

令和2年度原子力規制委員会
第40回会議議事録

令和2年11月25日（水）

原子力規制委員会

令和2年度 原子力規制委員会 第40回会議

令和2年11月25日

10:30～12:15

原子力規制委員会庁舎 会議室A

議事次第

- 議題1：中深度処分に係る規制基準等における要求事項に対する科学的・技術的意見の募集結果について
- 議題2：「建物・構築物の免震構造に関する検討チーム」の検討結果について
- 議題3：防潮堤等に作用する津波波圧評価に係る安全研究成果の審査ガイドへの反映について
- 議題4：第43回技術情報検討会の結果概要等について

○更田委員長

それでは、これより第40回原子力規制委員会を始めます。

最初の議題は、「中深度処分に係る規制基準等における要求事項に対する科学的・技術的意見の募集結果について」。

説明は大島管理官からお願いします。

○大島原子力規制部審査グループ安全規制管理官（研究炉等審査担当）

研究炉等審査部門の大島でございます。

資料1に基づきまして、「中深度処分に係る規制基準等における要求事項に対する科学的・技術的意見の募集結果について」、説明をさせていただきます。

「1. 経緯」でございますけれども、本年7月22日の原子力規制委員会におきまして、パブリックコメント（科学的・技術的意見の募集）の実施が了承されました。その後、本年7月23日から30日間、意見募集をさせていただきました。

その結果でございますけれども、2番目でございますとおり、本年7月23日から30日間で、意見といたしましては19件、うち対象外のもの1件となっております。

回答内容につきましては、この後、説明をさせていただきますけれども、資料そのものについての修正ということではなくて、「4. 今後の予定」にも書かせていただいておりますけれども、中深度処分に係る規制基準等につきましては、別途宿題を頂いております断層について、今、整理をしております。これについて、近日中に原子力規制委員会にお諮りをさせていただいて、最終的には要求事項の具体化についての検討になっていくと思っております。

さらに二つ目のマル（○）でございますけれども、別途御検討いただいておりますウラン廃棄物がございます。これについても、どちらも第二種の廃棄物埋設に係る規則での規制になりますので、二つを合わせた形で改正案、審査ガイド案等の作成ということで、来年4月頃までに作業を進められればということで、予定をさせていただきます。

それでは、別紙でパブリックコメントの意見の回答を説明させていただきます。

○前田原子力規制部審査グループ研究炉等審査部門安全規制調整官

研究炉等審査部門の前田です。

別紙の説明をさせていただきます。

本日は、少し量が多いので、主なものを説明させていただきます。

用語の説明に関すること、それから、意見を踏まえて、基準案の作成に当たって反映しようと考えているもの、これは三つございます。複数の方から同様の御意見があったもの、骨子案に記載した内容の明確化について、最後に意見募集を行った資料の記載に不整合があったものがありますので、1件、御報告させていただきます。

3ページの「1. 全体」の1-1のところですが、御意見の内容としましては、2行目に書いてありますように、用語について、資料全体を通じて一義的な意味で使用されているかどうか確認してくださいと。例えば骨子案に示された概念図では、坑道の埋戻しを

含む閉鎖措置終了時点を「埋設の終了」としているが、これは合っているのかどうかとか、そういった御意見がありました。

これを踏まえまして、回答としましては、事業許可後の規制期間中の事業段階は、六つの段階がありますということで用語を説明しまして、御指摘の平成30年の原子力規制委員会資料のいわゆる骨子案（平成30年8月1日原子力規制委員会・資料3別紙3）の「埋設の終了」という用語は誤りで、正しくは「閉鎖措置の終了」という回答にしております。後ほど御説明しますが、一番後ろのところに絵（図）を載せて、用語の定義を付けてございます。

通し番号の5ページの2-2を御覧ください。「2. 火山等」についての御意見です。

一番下から2行目のところに書いてありますとおり、廃棄物埋設地の破壊等が生ずることがないことという要求事項案を書いておりました。

次の6ページ、御意見の内容としましては、どういう影響が認められたら、「破壊等」に該当するのか、具体例を提示してくださいという御意見です。

1枚前に戻りまして、御質問に対する回答としましては、マグマの貫入による埋設地の破壊が生じるような影響を指していますということにします。ただ、「破壊等」の「等」は、こういった意味ですと不要ですので、これを「破壊」にして、この考え方に沿った基準案を作成することといたします。

通し番号6ページの3-2を御覧ください。「3. 鉱物資源等」に係る要求事項案です。

次のページに御意見の内容を書いておりますが、発電に利用することができる地熱資源についてで、付近に火山などの熱異常となる原因となるものがない場所であっても、地温勾配によって、地下深部では、地下水が高温となり得ると。このような地点は、発電に利用することができる地熱資源には含まれないため、このことが分かるような表現に見直すべきという御意見です。

これに対する回答としましては、一つ前のページに戻っていただきまして、鉱物資源等に関する要求事項というのは、資源採取を目的とした掘削行為を誘発することを避けるためのものでして、発電に利用することができる地熱資源というのは、鉱物資源と同様にその利用が経済合理性のあるもの、すなわち、比較的出力の大きい発電が合理的に可能な地点を対象とすることとしていますので、この趣旨に沿った基準案を作成することといたします。

通し番号11ページの4-5を御覧ください。「4. 放射性物質の漏出防止」に関するところ
です。

内容としましては、廃棄物埋設地からの限定された区域からの放射性物質の漏出を防止する機能について、次の行ですけれども、例えば廃棄体の閉じ込め機能のみで担保することも可能とするとしているが、解釈において記載することとしている趣旨の原案では、そのことが読み取れないため、以下のような表現に見直すべきという御意見が来ています。

御意見は、その下から書いてありまして、次の12ページですけれども、「地下水の侵入

を十分に抑制する構造及び放射性物質の漏出を十分に抑制する構造が相まって、または、「これ以降、「廃棄体により」うんぬんという表現にすべきだ」という御意見です。

これに対します回答としましては、前のページに戻っていただきまして、ここに示している内容は、埋設の終了から廃止措置の開始までの間についてのものであって、埋設の終了までの間における内容ではないので、原案の主旨に沿った基準案を作成するような回答にしています。

ただ、これに関しまして、資料の内容の不整合がありましたので、それを訂正させてもらいたいと思います。次のページの6行目の「また、」のところからです。本要求事項に関して、別紙1と別紙3の内容の不整合がありましたので、以下のとおり訂正しますとしています。

別紙3は、設計プロセスに関するものなのですが、以下の三つの観点から優れていると考えられるものとして挙げられる複数の選択肢に関する技術的根拠を含む人工バリアの設計のプロセスを示すこととしていました。このハイフン（-）が3個あります。

このうち、最初の二つのハイフンは、放射性物質の漏出防止に係る要求事項ですが、設計プロセスに係る要求事項について示している、別紙3にも誤って記してしまったものです。正しくは、人工バリアの設計プロセスを求めるのは、ハイフンの三つ目の廃止措置の開始後における放射性物質の移動抑制機能に関するものですので、上記の三つ目のハイフンのみが該当すると、ここで訂正させていただきたいと思います。

通しページの18ページの5-9を御覧ください。「5. 廃棄物埋設地の設計プロセス」に関する御意見です。

人工バリア及び天然バリアの状態に係るパラメーターを通常の状態において保守的な設定として評価を行った結果、評価される公衆の受ける線量が $100\mu\text{Sv}/\text{年}$ を超えないものを選定していることという要求事項案にしています。

これに対する御意見としましては、平成30年の検討チーム（※正しくは、廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する事業者との意見交換）会合において、事業者から $100\mu\text{Sv}/\text{年}$ の位置付けや、厳しい状態の考え方について、目的や必要性、なぜ $100\mu\text{Sv}$ という線量基準とするのか等、必ずしも明確に示されていないのではないかとといった御意見がありました。下から3行目ですけれども、特に概念的な議論だけではなく、確実に理解するために、パラメーター設定方法の例示等、評価の方法をより具体的に示していただきたい、こういった意見を申し上げたとしています。

次の19ページですけれども、資料別紙3の中にある「通常の状態において保守的な設定」と「最も厳しい設定」との評価の方法の差異は、定性的説明で明確ではないと。今後、策定される審査ガイドにおいて、明確にされるべきという御指摘です。

次が一方、なぜ $100\mu\text{Sv}/\text{y}$ という線量基準とするのかについては、明確な説明が示されていない。異なるパラメーターを用いて評価する基準が $300\mu\text{Sv}/\text{y}$ の3分の1と近接しているが、 $100\mu\text{Sv}/\text{y}$ の新たな基準の数字の根拠について、国際的にも納得がなされる説明を求め

るという御意見です。

これに対する回答としましては、前の18ページに戻っていただきまして、御指摘の部分というのは、性能水準確認シナリオに係るものであり、要求事項の案としては、次の括弧内のとおりです。

これは放射性物質の移動を抑制する総合的な性能が最も優れる廃棄物埋設地の設計を選定するに当たって、実効的な規制を行う観点から、候補となる全ての廃棄物埋設地の設計が一定以上の水準に達していることを確認するためのものです。

性能の指標として線量を用いる理由、それから、性能水準確認シナリオの設定の考え方、性能の指標の数値を $100\mu\text{Sv}/\text{年}$ とする考え方については、以下のとおり示しております。少し長くなりますけれども、それぞれ読ませさせていただきます。

性能の指標として線量を用いる理由としましては、生活環境への放射性物質の移動を抑制する総合的な性能というのは、人工バリアと天然バリアの性能によって決まります。この二つの性能を放射性物質の移動の抑制に係る直接的な指標で表すことは、理論的には可能ですけれども、指標の種類が多岐にわたって複雑化することが避けられないこと、放射性物質が生活環境へ移動してしまった場合の影響は、公衆の被ばくの形で生ずることになることから、性能の指標として線量を用いることには合理性があります。

なお、線量評価を行うためには、そのサイトにおいて一般的と考えられる生活様式等を設定する必要がありますが、これらは基本的にはサイトごとに決まり、設計によらない因子と考えられますので、設計オプション間の人工バリアと天然バリアの総合的な性能の差は、直接、線量評価結果の差として現れるものと考えています。

次が性能水準確認シナリオの設定の考え方ですけれども、設計プロセスで用いる性能水準確認シナリオは、人工バリアや天然バリアの性能を評価することを目的としたものであることから、要求事項案としては、実力としての性能を反映した結果が比較的得られやすいと考えられるシナリオとして、被ばくに至る経路は、最も可能性が高いもの、人工バリア及び天然バリアの状態に係るパラメーターについては、通常の状態の範囲内で設定することを求めることとしています。

また、通常の状態の範囲には幅があることが想定されますが、本シナリオは、この設計が一定以上の水準に達していることを確認するためのものであることを考慮して、要求事項案としては、通常の状態の範囲内で保守的なパラメーター設定とすることを求めることとしています。

最後に性能の指標の数値を $100\mu\text{Sv}/\text{年}$ とする理由ですけれども、 $100\mu\text{Sv}/\text{年}$ の意味について、平成30年度の原子力規制委員会の議論では、現在の技術水準で達成可能な性能であり、最低限満たすべきものとしています。

また、上記の性能水準確認シナリオの設定の考え方に示した性能シナリオ設定の保守性を考慮すれば、自然事象シナリオの線量基準である $300\mu\text{Sv}/\text{年}$ よりも小さい、すなわち厳しい値とすることは妥当と考えております。

それから、設計プロセスに関する審査ガイドにつきましては、前にお示ししたとおり、立地候補地点やより詳細な施設設計が明らかになった時点で、策定することとしています。通常の状態において保守的な設定とか、最も厳しい設定のより具体的な内容については、必要に応じて当該審査ガイドに記載する予定としています。

通し番号28ページの6-2を御覧ください。自然事象シナリオと線量基準についてです。

意見としましては、 $300\mu\text{Sv}/\text{年}$ を適用するシナリオにおける人工バリア及び天然バリアの状態に係るパラメーターについて、科学的に合理的と考えられる範囲の組合せのうち、最も厳しい設定とするところがあるが、平成30年度の骨子案で示された一つのバリア性能の著しく劣化した状態には相当しないとの理解でよいかという確認の御意見です。

回答としましては、3行目に書いてありますように、科学的に合理的と考えられる範囲を超えるような仮想的な設定を求めるものではありません。したがって、バリアの性能に関する十分なデータやエビデンスがある場合は、必ずしも一つのバリア性能の著しく劣化した状態を設定する必要はありません。ただし、十分なデータやエビデンスがない場合は、その機能が著しく劣化した状態を設定する必要があるという回答にしております。

一番下に書いておりますように、事業者が保守側に仮想的な設定を行うことを妨げるものではないとしています。

次は、通し番号の35ページの8-1です。地下施設に要求する耐震性能の考え方についてです。

御意見の内容としましては、3行目に書いてありますように、地下施設は一般的に耐震上リスクが小さくなると考えられるが、中深度処分の地上施設に対して設定する最も厳しい地震力、Bクラス、又はCクラスを地下施設に適用することで、地下施設の支持構造物等を保守的に評価することとすると記載されていることに関する意見として、その3行下に書いてありますように、地下は、地表に比べて、地震の揺れの大きさが $1/3\sim 1/5$ 程度であることが観測事実として分かっていると。

その2行下にありますように、本来、地震の影響が小さい地下施設に対して、地上施設に対して設定する最も厳しい地震力を適用することは、観測事実とも乖離しており、過度に保守的という御意見です。また、地上施設と地下施設は、自己振動するかしなないかで、本質的に地震時挙動が異なるので、地上施設に適用する静的地震力を大深度の地下施設に適用するのは適当ではないと考えるという御意見です。

これに対する回答としましては、6行目に書いてありますように、基準案の作成に当たっては、御指摘を踏まえて、太字で書いてありますが、以下のような主旨の記載を行うことにしています。

これはどういうことかといいますと、申請者が、地下施設を設置する場所から地表面までの地盤構造、地震動の増幅特性について、地震観測等による信頼性の高いデータを取得した上で、同一の地震が生じた場合の地上施設に生ずる地震力と廃棄物埋設地及び坑道に生ずる地震力との比率を評価できる場合は、当該比率を考慮した地震力の設定をしてもい

いといった内容の記載にしたいと考えております。

なお、地下施設においても、埋戻しが終了する前の段階では、廃棄物埋設地の空間内で振動し、慣性力が生じる施設が存在するため、本質的には地震時挙動が異なるとは言えないと考えております。

最後に40ページを御覧ください。参考と示しておりますが、最初に御説明したところで出てきました、中深度処分に係る用語の説明等を書いております。

左側の絵（図）は、平成27年の第2回の検討チーム（廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム）で示されました、電気事業連合会の絵（図）を基に、この絵（図）で言えば、こういったところが埋設地に該当するとか、坑道に該当するとか、こういった関係性を示して、例示として示しているものでございます。

説明は以上です。

○更田委員長

御質問、御意見はありますか。どうぞ。

○田中委員

よりの確に要求事項を示すために、いろいろな重要な御意見を頂いたと思います。メインのところは、事務局からあったとおりでございますが、用語の統一とか、漏出防止の期間とその方法とか、設計プロセスと性能の指標の数値、 $100\mu\text{Sv}/\text{年}$ の考え方とか、線量基準としての $300\mu\text{Sv}/\text{年}$ を適用する自然シナリオ等について、事務局の説明にあったとおりでございますが、よりの確に要求事項を示すということで、こういう回答でいいのではないかと思いますけれども、いろいろと御審議をいただければと思います。

○更田委員長

私から1点、通しの18ページで頂いている御意見ですけれども、御意見の5-9です。この点に関しては、2年ぐらい前からずっと議論をしているところで、BAT (Best Available Technology) (利用可能な最善の技術) の適用について、そうはいうけれども、審査でどう見ようかと。何らかの指標めいたものが要るのではないか。そもそもBATの要求自体が規制であるとか、要求になじむものであるかどうかというところで、随分議論はあったところですが、この頂いた御意見は、極めてごもつともで、 $100\mu\text{Sv}/\text{y}$ にしても、基準なり、解釈に定量値が書かれれば、それは基準値として見られることなのだろうと思うのですが。

一方で、 $100\mu\text{Sv}/\text{y}$ というのは、基準値というよりも、無理に言えば、むしろ参照レベルに近いもの、あるいは目安値というレベルなのか。通しの43ページに、以前、原子力規制委員会で議論した資料で、中深度処分の廃棄物埋設地及び坑道という(2)のところ、その前のページからですが、①、②、③、④が示されていますけれども、いわゆる①、②が求めるところであって、これをどう確認しようかというときの方法として③、④が出てきていて、ですから、 $100\mu\text{Sv}/\text{y}$ というのは、結果を要求しているというよりも、①、②が達成されているかどうかをどうやって見ようかというときに、判断のよすがとしようというものです。したがって、 $100\mu\text{Sv}/\text{y}$ というのは、基準値と位置付けられるよりは、先ほど

申し上げたように、目安値なのではないかと。

例えば100 μ Sv/yが達成されていれば、BATに向けて十分に努力は払われているねという判断をしますよということなので、本来の趣旨からいうと、やっぱり、これ、③、④は解釈というよりは、ガイドレベルの話、審査ガイドレベルのものなのではないか。100 μ Sv/yという数値も、ガイドに出てくるのがふさわしい位置付けなのではないかと思うのです。

一方で、今、前田調整官からも御説明があったけれども、ガイドというのは、これは事業者のアクションにもよるわけですがけれども、恐らくガイドが整備されるのはかなり先になる、そんなにすぐにではないと。というのは、設計等がある程度明らかになってから整えるとしているものなので、そうすると、このままこれを書かないと、ずっと先送りの申し送り事項になってしまうので、そういった意味で、解釈に書いておくかというものなのだろうと思うのです。

ただ、やはり工夫は必要だということは、300 μ Sv/yと同列ではなくて、300 μ Sv/yの方は明確な要求だけれども、100 μ Sv/yは達成レベルをこれで見ようとするものなので、少し記述の工夫は必要なのではないかと思います。

この点はいかがでしょう。伴委員、どうぞ。

○伴委員

今、更田委員長がほとんどおっしゃってくださったので、そのとおりだと思いますけれども、同じ「 μ Sv/y」という単位になっているので、皆さんはどうしても100と300と捉えてしまうのですけれども、中身は全く違う。それは我々がずっと言ってきたことで、300 μ Sv/yの方は、線量拘束値に相当する線量基準ですけれども、一方で、100 μ Sv/yの方は、性能の指標であると。だから、我々は元々線量である必然性はないと。ただ、先ほど前田調整官が説明したように、線量で規定するのが合理的だろうということなので、そういう形を取っているということですよ。

これは性能の指標で、今、更田委員長がおっしゃったように、飽くまで目安でしかない。だから、何という言い方をすればいいのか。目安値がいいのか、あるいはベンチマーク程度のものなのか、BATがきちんと適用されていれば、これぐらいは達成できるだろうという一つの目安でしかないので、ですから、先ほどのパブリックコメントの中にも、根拠は何なのだというものがありましたけれども、それをはっきり言ってしまうと、エキスパート・ジャッジメント（専門的判断）でしかないのです。だから、そういう意味で、非常にリジットな（厳格な）基準値のように捉えられるのは、確かに問題はあると思います。

○更田委員長

どうぞ。

○田中委員

今の件について、更田委員長、また、伴委員が言われたとおりでございます。また、一つは線量基準であって、もう一つは目安みたいなもので、「性能の指標」と言っていますけれども、また、ガイドに100 μ Sv/yの方を持っていくとすれば、時間が掛かる話ですし、

やっぱり初めのところに300 μ Sv/y、100 μ Sv/yをお示ししておかなければと思いますけれども、そのときに100 μ Sv/yというのは、どういうふうにこれを示すのがいいのか、それは工夫をしなければいけないと思いますし、言ってみれば、廃棄物の処分等の場合には、これまでと違うような概念も入ってきますので、どういうふうに規則、解釈を作り込んでいくのかについても、従来の考え方ではなくて、廃棄物の特徴を踏まえたような、より分かりやすく理解されるようなものを作っていく必要があると思います。それは一つの工夫だと思います。

○更田委員長

過去の指針類であるとか、基準類では、言い訳用に試みている例があって、例えば私や山中委員の専門分野でいうと、「許容設計限界」という言葉と「破損目安値」という言葉が使われているのです。ただ、実際の運用上は、目安値といっても要求と変わらないような運用を受けてしまうことが多いのだけれども、ただし、数値の意味するところというのは、明確にされるべきなので、この後、断層の部分もあり、ウランの部分もあって、その上で整備に向かうと。その際にもう一回パブリックコメントを受けることになるでしょうから。この（18ページの）5-9の頂いた御意見に対する対応について、今、私たちがお話しした意見については、表現の工夫を含めて、改めて検討してもらいたいと思います。

○大島原子力規制部審査グループ安全規制管理官（研究炉等審査担当）

研究炉等審査部門の大島でございます

本日の御議論、御意見をしっかりと踏まえて、解釈案等々について、記述の工夫を、ほかの横並びだけでは無理な部分はあるかもしれませんが、どんな工夫ができるのか、事務局としてしっかりと検討させていただきたいと思います。

○更田委員長

ほかの点については、何か御意見はありますか。石渡委員。

○石渡委員

最初の方の通しの5ページ、2-1の最後のところですがけれども、ここで意見をくださった方は、事業者が評価方法や使用するガイドなどを検討すると考えてよいかという質問をしているわけですがけれども、これに対する答えがイエスなのか、ノーなのかというのは、回答にははっきりと示されていないように思うのですが、このところはイエスなのか、ノーなのか。

○前田原子力規制部審査グループ研究炉等審査部門安全規制調整官

研究炉等審査部門の前田です。

回答に書いたのは、火山影響評価ガイド（原子力発電所の火山影響評価ガイド）を参考とすることが考えられると書いていますが、これを参考とするという位置付けで、必ずこれを適用するところまでは書いておりません。ただ、準用できるとは考えておりますので、そういった意味では、イエスなのかなと考えています。

○石渡委員

そうですか。

今回のものは、中深度処分ですから、ピット処分、トレンチ処分はまた別だとは思うのですけれども、イエスというセンスであるならば、できればもう少しそれが分かるような書き方にすることも可能かなと思います。

以上です。

○更田委員長

ほかにありますか。

本件は、科学的・技術的意見の募集を行いましたけれども、これで意見を頂いて、それにお答えをして、すぐに今度は解釈案を作ろうというものではありませんので、先ほど説明があったように、断層のものに関して、改めて御意見を伺う機会があるでしょうし、ウラン廃棄物についてということなので、今日、私どもを含めて出た意見を踏まえた上で、科学的・技術的意見の回答について、このようにまとまっています。

石渡委員の御指摘もあって、回答ぶりについては、改善の余地はあるのだろうけれども、内容としては、回答の案を了承してもよろしいでしょうか。何かありますか。いいですか。

(首肯する委員あり)

○更田委員長

それでは、まだ断層もあるし、ウランもあるので、作業を進めてください。ありがとうございました。

二つ目の議題は、「『建物・構築物の免震構造に関する検討チーム』の検討結果について」。説明は川内管理官からお願いします。

○川内長官官房技術基盤グループ安全技術管理官（地震・津波担当）

地震・津波担当、安全技術管理官の川内です。

資料2によりまして「『建物・構築物の免震構造に関する検討チーム』の検討結果について」、御説明いたします。

免震構造につきましては、規制基準としての審査の考え方とか、具体的な確認事項が示されていない状況でございますので、「1. 経緯」の3行目にありますように、規制基準の解釈（「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の解釈」及び「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」）のうち、免震構造に係る規定の改正とか、（建物・構築物の）免震構造に関する審査ガイドの策定を行う必要があると考え、規制庁におきまして、審査ガイドのドラフトを作成し、令和元年、昨年12月の規制委員会におきまして、審査ガイドのドラフトを示すとともに、その完成に向け、建物・構築物の免震構造に関する検討チームを設けて、検討を進めることを委員会に諮り、了承いただきました。

2. にまいりまして、今年の2月から10月にかけて、計4回の検討チーム会合を開催し、免震構造の審査の考え方、基準地震動、設計に関する基本事項、免震装置の品質管理について、主な論点として検討を行いました。この会合では、主な論点に係る検討に加

えまして、免震装置のメーカー、ATENA（原子力エネルギー協議会）及び事業者からも意見を聴取した上で、建物・構築物の免震構造に関する検討チームでの主な論点とその対応の基本方針・考え方という資料を取りまとめました。これにつきましては、別添の資料に掲載してございます。

次のページの3. 1にまいりまして、その別添に整理しました検討チームでの議論及びその結果を踏まえまして、審査ガイドのドラフトの修正の方針案を3ページ以降の表に整理してございます。

通しの3ページをお願いします。この表には、左から審査ガイド（ドラフト）の概要、検討チームの結果を踏まえまして修正の必要性・理由を真ん中の欄、右の欄にガイド（ドラフト）の修正方針という形で整理をいたしました。

「（1）免震構造の審査の考え方」の「①対象構造物」ですが、これが最も重要な議論の一つと認識しております。

審査ガイドのドラフトにおいては、Sクラスの建屋全般を対象とするという趣旨の記載にしておりましたが、検討チームの結果を踏まえた修正の必要性・理由の欄に示しますように、免震構造は、地震力の低減、地震時の作業環境の向上等の効果が期待できる一方、免震装置の機能喪失が上部構造の機能に大きな影響を及ぼすおそれがある。

つまり設計時の許容限界を超えた場合は、鉛直荷重の支持機能の喪失につながる可能性があることなど、そういった関連の議論を踏まえまして、右の欄の修正方針の1ポツ目の2行目ですが、機能を代替する設備が複数存在するもので、例えばSA施設（重大事故等対処設備）等が挙げられますが、それらのうちの一部の設備を間接支持する建屋を対象とするということです。

2ポツ目の免震構造とすることのメリットが大きいと考えられる施設、例えば作業員の居住性の向上が期待される緊急時対策所などについても対象とするとしました。

「なお、」とありますが、原子炉建屋については、対象としないと整理をいたしました。

これ以降は、免震特有の技術的な考え方についての整理ですので、比較的簡潔に説明したいと思います。

「②設計方針」のうち、審査ガイドのドラフトでは、積層ゴム及び履歴系ダンパーにつきまして、性能規定的に規定しておりますが、検討チームでの議論を踏まえまして、右欄の1ポツ目にありますように、積層ゴムは、弾性範囲を許容限界として設計することとし、試験等により妥当性が確認された許容限界も適用可能とするということ。

2ポツ目の履歴系ダンパーにつきましては、累積疲労損傷度を指標とした許容限界に対して、十分な余裕を確保すると具体化することといたしました。

4ページをお願いします。ここでは基準地震動についての整理です。

①の1ポツ目の国土交通省の技術的助言は、脚注にありますように、超高層建築物に関するものでありますが、ここにおいて、やや長周期の影響の確認についてと、2ポツ目の2行目の十分な継続時間に関する確認の必要性に言及する程度の記載としておりましたが、

検討チームでの議論を踏まえまして、右側の修正欄の1ポツ目にありますように、原子力発電所の立地地域によっては、国土交通省の技術的助言に対する影響を確認するという趣旨の整理。

また、2ポツ目のやや長周期帯の地震動レベルにつきましては、断層モデルを用いた手法による評価とか、一様ハザートスペクトルによる評価結果を踏まえて、適切に設定するということ。

3ポツ目の模擬地震動の継続時間につきましては、同じく断層モデルを用いた手法との比較により、妥当性を検証すると具体的に整理いたしました。

②の水平方向及び鉛直方向の地震動の組合せにつきましては、中央の欄にありますように、建屋の斜め方向に地震動を入力した場合に、建屋隅角部、これは対角線の端になりますが、そこに配置された免震装置の応答が大きくなることから、右の欄の免震装置にとって最も厳しくなる方向に対する影響を確認すると整理いたしました。

5ページにまいりまして、免震構造の影響事項についてです。

「①許容限界」につきましては、3ページ目と同様の内容ですので、割愛いたします。

「②フェールセーフの取り扱い」につきましては、脚注に記載がありますが、設計を超える水平方向の過大な変形によって、免震装置が荷重支持機能を喪失するおそれがある場合を想定し、鉛直荷重支持機能を担保する免震とは別の装置を設置することを、ここではフェールセーフと呼んでおります。

中央の欄の審査ガイドでは、基準地震動に対する免震構造の成立性を確認するものことから、右の欄にありますように、フェールセーフについては、設置する必要がないことと整理いたしました。

続きまして、6ページ目です。ここでは品質管理・維持管理について述べていますが、審査ガイドのドラフトにおきましては、同種の免震装置を別置き試験体として用意するなど、維持管理について検討することといたしました。中央の欄にありますように、一般建築物におきまして、免震構造の信頼性が向上してきたことなどを踏まえまして、右の欄に示しますように、別置き試験体は要求しないことと整理いたしました。

修正の方針については、以上の内容になります。

2ページ目の3.2に戻っていただきまして、現行解釈の改正についてですが、これにつきましては、審査ガイドの修正内容を踏まえた上で、免震構造の設計方針など、耐震構造を対象とした現行解釈で規定されていない事項の追加及び免震構造に適用する基準地震動の策定等について、現行解釈の記載の充実を検討するをしたいと思いますと考えております。

「4. 今後の予定」ですが、上記の3.、今、説明しました審査ガイド（ドラフト）の修正の方針案につきまして、委員会での了承が得られましたら、これを踏まえた現行解釈の改正案及び審査ガイドの案を作成し、令和3年2月、3か月後をめどに改めて委員会に諮ることとしたいと思いますと考えております。

私の説明は以上です。

○更田委員長

御質問、御意見はありますか。山中委員、どうぞ。

○山中委員

この検討会は、石渡委員と私の2名の参加をさせていただいて、議論に加わせていただきました。有識者の先生方には、ガイドの議論を計4回の検討会に御参加いただきまして、御協力を頂きました。ありがとうございました。

報告にもございましたけれども、有識者の先生方からも原子炉建屋への免震構造の適用は見合わせた方がいいけれども、独立したような重要な建屋、具体的に修正方針のところに出てきておりますが、緊急時対策所のような建屋、人員や内包する設備を守るメリットというのが非常に大きくて、免震装置の効果が非常に大きいという御意見を頂きました。対象構造物の修正方針としては、別紙のとおり、説明のあったような修正をしてはどうかと考えております。

そのほか、先生方、あるいは事業者、メーカーからも意見をいただきまして、設計方針とか、基準地震動に対する考え方のガイド修正を、方針のとおり提案させていただきたいと思っております。御議論いただければと思います。

○更田委員長

田中委員。

○田中委員

重要な点だと思いますので、一つ、確認のために質問なのですが、原子炉建屋は対象としないということの理由をもうちょっと説明していただけませんでしょうか。

○川内長官官房技術基盤グループ安全技術管理官（地震・津波担当）

地震・津波担当の川内です。

原子炉建屋につきましては、ここでの説明としまして、重要な安全機能を担う設備を多数支持するという非常に重要なもので、唯一の重要なものであるということと、3ページの上段の中央の欄に示していますように、基準地震動（Ss）の範囲では、免震装置が成立するように、設計方針として当然定めておりますが、仮に許容限界を超えるような事態が起こった場合に、免震装置が重要な設備を支持しているという機能を損なうことがございますので、そういったことを考慮しまして、今の段階では、機能を代替する設備が複数存在する建屋とか、免震とすることのメリットが大きいと考える緊急時対策所のような建屋を対象とすると整理をいたしました。

○田中委員

分かりました。

○伴委員

教えていただきたいのですが、対象構造物をこういうふうに規定したことで、逆に範囲が非常に狭まったような印象を受けるのですが、例として緊急時対策所が挙げられているのですが、そうすると、緊急時対策所以外では、例えばどんなものが対象に

なり得るのですか。

○川内長官官房技術基盤グループ安全技術管理官（地震・津波担当）

ここでは具体的には記載しておりませんが、3ページの右の欄の1ポツ目の機能を代替する設備が複数存在し、それらの一部を免震化するという考えですと、例えば重大事故等対処施設（SA施設）につきましても、例えば電源等を考えますと、車の上に設置したり、ポータブルなものを設置したり、多様化がなされていますけれども、そういったものの一部を免震構造にするということであれば、それなりのメリットがあると判断をしております。

○更田委員長

今、回答で気になったのは、重大事故等対処施設等と言ったけれども、重大事故等対処施設であるかどうかなかなか関係ないですよ。ここで重大事故等対処施設うんぬんと言及するのは、著しい誤解を招くので、今のことは取り消した方がいいと思います。

○川内長官官房技術基盤グループ安全技術管理官（地震・津波担当）

失礼いたしました。

○更田委員長

多様化されている、ないしは多重化されているものの一方に適用するという趣旨で書いているのですよね、これ。設計基準施設であろうと、重大事故等対処施設であろうと、あるいは特定事故等対処施設であろうと、そういった問題とは関係ない。同じ機能を持っているものが多重化されているときに、その一方に対しての適用が考えられるということが回答です。そのつもりでこの修正方針は書かれています。

いわゆる防護層をまたいでどうこうという話ではなくて、設計基準施設なら設計基準施設として、冷却ないし、またそのサポート系として、電源ないし、そういったものが複数あって、A系、B系ともに耐震の上に載っている場合に、一方を免震とすることは許容されるだろうと。ただ、逆に言うと、双方を免震化することは、視野に、対象範囲として入れていない。それから、むしろ単独ではあるのだけれども、免震にした方がメリットの大きいもの、ここの方がむしろ難しい話だろうと思っています。

緊対所（緊急時対策所）についても、一部申請の前例はあったのだけれども、結局、免震に加えて、耐震を備える、耐震のものを新たに作るようになった事例がありますし、先ほど田中委員から御指摘のあった原子炉建屋は、これはおよそ既設に対して適用するというのは、事実上あり得ないだろうと。確かフランスに免震を載せたという例があると聞いていますけれども、ただ、地震動のレベルが全く違う話ではあるので、事実上、原子炉建屋を考えることは、現実的ではないというのは事実であろうと思います。

あとは、緊対所以外に単独のものは考えにくいかな。スタックを載せたいといわれても、渡りが大きいから多分厳しいだろうし、全くほかのものと関連していない単独のものでということはあるかもしれない。保管庫であるとか、そういったようなものはあるかもしれないですけれども、むしろ実際上からいうと、既に構想が伝えられている電源系の一

方を免震の上に載せるというのが実態だろうと思います。ただ、この点は重要だと思いますので、対象範囲については、正確な記載をしてほしいと思います。

ほかに御意見はありますか。田中委員。

○田中委員

全く技術的な質問なのですが、4ページのところで、水平2方向だけでは不十分であって、免震装置にとって最も厳しくなる水平1方向を加えると書いてあるのですが、その理由は何なのか。

○川内長官官房技術基盤グループ安全技術管理官（地震・津波担当）

地震・津波担当の川内です。

斜め方向の場合は、中心からの離隔距離が長くなりますので、その場合は、建屋に転倒モーメントが作用した場合に、上向きの力が作用して、免震装置が若干伸びるような変形になるのですが、それが顕著に大きくなるのが対角線といいますか、四隅に設置された免震装置に効果が大きいということから、そういった最も厳しくなる状況も踏まえて、確認を行う必要があるという趣旨で整理をしたものです。

○田中委員

何となく分かったのですが、鉛直方向の地震動ではなくて、水平方向にも1方向かけないといけないということを言っているわけですか。

○川内長官官房技術基盤グループ安全技術管理官（地震・津波担当）

評価としましては、水平方向によって転倒モーメントで上向きの鉛直方向の力が作用する話と、当然上下地震動につきましても、同じように組み合わせる形で評価を行うこととなります。

○更田委員長

ほかにありますか。石渡委員。

○石渡委員

通しの5ページの一番下のフェールセーフのところなのですが、これを読むと、フェールセーフ機構を設置する必要はないということと、設置する場合は、それがほかの装置にどう影響するかを確認するというので、フェールセーフは付けなくてもいいけれども、付けてもいいような感じになっているのですが、これは要するに事業者の考え次第ということで、こういう文章になっているのですかね。安全を確保するという観点から言えば、フェールセーフ機構は、ないよりはあった方がいいように思うのですが、そのところの考え方を説明していただけませんか。

○川内長官官房技術基盤グループ安全技術管理官（地震・津波担当）

地震・津波担当の川内です。

基準地震動に対する設計の範囲としては、当然基準地震動に対して、免震装置が健全であるように設計することを要求しておりますので、その範囲では基本的にこういったフェールセーフ機構は不要であろうと。ただし、例えば安全性向上評価ですとか、そういった

ことを踏まえまして、より一層の安全性向上の観点から、事業者が独自にそういったものを設計するのであれば、それは拒むものではないと。ただし、今のお話にもありましたように、それによって免震装置ですとか、他の設備への影響がないということは、確認を行う必要があるという整理です。

○石渡委員

分かりました。

○更田委員長

ほかにありますか。

それでは、幾つかコメントがありましたけれども、これに示された方針にのっとって作業を進められてよろしいでしょうか。

(首肯する委員あり)

○更田委員長

それでは、作業を進めてください。

三つ目の議題ですが、「防潮堤等に作用する津波波圧評価に係る安全研究成果の審査ガイドへの反映について」。これも同じく川内管理官からお願いします。

○川内長官官房技術基盤グループ安全技術管理官（地震・津波担当）

地震・津波担当、安全技術管理官の川内です。

続きまして、資料3によりまして「防潮堤等に作用する津波波圧評価に係る安全研究成果の審査ガイドへの反映について」、御説明いたします。

「1. 趣旨」ですが、防潮堤につきましては、外郭防護施設に該当しまして、そういった場合、津波に対する設計を要求されていますが、これにつきましては、ここに示す二つの審査ガイド（「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」及び「耐津波設計に係る工認審査ガイド」）がございまして、この中で国交省の暫定指針等を考慮することとしております。

技術基盤グループの安全研究におきまして、津波波圧の評価に係る適用性を確認しまして、そこから得られた知見について、平成26年度から平成28年度に3回に分けて規制委員会に報告を行うとともに、(2)に示します三つのNRA技術報告を公表しております。

委員会報告のうち、3回目の報告につきまして、概要を含める形で説明申し上げたいと思います。少し飛びますが、通しの23ページをお願いします。ここに平成28年11月9日に委員会に報告しました「防潮堤等に作用する津波波圧評価に関する安全研究について」という資料を再掲載しております。

まず、図-1、津波評価の基本的なところを説明したいと思います。図-1は、縦軸が津波が作用した場合の圧力、横軸が経過時間となっております。最初に作用する段波波圧といいますのは、最初に防潮堤に衝突する津波が与える短時間で大きく変化する津波の圧力。その後の持続波圧は、段波波圧の後の継続時間の長い波圧であり、防潮堤には長時間で一定の範囲の波圧が作用するというものです。

(3)にまいりまして、平成26年の規制委員会、及び同年にNRA技術報告で水深係数の適用範囲についてと整理しましたが、ここでは持続波を対象としまして、フルード数が1以下の範囲であれば、国交省の暫定指針の考え方を適用できるということを報告しております。

ここで用語の説明ですが、フルード数は、「*2」にありますように、流体の慣性力(勢い)と重力との比を示す無次元数で、イメージとしては、流れの勢いを示す指標で、大きくなるほど流れが速いというイメージの指標です。

また、国交省の暫定指針につきましては、同ページの中ほどに「*1」がございますが、「*1」の3行目、防潮堤がない場合を想定して求めた防潮堤位置での津波の浸水深、津波の流れの深さから得られる設計用の浸水深の3倍、ここでは浸水係数3と呼びますが、この静水圧を用いることとしてございます。

同ページの(3)の二つ目のパラグラフですが、平成27年の9月の委員会と同年のNRA技術報告では、冒頭に説明しました段波波圧につきましては、この影響は、概して後に続く持続波による影響よりも小さいという内容を整理して報告してございます。

この報告は3回目の報告になっておりまして、その内容は26ページをお願いします。ここでは、フルード数が1を超える場合の評価結果について整理を行っています。

概要を説明いたしますと、1行目にありますように、作用波の流速の効果も勘案したエネルギー特性に係る指標に基づいて評価することが適切であろうと考えまして、ここでは最大比エネルギーに着目して整理を行いました。

最大比エネルギーというのは、「*4」に示しています。比エネルギーが単位体積重量の水の持つ全エネルギー、つまりは運動エネルギーと位置エネルギーの総和になりますが、この最大値に基づいて整理を行っています。

中央の図-4は、横軸がフルード数、縦軸が水深係数という形で整理を行っておりますが、ここでは比エネルギーに基づいてフルード数と水深係数を整理して、図の中央にありますような理論式と回帰式を両方評価したのですが、理論式に基づいて回帰式を評価したところ、両者は同程度、ほとんど差異がない結果となりましたので、理論式、回帰式の上の文章ですが、これより本水理試験結果の整理は、理論的に適正であることが分かったと整理いたしました。

28ページに行っていただきまして、「5. 今後の予定」ということで、この委員会報告の中でフルード数が1を超える場合につきまして、NRA技術報告として公開するという事と、下から4行目にありますように、これまで出しました二つのNRA技術報告の内容を踏まえまして、審査への活用を念頭に津波波圧の評価手法として取りまとめを行うということと、この取りまとめの結果を踏まえ、記載内容の充実等の観点から審査ガイドの改定を検討するということを報告し、了承されましたというところが経緯でございます。

冒頭の2ページをお願いします。2ページの上に(3)とありまして、これらの3編のNRA技術報告及び先の委員会への報告を踏まえまして、通しの5ページ以降に示します別添

のように「津波波圧評価に係る波圧確認事項（案）」を取りまとめましたので、これにつきまして、御了承いただきたいということと、本日の議論を踏まえ、耐津波設計に係る工認審査ガイドに反映する作業を進めることといたしたいと考えてございます。

津波波圧評価に係る波圧確認事項（案）の概要を説明したいと思います。「2. 1 位置付け」としてありますが、二つ目のパラグラフ、別添に示します津波波圧確認事項は、入力津波の影響を直接受ける施設及び設備に作用する津波波圧評価の具体的な確認手順を示すものと位置付けておりまして、その概要を2. 2以降に示してございます。

簡単に説明しますと、（1）で、冒頭に説明しました津波の波圧が段波波圧と持続波圧に適切に分類されているということと、その根拠が示されていることを確認するということ。

3 ページ目にまいりまして、（2）では、まず段波波圧に対する確認ですが、ここでは段波波圧を砕波段波波圧及び波状段波波圧に分類し、その発生可能性や影響が適切に評価されていることを確認すると。

砕波段波と波状段波につきましては、脚注の8と9に示しておりますが、砕波段波は津波の先端部が急峻な壁状となった後に波が砕け、防潮堤に作用する。これはサーフィンの場で、波が立ち上がった後、砕けるようなイメージの波になります。

脚注9の波状段波につきましては、波の先端部が複数の波に分裂し、防潮堤に作用する波圧を。これは特に遠浅のところできりやすく、また、河川の逆流のようなイメージで、洗濯板みたいに波が幾重にも分裂するようなイメージの波圧でございます。

（3）ですが、ここが持続波圧に対する確認事項ということで、国交省の暫定指針を用いて持続波圧を評価する場合は、フルード数が1以下になることを確認するということ、また、フルード数が1を超える場合につきましては、図-2に示していますフルード数と水深係数の関係ですが、これの赤で示しています評価式、 $\alpha = 1.90$ 掛けるという式を適用すると。この評価式につきましては、経緯のところでも説明しました理論式に基づきまして、これに工学的な判断と申しますか、この理論式に基づいて統計評価を行いまして、ここでは3 σ の線を引いたものです。これにつきましては、工学的な判断を踏まえまして、より係数が大きくなるような設定という配慮を行ったものです。

以上がここでの確認事項に対する概要です。

「3. 今後の進め方（案）」ですが、津波波圧確認事項を工認審査ガイドの別添として加える改正を令和2年度中に行うことといたしたいので、御了承いただきたいと考えてございます。

説明は以上です。

○更田委員長

御質問、御意見はありますか。

○田中委員

二つ技術的なことを教えてほしいのですけれども、3 ページの上の（2）、段波波圧の

評価については、適切に評価する方法があるのかどうかということと、二つ目は（3）ですけれども、27ページ、28ページを見ると2 σ だったのですが、先ほど話があったように、この評価式は3 σ となっているのですけれども、それはどういう理由によるのか。この二つについて教えてください。

○川内長官官房技術基盤グループ安全技術管理官（地震・津波担当）

地震・津波担当の川内です。

段波波圧につきましては、基本的には持続波圧よりも小さくなるので、設計の観点では考慮する必要はないということと、持続波圧を超えるような段波波圧につきましても、国交省の暫定指針（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）の水深係数3に基づいて同様に評価をすれば、適切な評価ができるということを研究の中で確認してございます。これが一つ目の回答です。

3 σ につきましては、2 σ とするか、3 σ とするかというのは、議論があるところかと思いますが、NRA技術報告の中では、この理論式に基づきまして評価を行いまして、2 σ でも今回の計測結果をぎりぎり包絡することを確認しておりますが、より係数を保守的に設定できるという観点から、一つの目安として3 σ を今回の確認事項として提案した状況です。

○更田委員長

今の説明はどうなのでしょう。保守的なのは分かるけれど、保守的ですよと言ったら青天井に保守的になるけれども、3 σ といたらちょっと強烈ですよ。データのまとまりから考えても、3 σ というのは、普通は取らないやり方で、だから、保守性の考え方が整理されていけばいいのですけれども、審査で使うとなったら、最終的に保守性が各段階で積み上げられていて、トータルで保守性がどうだという議論になるのでね。保守的だからということでは説明にならなくて。

山中委員、どうぞ。

○山中委員

結局、図-2の評価式というのが、3 σ 相当になるということなのですかね。私の解釈では、理論式に1.9倍を掛けた包絡する保守的な式という意味で受け取ったのですけれども、この式自身が3 σ の式になるのですか。

○川内長官官房技術基盤グループ安全技術管理官（地震・津波担当）

地震・津波担当の川内です。

実際は、今、御説明いただいたように、今回の計測結果を包絡するような、何かしらの設計に向けた線を引きたいという命題がございまして、その中で、この理論式に基づいて、当初は2 σ 、3 σ と線を引いて検討していたのですが、2 σ ですと、プロットしている点の幾つかがその線をはみ出るといこともございまして、そうであれば、いっそのこと、3 σ 相当ということで、結果的に1.9としていますのは、3 σ ともほぼイコールの数値になっています。設計という観点では、今、フルード数が0から1の範囲は、水深係数が3と

いう一律の値を用いるとなっていますので、例えば水深係数が1から2の間につきましては、水深係数5で一定の線を引くというのも、設計の考え方としてはあるかと思いますが、そういった考え方の中での一つの提案として、ここでは理論式の1.9倍を提案しましたという、工学的な判断に基づいての提案です。

○更田委員長

工学的判断というのであれば、実験データというのは、全てを包絡させなければ保守的でないというのは、全く間違った考え方だからね。そんな視点で作られている基準は余り見たことがない。そもそも現象そのものが持つばらつきは、取りあえず置いておいたとして、実験がどの程度のばらつきを持っているのか、実験精度がどの程度なのかという視点があって、こういった実験データの傾向を見たときに、 σ なのか、 2σ なのかという包絡する議論はあるけれども、そのときには説明が必要であって、しかも、ここに書かれているのは理論式の1.9倍であって、 3σ の線を引いたわけではないですね。

○川内長官官房技術基盤グループ安全技術管理官（地震・津波担当）

3σ を目安として、1.9倍の線を引いてございます。何かのよりどころが欲しかったので、 3σ で引くと1.9倍になります。

○更田委員長

論理式に1.9倍って、1.9に意味を与えているならともかく、理論式の1.9を書くのは、もしこれが論文の査読だったら、むしろ 3σ の線を引いてくださいと言われてしまうだろうね。 3σ をよりどころにして理論式を1.9倍しましたというのは、川内さん自身、工学的判断と言ったわけだから、判断のよりどころがあるはずだよね。 2σ の線が引いてあって、 3σ の線が引いてあって、 2σ だと出てしまうものがあるから、いっそ 3σ というのは、私が審査を受ける立場だったらチャレンジするかな、これ。

○山中委員

これはチャレンジしてもいいのですよね。ガイドでは、恐らくそういうガイドになるのですよね。

○佐々木長官官房技術基盤グループ技術基盤課企画調整官

技術基盤課、佐々木です。

こちらはもちろんガイドになりますので、一例として、元々記載する予定にしておりますので、チャレンジしろというのですか、そういうことは、分かるように記載したいと思います。

○更田委員長

チャレンジしろが余り大きいようだったら、それはガイドとは呼ばないよね。

この点は一旦置いておいて、ほかに御質問なり、御意見があれば。伴委員。

○伴委員

ほかにではないのですけれども、先ほどの委員長の指摘と重なるのですが、安易に σ と言わないでほしいのですよね。ばらつきの中身が何なのかということで、それが現象のば

らつきを見ているのか、観測のばらつきを見ているのか、それ以外の系統誤差を見ているのか、それによって変わってきますよね、議論が、そもそも包絡するということがね。それを安易に σ という言葉でくくらないでほしいのです。この手のフィッティングをするときに、残差が正規分布あるいは対数正規分布に従うという暗黙の仮定を置いて、それで σ で語っていますけれども、そもそもその仮定が合っているかという話になりますから、あくまで不確かさ、あるいはばらつきがあって、そのうち、ここで考慮すべきものは、こういうばらつきだから、こういうふうにしましたという説明でないと、単純に 3σ で1.9倍ですと言われても、それは納得がいかないです、やっぱり。

○更田委員長

伴さんは、私のチャレンジの仕方を例示してくれたのだけれども、これ、審査される側としてチャレンジするとしたら、そもそも正規分布になっていますかと。それだったら、 σ を使う根拠は何ですか。それから、実験は実験でそれぞれ傾向を持っているおそれがあって、それがきちんと整理されているか。ここはやはりよりどころということではなくて、我々としては、保守性をア・プリオリにのせたという方がまだ納得できるけれども、それは規制する側の要求の考え方だから。だけど、ばらつきがあるから、あるいは分布しているから、それをカバーさせるのだったら、納得はしませんね、やっぱりね。

○川内長官官房技術基盤グループ安全技術管理官（地震・津波担当）

地震・津波担当の川内です。

今の点、少しよろしいですか。

○更田委員長

はい。

○川内長官官房技術基盤グループ安全技術管理官（地震・津波担当）

計測データですので、系統的なばらつきといいますか、計測にかかるものについても、どういう形で分析するかということは悩んだのですが、ここでは、26ページで説明しましたように、理論式と回帰式がほぼ一致してくれるところがございましたので、そういった意味では、計測の中で偏りとか、隔たりですとか、そういったところは極力小さくなっているのかなと見ました。

あと、平成26年の段階で更田委員長からも御指摘があったのですが、注意すべきパラメーターとしては、粘性ですとか、表面張力ですとか、そういったいろんなパラメーターがあるけど、そういったところも純粋な研究としては踏まえなければいけないけれども、規制研究という意味では、この程度の整理でもよろしいのではないかという趣旨の御発言がございまして、そういったところを踏まえまして、今、このばらつきとしましては、ランダム的なばらつきが大勢を占めているのではないかと、こちらでは判断してございます。

○更田委員長

「まあ仕方ないか」ということを「それでいい」と捉えられると、私としては反論したくなりますけれどもね。

○石渡委員

理論式なり、実験式を求めたのは、水槽での実験データに基づいているわけですよね。実際に自然の環境でこのとおりにいくかどうかというのは、また別の問題。そういうことを考えると、 3σ というのは、そう悪くはないのではないかというのが私の印象です。

一つお聞きしたいのは、これは工認ガイドですね。これが許可する前の基準津波、入力津波といったものに跳ねることはないという理解でいいのですか。

○川内長官官房技術基盤グループ安全技術管理官（地震・津波担当）

地震・津波担当の川内です。

基準津波に基づきます入力津波が作用した場合、その波圧をどう評価するかという観点で、ここでは設計上の浸水深、防潮堤の位置での深さ、入力津波による深さに基づいて、その波圧をどう作用させるかということになりますので、そういった意味では、基準津波側に跳ねることはないと考えています。

○石渡委員

例えば、段波が大きくなるような津波を最初から仮定しなさいとか、そういう話ではないということですね。

○川内長官官房技術基盤グループ安全技術管理官（地震・津波担当）

津波の段波と持続波のどちらが強くなるかというのは、津波の周期にもよるかもしれませんが、地形的な効果はかなりを占めると考えていますので、そういった地形効果を適切に評価に取り込んで、その結果に対して評価が適正になされれば、それでよろしいと考えます。

○石渡委員

分かりました。

○更田委員長

報告をしているのは基盤グループなので、要求レベルが少し高くなるのかもしれないけれども、水理試験に基づいたデータである以上は、次元を減らしているというか、側壁効果に対する考慮で、実験それぞれについて、データに表れてくる影響因子に対する考察があるはずなのでよね。そういったものを踏まえて、しかも、全ての実験データを包絡させるとか、さらにそれに対して保守性を加えるかどうかというのは、審査の方の判断であって、だからこそガイドに結び付けようとしているわけだけれども、先ほどの点は説明が釈然としないということなのかな。

これからガイドにすることなので、取りあえず別添として加える改正を今年度中にいうことですがけれども、その仕上がりを見て、改めて議論、コメントという形にしますかね。それでよろしいですか。今日のところは方針の確認なので、よろしいでしょうか。

（首肯する委員あり）

○更田委員長

今日出た指摘を踏まえて、準備を進めてください。

どうぞ。

○田中委員

これは二次関数と言いながら、一次項が入っていないのでね。26ページからは、二次関数のときにも、二次項とか、一次項が入っているので、どういう式がいいのかも検討してから、こういう評価式を作るべきではないかと思えますけれども。

○川内長官官房技術基盤グループ安全技術管理官（地震・津波担当）

地震・津波担当の川内です。

今の件につきましては、ベルヌーイの定理というものがございまして、それに基づいてフルード数に基づく関数として整理を行っておりますので、その結果として、「 ax^2+1 」という式を導き出されていますので。

○田中委員

それは分かっているのだけれども、27ページを見ると、一次項が入った方が実験結果をよりうまく説明しているような感じがしたものですから、今の意見を言いました。

○更田委員長

今、川内さんは、田中委員の指摘をキャッチしていないよ。しかも、ベルヌーイの式を知らない人はここにいないから。どうしてそういう扱いができているのかというところを指摘されているのであって、後でゆっくり指導を受けてください。今のは、質問自体をキャッチしていないと思います。

○川内長官官房技術基盤グループ安全技術管理官（地震・津波担当）

承知いたしました。

○更田委員長

ほかによろしいでしょうか。 それでは、作業を進めてください。

四つ目の議題ですが、「第43回技術情報検討会の結果概要等について」。説明は、遠山基盤課長からお願いします。

○遠山長官官房技術基盤グループ技術基盤課長

それでは、本年10月29日に開催されました、第43回の技術情報検討会の結果の概要を御報告いたします。

資料の右下のページで2ページから概要をまとめてございます。

まず最初に（1）で、安全研究や調査・研究から得られた最新知見について、2件御報告をいたしました。

最初の1件は、外部事象等による衝突・衝撃に対する評価手法の検討として行っている研究の中で、試験を実施したもので得られた知見であります。具体的には計器用の変圧器を用いて、衝撃にどの程度耐えられるかという試験を行ったわけですがけれども、元々の想定と違いまして、振動台上の加速度で2Gという比較的小さな加速度を超えたところで機能を喪失してしまったと。通電する端子の接点の変形や抜けなどがあったというものであります。

この原因につきましては、試験として用いた機器の構造が、メンテナンスを想定して台車の上に乗せて引き出しができるものであったと。支持をする部分にガタという、いわゆる遊びの部分がございまして、これによって変位が大きく出てしまったものであろうと。変位、ずれが生じないように固定を強化して、再度試験をしたところ、30Gまでもったというものでございます。

これについては、既に衝撃に対する荷重に耐えるようなものにするという要求は出ておりますけれども、今回の試験の知見を踏まえまして、事業者がこの情報を共有することとしたいと。この研究は現在実施しておりますので、詳細なデータにつきましては、今年度末に研究報告書として取りまとめていく予定ですので、これは事業者に開示したいと思っております。

二つ目は、調査・研究に関わるものですが、南海・駿河トラフの巨大地震による駿河湾における津波の堆積物を調査したところ、過去5,000年間の間に四つの津波堆積物が識別されまして、そのうちの二つについては、地震とともに海底地滑りが起こっていた可能性があるというものであります。

本知見につきましては、庁内の規制実施部門に情報を共有しております。これに限らず、津波堆積物については、今後も引き続き情報収集を進めていくとしております。

(2) ですが、国内外の原子力施設の事故やトラブル情報の分析をしております。

状況でございますが、新しい情報として、60件のものを分析いたしまして、いわゆる一次スクリーニングを行いました。その中に重要なものは特にございませんでした。

そのほかに、以前から行っている二次スクリーニングという状況のものは、継続して調査をしている。あるいは技術情報をより深く調べていく状況にあるものが2件ございます。

60件のスクリーニングした情報の中で、特徴的であったものを2件報告しております、一つはカナダの原子力発電所で、これは湖から取水をしている発電所なのですが、藻が大量に発生して、このため4基の原子炉を手動で停止せざるを得なかったというものであります。これについては、藻を取り除く対処が不十分であったことなどが原因と考えられております。この藻の種類について、調査できないかという御提案がありました。引き続き調査をしようと思っております。

二つ目ですが、これも海外の発電所ですが、定検（定期検査）後の再起動を行うときに、複数の安全関連ポンプが動作できなかったと。この原因は電源に用いている遮断器の多重故障であって、この発電所では同一の製品ロットの部品については、複数の安全機器に同時に交換しないこととしていたのですが、この規則にも反していたものであります。

議論の中では、国内では、このようなものについて、調達管理で品質を確保していると思うけれども、具体的に高い品質を確保しているために、加えてどのような対策が採られているか調べるというのではないかという助言がございました。

本件は、一次スクリーニングをこれ以上進める必要はないと判断いたしましたけれども、

OECD/NEA（経済協力開発機構原子力機関）のワーキンググループでも取り上げておりますので、新たな情報が得られた場合には、再度分析をしたいと考えております。

続きまして、前々回、第42回の技術情報検討会で十分な議論の時間が取れず、報告ができなかった案件を今回報告いたしました。

一つは、海外の原子力発電所の非常用ディーゼル発電機で、連続試験をしていたときに、排気管の貫通部付近でぼやが発生したというものであります。これ自体は、建屋を改造した場合の工事における品質保証などが問題であったので、スクリーニングアウトをしていたのですが、試験の時間の要求について、追加調査をするようにという宿題があったものであります。

これにつきましては、調べましたところ、米国の規制では、システムを据え付けた後に一度行う使用前試験、定期検査ごとに行う試験と2種類ありますけれども、長い時間にわたる試験を要求していると。一方、国内においては、使用前検査において3～4時間の連続運転試験を行っておりますが、定検時には短時間の起動試験と分解点検を行っているものであります。

本件につきましては、国内でこのような試験において、火災発生の影響評価を行っているのかどうか。それから、海外と比べて国内の試験の時間を短くしている根拠を事業者を確認するようにという助言がございました。また、米国以外の国の状況も調べてほしいという助言がございまして、現在これに関する調査を行っております。

二つ目も、これも海外のBWR（沸騰水型原子炉）プラントでありますけれども、原子炉水位計に用いている小口径の配管の中の冷やしばめ継手という部品の部分が完全破断をしたという事例であります。原因は水素脆化と考えられておまして、この継手をこの発電所が採用した当時、1980年代には、まだ、この場所に使っている材料、ニッケルチタン合金の水素脆化という事実は余り知られていなかった。しかし、その後、米国の規制局は、そのリスクを事業者にも周知をしたわけですが、そのリスクというのは、主にPWR（加圧水型原子炉）での運転環境下でのリスクだとしておりましたので、BWRの環境下ではこれに該当しないとして、対応していなかったものであります。

本件につきましては、国内でこのような材料のものが配管系で使われているかどうか、特に環境に水素リッチな状況がある場所で使われているかどうかということについて、続けて調査をすることといたします。

三つ目は国内の事例であります。建設中の原子力発電所で、消防車の車庫で、化学消防車両の火災が発生したというものであります。これはいわゆる可搬型の機器を複数準備するというのをいたしましたけれども、まだ再稼働に至っていないプラントでは、維持管理に課題があったのではないかと、これについては実態調査を行っていきたいと思います。

最後に、長期間ですが、要対応技術として情報を継続ウォッチしているものですが、米国におきまして、安全系の中にいわゆるデジタルの部品をあらかじめ組み込んだよ

うな装置を使っていくことについて、規制の基盤、それから、品質保証のプロセスを改善していきたいという取組が規制局と産業界を中心に数年にわたって行われております。これは、商用的なデジタル部品をより使用できるように、使用の範囲を拡大していきたいという動きでございます。

これにつきましては、規制側と産業界側でそれぞれ手順に関わる文書を新たに3件用意いたしまして、比較的安全上のリスクが低いシステムにつきましては、簡易的な評価によって、このような部品を使うことができるという仕組みを構築したものでございます。

本件につきましては、国内でこのような商用グレードの部品を安全設備に用いることがあれば、検討課題になりますけれども、現時点ではそのような状況にない。しかし、将来的には、このような動きが出てくることもあり得ますので、この米国の動向は継続して注視をしていきたいと考えております。

報告は以上です。

○更田委員長

御意見はありますか。山中委員、どうぞ。

○山中委員

技術情報検討会には、私、石渡先生が出席をさせていただいています。

今回報告がありましたトラブル事例の中で、特に気になったのは、非常用ディーゼル発電機の試験時間の問題でございます。日本では、据え付けてから24時間の長時間の試験は特に要求をしていない。また、3時間程度までの試験はした経験があつて、故障率は時間とともに減少していくのだという結果は、事業者から報告があつたようなのですが、実際に据え付けてから24時間動かしてみるとどうなるのかというのは、国内では全くデータがないということで、海外の事例も含めて更に調査をしていただくということで、お願いをしているところです。

私からは以上でございます。

○更田委員長

今、山中委員から指摘があつたのは、通しでいう86ページに資料がありますけれども、故障が起きるとしたら起動時が非常に多いですが、最初の10時間ではあるものの、長時間運転をしていくと、件数が改めて表れるようなところもある。24時間、どうだろう。その試験にどのぐらいの意味があるのかというのは、なかなか難しいところではあるけれども、これは調査というか、分析を続けてもらいたいと思います。

あとは、日米でいうと、米国はPWRとBWRとの間に差がないのだけれども、日本はPWRとBWRの間に結構な差がありますよね。EDG（非常用ディーゼル発電機）に差があるとも余り思えないのですけれども。

ほかにありますか。田中委員。

○田中委員

技術情報検討会の結果報告ありがとうございました。

二つだけ、技術的なことで教えていただきたいのですが、1ページ、2ページのところで、ガタについて、しっかりとページ数を使って書いていただいているのですけれども、試験した初めの方はどういうふうに固定していたのか、固定していなかったのか、その辺を教えていただきたいのですけれども。

○川内長官官房技術基盤グループ安全技術管理官（地震・津波担当）

地震・津波担当の川内です。

この変圧器につきましては、現場では盤の中に収納されていまして、メンテナンス用で机の引き出しみたいなレールがついている構造になっています。その盤全体の加振試験というのは重くてできませんので、変圧器を支持しているレールの部分を取り出しまして、レールの部分を振動台の上に固定して試験を行ったというものです。レールですので、ストッパーがないと、地震時などはそれが飛び出してきてしまいますので、そういうものを防止するためにストッパーのピンがここにはついておりますので、そういったところもあわせて、実機をそのまま持ってきて試験を行ったものです。

○田中委員

あとは、固定方法とか、設置方法がよくなかったということなのですかね。

○川内長官官房技術基盤グループ安全技術管理官（地震・津波担当）

そこにつきましては、耐震の観点からも、飛び出さないようなストッパーはついているのですが、今回の衝撃力が多少大きかったのかもしれないですが、そのピンが外れて飛び出してしまったという事象も出ていますので、そういった意味で、ガタのある場合の固定を適切に行う必要があるということを実業者側に注意喚起したいというものです。

○田中委員

もう一つ、5ページに小口径配管の水素脆化破断というものがあるのですけれども、水素脆化の感受性が高い材料が用いられていないことを確認すると書いてあるのですが、どういう材料、あるいはどうなっていたら水素脆化の可能性があるということの認識・知見は十分にあると思ってよろしいのですか。

○片岡長官官房技術基盤グループ技術基盤課原子力規制専門職

技術基盤課、片岡です。

資料にありましたように、米国ではインフォメーション・ノーティスという形で、水素脆化の感受性が高い材料について報告がございますので、それを利用して調査したいと思っております。

○田中委員

十分に科学的な知見を反映したものだと思っていいわけですか。

○片岡長官官房技術基盤グループ技術基盤課原子力規制専門職

そう考えておりますけれども、これからもっとよく調査したいと思っております。

○更田委員長

ほかにありますか。

私が一番気になったのは、これはIRS（IAEA（国際原子力機関）の原子力施設事象報告システム）情報なので、資料の上で細部は公開されていないのですが、遮断機の多重故障ですね。これが一番気になる。恐らくは、WGOE（運転経験ワーキンググループ）、NEAのワーキンググループ等でも取り上げられるだろうと思うけれども、これは追いかけてほしいと思います。

それから、通しでいうと31ページで、これはスクリーニングアウトされているのだけれども、柏崎刈羽の7号機のタービン建屋で水密扉の不具合がありましたよね。これも既にスクリーニングアウトされてはいるのだけれども、水密扉については、新規制基準適合に際して様々なところで採用されているので、これは東京電力に限らずですね、検査のほうの注意事項かもしれませんが、しっかりと追いかけてほしいと思います。

ほかに何かありますか。よろしいですか。

それでは、本件は報告を頂いたということにします。ありがとうございました。

本日予定していた議題は以上ですが、ほかに何かありますか。

高浜発電所のSG（蒸気発生器）について、トピックス（配付資料「原子力施設等におけるトピックス」）に載っていますが、武山管理官から何か説明はありますか。

○武山原子力規制部検査グループ安全規制管理官（実用炉監視担当）

実用炉監視部門の武山です。

高浜発電所の蒸気発生器の4号機の伝熱管ですけれども、損傷があったということでございます。外面からの損傷でございまして、4本の伝熱管に対してあったということでございます。

事業者がテレビカメラで観察をしまして、今、我々がつかんでいる情報によると、やはり異物が入って傷を付けているということで、異物が挟まっている状態の写真も出ています。これから異物を取って分析することをやるということになっております。

本件は、前回、3号機でも異物による損傷ということ、その前の4号機でもそうですし、もっと前の3号機では、20%未満でありましたけれども、異物によるものと思われるものがあったということでございます。

本件に関して、原子力規制庁としての対応として、本年11月11日に原子力規制委員会です承を頂きました三つの対応区分、対応区分1、対応区分2、対応区分3がございまして。それに照らして考えますと、本件に関して、傷の状態は大体深さが30%から40%ぐらいと思われましても、その程度であるとする、重要度評価で「緑」（安全確保の機能又は性能への影響はあるが限定的かつ極めて小さなものであり、事業者の改善措置活動により改善が見込める水準）程度と考えられますので、それに沿った対応、日常検査での確認と必要に応じて公開会合をするということですので。

あと、評価に関しては、四半期報告の際に了承を得るという対応区分をおきましたけれども、その対応でいきたいと思っております。

以上です。

○更田委員長

山中委員、どうぞ。

○山中委員

本件は、高浜発電所4号機の蒸気発生器の伝熱管の外面損傷が生じたという案件でございますが、3号機も含めると、4度目の損傷の発生でございます。前回、4号機での対策後に再発した事例となると思います。

安全上の重要度は、報告にございましたように、それほど高くなくて、判定としては「緑」でよろしいと思います。

原因は、金属片の持込みによる摩耗損傷であろうと、これは前回の分析結果と同じだろうと思います。ただし、国内外でこのような事例は、それほど発生頻度が多くないわけでございますけれども、高浜発電所で4度目ということで、発生頻度の多さを考えますと、事業者には再度調査を行っていただいて、再稼働時から含めて、金属片などのデブリ（異物）の炉内への持込みの要因などを調査、検討していただいて、対策を講じるように指示をしていただきたいと。

面談での事実確認を十分にやっていただいた上で、最終的には公開の会合で、事業者の抜本対策を確認していただくようお願いしたいと思いますが、いかがでございますか。

○武山原子力規制部検査グループ安全規制管理官（実用炉監視担当）

はい。分かりました。

○更田委員長

ほかにありますか。

今、山中委員は、事象の安全上の重要度は高くないというおっしゃり方をしたけれども、当該機器の安全上の重要度は高いので、何しろSGで起きたことなので。そして、高浜発電所はやはり多いねというのが印象で、二次系の作業で異物を入れてしまったということなのでしょうけれども。

事業者自身、関西電力自身が、極めて頭が痛いだらうから、改善に向けてのインセンティブが働く方向にはあるのだけれども、繰り返しますけれども、蒸気発生器は非常に重要ですので、しっかり原子力規制庁としてもフォローして、事実関係を把握してもらいたいと思いますし、そもそも異物を持ち込んだ作業の管理がどうであったかというところは、しっかり押さえてほしいと思います。ありがとうございました。

ほかに何かありますでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、以上で本日の原子力規制委員会を終了します。ありがとうございました。