

高浜発電所第 3, 4 号機

燃料体に係る設計及び工事計画認可申請

(17行17列 B 型燃料集合体 (ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料))

補足説明資料

【抜粋】

2020年10月

関西電力株式会社

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

目 次

補足説明資料 1 設計及び工事計画認可申請における適用条文等の整理について

補足説明資料 2 設計及び工事計画認可申請書に添付する書類の整理について

補足説明資料 3 強度に関する補足説明資料

補足説明資料 4 設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する補足説明資料

補足説明資料 5 基本設計方針の確認方法について

補足説明資料 6 輸入燃料体検査申請書と設計及び工事計画認可申請書の記載について

今回修正

補足説明資料6

輸入燃料体検査申請書と設計及び工事計画
認可申請書の記載について

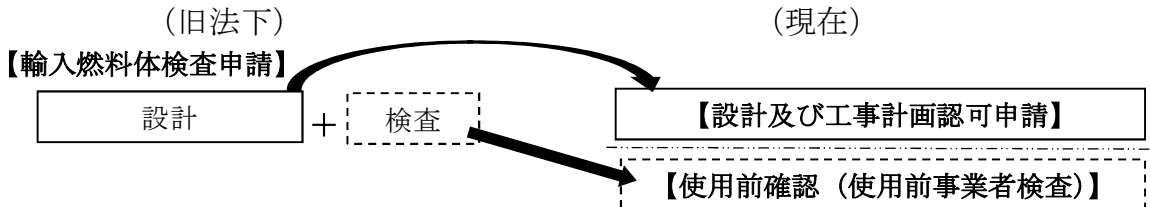
1. 概要

本資料は、旧法下の輸入燃料体検査申請書と設計及び工事計画認可申請書（以下、「設工認申請書」）の記載事項の関連を整理したものである。

2. 内容

(1) 輸入燃料体検査申請書と設工認申請書の記載について

旧法下における輸入燃料体検査申請書（設計＋検査）の記載事項と、設工認申請書（設計＋工事計画）の記載事項は、下表のとおり差分がある。



(申請書本文)

輸入燃料体検査申請書	設計及び工事計画認可申請書	記載事項の比較
一 氏名又は名称及び住所並びに法人にあっては、その代表者の氏名	一 氏名又は名称及び住所並びに法人にあっては、その代表者の氏名	燃料体の設計（下線部）について、以下の事項に差分がある。 ・ 初期濃縮度及び燃焼率 ・ 燃料材及び燃料被覆材の組織 ・ 燃料体の構造及び重量、など (新規追加)
二 核燃料物質の種類、初期濃縮度及び燃焼率 三 燃料材及び燃料被覆材の種類、組成及び組織並びに燃料材及び燃料被覆材以外の部品の種類及び組成 四 燃料体の構造及び重量	二 工事計画 ・ 要目表（燃料体の名称、種類、主要寸法及び材料） ・ 基本設計方針、適用基準及び適用規格 ・ 工事の方法	
五 燃料体の数 六 燃料体の製造者の名称並びに製造工場の名称及び所在地 七 燃料体を使用する発電用原子炉を設置した工場又は事業所の名称及び所在地 八 燃料体を使用する発電用原子炉に係る発電用原子炉施設の概要 九 検査を受けようとする期日及び場所	—	使用前確認申請書において記載する事項
—	三 工事工程表 四 設計及び工事に係る品質マネジメントシステム 五 変更の工事又は設計及び工事の計画の変更の場合にあっては、変更の理由	(新規追加)

(申請書添付書類)

輸入燃料体検査申請書	設計及び工事計画認可申請書	記載事項の比較
一 燃料体の耐熱性、耐放射線性、耐腐食性その他の性能に関する説明書	三 燃料体の耐熱性、耐放射線性、耐腐食性その他の性能に関する説明書	検査結果であり、使用前確認において確認される（使用前事業者検査）
二 燃料体の強度計算書	二 強度に関する説明書	
三 燃料体の構造図	添付図面	輸入燃料体検査申請書では品質保証活動の結果を記載するが、設工認では品質マネジメントシステムの計画を記載し、結果は使用前確認において確認される（使用前事業者検査） (新規追加)
四 加工のフローシート	申請書本文 (二 工事計画「工事の方法」)	
五 燃料材、燃料被覆材その他の部品の組成、構造、強度等に関する試験の結果に関する資料	—	
六 品質保証に関する説明書	四 設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書	
—	一 発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書	(新規追加)

(2) 輸入燃料体検査申請書（本文）と設工認申請書（本文）の差分について

輸入燃料体検査申請書と設工認申請書の本文の差分について、設工認申請書における記載の考え方等を添付1に整理した（申請書本文の詳細な比較は添付2参照）。

輸入燃料体検査申請書の本文には記載していたが、設工認申請書本文に記載しないとした基本的な考え方は以下のとおり。

- ・ 既工認^(注)の本文に記載がある事項
- ・ 設工認申請書における他の本文記載内容で代替可能な事項
- ・ 具体的な仕様を示さない事項

(注)「既工認」は、次のとおり。

	高浜発電所第3号機	高浜発電所第4号機
既工認①：再稼働時	平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可を受けた工事計画	平成27年10月9日付け原規規発第1510091号にて認可を受けた工事計画
既工認②：ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料の装荷時	平成22年10月4日付け平成22・07・23原第5号にて認可を受けた工事計画	平成11年12月2日付け平成11・08・12資第8号にて認可を受けた工事計画

なお、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則 別表第二の記載事項が、既工認と今回の設工認申請書でどのように整理されているかについては、参考資料に示す。

以 上

輸入燃料体検査申請書本文記載事項と設工認本文記載事項の差分に係る整理

輸入燃料体検査申請書 本文記載		設工認 記載	既工認 本文	設工認本文における記載の考え方
初期濃縮度*1 (各事項について 燃料体平均、高／ 中／低プルトニウム 含有率別の値)	核分裂物質質量	本文 ^(注)	—	<ul style="list-style-type: none"> ・ 設工認本文の要目表の材料に記載。^(注) 燃料体平均の記載なし) ・ 燃料体平均の変更に当たっては、設工認本文記載の初期濃縮度により必然的に決まる値であり、当該項目で審査可能なため、記載不要。
	プルトニウム含有率	本文	○	
	核分裂性プルトニウム富 化度	本文 ^(注)	○ ^(注)	
	ウラン235濃度	本文 ^(注)	—	
燃焼率	燃料体最高	添付2	○	・ 既工認①の要目表で記載済みのため、記載不要。
	燃料要素最高	添付2	—	・ 燃料要素やペレットの最高燃焼率の変更に当たっては、設工認本文記載の集合 体最高燃焼率が変更となることから、当該項目で審査可能なため、記載不要。
	ペレット最高	添付2	—	
組織	燃料材	—	○	・ 既工認①の要目表に記載済みのため、記載不要。
	燃料被覆材	本文	—	・ 設工認本文の基本設計方針に記載。
	燃料被覆材端栓	本文	—	・ 同上。
燃料体の構造		添付2	—	・ 具体的な仕様を記載しているものではなく、概要記載のため、記載不要。
質量	燃料体総質量	添付図面	—	・ 各々の質量の変更に当たっては、設工認本文の要目表記載の主要寸法と材料に 依存して変更となることから、当該項目で審査可能なため、本文に記載不要。
	燃料材質量	—	—	
	主要部品	—	—	
その他	燃料要素の配置	添付図面	—	・ 燃料要素の配列の変更に当たっては、設工認本文の要目表の名称に記載の17行 17列が変更となることから、当該項目で審査可能なため、記載不要。
	被覆材の偏肉率	添付図面	—	・ 偏肉率の変更に当たっては、設工認本文の要目表に記載の被覆材の外径、内径、 肉厚、および基本設計方針に記載の「各部の寸法の偏差は、著しく大きくないこ と」が変更となることから、当該項目で審査可能なため、記載不要。
	初期ヘリウム圧力	添付図面	—	・ 設工認本文の基本設計方針に記載する。
	コイルばねのばね定数	添付図面	—	・ 同上。
	主要部品の数量*2	—	—	・ 設工認本文の要目表の注釈に記載する。
	プレナム体積	添付図面	—	・ プレナム体積の変更に当たっては、設工認本文の要目表の寸法に記載のプレナ ム長さが変更となることから、当該項目で審査可能なため、記載不要。

*1：代表組成における4.1wt%濃縮ウラン燃料相当の値

*2：上下部ノズル、制御棒案内シンプル、炉内計装用案内シンプル、支持格子、上下部コイルばね

輸入燃料体検査申請書と設計及び工事計画認可申請書の比較(B型MOX燃料体)

輸入燃料体検査申請書		設工認 要目表	設工認 添付図面	備考	
燃料の種類	ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料				
初期濃縮度	燃料体平均	-	-	燃料体平均および燃料要素平均の変更にあたっては、設工認本文記載のペレット初期濃縮度により必然的に決まる値であり、当該項目で審査可能なため、記載不要	
	核分裂物質質量	-	-		
	プルトニウム含有率	-	-		
	核分裂性プルトニウム富化度	-	-		
	ウラン235濃度	-	-		
	約4.1wt%濃縮ウラン相当の燃料体平均プルトニウム含有率	○	-		
	プルトニウム含有率 高/中/低プルトニウム	○	-		
	核分裂物質質量	○	-		
	プルトニウム含有率	○	-		
	核分裂性プルトニウム富化度	○	-		
燃焼率	ウラン235濃度	○	-	既工認①の要目表に記載済みのため、記載不要 燃料要素やペレットの最高燃焼率の変更にあたっては、設工認本文記載の集合体最高燃焼率 が変更となることから、当該項目で審査可能なため、記載不要	
	燃料体最高	-	-		
	燃料要素最高	-	-		
	ペレット最高	-	-		
燃料材の種類、組成及び組織	燃料材	ウラン・プルトニウム混合酸化物焼結ペレット	○	-	既工認①の要目表に記載済みのため、記載不要
		(種類)ウラン・プルトニウム混合酸化物焼結ペレット			
		密度	○	-	
		(組成)			
		酸素対ウラン・プルトニウム比	○	-	
		ウラン・プルトニウム	○	-	
		炭素	○	-	
		ふっ素	○	-	
		水素	○	-	
		窒素	○	-	
(組織)					
焼結により作られた単一相からなる二酸化ウラン-二酸化プルトニウム固溶体多結晶組織	-	-			
燃料被覆材の種類、組成及び組織	燃料被覆管	(種類)Sn-Fe-Cr系ジルコニウム合金			設工認の本文で材料の規格を記載し、添付3で組成を記載。
		(組成)			
		すず			
		鉄	○	-	
		クロム			
		鉄+クロム			
		酸素			
		ジルコニウム			
		(組織)			
		冷間加工応力除去焼鈍組織	○	-	
燃料被覆材端栓	燃料被覆材端栓	(種類)Sn-Fe-Cr系ジルコニウム合金			設工認の本文で材料の規格を記載し、添付3で組成を記載。
		(組成)			
		すず			
		鉄	○	-	
		クロム			
		鉄+クロム			
		酸素			
		ジルコニウム			
		(組織)			
		再結晶組織	○	-	
上部プレナムコイルばね	上部プレナムコイルばね	(種類)オーステナイト系ステンレス鋼			設工認の本文で材料の規格を記載し、添付3で組成を記載。
		(組成)			
		ニッケル			
		クロム	○	-	
		炭素			
		窒素			
		鉄			
		(種類)耐食耐熱ニッケル基合金			
		(組成)			
		ニッケル	○	-	
クロム					
下部プレナムコイルばね	下部プレナムコイルばね	(種類)オーステナイト系ステンレス鋼			設工認の本文で材料の規格を記載し、添付3で組成を記載。
		(組成)			
		ニッケル			
		クロム	○	-	
		炭素			
		窒素			
		鉄			
		(種類)耐食耐熱ニッケル基合金			
		(組成)			
		ニッケル	○	-	
クロム					
押さえ板(下部プレナムコイルばね用部品)	押さえ板(下部プレナムコイルばね用部品)	(種類)ステンレス鋼			設工認の本文で材料の規格を記載し、添付3で組成を記載。
		(組成)			
		ニッケル			
		クロム	○	-	
		炭素			
		窒素			
		鉄			
		(種類)Sn-Fe-Cr系ジルコニウム合金			
		(組成)			
		すず			
鉄	○	-			
連結棒(下部プレナムコイルばね用部品)	連結棒(下部プレナムコイルばね用部品)	(種類)ステンレス鋼			設工認の本文で材料の規格を記載し、添付3で組成を記載。
		(組成)			
		ニッケル			
		クロム	○	-	
		炭素			
		窒素			
		鉄			
		(種類)Sn-Fe-Cr系ジルコニウム合金			
		(組成)			
		すず			
鉄	○	-			
制御棒案内シンプル及び炉内計装案内シンプル	制御棒案内シンプル及び炉内計装案内シンプル	(種類)Sn-Fe-Cr系ジルコニウム合金			設工認の本文で材料の規格を記載し、添付3で組成を記載。
		(組成)			
		すず			
		鉄	○	-	
		クロム			
		鉄+クロム			
		ジルコニウム			
		(種類)Sn-Fe-Cr系ジルコニウム合金			
		(組成)			
		すず			
鉄	○	-			
制御棒案内シンプル用下部端栓及び力	制御棒案内シンプル用下部端栓及び力	(種類)Sn-Fe-Cr系ジルコニウム合金			設工認の本文で材料の規格を記載し、添付3で組成を記載。
		(組成)			
		すず			
		鉄	○	-	
		クロム			
		鉄+クロム			
		ジルコニウム			
		(種類)Sn-Fe-Cr系ジルコニウム合金			
		(組成)			
		すず			
鉄	○	-			
支持格子	支持格子	(種類)耐食耐熱ニッケル基合金			設工認の本文で材料の規格を記載し、添付3で組成を記載。
		(組成)			
		ニッケル			
		クロム	○	-	
		モリブデン			
		ニオブ			
		チタン			
		アルミニウム			
		炭素			
		マンガン			
けい素					
りん					
いおう					
コバルト					
ほう素					
銅					
タンタル					
鉄					
上部ノズル及び下部ノズル(異物フィルター付)	上部ノズル及び下部ノズル(異物フィルター付)	(種類)ステンレス鋼			設工認の本文で材料の規格を記載し、添付3で組成を記載。
		(組成)			
		ニッケル			
		クロム	○	-	
		炭素			
		窒素			
		鉄			
		(種類)耐食耐熱ニッケル基合金			
		(組成)			
		ニッケル	○	-	
クロム					
上部ノズル押さえばね	上部ノズル押さえばね	(種類)耐食耐熱ニッケル基合金			設工認の本文で材料の規格を記載し、添付3で組成を記載。
		(組成)			
支持格子材に同じ	○	-			

輸入燃料体検査申請書と設計及び工事計画認可申請書の比較(B型MOX燃料体)

輸入燃料体検査申請書		設工認 要目表	設工認 添付図面	備考	
燃料材料及び燃料被覆材以外の部品の種類及び組成	クランプスクリュー	(種類)ニッケル・クロム・鉄合金			
		(組成)			
		ニッケル	○		設工認の本文で材料の規格を記載し、添付3で組成を記載。
		クロム			
	鉄				
	上部リングナット・シンプルスクリュー・ロッキングカップ	(種類)ステンレス鋼			
		(組成)			
		ニッケル	○		設工認の本文で材料の規格を記載し、添付3で組成を記載。
		クロム			
	鉄				
	スリーブ	(種類)ステンレス鋼			
		(組成)			
		ニッケル	○		設工認の本文で材料の規格を記載し、添付3で組成を記載。
		クロム			
鉄					
リベット	(種類)ステンレス鋼				
	(組成)				
	ニッケル	○		設工認の本文で材料の規格を記載し、添付3で組成を記載。	
	クロム				
鉄					
燃料体の構造及び質量	燃料体	1.構造の概要	-	-	具体的な仕様を記載しているものではなく、概要記載のため、記載不要
		文章	-	-	
		2.燃料体の質量及び寸法			
		(1)質量			
		総質量	-	○	各々の質量の変更に当たっては、設工認本文の要目表記載の主要寸法と材料に依存して変更となることから、当該項目で審査可能なため、本文への記載不要
		燃料材質量	-	-	
		(2)寸法			
		全長(下部ノズル下端より上部ノズルプレート上面まで)	○	○	
		断面寸法(最大)	○	○	
		燃料要素ピッチ	○	○	
		上部ノズル下面と燃料要素上端距離	○	○	
		燃料集合体直角度	○	○	
		(3)燃料要素配列			
		17行17列	○	-	
		3.各部品の質量、寸法、数量等			
		3.1燃料要素			
(1)質量					
総質量	-	-	各々の質量の変更に当たっては、設工認本文の要目表記載の主要寸法と材料に依存して変更となることから、当該項目で審査可能なため、本文への記載不要		
燃料材質量	-	-		同上	
(2)寸法					
長さ	○	-			
上部端栓頭部長さ	○	-			
下部端栓頭部長さ	○	-			
有効長さ	○	-			
ペレット直径	○	-			
ペレット長さ	○	-			
被覆材外径	○	-			
被覆材内径	○	-			
被覆材肉厚	○	-			
偏肉率	-	○	偏肉率の変更に当たっては、設工認本文の要目表に記載の被覆材の外径、内径、肉厚、および基本設計方針に記載の「各部の寸法の偏差は、著しく大きくないこと」が変更となることから、当該項目で審査可能なため、記載不要		
プレナム体積	-	○	プレナム体積の変更に当たっては、設工認本文の要目表の寸法に記載のプレナム長さが変更となることから、当該項目で審査可能なため、記載不要		
ヘリウム加圧量	-	○	設工認本文の基本設計方針に記載する		
(3)数量(燃料体当たり)					
核燃料要素タイプ毎の数量(高/中/低プルトニウム含有率燃料要素)	-	-	設工認本文の要目表の注釈に記載する		
燃料体内の配置	-	○	燃料要素の配列の変更に当たっては、設工認本文の要目表の名称に記載の17行17列が変更となることから、当該項目で審査可能なため、記載不要		
上部ノズル(組立体)及び下部ノズル(組立体)	MOX燃料要素	3.3上部ノズル及び下部ノズル(異物フィルター付)			
		(1)質量			
		上部/下部ノズル	-	-	各々の質量の変更に当たっては、設工認本文の要目表記載の主要寸法と材料に依存して変更となることから、当該項目で審査可能なため、本文への記載不要
		(2)寸法			
		上部ノズル: 外寸法	○	○	
		上部ノズル: 高さ(下面からパッド上端まで)	○	○	
		下部ノズル: 外寸法	○	○	
		下部ノズル: 高さ	○	○	
		(3)数量			
		上部ノズル: 燃料体当たり	-	-	設工認本文の要目表の注釈に記載する
		下部ノズル: 燃料体当たり	-	-	同上
		3.4制御棒案内シンプル(組立体)			
		(1)質量			
		外径(太径部/細径部)	○	○	各々の質量の変更に当たっては、設工認本文の要目表記載の主要寸法と材料に依存して変更となることから、当該項目で審査可能なため、本文への記載不要
		肉厚(太径部/細径部)	○	○	
(3)数量(燃料体当たり)	-	-	設工認本文の要目表の注釈に記載する		
3.5炉内計装用案内シンプル					
(1)質量					
(2)寸法					
外径	○	○	各々の質量の変更に当たっては、設工認本文の要目表記載の主要寸法と材料に依存して変更となることから、当該項目で審査可能なため、本文への記載不要		
肉厚	○	○			
(3)数量(燃料体当たり)	-	-	設工認本文の要目表の注釈に記載する		
3.6支持格子(組立体)					
(1)質量					
最上部/中間部/最下部	-	-	各々の質量の変更に当たっては、設工認本文の要目表記載の主要寸法と材料に依存して変更となることから、当該項目で審査可能なため、本文への記載不要		
(2)寸法					
外寸法(上部及び下部支持格子)	○	○			
高さ(上部及び下部支持格子)	○	○			
(3)数量					
最上部: 燃料体当たり	-	-	設工認本文の要目表の注釈に記載する		
中間部: 燃料体当たり	-	-	同上		
最下部: 燃料体当たり	-	-	同上		
3.7コイルばね(ペレット押えばね)					
(1)質量					
上部/下部	-	-	各々の質量の変更に当たっては、設工認本文の要目表記載の主要寸法と材料に依存して変更となることから、当該項目で審査可能なため、本文への記載不要		
(2)寸法等					
コイル外径(上部/下部)	○	○			
ばね定数(上部/下部)	-	○	設工認本文の基本設計方針に記載する		
(3)数量					
上部: 燃料体当たり	-	-	設工認本文の要目表の注釈に記載する		
下部: 燃料体当たり	-	-	同上		

高浜発電所第3号機 実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則 別表第二と既工認および燃料体の設工認申請書における記載の整理

原子炉本体		既工認および燃料体の設工認における記載
2 炉心に係る 次の事項	(1) 炉心形状、燃料集合体数、炉心有効高さ及び炉心等価直径	既工認①*1、2 炉心に係る次の事項(1)に記載
	(2) 燃料体最高燃焼度（初装荷及び取替えの別並びに燃料材、燃料要素及び燃料集合体の別に記載すること。）及び核燃料物質の最大装荷量	既工認①*1、2 炉心に係る次の事項(2)に記載（燃料体最高燃焼度は b. ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料に記載）
	(3) 燃料材の最高温度	既工認②*2、2 炉心に係る次の事項(3)に b. ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料に記載
	(4) 核的・熱的制限値（制御棒クラスタ落下時の制御棒価値及び核的エンタルピー上昇熱水路係数、制御棒クラスタ飛び出し時の制御棒価値及び熱流束熱水路係数、最大線出力密度、水平方向ピーキング係数、最大反応度添加率並びに通常運転時の最小限界熱流束比）	既工認②*2、2 炉心に係る次の事項(4)に記載
3 燃料体の名称、種類、主要寸法及び材料（初装荷及び取替えの別に記載すること。）		関原発第1号にて申請の設工認に記載

*1：平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可を受けた工事計画（再稼働時）

*2：平成22年10月4日付け平成22・07・23原第5号にて認可を受けた工事計画（ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料の装荷時）

高浜発電所第4号機 実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則 別表第二と既工認および燃料体の設工認申請書における記載の整理

原子炉本体		既工認および燃料体の設工認における記載
2 炉心に係る 次の事項	(1) 炉心形状、燃料集合体数、炉心有効高さ及び炉心等価直径	既工認①*3、2 炉心に係る次の事項(1)に記載
	(2) 燃料体最高燃焼度（初装荷及び取替えの別並びに燃料材、燃料要素及び燃料集合体の別に記載すること。）及び核燃料物質の最大装荷量	既工認①*3、2 炉心に係る次の事項(2)に記載（燃料体最高燃焼度は b. ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料に記載）
	(3) 燃料材の最高温度	既工認②*4、2 炉心に係る次の事項(3)に b. ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料として記載
	(4) 核的・熱的制限値（制御棒クラスタ落下時の制御棒価値及び核的エンタルピー上昇熱水路係数、制御棒クラスタ飛び出し時の制御棒価値及び熱流束熱水路係数、最大線出力密度、水平方向ピーキング係数、最大反応度添加率並びに通常運転時の最小限界熱流束比）	既工認①*3、2 炉心に係る次の事項(4)に記載
3 燃料体の名称、種類、主要寸法及び材料（初装荷及び取替えの別に記載すること。）		関原発第2号にて申請の設工認に記載

*3：平成27年10月9日付け原規規発第1510091号にて認可を受けた工事計画（再稼働時）

*4：平成11年12月2日付け平成11・08・12資第8号にて認可を受けた工事計画（ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料の装荷時）