

原 発 本 第 108 号
令 和 2 年 7 月 28 日

原子力規制委員会 殿

福岡市中央区渡辺通二丁目1番82号
九州電力株式会社
代表取締役 池 辺 和
社長執行役員

設計及び工事計画認可申請書の一部補正について

令和元年11月15日付け原発本第138号をもって申請(令和2年4月20日付け原発本第29号及び令和2年6月24日付け原発本第68号にて一部補正)しました設計及び工事計画認可申請書について、別紙のとおり一部補正します。

別 紙

玄海原子力発電所第 4 号機

設計及び工事計画認可申請書の一部補正

九州電力株式会社

目 次

1. 補正項目
2. 補正を必要とする理由を記載した書類
3. 補正を行う書類

1. 補正項目

補正項目及び補正箇所は下表のとおり。

補正項目	補正箇所
<p>6. 添付書類 添付資料</p> <ul style="list-style-type: none">・ 添付資料 3 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 ・ 添付資料 8 デジタル制御方式を使用する安全保護系等の適用に関する説明書	<p>「3. 補正を行う書類」による。</p>

2. 補正を必要とする理由を記載した書類

補正を必要とする理由

令和元年 11 月 15 日付け原発本第 138 号をもって申請（令和 2 年 4 月 20 日付け原発本第 29 号及び令和 2 年 6 月 24 日付け原発本第 68 号にて一部補正）した設計及び工事計画認可申請書について、記載の適正化を行うため補正する。

3. 補正を行う書類

目 次

	頁
1. 概 要	3 (4) - 1
2. 基本方針	3 (4) - 2
2.1 多重性又は多様性及び独立性	3 (4) - 2
2.2 悪影響防止等	3 (4) - 2
2.3 環境条件等	3 (4) - 3
2.4 試験・検査性	3 (4) - 5

1. 概 要

本資料は、「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（以下「技術基準規則」という。）」第 14 条及び第 15 条（第 2 項及び第 5 項）並びにそれらの「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（以下「解釈」という。）」に基づき、安全設備である原子炉安全保護計装盤が使用される条件の下における健全性について説明するものである。

今回は、健全性として、機器に要求される機能を有効に発揮するための、系統設計及び構造設計に係る事項を考慮して、「多重性又は多様性及び独立性に係る要求事項」、「共用化による他号機への悪影響も含めた、機器相互の悪影響」（以下「悪影響防止等」という。）、「安全設備及び重大事故等対処設備に想定される事故時の環境条件（使用条件含む）等における機器の健全性」（以下「環境条件等」という。）及び「要求される機能を達成するために必要な試験・検査性、保守点検性等」（以下「試験・検査性」という。）を説明する。

健全性を要求する対象設備については、技術基準規則及びその解釈だけでなく、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下「設置許可基準規則」という。）及びその解釈も踏まえて、以下のとおり対象を明確にして説明する。

「多重性又は多様性及び独立性」については、技術基準規則第 14 条第 1 項及びその解釈にて安全設備に対して要求されていること、設置許可基準規則第 12 条第 2 項及びその解釈にて安全機能を有する系統のうち安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するもの（以下「重要施設」という。）に対しても要求されていることから、安全設備を含めた重要施設を対象とする。

「悪影響防止等」については、技術基準規則第 15 条第 5 項及びその解釈にて重要安全施設に対して要求されていることから、安全設備を含めた重要安全施設を対象とする。

「環境条件等」については、設計が技術基準規則第 14 条第 2 項及びその解釈にて安全施設に対して要求されているため、安全設備を含めた安全施設を対象とする。

「試験・検査性」については、技術基準規則第 15 条第 2 項及びその解釈にて設計基準対象施設に対して要求されており、安全設備を含めた設計基準対象施設を対象とする。

なお、本工事は、平成 29 年 9 月 14 日付け原規規発第 1709141 号にて認可された工事計画（以下「新規制工事計画」という。）の添付資料 6「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

示す設計方針を変更するものではない。

2. 基本方針

安全設備が使用される条件の下における健全性について、以下のとおり説明する。

2.1 多重性又は多様性及び独立性

重要施設については、単一故障が発生した場合でもその機能を達成できるように、十分高い信頼性を確保し、かつ維持し得る設計とし、原則として、多重性又は多様性及び独立性を備える設計とする。

多重性又は多様性及び独立性を備える設計とすることにより、単一故障、環境条件、自然現象、発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（以下「外部人為事象」という。）、溢水、火災等により安全機能が損なわれるおそれがない設計とする。なお、自然現象のうち地震に対する設計については、添付資料 6「耐震性に関する説明書」に基づき実施する。地震を除く自然現象及び外部人為事象に対する設計については、添付資料 2「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」に基づき実施する。溢水に対する設計については、添付資料 5「発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書」に基づき実施する。火災に対する設計については、添付資料 4「発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書」に基づき実施する。

重要施設は、当該系統を構成する機器に短期間では動的機器の単一故障、長期間では動的機器の単一故障又は想定される静的機器の単一故障のいずれかが発生した場合で、外部電源が利用できない場合においても、その系統の安全機能を達成できるよう、原則として、多重性又は多様性及び独立性を持つ設計とする。

短期間と長期間の境界は 24 時間を基本とし、非常用炉心冷却系及び格納容器熱除去系の注入モードから再循環モードへの切替えのように、運転モードの切替えを行う場合は、その時点を短期間と長期間の境界とする。

2.2 悪影響防止等

設計基準対象施設は、他の設備から悪影響を受け、安全性を損なわないよう、発電用原子炉施設間で、共用又は相互に接続しない設計とする。

なお、設計基準対象施設に考慮すべき地震、火災、溢水、風（台風）、竜巻による他の設備からの悪影響については、これら波及的影響により安全施設の機能を損なわないことを、「2.3 環境条件等」に示す。

2.3 環境条件等

安全施設は、想定される環境条件において、その機能を発揮できる設計とする。環境条件等については、新規制工事計画の添付資料6「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」から変更がないことから、新規制工事計画に基づき実施する。

安全施設について、環境条件の考慮事項ごとに、「環境圧力、環境温度及び湿度による影響、放射線による影響並びに荷重」、「電磁的障害」、「周辺機器等からの悪影響」に分け、以下(1)から(3)に各考慮事項に対する設計上の考慮を説明する。

(1) 環境圧力、環境温度及び湿度による影響、放射線による影響並びに荷重

安全施設は、事故時等における環境条件を考慮した設計とする。

a. 環境圧力

安全施設については、事故時に想定される環境圧力が大気圧であり、大気圧 (0MPa[gage]) にて機能を損なわない設計とする。

b. 環境温度及び湿度による影響

安全施設は、事故時に想定される環境温度及び湿度にて機能を損なわない設計とする。環境温度及び湿度については、設備の設置場所の適切な区分での想定事故時に到達する最高値とし、環境温度及び湿度以上の最高使用温度等を機器仕様として設定する。

安全施設に対しては、事故等時の設備の使用状態に応じて、空調設備により冷却しているエリアは原則として、温度 40℃、100%までの湿度を設定するが、環境温度及び湿度以上の最高使用温度等を設定できない機器については、その設備の機能が求められる事故に応じて、サポート系による設備の冷却や、熱源からの距離等を考慮して環境温度及び湿度を設定する。

c. 放射線による影響

安全施設は、事故時に想定される放射線にて機能を損なわない設計とする。放射線については、設備の設置場所の適切な区分での想定事故時に到達する最大線量とし、区分ごとの放射線量に対して、遮蔽等の効果を考慮して、機能を損なわない材料、構造、原理等を用いる設計とする。

安全施設に対しては、原則として放射線源の影響を受けないことから、通常運転時レベル以下の 1mGy/h 以下を設定する。

d. 荷重

安全施設については、自然現象（地震、風（台風）、竜巻、積雪及び火山の影響）による荷重の評価を行い、それぞれの荷重及びこれらの荷重の組合せにも機能を有効に発揮できる設計とする。

安全施設の地震荷重及び地震を含む荷重の組合せに対する設計については、添付資料 6「耐震性に関する説明書」に基づき実施する。また、地震以外の荷重及び地震以外の荷重の組合せに対する設計については、添付資料 2「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」に基づき実施する。

(2) 電磁的障害

安全施設は、事故等が発生した場合においても、電磁波によりその機能が損なわれないよう、ラインフィルタや絶縁回路を設置することによりサージ・ノイズの進入を防止する、又は鋼製筐体や金属シールド付ケーブルを適用し電磁波の進入を防止する等の措置を講じた設計とする。

(3) 周辺機器等からの悪影響

安全施設は、自然現象、外部人為事象、火災、溢水及び機器の誤動作による他の設備からの悪影響により、発電用原子炉施設としての安全機能が損なわれないよう措置を講じた設計とする。

波及的影響を含めた地震以外の自然現象及び外部人為事象に対する安全施設の設計については、添付資料 2「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」に基づき実施する。

波及的影響を含めた安全施設の耐震設計については、添付資料 6「耐震性に関する説明書」に基づき実施する。

波及的影響を含めた発電用原子炉施設で火災が発生する場合を考慮した安全施設の火災防護設計については、添付資料 4「発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書」に基づき実施する。

波及的影響を含めた発電用原子炉施設内で発生が想定される溢水の影響評価を踏まえた安全施設の溢水防護設計については、添付資料 5「発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書」に基づき実施する。

安全施設以外の施設の誤動作により、安全施設へ悪影響を及ぼす恐れがある場合は、その誤動作が悪影響を与えないように系統を分離する設計とする

こと又は誤動作が発生しにくい設計とすることで、安全施設へ悪影響を及ぼさない設計とする。

2.4 試験・検査性

設計基準対象施設は、健全性及び能力を確認するため、発電用原子炉の運転中又は停止中に必要な箇所の保守点検（試験及び検査を含む。）が可能な設計とする。

なお、機能・性能確認、各部の経年劣化対策及び日常点検を考慮することにより、分解・開放が不要なものについては外観の確認が可能な設計とする。

設計基準対象施設は、使用前事業者検査及び定期事業者検査の法定検査を実施できることに加え、保全プログラムに基づく点検を実施できる設計とする。

以下に試験・検査性に対する設計上の考慮を説明する。

設計基準対象施設は、その健全性及び能力を確認するために、発電用原子炉の運転中又は停止中に必要な箇所の保守点検（試験及び検査を含む。）が可能な構造であり、かつ、そのために必要な配置、空間及びアクセス性を備えた設計とする。

また、設計基準対象施設は、使用前事業者検査、定期事業者検査及び技術基準規則に定められた試験及び検査ができるように以下について考慮した設計とする。

- ・ 発電用原子炉の運転中に待機状態にある設計基準対象施設は、試験及び検査によって発電用原子炉の運転に大きな影響を及ぼす場合を除き、運転中に定期的に試験及び検査ができる設計とする。また、多様性又は多重性を備えた系統及び機器にあっては、その健全性並びに多様性及び多重性を確認するため、各々が独立して試験及び検査ができる設計とする。

設計基準対象施設は、具体的に以下の試験・検査が実施可能な設計とする。

- ・ 特性の確認が可能な設計とする。
- ・ 機能・性能の確認が可能な設計とする。
- ・ 外観の確認が可能な設計とする。

なお、詳細設計については、添付資料 8「デジタル制御方式を使用する安全保護系等の適用に関する説明書」に基づき実施する。

添付十の解析で使用している作動限界値を超えないように各設定値を定めるものとする。

デジタル安全保護系の応答時間は、原子炉保護設備については0.2秒以下（プロセス信号がデジタル制御装置に入力されてから、原子炉非常停止信号が原子炉トリップ遮断器へ出力されるまで。ただし、デジタル制御装置の入力が接点信号である原子炉非常停止信号は、0.16秒以下。）、工学的安全施設作動設備については1.0秒以下（プロセス信号がデジタル制御装置に入力されてから、工学的安全施設作動信号が出力されるまで）とすることにより、原子炉設置変更許可申請書添付十の解析で使用している応答時間を満足する設計とする。

また、安全保護系に用いるプラントのプロセス値の変動に対してマイクロプロセッサ部の演算周期は十分短く、リアルタイム性能が問題となることはない。

6.4 多重性

デジタル安全保護系は、その系統を構成する機器若しくはチャンネルに単一故障が起きた場合、又は使用状態からの単一の取外しを行った場合においても、その安全保護機能を失わないように、多重性を備えた設計とする。なお、デジタル安全保護系の制御装置は、マイクロプロセッサ部を冗長二重化構成とし、マイクロプロセッサ部片系故障発生時においても装置の運転継続が可能な設計とする。

6.5 独立性

デジタル安全保護系は、通常運転時、保守時、試験時、運転時の異常な過渡変化時及び事故時において、その安全保護機能を失わないように、その系統を構成するチャンネル相互を分離し、それぞれのチャンネル間の独立性を実用上可能な限り考慮した設計とする。

具体的には、デジタル安全保護系は、チャンネル毎に個別の筐体に収納することにより物理的分離を図り、チャンネル相互でデータ通信を行う場合は、光伝送方式を用いることにより電気的分離を図るとともに、通信専用のコントローラ及びメモリを介することにより他チャンネル又はデータ通信機能の異常がマイクロプロセッサ部に影響を及ぼさない設計とする。

6.6 計測制御系との分離

デジタル安全保護系から計測制御系へ信号を取り出す場合には、計測制御系

に故障が生じて、デジタル安全保護系へ影響を与えない設計とする。

具体的には、デジタル安全保護系と計測制御系は、個別の筐体に収納することにより物理的分離を図り、デジタル安全保護系と計測制御系との信号の取り合いは、光伝送方式及び絶縁回路を用いることにより電気的分離を図り、データ通信を行う場合は、光伝送方式を用いた一方向通信とするとともに、通信専用のメモリを介する等により機能的分離を図ることにより、計測制御系の故障がデジタル安全保護系に影響を及ぼさない設計とする。

6.7 原子炉施設間での共用

デジタル安全保護系は、発電用原子炉施設間で共用し、又は相互に接続しない設計とする。

6.8 故障時の機能

原子炉保護設備は、駆動源の喪失、系統の遮断等が生じた場合においてもフェイル・セーフとなり、最終的に原子炉施設が安全な状態に落ち着く設計とする。また、マイクロプロセッサ部の安全保護機能を喪失するような故障に対して原子炉トリップ信号を発信する。

工学的安全施設作動設備は、駆動源の喪失、系統の遮断、及びマイクロプロセッサ部の安全保護機能を喪失するような故障等が生じた場合においてもフェイル・セーフとなるか、又は現状維持（フェイル・アズ・イズ）となり、この場合でも、多重化された他の装置によって安全保護動作を行うことができる設計とする。

6.9 自己診断機能

デジタル安全保護系のマイクロプロセッサ部にはサンプリング周期ごとに実施される自己診断機能を設け、故障の早期発見が可能な設計とし、運転中に常時、装置の健全性を確認する設計とする。

また、安全保護機能を喪失するようなマイクロプロセッサ部の故障に対して、異常を運転員に告知するとともに、原子炉保護設備はチャンネルトリップ信号を発信し、工学的安全施設作動設備はフェイル・セーフとなるか、又は現状維持（フェイル・アズ・イズ）となる設計とする。

自己診断機能には、ウォッチドッグタイマ、パリティチェック、誤り検出コード等がある。

技術基準規則第 35 条の解釈 第 4 項の要求事項	適合性	備考
<p>JEAC4620 4.3 多重性 デジタル安全保護系は、システム構成機器又はチャンネルの単一故障あるいは単一取り外し、バイパスに対して機能を喪失することがないように、多重性を有する設計とすること。</p>	<p>デジタル安全保護系は、その系統を構成する機器若しくはチャンネルに単一故障が起きた場合、又は使用状態からの単一の取り外しを行った場合においても、その安全保護機能を失わないように、多重性を備えた設計とする。</p>	<p>—</p>
<p>JEAC4620 4.4 独立性 デジタル安全保護系は、一つのチャンネルの故障によって安全保護機能が喪失しないようにチャンネル相互を電氣的、物理的に分離し、チャンネル間の独立性を有する設計とすること。(解説-5) (解説-5) 多重化されたチャンネル間の通信の機能的分離は具体的には以下を考慮する。 ・多重化されたチャンネル間の通信は、原則として一方通行の通信路を介して情報伝達を行う。双方向通信が可能な通信路を介して情報伝達を行う場合には、発信側のシステムと受信側のシステム間の調整あるいは接続の失敗等によって、どちらのシステムも機能的に異常をきたさない設計とする。 ・通信接続の制御は、受信側の異常が発信側に影響しない設計とする。</p>	<p>デジタル安全保護系は、通常運転時、保守時、試験時、運転時の異常な過渡変化時及び事故時において、その安全保護機能を失わないように、その系統を構成するチャンネル相互を分離し、それぞれのチャンネル間の独立性を実用上可能な限り考慮した設計とする。 具体的には、デジタル安全保護系は、チャンネル毎に個別の筐体に収納することにより物理的分離を図り、チャンネル相互でデータ通信を行う場合は、光伝送方式を用いることにより電氣的分離を図るとともに、通信専用のメモリを介する等により他チャンネル又はデータ通信機能の異常がマイクロプロセッサ部に影響を及ぼさない設計とする。</p>	<p>—</p>
<p>JEAC4620 4.5 計測制御系との分離 デジタル安全保護系と計測制御系とを部分的に共用する場合には、計測制御系で故障が生じてデジタル安全保護系に影響のないよう、デジタル安全保護系と計測制御系を電氣的に分離する設計とすること。更に、通信を共有する場合には機能的にも分離する設計とすること。(解説-6) (解説-6) デジタル安全保護系と計測制御系とを部分的に共用する場合には、以下のように設計することにより、電氣的に分離することができる。 ・安全保護系と計測制御系との信号取り合いは、光/電気変換などのアイソレーションデバイスを用いて電氣的に分離する。 また、デジタル安全保護系と計測制御系との通信の機能的分離は具体的には(解説-5)の事項を考慮する。 (解説-5) 多重化されたチャンネル間の通信の機能的分離は具体的には以下を考慮する。 ・多重化されたチャンネル間の通信は、原則として一方通行の通信路を介して情報伝達を行う。双方向通信が可能な通信路を介して情報伝達を行う場合には、発信側のシステムと受信側のシステム間の調整あるいは接続の失敗等によって、どちらのシステムも機能的に異常をきたさない設計とする。 ・通信接続の制御は、受信側の異常が発信側に影響しない設計とする。</p> <p>技術基準規則第 35 条 (安全保護装置) の解釈 第 4 項 (4)JEAC4620 の 4.5 及び解説-6 の適用に当たっては、デジタル安全保護系は、試験時を除き、計測制御系からの情報を受けないこと。試験時に、計測制御系からの情報を受けられる場合には、計測制御系の故障により、デジタル安全保護系が影響を受けないよう措置を講じること。 デジタル安全保護系及び計測制御系の伝送ラインを共用する場合、通信をつかさどる制御装置は発信側システムの装置とすること。</p>	<p>デジタル安全保護系から計測制御系へ信号を取り出す場合には、計測制御系に故障が生じてデジタル安全保護系へ影響を与えない設計とする。 具体的には、デジタル安全保護系と計測制御系は、個別の筐体に収納することにより物理的分離を図り、デジタル安全保護系と計測制御系との信号の取り合いは、光伝送方式及び絶縁回路を用いることにより電氣的分離を図り、データ通信を行う場合は、光伝送方式を用いた一方通行とするとともに、通信専用のメモリを介する等により機能的分離を図ることにより、計測制御系の故障がデジタル安全保護系に影響を及ぼさない設計とする。</p>	<p>—</p>

注) 本表に記載の JEAC4620 及び JEAG4609 の要求事項は、技術基準規則第 35 条の解釈 第 4 項に規定された読み替えを反映した記載としている。([] で示す。)