

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

(2号機燃料デブリの試験的取り出し)に係る審査書

令和6年2月5日

原子力規制委員会

1. 経緯

東京電力ホールディングス株式会社（以下「東京電力」という。）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）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 6 年 1 月 29 日付け変更認可。以下「実施計画」という。）について、令和 5 年 8 月 4 日付け廃炉発官 R5 第 60 号（令和 6 年 1 月 24 日付け廃炉発官 R5 第 156 号により一部補正）をもって、2 号機燃料デブリの試験的取り出しに係る変更認可申請書（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

1～3 号機の原子炉格納容器（以下「PCV」という。）内に存在する燃料デブリについては、取り出しの初号機を 2 号機とし、少量を取り出す試験的取り出しから開始して段階的に取り出し規模を拡大し、2 号機を取り出し作業で得られた知見を踏まえて、1 号機及び 3 号機の燃料デブリ取り出しへと取り出し規模を更に拡大していく計画である。

本変更認可申請は、2 号機燃料デブリの試験的取り出し作業に係る保安上の措置を定めるとともに、当該作業に必要な設備等を設置するものである。

なお、試験的取り出し作業において使用する設備等のうち PCV 内に進入するロボットアームや当該ロボットアームを格納するエンクロージャ等については、2 号機原子炉格納容器内部の詳細調査に係る実施計画の審査において基準適合性を確認しており、令和 3 年 2 月 4 日付けで認可している。

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、変更認可申請が、「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「V. 燃料デブリの取出し・廃炉のために措置を講ずべき事項」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について審査した。

4. 審査内容

措置を講ずべき事項「V. 燃料デブリの取出し・廃炉のために措置を講ずべき事項」では、燃料デブリなどを含む核燃料物質については、確実に臨界未満

に維持し、原子炉格納容器の止水などの対策を講じた上で、安全に取り出し、飛散を防止し、適切に遮蔽、冷却及び貯蔵することを求めている。

東京電力は、試験的取り出し作業について、以下の流れで行うとしている。

- ① X-6 ペネトレーションにロボットアームを格納したエンクロージャを設置し、遠隔でロボットアームを操作して PCV 内から燃料デブリを数 g 程度取り出す。【取出作業】
- ② 取り出した燃料デブリは、エンクロージャから大物搬入口 2 階に設置されるグローブボックスへ運搬する。運搬に当たっては、燃料デブリを複数の容器により多重に収納した上で運搬し、チェーンブロックを用いて大物搬入口 1 階から 2 階に揚重した後、グローブボックスまで運搬する。【運搬作業】
- ③ グローブボックスにおいて、燃料デブリの重量計測や元素分析等を実施する。分析後、燃料デブリを輸送容器に収納して構外分析施設へ輸送する。【分析作業】

規制委員会は、上記の試験的取り出し作業について、措置を講ずべき事項「V. 燃料デブリの取出し・廃炉のために措置を講ずべき事項」に基づき、以下の項目について審査を行った。

1. 燃料デブリの未臨界維持
2. 燃料デブリの安全な取り出し（作業員被ばくを含む）
3. 燃料デブリの飛散防止
4. 燃料デブリの遮蔽、冷却及び貯蔵
5. 試験的取り出し作業で用いる設備・機器の耐震性や耐環境性等

1. 燃料デブリの未臨界維持

東京電力は、試験的取り出し作業において、PCV 内から取り出す燃料デブリは 1 回当たり最大 3g であり、濃縮度 5wt%（2 号機装荷燃料の最高濃縮度は 4.9wt%）の燃料の最小臨界質量約 30kg に比べて十分に小さく、取り出しの都度、構外分析施設に輸送することから、取り出した燃料デブリの未臨界は維持できるとしている。また、試験的取り出し作業で接触する PCV 内の範囲は堆積物全体に対して相対的に十分小さく、堆積物の形状変化は生じないことから、PCV 内の燃料デブリの未臨界状態に影響を与えるものではないとしている。

なお、PCV 内の燃料デブリの臨界検知のために PCV ガス管理設備ガス放射線モニタによる Xe-135 の濃度監視を行うほか、緊急時には原子炉圧力容器・

格納容器ホウ酸水注入設備によるホウ酸水注入を行うとしている。

規制委員会は、試験的取り出し作業において取り出される燃料デブリが少量であることから確実に臨界未満が維持されることを確認した。

2. 燃料デブリの安全な取り出し（作業員被ばくを含む）

<取出作業における対策>

東京電力は、PCV 内から燃料デブリを取り出す際には、気密性を有するエンクロージャ内の閉じられた空間で、かつ、ロボットアームを用いて遠隔で取り出すとしている。また、エンクロージャから取り出した燃料デブリを運び出す際には、閉じ込め機能を維持した状態で燃料デブリの受け渡しができる DPTE コンテナ¹を用いるとともに、後段の運搬作業や分析作業が確実に実施できるよう、燃料デブリを収納した DPTE コンテナの表面線量率を測定し、その値が基準値（24mSv/h）以下であることを確認した上で運び出すとしている。

<運搬作業における対策>

東京電力は、燃料デブリの運搬に当たって、気密性を有する DPTE コンテナを含め複数の容器で多重に収納して外部へ放射性物質が容易に漏えいしないようにするとしている。また、燃料デブリを収納した運搬容器を大物搬入口 2 階へ揚重する際には、運搬容器の落下防止対策として、運搬容器をメッシュパレットに固縛した上で吊り上げるとともに、耐荷重に十分な余裕があるチェーンブロックを使用するなどの措置を講じるとしている。また、運搬容器の万一の落下に備えて、大物搬入口 1 階の作業員はあらかじめ作業区域外へ退避するほか、床面を難燃シートで養生しておくことで、運搬容器の落下により飛散した燃料デブリを容易に回収できるようにするとしている。

<分析作業における対策>

東京電力は、燃料デブリの分析作業について、気密性を有し、負圧管理されたグローブボックス内で行うとしている。

また、燃料デブリの運搬作業及び分析作業については、雰囲気線量の高い原子炉建屋内での作業であり、燃料デブリに人が近づいて作業を行う必要があることから、各作業を複数の工程に分割し、工程ごとに作業員を割り当てることで特定の作業員に被ばくが集中しないようにするとともに、必要に応じて仮設遮蔽を用いることで作業員の被ばく低減を図るとしている。また、作業員の被ばく管理を適切に行う観点から、東京電力の下部規程で定めてい

¹ Dispositif Pour Transfer Etanche コンテナの略。グローブボックス等の DPTE ポートに取り付けることで DPTE コンテナの蓋と DPTE ポートが一体となって開閉し、閉じ込め機能を維持しながら物を移送することが可能なコンテナ

る確認線量 12mSv/年を超過しないように作業計画を立てるとともに、作業に応じて適切な保護衣類を着用させ、常に線量を測定・評価するとしている。

規制委員会は、試験的取り出し作業全体を通じて燃料デブリを閉じ込め機能を有する空間内で取り扱うこと、取出作業はロボットアームを遠隔操作することで人が近づかずに作業を行うこと、人が近づいて作業する運搬作業や分析作業は、適切な保護衣類の着用や被ばく管理を行うとともに、必要に応じて仮設遮蔽を設置し作業員の被ばく低減対策を行うことなどにより、燃料デブリを安全に取り出すことを確認した。

3. 燃料デブリの飛散防止

<取出作業における対策>

東京電力は、取出作業で使用するロボットアームは気密性を有するエンクロージャ内に格納した状態で取り扱うとともに、燃料デブリを PCV 内から取り出す際には、PCV 内の空気によるエンクロージャ内の汚染防止のため、エンクロージャから PCV へ窒素封入を行うとしている。また、エンクロージャが隔離弁により PCV から切り離された後は、エンクロージャ内を負圧に管理して作業を行うことで、放射性物質が外部へ飛散しないようにしている。

<運搬作業における対策>

東京電力は、燃料デブリの運搬に当たって、気密性を有する DPTC コンテナを含め複数の容器で多重に収納して外部へ放射性物質が容易に漏えいしないようにしている。燃料デブリを大物搬入口 2 階に揚重する際には、「2. 燃料デブリの安全な取り出し（作業員被ばくを含む）」に示した落下防止対策や落下時の影響緩和対策を講じるとともに、運搬容器が落下した場合の公衆や作業員への被ばく影響を評価し、被ばく量の有意な増加はないとしている。

また、取出作業や運搬作業において、それら作業に伴う PCV 内や原子炉建屋内の放射性物質の濃度が有意に上昇していないかを確認するため、既存の PCV ガス管理設備ダスト放射線モニタや原子炉建屋内に設置する連続ダストモニタを用いて、放射性ダスト濃度を監視するとしている。なお、放射性物質の濃度が有意に上昇等した場合は、作業を一時中断した上で、必要に応じて対策を検討するとしている。

<分析作業における対策>

東京電力は、分析作業について、大物搬入口 2 階に設置する気密性を有するグローブボックスで行うとしており、同グローブボックスは負圧管理を行うとしている。グローブボックス内の空気は、フィルタを有する排風機によ

り排気するとともに、排気口にはダストモニタを設置して放射性ダスト濃度の監視を行うとしている。また、汚染拡大防止措置として、グローブボックスの周囲にグリーンハウスを設置してダスト管理エリアを設定し、万が一グローブボックスから放射性物質が漏えいした場合でも、同エリアに設置するダストモニタにより漏えいを検知するとともに、フィルタを有する局所排風機により、放射性物質のダスト管理エリア外への飛散を抑制するとしている。

なお、試験的取り出し作業が公衆に及ぼす被ばく影響について、作業時間が長く保有する燃料デブリ量も多い分析作業時を対象に評価したところ、その影響は十分に小さく、試験的取り出し作業が敷地周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはないとしている。

規制委員会は、試験的取り出し作業全体を通じて、燃料デブリを閉じ込め機能を有する空間内で取り扱うこと、放射性物質の飛散等を検知するため放射性ダスト濃度を監視すること、飛散等を検知した場合は当該作業を一時中断することなどにより、燃料デブリの飛散防止対策を適切に行うことを確認した。

4. 燃料デブリの遮蔽、冷却及び貯蔵

東京電力は、燃料デブリを収納した DPTE コンテナをエンクロージャから取り外す前に、遮蔽設備に期待しない場合でも後段の運搬作業や分析作業が確実に実施できるよう DPTE コンテナの表面線量率を測定し、その値が基準値（24mSv/h）以下であることを確認した上で運び出すとしている。その上で、運搬作業や分析作業など作業員が燃料デブリに近づいて作業を行う場合には、必要に応じて、仮設遮蔽を用いることで作業員の被ばく低減を図るとしている。

燃料デブリの冷却については、取扱量が最大 3g と少量であり発熱量が十分に小さいことから、冷却の必要がないとしている。

また、燃料デブリの貯蔵については、取り出した燃料デブリはその都度構外分析施設へ輸送するため、貯蔵することはないとしている。なお、PCV 内から取り出した燃料デブリの量によっては、燃料デブリを分割して輸送するとしており、分割した燃料デブリの一部を構外分析施設へ輸送している間、後発の燃料デブリはグローブボックス内に仮置きすることになるが、仮置き期間は先発の輸送容器が戻ってくるまでの間に限られるため、長期に渡って仮置きされる状態にはならないとしている。

規制委員会は、作業員に対して適切な遮蔽等の対策を講じること、燃料デブリの取り出し量が少量であり冷却が不要であること、取り出した燃料デブ

りはその都度構外分析施設へ輸送し、長期間の貯蔵は行わないことなどにより、燃料デブリの遮蔽、冷却及び貯蔵を適切に考慮していることを確認した。

5. 試験的取り出し作業で用いる設備・機器の耐震性や耐環境性等

東京電力は、試験的取り出し作業で用いるグローブボックスについて、「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における耐震クラス分類と地震動の適用の考え方」（令和4年11月16日原子力規制庁）に基づき、安全機能を失った際の敷地周辺の公衆被ばく線量を評価し、その結果が $50\mu\text{Sv}$ 以下となることから耐震Cクラスに設定し、当該耐震クラスに要求される地震力に十分耐えられる設計とされている。また、試験的取り出し作業は、原子炉建屋内で行う作業であることから、地震以外に想定される自然現象（津波、豪雨、台風、竜巻等）に対しても安全性を損なうことはないとともに、当該作業で用いる設備・機器は耐放射線性を考慮した設計とされている。

なお、試験的取り出し作業後のエンクロージャやグローブボックス等の設備・機器の撤去については、既認可の実施計画に基づき、適切に放射線管理や廃棄物管理等を行うとしている。

規制委員会は、試験的取り出し作業で用いる設備・機器について、当該設備・機器の使用場所や使用方法に応じて、耐震性や耐環境性等を適切に考慮した設計とすることなどを確認した。

以上のことから、措置を講ずべき事項「V. 燃料デブリの取出し・廃炉のために措置を講ずべき事項」を満たしているものと認める。

5. 審査結果

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