

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
核燃料サイクル工学研究所再処理施設に係る
廃止措置計画変更認可申請書に関する審査書

原規規発第 2007104 号

令和 2 年 7 月 1 0 日

原子力規制委員会

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構核燃料サイクル工学研究所再処理施設
に係る廃止措置計画変更認可申請書に関する審査書

目次

- I. 本審査書の位置付け … 1
- II. 申請の概要 … 1
- III. 審査の方針 … 2
- IV. 審査内容 … 2
 - 1. 安全対策に係る廃止措置の工程 … 3
 - 2. 安全対策に係る性能維持施設の位置、構造及び設備 … 3
 - 2-1. 地震による損傷の防止 … 4
 - 2-2. 津波による損傷の防止 … 7
- V. 審査の結果 … 12

I. 本審査書の位置付け

本審査書は、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下「申請者」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。以下「法」という。）第50条の5第3項において準用する同法第12条の6第3項の規定に基づき申請のあった「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構核燃料サイクル工学研究所再処理施設に係る廃止措置計画変更認可申請書」（令和元年12月19日付け令01原機（再）022をもって申請及び令和2年5月29日付け令02原機（再）020をもって一部補正。以下「本申請」という。）の内容が、法第50条の5第3項において準用する法第12条の6第4項の規定に基づく使用済燃料の再処理の事業に関する規則（昭和46年総理府令第10号。以下「再処理規則」という。）第19条の8に定める廃止措置計画の認可の基準に適合しているかを審査した結果を取りまとめたものである。

II. 申請の概要

本申請は、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構核燃料サイクル工学研究所再処理施設（以下「再処理施設」という。）における廃止措置中における安全対策の実施内容について、既に認可を受けた廃止措置計画に、以下の内容を追加するものである。

1. 廃止措置計画における安全対策の基本方針

申請者は、再処理施設の廃止措置計画中の安全対策の基本方針として、再処理施設が保有する放射性物質によるリスクに応じ、高放射性廃液に伴うリスクが集中する高放射性廃液貯蔵場（以下「HAW」という。）とガラス固化技術開発施設ガラス固化技術開発棟（以下「TVF」という。）を最優先として安全対策を進めること等を定めるとともに、安全対策に係る廃止措置の工程を策定している。

なお、申請者は、廃止措置計画の変更認可申請を本申請以降に順次行う計画としており、審査の過程において、今後計4回に分けて申請すると説明している。

2. HAWの地震及び津波に対する安全対策

申請者は、上記1.の基本方針を踏まえ、HAWについて、既に認可を受けた廃止措置計画において定める廃止措置計画用設計地震動（以下「設計地震動」という。）及び廃止措置計画用設計津波（以下「設計津波」という。）に対して、HAWの閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能（以下「安全機能」という。）を維持するための設計を明確にした上で、建屋及び設備の地震応答解析並びに津波に対する建屋の健全性評価を実施している。

なお、申請者は、津波に対する建屋の健全性評価として、IV. 2-2. で記載のとおり、引き波に関する影響を追加で確認をすることとしている。

本件審査書では、上記の 1. のうち安全対策に係る廃止措置の工程及び 2. に係る申請内容について整理し、IV. 審査内容としてとりまとめている。

III. 審査の方針

法第 50 条の 5 第 3 項において準用する法第 12 条の 6 第 4 項の規定に基づく使用済燃料の再処理の事業に関する規則（以下「再処理規則」という。）第 19 条の 8 第 2 項に定められた廃止措置計画の認可の基準は以下のとおりである。

- (1) 特定再処理施設（※¹）におけるせん断処理施設の操作の停止に関する恒久的な措置が講じられていること。
- (2) 使用済燃料、核燃料物質又は使用済燃料から分離された物の管理及び譲渡しが適切なものであること。
- (3) 使用済燃料、核燃料物質若しくは使用済燃料から分離された物又はこれらによつて汚染された物の管理、処理及び廃棄が適切なものであること。
- (4) 廃止措置の実施が使用済燃料、核燃料物質若しくは使用済燃料から分離された物又はこれらによつて汚染された物による災害の防止上適切なものであること。

本審査では、再処理規則第 19 条の 8 第 2 項に規定する廃止措置計画の認可の基準のうち（4）への適合性について、「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構核燃料サイクル工学研究所（再処理施設）の廃止措置計画の認可の審査に関する考え方」（平成 29 年 4 月 19 日原子力規制委員会決定。以下「審査の考え方」という。）に基づき確認することとした。

また、本審査においては、以下の規則及びガイドを参考とした。

- (1) 再処理施設の技術基準に関する規則（令和 2 年原子力規制委員会規則第 9 号。以下「技術基準規則」という。）
- (2) 基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド（平成 25 年 6 月 19 日原管地発第 1306192 号原子力規制委員会決定）
- (3) 基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド（平成 25 年 6 月 19 日原管地発第 1306193 号原子力規制委員会決定）
- (4) 耐震設計に係る工認審査ガイド（平成 29 年 11 月 15 日原規技発第 1711152 号原子力規制委員会決定）
- (5) 耐津波設計に係る工認審査ガイド（平成 25 年 6 月 19 日原管地発第 1306196 号原子力規制委員会決定）

IV. 審査内容

原子力規制委員会は、「廃止措置の実施が使用済燃料、核燃料物質若しくは使用済燃料から分離された物又はこれらによつて汚染された物による災害の防止上適切

¹ 再処理設備本体から回収可能核燃料物質を取り出されていないものをいう。

なものであること」については、再処理規則第19条の5第1項第6号及び第10号に係る申請書本文の変更事項について、審査の考え方に基づき以下の内容を確認した。

1. 安全対策に係る廃止措置の工程（再処理規則第19条の5第1項第10号関係）

原子力規制委員会は、審査の考え方にに基づき、申請書に記載する廃止措置計画に定めるべき事項として、本申請における安全対策に係る廃止措置の工程について、以下を確認することとした。

- (1) 廃止措置の工程が具体的に定められていること。廃止措置の工程のうち、計画を定めた部分がある場合には、当該部分及び計画が併せて示されていること。（審査の考え方第5の10①）
- (2) 廃止措置計画の変更の認可を申請する場合で、廃止措置の実績があるときは、計画に対する実績その他の廃止措置の進捗状況及びその評価が示されていること。（審査の考え方第5の10④）

申請者は、再処理施設の現状として高放射性廃液の取扱いに伴うリスクが集中するHAW及びTVFを最優先として安全対策を進めること等を優先順位として定めるとともに、設計及び工事期間を含めた安全対策に係る工程を策定したとしている。

また、申請者は、HAW及びTVF以外の施設については、令和2年7月までにリスクに応じた安全対策の実施内容及び工程を定め、必要な安全対策を実施することとしている。

原子力規制委員会は、安全対策に係る廃止措置の工程について、申請者が、再処理施設の現状を踏まえて、高放射性廃液に伴うリスクが集中するHAW及びTVFを最優先として安全対策を進めるため、設計及び工事期間が具体的に定められた廃止措置の工程を定めていることを確認した。

2. 安全対策に係る性能維持施設の位置、構造及び設備（再処理規則第19条の5第1項第6号関係）

原子力規制委員会は、審査の考え方にに基づき、申請書に記載する廃止措置計画に定めるべき事項として、本申請における安全対策に係る性能維持施設の位置、構造及び設備について以下を確認することとした。

- (1) 廃止措置を実施する上で施設の改造又は設置（以下「改造等」という。）が必要となった場合は、①事業の変更の許可の申請並びに設計及び工事の方法並びに溶接の方法の認可の申請において必要とされる事項と同様の事項が廃止措置

- 計画に定められ、②その内容が再処理施設の現況や再処理維持基準規則（※²）等に照らして適切と認められるのであれば、認可を受けた廃止措置計画に定めるところにより当該改造等を行うこと。（審査の考え方第4の2）
- (2) 性能維持施設の位置、構造及び設備並びにその性能、その性能を維持すべき期間については、性能維持施設の位置、構造及び設備並びにその性能、その性能を維持すべき期間が具体的に定められていること。（審査の考え方第5の6①）
- (3) 技術基準規則第二章及び第三章に規定する基準により難い特別な事情があるため、廃止措置計画に定めるところにより性能維持施設を維持しようとする場合は、当該特別な事情を明らかにするとともに、再処理施設の現況や技術上の基準等に照らし適切な方法及び水準により性能維持施設を維持する方法等が定められていること。（審査の考え方第5の6②）
- (4) 性能維持施設の改造等を行う場合は、設計、工事、当該工事の管理及び試験・検査の方法に関すること。（当該工事において溶接を行う場合は、溶接の設計、施工管理及び試験・検査の方法に関することを含む。）が定められていること。（審査の考え方第5の6③）
- (5) 申請の時点で詳細な事項等を定め難い性能維持施設がある場合は、その理由を明らかにするとともに、当該性能維持施設について、詳細な事項等を定めるための方針及びその時期が定められていること。（審査の考え方第5の6④）
- (6) 性能維持施設の保守管理その他の事項について保安規定において具体的な対応等を定める場合は、その旨が記載されていること。（審査の考え方第5の6⑤）

2-1. 地震による損傷の防止

技術基準規則第6条第1項及び第2項の規定は、安全機能を有する施設は、これに作用する地震力による損壊により公衆に放射線障害を及ぼすことがないものでなければならないこと、耐震重要施設（※³）は、基準地震動による地震力に対してその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならないことを要求している。

申請者は、再処理施設の地震による損傷の防止のため、再処理施設の現況や技術基準規則第6条第1項及び第2項に照らし、HAWについて以下の耐震設計を実施するとしている。

(1) HAWの耐震設計

² 審査の考え方においては、「再処理施設の技術基準に関する規則（平成2年原子力規制委員会規則第9号。）」を「再処理維持基準規則」と呼称している。

³ 再処理規則第6条第1項に規定する耐震重要施設を指す。

①耐震設計の基本方針

HAWにおいて安全機能に関わる設備については、設計地震動による地震力に対してその安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。また、当該設備に対して、その他の設備の地震による損傷等により波及的影響が生じないように設計する。

②地震力の算定法

設計地震動による地震力は、水平 2 方向及び鉛直方向について適切に組み合わせたものとして算定する。

設計地震動による地震力の算定に当たっては、地震応答解析手法の適用性及び適用限界等を考慮の上、解析方法を選定するとともに、十分な調査に基づく解析条件を設定する。

地震力の算定過程において建物・構築物の設置位置等で評価される入力地震動については、解放基盤表面からの地震波の伝播特性を考慮するとともに、必要に応じて地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮する。

③荷重の組合せと許容限界

地震力と他の荷重との組合せについて、建物・構築物は、常時作用している荷重と地震力を組み合わせる。機器・配管系は、運転時の状態で施設に作用する荷重と地震力を組み合わせる。

各施設の地震力と他の荷重とを組み合わせた状態に対する許容限界は、JEAG4601、発電用原子力設備規格（JSME）等の安全上適切と認められる規格及び規準又は試験等で妥当性が確認されている値を用いる。

④耐震計算

耐震計算を行うに当たり、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえるとともに、既設工認で実績があり、かつ、最新の知見に照らしても妥当な手法及び条件を用いることを基本とする。一方、最新の知見を適用する場合は、その妥当性と適用可能性を確認した上で適用する。

耐震計算における動的地震力の水平方向及び鉛直方向の組合せについては、水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を検討した上で、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せが耐震性に及ぼす影響を評価する。

建物・構築物の評価は、荷重条件に対して構造物全体としての変形能力（終局耐力時の変形）が許容限界内にあることを確認すること（解析による設計）により行う。評価手法は時刻歴応答解析法を用いることとし、JEAG4601 に基づき実施することを基本とする。評価においては、HAWの接地率が地震応答解析の適用できる基準値以上であることを確認する。

土木構造物であるトレンチの評価は、構造部材の層間変形角及びせん断力が許容限界以下であること、支持地盤に生じる接地圧が極限支持力に基づく許容限界以下であることを確認することにより行う。

機器・配管系の評価は、設計用の地震力による応力解析に基づいた地震応力と、組み合わせべき他の荷重による応力との組合せ応力が許容限界内にあることを確認することにより行う。その評価手法は、剛性の高い機器・配管（一次固有振動数が20Hz以上のもの）については、規準等に示される定式化された評価式又はFEMモデルによる静的解析、剛でない機器・配管については、FEMモデルによる動的解析法（時刻歴応答解析法又は応答スペクトルモード解析法）を用いることとし、JEAG4601に基づき実施することを基本とする。その他の手法を用いる場合については、適用性を確認した上で使用することとする。

なお、機器・配管系の評価において、高放射性廃液貯槽の据付ボルトについては、設計地震動が作用した際のせん断荷重の評価結果、実機を模擬して実施した荷重試験の結果から算定された許容荷重を満足する結果が得られているが、荷重試験に基づく許容荷重は、実機の実力値に近いことから、耐震性の裕度を確保する方策として、材料規格の材料強度に基づき算定される許容荷重を満足するように、貯蔵する液量の管理を当面の間行うこととする。

⑤HAW及びトレンチ周辺の地盤改良

HAWの周辺地盤の拘束効果により建物の接地率及び接地圧の向上、トレンチは躯体の曲げ及びせん断力に対する耐震性を向上させることを目的として、周辺地盤を置換コンクリートにより改良する。

地盤改良工事の計画及び方法については、当該工事に係る設計条件、設計仕様、工事の方法及び手順を図表により定めるとともに、試験・検査は、工事の工程にしたがい、強度検査、寸法検査及び外観検査を実施する。

地盤改良については、技術基準規則を踏まえ、地震力に対してその安全機能が損なわれるおそれがない地盤とすること、また、当該工事期間中は、組立水槽、可搬型エンジン付ポンプ等の事故対処資機材を使用する際に、機材の設置場所、対処要員のアクセスルート等を確保し、冷却水等を供給できるように処置する。

申請者は、「④耐震計算の基本方針」における審査の過程において、当初、HAW内の高放射性廃液貯槽の据付ボルトのせん断強度評価について、降伏応力に基づく許容応力を超えるおそれがあったことから、ボルトのせん断試験により許容荷重を求め、液量の満水保管を許容する内容としていた。

この内容について、原子力規制委員会は、高放射性廃液貯槽が設計地震動に対して降伏応力を超えないこと、相応の安全裕度を有していることが必要であるとして、廃液の液位の低減等の対策の検討を求めた。

これに対して、申請者は、HAW内の高放射性廃液貯槽の据付ボルトのせん断荷重が弾性範囲を越えるおそれが否定できないため、貯槽の廃液の液量の満水保管を許容

する内容ではなく、弾性範囲内で管理できる液位を算定するとともに、保安規定にも当該液位状態での管理を明確に位置付ける方針とした。

また、申請者は、当初、HAWの耐震性について、HAWの建屋の地盤に対する接地率は約 27%と低いものの、建屋の主要部分、主要な設備の健全性には影響しないとして、地盤の改良は行わないとしていた。

この方針に対して、原子力規制委員会は、設計地震動によるHAWの建屋及び設備の安全機能への影響など、施設の安全性に関する技術的な説明が不足していることから、基準地震動に対する安全機能への影響を定量的に説明することを求めた。

これに対して、申請者は、HAWの建屋の周辺地盤を置換コンクリートにより改良を行い、地盤の拘束効果により建物の接地率及び接地圧を 65%以上と向上させ、TVFとのトレンチと併せて耐震性を向上させることとした。

原子力規制委員会は、本申請について、設計地震動に対してHAWの安全機能を維持するための設計方針が具体的に定められていること、HAWの建屋、機器に係る耐震性の評価が既設工認で実績がある JEAG4601 等による評価方法を用いて行われていること（別紙1参照）、HAW及びトレンチ周辺の地盤改良に係る設計条件、設計仕様、工事の方法及び手順等が具体的に定められていること、高放射性廃液貯槽の液位の管理方針が明確であることなどから、地震による損傷の防止に係る安全対策が、再処理施設の現況や技術基準規則等に照らして適切なものであることを確認した。

2-2. 津波による損傷の防止

技術基準規則第7条の規定は、安全機能を有する施設は、基準津波（※⁴）によりその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならないことを要求している。

申請者は、再処理施設の津波による損傷の防止のため、再処理施設の現況や技術基準規則第7条に照らし、以下の耐津波設計を実施するとしている。

(1) 耐津波設計に係る基本事項

①敷地及び敷地周辺における地形と施設の配置

- a. 再処理施設が位置する核燃料サイクル工学研究所の敷地は、関東平野の北東端に位置し、北側は新川に接しており、敷地東側は常陸那珂火力発電所を隔てて太平洋に面している。
- b. 核燃料サイクル工学研究所敷地は T.P.約+30mの台地及び T.P.約+6mの沖積低地からなる。

⁴ 再処理規則第8条に規定する基準津波を指す。

- c. 港湾施設として、核燃料サイクル工学研究所敷地外北方約 5 km に茨城港日立港区、南方約 1 km に茨城港常陸那珂港区がある。これらの港区には防波堤が設置されている。また、港湾には船舶等が係留されている。
- d. 核燃料サイクル工学研究所敷地周辺には、民家、商業施設、倉庫等がある他、核燃料サイクル工学研究所敷地北方には原子力発電所、茨城港日立港区の液化天然ガス基地、核燃料サイクル工学研究所敷地南方の茨城港常陸那珂港区には火力発電所、工場、倉庫等の施設がある。
- e. 核燃料サイクル工学研究所敷地内の建物・構築物として約 50 の施設がある。高放射性廃液の貯蔵に係る建屋として HAW を設置しており、その東側（海側）にプルトニウム転換技術開発施設、北側（新川側）に分離精製工場（以下「MP」という。）、西側に TVF が位置している。

②設計津波による敷地及び敷地周辺の遡上域及び浸水域

設計津波による敷地周辺の遡上、浸水域の評価に用いる遡上解析モデルについては、遡上解析に影響を及ぼす斜面や道路及び伝播経路上の人工構築物の設置状況を考慮し、遡上域の格子サイズに合わせた形状にモデル化する。敷地沿岸域及び海底地形は、設計津波を策定した計算格子を用い、施設の北側に接している新川については、新川流域の標高をモデル化している。

敷地内外の人工構築物としては、再処理施設内の建屋（以下「周辺建屋」という。）、港湾部に茨城港日立港区及び茨城港常陸那珂港区の防波堤（以下「港湾構築物」という。）があり、これらによる影響を考慮した遡上解析を実施する。遡上解析においては、人工構築物がない場合を基本モデルとして、周辺建屋がある場合と港湾構築物がある場合について、それぞれの津波遡上への影響を確認する。

敷地の北側は、新川に接するため、新川からの流入を考慮して評価する。

潮位変動については、敷地周辺の観測地点「茨城県日立港区」における潮位観測記録を用いた朔望平均満潮位による変動量を遡上解析の初期潮位に加え、潮位のばらつきによる変動量を遡上解析で求めた津波水位に加える。

地震による地殻変動については、設計津波の波源である茨城県沖から房総沖に想定するプレート間地震による広域的な地殻変動及び広域的な余効変動を含む 2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動による沈降量を遡上解析の初期潮位に加える。

（２）HAWの入力津波の設定

入力津波の設定にあたっては、遡上解析の結果に基づき、津波の高さ、速度及び衝撃力に着目し、評価対象施設において津波高さに影響するパラメータを考慮して、安全側に評価した値を入力津波高さや速度として設定する。

入力津波高さは、HAWに対して保守的に算出するため、港湾構築物の有無及び周辺建屋の有無を比較した結果、「港湾構築物なし、周辺建屋なし」の

組合せが最高水位となり、潮位のばらつきを考慮して、HAWにおいてT.P.+13.6 mと設定する。

また、HAWへの津波到達時に生じる波力算定に用いる津波（以下「波力算定用津波」という。）の高さはT.P.+12.1 m、津波流速は5.2 m/sと設定する。

(3) HAWの耐津波設計

①耐津波設計の基本方針

HAWにおいて高放射性廃液の崩壊熱除去機能及び閉じ込め機能にかかわる設備については、設計津波による波力等に対してその安全機能を維持するために必要な機能を損なうおそれがないように設計する。具体的には、以下の施設及び設備を設置し、HAWの安全機能が維持できる設計とする。

a. 設計津波に対する津波防護施設

HAWの建屋外壁は、設計津波の建屋内への浸水に対する障壁とすることから、建屋外壁等を設計津波の津波防護施設と位置付ける。

b. 設計津波に対する浸水防止設備

設計津波の津波防護施設である建屋外壁の開口部には、設計津波の建屋内への浸水を防止するため、浸水防止扉を設置することから、浸水防止扉を設計津波の浸水防止設備と位置付ける。

c. 漂流物の影響防止施設

設計津波の津波防護施設である建屋外壁の周辺には、船舶等の重量物が建屋外壁に衝突した場合の影響が大きいと考えられる大型の漂流物の影響を軽減するため、津波漂流物防護柵の設置を計画していることから、津波漂流物防護柵を漂流物の影響防止施設と位置付ける。

また、HAW北側に隣接するMPは、設計地震動による地震力や設計津波による波圧、漂流物の衝突を考慮した場合においても倒壊しない見通しであり、MPの設計地震動及び設計津波に対する評価は令和2年11月までに実施する詳細評価において確認する。

なお、漂流物の影響防止施設の配置については、津波漂流物防護柵の詳細設計を踏まえ令和3年1月に見直す。

d. 設計津波遡上状況等監視設備

設計津波の遡上状況等を監視する機能を有する設備を設計津波遡上状況等監視設備と位置付ける。

②津波に対する強度評価

津波防護施設については、評価に当たって、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」において参考文献としている「東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針」に基づき、HAWの建屋及び基礎地盤が設計津波による津波荷重等を考慮した荷重に対

して構造強度を有すること、また、建屋外壁が止水性を損なわないことを確認する。

荷重の組合せは、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を参考として、波力算定用津波による波力及び余震による荷重の同時作用並びに波力算定用津波による波力及び漂流物衝突荷重の同時作用を考慮する。これらに加えて、津波到達後、建屋の周囲が浸水することから、入力津波における浸水時の浮力、余震による荷重及び水圧の同時作用を考慮する。

なお、設計上考慮する津波荷重について、周辺建屋による低減を期待しないとして水深係数に3を用いて保守的に算定する。

③建屋貫通部等における浸水対策

HAWの建屋貫通部については、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」の要求事項「津波が流入する可能性について検討した上で、流入の可能性のある経路（扉、開口部、貫通部等）を特定し、それらに対して浸水対策を施すこと。」に照らし、浸水の可能性のある経路（トレンチ、連絡管路、壁貫通部、扉及びシャッター部）についてウォークダウンにより確認し、止水処置等により建屋内に浸水しない構造であることを確認した。

④漂流物による波及的影響に対する設計

a. 代表漂流物の選定

漂流物については、設計津波の遡上経路を調査範囲として設定し、調査範囲に存在する建物・設備等の漂流物となる可能性のあるものを重量、形状に関係なく洗い出した後、建物・設備、流木、船舶、車両に分類し、スクリーニングにより漂流物となるかどうかを判定した。判定した漂流物について、分類ごとに最も重量の大きい漂流物を代表漂流物として選定し、建屋外壁である設計津波の津波防護施設、津波漂流物防護柵で構成する漂流物の影響防止施設、それぞれの設計において考慮すべき代表漂流物を定めた。

b. 設計方針

代表漂流物について、その種類や大きさによっては建屋外壁だけで防護することは困難となるため、津波漂流物防護柵の設置等の対策により、建屋外壁への漂流物の衝突を軽減又は防止する。

具体的には、船舶や車両等の大型の漂流物に対しては、津波漂流物防護柵の設置等の対策により捕捉し、建屋外壁への到達を防止する方針とする。津波漂流物防護柵をすり抜けて遡上する比較的小型の漂流物である流木は、建屋外壁に到達することを考慮した防護方針とする。

⑤津波監視設備の設計

再処理施設への津波の襲来状況等を把握するため、津波の繰り返しの襲来を察知し、敷地東側の沿岸域並びに敷地内外の状況を監視するために、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」に照らし、津波監視設備として屋外監視カメラを設置する。

屋外監視カメラの設置場所は、設計津波の影響を受けにくいMPの屋上としているが、MPについては、設計地震動及び設計津波に対する評価は今後行うとし、十分な構造強度を有することを令和2年11月までに実施する詳細評価において確認する。

屋外監視カメラの監視機能については、設計地震動に対して、屋外監視カメラは十分な耐震性を有しているものの、屋外監視カメラの付属機器（パソコン、ルーター、ケーブル等）及び可搬型電源は、機能が損なわれるおそれがある。このため、監視機能については、設計津波の遡上波が敷地に侵入するまでの時間を考慮して、要員による付属機器の取替え作業により機能を維持するが、監視機能が維持できない場合は、MP屋上から要員による目視での施設周辺を監視する代替措置により対応する。これらの対応については、令和2年7月までに実施する事故対処設備の有効性評価に併せて確認する。

審査の過程において、原子力規制委員会は、申請者から、当初、津波対策については、津波の再処理施設内への遡上に伴い、HAW施設内部への浸水を許容する設計とする説明に対して、建屋内への浸水による設備の安全機能への影響など、施設の安全性に関する技術的な説明が不足していることから、基準津波に対して建屋内に浸水させない設計とすることを求めた。

これに対し、申請者は、設計津波に対して建屋に浸水させないことに設計方針を変更するとともに、設計上考慮する津波荷重について、周辺の建屋の低減に期待しないとして水深係数に3を用いて保守的に算定することとした。

また、審査の過程において、原子力規制委員会は、申請者に対し、津波漂流物防護柵の配置や代表漂流物の選定について、本申請の津波対策の内容は、押し波による影響のみを考慮していることから、津波の遡上に伴う引き波による影響を検討することを求めた。

これに対し、申請者は、津波漂流物防護柵の配置については、敷地内の遡上津波の流況及び軌跡解析結果等を踏まえ検討することとしており、今後、引き波による影響の確認についても併せて実施するとしている。

原子力規制委員会は、本申請が、設計津波に対してHAWの安全機能を維持するための設計方針が具体的に定められていること、HAWの建屋の健全性について、道路橋示方書、鉄筋コンクリート構造計算規準等の「耐津波設計に係る工認審査ガイド」における参考規格基準類による評価方法を用いて評価が行われ、許容限界を超える部位は補強する方針としていること（別紙2参照）、津波漂流物防護柵及び津波監視設備を設置して必要な機能を維持する方針としていることなどから、津波による損傷の防止に係る安全対策が、再処理施設の現況や技術基準規則等に照らして適切なものであることを確認した。

なお、原子力規制委員会は、MPについて、設計地震動及び設計津波に対する詳細評価は今後行うとしていることから、その評価結果を踏まえ、漂流物の影響防止施設としての機能及び屋上に設置した監視カメラの津波監視設備としての機能が維持できることを確認することとする。

以上のことから、原子力規制委員会は、申請者による廃止措置の実施が使用済燃料、核燃料物質、若しくは使用済燃料から分離された物又はこれらによって汚染された物による災害の防止上適切なものであることについて、再処理規則第19条の8第1項第4号の認可の基準に適合していることを確認した。

V. 審査結果

原子力規制委員会は、本申請書の内容を審査した結果、再処理規則第19条の8第2項に定められた認可の基準に適合しているものと認められる。

別紙1 設計地震動に対する耐震性評価整理

機器・配管系

No.	耐震評価対象機器	評価方法	概算重量 (ton)	1次固有周波数(Hz)	剛/柔	評価対象部位	地震力の方向組合	動的機能維持	波及的影響	発生応力/許容応力比(最も厳しい箇所)	結果	特記事項	申請書資料番号
1	高放射性廃液貯槽(272V31~V36)	スペクトルモーダル	207	14.1	柔	据付ボルト、ラグ、タンクの胴	FEMでX,Y,Z方向	-	-	0.83	○	ただし、液量は満杯ではなく弾性範囲になるよう保安規定で運用制限	別紙6-1-2-3-3-1
2	中間貯槽(272V37,V38)	時刻歴	22	30.3	剛	据付ボルト、ラグ、タンクの胴	FEMでX,Y,Z方向	-	-	0.77	○		別紙6-1-2-3-3-2
3	分配器(272D12,D13)	JEAC式*1	1.2	50.0	剛	据付ボルト、胴	SRSS	-	-	0.08	○		別紙6-1-2-3-3-3
4	水封槽(272V206,V207)	JEAC式*1	1.0	76.9	剛	据付ボルト、胴	SRSS	-	-	0.16	○		別紙6-1-2-3-3-4
5	洗浄塔(272T44)	スペクトルモーダル	2.4	27.0	剛	据付ボルト、胴	FEMでX,Y,Z方向	-	-	0.22	○		別紙6-1-2-3-3-5
6	除湿器(272H46)	スペクトルモーダル	0.5	26.3	剛	据付ボルト、脚、タンクの胴	FEMでX,Y,Z方向	-	-	0.21	○		別紙6-1-2-3-3-6
7	電気加熱器(272H471,H472)	スペクトルモーダル	0.1	52.6	剛	胴、サポート	FEMでX,Y,Z方向	-	-	0.11	○		別紙6-1-2-3-3-7
8	電気加熱器(272H481,H482)	スペクトルモーダル	0.1	10.2	柔	据付ボルト、胴	FEMでX,Y,Z方向	-	-	0.11	○		別紙6-1-2-3-3-8
9	フィルタ(272F4611,F4621)	JEAC式*2	0.5	20Hz以上	剛	据付ボルト	SRSS	-	-	0.07	○		別紙6-1-2-3-3-9
10	フィルタ(272F4613,F4623)	JEAC式*2	0.3	20Hz以上	剛	据付ボルト	SRSS	-	-	0.02	○		別紙6-1-2-3-3-10
11	よう素フィルタ(272F465,F466)	スペクトルモーダル	0.9	25.6	剛	据付ボルト、胴	FEMでX,Y,Z方向	-	-	0.17	○		別紙6-1-2-3-3-11
12	冷却器(272H49)	スペクトルモーダル	0.6	22.2	剛	据付ボルト、胴	FEMでX,Y,Z方向	-	-	0.24	○		別紙6-1-2-3-3-12
13	排風機(272K463,K464)	JEAC式*2	0.5	20Hz以上	剛	据付ボルト	SRSS	設置箇所の震度が動的機能維持加速度以下(水平1.2G、垂直1.2G以下)を確認	-	0.09	○		別紙6-1-2-3-3-13
14	セル換気系フィルタユニット(272F033,F034,F035,F036,F037,F038,F039,F040)	JEAC式*2	0.6	20Hz以上	剛	据付ボルト	SRSS	-	-	0.25	○		別紙6-1-2-3-3-14
15	セル換気系排風機(272K103,K104)	JEAC式*2	0.9	20Hz以上	剛	据付ボルト	SRSS	設置箇所の震度が動的機能維持加速度以下(水平2.3G、垂直1G以下)を確認	-	0.05	○		別紙6-1-2-3-3-15
16	トランスミッターラック(272LA+001~LA+008 圧カスイッチ,272FA+201,FA+202 圧カスイッチ)	JEAC式*2	0.6	20Hz以上	剛	据付ボルト	SRSS	-	-	0.1	○		別紙6-1-2-3-3-16
17	主制御盤(主制御盤No.1,No.2,No.3(漏えい検知装置))	JEAC式*2	3.0	20Hz以上	剛	据付ボルト	SRSS	-	-	0.19	○		別紙6-1-2-3-3-17
18	主制御盤(主制御盤No.5(換気設備),主制御盤No.4)	スペクトルモーダル	0.7	11.0	柔	本体、据付ボルト	FEMでX,Y,Z方向	-	-	0.47	○		別紙6-1-2-3-3-18
19	高圧受電盤(DX)	スペクトルモーダル	1.5	12.3	柔	本体、据付ボルト	FEMでX,Y,Z方向	-	-	0.29	○		別紙6-1-2-3-3-19
20	低圧受電盤(DY)	スペクトルモーダル	0.5	12.5	柔	本体、据付ボルト	FEMでX,Y,Z方向	-	-	0.15	○		別紙6-1-2-3-3-20
21	動力分電盤(HM-1,HM-2)	スペクトルモーダル	0.8	9.9	柔	本体、据付ボルト	FEMでX,Y,Z方向	-	-	0.48	○		別紙6-1-2-3-3-21
22	熱交換器(272H314,H315,H324,H325,H334,H335,H344,H345,H354,H355,H364,H365)	スペクトルモーダル	2.4	2.4	柔	フレーム、据付ボルト	FEMでX,Y,Z方向	-	-	0.45	○		別紙6-1-2-3-3-22
23	一次系の送水ポンプ(272P3161,P3162,P3261,P3262,P3361,P3362,P3461,P3462,P3561,P3562,P3661,P3662)	JEAC式*2	0.3	20Hz以上	剛	据付ボルト	SRSS	設置箇所の震度が動的機能維持加速度以下(水平1.4G、垂直1G以下)を確認	-	0.07	○		別紙6-1-2-3-3-23
24	一次系の予備循環ポンプ(272P3061,P3062)	JEAC式*2	0.5	20Hz以上	剛	据付ボルト	SRSS	設置箇所の震度が動的機能維持加速度以下(水平1.4G、垂直1G以下)を確認	-	0.07	○		別紙6-1-2-3-3-24
25	二次系の送水ポンプ(272P8160,P8161,P8162,P8163)	JEAC式*2	0.6	20Hz以上	剛	据付ボルト	SRSS	設置箇所の震度が動的機能維持加速度以下(水平1.4G、垂直1G以下)を確認	-	0.07	○		別紙6-1-2-3-3-25
26	冷却塔(272H81,H82,H83)	スペクトルモーダル	47	21.7	剛	本体、据付ボルト	FEMでX,Y,Z方向	-	-	0.83	○		別紙6-1-2-3-3-26
27	浄水ポンプ(272P761,P762)	JEAC式*2	0.2	20Hz以上	剛	据付ボルト	SRSS	設置箇所の震度が動的機能維持加速度以下(水平1.4G、垂直1G以下)を確認	-	0.06	○		別紙6-1-2-3-3-27
28	浄水受槽(272V76)	JEAC式*3	16	47.6	剛	据付ボルト、胴	SRSS	-	-	0.35	○		別紙6-1-2-3-3-28
29	水封槽(272V41,V42)	JEAC式*1	0.6	35.7	剛	据付ボルト、胴	SRSS	-	-	0.11	○		別紙6-1-2-3-3-29
30	緊急放出系フィルタユニット(272F480)	JEAC式*2	1.8	34.5	剛	据付ボルト	SRSS	-	-	0.07	○		別紙6-1-2-3-3-30
31	配管	定ピッチスパン		20Hz以上	剛	配管	SRSS	-	-	0.14	○		別紙6-1-2-3-3-31
32	ホイス・レール	JEAC		27.8	剛	レール、据付ボルト	絶対値和	-	よう素フィルタの上部にあり、落下による波及的影響が無いこと	0.22	○		別紙6-1-2-3-3-32
33	トリチウムモニタ(272T2RA+001)	JEAC式*2	0.55	20Hz以上	剛	据付ボルト	SRSS	-	セル換気系フィルタユニットの近傍にあり、転倒による波及的影響が無いこと	0.34	○		別紙6-1-2-3-3-33
34	空調用ファンコイル(272AC112,AC113)	JEAC式*2	0.05	20Hz以上	剛	据付ボルト	SRSS	-	セル換気系排風機の上部近傍に設置されており、波及的影響が無いこと	0.05	○		別紙6-1-2-3-3-34
35	動力分電盤(HM-3)	JEAC式*2	0.33	20Hz以上	剛	据付ボルト	SRSS	-	閉じ込めに関係する動力分電盤(HM-1、HM-2)に隣接して設置されており、波及的影響が無いこと	0.19	○		別紙6-1-2-3-3-35
36	空調用冷却塔(272AC115,AC116,AC117)	JEAC式*2	4.91	7.9	柔	底部溶接部	SRSS	-	崩壊熱除去のための冷却塔(272H81、H82、H83)の近傍に設置されており、波及的影響が無いこと	0.48	○		別紙6-1-2-3-3-36

JEAC式*1 JEAC4601-2008 ラグ支持たて置円筒形容器の構造強度評価の計算式
 JEAC式*2 JEAC4601-2008 横形ポンプの構造強度評価の計算式
 JEAC式*3 JEAC4601-2008 平底たて置円筒形容器の構造強度評価の計算式

建屋・構築物

No.	耐震評価対象施設	入力地震動	評価方法	評価項目	評価結果	結果	申請書資料番号
1	高放射性廃液貯蔵場(HAW)建家	廃止措置計画用設計地震動	・水平方向: 建家と地盤の相互作用を考慮した曲げせん断型の多質点系モデル ・垂直方向: 建家と地盤の相互作用を考慮した多質点系モデル ・減衰定数は3%。	・せん断ひずみ: 評価基準値以下 ・基礎浮き上がり: 接地率が基準値以上 接地圧が基準値以下	・せん断ひずみ: 最大0.15E-3 (<2E-3:評価基準値) ・基礎浮き上がり: 接地率: 67.3%(>65%:評価基準値) 接地圧: 1208kN/m2 (<2350kN/m2:極限支持力度)	○	添付資料6-1-2-3-2
2	配管トレンチ(T21)	廃止措置計画用設計地震動	・時刻歴非線形解析 ・減衰定数(構造物:3%、地盤:1%)	・鉄筋コンクリート部材層間変形角、せん断力が許容限界以下 ・基礎地盤 接地圧が許容限界以下	・照査用層間変形角と限界層間変形角の比:0.09 ・照査用せん断力とせん断耐力の比:0.38 ・接地圧: 161kN/m2 (<2350kN/m2:極限支持力度)	○	添付資料6-1-2-3-4

別紙2 津波に対する健全性評価整理

施設	分類	評価内容	評価方法	参照している規格・基準、解説等	評価結果 (最も厳しい荷重ケース、箇所)	結果	特記事項	申請書資料番号
1 HAWの建屋	設計津波の津波防護施設	<p>下記(1)から(3)の荷重組合せを考慮して、建屋の健全性(保有水平耐力)、基礎地盤の支持性能(接地圧)、部材の健全性(建屋外壁)をそれぞれ確認。</p> <p>(1)ケース1:浮力+余震+水圧 津波到達後、建屋周囲が浸水した状況において余震が発生することを想定。外力として津波浸水時の浮力と静水圧、動水圧(余震時)及び余震による慣性力を同時に作用させる。</p> <p>(2)ケース2:津波波力+余震 津波到達後、余震が発生することを想定。外力として津波による波力と余震による慣性力を同時に作用させる。</p> <p>(3)ケース3:津波波力+漂流物衝突荷重 津波到達時、漂流物が衝突することを想定。外力として津波による波力と漂流物衝突荷重を同時に作用させる。</p> <p>* 津波による波力は静水圧及び動水圧の考慮として水深係数$\alpha=3$とする。</p>	<p>(1)保有水平耐力 余震による層せん断力、動水圧による層せん断力、波力による層せん断力及び漂流物衝突荷重※による層せん断力から算出。</p> <p>(2)接地圧 波力による転倒モーメント、余震による転倒モーメント、浸水時の動圧による転倒モーメント、地反力、浮力、建屋幅等により算出。</p> <p>(3)建屋外壁 余震による曲げモーメント、静水圧による曲げモーメント、せん断力、動水圧による曲げモーメント、せん断力、波力による曲げモーメント、せん断力、漂流物の衝突による応力から建屋外壁に生じる応力を算出。</p> <p>※漂流物衝突荷重 道路橋示方書により、漂流物の重量及び表面流速から算出。</p>	<p>(1)荷重の組合せ 耐津波設計に係る工認審査ガイド</p> <p>(2)津波に対する建物評価、水深係数 ・東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針(「津波に対し構造耐力上安全な建築物の設計法等に係る追加的知見について(技術的助言)」(国住指第2570号)の別添) ・津波避難ビル等の構造上の要件の解説(国総研資料第673号)</p> <p>(4)漂流物衝突荷重 道路橋示方書・同解説 I共通編、V耐震設計編</p> <p>(5)建屋構造評価 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(日本建築学会)</p> <p>(6)許容支持力度 国土交通省告示第1113号</p> <p>(7)地震応答解析 JEAG4601</p>	<p>○保有水平耐力 層せん断力と保有水平耐力の比(検定比) ≤ 0.49 (最も厳しい:ケース2)</p> <p>○接地圧 接地圧と極限支持力度の比(検定比) ≤ 0.3 (最も厳しい:ケース2)</p> <p>○建屋外壁 発生応力と短期許容応力の比(検定比) a)建屋1階南面開口部 2.33 (最も厳しい:ケース2) b)a)以外 ≤ 0.89 (最も厳しい:ケース2)</p>	<p>下記除き○ 建屋南面開口部は×</p>	<p>浸水防止扉のうち、建屋1階の南面開口部は、強度不足により内側にコンクリート増し打ち補強を予定(設計は、令和2年7月申請)</p>	添付資料6-1-3-2
2 HAWの建屋外壁開口部の浸水防止扉	設計津波の浸水防止設備	<p>設計方針 ・浸水防止扉は、T.P.+14.4 mまでの浸水を想定し、最大浸水深の3倍の水圧が浸水防止扉に作用するものとして設計・施工している。</p> <p>・浸水防止扉は、5箇所(1階3箇所、3階2箇所)あり、廃止措置計画用設計地震動、設計津波に対して、常時荷重、地震荷重、津波荷重、余震荷重、漂流物衝突荷重を考慮して今後評価し、令和2年7月までに確認する。</p>	-	-	-	設計方針	<p>浸水防止扉は、東日本大震災直後の緊急安全対策(「原子力発電所の外部電源の信頼性確保について」平成23・04・15原院発第3号)として設置したもの</p>	添付資料6-1-3-2
3 津波漂流物防護柵	漂流物の影響防止施設	<p>設計方針 ・支柱の下部は、再処理施設の支持地盤である砂質泥岩層又は強固に改良した地盤に設置し、設計地震動に対する耐震性を確保する。</p> <p>・支柱については、船舶等の重量物が漂流物として1本の支柱へ直接衝突する等の最も厳しい条件において、ある程度の塑性変形を生じ、漂流物が複数回衝突する場合であっても支柱としての機能を保持し、隣接する支柱が弾性範囲内で津波漂流物を支持する設計とする。</p> <p>・防護柵にワイヤーロープを設ける場合は、津波漂流物対策施設設計ガイドラインに従い、漂流物が衝突した際にワイヤーロープが衝撃を緩和することで漂流物を捕捉する設計とする。</p> <p>・漂流物の影響防止施設の配置については、津波漂流物防護柵の詳細設計を踏まえ令和3年1月に見直す。</p>	-	-	-	設計方針	-	添付資料6-1-3-2
4 監視設備	設計津波遡上状況等監視設備	<p>設計方針 ・屋外監視カメラ本体は、設計地震動に対し機能維持する設計としている。</p> <p>・カメラ架台は剛構造として分離精製工場(MP)の建屋屋上に固定している。</p> <p>・分離精製工場(MP)は、設計地震動による地震力や設計津波による波圧、漂流物の衝突を考慮した場合においても倒壊しない見通しであり、令和2年11月までに詳細評価において十分な構造強度を有することを確認する。</p> <p>・構成部品は速やかに交換、接続が可能にする。</p> <p>・監視機能の維持が出来ない場合は、目視にて監視することとするが、事故対処設備の有効性評価にてその有効性の確認をする。</p>	-	-	-	設計方針	-	添付資料6-1-3-2-2