

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 A 型燃料集合体

(ウラン燃料))

補足説明資料

令和 4 年 1 1 月 2 5 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

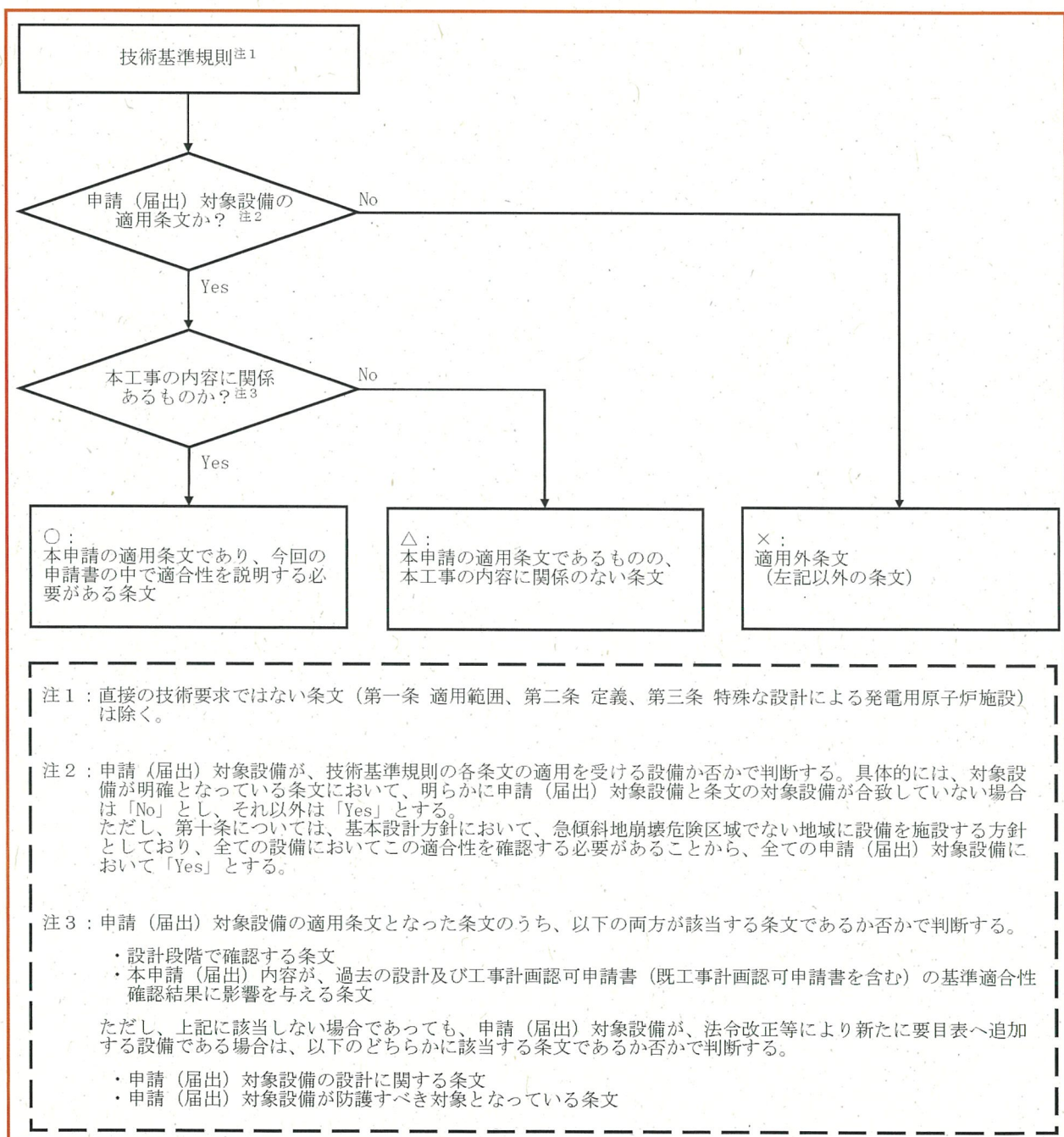
設計及び工事計画認可申請における
適用条文等の整理について

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、今回の申請書の中で適合性を説明する必要があ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条文整理フロー

設計及び工事計画認可申請における条文整理に当たっては、以下のフローに従い分類する。



3. 本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ついて、2. の条文整理フローに従い整理した適用条文整理結果を第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)

技術基準規則	分類*	備考
(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。
(第五条) 地震による損傷の防止	○	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いものの、本設備を新たに「燃料体」という設備区分で要目表に追加することから、本条が燃料体の設計に関する条文であることを踏まえ、今回の申請書の中で適合性を説明する。
(第六条) 津波による損傷の防止	○	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いものの、本設備を新たに「燃料体」という設備区分で要目表に追加することから、本設備が安全重要度分類クラス1機器であり防護対象設備に該当することを踏まえ、今回の申請書の中で適合性を説明する。
(第七条) 外部からの衝撃による損傷の防止	○	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いものの、本設備を新たに「燃料体」という設備区分で要目表に追加することから、本設備が安全重要度分類クラス1機器であり防護対象設備に該当することを踏まえ、今回の申請書の中で適合性を説明する。
(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。
(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。
(第十条) 急傾斜地の崩壊の防止	△	急傾斜地の崩壊の防止については、既工事計画において適合性が確認されている。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係る設計は工事の内容(本申請内容)に関係しない。
(第十一条) 火災による損傷の防止	○	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いものの、本設備を新たに「燃料体」という設備区分で要目表に追加することから、本条が燃料体の設計に関する条文であることを踏まえ、今回の申請書の中で適合性を説明する。
(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。
(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。
(第十四条) 安全設備	○	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いものの、本設備を新たに「燃料体」という設備区分で要目表に追加することから、本条が燃料体の設計に関する条文であることを踏まえ、今回の申請書の中で適合性を説明する。
(第十五条) 設計基準対象施設の機能	○	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いものの、本設備を新たに「燃料体」という設備区分で要目表に追加することから、本条が燃料体の設計に関する条文であることを踏まえ、今回の申請書の中で適合性を説明する。
(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、適用条文とならない。
(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、適用条文とならない。
(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、適用条文とならない。

技術基準規則	分類*	備考
(第十九条) 流体振動等による損傷の防止	○	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いものの、本設備を新たに「燃料体」という設備区分で要目表に追加することから、本条が燃料体の設計に関する条文であることを踏まえ、今回の申請書の中で適合性を説明する。
(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、適用条文とならない。
(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、適用条文とならない。
(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、適用条文とならない。
(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の解釈」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、今回の申請書の中で適合性を説明する。
(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、適用条文とならない。
(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、適用条文とならない。
(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、適用条文とならない。
(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、適用条文とならない。
(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、適用条文とならない。
(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、適用条文とならない。
(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、適用条文とならない。
(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、適用条文とならない。
(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、適用条文とならない。
(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、適用条文とならない。
(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、適用条文とならない。
(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、適用条文とならない。
(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、適用条文とならない。
(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、適用条文とならない。
(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、適用条文とならない。
(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、適用条文とならない。
(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、適用条文とならない。
(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、適用条文とならない。
(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、適用条文とならない。
(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、適用条文とならない。
(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、適用条文とならない。

技術基準規則	分類 [※]	備考
(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、適用条文とならない。
(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、適用条文とならない。
(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、適用条文とならない。
(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、本設備は、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、適用条文とならない。

※：以下の考え方にに基づき記載する。

○：本申請の適用条文であり、今回の申請書の中で適合性を説明する必要がある条文

△：本申請の適用条文であるものの、本工事の内容に関係のない条文

×：適用外条文

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)

技術基準規則	分類*	備考
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(第六十六条) 原子炉格納容器下部の溶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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。

技術基準規則	分類 [※]	備考
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。
(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、本設備は、重大事故等対処施設に該当しないため、適用条文とならない。

※：以下の考え方に基づき記載する。

○：本申請の適用条文であり、今回の申請書の中で適合性を説明する必要がある条文

△：本申請の適用条文であるものの、本工事の内容に関係のない条文

×：適用外条文

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

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、設計及び工事計画認可申請書に添付する書類について整理する。

2. 「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

設計及び工事計画認可申請書に添付すべき書類は、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」の別表第二の上欄に記載される種類に応じて、下欄に記載される添付書類を添付する必要があるが、別表第二では「認可の申請又は届出に係る工事の内容に関係あるものに限る。」との規定があるため、本申請範囲である「原子炉本体」に要求される添付書類の要否の検討を行った。検討結果を第1表に示す。

第1表 本申請における添付書類の要否の検討結果 (1/5)

実用発電用原子炉の設置、 運転等に関する規則 別表第二添付書類	添付の要否 (○・×)	理由
各発電用原子炉施設に共通		
送電関係一覧図	×	本申請内容は、送電設備に影響を与えないため不要。
急傾斜地崩壊危険区域内において行う制限工事に係る場合は、当該区域内の急傾斜地の崩壊の防止措置に関する説明	×	急傾斜地崩壊危険箇所の設定はないため対象外。
工場又は事業所の概要を明示した地形図	×	本申請内容は、地形図に影響を与えないため不要。
主要設備の配置の状況を明示した平面図及び断面図	×	本申請内容は、主要設備の配置に影響を与えないため不要。
単線結線図（接地線（計測用変成器を除く。）については電線の種類、太さ及び接地の種類も併せて記載すること。）	×	本申請内容は、単線結線図に影響を与えないため不要。
新技術の内容を十分に説明した書類	×	本申請内容は、新技術に該当しないため不要。
発電用原子炉施設の熱精算図	×	本申請内容は、熱精算に影響を与えないため不要。
熱出力計算書	○	原子炉熱出力等に関する評価について、技術基準規則第15条及び第23条への適合性を示すため、添付する。なお、既に認可済みの工事計画 ^{※1} のとおり設計を行うことから、今回の申請にあたって、適合性の内容に変更はない。

※1 平成29年9月29日付け原規規発第1709291号で認可された工事計画

第1表 本申請における添付書類の要否の検討結果 (2/5)

実用発電用原子炉の設置、 運転等に関する規則 別表第二添付書類	添付の要否 (○・×)	理由
発電用原子炉の設置の許可 との整合性に関する説明書	○	許可された設置許可申請書との整合性を示す 必要があるため添付する。
排気中及び排水中の放射性 物質の濃度に関する説明書	×	本申請内容は、排気中及び排水中の放射性物 質の濃度に影響を与えないため不要。
人が常時勤務し、又は頻繁 に出入する工場又は事業所 内の場所における線量に関 する説明書	×	本申請内容は、遮蔽設計区分の設計基準等の 設定に影響を与えるものではないので不要。
発電用原子炉施設の自然現 象等による損傷の防止に関 する説明書	○	本申請設備（燃料体）の自然現象等による損 傷の防止について、技術基準規則第6条及び 7条への適合性を示すため、添付する。な お、既に認可済みの工事計画 ^{※2} のとおり設 計を行うことから、今回の申請にあたって、 適合性の内容に変更はない。
排水監視設備及び放射性物 質を含む排水を安全に処理 する設備の配置の概要を明 示した図面	×	本申請では該当する設備はないため不要。
取水口及び放水口に関する 説明書	×	本申請では該当する設備はないため不要。
設備別記載事項の設定根拠 に関する説明書	×	本申請内容には、実用炉規則別表第二に定め る設備別記載事項の設定根拠に該当するもの はないため不要。

※2 平成28年3月23日付け原規規発第1603231号で認可された工事計画

第1表 本申請における添付書類の要否の検討結果 (3/5)

実用発電用原子炉の設置、 運転等に関する規則 別表第二添付書類	添付の要否 (○・×)	理由
環境測定装置（放射線管理 用計測装置に係るものを除 く。）の構造図及び取付箇所 を明示した図面	×	本申請では該当する設備はないため不要。
クラス1 機器及び炉心支持 構造物の応力腐食割れ対策 に関する説明書（クラス1 機器にあっては、支持構造 物を含めて記載すること。）	×	本申請では該当する設備はないため不要。
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	○	本申請設備（燃料体）が使用される条件の下 における健全性について、技術基準規則第1 4条及び15条への適合性を示すため、添付 する。なお、既に認可済みの工事計画 ^{※3} の とおり設計を行うことから、今回の申請にあ たって、適合性の内容に変更はない。
発電用原子炉施設の火災防 護に関する説明書	○	本申請設備（燃料体）の火災防護について、 技術基準規則第11条への適合性を示すた め、添付する。なお、既に認可済みの工事計 画 ^{※3} のとおり設計を行うことから、今回の 申請にあたって、適合性の内容に変更はな い。
発電用原子炉施設の溢水防 護に関する説明書	×	本申請内容は、溢水防護に関する設計に影響 を与えないため不要。

※3 平成28年3月23日付け原規規発第1603231号で認可された工事計画

第1表 本申請における添付書類の要否の検討結果 (4/5)

実用発電用原子炉の設置、 運転等に関する規則 別表第二添付書類	添付の要否 (○・×)	理由
発電用原子炉施設の蒸気タービン、ポンプ等の損壊に伴う飛散物による損傷防護に関する説明書	×	本申請では該当する設備はないため不要。
通信連絡設備に関する説明書及び取付箇所を明示した図面	×	本申請では該当する設備はないため不要。
安全避難通路に関する説明書及び安全避難通路を明示した図面	×	本申請では該当する設備はないため不要。
非常用照明に関する説明書及び取付箇所を明示した図面	×	本申請では該当する設備はないため不要。

第1表 本申請における添付書類の要否の検討結果 (5/5)

実用発電用原子炉の設置、 運転等に関する規則 別表第二添付書類	添付の要否 (○・×)	理由
原子炉本体		
耐震性に関する説明書	○	本申請設備（燃料体）の耐震性について技術基準規則第5条への適合性を示すため、添付する。なお、既に認可済みの工事計画 ^{※4} のとおり設計を行うことから、今回の申請にあたって、適合性の内容に変更はない。
強度に関する説明書	○	本申請設備（燃料体）の強度について技術基準規則第23条への適合性を示すため、添付する。
構造図	○	本申請設備（燃料体）の構造図について技術基準規則第23条への適合性を示すため、添付する。
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	○	本申請設備（燃料体）の耐熱性、耐放射線性、耐食性その他の性能について技術基準規則第23条への適合性を示すため、添付する。
原子炉本体の基礎に関する説明書及びその基礎の状況を明示した図面	×	本申請では該当する設備はないため不要。
監視試験片の取付箇所を明示した図面	×	本申請では該当する設備はないため不要。
原子炉（圧力）容器の脆性破壊防止に関する説明書	×	本申請では該当する設備はないため不要。
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	○	本申請における設計及び工事に係る品質マネジメントシステムについて説明するため、添付する。

※4 平成28年3月23日付け原規規発第1603231号及び令和元年6月10日付け原規規発第1906103号で認可された工事計画

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

伊方3号機 17行17列A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、「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 原子炉安全委員会了承)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「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 原子炉安全委員会了承)」及び「燃料体に関する要求事項(別記-10)」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材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「実機では放射線照射下で～酸素の発生を抑制している。」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を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 17行17列A型燃料集合体	技術基準規則	技術基準規則の解釈	説明
<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 1.1.1 17行17列A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。</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。</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A型燃料集合体			
<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、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>② 酸素の原子数のウランの原子数に対する比率の値は、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><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A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系ジルコニウム基合金</p> <table border="1" data-bbox="212 582 515 758"> <tr><td>スズ</td><td>0.70~0.90</td></tr> <tr><td>鉄</td><td>0.18~0.24</td></tr> <tr><td>クロム</td><td>0.07~0.13</td></tr> <tr><td>鉄+クロム</td><td>0.28~0.37</td></tr> <tr><td>ニオブ</td><td>0.45~0.55</td></tr> <tr><td>酸素</td><td></td></tr> <tr><td>ジルコニウム</td><td>残り</td></tr> </table> <p>・ Sn-Fe-Nb系ジルコニウム基合金</p> <table border="1" data-bbox="212 869 515 1045"> <tr><td>スズ</td><td>0.90~1.30</td></tr> <tr><td>鉄</td><td>0.08~0.12</td></tr> <tr><td>ニオブ</td><td>0.80~1.20</td></tr> <tr><td>酸素</td><td></td></tr> <tr><td>ジルコニウム</td><td>残り</td></tr> </table> <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、実用上差し支えないものであること。</p>	スズ	0.70~0.90	鉄	0.18~0.24	クロム	0.07~0.13	鉄+クロム	0.28~0.37	ニオブ	0.45~0.55	酸素		ジルコニウム	残り	スズ	0.90~1.30	鉄	0.08~0.12	ニオブ	0.80~1.20	酸素		ジルコニウム	残り		<p>3. ジルコニウム合金燃料被覆材</p> <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、実用上差し支えないものであること。</p>	<p><u>【適用基準及び適用規格の記載について】</u> 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>【主成分を記載することについて】</u> 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><u>【適用基準及び適用規格の記載について】</u> 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> 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	0.70~0.90																										
鉄	0.18~0.24																										
クロム	0.07~0.13																										
鉄+クロム	0.28~0.37																										
ニオブ	0.45~0.55																										
酸素																											
ジルコニウム	残り																										
スズ	0.90~1.30																										
鉄	0.08~0.12																										
ニオブ	0.80~1.20																										
酸素																											
ジルコニウム	残り																										

伊方3号機 17行17列A型燃料集合体	技術基準規則	技術基準規則の解釈	説明
<p>と。</p> <p>(9) <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>(10) 応力除去焼きなましを行ったものについては、<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>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><u>10 再結晶焼きなましを行ったものについては、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ついては、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>4.1. 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、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」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</p>	<p><u>【適用基準及び適用規格の記載について】</u> 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>【(10)を記載しないことについて】</u> 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> 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> 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>

伊方3号機 17行17列A型燃料集合体	技術基準規則	技術基準規則の解釈	説明																		
<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」</u>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くないこと。 (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、</p>		<p>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="1149 360 1648 619"> <thead> <tr> <th rowspan="3">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> <tr> <th>ニュートン 毎平方ミリ メートル</th> <th>ニュートン 毎平方ミリ メートル</th> <th>パーセント</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) <u>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」</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>(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くないこと。 (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、ウオータロッド、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</p>	温度	引張試験			引張強さ	耐力	伸び	ニュートン 毎平方ミリ メートル	ニュートン 毎平方ミリ メートル	パーセント	室温	415 以上	240 以上	14 以上	316 度	215 以上	105 以上	24 以上	<p><u>【適用基準及び適用規格の記載について】</u> 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> 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>【(2)を記載しないことについて】</u> 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><u>【(4)の一部を記載しないことについて】</u> 本申請の燃料体構成部品にウオ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>
温度	引張試験																				
	引張強さ	耐力		伸び																	
	ニュートン 毎平方ミリ メートル	ニュートン 毎平方ミリ メートル	パーセント																		
室温	415 以上	240 以上	14 以上																		
316 度	215 以上	105 以上	24 以上																		

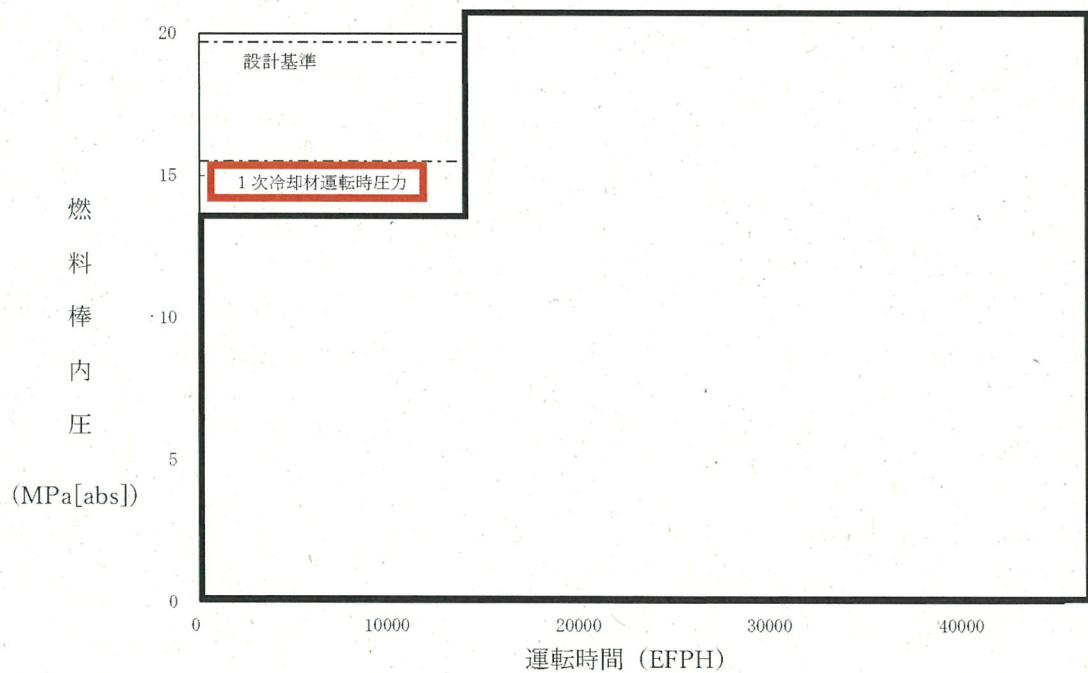
伊方3号機 17行17列A型燃料集合体	技術基準規則	技術基準規則の解釈	説明
<p>著しく大きくないこと。</p> <p>b. 日本産業規格Z2241 (2011)「金属材料引張試験方法」又はこれと同等の方法によって引張試験を行ったとき、引張強さ、耐力及び伸びが必要な値であること。</p> <p>(5) コイルばねにあつては、ばね定数が <input type="text"/> N/cmであること。</p> <p>燃料要素は、次のいずれにも適合する設計とする。</p> <p>(1) 各部分の寸法の偏差は、著しく大きくないこと。</p> <p>(2) 燃料要素の軸は、著しく湾曲していないこと。</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) 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」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) ヘリウム加圧量は、次のとおりであること。 二酸化ウラン燃料要素：<input type="text"/> MPa[gauge] ガドリニア入り二酸化ウラン燃料要素：<input type="text"/> MPa[gauge]</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>差は、著しく大きくないこと。</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、耐力及び伸びが必要な値であること。</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」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>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><u>【適用基準及び適用規格の記載について】</u> 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>【(5)を記載することについて】</u> コイルばねのばね定数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><u>【適用基準及び適用規格の記載について】</u> 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>【(9)を記載することについて】</u> コイルばねのばね定数と同様。詳細は添付2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A型燃料集合体			
<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>(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。

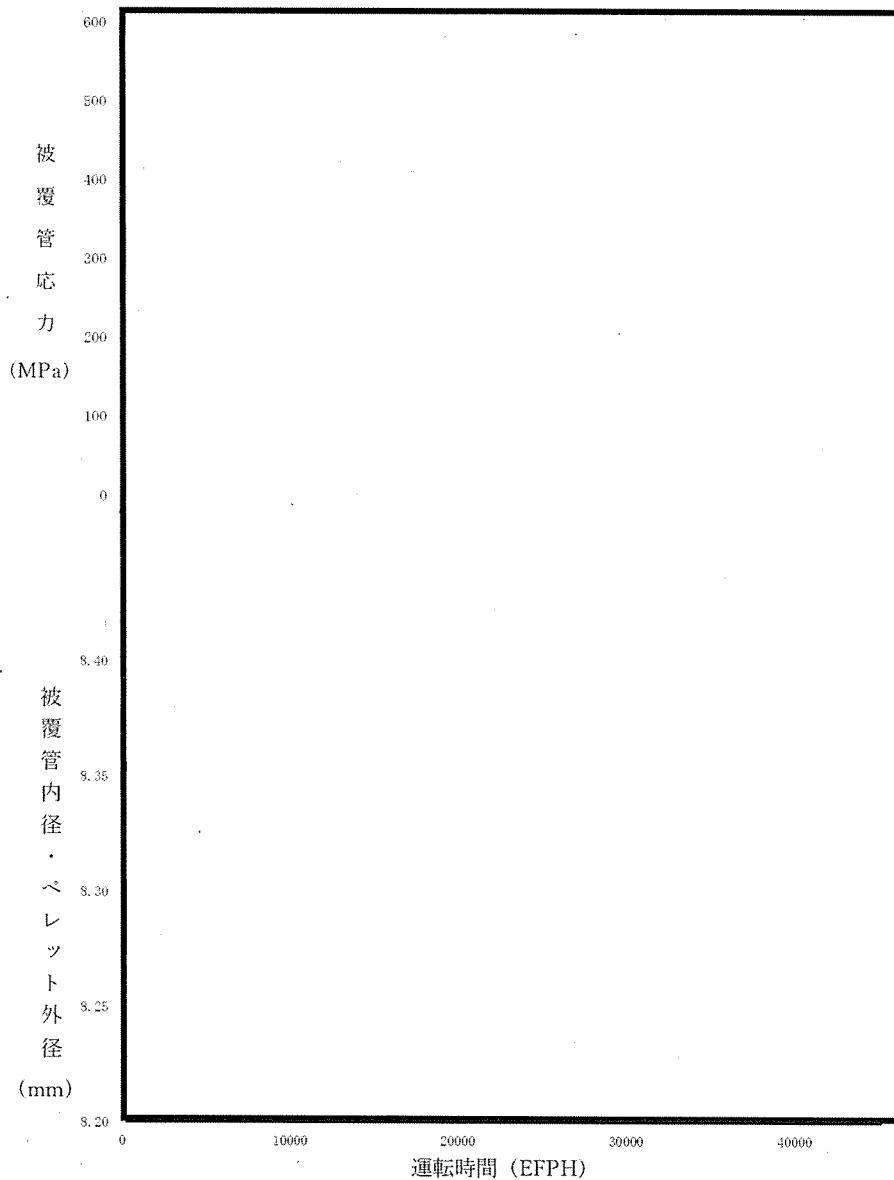


燃料棒の内圧履歴

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プロットした履歴）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

基本設計方針	技術基準規則	説明
伊方3号機（17行17列A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>1.1.1 17行17列A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A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) 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> <table border="1" style="margin-left: 40px;"> <tr><td colspan="2">・ Sn-Fe-Cr-Nb系ジルコニウム基合金</td></tr> <tr><td>スズ</td><td>0.70~0.90</td></tr> <tr><td>鉄</td><td>0.18~0.24</td></tr> <tr><td>クロム</td><td>0.07~0.13</td></tr> <tr><td>鉄+クロム</td><td>0.28~0.37</td></tr> <tr><td>ニオブ</td><td>0.45~0.55</td></tr> <tr><td>酸素</td><td style="border: 1px solid black;"> </td></tr> <tr><td>ジルコニウム</td><td>残り</td></tr> <tr><td colspan="2">・ Sn-Fe-Nb系ジルコニウム基合金</td></tr> <tr><td>スズ</td><td>0.90~1.30</td></tr> <tr><td>鉄</td><td>0.08~0.12</td></tr> <tr><td>ニオブ</td><td>0.80~1.20</td></tr> <tr><td>酸素</td><td style="border: 1px solid black;"> </td></tr> <tr><td>ジルコニウム</td><td>残り</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) コイルばねにあつては、ばね定数が N/cmであること。</p> <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) ヘリウム加圧量は、次のとおりであること。</p>	・ Sn-Fe-Cr-Nb系ジルコニウム基合金		スズ	0.70~0.90	鉄	0.18~0.24	クロム	0.07~0.13	鉄+クロム	0.28~0.37	ニオブ	0.45~0.55	酸素		ジルコニウム	残り	・ Sn-Fe-Nb系ジルコニウム基合金		スズ	0.90~1.30	鉄	0.08~0.12	ニオブ	0.80~1.20	酸素		ジルコニウム	残り		<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。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」の第2-1表に記載している燃料被覆材の化学成分を元に、耐熱性等の確認を実施している。</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。具体的には、当該仕様を前提として、「強度に関する説明書」の3.2.2にて述べられている高燃焼度用FINEコードの被覆管挙動モデルを構築している。</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</p>
・ Sn-Fe-Cr-Nb系ジルコニウム基合金																														
スズ	0.70~0.90																													
鉄	0.18~0.24																													
クロム	0.07~0.13																													
鉄+クロム	0.28~0.37																													
ニオブ	0.45~0.55																													
酸素																														
ジルコニウム	残り																													
・ Sn-Fe-Nb系ジルコニウム基合金																														
スズ	0.90~1.30																													
鉄	0.08~0.12																													
ニオブ	0.80~1.20																													
酸素																														
ジルコニウム	残り																													

基本設計方針	技術基準規則	説明
<p data-bbox="481 172 833 196">伊方3号機(17行17列A型燃料集合体)</p> <p data-bbox="197 209 618 233">二酸化ウラン燃料要素: [] MPa[gauge]</p> <p data-bbox="197 244 757 268">ガドリニア入り二酸化ウラン燃料要素: [] MPa[gauge]</p> <p data-bbox="176 320 826 344">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 data-bbox="210 357 291 381">(以下略)</p>		<p data-bbox="1552 209 2083 339">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。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3.3、4.3、および8.にて確認している。</p> <p data-bbox="1552 352 2083 667">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。具体的には、「強度に関する説明書」の1.1で述べられているとおり、コイルばねにより輸送及び取扱い時にペレットが移動することを防止する機能を有する設計としている。また、ヘリウム加圧量については、「強度に関する説明書」の第3-4表に記載されている数値(絶対圧)を高燃焼度用FINEコードのインプットとしている。</p>

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A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J4751（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23条第3項	技術基準規則第23条の規則の解釈を網羅