

【補足説明資料】
使用済燃料共用プールに係る実施計画Ⅱ章の変更について

2020年1月29日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

3号機 損傷・変形等燃料の取り出し関連作業について

		3号機 SFPでの取扱い			
主な燃料取出しのステップ	輸送キャスク・収納缶の選定 空の収納缶を輸送容器へ設置 	輸送容器をSFP内に移動 	ハンドル変形燃料をラックから吊り上げ、輸送容器へ装填 	輸送容器の蓋締め 	
	対応事項	燃料ハンドルの変形量に応じて、収納缶(小)又は(大)を選定し、それぞれの収納缶を輸送できる輸送容器(7体収納か2体収納)を決定する。収納缶の設置は、共用プールの除染ピットで行い、天井クレーンにてそれぞれの収納缶専用の吊り具を使用する。	空の輸送容器を3号機SFPに移動し、燃料装填の準備を行う。なお、輸送容器は既存と同じものを使用するため、取扱い手順は現在と同じ。また、2体収納時はキャスク重量が低減するため、現状のクレーンで取扱い可能。	損傷・変形等燃料をラックから吊り上げ、輸送容器の収納缶に装填する。変形燃料を取扱うため、ラック上での燃料の把持に係る取扱い及び輸送容器内の収納缶への装填に係る 実施計画変更申請 、訓練、手順を整備する。また、既存の燃料掴み具では、掴むことができない燃料に対応するため、新規に掴み具を設計・製作する。	燃料の装填が終了すると輸送容器の蓋を締め、共用プールへの輸送準備を行う。なお、輸送容器は既存と同じものを使用するため、取扱い手順は現在と同じ。
主な燃料取出しのステップ	SFP～共用プール間の輸送 輸送容器の吊り上げ 	構内輸送 	輸送容器をプール内に移動・蓋開け 	共用プールでの取扱い・貯蔵 収納缶(損傷・変形等燃料入り)を輸送容器から取出し、収納缶用ラックへ移動・貯蔵 	
	対応事項	輸送容器を共用プールに輸送するため、クレーンにて輸送容器を吊り上げ、SFP上部にて表面洗浄を行い、建屋1階に吊り下ろす。なお、輸送容器は既存と同じものを使用するため、取扱い手順は現在と同じ。但し、2体収納時はキャスク重量が低減するため、クレーンの荷重は軽減する。	輸送容器を運搬車両に載せ、共用プールへの輸送準備を行う。損傷・変形等燃料を取扱うため、輸送容器に係る安全評価(構造強度、除熱機能、密封機能、遮へい機能、臨界防止機能) 実施計画変更申請 が必要となる。なお、手順は同じ。	輸送容器を共用プール建屋に搬入後、天井クレーン、搬送台車を使用し共用プールに移動する。その間、除染ピットにて蓋ボルトを外し、共用プールに輸送容器を沈めるタイミングで蓋を外す。なお、輸送容器は既存と同じものを使用するため、取扱い手順は現在と同じ。	収納缶ごと燃料を輸送容器から取出し、ラックへ移動・貯蔵する。天井クレーンにて収納缶専用の吊り具で取扱うため、プールでの収納缶の落下防止、収納缶用ラックの貯蔵時安全評価(耐震性、臨界防止機能、遮へい機能)に係る 実施計画変更申請 、訓練、手順を整備する。

□ : 共用プールでの取扱い・保管

□ : 使用済燃料プール(SFP)～共用プール間輸送

□ : 使用済燃料プール(SFP)での取扱い

■ 燃料の分類と実施計画の対応は以下のとおり。

状態	燃料の状態	実施計画		
		2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備		2.12 使用済燃料共用プール設備 (添付資料-9,10)
		燃料の健全性確認及び取り扱いに関する説明書 (添付資料-1-3)	破損燃料用輸送容器に係る安全機能及び構造強度に関する説明書 (添付資料-2-2)	
健全燃料	被覆管は健全	既認可の範囲	既認可の範囲※ 1	既認可の範囲 (通常ラック)
スペーサ部損傷燃料 (CB有り)	スペーサに損傷あるが燃料被覆管は健全			
スペーサずれ燃料 (CB有り)				
スペーサ部損傷燃料 (CB無し)	CB未装着のため、ガレキの影響で被覆管に影響を与える可能性を懸念	既認可の範囲	変更申請審査中 (破損燃料用輸送容器 (7体))	既認可の範囲 (49体ラック)
漏えい燃料	SHIPPING検査により漏えいを確認済			
ハンドル部の変形が認められる燃料※ 3	小	記載を追加し、別途申請予定※ 2	変更申請審査中 (破損燃料用輸送容器 (2体))	今回の変更申請範囲 (25体ラック)
	大			

※ 1 : 添付資料-2-1「構内用輸送容器に係る安全機能及び構造強度に関する説明書」として認可済み

※ 2 : 添付資料-1-3「6.2. 3号機における燃料の取り扱い」を見直して対応することを検討中

※ 3 : 燃料ハンドルが変形したスペーサ部損傷燃料や漏えい燃料も含む (現在確認されていないが、今後発見される可能性あり)
 ハンドル部の変形量を水中カメラで確認し、幾何学的に使用済燃料収納缶 (小) に収納可能な燃料を「小」、収納できない燃料を「大」として取り扱う。なお、判定しにくい燃料の場合は「大」とする。

※ : 上記以外の燃料が確認された場合は状況に応じて適切に対応する

【用語の定義】

- ・ 損傷燃料 : スペーサ部に損傷のある燃料
- ・ 漏えい燃料 : 燃料被覆管の貫通欠陥の程度が軽微な燃料
- ・ 変形燃料 : 燃料ハンドル部が変形した燃料
- ・ 破損燃料 : 燃料被覆管の貫通欠陥の程度が大きい燃料

損傷・変形等燃料の取り出し関連工程について

燃料取出し工程		2019年度			2020年度			
		2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
		燃料取り出し			燃料取り出し			
		設備点検			設備点検		変形燃料等取り出し	
使用済燃料プール 取扱い	<ul style="list-style-type: none"> ハンドル変形燃料の取扱い方法に係る実施計画変更申請 CB変形燃料評価(健全性, 吊上可否, 落下) ハンドル変形燃料掴み治具の設計・製作 取扱い作業手順の作成 取扱い訓練 	取扱い方法の検討			▼実施計画変更申請 CB変形燃料評価※ 掴み治具の設計・製作※ 訓練※ (既存掴み具) 訓練※ 作業手順の作成			
使用済燃料プール ~共用プール輸送	<ul style="list-style-type: none"> 輸送容器に係る実施計画審査対応(8月申請済み) 収納缶(大)用の輸送容器バスケットの製造 	▼実施計画変更申請			バスケット材料手配・製造			
共用プール 取扱い・保管	<ul style="list-style-type: none"> 収納缶(大)用ラック、収納缶(大)、吊り具に係る実施計画審査対応(7月申請済み) 収納缶(大)の製造 収納缶(大)用吊り具の製造 収納缶(大)用ラックの製造、設置 収納缶取扱い作業手順の作成 取扱い訓練 	▼実施計画変更申請(ラック等)			収納缶(大)用ラック材料手配・製造 収納缶(大)用ラック材料手配・製造 設置工事※ 訓練※ 作業手順の作成			

【補足説明資料】
使用済燃料共用プールに係る実施計画Ⅱ章の変更について

2020年1月29日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

■ 収納缶耐震評価の基本的な考え方

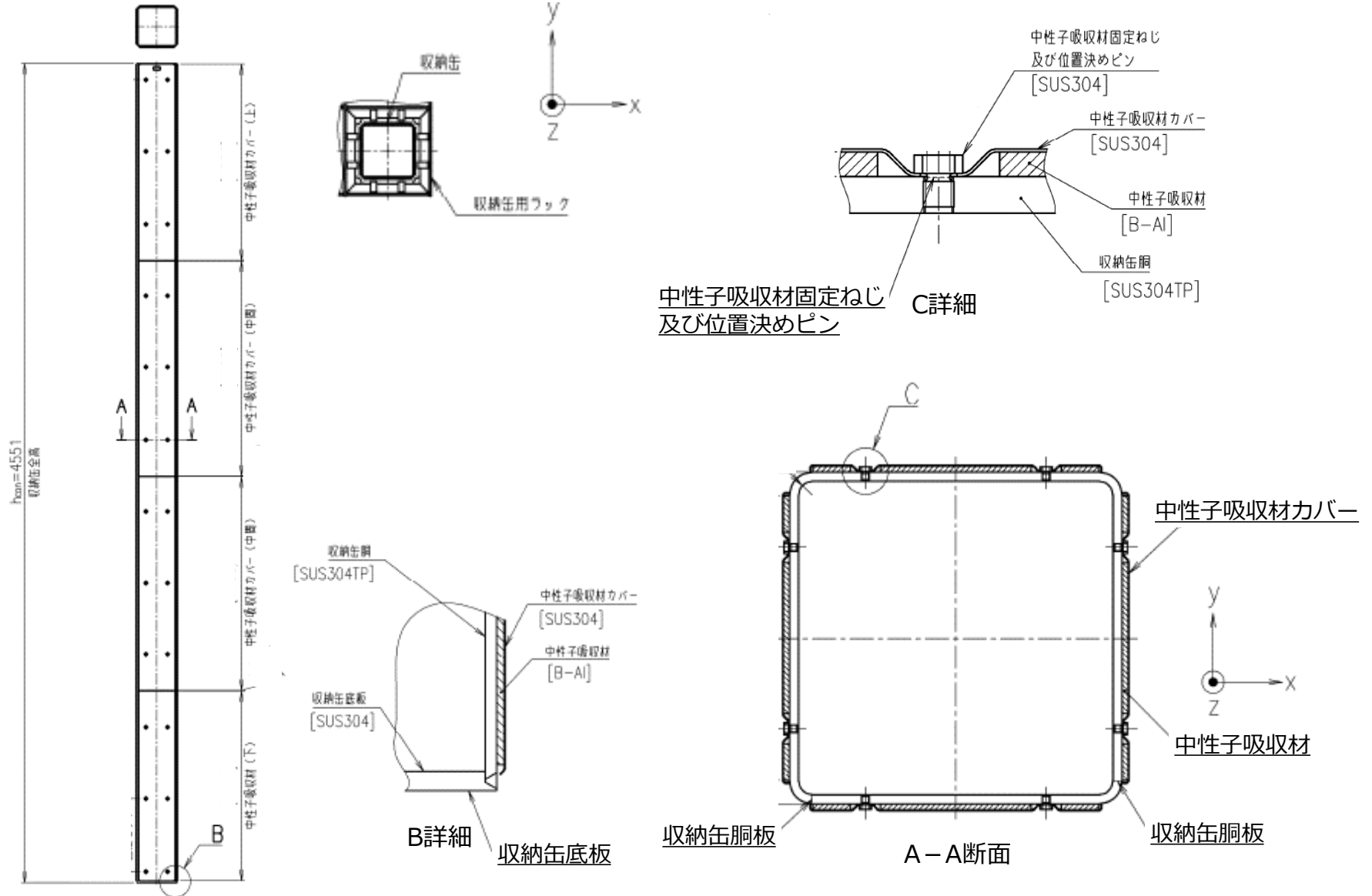
- 使用済燃料貯蔵ラックは脚部をボルト固定した構造のため、地震力が作用するとラック脚部を支持点とした振動モードが励起され大きな荷重が発生する。このため、ラックの耐震評価ではラックの共振振動数（固有周期）における地震応答で各部強度を評価する。
- 一方、収納缶および収納缶内の燃料はラック内に貯蔵された状態で水平方向には構造的に拘束されていない。このため、仮に気中の場合では収納缶や燃料には床からの地震力は直接伝達されないため収納缶や燃料の共振は励起されない。
- 実際のプール内ではラックセル内・収納缶内は水で満たされているため、ラックと収納缶・燃料は気中とは異なり、流体との相互作用により振動する（連成振動）。収納缶は四方をラックセルに、燃料は四方を収納缶に狭い隙間で囲まれているため連成力（連成効果）が大きく、ラック内で収納缶や燃料が単独で振動するような相対的な振動挙動は連成力によって抑制される。
- これは上記の振動挙動に対して、各構造間の狭い隙間内で流体が高速で移動するため、大きな流体抵抗が発生し相対的な振動応答が抑制されると考えられる。
- 以上より、収納缶・燃料はラックと同じ方向に振動する同相モードが支配的となり、収納缶や燃料が単独で共振する逆相モードは卓越しないと考えられる。
- なお、仮にラックと収納缶・燃料が逆相モードの場合、ラックへ作用する収納缶・燃料の地震慣性力（水を介して伝達する荷重）はラック本体に作用する地震慣性力とは反対向きの荷重となり相殺される。このため、ラックと収納缶・燃料が同相モードで振動する評価のほうが、収納缶・燃料に作用する荷重が全てラックに負荷されるため、ラックと収納缶・燃料のいずれも保守的な評価となる。

使用済燃料収納缶（大）の耐震評価



■ 評価対象部位

- 収納缶胴板、収納缶底板、中性子吸収材固定ねじ及び位置決めピン、中性子吸収材カバー、中性子吸収材



■ 適用規格・基準

- 原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG 4601・補-1984）
- 原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG 4601-1987）
- 原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG 4601-1991 追補版）
- 原子力発電所耐震設計技術規程（JEAC 4601-2008）
- 発電用原子力設備規格 設計・建設規格（JSME S NC1-2005/2007）
- 鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（社団法人 日本建築学会（2005年9月））
- 日本産業規格（JIS）

■ 評価方針

- 基準地震動 S_s に対する耐震性を評価する。

■ 評価方法

- ラックの耐震評価で算出された設計震度と応力計算式で評価する。
- 発生応力が許容応力を超えないことを確認する。

使用済燃料収納缶（大）の耐震評価



■ 評価結果

➤ 発生する応力は許容応力を超えない。

箇所	一次一般膜応力 (Pm)		一次一般膜 + 曲げ 応力 (Pm+Pb)		平均せん断応力		支圧応力		圧縮応力	
	算出 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	算出 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	算出 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	算出 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	算出 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
収納缶胴板	1	319	12	478	-	-	-	-	1	211
収納缶底板	1	319	1	478	-	-	1	380	-	-
中性子吸収材 固定ねじ及び 位置決めピン	2	151	-	-	1	74	-	-	-	-
中性子吸収材 カバー	-	-	99	478	-	-	-	-	-	-
中性子吸収材	1		-	-	-	-	1		-	-

使用済燃料収納缶（大）の取扱い及び安全対策について

■ 収納缶の取扱い

- 収納缶上部には吊具を取り付けるための接続部（窓）を設け、接続部に吊具を取り付ける。接続部は収納缶に4箇所設け、吊具を4箇所に取り付けることにより、吊上げ時の落下を防止する。
- 吊具は天井クレーン主巻フックを用いて取扱う。
- 水平方向の移動は天井クレーンの横行／走行、鉛直方向の移動は手動チェーンブロックにて行う。

■ 安全対策

- 吊具の安全対策を下表に示す。

安全対策項目	概要
動力源喪失時の保持機能	巻上装置は手動チェーンブロックとする。 クレーン主巻フックは電源断時においても保持する構造。
吊具の二重化	二重のワイヤーロープで収納缶を保持する構造。
外れ防止	フックは外れ止め装置を有する把持具構造。
過荷重防止	荷重計による荷重監視。 巻上げは手動とし、荷重を監視しながら巻上げる。
臨界防止	収納缶を1体ずつ取扱う。
遮へい	手動チェーンブロックに、上限以上の吊り上げを阻止するロック機構を取り付ける。なお、クレーン主巻フックは常用上限位置で固定したままとする。

