

## 玄海原子力発電所4号炉高燃焼度燃料の使用に伴う原子炉設置変更許可申請 コメントリスト(炉心熱水力設計関連)

No.	資料名	12/13 ヒアリングコメント内容	コメント回答	コメント回答日
1	本文十号イ.(1)(i)	設置許可基準規則13条1号関連 運転時の異常な過渡変化として、本文十号イ.(1)(i)「加圧水型である本発電用原子炉施設の安全設計の基本方針に照らして」a.炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化、b.炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化及びc.原子炉冷却材圧力又は原子炉冷却材保有量の異常な変化を事象選定しているが、旧原子力安全委員会「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」3.1「(4)その他原子炉施設の設計により必要と認められる事象」の事象選定をしていないこと及びその理由について、記載箇所を示して説明すること。	「安全設計の基本方針に照らして」の考え方について、補足説明資料(資料2)に記載を充実化する。なお、「安全評価指針」では、指針作成の際に使用されている発電用原子炉施設を対象としていることが記載されており、玄海原子力発電所4号炉においても「安全評価指針」と同様の事象を選定している。	今回ご説明
2	本文十号イ.(1)(ii)	設置許可基準規則13条1号ロ関連 燃料被覆材が破損しないことの設定として、本文十号(1)(ii)b.「機械的破損が生じないよう、燃料中心最高温度は燃料ペレットの融点未満であること」とすることを、同a.及びc.を含めてそれぞれの破損モードの観点で説明すること。	機械設計コメントNo.1の回答資料にてご確認いただく。	2023年12月13日
3	本文十号イ.(3)a.	設置許可基準規則13条1号イ関連 最小DNBRについて、それが最も厳しくなる事象が既許可の「b.炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化(a)原子炉冷却材系の停止ループの誤起動」から「a.炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化(b)出力運転中の制御棒の異常な引き抜き」に変更となった要因は、11月28日審査会合資料1-2の表1のどの変更項目によるのか、あるいは「改良統計的熱設計手法」を採用したことによるのかを説明すること。	最小DNBRについて、最も厳しくなる事象が変更となったのは、11月28日審査会合資料1-2のP.9の表3-1に示す「原子炉冷却材系の停止ループの誤起動の原子炉初期出力の変更」により、熱流束は最大でも定格値より低く、最小DNBRは問題ならなくなったためである。	2023年12月13日
4	添十1.2.3	設置許可基準規則13条1号イ～ハ関連 申請書本文十号イ.(2)(i)c.「原子炉トリップ特性」として、設置許可基準規則25条2項2号の制御棒クラスタによる原子炉停止能力を解析条件として定めているように記載しているが、添十の当該解析条件においては同規則25条2項5号の要求に基づく原子炉停止能力ではなく、当該要求を「制御棒クラスタの固着は確率的に非常に小さいので、この仮定は原子炉停止系の停止能力の解析上の余裕となる」としている。 ここで同規則25条2項5号の要求ではなく、「解析上の余裕」とすること及びその理由について説明すること。	設置許可基準規則25条2項2.5号に基づく要求を原子炉トリップ特性の解析条件として設定しており、更なる解析上の余裕は設定していないことから、当該記載について削除する方針とする。	今回ご説明
5	申請書	設置許可基準規則15条2項関連 運転時の異常な過渡変化時に設定する燃料要素の許容損傷限界は、最小限界熱流束比、燃料ペレットの最高温度及び燃料ペレットの最大エンタルピについてか、そうであれば具体的な設定値を申請書記載箇所を示して説明すること。(最小限界熱流束比の設定値は申請書添八 3.4.5(1)、燃料ペレットの最高温度の設定は同添八 3.2.1以外にもあるか。)	運転時及び運転時の異常な過渡変化時において燃料要素の許容損傷限界を超えないような基準として、最小限界熱流束比、燃料ペレットの最高温度及び最大エンタルピの基準を設定している。 <u>最小限界熱流束比の設定値は申請書添八 3.4.5(1)、燃料ペレットの最高温度の設定は同添八 3.2.1に記載している以外に異なる内容の記載はない。</u>	2023年12月13日 今回ご説明
6	申請書	設置許可基準規則15条2項関連 燃料ペレットの最大エンタルピの許容損傷限界の設定値として、11/28審査会合資料1-3 P.2に説明されている旧原子力安全委員会「発電用軽水型原子炉施設の反応度投入事象に関する評価指針」及び「発電用軽水型原子炉施設の反応度投入事象における燃焼の進んだ燃料の取扱いについて」を参照するとの設計方針について、申請書の記載を説明すること。	申請書添八 1.1.4(1)に「発電用軽水型原子炉施設の反応度投入事象に関する評価指針」及び「発電用軽水型原子炉施設の反応度投入事象における燃焼の進んだ燃料の取扱いについて」を参照する設計方針について記載している。 また、申請書添十 2.2.1(1)a.及びb.に判定基準について記載している。	2023年12月13日
7	申請書	設置許可基準規則15条2項関連 要求「炉心は、・・・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」の系統及び機能について、燃料要素の許容損傷限界である最小限界熱流束比を下回ることを防ぐために原子炉冷却系統及び反応度制御系統を使用するのか。使用するのであれば、申請書添八 3.4.6以外の記載箇所を示して説明すること。(申請書添八 3.4.6には計測制御系統のうち原子炉核計装及びプロセス計装、安全保護回路のうち原子炉保護設備並びに原子炉停止系統のうち原子炉トリップ機能の記載がある。)	原子炉冷却系統である1次冷却系統は通常運転時から熱交換の媒体として使用しているものであり、運転時の異常な過渡変化時にその役割が変わるものではなく、新たな機能を期待するものではない。 また、反応度制御系統については、設置許可基準規則 第2条(定義)第2項第27号において、「通常運転時に反応度を調整する系統」と定義されており、運転時の異常な過渡変化時に使用していない。 なお、申請書添八 3.4.6以外に原子炉冷却系統及び反応度制御系統を使用することを記載した箇所はない。	今回ご説明

玄海原子力発電所4号炉高燃焼度燃料の使用に伴う原子炉設置変更許可申請 コメントリスト(炉心熱水力設計関連)

No.	資料名	12/13 ヒアリングコメント内容	コメント回答	コメント回答日
8	11月28日審査会合資料1-1 P.10	設置許可基準規則15条2項関連 条文整理表(申請理由)「高燃焼度燃料の使用による炉心の熱水力設計を変更するとともに、熱的制限値である最小限界熱流束比が変更となる」とは、上記No.5の燃料要素の許容損傷限界の設定のことを指しているのであれば、その他の設定の記載が抜けていることになる。記載の抜けがあるのであれば説明を追加すること。	条文整理表に記載している「炉心の熱水力設計の変更」は、熱水力設計上の制限値であるベレット最高温度など、熱水力設計上の考慮事項の変更をまとめて記載している。一方、「熱的制限値である最小限界熱流束比の変更」は、本文記載値として数値が変更となっている為、まとめて記載しており、記載の抜けがあるものではない。	2023年12月13日
9	申請書	設置許可基準規則15条3項関連 運転時の異常な過渡変化時において、制御棒挿入性及び冷却可能な形状として、それぞれ期待する燃料棒以外の燃料集合体の構成要素は、申請書添八 3.2.1.4の制御棒案内シムル、支持格子以外であれば、申請書記載箇所を示して説明すること。	資料1-1「制御棒挿入性及び冷却可能な形状の確保を期待する燃料集合体及び炉内構造物の構成要素について」にてご説明。	今回ご説明
10	申請書	設置許可基準規則15条3項関連 運転時の異常な過渡変化時において、制御棒挿入性及び冷却可能な形状として、それぞれ期待する原子炉容器内で炉心付近に位置する燃料集合体以外の構成要素は、申請書添八 3.2.2.2及び3.2.2.4の制御棒クラスダ案内管、上部炉心支持板、上部炉心支持柱、上部炉心板、炉心槽、炉心バップル、下部炉心板、下部炉心支持板、熱遮へい体、下部炉心支持柱以外であれば、申請書記載箇所を示して説明すること。	資料1-1「制御棒挿入性及び冷却可能な形状の確保を期待する燃料集合体及び炉内構造物の構成要素について」にてご説明。	今回ご説明
11	申請書	設置許可基準規則15条6項1号 要求「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、附加荷重その他の燃料に加わる負荷」について、具体的な負荷値の申請書記載箇所を示して説明すること。	機械設計コメントNo.7の回答資料にてご説明。	今回ご説明
12	申請書	設置許可基準規則17条3号 運転時の異常な過渡変化時の使用条件として、原子炉圧力、温度、放射線、荷重等の申請書記載箇所を示して説明すること。	資料1-2にてご説明。	今回ご説明
13	申請書	設置許可基準規則21条関連 燃料の許容損傷限界及び原子炉冷却材圧力バウンダリの設計条件について、申請書記載箇所を示して説明すること。	資料1-2にてご説明。	今回ご説明
14	—	設置許可基準規則21条関連 燃料の許容損傷限界及び原子炉冷却材圧力バウンダリの設計条件と、原子炉圧力容器内において発生した残留熱を除去することとの関連を説明すること。	資料1-2にてご説明。	今回ご説明
15	—	設置許可基準規則21条関連 申請書添八 5.2.4.1「冷却速度の制限(55℃/h)を超えない」は、原子炉冷却材圧力バウンダリの設計条件に含まれるか。	資料1-2にてご説明。	今回ご説明
16	申請書	設置許可基準規則21条関連 核分裂生成物の崩壊熱の他として考慮するのは、申請書添八 5.2.2(1)アクチニドの崩壊熱だけか、また「通常運転中に炉心、原子炉冷却材系等の構成材並びに原子炉冷却材及び二次冷却材に蓄積された熱」について考慮しないのか、申請書の記載箇所を示して説明すること。	資料1-2にてご説明。	今回ご説明
17	申請書	設置許可基準規則23条1号関連 運転時の異常な過渡変化時に想定される範囲について、申請書添八 6.2.2.1の炉外核計装以外の記載箇所を示して説明すること。	資料1-2にてご説明。	今回ご説明
18	申請書	設置許可基準規則23条1号関連 運転時の異常な過渡変化時において炉心及び原子炉冷却材圧力バウンダリ及びこれらに関連する系統の健全性について、何をもちて健全とするのかを申請書の記載箇所を示して説明すること。	資料1-2にてご説明。	今回ご説明
19	—	設置許可基準規則23条1号関連 運転時の異常な過渡変化時において原子炉格納容器バウンダリ及びこれらに関連する系統の健全性について、制御しなければならないような範囲となることを想定しているのか説明すること。	資料1-2にてご説明。	今回ご説明

玄海原子力発電所4号炉高燃焼度燃料の使用に伴う原子炉設置変更許可申請 コメントリスト(炉心熱水力設計関連)

No.	資料名	12/13 ヒアリングコメント内容	コメント回答	コメント回答日
20	申請書	設置許可基準規則23条1号及び2号関連 運転時の異常な過渡変化時において監視することが必要なパラメータ及びそれを監視できることについて、申請書添付 6.2.2.1の炉外核計装以外の申請書記載箇所を示して説明すること。また、健全性を確保するために制御する系統について、申請書記載箇所を示して説明すること。	資料1-2にてご説明。	今回ご説明
21	申請書	設置許可基準規則24条1号関連 運転時の異常な過渡変化時の燃料要素の許容損傷限界の設定について、申請書記載箇所を示し説明すること。	資料1-2にてご説明。	今回ご説明
22	申請書	設置許可基準規則24条1号関連 運転時の異常な過渡変化の想定及びその異常な状態検知の網羅性について、申請書本文へ、(2)(i)記載を含めて記載箇所を示して説明すること。	資料1-2にてご説明。	今回ご説明
23	申請書	設置許可基準規則24条1号関連 運転時の異常な過渡変化時に、要求「その異常な状態を検知し、及び原子炉停止系統その他系統と併せて機能することにより」のその他系統について、へ、(2)(i)の原子炉停止系統の機能以外で期待する系統があれば、申請書記載箇所を示して説明すること。	資料1-2にてご説明。	今回ご説明

制御棒挿入性及び冷却可能な形状の確保を期待する  
燃料集合体及び炉内構造物の構成要素について

設置許可基準規則第 15 条第 3 項において、燃料集合体及び炉内構造物に対しては、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ことが求められている。

本資料では、制御棒挿入性及び冷却可能な形状の確保を期待する燃料集合体及び炉内構造物の構成要素に係る原子炉設置変更許可申請書の関連記載箇所を示す。

## 1 制御棒挿入性

制御棒挿入性については、以下のとおり。

### 【燃料集合体】

(添付書類八 3.2.1 燃料 (3) 主要設備 b. 燃料集合体)

- ・制御棒は、制御棒案内シンプルとの間に十分な間隙があり、容易に挿入または引き抜きができる。

### 【炉内構造物】

(添付書類八 3.2.2.1 概要)

- ・全ての制御棒クラスタが必要時に動作できるように確実に位置決めする。

## 2 冷却可能な形状

冷却可能な形状については、以下のとおり。

### 【燃料集合体】

(添付書類八 3.2.1 燃料 (3) 主要設備 b. 燃料集合体)

- ・燃料集合体は、外側板のない、いわゆるキャンレスタイプで、1 次冷却材の混合を良好にして熱除去効率を高める等の特徴を有する構造であり、燃料棒を各支持格子の単位格子当たり 6 点で支持することにより燃料棒相互の位置、すなわち水路間隔を保持している。

### 【炉内構造物】

(添付書類八 3.2.2.1 概要)

- ・燃料集合体を支持し、位置決めする。
- ・1 次冷却材が燃料集合体を冷却するように流路を確保する。

表 燃料集合体及び炉内構造物の構成要素及び機能別申請書関連記載箇所

	制御棒挿入性	冷却可能な形状	原子炉設置変更許可申請書の関連記載箇所
燃料集合体	制御棒案内シンプル	制御棒案内シンプル	添付書類八 3.2.1 燃料 (3) 主要設備 b. 燃料集合体
	—	上部ノズル	同 上
	—	下部ノズル	同 上
	—	支持格子	同 上
炉内構造物	制御棒クラスタ案内菅	—	添付書類八 3.2.2.4 主要設備 (1) a.
	—	上部炉心支持板	添付書類八 3.2.2.4 主要設備 (1) d.
	—	上部炉心支持柱	添付書類八 3.2.2.4 主要設備 (1) b.
	—	上部炉心板	添付書類八 3.2.2.4 主要設備 (1) c.
	—	炉心槽	添付書類八 3.2.2.4 主要設備 (2) a.
	—	炉心バップル	同 上
	—	下部炉心板	添付書類八 3.2.2.4 主要設備 (2) a. b.
	—	下部炉心支持板	添付書類八 3.2.2.4 主要設備 (2) c.
	—	下部炉心支持柱	同 上

注1：表中の「—」は、該当がないことを示す。

注2：炉内構造物のうち、熱遮へい体は、“原子炉容器壁に照射される中性子線量を減少させる”機能を有しており（添付書類八 3.2.2.4 主要設備 (2) d.に記載。）、制御棒挿入性及び冷却可能な形状の確保を期待する炉内構造物の構成要素ではない。

No.12	設置許可基準規則 17 条 3 号 運転時の異常な過渡変化時の使用条件として、原子炉圧力、温度、放射線、荷重等の申請書記載箇所を示して説明すること。
-------	---

設置許可申請書では、設置許可基準規則 17 条 3 号に関する設計方針として、運転時の異常な過渡変化時においても、原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器のうち、フェライト系鋼材により製作する機器（原子炉容器、蒸気発生器水室及び加圧器）に対しては、ぜい性的挙動を示さず、かつ、急速な伝播型破断を生じないように材料選定、設計、製作及び運転に留意する方針を記載している（既許可申請書：添付書類八 5.1.1.3.3）。

また、1 次冷却系の加熱時、冷却時の運転に対しては、寿命期間中の高速中性子照射を考慮した加熱冷却制限曲線を設け、運転を制限する方針を記載している（既許可申請書：添付書類八 5.1.1.3.3）。

No.13	設置許可基準規則 21 条関連 燃料の許容損傷限界及び原子炉冷却材圧力バウンダリの設計条件について、申請書記載箇所を示して説明すること。
No.14	設置許可基準規則 21 条関連 燃料の許容損傷限界及び原子炉冷却材圧力バウンダリの設計条件と、原子炉圧力容器内において発生した残留熱を除去することとの関連を説明すること。

設置許可基準規則の解釈に記載されている「燃料の許容損傷限界及び原子炉冷却材圧力バウンダリの設計条件を超えないこと」は、運転時の異常な過渡変化の判断基準（本申請書：本文十号 イ. (1)(ii)）を超えないことと同じ設定としており、21 条は原子炉を停止した後の残留熱を除去することを要求しているものであることから、燃料の許容損傷限界に対応する判断基準は「最小 DNBR が許容限界値以上であること」と「燃料被覆管の機械的破損が生じないよう、燃料中心最高温度は燃料ペレットの溶融点未満であること」が該当し、原子炉冷却材圧力バウンダリに対応する設計条件は「最高使用圧力の 1.1 倍以下であること」が該当する。

原子炉停止後の崩壊熱及び他の残留熱は、原子炉停止後初期の段階においては蒸気発生器、主蒸気逃がし弁、主蒸気安全弁、補助給水設備により除去する設計としており、「主給水流量喪失」事象の安全解析にて原子炉停止後にも 1 次冷却材の温度及び圧力が過度に上昇することなく、安定した冷却が可能であることをもって、燃料の許容損傷限界及び原子炉冷却材圧力バウンダリの設計条件を超えない設計であることを確認している。（既許可申請書：添付書類八 5.11 蒸気タービン及び付属設備 5.11.4 評価(2)、添付書類十 2.3.4 主給水流量喪失）

また、1 次冷却材の圧力及び温度が所定の値以下に低下した後は、余熱除去設備により熱除去を行う設計としている。

余熱除去設備は、原子炉の崩壊熱及び他の残留熱を除去し、1 次系の温度を冷却する機能と非常用炉心冷却設備の低圧注入系としての機能を有している。21 条としての機能は前者であり、海水温度が 20℃の時に余熱熱除去設備を 2 系統運転することにより、原子炉停止後約 20 時間以内で 1 次冷却材の温度を 60℃まで下げ得る能力を有するよう設計している（既許可申請書：添付書類八 5.2 余熱除去設備 5.2.2 設計方針(1)、(5)）。なお、前記設計とすることで、後者の機能に必要とされる能力も包含される。

NO.15	設置許可基準規則 21 条関連 申請書添八 5.2.4.1「冷却速度の制限（55°C/h）を超えない」は、原子炉冷却材圧力バウンダリ的设计条件に含まれるか。
-------	---

冷却速度の制限（55°C/h）は、1次冷却系統設備を構成する主要機器の応力評価条件であるため、原子炉冷却材圧力バウンダリ的设计条件となる。



No.16	<p>設置許可基準規則 21 条関連</p> <p>核分裂生成物の崩壊熱の他として考慮するのは、申請書添付 5.2.2(1)アクチニドの崩壊熱だけか、また「通常運転中に炉心、原子炉冷却材系等の構成材並びに原子炉冷却材及び二次冷却材に蓄積された熱」について考慮しないのか、申請書の記載箇所を示して説明すること。</p>
-------	--

考慮している熱としては、核分裂生成物の崩壊熱の他にアクチニドの崩壊熱のほか、「通常運転中に炉心、原子炉冷却材系等の構成材並びに原子炉冷却材及び二次冷却材に蓄積された熱」についても考慮している。

申請書には、「発電用原子炉の崩壊熱及び他の残留熱を除去し、1次系の温度を下げる。」（既許可申請書：添付書類 5.2.1(1)）と記載している。

No.17	設置許可基準規則 23 条 1 号関連 運転時の異常な過渡変化時に想定される範囲について、申請書添八 6.2.2.1 の炉外核計装以外の記載箇所を示して説明すること。
-------	---

申請書に以下の通り記載している。

○既許可申請書：添付書類八 6.3.2

(2) 安全保護系以外の主要なプロセス計装としては、1次冷却系計装、補助給水系計装、燃料取替用水系計装等があり、これらは、以下の方針で設計する。

a. 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において主要なパラメータは、予想変動範囲での監視、記録ができるよう設計する。

また、事故時において事故の状態を知り対策を講じるに必要なパラメータは監視、記録できるようにする。

○既許可申請書：添付書類八 6.3.4

(7) 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、加圧器水位、1次冷却系の圧力、温度及び流量、原子炉格納容器圧力等は、予想変動範囲内での監視が可能である。

また、事故時において、事故の状態を知り対策を講じるに必要なパラメータである原子炉格納容器圧力、温度等は、中央制御盤で監視できる。特に、発電用原子炉の停止状態は中性子束の測定及び原子炉トリップ遮断器の開表示と1次冷却材のサンプリングによるほう素濃度の測定により、また、炉心の冷却状態は加圧器水位及び1次冷却材のサブクール度、圧力、温度等により監視あるいは推定できる。

No.18	設置許可基準規則 23 条 1 号関連 運転時の異常な過渡変化時において炉心及び原子炉冷却材圧力バウンダリ及びこれらに関連する系統の健全性について、何をもって健全とするのかを申請書の記載箇所を示して説明すること。
-------	---

健全性は運転時の異常な過渡変化の判断基準（本申請書：本文十号 イ. (1)(ii)）を超えないことで判断している。

NO.19	設置許可基準規則 23 条 1 号関連 運転時の異常な過渡変化時において原子炉格納容器バウンダリ及びこれらに関連する系統の健全性について、制御しなければならないような範囲となることを想定しているのか説明すること。
-------	---

運転時の異常な過渡変化で、原子炉格納容器内の状態が制御しなければならないような範囲に悪化するような事象はない。

No.20	<p>設置許可基準規則 23 条 1 号及び 2 号関連</p> <p>運転時の異常な過渡変化時において監視することが必要なパラメータ及びそれを監視できることについて、申請書添八 6.2.2.1 の炉外核計装以外の申請書記載箇所を示して説明すること。また、健全性を確保するために制御する系統について、申請書記載箇所を示して説明すること。</p>
-------	--

・監視については、申請書に以下の通り記載している。

○既許可申請書：添付書類八 6.3.2

(2) 安全保護系以外の主要なプロセス計装としては、1 次冷却系計装、補助給水系計装、燃料取替用水系計装等があり、これらは、以下の方針で設計する。

a. 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において主要なパラメータは、予想変動範囲での監視、記録ができるよう設計する。

また、事故時において事故の状態を知り対策を講じるに必要なパラメータは監視、記録できるようにする。

○既許可申請書：添付書類八 6.3.4

(7) 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、加圧器水位、1 次冷却系の圧力、温度及び流量、原子炉格納容器圧力等は、予想変動範囲内での監視が可能である。

また、事故時において、事故の状態を知り対策を講じるに必要なパラメータである原子炉格納容器圧力、温度等は、中央制御盤で監視できる。特に、発電用原子炉の停止状態は中性子束の測定及び原子炉トリップ遮断器の開表示と 1 次冷却材のサンプリングによるほう素濃度の測定により、また、炉心の冷却状態は加圧器水位及び 1 次冷却材のサブクール度、圧力、温度等により監視あるいは推定できる。

・運転時の異常な過渡変化時に「健全性を確保するために制御する系統」については、「既許可申請書：添付書類十 第 1.2.4 表」に安全機能に係わる以下の系統及び機器を記載している。

制御棒クラスタ及び制御棒駆動系  
 非常用炉心冷却系（ほう酸注入機能）  
 加圧器安全弁（開機能）  
 補助給水系  
 主蒸気安全弁  
 安全保護系

## 非常用電源系

### タービントリップ

これらのうち、加圧器安全弁及び主蒸気安全弁はばね式であり、計測制御系統施設により作動させるものではない。また、非常用電源系は安全上重要な構築物、系統及び機器の安全機能を確保するための電力の供給が停止することがないようにする設備であり、計測制御系統施設により作動させるものではない。その他の系統及び機器について、制御対象として申請書に以下の記載をしている。

### 制御棒クラスタ及び制御棒駆動系

#### ○既許可申請書：添付書類八 3.2.3.2(3)

- b. 原子炉トリップ時には制御棒クラスタをその自重により炉心に挿入できる設計とする。
- c. 制御棒クラスタを炉心内上下に反応度制御上必要な位置へ駆動できる設計とする。

### 非常用炉心冷却系（ほう酸注入機能）

#### ○既許可申請書：添付書類八 5.3.1

高圧注入系は高圧注入ポンプを、また、低圧注入系は余熱除去ポンプを備え、事故時には3号炉では燃料取替用水タンク、4号炉では燃料取替用水ピットに貯蔵するほう酸水を発電用原子炉に注入する。

### 補助給水系

#### ○既許可申請書：添付書類八 5.11.2(7)

主給水系統事故時等、通常の給水系統が使用不能の場合でも、1次系の余熱を除去するのに十分な冷却水を供給できるように補助給水ポンプを設ける。

### 安全保護系、タービントリップ

#### ○既許可申請書：添付書類八 6.6.1

原子炉保護設備は、原子炉計装あるいは、安全保護系のプロセス計装からの信号により、運転中の異常な過渡変化時あるいは、設計基準事故時に、工学的安全施設の作動とあいまって燃料の許容設計限界、原子炉冷却材圧力バウンダリ及び格納容器バウンダリを保護するため原子炉停止系を作動させ、発電用原子炉を自動停止させる。

#### ○既許可申請書：添付書類八 6.7.1

工学的安全施設作動設備は、1次冷却材喪失事故、あるいは主蒸気管破断事故等

に際して、炉心の冷却を行い、格納容器バウンダリを保護し、発電所周辺の一般公衆の安全を確保するための設備を起動するものである。

○既許可申請書：添付書類八 6.6.3.3

発電用原子炉がトリップした場合は、タービンをトリップさせる。

No.21	設置許可基準規則 24 条 1 号関連 運転時の異常な過渡変化時の燃料要素の許容損傷限界の設定について、 申請書記載箇所を示し説明すること。
-------	--

設置許可基準規則に記載されている「燃料要素の許容損傷限界」は、運転時の異常な過渡変化の判断基準（本申請書：本文十号 イ. (1)(ii)）を超えないことと同じ設定としており、燃料の許容損傷限界に対応する判断基準は「最小 DNBR が許容限界値以上であること」と「燃料被覆管の機械的破損が生じないよう、燃料中心最高温度は燃料ペレットの溶融点未満であること」「燃料エンタルピは許容限界値以下であること」が該当する。



No.22	設置許可基準規則 24 条 1 号関連 運転時の異常な過渡変化の想定及びその異常な状態検知の網羅性について、申請書本文へ。(2)(i)記載を含めて記載箇所を示して説明すること。
No.23	設置許可基準規則 24 条 1 号関連 運転時の異常な過渡変化時に、要求「その異常な状態を検知し、及び原子炉停止系統その他系統と併せて機能することにより」のその他系統について、へ。(2)(i)の原子炉停止系統の機能以外で期待する系統があれば、申請書記載箇所を示して説明すること。

運転時の異常な過渡変化の想定については、「本申請及び既許可申請書：添付書類十 2. 運転時の異常な過渡変化の解析」にて各事象の「過渡変化の原因、防止対策及び拡大防止対策」を記載している。また、安全保護回路の種類については「既許可申請書：本文五号へ。(2)(i)原子炉停止回路の種類、(ii)その他の主要な安全保護回路の種類」にて安全保護回路の一覧を示している。

運転時の異常な過渡変化の想定及びその異常な状態検知の網羅性について示すため、表 1 に「本文五号へ。(2)」に示す安全保護回路と、「添付書類十 2. 運転時の異常な過渡変化の解析」に示す運転時の異常な過渡変化時に発信される可能性のある信号を整理する。

また、表 1 のとおり、運転時の異常な過渡変化時には原子炉停止系統以外に非常用炉心冷却設備の起動機能を期待している。

表1 運転時の異常な過渡変化の想定及びその異常な状態検知の網羅性

		添付書類十、2. 運転時の異常な過渡変化の解析													
		2.2 炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化				2.3 炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化						2.4 原子炉冷却材圧力又は原子炉冷却材保有量の異常な変化			
		制御棒の異常な引き抜き	原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き	出力運転中の制御棒の落下及び不整合	原子炉冷却材中のほう素の異常な希釈	原子炉冷却材流量の部分喪失	原子炉冷却材系の停止ループの誤起動	外部電源喪失	主給水流量喪失	蒸気負荷の異常な増加	2次冷却系の異常な減圧	蒸気発生器への過剰給水	負荷の喪失	原子炉冷却材系の異常な減圧	出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動
五、発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備 へ、計測制御系統施設の構造及び設備 (2) 安全保護回路		・中性子束高（中性子源領域及び中間領域）	○		○	○		○			○	○	○		
		・中性子束高（出力領域）	○	○	○	○				○	○	○			
		・中性子束変化率高（出力領域）	○	○	○										
		・非常用炉心冷却設備作動									○			○	
		・過大温度 ΔT高		○		○				○	○	○	○	○	
		・過大出力 ΔT高		○						○	○	○			
		・原子炉圧力高		○				○*	○				○		
		・原子炉圧力低			○						○		○	○	
		・加圧器水位高		○									○		
		・1次冷却材流量低					○	○	○*						
		・1次冷却材ポンプ電源電圧低					○		○*						
		・1次冷却材ポンプ電源周波数低					○		○*						
		・タービントリップ										○	○		
		・蒸気発生器水位低						○*	○						
		・地震加速度高													
(ii) その他の主要な安全保護回路の種類		・非常用炉心冷却設備の起動									○				
		・主蒸気ライン圧力低									○				
		・原子炉格納容器圧力高													
		・原子炉格納容器圧力異常高													
		・主蒸気ライン圧力低													
		・主蒸気ライン圧力減少率高													
		・非常用炉心冷却設備作動													
		・原子炉格納容器スプレイ作動													

\* 添付書類十の各事象の「過渡変化の原因、防止対策及び拡大防止対策」に記載はないが、「原子炉冷却材流量の喪失」及び「主給水流量喪失」の解析で包含されるとあることから、両事象で挙げられている項目を列挙している。