

東京電力ホールディングス株式会社

福島第一原子力発電所 特定原子力施設に係る実施計画の
変更認可申請（増設多核種除去設備への前処理に係る設備の
追設）に係る審査について

令和4年4月28日

原子力規制委員会

1. 実施計画の変更認可申請

東京電力ホールディングス株式会社から、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和32年法律第166号。以下「原子炉等規制法」という。）第64条の3第2項の規定に基づき、「福島第一原子力発電所 特定原子力施設に係る実施計画」（令和4年4月22日付け変更認可。以下「実施計画」という。）について、令和3年7月27日付け廃炉発官R3第63号（令和4年3月1日付け廃炉発官R3第223号及び令和4年4月12日付け廃炉発官R4第11号で一部補正）をもって、増設多核種除去設備への前処理に係る設備の追設に係る実施計画の変更認可申請書（以下「変更認可申請」という。）の提出があった。

2. 変更認可申請の内容

増設多核種除去設備の設備稼働率を向上させるとともに、水処理二次廃棄物である炭酸塩沈殿処理スラリー（以下「スラリー」という。）を収納する高性能容器（以下「HIC」という。）の発生量を低減させるため、増設多核種除去設備の前処理設備として、既設の前処理設備^{※1}と並列に、反応／凝集槽、沈殿槽、上澄み水タンク、ポンプ・移送配管等を設置する^{※2}。

※1：既認可の増設多核種除去設備において、吸着塔における吸着阻害物質である2価の陽イオンを処理対象水からスラリーとして事前に除去するための共沈タンク、供給タンク、供給ポンプ・移送配管等の設備を指す。なお、共沈タンクより前段の処理対象水の受入系統、及び供給ポンプ2より後段のクロスフローフィルタ（以下「CFF」という。）による循環濃縮系統については、既設・追設の前処理設備で共有となる（図1参照）。

※2：増設多核種除去設備の処理系列数は3系列（A、B及びC系列）であるが、設置場所の都合上、本申請において前処理設備は2系列（A及びC系列）にのみ追設する。

3. 審査の視点

原子力規制委員会（以下「規制委員会」という。）は、変更認可申請について、増設多核種除去設備に前処理設備としてスラリーを沈殿させる設備等を追設することから、「特定原子力施設への指定に際し東京電力株式会社福島第一原子力発電所に対して求める措置を講ずべき事項について」（平成24年11月7日原子力規制委員会決定。以下「措置を講ずべき事項」という。）のうち、「Ⅱ.8. 放射性固体廃棄物の処理・保管・管理」、「Ⅱ.9. 放射性液体廃棄物の処理・保管・管理」、「Ⅱ.11. 放射性物質の放出抑制等による敷地周辺の放射線防護等」、「Ⅱ.12. 作業員の被ばく線量の管理等」及び「Ⅱ.14. 設計上の考慮」を満たし、核燃料物質若しくは核燃料物質によって汚染された物又は原子炉による災害の防止上十分であると認められるかどうか^{※3}について、審査を行った。

※3：原子炉等規制法第64条の3第3項

原子力規制委員会は、実施計画が核燃料物質若しくは核燃料物質によって汚染された物若しくは原子炉による災害の防止上十分でないとき、又は特定核燃料物質の防護上十分でないとき、前二項の認可をしてはならない。

4. 審査の内容

(1) 放射性液体廃棄物の処理・保管・管理

措置を講ずべき事項のうち、「II.9. 放射性液体廃棄物の処理・保管・管理」では、施設内で発生する汚染水等の放射性液体廃棄物の処理・貯蔵に当たっては、その廃棄物の性状に応じて、当該廃棄物の発生量を抑制し、放射性物質濃度低減のための適切な処理、十分な保管容量確保、遮蔽や漏えい防止・汚染拡大防止等を行うことにより、敷地周辺の線量を達成できる限り低減すること、また、処理・貯蔵施設は、十分な遮蔽能力を有し、漏えい及び汚染拡大し難い構造物により地下水や漏水等によって放射性物質が環境中に放出しないようにすることを求めている。

変更認可申請は、増設多核種除去設備の前処理設備として既設の前処理設備と並列に、反応／凝集槽、沈殿槽、上澄み水タンク、ポンプ・移送配管等を設置するとしている。

また、追設する前処理設備に対する漏えい防止策及び漏えい拡大防止策について、既認可の設備と同様に以下のとおり行うとしている。

- a. 漏えい防止策として、鋼材の継手部は、可能な限り溶接構造とする。
- b. 漏えい拡大防止策として、鋼管及び耐圧ホースの接続部の周囲にはせき等を設置する。また、せき等の内部に漏えい検知器を設置し、漏えいの早期検出が可能な設計とする。
- c. 漏えい検知の警報は、免震重要棟に表示し、異常を確実に運転員に伝え、警報発生時にはポンプ停止措置がとれるようにする。

規制委員会は、追設する前処理設備について、以下のとおり確認した。

- a. 既設の前処理設備における共沈タンク及び供給タンクとほぼ同容量の反応／凝集槽に加えて沈殿槽を設置して、系統での滞留時間を約2倍にすることで、スラリーの凝集によるスラリー粒径の粗大化が進行し、沈降性が向上したスラリー粒子を沈殿槽で容易に上澄み水と分離することが可能となり、既設の前処理設備よりスラリーを濃縮して回収できること。また、スラリー量が少ない上澄み水をGFFでろ過することになるため、GFFが閉塞しにくくなること。以上のことから、本追設は、GFFの詰まり発生に伴う洗浄頻度を低減し、設備稼働率を向上させるとともに、回収するスラリー濃縮率の上昇により、発生するHICの数量を低減させることを目的としていること。
- b. 既設の前処理設備とは異なる前処理方式となるため、仮に不測の事態により不具合が発生し、復旧に時間を要する場合でも、速やかに従来の方式に戻して処理が継続できるよう、既設の前処理設備を残してい

ること。また、現状の汚染水発生量（約 150 m³/日）を考慮すると、増設多核種除去設備 1 系列の処理量（約 250 m³/日）で十分処理が可能であるため、2 系列に前処理設備を追設することで、仮に 1 系列の運転が停止した場合でも、残る 1 系列に追設した前処理設備により処理が可能であること。

- c. 既設の前処理設備と同様に、後段の吸着塔での主要な放射性物質（ストロンチウム 90）の除去に対する阻害物質である 2 価の陽イオン（カルシウムイオン、マグネシウムイオン）を炭酸ソーダ及び苛性ソーダの添加によりアルカリ状態で沈殿させてスラリーとして除外するための設備であり、既設の CFF を用いてろ過した水が後段の吸着塔に送られることから、増設多核種除去設備全体としての放射性物質の除去性能には影響を与えないこと。

以上のことから、追設する前処理設備は、スラリーの除去を効率的に行うことにより設備稼働率を向上させることを意図した設備であり、既設の前処理設備よりも安定的な放射性液体廃棄物の処理を可能とするものであることを確認した。

また、追設する前処理設備の移送配管の漏えい対策として、既設の前処理設備と同様に、移送配管の材質に応じた継手構造とすること及び万一の漏えいの備えとして、鋼管及び耐圧ホースの接続部は、堰を有した受けパン内に設置し、受けパンには警報機能を有する漏えい検知器を設置するとともに、追設するタンク（反応／凝集槽、沈殿槽及び上澄み水タンク）を含む全てのタンク類の容量を保持できる堰が増設多核種除去設備の建屋外周に設けられていること等、適切な漏えい防止及び汚染拡大防止のための措置が講じられることを確認した。

以上のことから、措置を講ずべき事項「Ⅱ. 9. 放射性液体廃棄物の処理・保管・管理」を満たしていると評価する。

（2）放射性固体廃棄物の処理・保管・管理

措置を講ずべき事項のうち、「Ⅱ. 8. 放射性固体廃棄物の処理・保管・管理」では、施設内で発生するがれき等の放射性固体廃棄物の処理・貯蔵に当たっては、その廃棄物の性状に応じて、適切に処理し、十分な保管容量を確保し、遮蔽等の適切な管理を行うことにより、敷地周辺の線量を達成できる限り低減することを求めている。

変更認可申請は、増設多核種除去設備の前処理設備として既設の前処理

設備と並列に、反応／凝集槽、沈殿槽、上澄み水タンク、ポンプ・移送配管等を設置するとしている。

規制委員会は、前処理設備の追設により、排出されるスラリーの濃度が従来よりも濃縮されるため、当該スラリーを保管するための HIC の発生量が減少するとともに、HIC の表面線量率が 2 倍程度上昇するが、1mSv/h は超えない見込みであり、当該 HIC の保管場所となる使用済セシウム吸着塔一時保管施設（第三施設）に設定されている低線量 HIC 格納エリアの線量上限値（20mSv/h）より十分小さいことから、HIC の保管計画に変更はなく、保管容量は引き続き十分確保されることを確認した。

また、前処理設備の追設工事に伴い、当該設備の設置予定場所に存在する配管の撤去等の際に発生する約 20 m³ のがれき類について、2022 年度の表面線量率 ≤ 1 mSv/h のがれき類の想定発生量に計上することとしており、十分な保管容量が確保されることを確認した。

以上のことから、措置を講ずべき事項「Ⅱ. 8. 放射性固体廃棄物の処理・保管・管理」を満たしているとして評価する。

(3) 放射性物質の放出抑制等による敷地周辺の放射線防護等

措置を講ずべき事項のうち、「Ⅱ. 11. 放射性物質の放出抑制等による敷地周辺の放射線防護等」では、特定原子力施設から大気、海等の環境中へ放出される放射性物質の適切な抑制対策を実施することにより、敷地周辺の線量を達成できる限り低減すること、特に施設内に保管されている発災以降発生したのがれきや汚染水等による敷地境界における実効線量（施設全体からの放射性物質の追加的放出を含む実効線量の評価値）を 1 mSv/年未満とすることを求めている。

変更認可申請は、追設する前処理設備を含めた増設多核種除去設備からの直接線及びスカイシャイン線による敷地境界における実効線量（評価値）について、最大実効線量評価地点（No. 71）において約 2.58×10^{-2} mSv/年（本追設による増分は約 3.2×10^{-3} mSv/年）になるとしている。

規制委員会は、追設する反応／凝集槽、沈殿槽及び上澄み水タンク内の内容物（スラリー及び上澄み水）に対して、線量評価への寄与が高い核種^{*4}は最近の処理対象水の分析値の傾向を踏まえて放射能濃度を引き下げる等により適切な線源強度を設定しているとともに、最大実効線量評価地点（No. 71）においても引き続き敷地境界における実効線量（評価値）1 mSv/年未満^{*5}を満たしていることを確認した。

※4 : Sr-89、Sr-90、Y-90、Mn-54 及び Co-60 の 5 核種。

※5 : 敷地境界における実効線量（評価値）は、最大評価点（No. 71）で約 0.92 mSv/年。

以上のことから、措置を講ずべき事項「Ⅱ. 11. 放射性物質の放出抑制等による敷地周辺の放射線防護等」を満たしていると評価する。

（4）作業員の被ばく線量の管理等

措置を講ずべき事項のうち、「Ⅱ. 12. 作業員の被ばく線量の管理等」では、現存被ばく状況での放射線業務従事者の作業性等を考慮して、遮蔽、機器の配置、遠隔操作、放射性物質の漏えい防止、換気、除染等、所要の放射線防護上の措置及び作業時における放射線被ばく管理措置を講ずることにより、放射線業務従事者が立ち入る場所の線量及び作業に伴う被ばく線量を、達成できる限り低減することを求めている。

変更認可申請は、増設多核種除去設備の前処理設備として既設の前処理設備と並列に、反応／凝集槽、沈殿槽、上澄み水タンク、ポンプ・移送配管等を設置するとしている。設置に当たっては、増設多核種除去設備からの放射線による雰囲気線の線量当量率が 0.1mSv/h 以下となるよう適切な遮蔽を設けるとしている。

規制委員会は、前処理設備の追設により、HIC に格納されるスラリー濃度が濃縮され表面線量率が上昇するが、現在の実施計画に規定されているように、通常運転時は免震重要棟集中監視室等からの遠隔監視・操作を行うこと、保守作業時に機器の洗浄が行える構成とすること等、作業員の被ばく線量を可能な限り低減する措置が有効であることを確認した。

また、前処理設備の追設工事に当たっては、処理対象水（RO 濃縮水）及びスラリーを内包する配管を切り離す必要があることから、配管内のフラッシング及び水抜きを行うとともに、配管開放端周囲にシート養生による飛散防止、袋及び受けパンによる漏えい拡大防止を図ることを確認した。加えて、作業時は Y ゾーン装備（全面マスク、タイベック、ゴム手袋等）及び防水スーツを着用し、内部被ばく及び体表面汚染の防止を図ることを確認した。

以上のことから、措置を講ずべき事項「Ⅱ. 12. 作業員の被ばく線量の管理等」を満たしていると評価する。

（5）設計上の考慮

（a）準拠規格及び基準

措置を講ずべき事項「Ⅱ. 14. 設計上の考慮 ①準拠規格及び基準」で

は、安全機能を有する構築物、系統及び機器は、設計、材料の選定、製作及び検査について、それらが果たすべき安全機能の重要度を考慮して適切と認められる規格及び基準によるものであることを求めている。

変更認可申請は、追設する前処理設備について、増設多核種除去設備と同様に、以下のとおりとしている。

- a. JSME S NC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格（以下「JSME規格」という。）、日本産業規格等による設計・製作・検査を行う。
- b. JSME 規格に記載がない非金属材料（耐圧ホース、ポリエチレン管等）については、日本水道協会規格、製品の試験データ等を用いて設計する。

規制委員会は、追設する前処理設備について、タンク、鋼管等については、国内の原子力施設等で一般的に使用され適切と認められる規格によらし、公的規格で定められていない耐圧ホースについては、既設の増設多核種除去設備で使用実績を有するものであって、製造者仕様の範囲内で使用するものであることを確認した。

以上のことから、措置を講ずべき事項「Ⅱ. 14. 設計上の考慮 ①準拠規格及び基準」を満たしていると評価する。

(b) 自然現象に対する設計上の考慮

措置を講ずべき事項「Ⅱ. 14. 設計上の考慮 ②自然現象に対する設計上の考慮」では、安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その安全機能の重要度及び地震によって機能の喪失を起こした場合の安全上の影響を考慮して、耐震設計上の区分がなされるとともに、適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられる設計であること及び地震以外の想定される自然現象（津波、豪雨、台風、竜巻等）によって施設の安全性が損なわれない設計であることを求めている。

変更認可申請は、追設する前処理設備について、以下のとおりとしている。

- a. 耐震設計における耐震クラス分類について、地震によって機能の喪失を起こした場合の公衆への被ばく影響や廃炉活動への影響等を考慮し、耐震 B+クラスに分類する。
- b. 耐震 B+クラスに要求される動的地震力（1/2Ss450 ガルの水平 2 方向及び鉛直方向の組み合わせによる）に対して当該設備の運転継続に必要な機能維持の評価を行い、各機器の健全性を確保する設計と

する。

- c. 当該設備には多核種除去設備で処理する前の液体を内包するため、検討用地震動（最大加速度 900 ガル。以下「Ss900」という。）に対して海洋に流出するおそれのない設計とする。既に設置されている建屋・構築物については、Ss900 に対する耐震性を評価し、健全性を確認できない場合には、施工上可能な範囲で補強等の対策を行う。また、当該対策を講じても地震発生時に海洋に流出するおそれがある場合は、液体を速やかに回収する機動的対応がとれるよう必要な機材、体制等を整備する。
- d. 配管については、固有振動数が 20Hz 以上となる定ピッチスパンで支持する設計とする。なお、耐圧ホースについては、材料の可とう性により耐震性を確保する。
- e. 増設多核種除去設備と同様に、T. P. 約 28 m 以上の場所に設置する。

規制委員会は、追設する前処理設備について、以下のとおり、令和3年9月8日の原子力規制委員会で示された耐震設計の考え方に沿って耐震クラス分類及び適用地震動が適切に設定され、耐震設計がなされることを確認した。

- a. 耐震クラス分類について、増設多核種除去設備の各機器（既設の機器を含む）が破損して内包する液体放射性物質が漏えいするシナリオを想定し、各機器の遮蔽等が消失すること及び漏出した放射性物質を公衆が吸引することを仮定すると、最寄りの敷地境界の評価点（No. 70）での実効線量は約 1.44 mSv/事象になると評価しており、5 mSv/事象以下であるため耐震 B クラスとなるが、当該設備は供用期間が長期間となることから、耐震 B+クラスと設定したこと。
- b. 耐震 B+クラスに要求される動的地震力（1/2Ss450 ガルの水平 2 方向及び鉛直方向の組み合わせによる）について、増設多核種除去設備の基礎に対する地震応答解析により評価した最大応答加速度を包絡する加速度（水平震度 0.70 及び鉛直震度 0.40）を設定して耐震性評価を実施しており、機器のバウンダリ機能が維持されること。また、地震力に対する設備の運転継続に必要な機器の健全性について、故障等を生じるおそれのある部品等は予備品を保有するとしており、当該設備の損傷時でも速やかに運転を再開するための対策がとられること。
- c. 耐震 B+クラスの液体放射性物質を内包する設備に要求される「Ss900 に対して海洋に流出するおそれのない設計」については、当該設備から内包水が漏えいした場合でも既設の建屋最外周堰により全量が保持される構造になっているとともに、建屋最外周堰が

Ss900 に対する耐震性を確保できない場合でも、漏えい液体を仮設ポンプ等を用いて速やかに回収するための吸引設備を福島第一発電所構内に配備し、吸引活動を行うための体制を整備しており、海洋への流出を防止するための措置が講じられること。

また、既設の増設多核種除去設備と同様に、津波の影響を受けない高さの場所へ設置されることから、地震及び津波に対して安全上考慮した設計となっていることを確認した。

以上のことから、措置を講ずべき事項「Ⅱ. 14. 設計上の考慮 ②自然現象に対する設計上の考慮」を満たしていると評価する。

(c) 火災に対する設計上の考慮

措置を講ずべき事項「Ⅱ. 14. 設計上の考慮 ④火災に対する設計上の考慮」では、火災発生防止、火災検知及び消火並びに火災の影響の軽減の方策を適切に組み合わせて、火災により施設の安全性を損なうことのない設計であることを求めている。

変更認可申請は、追設する前処理設備について、既認可の増設多核種除去設備と同様に、火災発生を防止するため、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用するとしている。また、火災検知性を向上させるため、消防法基準に準拠した火災検出設備を設置するとともに、初期消火のために近傍に消火器を設置するとしている。更に、避難時における誘導用のために誘導灯を設置するとしている。

規制委員会は、追設する前処理設備について、一部に使用する可燃物として、潤滑油及びグリースが挙げられるが、少量かつ容器内に格納された状態であるとともに、当該設備近傍に消火器、火災検出設備及び誘導灯が既に設置されていることから、火災に対して安全上考慮した設計となっていることを確認した。

以上のことから、措置を講ずべき事項「Ⅱ. 14. 設計上の考慮 ④火災に対する設計上の考慮」を満たしていると評価する。

(d) 環境条件に対する設計上の考慮

措置を講ずべき事項「Ⅱ. 14. 設計上の考慮 ⑤環境条件に対する設計上の考慮」では、安全機能を有する構築物、系統及び機器は、経年事象を含むすべての環境条件に適合できる設計であること、特に、事故や地

震等により被災した建造物の健全性評価を十分に考慮した対策を講じることを求めている。

変更認可申請は、追設する前処理設備について、既認可の増設多核種除去設備と同様に、処理対象水の塩化物イオン濃度が高く、また薬液注入によりpHが変動することから、耐腐食性を有する材料を選定としている。また、建屋内の配管については、凍結による破損対策として、40A以下の配管に対し、保温、ヒータを設置するとしている。

規制委員会は、追設する前処理設備について、既設の前処理設備と同様に、内包水に対して耐腐食性を有するステンレス鋼、内面ライニングした炭素鋼、合成ゴム（EPDM）製耐圧ホース等を使用するとともに、建屋内に敷設される細径の配管について、凍結防止のための保温材若しくはヒータを設置すること、加えて、EPDMの耐放射線性について、スラリーからの放射線を考慮しても使用上限線量とされている 10^6 Gyまで9年以上要するため、適切な時期に交換することにより放射線照射による劣化の影響を防ぐことが可能であること等から、環境条件に対して安全上考慮した設計となっていることを確認した。

以上のことから、措置を講ずべき事項「Ⅱ. 14. 設計上の考慮 ⑤環境条件に対する設計上の考慮」を満たしていると評価する。

(e) 運転員操作、信頼性及び検査可能性に対する設計上の考慮

措置を講ずべき事項「Ⅱ. 14. 設計上の考慮⑦運転員操作に対する設計上の考慮」、「Ⅱ. 14. 設計上の考慮 ⑧信頼性に対する設計上の考慮」及び「Ⅱ. 14. 設計上の考慮⑨検査可能性に対する設計上の考慮」で求めている事項に対して、変更認可申請に係る設計上の考慮については、実施計画に定められた方針に沿って設計するとしている。

規制委員会は、追設する前処理設備について、既設の増設多核種除去設備と同様に、実施計画Ⅱ章2.16.2 増設多核種除去設備 添付資料-7 「増設多核種除去設備の具体的な安全確保策」等に定められた方針に沿って設計するとしていることを確認した。

以上のことから、措置を講ずべき事項「Ⅱ. 14. 設計上の考慮⑦運転員操作に対する設計上の考慮」、「Ⅱ. 14. 設計上の考慮 ⑧信頼性に対する設計上の考慮」及び「Ⅱ. 14. 設計上の考慮⑨検査可能性に対する設計上の考慮」を満たしていると評価する。

5. 審査の結果

変更認可申請は、措置を講ずべき事項を満たしており、核燃料物質若しくは核燃料物質によって汚染された物又は原子炉による災害の防止上十分であると認められる。

以上

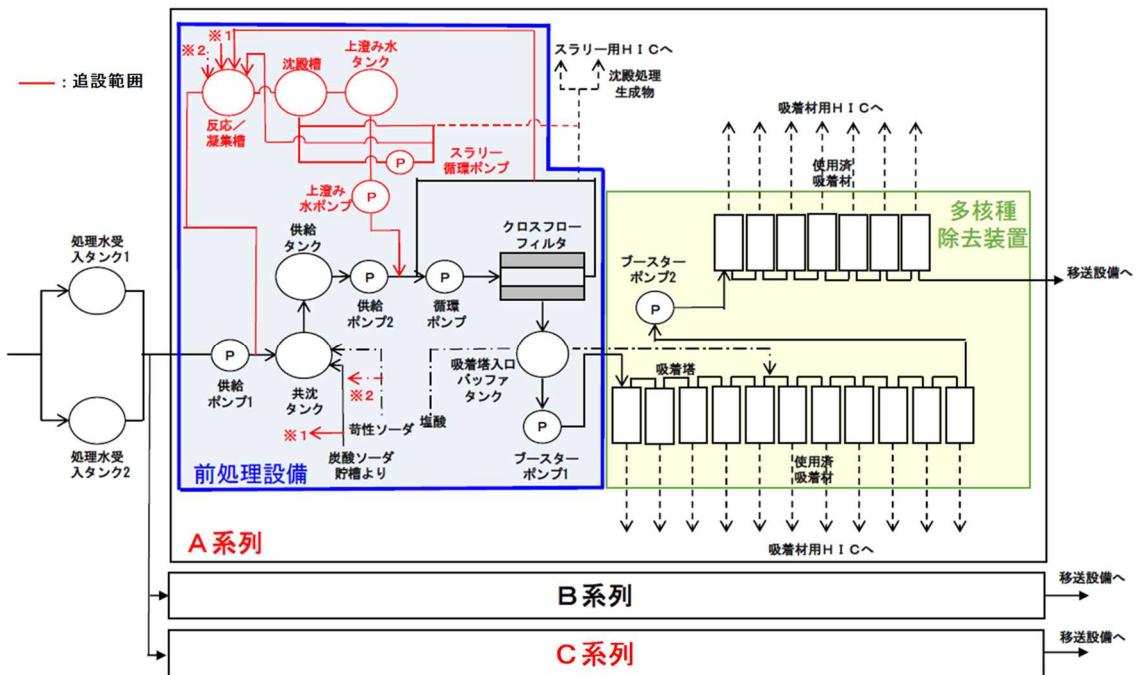


図1 追設する前処理設備の概略系統図（赤字部分が追設箇所）

※東京電力ホールディングス株式会社の資料より抜粋、一部追記