を確認するものである。

燃料管理を実施する長（設備所管）である課長（燃料技術）が、燃料の健全性を確認するなど、燃料管理プロセスとして実施する行為を記載しているが、検査のプロセスは第2項にて施設管理条項を引用しているように、「第8章 施設管理」に基づき実施する。ここで、検査の独立性を考慮した検査実施責任者が判定を実施し、その結果を課長（燃料技術）に通知する。

### (2) シッピング検査条項の削除について

今回、保安規定の審査基準の改正により「燃料体に関する定期事業者検査として、装荷予定の照射された燃料のうちから選定した燃料の健全性に異常のないことを確認すること、燃料使用の可否を判断すること等が定められていること。」と変更された。これを踏まえ、シッピング検査は技術基準適合性の確認を行う定期事業者検査ではないことから、本条項から削除し、第8章の施設管理の実施事項として整理した。

なお、従前より、シッピング検査は定期事業者検査と整理していない。

## 2. 取替炉心の安全性（第81条（燃料の取替実施計画））

### (1) 取替炉心の安全性評価項目の追加について

日本電気協会の「取替炉心の安全性確認規程」の改定（JEAC4211-2018）を反映し、取替炉心ごとに確認する安全性評価項目を10項目に追加した。各項目について、サイクルを通して、原子炉設置（変更）許可申請における安全性評価時に設定した安全解析の解析入力値または制限値を満足していることを確認する。

取替炉心の安全性評価項目の内容と目的は以下のとおり。

評価項目	内容および目的
①停止余裕	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">当該サイクルの評価結果が、事前の安全評価時に設定した制限値を満足することを確認する。</div> 通常運転の低温停止状態から最大反応度値をもつ制御棒1本（ABWRの場合は同一の水圧制御ユニットに属する制御棒一組または1本）が引き抜かれた状態における炉心の未臨界度。通常運転時および異常状態において原子炉の安全停止への移行を確実にするために、制御棒1本が引き抜かれた状態でも臨界未満であることを取替炉心設計およびサイクル初期の原子炉起動前における原子炉停止余裕検査により確認する。

評価項目	内容および目的
② 最小限界出力比	<p data-bbox="550 257 1367 369">当該サイクルの評価結果が、事前の安全評価時に設定した制限値を満足することを確認する。</p> <p data-bbox="550 392 1367 705">通常運転の出力運転時における燃料の限界出力比の最小値。運転時の異常な過渡変化が生じた場合においても、燃料被覆管に過熱が生じない（炉心内の99.9%以上の燃料が沸騰遷移を起こさない）ように、通常運転時の制限値が定められている。この制限値が、異常状態の解析において事象発生前の炉心の初期熱的特性の入力条件として使用される。</p>
③ 燃料棒最大線出力密度	<p data-bbox="550 739 1367 851">当該サイクルの評価結果が、事前の安全評価時に設定した制限値を満足することを確認する。</p> <p data-bbox="550 873 1367 1187">通常運転の出力運転時における単位燃料棒長さ当たりの熱出力の最大値。運転時の異常な過渡変化が生じた場合においても、燃料被覆管に過度のひずみが生じない（燃料被覆管の円周方向平均塑性ひずみが1%以下である）ように、通常運転時の制限値が定められている。この制限値が、異常状態の解析において事象発生前の炉心初期熱的特性の入力条件として使用される。</p>
④ 燃料集合体最高燃焼度	<p data-bbox="550 1220 1367 1332">当該サイクルの評価結果が、事前の安全評価時に設定した安全解析の制限値を満足することを確認する。</p> <p data-bbox="550 1355 1367 1568">サイクル末期における燃料集合体タイプごとの燃焼度の最大値。原子炉での燃料の使用状態を十分包含するように設定した燃料集合体最高燃焼度の制限値が、燃料の熱・機械設計解析において入力条件を設定する際に使用される。</p>
⑤ 燃料の出力履歴	<p data-bbox="550 1601 1367 1713">当該サイクルの評価結果が、事前の安全評価時に設定した安全解析の入力値を満足することを確認する。</p> <p data-bbox="550 1736 1367 1904">通常運転の出力運転時における線出力密度をペレット燃焼度の関数として整理したもの。原子炉での燃料の使用状態を十分包含するように設定した設計出力履歴が、燃料棒の熱・機械設計において入力条件として使用される。</p>

評価項目	内容および目的
⑥核熱水力安定性 (チャンネル水力学的安定性, 炉心安定性および領域安定性)	<p data-bbox="550 257 1367 369">当該サイクルの評価結果が, 事前の安全評価時に設定した制限値を満足することを確認する。</p> <p data-bbox="550 392 1367 560">通常運転の出力運転時における反応度フィードバックおよび/または熱水力学的な振動現象の影響により生じる出力および/または流量振動の減幅比。出力運転範囲の中で発生する振動が発振に至らないことを確認する。</p>
⑦減速材ボイド係数	<p data-bbox="550 593 1367 705">当該サイクルの評価結果が, 事前の安全評価時に設定した安全解析の入力値を満足することを確認する。</p> <p data-bbox="550 728 1367 940">通常運転時の出力運転時における減速材のボイド率変化に対する反応度の変化割合を示す反応度係数。原子炉での燃料の使用状態を十分包含するように設定した減速材ボイド係数が, 異常状態の解析において入力条件として使用される。</p>
⑧スクラム反応度曲線	<p data-bbox="550 974 1367 1164">当該サイクルの評価結果が, 事前の安全評価時に設定した安全解析の入力値を満足することまたは安全解析の入力値を積分したスクラムインデックスを満足することを確認する。</p> <p data-bbox="550 1198 1367 1422">通常運転の出力運転時からのスクラムによる出力抑制効果を, 制御棒の炉心内への挿入割合と添加反応度の関係で表した曲線。原子炉での燃料の使用状態を十分包含するように設定した設計用スクラム反応度曲線が, 異常状態の解析において入力条件として使用される。</p>
⑨制御棒の最大反応度値	<p data-bbox="550 1456 1367 1568">当該サイクルの評価結果が, 事前の安全評価時に設定した安全解析の入力値を満足することを確認する。</p> <p data-bbox="550 1590 1367 1859">通常運転 (原子炉起動時) において, 最大値をもつ制御棒 1 本が落下した場合に添加される反応度。反応度の異常な添加または原子炉出力の急激な変化において, 炉心および原子炉冷却材圧力バウンダリの健全性が損なわれないように制限値が定められている。この制限値が, 異常状態の解析において入力条件として使用される。</p>

評価項目	内容および目的
⑩ ほう酸水注入時の実効増倍率	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">           当該サイクルの評価結果が、事前の安全評価時に設定した安全解析の制限値を満足することを確認する。         </div> 通常運転の出力運転時から制御棒が動作しない場合におけるほう酸水注入系による停止能力。高温待機状態または高温運転状態から原子炉を臨界未満にでき、かつ、高温状態で臨界未満を維持できることを確認する。

(2) 計算コードの妥当性確認について

保安規定第81条第2項では、課長（燃料技術）は、取替炉心の安全性評価には妥当性確認した計算コードを用いること、妥当性確認する体制をあらかじめ定めることとしている。計算コードの妥当性の確認では、計算コードが取替炉心の特性を適切に取り扱うことができることを確認する。計算コードの妥当性確認は評価結果を担保する上で重要であり、十分な力量を持った要員を含めた体制を構築し、確認を行う。

(3) 取替炉心の安全性評価および確認に係る体制について

保安規定第81条第2項では、課長（燃料技術）は、取替炉心の安全性評価を行い、その評価結果が制限値を満足していることを確認することとしている。同第1項では、課長（燃料技術）は、その評価および確認の結果を燃料取替実施計画に含め、原子炉主任技術者の確認を得て所長の承認を得ることとしている。

3. 使用済燃料貯蔵ラックへの収納が適切でない場合の措置（第84条（使用済燃料の貯蔵））

「第80条（燃料の検査）」条文から SHIPPING 検査条項を削除したことに伴い、第80条第3項にて定める「使用済燃料貯蔵ラックに収納することが適切ではないと判断した燃料については、破損燃料収納容器に収納する等の措置を講じる」ことについて、第80条第1項の燃料集合体外観検査の結果に限らず適用するよう、第84条にも追記した。

4. 運搬について（第78条（新燃料の運搬）、第84条の2（使用済燃料の運搬）、第86条（放射性固体廃棄物の管理）、第103条（発電所外への運搬））

(1) 核燃料物質等の運搬に係る検査について

核燃料物質等の運搬においては、要求事項への適合性を検証するために、ホールドポイントを適切に設けて、「自主検査等」※1を実施する。

※1：要求事項への適合性を判定するために事業者が行う合否判定基準のある自主的な検査等をいう。（品管規則の解釈第19条第3項）

### ①基本的な考え方

核燃料物質等の運搬の主要プロセス・工程を添付資料1～3に示す。新検査制度導入後においては、核燃料物質等の運搬に係る業務プロセスを従来どおりQMSにより適切に管理するとともに、原子力安全上の重要度を踏まえ、運搬物に係る要求事項（運搬物に対する技術基準）への適合確認をホールドポイントと位置づけ、自主検査等と整理するとともに、その実施にあたっては、品管規則第48条第6項に基づき、重要度に応じて信頼性を確保する。

なお、実用炉規則第88条第1項に基づく措置の実施状況の運搬前の確認は、運搬に係る業務プロセスにおいて保安のために必要な措置が講じられていることを確認する行為であり、自主検査等としない。

### ②自主検査等の範囲

前項の考え方を踏まえ、自主検査等を具体的に整理した結果を以下に示す。

- ・使用済燃料および新燃料の事業所外運搬における、炉規法第59条第1項に基づく発送前検査
- ・使用済燃料の事業所内運搬における、炉規法第59条第1項に基づく発送前検査に準じて実施する発送前検査相当
- ・事業所外運搬における、外運搬規則適合検査

## (2) 自主検査等の信頼性確保の考え方

収納物の性状やIAEA規則に定められている収納限度・重要度等を踏まえ、放射線障害等の公衆へのリスクに応じて、以下のとおり、自主検査等の信頼性を確保する。（添付資料4参照）

### ①独立性確保の考え方

核燃料物質を含む放射線障害等の公衆へのリスクが高い使用済燃料の事業所外（内）運搬における、発送前検査（発送前検査相当）は、組織的独立を確保する。

また、新燃料の事業所外運搬における発送前検査および、事業所外運搬における、外運搬規則適合検査については、公衆へのリスクが低いことから、直接の工事担当者からの独立、または発注者と受注者の関係による独立を確保する。

### ②記録の信頼性確保の考え方

事業所外（内）運搬における発送前検査（発送前検査相当）および事業所外運搬における外運搬規則適合検査において、立会わない範囲の記録を用いて合否判定を行う場合、その記録の信頼性について、記録確認とする対象業務（データ採取）の実施状況を、独立のグレードに応じた体制により、抜き打ちによるオブザーベーションとして実施する。

### ③独立性および記録の信頼性以外の管理方法の考え方

事業所外（内）運搬における発送前検査（発送前検査相当）においては、個別案件毎に検査要領書や検査体制表等を作成する。

また、事業所外運搬における外運搬規則適合検査においては、個別案件ごとに検査要領書や検査体制表等は作成せず、恒常的な体制により二次文書等に定める方法で実施する。

## 5. 廃止措置プラントについて

上記は、運転段階の発電用原子炉施設に係る第1編について記載したものであるが、廃止措置段階の原子炉施設に係る第2編についても同様の考え方に基づき変更する。

## 6. 添付資料

添付資料1：使用済燃料の事業所外運搬／事業所内運搬（号機間運搬）に関する主要プロセス・工程の例

添付資料2：ウラン新燃料の事業所外運搬に関する主要プロセス・工程の例

添付資料3：A型、L型、IP型の運搬物の事業所外運搬に関する主要プロセス・工程の例（核燃料物質を封入しているもの除く）

添付資料4：核燃料物質等の運搬における自主検査等の信頼性確保の考え方