

玄海／川内原子力発電所

燃料管理・運搬について

2020年7月22日

九州電力株式会社

1 燃料の検査に係る事項（玄海第1編／川内第94条 燃料の検査）

1. 1 燃料集合体外観検査について

保安規定第94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項及び第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である技術課長が、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。

1. 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（玄海第1編／川内第95条 燃料の取替等）

2. 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」の改訂（JEAC4211-2018）を反映し、取替炉心毎に確認する安全性評価項目を9項目（MOX燃料装荷炉心の場合は10項目）とした。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評価時に設定した安全解析の解析入力値、設計条件に基づく値又は設計方針による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通り。

評価項目	内容及び目的
① 反応度停止余裕	<p>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>通常運転の高温状態から最大反応度値を有する制御棒クラスタ1本を除いた全ての制御棒が挿入された場合の炉心の未臨界度。運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の解析において入力条件として使用される。</p>
② 最大線出力密度	<p>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>通常運転の出力運転時における単位燃料棒長さあたりの熱出力の最大値。運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の解析において入力条件として使用される。</p>

評価項目	内容及び目的
③ 燃料集合体最高燃焼度	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 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設計条件に基づく値を満足することを確認する。 </div> <p>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。燃料の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>
④ 水平方向ピーキング係数 $F_{N_{XY}}$	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 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。 </div> <p>通常運転の出力運転時における全制御棒クラスタ全引き抜き状態における炉心最大燃料棒出力と炉心平均燃料棒出力との比。運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の解析において入力条件を設定する際に使用される。</p>
⑤ 減速材温度係数	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 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および設計方針を満足することを確認する。 </div> <p>通常運転の出力運転時における減速材の温度変化に対する反応度の変化割合を示す反応度係数。運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の解析において入力条件を設定する際に使用される。</p>
⑥ 出力運転時ほう素濃度	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 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。 </div> <p>通常運転の出力運転時における臨界ほう素濃度の最大値。過渡解析において入力条件として使用される。</p>
⑦ 最大反応度添加率	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 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。 </div> <p>通常運転の起動時からの制御棒クラスタの異常な引き抜き時において単位時間あたりに添加される反応度の最大値。運転時の異常な過渡変化の解析において入力条件として使用される。</p>
⑧ 制御棒クラスタ落下時の 価値及び核的エンタルピ 上昇熱水路係数 $F_{N_{\Delta H}}$	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 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。 </div> <ul style="list-style-type: none"> ・通常運転の出力運転時から最大反応度価値を有する制御棒クラスタ 1 本が落下した場合に添加される負の反応度。運転時の異常な過渡変化の解析において入力条件として使用される。 ・通常運転の出力運転時から最大効果を有する制御棒クラスタ 1 本が落下した場合の炉心最大燃料棒出力と炉心平均燃料棒出力との比。運転時の異常な過渡変化の解析において入力条件として使用される。
⑨ 制御棒クラスタ飛出し時の 価値及び熱流束熱水路係数 F_Q	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 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。 </div> <ul style="list-style-type: none"> ・通常運転の出力運転時からの制御棒クラスタの飛び出し時に添加される反応度。設計基準事故の解析において入力条件として使用される。 ・通常運転の出力運転時からの制御棒クラスタの飛び出し時の炉心最大線出力密度と炉心平均線出力密度の比。設計基準事故の解析において入力条件として使用される。

評価項目	内容及び目的
⑩ 燃料棒最高燃焼度 (MOX 燃料装荷炉心の場合)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 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設計条件に基づく値を満足することを確認する。 </div> サイクル末期における燃料棒タイプごとの燃焼度の最大値。燃料の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。

2. 2 計算コードの妥当性確認について

保安規定第95条第2項では、**原子力技術部長（本店）**は取替炉心の安全性評価には妥当性を確認した計算コードを用いること、妥当性を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。また、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。

2. 3 取替炉心の安全性評価及び確認に係る体制について

保安規定第95条第2項では、**原子力技術部長（本店）**は、取替炉心の安全性評価を行い、その評価結果を**技術課長（発電所）**へ通知し、**技術課長（発電所）**は取替炉心の安全性の評価結果が、制限値を満足していることの確認を行い、**原子炉主任技術者の確認**を得て、**所長に報告すること**としている。

3. 使用済燃料ラックへの収納が適切でない場合の措置（玄海第1編／川内第96条、使用済燃料の貯蔵）

「第94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94条第3項にて定める「使用済燃料ラックに収納することが適切でないと判断した燃料については、破損燃料容器に収納する等の措置を講じる」ことについて、第94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、96条にも追記した。

4. 運搬について（玄海第1編第92条、第2編第25条、川内第92条 新燃料の運搬、玄海第1編第97条第2編第28条、川内第97条 使用済燃料の運搬、玄海第1編第98条の2、第2編第29条の2、川内第98条の2 放射性固体廃棄物の管理、玄海第1編第114条、玄海第2編第46条、川内第114条 管理区域外等への搬出及び運搬、玄海第1編第115条、第2編第47条、川内第115条 発電所外への運搬）

4. 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、原子力事業者等が使用前事業者検査等のほかに自主的に行う、可否判定基準のある検証、妥当性確認、監視測定、試験及びこれらに付随するものをいう。（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－1、添付－2及び添付－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る。

(2) 自主検査等の範囲

前項の考え方を踏まえ、合否判定基準のある自主検査等を具体的に整理した結果を以下に示す。

- ・使用済燃料燃料及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
- ・使用済燃料燃料及び新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

4. 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－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（ウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料（以下、MOX新燃料という。）を含む）及び放射性障害等の公衆へのリスクは比較的低い核燃料物質を含むウラン新燃料の事業所外（内）運搬における発送前検査（発送前検査相当）は、**運搬する組織（技術課、保修課及び安全管理課）とは別の組織の者を検査実施責任者とし組織的独立を確保する。**

また、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、又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）及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ベーションとして実施する。

(3) 独立性及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、個別案件毎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2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、廃止措置段階の発電用原子炉施設に係る第2編（放射性廃棄物等の運搬）についても同様の考え方に基づき変更する。

以上

- 添付－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－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－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を除く）
- 添付－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