

第 5 回技術検討会 質問と回答一覧（暫定版）

（令和 4 年 3 月 25 日時点）

No.	設備	カテゴリ	質問	回答
①-1	ALPS	処理途上水の確実な二次処理	<p>200m³/日で二次処理しても 1000m³ の処理に 5 日かかる。告示濃度比総和が 1 を超えている貯水量 93 万 m³ を処理するには年間稼働率 80%として 15.9 年以上を要する。ALPS 希釈に当たっては二次処理が不要な ALPS 処理水を優先的に放出するとしているが、5、6 年後には二次処理が不要な処理水の放出は終わる。また、63 核種の分析に 2 ヶ月かかっており、二次処理、攪拌・分析・放出までを見通した計画を立てて問題ないかを早期に精査してスムーズに進むようにして欲しい。処理順等の詳細検討し、全体の処理、放出計画を立てたら別途説明願いたい。</p>	<p>既設 ALPS、増設 ALPS は各 3 系統あり、1 系統あたり 150m³/日～250m³/日の処理能力（フィルタの圧損によって処理量を変動）を有しており二次処理が処理の律速になることはない。放出開始当初は日々発生 of 汚染水、告示濃度比総和 1 未満の水から処理し、汚染していないタンクが確保できたら二次処理を行っていく。具体的な計画は、将来施設の検討状況等を踏まえてからとなるが、計画が定まり次第説明をさせて頂く。なお、二次処理が不要な水を処理したのちは、日々発生 of 汚染水と二次処理を並行して実施する。また、63 核種の分析については現状 2 か月だが、二次処理性能試験では 1.5 か月で終了しており、今後さらなる短縮（1 か月）を目指していく。</p>
①-2	ALPS	処理途上水の確実な二次処理	<p>62 核種の選定は ALPS 設置時の滞留水中に含まれる核種等の旧知見から想定されたものであり、その後 R/B の滞留水から高濃度の α 核種等が確認されている等廃炉作業の進捗に伴い ALPS 除去対象核種の見直し検討が必要と思われる。ALPS 処理水を環境へ放出するに当たり、廃止措置や埋設施設の知見を踏まえ改めて徹底検証して、放出前に確認する必要がある核種を選定することをきちんと検討すべき。また、放出前に確認する必要がある核種が新たに選定された場合に、その核種分析作業が追加されたことによる放出スケジュールや環境影響評価結果への影響（有無）について説明いただきたい。</p>	<p>ALPS 除去対象核種の選定は、滞留水中に告示濃度比で 1/100 以上存在していると評価した核種から選定したもののだが、ALPS 処理水を環境へ放出するに当たり、廃止措置や埋設施設の知見を踏まえ改めて徹底検証して、放出前に確認する必要がある核種を選定することとしている。また、放出前に確認する必要がある核種が新たに選定された場合も踏まえ、現在、事前に可能性がある核種について社外機関による分析も進めており、その他の核種分析作業が追加されたことによる放出スケジュールについて影響がないように努めている。また、環境影響評価結果への影響（有無）についても選定された核種に応じて、必要があれば影響評価を実施する。</p>

No.	設備	カテゴリ	質問	回答
①-3	ALPS	処理途上水の確実な二次処理	既設 ALPS2021. 11. 29 申請、2022. 3 頃終了証受領予定、高性能 ALPS は使用前検査時期は 2023 年度以降となるとしているが、使用前検査を終了していない ALPS を運用するのは好ましくない。早急に必要な手続きを完了する様に努めるべき。	高性能 ALPS については 2 月以降、性能を確認する運転を実施しており、その中で必要なデータを取得したのち、本格運転に係る実施計画変更申請を行う。
①-4	ALPS	処理途上水の確実な二次処理	トラブル由来の処理水の 2 次処理について、クロスフローフィルタで除去可能であるとしているが、トラブル由来の処理水放射線量が高いため、基準値以下に確実に除去できることを実証データで示していただきたい。	現時点で実証データは有していない。 トラブル由来の処理途上水は、炭酸塩沈殿処理したアルカリ性の炭酸塩スラリーがクロスフローの破損により透過して吸着塔側に流れ、さらに中性領域により再度 Sr として水に溶解したものである。 Sr-90 の濃度は 107Bq/L 程度だが、ALPS は Sr-90 の濃度として 108Bq/L のものを処理できる能力として設計されており、トラブル由来の水の処理も可能である。

No.	設備	カテゴリ	質問	回答
②-1	移送設備・希釈設備	希釈・放出管理	<p>トリチウムの濃度を監視制御装置に登録し ALPS 処理水の流量と海水流量によりリアルタイムで濃度を評価し確認する。この際に、希釈後の濃度を予め設定し、ALPS 処理水流量を制御するとしているが、トリチウムの濃度と海水ポンプ運転台数／海水流量に基づいて希釈後の濃度を設定する考え方とそれを監視制御装置に入力する方法（希釈後の濃度設定する際の誤設定（HE）防止対策含む）について説明のこと。また、希釈後の濃度設定の手順と ALPS 処理水の流量と海水流量によりリアルタイムで濃度評価した値を監視することを、移送設備・希釈設備の運転手順書に反映して、その手順書に基づいて運転するように徹底のこと。</p>	<p>ALPS 処理水流量は、海水希釈後のトリチウム濃度の算出式より変換した式にて算出し、ALPS 処理水流量調整弁の開度を調整する。</p> <p>ALPS 処理水流量調整弁の開度調整では、海水希釈後のトリチウム濃度の運用値（1,500Bq/Lに余裕を見て設定）を設定した上で、算出される ALPS 処理水流量（運用値）と実際の指示値との差を確認しつつ、流量調整弁の開度調整をする。評価の中では、流量では計器誤差を、ALPS 処理水のトリチウム濃度では分析の不確かさを考慮し、安全側の測定値を使用して算出する。</p> <p>制御装置への入力は事前に行うが、誰もが操作できないようパスワード管理とするとともに、1500Bq/L 以上を入力したときはシステムが受け付けない。</p> <p>監視項目等は運転手順書に反映する。</p> <p>※1：供用開始前に監視・制御装置へ登録し、計画した条件から変更がある場合を除いて基本的には変更しない ※2：計器の誤差による非安全側（実流量が指示値より低い）を想定し、計器誤差分（2.1%FS）を補正 ※3：計器の誤差による非安全側（実流量が指示値より高い）を想定し、計器誤差分（2.1%FS）を補正 ※4：分析の不確かさによる非安全側（実濃度が分析値より高い）を想定し、不確か差分（1測定10%）を補正</p>

No.	設備	カテゴリ	質問	回答
⑩-1	移送設備	設備機器の詳細設計	ALPS 処理水移送ポンプの容量が1台あたり30m ³ /hとなっているが、通常は150m ³ ～300m ³ 、最大でも500m ³ （まれな運用）となっており、計画されているポンプ容量は、オーバースペックではないか。調整弁の不具合（開度大きくなる）を想定すると可能な限り、容量の小さいポンプを選定するべきではないか。	年間のALPS 処理水の放出量は日平均として300m ³ /日となるが、ALPS 処理水移送設備の年間稼働率としては、タンク1群（約10000m ³ ）の受入工程で20日程度、分析工程で1～2か月、移送工程で20日程度であり、年間の稼働率が高い訳ではない。そのため、最大500m ³ /日程度の容量は必要と考えている。
⑩-2	移送設備	設備機器の詳細設計	移送設備に設置する放射線検出器を設置するという計画になっているが、主要7核種の一つであるストロンチウムを測定することができない。Cs137の検出下限も告示濃度と同じオーダーであり、予期せぬ形で移送されてくるのを検知するという機能を満足できるかにも不安が残る。放射線検出器は、粒子状の放射性物質が混入する万が一の事態に備えて設置するものと説明があったが、粒子状の放射性物質を検知するための方法として放射線測定に拘らず、他の方法も検討したほうが良いのではないか。	基本的には、測定・確認用タンクにて循環ポンプ、攪拌装置により均一にした後、サンプルラインから水を採取して、粒子状を含めた放射性物質の測定を行い、告示濃度比総和1未満であることを確認する。 そのため、放射線検出器が動作することは基本的にないと考えているが、万が一の事態に備えて放射線検出器を設けたものである。 なお、ALPSは粒子状の放射性物質をクロスフローフィルタで除去している。
⑩-3	希釈設備	設備機器の詳細設計	5号機取水槽を使用してALPS 処理水希釈設備の海水移送ポンプを設置するとしているが、取水槽の設計、整備工事、海水ポンプ及び付帯設備の設計、配置、海生物対策・貝殻除去設備の設置等の考え方について説明のこと。	5号機の取水口は従来砂の堆砂等を考慮して適宜整備を行っている。海水移送ポンプについては、実施計画の認可、事前了解以降、設置を行う。海生物対策・貝殻除去設備の設置については、関係個所との協議のうえ、設置の有無について検討する。

No.	設備	カテゴリ	質問	回答
⑩-4	希釈設備	設備機器の詳細設計	<p>希釈に使う海水の濃度は、環境(外洋海水濃度)と同じレベルでないといけない。港湾内の海水モニタリングの結果海水中のセシウム濃度は1Bq/Lを超えていることを考えると、生物濃縮が心配される。港湾内の汚染された海水をわざわざ沖合に放出しているという風評に繋がりがかねないので、取水に当たっては十分配慮してとの委員の御意見も出ている。希釈海水の取水においては港湾内の放射性物質を流入、混入させないように最大限の処置や配慮をしていただきたい。</p>	<p>希釈水の取水量は、これまでの5/6号機補機冷却取水に比べて大きくなるが、仕切堤構築により、1-4号機側の港湾内からの放射性物質濃度の比較的高い海水の引き込みを抑制できると考えております。仕切堤構築により、これまでシルトフェンスにより防止してきた1-4号側の港湾内からの持込み土砂が抑制されることから、5/6号機取水口への土砂堆積による希釈用海水の放射性物質濃度上昇リスクが抑制できること。また、希釈用海水として、より放射性物質濃度が低い海水を港湾外から取水できることを踏まえ、仕切堤構築を実施することで、港湾内海水放射性物質のALPS処理水の希釈用海水への移行抑制対策と考えております。</p>

No.	設備	カテゴリ	質問	回答
⑩-5	放水設備	設備機器の詳細設計	<p>第5回検討会【資料1】111ページの図中に描かれている細い青線やピンク線、赤線の意味は何か説明すること。また、図中の「粗砂・礫」は、岩盤ではなく現海底堆積物のように描かれており、ボーリング結果と合わないのではないかと？さらに、「既往の海上音波探査と整合」と説明しているが、放水口付近には3～4本の細い青線が描かれており、それらと第5回検討会【資料1】106ページの「想定地質断面図」との関係が合っていない(とくに最下部の青線)。3本のボーリング調査を「詳細調査」と位置付けるならば、ボーリング結果と海上音波探査の結果が整合していることを資料を追加して説明すること。</p>	<p>第5回検討会【資料1】111頁は、過去に実施した海上音波探査の結果と今回のボーリングの岩盤比較したものであり、細い青線は、周辺付近の岩盤の想定ラインを記載しており、ピンク線は、岩盤がでてきたところを記載しております(潜水調査で確認)、赤線は、細い青線を包落して説明用に追記したものです。海上音波探査は、反射波で判定するため、海底面付近は判断が難しく、海上音波探査時には「粗砂・礫」と安全側に判断したものであり、今回のボーリング結果で岩盤と判断できております。つまり海上音波探査で表層が砂等と判断していた堆積層は、想定よりも薄いことが確認されたということであり、放水トンネルにとっては安全側の評価となっております。また放水口付近には3～4本の細い青線は、周辺付近の岩盤の想定ラインであり、今回設置する放水口とは関係ありません。また潜水調査で岩礁帯を確認しており、かつ今回のボーリング結果で岩盤であることを確認しました。最終的には海上掘削工事で確認することになります。</p> <p>当社としては、表層付近の海底地形を確認することが今回のボーリング調査の目的ではなく、あくまでも放水設備を安全に施工するために放水トンネルや放水口ケーソン下端レベルから1Dを目安の調査深度を定め、その付近が砂岩と泥岩の互層から成る地層(富岡層T3部層)構成であることが確認され、それが既往の海上音波探査と整合したと判断し、放水トンネルを構築する際には安全に施工できると判断したものでございます。既往の海上音波探査結果だけで設計を進めておらず、ひとつの知見として活用したものとご理解頂ければ幸いです。</p>

No.	設備	カテゴリ	質問	回答
⑩-6	放水設備	設備機器の詳細設計	<p>「塩害の照査」において、鉄筋位置における塩化物イオン濃度を覆工板（発進部）で 1.97kg/m³、覆工板（最深部）で 2.16kg/m³ などと設定しているが、その根拠は何か？海水が浸透したとすると、塩化物イオン濃度はその 10 倍程度に上昇すると想定されるが、鉄筋腐食発生限界濃度を超えるのではないか？</p>	<p>鉄筋位置における塩化物イオン濃度は、コンクリート標準示方書（設計編：2017年制定）に従って算出しており、今回の算出方法が特別ではなく、国内のコンクリート構造物はこの方法に準拠して計算しております。コンクリートの配合や鉄筋のかぶり（コンクリート表面と鉄筋の距離）によって、塩化物イオンの浸透度合いが異なり、鉄筋腐食発生限界濃度を上回らないように、セグメントの設計を実施しています。なお、塩害の照査においては、鉄筋が負担する応力も関係することから、水深が深い最深部の方が構造的に厳しい条件であるため、最深部の方が塩化物イオン濃度の数値が大きくなっております。</p>

No.	設備	カテゴリ	質問	回答												
⑩-7	放水設備	設備機器の詳細設計	<p>①放水立坑（下流側）のトンネル接続部の構造設計（補強の有無、強度評価）について説明のこと。②放水立坑（上流側）の応力度照査結果（資料 1 の 40 頁）にて底板及び側壁のせん断力の評価が作用応力が許容応力を超過しているが、せん断補強筋を配筋して耐力を強化した設計と評価結果を示して説明すること。</p>	<p>1) 放水立坑（下流側）のトンネル接続部の構造設計については詳細に地震時の検討を行うために 2 次元 FEM 解析を用い、放水トンネル軸直角方向および放水トンネル軸方向における接続部の相対変位 Δ を算出し、放水トンネルと、下流水槽および放水口ケーソンを繋ぐ接続ボルトは、変位差に抵抗するためのせん断力 S および引張力 P が生じるため、この各々の力により接続ボルトが破壊しないことを確認しております。</p> <p>地震時のトンネル軸直角方向の照査結果： $0.35 < 1$ 地震時のトンネル軸方向の照査結果： $0.07 \sim 0.40 < 1$</p> <p>2) コンクリートに作用するせん断力が許容応力を超過するが、超過分に対してはせん断補強筋を配筋することで、せん断耐力を確保する。評価方法としては、せん断補強筋が負担するせん断力を鉄筋の必要断面積に換算し、配置するせん断補強筋の総断面積が鉄筋の必要断面積を確保していることを確認する。下表の通り、総断面積が必要断面積を上回ることを確認した。</p> <p style="text-align: center;">せん断補強筋の評価結果</p> <table border="1" data-bbox="1272 930 2011 1086"> <thead> <tr> <th>検討部位</th> <th>総断面積 (cm²)</th> <th>必要断面積 (cm²)</th> <th>必要断面積/総断面積</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>底板</td> <td>661.9</td> <td>446.8</td> <td>0.68</td> </tr> <tr> <td>側壁</td> <td>1290.2</td> <td>738.8</td> <td>0.57</td> </tr> </tbody> </table>	検討部位	総断面積 (cm ²)	必要断面積 (cm ²)	必要断面積/総断面積	底板	661.9	446.8	0.68	側壁	1290.2	738.8	0.57
検討部位	総断面積 (cm ²)	必要断面積 (cm ²)	必要断面積/総断面積													
底板	661.9	446.8	0.68													
側壁	1290.2	738.8	0.57													

No.	設備	カテゴリ	質問	回答
⑩-8	放水設備	設備機器の詳細設計	<p>放水口の位置（第 5 回技術検討会【資料 1】の 50 頁）と地質調査データ①のボーリング調査位置（第 5 回技術検討会【資料 1】の 51 頁）は一致しているか。</p> <p>資料 1 の 107 頁を見ると放水口は砂岩に設置されて泥岩に設置されていない。106 頁の断面図と一致しないのではないかと。説明願いたい。</p>	<p>放水口の位置（第 5 回技術検討会【資料 1】の 50 頁）と地質調査データ①のボーリング調査位置（第 5 回技術検討会【資料 1】の 51 頁）は一致しております。放水口は 40m×40m 四方に海上掘削する予定であり、その範囲で地質調査①は実施しております。</p> <p>また資料 1 の 106 頁、107 頁とも泥岩と砂岩の互層を記載しており、想定地質断面図と柱状図は一致しております。放水口ケーソン全体（海底部まで含めて）は砂岩と泥岩の中に設置することは 106 頁、107 頁で示す通りです。</p>
⑩-9	放水設備	設備機器の詳細設計	<p>耐久性の照査の精度・信頼性についてです。例えば p28 の”ひび割れ幅：側面”では、</p> <p style="padding-left: 40px;">発生曲げひび割れ幅 (mm) 0.25</p> <p style="padding-left: 40px;">許容曲げひび割れ幅 (mm) 0.27</p> <p style="padding-left: 40px;">発生／許容 0.93</p> <p>とありますが、発生、許容値はどのように計算され、それらの精度、確度はどのように見積もられているのでしょうか？また両者の比 0.93 は通常良しとされている値でしょうか？</p>	<p>コンクリート標準示方書（設計編：2017 年制定）トンネル標準示方書〔共通編〕・同解説/〔シールド工法編〕・同解説（2016 年制定）（公社）土木学会等に基づき計算しており、発生曲げひび割れ幅、許容曲げひび割れ幅各々も精度、信頼性とも、コンクリート構造物としては十分信頼性は高いと考えております。また耐久性の照査は、構造物の特徴に応じて両者の比の大きさは異なります。特にトンネルのセグメント構造物のように、鉄筋のかぶりを大きくすると施工時（運搬時、据付時）にセグメントの重量が大きくなることやセグメントの割れ等で不具合も発生しますので、応力度の照査とバランスも考えて、鉄筋のかぶりを設定しております。今回その結果、耐久性の照査で 0.93 ということになっております。つまり耐久性の照査では、通常 1.00 を下回れば良いと判断しており、下回る数字の大小で判断するものではありません。</p>

No.	設備	カテゴリ	質問	回答
⑩-10	放水設備	設備機器の詳細設計	塩害の照査（第5回技術検討会【資料1】p43, 70, 88）では、鉄筋位置における塩化物イオン濃度と鉄筋腐食発生限界濃度（最大部位）での比が0.90~0.98と見積もられていますが、これらの精度、確度はどうなのでしょう？さらに、これで（安全と）よしとするのでしょうか？	耐久性の詳細は、【ひび割れ幅の照査】、【塩害の照査】で実施しておりますが、上記の回答の通り、コンクリート標準示方書（設計編：2017年制定）トンネル標準示方書〔共通編〕・同解説/〔シールド工法編〕・同解説（2016年制定）（公社）土木学会等に基づき計算しており、発生曲げひび割れ幅、許容曲げひび割れ幅各々も精度、信頼性とも、コンクリート構造物としては十分信頼性は高いと考えております。耐久性の照査は、構造物の特徴に応じて両者の比の大きさは異なりますので、応力度の照査とバランスも考えて検討しております。耐久性の照査では、通常1.00を下回ればよいと判断しており、下回る数字の大小で判断するものではありません。
-1	全体	その他	意図しない形でのALPS処理水の海洋放出をさせないために様々なインターロックを備えているが、これらが正常に作動するかどうかについて、使用前検査の対象となっていないのはどうしてか。例えば、緊急遮断弁が動作するかについて、重要な安全対策の一つと考えるため使用前検査の項目とするべきではないか	「意図しない形でのALPS処理水の海洋放出」は、実施計画申請後、原子力規制庁殿より異常事象の評価を主要な論点として挙げられたことから、審査の中で追加に検討したものである。これらの抽出の結果を踏まえ、必要に応じて使用前検査項目として設定する。
-2	放水設備	その他	トンネル掘削とともに発生した残土はどのように処理されるのでしょうか。構外へ搬出されるのでしょうか。	構内の土捨場にダンプトラックにて運搬します。構外には搬出いたしません。