

取替炉心の安全性確認に適用する 解析コードの特徴について

東京電力ホールディングス株式会社

2020年3月12日

取安規程改定による取替炉心毎に確認する炉心パラメータの追加¹

➤ 取替炉心毎に確認する炉心パラメータ (BWR)

- 停止余裕
- 最大線出力密度
- 最小限界出力比
- 燃料集合体最高燃焼度

現行保安規定で記載

追加

- スクラム反応度曲線
- 制御棒の最大反応度価値
- ほう酸水注入時の実効増倍率
- 核熱水力安定性 (チャンネル水力学的安定性, 炉心安定性及び領域安定性)
- 燃料の出力履歴
- 減速材ボイド係数

従前より取替炉心設計
で確認

今回電気協会取安規程
改訂により追加

➤ 炉心パラメータによる安全性確認

- ① 対象としている取替炉心の炉心パラメータがサイクルを通して原子炉設置者が事前の安全評価時に設定した安全解析の解析入力値又は制限値を満足していること。
- ② 対象としている炉心パラメータの確認による取替炉心の安全性の確認においては、評価方法が取替炉心の特性を適切に取り扱うことができること。また、評価において必要な不確かさを考慮し、制限値に対して余裕を見込んだ設計目標値を設定すること。

取安コード一覧

取替炉心の安全性 評価項目	メーカーの許認可コード	当社取安コード (KK6/7)	当社取安コードの許認可実績
停止余裕 ^① 最大線出力密度 ^① 最小限界出力比 ^① 燃料集合体最高燃焼度 ^① SLC注入時の実効増倍率 ^② 制御棒の最大反応度価値 ^② 燃料の出力履歴 ^③ 減速材ボイド係数 ^③	HINES/PANACH TGBLA/LOGOS NEUPHYS/COS3D (単位燃料集合体核計算 コード/全炉心核熱水力計 算コード)	CASMO4/ SIMULATE3 (同左)	9x9燃料許認可の一部解析に使用。 設置変更許可申請書にて「BWR 定 常炉心解析手法について (東電ソフト ウェア株式会社, TCMO-96001)」 を引用。またJNESが妥当性確認報告 書発行。 従来より取安コードとして使用が認めら れている。
スクラム反応度曲線 ^②	STARPATh-OD, COSBWR (スクラム曲線解析コード)	SIMULATE3K (同左)	無し (静特性版のSIMULATE-3につ いては, 上記のとおり9x9燃料許認可 申請にて設置許可への使用の妥当性 が確認済み)
核熱水力安定性 ^②	ODYSY, STAIF-PK (核熱水力安定性解析 コード)	LAPUR-TSI (同左)	許認可実績は無いが、取安への導入 時 (取替炉心の安定性の自主評価 化)、H7年に当時の原子力発電安 全管理課に説明実施。

①：現行保安規定でも記載、②：従来の取替炉心設計でも確認、③今回電気協会取安規程改訂により追加

取安コードと許認可コードの特徴

		許認可コード (例) (TGBLA3/LOGOS5)	取安コード (CASMO4/SIMULATE3)	将来適用コード (CASMO5/SIMULATE5)
単位燃料集合体核計算	核データライブラリ	ENDF/B-IV,V	ENDF/B-IV	ENDF/B-VII.1
	スペクトル計算群数	衝突確率法(98群)	衝突確率法(70群) 応答行列法(40群)	衝突確率法(586群)
	2次元中性子束分布計算	3群拡散計算法	Characteristics法 輸送計算(UO2:□群 /MOX:□群)	Characteristics法 輸送計算(UO2:□群 /MOX:□群)
	取扱核種数	重核:25 FP:55	□	□
	空間メッシュ	均質化あり	幾何形状を直接取り扱う	
全炉心核熱水力計算	3次元中性子束分布計算	修正1群拡散計算	2群拡散計算	多群拡散計算
	ノード内分布	熱群を解析的に展開	4次多項式	解析的多項式
	熱水力モデル基礎方程式	3保存式	4保存式	4保存式
	熱水力モデルボイド相関式	Dix-Findlay ドリフトフラックス	EPRIドリフトフラックス	EPRIドリフトフラックス
	空間メッシュ	集合体及び水ギャップ領域を1ノードとする	ノードを5×5領域に分割	

枠囲みの内容は商業機密に属しますので公開できません。

取安コードと許認可コードの特徴

		許認可コード (例) (STARPATH-OD)	取安コード (SIMULATE3K)
スクラム 反応度	中性子束分布計算	1次元修正1群拡散計算	3次元2群拡散計算
	ノード内計算	なし	4次多項式
	遅発中性子	6群先行核	
	熱水力計算	5保存式+ Dix-Findlayドリフトフラックス	5保存式+ EPRIドリフトフラックス

		許認可コード (例) (ODYSY)	取安コード (LAPUR-TSI)
核熱水力 安定性	減幅比評価法	摂動状態を周波数領域に展開して評価	
	中性子動特性計算	炉心1点近似 (高次モード成分含む) , 遅発中性子6群	
	熱水力計算	5保存式 + Dix-Findlayドリフトフラックス	5保存式 + Ozaki-Hibikiドリフトフラックス
	チャンネルタイプ分割	多数のチャンネルに分割可能	
	燃料棒内熱伝達計算	径方向1次元円筒体系	
	炉心外モデル	コンポーネントごとの伝達関数	一つの伝達関数に統合