

伊方発電所第 3 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
(ウラン燃料))

補足説明資料

令和 4 年 1 0 月 1 9 日

四国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は、
商業機密あるいは防護上の観点
から公開できません。

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 燃料体設計認可申請書と設計及び工事計画認可申請書の記載に関する補足説明資料

補足説明資料 4 基本設計方針の確認方法について

補足説明資料 5 強度に関する補足説明資料

補足説明資料 6 高燃焼度燃料における燃料被覆材に関する補足説明資料

補足説明資料 7 耐震性に関する説明書に関する補足説明資料

補足説明資料 8 基本設計方針と技術基準規則等の関係について

赤枠：今回抜粋し提出した箇所

補足説明資料 9 設計及び工事計画認可申請書の記載事項に関連する設置
変更許可について

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

1. 概要

本資料では、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づく当該工事計画の手続きを行うにあたり、申請対象が適用を受ける「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」の条文について整理すると共に、適合性の確認が必要となる条文を明確にするものである。

2. 設計及び工事計画認可申請における適用条文の整理結果

以下に示す本設計及び工事の計画の申請対象に対する適用条文の整理結果を第 1 表に示す。

○申請対象

別表第二		対象設備
原子炉本体	基本設計方針 対象設備	燃料体

第1表 伊方3号機 設計及び工事計画認可申請に該当する技術基準規則の条文整理表(設計基準対象施設)

※ ○:設備として技術基準規則の適合が必要な条文
 ×:設備として技術基準規則の適合が不要な条文

技術基準規則	適用条文※	工事の内容に 関係あるもの	審査対象条文	理由
(第四条) 設計基準対象施設の地盤	○	×	×	今回の申請設備である燃料体は、原子炉容器に装荷し、炉心を構成する設備であり、既工事計画では炉心という設備区分として適合性が確認されている。(以下第五～九、十一～十五、十九、二十三条に同じ) 設計基準対象施設の地盤については、既工事計画において適合性が確認されている。設備の設置位置および設備の取扱い場所を変更しないことから、設計基準対象施設の地盤は工事の内容(本申請内容)に関係しないため、審査対象条文とならない。
(第五条) 地震による損傷の防止	○	× ^(注1)	○ ^(注2)	地震による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されている。具体的には、新規制基準適合性確認に関する工事計画認可申請書(原規規発第1603231号 2016年3月23日認可)および地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能要求が追加されたことに対する工事計画認可申請書(原規規発第1906103号 2019年6月10日認可)の添付資料「耐震性に関する説明書」において、既に確認している。今回の申請は、既工事計画から設計内容に変更はなく、認可された工事計画のとおり設計、製造、検査を行なうことから、適合性の内容に変更はない。
(第六条) 津波による損傷の防止	○	× ^(注1)	○ ^(注2)	津波による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されている。具体的には、新規制基準適合性確認に関する工事計画認可申請書(原規規発第1603231号 2016年3月23日認可)の添付資料「耐震設計上重要な設備を設置する施設に関する説明書(自然現象への配慮に関する説明を含む。)」において、既に確認している。今回の申請は、既工事計画から設計内容に変更はなく、認可された工事計画のとおり設計、製造、検査を行なうことから、適合性の内容に変更はない。
(第七条) 外部からの衝撃による損傷の防止	○	× ^(注1)	○ ^(注2)	外部からの衝撃による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されている。具体的には、新規制基準適合性確認に関する工事計画認可申請書(原規規発第1603231号 2016年3月23日認可)の添付資料「耐震設計上重要な設備を設置する施設に関する説明書(自然現象への配慮に関する説明を含む。)」において、既に確認している。今回の申請は、既工事計画から設計内容に変更はなく、認可された工事計画のとおり設計、製造、検査を行なうことから、適合性の内容に変更はない。
(第八条) 立入りの防止	○	×	×	立入りの防止については、既工事計画において適合性が確認されている。設備の設置位置および設備の取扱い場所を変更しないことから、立入りの防止に係る設計は工事の内容(本申請内容)に関係しないため、審査対象条文とならない。
(第九条) 発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	○	×	×	発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止については、既工事計画において適合性が確認されている。設備の設置位置および設備の取扱い場所を変更しないことから、発電用原子炉施設への人の不法な侵入等に係る設計は工事の内容(本申請内容)に関係しないため、審査対象条文とならない。
(第十条) 急傾斜地の崩壊の防止	×	×	×	急傾斜地の崩壊の防止に対する要求であり、伊方発電所は、急傾斜地崩壊危険区域に指定された箇所がないことから、急傾斜地の崩壊の防止に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第十一条) 火災による損傷の防止	○	× ^(注1)	○ ^(注2)	火災による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されている。具体的には、新規制基準適合性確認に関する工事計画認可申請書(原規規発第1603231号 2016年3月23日認可)の添付資料「発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書」において、既に確認している。今回の申請は、既工事計画から設計内容に変更はなく、認可された工事計画のとおり設計、製造、検査を行なうことから、適合性の内容に変更はない。
(第十二条) 発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止	○	×	×	溢水等による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されている。設備の設置位置および設備の取扱い場所を変更しないことから、溢水等による損傷の防止に係る設計は工事の内容(本申請内容)に関係しないため、審査対象条文とならない。
(第十三条) 安全避難通路等	○	×	×	安全避難通路等については、既工事計画において適合性が確認されている。設備の設置位置および設備の取扱い場所を変更しないことから、安全避難通路等に係る設計は工事の内容(本申請内容)に関係しないため、審査対象条文とならない。
(第十四条) 安全設備	○	× ^(注1)	○ ^(注2)	安全設備については、既工事計画において適合性が確認されている。具体的には、新規制基準適合性確認に関する工事計画認可申請書(原規規発第1603231号 2016年3月23日認可)の添付資料「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」において、既に確認している。今回の申請は、既工事計画から設計内容に変更はなく、認可された工事計画のとおり設計、製造、検査を行なうことから、適合性の内容に変更はない。
(第十五条) 設計基準対象施設の機能	○	× ^(注1)	○ ^(注2)	設計基準対象施設の機能については、既工事計画において適合性が確認されている。具体的には、新規制基準適合性確認に関する工事計画認可申請書(原規規発第1603231号 2016年3月23日認可)の添付資料「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」において、既に確認している。今回の申請は、既工事計画から設計内容に変更はなく、認可された工事計画のとおり設計、製造、検査を行なうことから、適合性の内容に変更はない。
(第十六条) 全交流動力電源喪失対策設備	×	×	×	全交流動力電源喪失対策設備に対する要求であり、本設備は、全交流電源喪失対策設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第十七条) 材料及び構造	×	×	×	設計基準対象施設に属する容器、管、ポンプ、弁等の材料及び構造に対する要求であり、本設備は、設計基準対象施設に属する容器、管、ポンプ、弁等に該当しないため、審査対象条文とならない。

技術基準規則	適用条文*	工事の内容に 関係あるもの	審査対象条文	理由
(第十八条) 使用中の亀裂等による破 壊の防止	×	×	×	クラス機器等の使用中の亀裂等による破壊の防止に対する要求であり、本設備は、クラス機器等に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第十九条) 流体振動等による損傷の 防止	○	× ^(注1)	○ ^(注2)	流体振動等による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されている。今回の申請は、既工事計画から設計内容に変更はなく、認可された工事計画のとおり設計、製造、検査を行なうことから、適合性の内容に変更はない。
(第二十条) 安全弁等	×	×	×	安全弁等に対する要求であり、本設備は、安全弁等に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第二十一条) 耐圧試験等	×	×	×	クラス機器及び原子炉格納容器の耐圧試験等に対する要求であり、本設備は、クラス機器及び原子炉格納容器に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第二十二条) 監視試験片	×	×	×	容器の中性子照射による劣化に対する要求であり、本設備は、容器の中性子照射による劣化に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第二十三条) 炉心等	○	○	○	改正された「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則解釈」に対して申請設備の適合性を確認する必要があるため、変更の工事の内容に関連し、審査対象条文である。
(第二十四条) 熱遮蔽材	×	×	×	熱遮蔽材に対する要求であり、本設備は、熱遮蔽材に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第二十五条) 1次冷却材	×	×	×	1次冷却材に対する要求であり、本設備は、1次冷却材に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第二十六条) 燃料体等の取扱施設及 び貯蔵施設	×	×	×	燃料取扱施設や貯蔵施設に対する要求であり、本設備は、燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第二十七条) 原子炉冷却材圧力バウ ンダリ	×	×	×	原子炉冷却材圧力バウンダリに対する要求であり、本設備は、原子炉冷却材圧力バウンダリに該当しないため、審査対象条文とならない。
(第二十八条) 原子炉冷却材圧力バウ ンダリの隔離装置等	×	×	×	原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置・検出装置に対する要求であり、本設備は、原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置・検出装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第二十九条) 1次冷却材処理装置	×	×	×	1次冷却材処理装置に対する要求であり、本設備は、1次冷却材処理装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第三十条) 逆止め弁	×	×	×	逆止め弁に対する要求であり、本設備は、逆止め弁に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第三十一条) 蒸気タービン	×	×	×	蒸気タービンに対する要求であり、本設備は、蒸気タービンに該当しないため、審査対象条文とならない。
(第三十二条) 非常用炉心冷却設備	×	×	×	非常用炉心冷却設備に対する要求であり、本設備は、非常用炉心冷却設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第三十三条) 循環設備等	×	×	×	循環設備等に対する要求であり、本設備は、循環設備等に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第三十四条) 計測装置	×	×	×	計測装置に対する要求であり、本設備は、計測装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第三十五条) 安全保護装置	×	×	×	安全保護装置に対する要求であり、本設備は、安全保護装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第三十六条) 反応度制御系統及び原 子炉停止系統	×	×	×	反応度制御系統及び原子炉停止系統に対する要求であり、本設備は、反応度制御系統及び原子炉停止系統に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第三十七条) 制御材駆動装置	×	×	×	制御材駆動装置に対する要求であり、本設備は、制御材駆動装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第三十八条) 原子炉制御室等	×	×	×	原子炉制御室等に対する要求であり、本設備は、原子炉制御室等に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第三十九条) 廃棄物処理設備等	×	×	×	廃棄物処理設備等に対する要求であり、本設備は、廃棄物処理設備等に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第四十条) 廃棄物貯蔵設備等	×	×	×	廃棄物貯蔵設備等に対する要求であり、本設備は、廃棄物貯蔵設備等に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第四十一条) 放射性物質による汚染の 防止	×	×	×	放射性物質による汚染の防止に対する要求であり、本設備は、放射性物質による汚染の防止に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第四十二条) 生体遮蔽等	×	×	×	生体遮蔽等に対する要求であり、本設備は、生体遮蔽等に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第四十三条) 換気設備	×	×	×	換気設備に対する要求であり、本設備は、換気設備に該当しないため、審査対象条文とならない。

技術基準規則	適用条文※	工事の内容に関係あるもの	審査対象条文	理由
(第四十四条) 原子炉格納施設	×	×	×	原子炉格納施設に対する要求であり、本設備は、原子炉格納施設に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第四十五条) 保安電源設備	×	×	×	保安電源設備に対する要求であり、本設備は、保安電源設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第四十六条) 緊急時対策所	×	×	×	緊急時対策所に対する要求であり、本設備は、緊急時対策所に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第四十七条) 警報装置等	×	×	×	警報装置等に対する要求であり、本設備は、警報装置等に該当しないため、審査対象条文とならない。
(第四十八条) 準用	×	×	×	補助ボイラー、電気設備等の準用が適用される設備に対する要求であり、対象設備は、補助ボイラー、電気設備等の準用が適用される設備に該当しないため、審査対象条文ではない。

(注1) 今回申請する燃料体は、既工認において「炉心」として適合性を確認済みである現在使用中の燃料体と同一設計であり、条文内容にも変更が無いため「×」としている。

(注2) 今回申請する燃料体は、法令改正により新たに要目表に追加された設備である。既工認において「炉心」として適合性を確認しているものの、「燃料体」としての適合性を確認する必要があるため「○」としている。

第1表 伊方3号機 設計及び工事計画認可申請に該当する技術基準規則の条文整理表(重大事故等対処施設)

※ ○:設備として技術基準規則の適合が必要な条文
 ×:設備として技術基準規則の適合が不要な条文

技術基準規則	適用条文 [※]	工事の内容に 関係あるもの	審査対象条文	理由
(第四十九条) 重大事故等対処施設の地盤	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第五十条) 地震による損傷の防止	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第五十一条) 津波による損傷の防止	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第五十二条) 火災による損傷の防止	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第五十三条) 特定重大事故等対処施設	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第五十四条) 重大事故等対処設備	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第五十五条) 材料及び構造	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第五十六条) 使用中の亀裂等による破壊の防止	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第五十七条) 安全弁等	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第五十八条) 耐圧試験等	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第五十九条) 緊急停止失敗時に発電用原子炉を 未臨界にするための設備	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第六十条) 原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧 時に発電用原子炉を冷却するた めの設備	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第六十一条) 原子炉冷却材圧力バウンダリを減 圧するための設備	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第六十二条) 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧 時に発電用原子炉を冷却するた めの設備	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第六十三条) 最終ヒートシンクへ熱を輸送する ための設備	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第六十四条) 原子炉格納容器内の冷却等のた めの設備	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第六十五条) 原子炉格納容器の過圧破壊を防止 するための設備	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第六十六条) 原子炉格納容器下部の熔融炉心を 冷却するための設備	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第六十七条) 水素爆発による原子炉格納容器の 破壊を防止するための設備	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第六十八条) 水素爆発による原子炉建屋等の損 傷を防止するための設備	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第六十九条) 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のた めの設備	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第七十条) 工場等外への放射性物質の拡散を 抑制するための設備	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第七十一条) 重大事故等の収束に必要な水の 供給設備	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第七十二条) 電源設備	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第七十三条) 計装装置	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第七十四条) 運転員が原子炉制御室にとどまる ための設備	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。

技術基準規則	適用条文※	工事の内容に関係あるもの	審査対象条文	理由
(第七十五条) 監視測定設備	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第七十六条) 緊急時対策所	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第七十七条) 通信連絡を行うために必要な設備	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。
(第七十八条) 準用	×	×	×	重大事故等対処施設に対する要求であり、対象設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、審査対象条文ではない。

補足説明資料 8

基本設計方針と技術基準規則等 の関係について

1. 概要

本資料は、法令等の改正内容を踏まえ、燃料体に係る要求事項を基本設計方針に追加したことから、基本設計方針と技術基準規則等の関係について別紙のとおり整理したものである。

基本設計方針と技術基準規則等の関係

別紙

伊方3号機 17行17列B型燃料集合体	技術基準規則	技術基準規則の解釈	説明
<p>第2章 個別項目</p> <p>1. 炉心等</p> <p>燃料体(燃料材、燃料要素及びその他の部品を含む)は、設置(変更)許可を受けた仕様となる構造及び設計とする。</p> <p>燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物の材料は、通常運転時における原子炉運転状態に対応した圧力、温度条件、燃料使用期間中の燃焼度、中性子照射量及び水質の組み合わせのうち想定される最も厳しい条件において、耐放射線性、寸法安定性、耐熱性、核性質及び強度のうち必要な物理的性質並びに耐食性、水素吸収特性及び化学的安定性のうち必要な化学的性質を保持し得る材料を使用する。<u>燃料体の物理的性質及び化学的性質について、「1.1 燃料体」に基づき設計する。</u></p> <p>燃料体は下部炉心板の上に配列され、その荷重を下部炉心支持板及び炉心槽により原子炉容器のフランジで支持する設計とする。</p> <p>燃料体は、「<u>加圧水型原子炉に用いられる17行17列型の燃料集合体について</u>」(昭和51年2月16日 原子炉安全専門審査会)及び「<u>発電用軽水型原子炉の燃料設計手法について</u>」(昭和63年5月12日 原子力安全委員会了承)に基づき、設置(変更)許可を受けた、<u>通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における発電用原子炉内の圧力</u>、自重、附加荷重に加え、核分裂生成物の蓄積による燃料被覆材の内圧上昇及び熱応力の荷重に耐える設計とする。</p> <p>炉心支持構造物は、最高使用圧力、自重、附加荷重及び地震力に加え、熱応力の荷重に耐える設計とする。</p> <p>炉心は、通常運転時又は運転時の異常な過渡変化時に発電用原</p>	<p>(炉心等)</p> <p>第二十三条 燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物の材料は、通常運転時における圧力、温度及び放射線に起因する最も厳しい条件において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。</p> <p>2 燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物は、<u>最高使用圧力</u>、自重、附加荷重その他の燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物に加わる負荷に耐えるものでなければならない。</p>	<p>第23条 (炉心等)</p> <p>1 第1項に規定する「最も厳しい条件」とは、原子炉運転状態に対応した圧力及び温度条件、燃料使用期間中の燃焼度、中性子照射量等の組み合わせのうち想定される最も厳しい条件をいう。また、「必要な物理的及び化学的性質」とは、物理的性質については耐放射線性、寸法安定性、耐熱性及び核性質等をいい、化学的性質については耐食性及び化学的安定性等をいう。</p> <p>3 第1項及び第2項の燃料体の物理的性質、化学的性質及び強度等については「<u>発電用軽水型原子炉の燃料設計手法について</u> (昭和63年5月12日 原子力安全委員会了承)」及び「<u>燃料体に関する要求事項 (別記-10)</u>」によること。</p> <p>2 第2項における「その他の燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物に加わる負荷」には、燃料体における核分裂生成物の蓄積による燃料被覆管の内圧上昇及び熱応力等の荷重を含むものとする。</p>	<p><u>【水質を記載することについて】</u></p> <p>燃料の健全性評価において水質を考慮する必要があることから、明確化のため記載している。具体的には、「燃料体の耐熱性、耐放射線性、耐食性その他の性能に関する説明書」の5.3耐食性に「<u>実機では放射線照射下で～酸素の発生を抑制している。</u>」に1次冷却材の環境について記載があり、5.3.1酸化腐食による影響、5.3.2水素吸収による影響にて水質含めた試験結果を踏まえ影響を確認している旨記載している。</p> <p><u>【基本設計方針の1.と1.1の関係性について】</u></p> <p>基本設計方針は、別記-10の仕様を満たした上で技術基準規則の本則を満たすことを説明している。</p> <p><u>【適用基準及び適用規格の記載について】</u></p> <p>下線部の指針類は適用基準及び適用規格に記載している。</p> <p><u>【最高使用圧力としないことについて】</u></p> <p>燃料体(燃料要素)では圧力について内外圧差の最大で評価しており、1次冷却材の圧力は保守的に通常運転時の圧力としている。そのため、基本設計方針には、「最高使用圧力」と記載していない。詳細は、添付1に示す。</p>

伊方3号機	技術基準規則	技術基準規則の解釈	説明
17行17列B型燃料集合体			
<p>原子炉の運転に支障が生ずる場合において、原子炉冷却系統、原子炉停止系統、反応度制御系統、計測制御系統及び安全保護回路の機能と併せて機能することにより、燃料要素の許容損傷限界を超えない設計とする。</p> <p>燃料体(燃料要素以外の燃料体の構成要素)、減速材、反射材及び炉心支持構造物(原子炉容器内で炉心付近に位置する燃料体以外の構成要素)は、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、発電用原子炉を安全に停止し、かつ、停止後に炉心の冷却機能を維持できる設計とする。</p> <p>1.1 燃料体</p> <p>1.1.2 17行17列B型燃料集合体(ウラン燃料)</p> <p>二酸化ウラン燃料材は、次のいずれにも適合する設計とする。</p> <p>(1) 以下に掲げる元素を含有する場合における当該元素の含有量のウランの含有量に対する百分率の値は、それぞれ以下に掲げる値であること。</p> <p>炭素 0.010以下 ふっ素 0.0015以下 水素 0.0002以下 窒素 0.0075以下</p> <p>(2) ウラン235の含有量のウラン含有量に対する百分率の値の偏差は、著しく大きくないこと。</p> <p>(3) ペレット型燃料材にあつては、ペレットが次に適合する設計とする。</p> <p>a. 各部分の寸法の偏差は、著しく大きくないこと。 b. 密度の偏差は、著しく大きくないこと。 c. 表面に割れ、傷等で有害なものがないこと。 d. 表面に油脂、酸化物等で有害な付着物がないこと。</p> <p>(4) ガドリニウムを添加していないものにあつては、次に適合する設計とする。</p> <p>a. ウランの含有量の全重量に対する百分率の値は、87.7以上であること。 b. 酸素の原子数のウランの原子数に対する比率の値は、</p>		<p>(別記-10)</p> <p>1. 二酸化ウラン燃料材</p> <p>二酸化ウラン燃料材は、次の(1)~(5)のいずれにも適合すること。</p> <p>(1) 次の表の左欄に掲げる元素を含有する場合における当該元素の含有量のウランの含有量に対する百分率の値は、それぞれ同表の右欄に掲げる値であること。</p> <p>炭素 0.010 以下 ふっ素 0.0015 以下 水素 0.0002 以下 窒素 0.0075 以下</p> <p>(2) ウラン235 の含有量のウランの含有量に対する百分率の値の偏差は、著しく大きくないこと。</p> <p>(3) ペレット型燃料材にあつては、ペレットが次に適合すること。</p> <p>①各部分の寸法の偏差は、著しく大きくないこと。 ②密度の偏差は、著しく大きくないこと。 ③表面に割れ、傷等で有害なものがないこと。 ④表面に油脂、酸化物等で有害な付着物がないこと。</p> <p>(4) ガドリニウムを添加していないものにあつては、次に適合すること。</p> <p>① ウランの含有量の全重量に対する百分率の値は、87.7 以上であること。 ② 酸素の原子数のウランの原子数に対する比率の値</p>	

伊方3号機	技術基準規則	技術基準規則の解釈	説明
<p>17行17列B型燃料集合体</p> <p>1.99以上2.02以下であること。</p> <p>(5) ガドリニウムを添加したものにあっては、次に適合する設計とする。</p> <p>a. ウランの含有量の全重量に対する百分率の値は、実用上差し支えがないものであること。</p> <p>b. 酸素の原子数のウランの原子数に対する比率の値は、実用上差し支えがないものであること。</p> <p>c. ガドリニウムの含有量の全重量に対する百分率の偏差は、著しく大きくないこと。</p> <p>d. ガドリニウムの均一度は、実用上差し支えがないものであること。</p>		<p>は、1.99 以上2.02 以下であること。</p> <p>(5) ガドリニウムを添加したものにあっては、次に適合すること。</p> <p>① ウランの含有量の全重量に対する百分率の値は、実用上差し支えがないものであること。</p> <p>② 酸素の原子数のウランの原子数に対する比率の値は、実用上差し支えがないものであること。</p> <p>③ ガドリニウムの含有量の全重量に対する百分率の値の偏差は、著しく大きくないこと。</p> <p>④ ガドリニウムの均一度は、実用上差し支えがないものであること。</p> <p><u>2. ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料材</u></p> <p>ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料材は、次の(1)～(5)のいずれにも適合すること。</p> <p>(1) 各元素の含有量の全重量に対する百分率の値の偏差は、著しく大きくないこと。</p> <p>(2) 酸素の原子数のウラン及びプルトニウムの原子数の合計に対する比率の値は、実用上差し支えがないものであること。</p> <p>(3) ウラン235、プルトニウム239 及びプルトニウム241 の含有量の合計のウラン及びプルトニウムの含有量の合計に対する百分率の値の偏差は、著しく大きくないこと。</p> <p>(4) プルトニウムの均一度は、実用上差し支えがないものであること。</p> <p>(5) ペレット型燃料材にあっては、ペレットが次に適合すること。</p> <p>① 各部分の寸法の偏差は、著しく大きくないこと。</p> <p>② 密度の偏差は、著しく大きくないこと。</p> <p>③ 表面に割れ、傷等で有害なものがないこと。</p> <p>④ 表面に油脂、酸化物等で有害な付着物がないこと。</p> <p>3. ジルコニウム合金燃料被覆材</p>	<p><u>【2. を記載しないことについて】</u></p> <p>ウラン燃料に係る申請のため、ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料材の要求事項は記載しない。</p>

伊方3号機 17行17列B型燃料集合体	技術基準規則	技術基準規則の解釈	説明												
<p>ジルコニウム合金燃料被覆材は、次のいずれにも適合する設計とする。</p> <p>(1) 各部分の寸法の偏差は、著しく大きくないこと。</p> <p>(2) 被覆材の軸は、著しく湾曲していないこと。</p> <p>(3) 各元素の含有量の全重量に対する百分率の値は、主成分について以下に掲げる値であること。また、不純物は日本産業規格H4751(2016)「ジルコニウム合金管」の「4品質」の表3に規定する値(主成分とするものは除く。)であること。</p> <p>・Sn-Fe-Cr-Nb-Ni系ジルコニウム基合金</p> <table border="1" data-bbox="224 550 504 758"> <tr><td>スズ</td><td>0.90~1.15</td></tr> <tr><td>鉄</td><td>0.24~0.30</td></tr> <tr><td>クロム</td><td>0.13~0.19</td></tr> <tr><td>ニオブ</td><td>0.08~0.14</td></tr> <tr><td>ニッケル</td><td>0.007~0.014</td></tr> <tr><td>酸素</td><td></td></tr> </table> <p>ジルコニウム 残り</p> <p>(4) 日本産業規格H4751(2016)「ジルコニウム合金管」の「附属書C 水素化物方位試験方法」又はこれと同等の方法によって水素化物方位試験を行ったとき、水素化物方向性係数が0.45を超えないこと。</p> <p>(5) 日本産業規格H4751(2016)「ジルコニウム合金管」の「附属書D 超音波探傷試験方法」又はこれと同等の方法によって超音波探傷試験を行ったとき、対比試験片の人工傷からの欠陥信号と同等以上の欠陥信号がないこと。</p> <p>(6) 表面に割れ、傷等で有害なものがないこと。</p> <p>(7) 表面に油脂、酸化物等で有害な付着物がないこと。</p> <p>(8) 表面の粗さの程度は、実用上差し支えがないものであること。</p> <p>(9) 日本産業規格H4751(2016)「ジルコニウム合金管」の「附属書B 腐食試験方法」又はこれと同等の方法によって腐食試験を行ったとき、表面に著しい白色又は褐色の酸化物が付着せず、かつ、腐食質量増加が3日間で22mg/dm²以下又は14日間で38mg/dm²以下であること。</p>	スズ	0.90~1.15	鉄	0.24~0.30	クロム	0.13~0.19	ニオブ	0.08~0.14	ニッケル	0.007~0.014	酸素			<p>ジルコニウム合金燃料被覆材は、次の(1)~(11)のいずれにも適合すること。</p> <p>(1) 各部分の寸法の偏差は、著しく大きくないこと。</p> <p>(2) 被覆材の軸は、著しく湾曲していないこと。</p> <p>(3) 各元素の含有量の全重量に対する百分率の値は、日本産業規格H4751(2016)「ジルコニウム合金管」の「4品質」の表2及び表3に規定する値であること。</p> <p>(4) 日本産業規格H4751(2016)「ジルコニウム合金管」の「附属書C 水素化物方位試験方法」又はこれと同等の方法によって水素化物方位試験を行ったとき、水素化物方向性係数が0.45を超えないこと。</p> <p>(5) 日本産業規格H4751(2016)「ジルコニウム合金管」の「附属書D 超音波探傷試験方法」又はこれと同等の方法によって超音波探傷試験を行ったとき、対比試験片の人工傷からの欠陥信号と同等以上の欠陥信号がないこと。</p> <p>(6) 表面に割れ、傷等で有害なものがないこと。</p> <p>(7) 表面に油脂、酸化物等で有害な付着物がないこと。</p> <p>(8) 表面の粗さの程度は、実用上差し支えがないものであること。</p> <p>(9) 日本産業規格H4751(2016)「ジルコニウム合金管」の「附属書B 腐食試験方法」又はこれと同等の方法によって腐食試験を行ったとき、表面に著しい白色又は褐色の酸化物が付着せず、かつ、腐食質量増加が3日間で22ミリグラム毎平方デシメートル以下又は14日間で38ミリグラム毎平方デシメートル以下であること。</p>	<p>【適用基準及び適用規格の記載について】 下線部の規格は適用基準及び適用規格に記載している。</p> <p>【主成分を記載することについて】 燃料被覆管の主成分は旧法下の燃料体設計認可申請書本文記載事項であり、設置許可添付書類八においても被覆管の材料として説明している。技術基準規則への適合性を示す観点から基本設計方針に記載している。詳細は添付2に示す。</p> <p>【適用基準及び適用規格の記載について】 下線部の規格は適用基準及び適用規格に記載している。</p> <p>【適用基準及び適用規格の記載について】 下線部の規格は適用基準及び適用規格に記載している。</p> <p>【適用基準及び適用規格の記載について】 下線部の規格は適用基準及び適用規格に記載している。</p>
スズ	0.90~1.15														
鉄	0.24~0.30														
クロム	0.13~0.19														
ニオブ	0.08~0.14														
ニッケル	0.007~0.014														
酸素															

伊方3号機 17行17列B型燃料集合体	技術基準規則	技術基準規則の解釈	説明											
<p>(10) 応力除去焼きなましを行ったものにあつては、<u>日本産業規格Z2241 (2011)「金属材料引張試験方法」</u>又はこれと同等の方法によって引張試験を行ったとき、引張強さ、耐力及び伸びが必要な値であること。</p> <p>ジルコニウム合金端栓は、次のいずれにも適合する設計とする。</p> <p>(1) 各部分の寸法の偏差は、著しく大きくないこと。</p> <p>(2) 各元素の含有量の全重量に対する百分率の値は、<u>日本産業規格H4751 (2016)「ジルコニウム合金管」</u>の「4 品質」の表2及び表3に規定する値であること。ただし、表3に掲げるニオブ及びカルシウムを除く。</p> <p>(3) 表面に割れ、傷等で有害なものがないこと。</p> <p>(4) 表面に油脂、酸化物等で有害な付着物がないこと。</p> <p>(5) <u>日本産業規格H4751 (2016)「ジルコニウム合金管」</u>の「附属書B 腐食試験方法」又はこれと同等の方法によって腐食試験を行ったとき、表面に著しい白色又は褐色の酸化物が付着せず、かつ、腐食質量増加が3日間で22mg/dm²以下又は14日間で38mg/dm²以下であること。</p> <p>(6) 再結晶焼きなましを行ったジルコニウム合金端栓は、<u>日本</u></p>		<p><u>10) 再結晶焼きなましを行ったものにあつては、次に適合すること。</u></p> <p>① 日本産業規格H4751 (2016)「ジルコニウム合金管」の「附属書A 結晶粒度試験方法」又はこれと同等の方法によって結晶粒度試験を行ったとき、結晶粒度が結晶粒度番号7と同等又はこれより細かいこと。</p> <p>② 日本産業規格Z2241 (2011)「金属材料引張試験方法」又はこれと同等の方法によって引張試験を行ったとき、引張強さ、耐力及び伸びが日本産業規格H4751 (2016)「ジルコニウム合金管」の「4 品質」の表4に規定する値であること。</p> <p>11) 応力除去焼きなましを行ったものにあつては、<u>日本産業規格Z2241 (2011)「金属材料引張試験方法」</u>又はこれと同等の方法によって引張試験を行ったとき、引張強さ、耐力及び伸びが必要な値であること。</p> <p>4. ジルコニウム合金端栓</p> <p>(1) 再結晶焼きなましを行ったジルコニウム合金端栓は、<u>日本産業規格Z2241 (2011)「金属材料引張試験方法」</u>、<u>ASTM International 規格ASTM B 351「Standard Specification for Hot-Rolled and Cold-Finished Zirconium and Zirconium Alloy Bars, Rod, and Wire for Nuclear Application」</u>又はこれと同等の方法によって次の表の上欄に掲げるいずれかの試験温度において引張試験を行ったとき、引張強さ、耐力及び伸びが同欄に掲げる試験温度の区分に応じ、それぞれ同表の下欄に掲げる値であること。端栓とは、燃料被覆材の両端を密封するために成形された金属部品をいう。</p> <table border="1" data-bbox="1160 1353 1664 1465"> <thead> <tr> <th rowspan="2">温度</th> <th colspan="3">引張試験</th> </tr> <tr> <th>引張強さ</th> <th>耐力</th> <th>伸び</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>ニュートン</td> <td>ニュートン</td> <td>パーセント</td> </tr> </tbody> </table>	温度	引張試験			引張強さ	耐力	伸び		ニュートン	ニュートン	パーセント	<p><u>【(10)を記載しないことについて】</u></p> <p>ジルコニウム合金燃料被覆材に再結晶焼きなましを行ったものは使用しないため、(10)は基本設計方針に記載しない。</p> <p><u>【適用基準及び適用規格の記載について】</u></p> <p>下線部の規格は適用基準及び適用規格に記載している。</p> <p><u>【適用基準及び適用規格の記載について】</u></p> <p>下線部の規格は適用基準及び適用規格に記載している。</p> <p><u>【適用基準及び適用規格の記載について】</u></p> <p>下線部の規格は適用基準及び適用規格に記載している。</p> <p><u>【適用基準及び適用規格の記載について】</u></p>
温度	引張試験													
	引張強さ	耐力	伸び											
	ニュートン	ニュートン	パーセント											

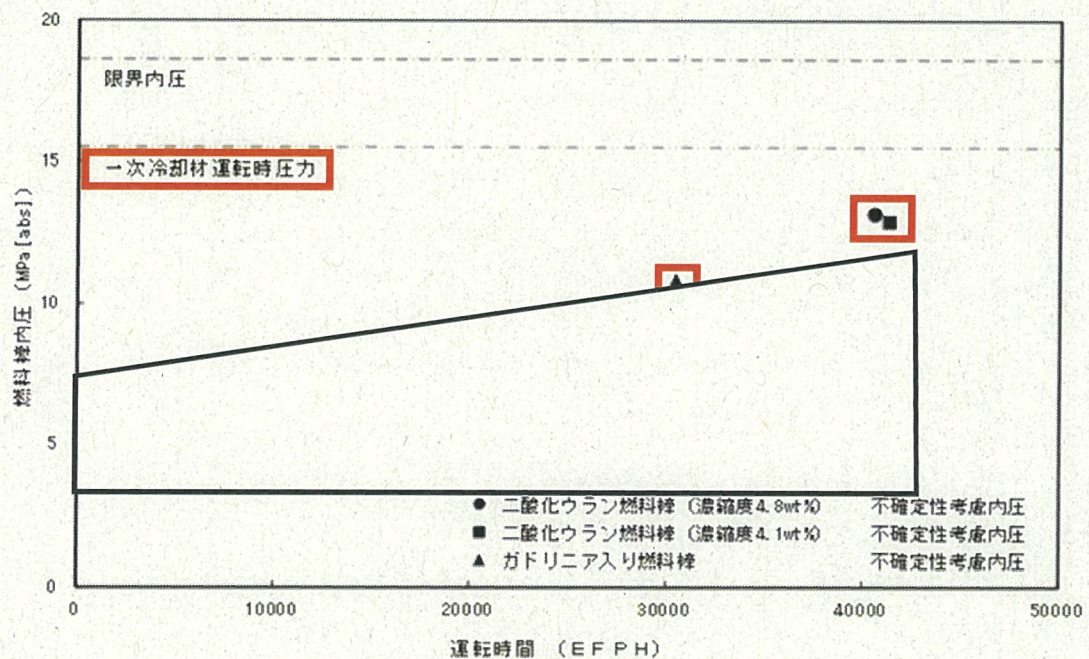
伊方3号機 17行17列B型燃料集合体	技術基準規則	技術基準規則の解釈	説明												
<p>産業規格Z2241 (2011) 「金属材料引張試験方法」、ASTM International規格ASTM B 351 「Standard Specification for Hot-Rolled and Cold-Finished Zirconium and Zirconium Alloy Bars, Rod, and Wire for Nuclear Application」又はこれと同等の方法によって以下に掲げるいずれかの試験温度において引張試験を行ったとき、引張強さ、耐力及び伸びが同欄に掲げる試験温度の区分に応じ、それぞれ以下に掲げる値であるものであること。</p> <p>a. 試験温度 室温 引張強さ：415N/mm²以上 耐力：240N/mm²以上 伸び：14%以上</p> <p>b. 試験温度316℃ 引張強さ：215N/mm²以上 耐力：105N/mm²以上 伸び：24%以上</p> <p>燃料材、燃料被覆材及び端栓以外の燃料体の部品は、次のいずれにも適合する設計とする。</p> <p>(1) 各部分の寸法の偏差は、著しく大きくないこと。 (2) 表面に割れ、傷等で有害なものがないこと。 (3) 表面に油脂、酸化物等で有害な付着物がないこと。 (4) 支持格子、上部支持板、下部支持板、制御棒案内シンプルにあつては、次に適合する設計とする。</p> <p>a. 各元素の含有量の全重量に対する百分率の値の偏差は、著しく大きくないこと。 b. 日本産業規格Z2241 (2011) 「金属材料引張試験方法」又はこれと同等の方法によって引張試験を行ったとき、引張強さ、耐力及び伸びが必要な値であること。</p> <p>(5) 上部プレナムコイルばね、下部プレナムコイルばねにあつては、ばね定数が次のとおりであること。</p>		<table border="1" data-bbox="1160 228 1662 379"> <thead> <tr> <th></th> <th>毎平方ミリメートル</th> <th>毎平方ミリメートル</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>室温</td> <td>415 以上</td> <td>240 以上</td> <td>14 以上</td> </tr> <tr> <td>316 度</td> <td>215 以上</td> <td>105 以上</td> <td>24 以上</td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) 応力除去焼きなましを行ったジルコニウム合金端栓は、日本産業規格Z2241 (2011) 「金属材料引張試験方法」又はこれと同等の方法によって引張試験を行ったとき、引張強さ、耐力及び伸びが必要な値であること。</p> <p>(3) 前記「3. ジルコニウム合金燃料被覆材」((2)、(4)、(5)、(8)、(10)及び(11)を除く。)の規定は、ジルコニウム合金端栓に準用する。ただし、(3)の日本産業規格H4751(2016)「ジルコニウム合金管」の「4 品質」の表3 に掲げるニオブ及びカルシウムを除く。</p> <p>5. その他の部品 燃料材、燃料被覆材及び端栓以外の燃料体の部品は、次の(1)～(4)のいずれにも適合すること。</p> <p>(1) 各部分の寸法の偏差は、著しく大きくないこと。 (2) 表面に割れ、傷等で有害なものがないこと。 (3) 表面に油脂、酸化物等で有害な付着物がないこと。 (4) 支持格子、上部支持板、下部支持板、ウォータロッド、制御棒案内シンプルにあつては、次に適合すること。</p> <p>① 各元素の含有量の全重量に対する百分率の値の偏差は、著しく大きくないこと。 ② 日本産業規格Z2241 (2011) 「金属材料引張試験方法」又はこれと同等の方法によって引張試験を行ったとき、引張強さ、耐力及び伸びが必要な値であること。</p>		毎平方ミリメートル	毎平方ミリメートル		室温	415 以上	240 以上	14 以上	316 度	215 以上	105 以上	24 以上	<p>下線部の規格は適用基準及び適用規格に記載している。</p> <p>【(2) を記載しないことについて】 ジルコニウム合金端栓に応力除去焼きなましを行ったものは使用しないため、(2)は基本設計方針に記載しない。 なお、(3)を踏まえて、ジルコニウム合金端栓材の要求事項を記載している。</p> <p>【(4) の一部を記載しないことについて】 本申請の燃料体構成部品にウォータロッドは使用しないため、(4)の一部は基本設計方針に記載しない。</p> <p>【適用基準及び適用規格の記載について】 下線部の規格は適用基準及び適用規格に記載している。</p> <p>【(5) を記載することについて】 コイルばねのばね定数は旧法下の燃料体設</p>
	毎平方ミリメートル	毎平方ミリメートル													
室温	415 以上	240 以上	14 以上												
316 度	215 以上	105 以上	24 以上												

伊方3号機	技術基準規則	技術基準規則の解釈	説明
17行17列B型燃料集合体			
a. 上部プレナムコイルばね <input type="text"/> N/cm			
b. 下部プレナムコイルばね <input type="text"/> N/cm			
<p>燃料要素は、次のいずれにも適合する設計とする。</p> <p>(1) 各部分の寸法の偏差は、著しく大きくないこと。</p> <p>(2) 燃料要素の軸は、著しく湾曲していないこと。</p> <p>(3) 表面に割れ、傷等で有害なものがないこと。</p> <p>(4) 表面に油脂、酸化物等で有害な付着物がないこと。</p> <p>(5) <u>日本産業規格Z4504(2008)「放射性表面汚染の測定方法—β線放出核種(最大エネルギー0.15MeV以上)及びα線放出核種」</u>における間接測定法又はこれと同等の方法によって測定したとき、表面に付着している核燃料物質の量が0.00004Bq/mm²を超えないこと。</p> <p>(6) ヘリウム漏えい試験を行ったとき、漏えい量が1億分の304MPa・mm³/sを超えないこと。</p> <p>(7) 溶接部にブローホール、アンダーカット等で有害なものがないこと。</p> <p>(8) 部品の欠如がないこと。</p> <p>(9) <u>ヘリウム加圧量は、<input type="text"/> MPa[gauge]であること。</u></p>		<p>6. 燃料要素</p> <p>燃料要素は、次の(1)~(8)のいずれにも適合すること。</p> <p>(1) 各部分の寸法の偏差は、著しく大きくないこと。</p> <p>(2) 燃料要素の軸は、著しく湾曲していないこと。</p> <p>(3) 表面に割れ、傷等で有害なものがないこと。</p> <p>(4) 表面に油脂、酸化物等で有害な付着物がないこと。</p> <p>(5) 日本産業規格Z4504(2008)「放射線表面汚染の測定方法—β線放出核種(最大エネルギー0.15MeV以上)及びα線放出核種」における間接測定法又はこれと同等の方法によって測定したとき、表面に付着している核燃料物質の量が0.00004ベクレル毎平方ミリメートルを超えないこと。</p> <p>(6) ヘリウム漏えい試験を行ったとき、漏えい量が1億分の304メガパスカル立方ミリメートル毎秒を超えないこと。</p> <p>(7) 溶接部にブローホール、アンダーカット等で有害なものがないこと。</p> <p>(8) 部品の欠如がないこと。</p>	<p>計認可申請書本文記載事項であり、設置許可添付書類八においても燃料棒の構造として説明している。技術基準規則への適合性を示す観点から基本設計方針に記載している。詳細は添付2に示す。</p> <p>【適用基準及び適用規格の記載について】 下線部の規格は適用基準及び適用規格に記載している。</p> <p>【(9)を記載することについて】 コイルばねのばね定数と同様。詳細は添付2に示す。</p>
<p>燃料要素の集合体である燃料体は、次のいずれにも適合する設計とする。</p> <p>(1) 各部分の寸法の偏差は、著しく大きくないこと。</p> <p>(2) 表面に割れ、傷等で有害なものがないこと。</p> <p>(3) 表面に油脂、酸化物等で有害な付着物がないこと。</p> <p>(4) 部品の欠如がないこと。</p>		<p>7. 燃料体</p> <p>燃料体は、次の(1)~(4)のいずれにも適合すること。</p> <p>(1) 各部分の寸法の偏差は、著しく大きくないこと。</p> <p>(2) 表面に割れ、傷等で有害なものがないこと。</p> <p>(3) 表面に油脂、酸化物等で有害な付着物がないこと。</p> <p>(4) 部品の欠如がないこと。</p>	

内圧評価において保守的に冷却材に通常運転時の圧力を用いる理由

燃料棒内圧基準は、通常運転時において被覆管の外向きのクリープ変形によりペレットと被覆管のギャップが増加する圧力を超えないことであり、サーマルフィードバックにより燃料温度の過度な上昇を防ぐために、限界内圧以下であることを確認している。その場合、外圧が小さいほうが保守的であるため、1次冷却材圧力は、想定される運転条件のうち、通常運転時の圧力（15.5MPa[abs]）を用いて評価をしている。

なお、内圧が評価期間中で最大となるのは核分裂生成ガスが蓄積される燃料寿命末期である。

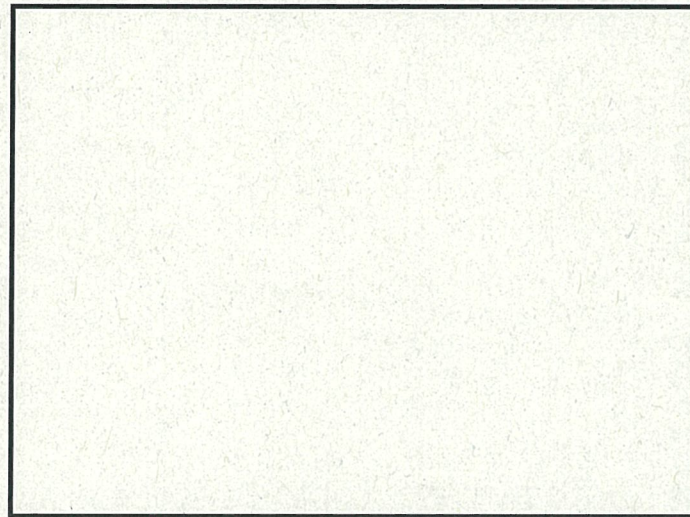


燃料棒の内圧履歴

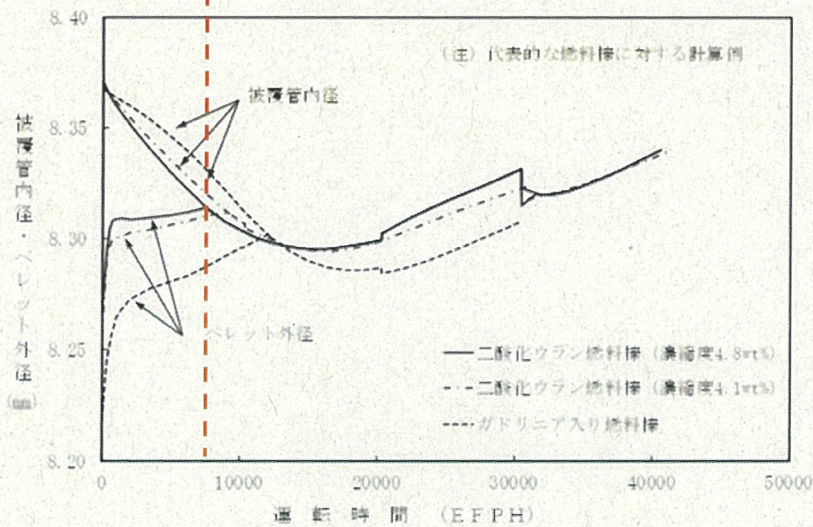
被覆管応力評価において保守的に冷却材に通常運転時の圧力を用いる理由

内圧評価とは直接関係しないが、被覆管の応力履歴（異常な過渡変化時における応力スパイクをブロットした履歴）は、以下のとおり。

被覆管応力については、被覆管の耐力以下であることを確認することとしており、応力が評価期間中で最大となるのは、ペレットと被覆管が接触した後に異常な過渡変化が発生した場合となる。このとき外向きの力がかかることから、外圧が小さいほうが保守的であるため、1次冷却材圧力は、想定される運転条件のうち、通常運転時の圧力（15.5MPa[abs]）を用いて評価をしている。



被覆管の応力履歴



被覆管内径及びペレット外形変化

設工認申請書の基本設計方針の記載事項について
(補足説明資料3の追加説明)

補足説明資料3のとおり、燃料体設計認可申請書(以下、「設認」)の本文記載事項と、今回申請した設計及び工事計画認可申請書(以下、「設工認申請書」)の記載事項の関係について整理している。

本資料は、基本設計方針の記載事項について追加説明するものである。

燃料体設計認可申請書(以下、「設認」)の本文で記載のあった仕様は、原則として、設工認申請書の本文に記載することとしている。

ただし、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の別表第二のとおり、工事計画書に記載すべき事項は「燃料体の名称、種類、主要寸法及び材料」とされていることから、当社の設工認申請書の作成要領に従い、要目表にはこれら事項を記載している。

上記以外の事項については、設工認への記載要否を検討した上で、基本設計方針、添付書類に記載、もしくは記載不要と整理している。(補足説明資料3のとおり)

その中で、ジルコニウム合金燃料被覆材の主成分については、設置許可添付書類八において被覆管の材料として説明している。また、コイルばねと燃料要素のヘリウム加圧については、設置許可添付書類八において燃料棒の構造として説明している。このため、技術基準規則への適合性を示すにあたり、詳細設計値を記載するという観点から、基本設計方針に仕様値(燃料被覆材主成分、ばね定数、加圧量)を記載している。

なお、基本設計方針に記載することについては、当社作成要領にも抵触するものではない。基本設計方針の記載は、原則、設置許可本文をベースとし、技術基準規則及び解釈の要求事項は、基本的に網羅して記載することとしており、対応関係を別紙に示す。

設認本文記載	設工認記載箇所	設工認申請書本文における記載の考え方
各部材の主要寸法及び材料	本文 (要目表)	作成要領に従い、要目表に別表第二の順に記載
燃料被覆材の主成分	本文 (基本設計方針)	設置許可添付書類八にて説明していることから、技術基準規則への適合性を示す観点で、本文基本設計方針に仕様値を記載
コイルばねのばね定数		
ヘリウム加圧量		
上記以外の事項	添付書類等に記載または記載不要と整理	補足説明資料3参照

以上

基本設計方針と技術基準規則との関係

別紙

基本設計方針	技術基準規則	説明
伊方3号機 (17行17列B型燃料集合体)		
<p>第2章 個別項目</p> <p>1. 炉心等</p> <p>燃料体(燃料材、燃料要素及びその他の部品を含む)は、設置(変更)許可を受けた仕様となる構造及び設計とする。</p> <p>燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物の材料は、通常運転時における原子炉運転状態に対応した圧力、温度条件、燃料使用期間中の燃焼度、中性子照射量及び水質の組み合わせのうち想定される最も厳しい条件において、耐放射線性、寸法安定性、耐熱性、核性質及び強度のうち必要な物理的性質並びに耐食性、水素吸収特性及び化学的安定性のうち必要な化学的性質を保持し得る材料を使用する。燃料体の物理的性質及び化学的性質について、「1.1 燃料体」に基づき設計する。</p> <p>燃料体は下部炉心板の上に配列され、その荷重を下部炉心支持板及び炉心槽により原子炉容器のフランジで支持する設計とする。</p> <p>燃料体は、「加圧水型原子炉に用いられる17行17列型の燃料集合体について」(昭和51年2月16日 原子炉安全専門審査会)及び「発電用軽水型原子炉の燃料設計手法について」(昭和63年5月12日 原子力安全委員会了承)に基づき、設置(変更)許可を受けた、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における発電用原子炉内の圧力、自重、附加荷重に加え、核分裂生成物の蓄積による燃料被覆材の内圧上昇及び熱応力の荷重に耐える設計とする。</p> <p>炉心支持構造物は、最高使用圧力、自重、附加荷重及び地震力に加え、熱応力の荷重に耐える設計とする。</p> <p>炉心は、通常運転時又は運転時の異常な過渡変化時に発電用原子炉の運転に支障が生ずる場合において、原子炉冷却系統、原子炉停止系統、反応度制御系統、計測制御系統及び安全保護回路の機能と併せて機能することにより、燃料要素の許容損傷限界を超えない設計とする。</p> <p>燃料体(燃料要素以外の燃料体の構成要素)、減速材、反射材及び炉心支持構造物(原子炉容器内で炉心付近に位置する燃料体以外の構成要素)は、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、発電用原子炉を安全に停止し、かつ、停止後に炉心の冷却機能を維持できる設計とする。</p> <p>1.1 燃料体</p> <p>1.1.2 17行17列B型燃料集合体 (ウラン燃料)</p> <p>二酸化ウラン燃料材は、次のいずれにも適合する設計とする。</p> <p>(中略)</p>	<p>技術基準規則第23条第1項 技術基準規則の解釈第23条第1項 技術基準規則の解釈第23条第3項</p> <p>技術基準規則第23条第2項 技術基準規則の解釈第23条第2項 技術基準規則の解釈第23条第3項</p> <p>技術基準規則第23条第2項</p> <p>技術基準規則第36条第2項</p> <p>技術基準規則第36条第3項 技術基準規則の解釈第36条第2項</p> <p>技術基準規則第23条第1項 技術基準規則第23条第2項 技術基準規則の解釈第23条第3項 同解釈別記-10</p>	<p>設置許可記載との整合の観点で記載</p> <p>技術基準規則第23条及び規則の解釈を網羅</p> <p>設置許可記載との整合の観点で記載</p> <p>技術基準規則第23条及び規則の解釈を網羅</p> <p>技術基準規則第23条を網羅</p> <p>技術基準規則第36条を網羅</p> <p>技術基準規則第36条及び規則の解釈を網羅</p> <p>技術基準規則第23条及び規則の解釈を網羅</p>

基本設計方針	技術基準規則	説明																		
<p style="text-align: center;">伊方3号機（17行17列B型燃料集合体）</p> <p>ジルコニウム合金燃料被覆材は、次のいずれにも適合する設計とする。</p> <p>（中略）</p> <p>(3) <u>各元素の含有量の全重量に対する百分率の値は、主成分について以下に掲げる値であること。また、不純物は日本産業規格H4751（2016）「ジルコニウム合金管」の「4品質」の表3に規定する値（主成分とするものは除く。）であること。</u></p> <p style="margin-left: 20px;">・Sn-Fe-Cr-Nb-Ni系ジルコニウム基合金</p> <table style="margin-left: 40px; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">スズ</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">0.90～1.15</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">鉄</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">0.24～0.30</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">クロム</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">0.13～0.19</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">ニオブ</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">0.08～0.14</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">ニッケル</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">0.007～0.014</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">酸素</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">□</td></tr> <tr><td>ジルコニウム 残り</td><td></td></tr> </table> <p>（中略）</p> <p>ジルコニウム合金端栓は、次のいずれにも適合する設計とする。</p> <p>（中略）</p> <p>燃料材、燃料被覆材及び端栓以外の燃料体の部品は、次のいずれにも適合する設計とする。</p> <p>（中略）</p> <p>(5) <u>上部プレナムコイルばね、下部プレナムコイルばねにあっては、ばね定数が次のとおりであること。</u></p> <table style="margin-left: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">a. 上部プレナムコイルばね</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">□ N/cm</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">b. 下部プレナムコイルばね</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">□ N/cm</td></tr> </table> <p>燃料要素は、次のいずれにも適合する設計とする。</p> <p>（中略）</p> <p>(9) <u>ヘリウム加圧量は、□ MPa[gauge]であること。</u></p> <p>燃料要素の集合体である燃料体は、次のいずれにも適合する設計とする。</p> <p>（以下略）</p>	スズ	0.90～1.15	鉄	0.24～0.30	クロム	0.13～0.19	ニオブ	0.08～0.14	ニッケル	0.007～0.014	酸素	□	ジルコニウム 残り		a. 上部プレナムコイルばね	□ N/cm	b. 下部プレナムコイルばね	□ N/cm		<p>ジルコニウム合金燃料被覆材の主成分は、技術基準規則の解釈別記-10の(3)、「各元素の含有率の全重量に対する百分率の値は、日本産業規格H4751（2016）「ジルコニウム合金管」の「4品質」の表2及び表3に規定する値であること。」には依らない仕様としている。旧法下の燃料体設計認可申請書および設置許可添付書類八の記載を踏まえ、具体的な仕様値を基本設計方針に記載している。</p> <p>技術基準規則との関係性について、第23条第1項の観点において、燃料被覆材は必要な物理的性質および化学的性質を保持することを確認している。</p> <p>また、第23条第2項の観点において、燃料棒の強度評価上（燃料棒5基準評価）燃料被覆材は基本設計方針に記載した仕様を前提としている。</p> <p>コイルばねのばね定数およびヘリウム加圧量は、技術基準規則の解釈別記-10に記載はないが、旧法下の燃料体設計認可申請書および設置許可添付書類八の記載を踏まえ、具体的な仕様値を基本設計方針に記載している。</p> <p>技術基準規則との関係性について、第23条第1項の観点において、コイルばねは必要な物理的性質および化学的性質を保持することを確認しており、また、ヘリウムは燃料材の耐食性に影響がないことを確認している。</p> <p>また、第23条第2項の観点において、燃料棒の強度評価上（燃料棒5基準評価）燃料棒に挿入されたコイルばねとヘリウム加圧した設計を前提としている。なお、コイルばねについては、燃料集合体強度評価上（輸送及び取扱い時評価）においても前提としている。</p>
スズ	0.90～1.15																			
鉄	0.24～0.30																			
クロム	0.13～0.19																			
ニオブ	0.08～0.14																			
ニッケル	0.007～0.014																			
酸素	□																			
ジルコニウム 残り																				
a. 上部プレナムコイルばね	□ N/cm																			
b. 下部プレナムコイルばね	□ N/cm																			

適用基準及び適用規格	技術基準規則	説明
伊方3号機（17行17列B型燃料集合体）		
<p>原子炉本体に適用する基準及び規格のうち、本設計及び工事計画において適用する基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（平成25年6月19日原規技発第1306194号） ・ 「加圧水型原子炉に用いられる17行17列型の燃料集合体について」（昭和51年2月16日 原子炉安全専門審査会） ・ 「発電用軽水型原子炉の燃料設計手法について」（昭和63年5月12日 原子力安全委員会了承） ・ 日本産業規格H4751（2016）「ジルコニウム合金管」 ・ 日本産業規格Z2241（2011）「金属材料引張試験方法」 ・ ASTM International規格ASTM B 351 「Standard Specification for Hot-Rolled and Cold-Finished Zirconium and Zirconium Alloy Bars, Rod, and Wire for Nuclear Application」 ・ 日本産業規格Z4504（2008）「放射性表面汚染の測定方法－β線放出核種（最大エネルギー0.15MeV以上）及びα線放出核種」 ・ ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section III 	技術基準規則の解釈第2.3条第3項	技術基準規則第2.3条の規則の解釈を網羅