

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第583回

平成30年6月7日（木）

原子力規制委員会

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第583回 議事録

1. 日時

平成30年6月7日(木) 13:30～16:20

2. 場所

原子力規制委員会 13階 会議室A

3. 出席者

担当委員

山中 伸介 原子力規制委員会 委員

原子力規制庁

山田 知穂 原子力規制部長
山形 浩史 緊急事態対策監
小野 祐二 安全規制管理官(実用炉審査担当)
小山田 巧 安全規制調整官
止野 友博 上席安全審査官
中川 淳 上席安全審査官
植木 孝 主任安全審査官
片桐 紀行 主任安全審査官
加藤 竜馬 主任安全審査官
竹田 武司 主任安全審査官
堀口 和弘 主任安全審査官
佐藤 雄一 安全審査官
三浦 宣明 安全審査官
小野 幹 安全審査専門職
堀野 知志 技術参与

東北電力株式会社

若林 利明 原子力本部 原子力部 部長

小保内 秋芳	原子力本部	原子力部	副部長
平川 知司	原子力本部	原子力部	副部長
飯田 純	原子力本部	原子力部	課長
佐藤 大輔	原子力本部	原子力部	課長
羽田 隆	原子力本部	原子力部	副長
清水 敬輔	原子力本部	原子力部	副長
檜舘 宏司	原子力本部	原子力部	主任
熊谷 信昭	原子力本部	原子力部	
草階 達朗	原子力本部	原子力部	
桐生 芳彦	原子力本部	原子力部	
山内 浩彰	原子力本部	原子力部	
小野 晃史	原子力本部	原子力部	
目時 匠	原子力本部	原子力部	
佐竹 祥宏	原子力本部	原子力部	
藤田 進作	原子力本部	原子力部	
羽鳥 明満	発電・販売カンパニー	土木建築部	部長
樋口 雅之	発電・販売カンパニー	土木建築部	課長
熊谷 高博	発電・販売カンパニー	土木建築部	副長
日下 雅康	発電・販売カンパニー	土木建築部	
田中 晃	女川原子力発電所	環境・燃料部	副長
松浦 健太	女川原子力発電所	保全部	

4. 議題

- (1) 東北電力（株）女川原子力発電所 2 号炉の設計基準への適合性及び重大事故等対策について
- (2) その他

5. 配付資料

資料 1 - 1 - 1 女川原子力発電所 2 号炉 指摘事項に対する回答一覧表（確率論的リスク評価（PRA）地震 PRA）

- 資料 1-1-2 女川原子力発電所 2 号炉 確率論的リスク評価（地震 P R A）について
- 資料 1-1-3 女川原子力発電所 2 号炉 事故シーケンスグループ及び重要事故シーケンス等の選定について
- 資料 1-1-4 女川原子力発電所 2 号炉 確率論的リスク評価（地震 P R A）について（審査会合での指摘事項に対する回答）
- 資料 1-1-5 女川原子力発電所 2 号炉 重大事故等対策の有効性評価について
- 資料 1-2-1 女川原子力発電所 2 号炉 指摘事項に対する回答一覧表（4 条 地震による損傷の防止 燃料ラック減衰定数関連）
- 資料 1-2-2 女川原子力発電所 2 号炉 使用済燃料貯蔵ラック（燃料ラック）の減衰定数について（コメント回答）
- 資料 1-2-3 女川原子力発電所 2 号炉 サプレッションチェンバ内部水質量の考え方の変更について
- 資料 1-2-4 女川原子力発電所 2 号炉 設計基準対象施設について（第 4 条 地震による損傷の防止）
- 資料 1-3-1 女川原子力発電所 2 号炉 指摘事項に対する回答一覧表（説明スケジュール）
- 資料 1-3-2 女川原子力発電所 2 号炉 説明スケジュール
- 資料 1-3-3 女川原子力発電所 2 号炉 説明スケジュール（前回ご説明（2018.5.31 審査会合）からの変更点）

6. 議事録

○山中委員 定刻になりましたので、ただいまから原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合、第583回会合を開催します。

本日の議題は、東北電力株式会社女川原子力発電所2号炉の設計基準への適合性及び重大事故等対策についてです。

本日はプラント関係の審査ですので、私が出席いたします。

それでは、議事に入ります。

有効性評価、地震PRAについて説明を始めてください。

○東北電力（佐藤） 東北電力の佐藤です。

説明のほうは、資料1-1のシリーズに基づきまして行わせていただきます。

まず初めに資料1-1-2、この資料を用いまして、地震PRAの評価について、結果について御説明をさし上げたいと思います。

1-1-2の資料をめくっていただきまして、1ページ目は目次になりますので割愛します。
2ページ目。

これまでの経緯を少し整理してございまして、地震PRAにつきましては、第142回の審査会合におきまして評価全体の説明を行ってございしますが、その後、地震ハザードの審査が行われるということで、この後に改めて説明をするということにしております。

そして、今年の3月の審査会合におきまして、地震ハザードの評価について概ね妥当な検討がなされたという評価に至ってございしますので、これを踏まえまして、地震のPRAについてシステム評価等を行ったというものでございます。

3ページ目を御覧ください。

こちらは地震のレベル1PRAの手順をお示したものでございます。

評価のプロセスとしては、A～Dまでございまして、プラントの情報収集、そしてハザード評価、フラジリティ評価、そしてシーケンスの評価と、こういう流れになるんですが、申請時点から地震ハザードの評価の見直しというのが入ってございしますので、Bのところから、B、C、D、この三つのプロセスについて変更が入ってございます。

4ページ目を御覧ください。

まず、確率論的ハザード評価についてですが、基準地震動の年超過確率の参照に係る審査、これを評価した結果、平均ハザード曲線、図の左側になります。それから一様ハザードスペクトル、右側になりますが、これが従前から変更となってございます。ともに赤い線が今回ハザードの見直しの結果を踏まえたものになってございます。

左側のハザード曲線を御覧いただきたいんですが、低加速度領域ですね、500Galとか、その辺の領域ですが、この辺の年超過確率が今回評価した結果では高くなっている。一様ハザードスペクトルのほうに関しましても、各年超過確率において、見直し後は一様に高くなっているというようなことでございます。

5ページ目を御覧ください。

続きまして、建屋・機器のフラジリティ評価に関してでございます。

まず、一つ目の矢羽に記載してございますが、機器のフラジリティに関しましては、学会標準——これは原子力学会の標準ですが、この中で三つの手法、「応答解析に基づく方

法」、「原研法」、「安全係数法」と、三つの手法を選択できるとしてございまして、機器のフラジリティ評価では「安全係数法」を採用してございます。

そして、二つ目の矢羽になりますが、設計応答に内在する保守性を安全係数として係数化しているというのが、この安全係数法ですが、これを適用しているわけですが、下の A_m という評価式の中に、 F_1 という建屋の応答係数がございまして、こちらは一様ハザードスペクトルと評価用の地震動のスペクトル、これを入力とするものでございまして、今回の確率論的地震ハザードの影響が、この係数に表れてくるということで、ここを変更することによって、フラジリティの評価にしっかりと反映できているということでございます。

6ページ目を御覧ください。

こちらはフラジリティ評価の結果を代表的なものについてお示しをしております。

代表的なものというのは、大型機器、静的機器、動的機器、電気計装品、配管というふうに5グループに分類して、それらの代表的なところを例示してございます。

一つ注目していただきたいんですが、水圧制御ユニットという真ん中にあるものを御覧ください。

こちらですが、加速度損傷の中央値、損傷確率0.5のところを見ていただきたいんですが、これに相当する地震最大の加速度、これが、直線が更新後ということですが、従前2,480Galだったものが2,240Galということで、大体10%ほどフラジリティとしては低下する方向になっているということです。ただし、程度感としては10%程度ということなので、それほど大きな影響は出ていないというふうに考えています。

7ページ目を御覧ください。

続きまして、建屋のフラジリティ側の評価ですが、建屋側は学会標準で三つの指標があると言いましたが、その中で、現実的な耐力と現実的な応答による評価の方法、これを採用してございまして、まず、建屋のフラジリティ評価用の模擬地震波のターゲットスペクトル、図示をしておりますが、黒い線が従前のもの、赤い線が今回評価したものでございまして、建屋の1次固有周期が大体0.2秒～0.3秒付近ということになりますが、図で見ていただくとわかるとおり、スペクトルの形状がほとんど変わらないという状況です。

これは、つまり建屋のフラジリティに対しての影響がほとんどないということだという認識でございまして、このような結果になっているということです。

8ページ目を御覧ください。

続きまして、炉心損傷頻度の評価の結果でございまして、まずは起因事象別ということ

になります。

地震PRAについての炉心損傷頻度は 3.3×10^{-5} ということになってございまして、下のほうに、それぞれの起因事象に対しての炉心損傷頻度がございしますが、支配的なものとしては、交流電源・原子炉補機冷却系の喪失、それから外部電源の喪失と、こういったものが寄与としては大きいということになってございまして。

まず、ここで示している起因事象に対してですが、変更前と変更後を比べますと、変更後のほうが炉心損傷頻度としてはほぼ高くなっている。「ほぼ」と言っておりますのは、起因事象の制御建屋の空調計装室、これだけが炉心損傷頻度としては下がっているということになってございまして。

この要因については、注記で※1のほうに記載してございまして、中央制御室の送風機、動的機能維持の評価に関してなんです、部品ごとの評価を実施するという詳細評価を採用してございまして、この部分に関しては、その影響を受けて炉心損傷頻度が下がる傾向になっているということございまして。

9ページ目を御覧ください。

続きまして、事故シーケンスグループ別の炉心損傷頻度の結果でございまして。事故シーケンスグループ別で見ますと、支配的なのは、先ほど起因事象のトップ2をお示ししてございまして、その影響を受ける事故シーケンスグループの寄与が当然高いということになるんですが、長期TB、それからTWというところが支配的になるということございまして。

10ページ目を御覧ください。

こちらは、炉心損傷頻度への影響ということで、リスクプロファイルを示したものでございまして。変更前は左にあります。変更後は右になります。

全交流動力電源喪失と崩壊熱除去機能喪失、この二つが支配的だというリスクプロファイルになっているわけですが、この点から言うと変更前後で差はない、同等であるというふうにご覧いただけます。

続きまして、11ページ目以降ですが、こちらはハザード評価の見直しに関する内容を参考的にまとめたものになります。

詳細は、説明いたしません、11ページに示しますロジックツリーの変更、それから12ページ目に示します特定震源の評価内容の変更です。活断層の追加とか、諸元の見直しというのが入っているということと、それから、三つ目としましては、地震の基盤相当の速度構造の見直しという、3点の変更内容になってございまして、13ページ目のほうには、

それぞれの変更内容が、地震ハザード曲線、それから一様ハザードスペクトルに対して、
どういったところに影響するかというところを整理したものになってございます。

資料1-1-2の説明は以上になりますが、続けて、このPRAの結果を踏まえた事故シーケンスグループ、それから重要事故シーケンスの選定について、資料1-1-3、これを用いまして御説明を続けてさせていただきたいと思えます。

1ページ目は目次ですので、割愛します。

2ページ目ですが、一つ目のポチは、今回の適合性審査の中で当社が行っているPRAの実施範囲と結果になります。

それから、3ページ目、こちらがPRAの結果から得られるプラントの特徴ということで、地震のレベル1PRAの特徴ということで、赤枠で囲んでございますが、先ほどリスクプロファイルについて御説明したとおり、炉心損傷頻度としましては全交流動力電源喪失と崩壊熱除去機能喪失の割合が高いというのが特徴でございます。

4ページ目を御覧ください。

4ページ目は、左側が事故シーケンスグループ別の変更前と変更後の比較になります。全炉心損傷頻度に占める寄与割合としては、寄与割合が大きい事故シーケンスグループに変更はないということで、プロファイル上は大きな差はないというふうに見てございます。

それから、右側、全炉心損傷頻度になりますが、こちらも変更前のものを下に記してございますが、内部事象、地震、津波の全炉心損傷頻度に占める寄与割合の大小関係、これは変わらない。ただし、地震に関しては、ハザード評価の影響を受けまして、寄与割合としては上がっている。それに応じて、ほかが相対的に下がっているということでございます。

それから、5ページ目を御覧いただきたいと思えます。

事故シーケンスグループと重要事故シーケンスグループ選定の全体のプロセスということで、こちらのプロセス自体は、これまで津波PRAを御説明したときと変わるものではないと思えます。

ただ、ここで真ん中のところを御覧いただきたいんですが、解釈1-1 (a) 以外の事故シーケンスグループというところがございます。これは、必ず想定する事故シーケンス以外でPRAの結果抽出されているものということになりまして、ここに記す中で、複数の緩和機能喪失、これは津波から出てきているものですが、それ以外は地震PRAに関わる事故シーケンスグループということになります。

これらの事故シーケンスグループに対しましては、解釈1-1 (a) の事故シーケンスグループ、それから炉心損傷頻度、または影響度の観点から、総合的に判断をしてございまして、新たな事故シーケンスグループとしての追加は必要ないという判断をしてございます。

判断した考え方というのは解釈にあるとおりですが、評価を詳細化すれば、必ずしも炉心損傷頻度直結ではないということで、想定する事故シーケンスグループに包絡されるのか、あとは損傷の程度によっては緩和系に期待できる可能性、そういったものがあると。要は大規模損壊のモードと同じように、緩和対策によって対応が考えられるという、そういったものについては、新たな事故シーケンスとして追加する必要がないということでの整理を行ってございます。

次のページ、6ページを御覧ください。

こちらはPRA全体の結果を一覧表に整理をしたものです。赤枠で囲んでいるものが地震PRAに関する事項ということになります。

それから、7ページ目を御覧ください。

地震PRAの結果を受けて、頻度・影響度の観点から新たに追加すべき事故シーケンスグループはないという判断をしていますが、ここのページの表のところに地震特有の事故シーケンスグループについての炉心損傷頻度と割合を示してございまして、いずれの事故シーケンスグループについても、寄与割合は全体CDFに対して1%未満になっているという状況です。

それから、この表の中で一部計装制御系の喪失と制御建屋の空調系の喪失というのがございまして、※のところ少し記載をさせていただいてございまして、この二つは、いずれも制御盤の機能が喪失するという点では同様の事故シーケンスグループということではあります。制御盤の機能が喪失するというものに対しての時間遅れ、余裕時間、そういったものが異なってくるということもありまして、当社としては、これを別のシーケンスというふうに整理をして取り扱いをしてございます。

それから、8ページ～13ページまでは、事故シーケンスグループの中で、代表的な事故シーケンスを選定するプロセスについて整理をしてございまして、こちらは津波PRAのときに御説明をしたものと同じものになりますので、13ページ目までは、説明としては割愛をさせていただきます。

14ページ目、結論になります。

確率論的地震ハザードの更新に伴いまして、地震PRAのCDFとしましては増加をしてござ

いますが、外部事象特有の事故シーケンスの全CDFに対しての地震PRAの寄与割合は1%未満であるということでございます。

それから、二つ目の矢羽ですが、こういった評価の結果、新たな事故シーケンスグループの追加、こうしたものは不要であるというのが、結果を受けた当社の結論でございます。

地震PRAの変更に関する説明は以上になります。

○山中委員 それでは、説明を受けたところまでの質疑に入りたいと思います。質問、コメントございますか。

○止野上席審査官 規制庁の止野です。

まず、資料1-1-2の7ページ目に、建屋側のフラジリティ評価に関する記載がありまして、こちらの図にある模擬地震波のターゲットスペクトルの形状がほぼ一緒なので、建屋としてのフラジリティ評価については、従前の例を踏襲するという説明があったかと思えます。

こちらの比較を見ると、周期で言うと0.1秒付近ですとか、あとは0.5秒付近、この辺りというのは、ある程度ずれがあるように見受けられますけれども、今の説明だと、0.2～0.3秒が周期帯なのでという御説明があったかとは思いますが、この辺のずれについては、どのように評価しているのか説明してください。

○東北電力（熊谷） 東北電力の熊谷です。

建屋の評価に一番影響があるのは建屋の1次周期の付近でして、0.2秒～0.3秒付近ということで、その辺りの形状に変更がなければ、基本的に建屋フラジリティに与える影響は小さいと考えております。

ただ、具体的には、細かいところは形状が違いますので、現在、新しいターゲットスペクトルに基づく評価のほうは継続して実施しております。影響があるかどうかというのは確認している最中です。

以上です。

○止野上席審査官 規制庁の止野です。

今、詳細については、まだ別途やっている途中だというお話であったと思うんですけども、結果的に、それがPRA上、CDFにきいてきて影響が出るということであれば、そこはまた改めて説明をしていただきたいというふうに思います。

あと、続いて、もう1点ちょっと確認をしたいんですけども、資料で言うと1-1-3の、シーケンス選定の、ページで言うと7ページ目。

こちらの7ページ目にある表としては、地震特有、いわゆる地震PRAのみ単独で出てきた

シーケンスグループをまとめているものだというふうに理解をしていますが、この中で、下から二つ目の制御建屋空調系喪失というものが、これが炉心損傷直結であるというふうに整理した理由について説明してください。

○東北電力（佐藤） 東北電力の佐藤です。

制御建屋の空調系喪失というものは、先ほども少しお話したんですが、7ページの欄外に記載しているとおりなんですが、制御盤が機能喪失をして、時間遅れをもっていろいろな緩和対策に対しての操作・制御ができなくなっていくということなので、そのままの状態であれば炉心損傷に至ると、そういう事象です。

ただし、この制御建屋空調系喪失というのは、計測制御系の喪失、これは盤が地震で直接機能損傷して機能を失うというモードなんですが、空調系喪失というのは、要は空調機能がなくなって、中央制御室の温度が上昇して、制御盤が設計の45℃というところの温度を超えてくると機能喪失するということで、時間余裕があると。こういうことを考えますと、当然ですが、中央制御室内の環境の改善を、例えばですけど、通路とつながるドアを開けて改善を図るとか、中央制御室自体の操作が機能を失っても、RSSによって中央制御室外から制御するということが可能だというふうに考えますので、ほかの建屋の損傷とかの直結モードとは少し、たぐいは異なるのかなと。対策がとれるという観点で、違うのかなというふうに考えています。

ただ、整理上は、今、ほかの直結事象と同じように整理をして、重要事故シーケンスとして追加するものはないという整理をしているという状況にあります。

すみません、事実関係だけなんですが、以上です。

○止野上席審査官 規制庁の止野です。

今のお話ですと、ほかの原子炉建屋喪失とか、制御建屋損傷とかと違って、時間的余裕があって、その間に、今説明があったように扉を開放して熱を逃がしたりとかという、ある意味、対応が可能であって、そのまま炉心損傷直結というものでもないというふうに理解したので、この辺り、空調系が損傷のパスとして考えられるということは理解しつつも、それが本当に炉心損傷直結シーケンスとして挙げるべきものなのかどうかというのは、いま一度、もう一回整理をしていただきたいなというふうに思います。

以上です。

○東北電力（佐藤） 東北電力、佐藤です。

確かにPRAをやる意味としては、どういうふうにして制御系の機能を喪失するかという

ことを評価して認識をするという上では、こういう分けて取り扱うというのはよかろうというのが、これを当社として特出しというか、外に出して評価をしているということですが、今御指摘のあったとおり、これの整理については、少し検討をさせていただきたいと思います。

○山中委員 そのほかいかがですか。

○堀野技術参与 規制庁の堀野といいます。

資料1-1-2の7ページの建屋フラジリティ評価用ターゲットスペクトルの今回と前回の図が出ていますけども、機器のフラジリティ評価の F_1 を求めるときに使用するターゲットスペクトルと、これとは違うものなんでしょうか、それとも同じものなんでしょうか。

○東北電力（檜館） 東北電力の檜館です。

機器側の F_1 ですね、先ほど同じパワーポイントの5ページのほうに式が書いてございまして、 A_m （損傷加速度中央値）を算出する際にいろいろ係数を掛けていくんですが、その中に F_1 というものがございまして、これがハザードの更新によって変更になっているという説明をしておりました。機器・配管系のフラジリティを算出する際の F_1 は、評価のもとになっている地震動のスペクトルと一様ハザードスペクトルを比較して、その形状の違いから係数を算出しておりますが、これを算出する際のハザード側のスペクトルは何を使っているかということでございますが、一つ戻って4ページ目を見ていただきまして、右側の図が一様ハザードスペクトル、これは水平方向を代表で描いておりますが、このうち基準地震動 S_s の発生確率を考慮して、 10^{-4} と 10^{-3} ですね、この二つのスペクトルを代表して形状係数を決めるという作業をしております。

以上です。

○堀野技術参与 規制庁の堀野です。

そうすると、これで4ページの一様ハザードスペクトルを見ると、かなり前回と今回で違っている感じがしますが、建屋のほうに使うターゲットスペクトルは、それほど変わらなかったという認識でよろしいのでしょうか。

○東北電力（熊谷） 東北電力の熊谷です。

そのとおりです。

○堀野技術参与 了解しました。

○山中委員 そのほかいかがでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、続いて指摘事項に対する回答、説明をお願いします。

○東北電力（佐藤） 東北電力の佐藤です。

これまでの審査会合における指摘事項ですが、資料1-1-1にお示ししている2件でございます。これについて、資料1-1-4、こちらの資料で御回答をさし上げたいと思います。

まず、1-1-4、1ページですが、指摘事項No.1ということで、炉心損傷頻度の算出に用いた計算コードの妥当性について説明をすることという指摘をいただいております。

まず、当社の地震PRAにおいては、信頼性解析支援システム、これを用いまして、ミニマルカットセット作成を行って、地震のコードによって炉心損傷頻度の計算を実施するというので、使っているのはメーカーコードということになります。一部、電協研での委託研究において開発しているものですが、メーカーコードということでございます。そして、この妥当性を示すという意味で、CAFTAというコード、これはEPRIによって開発されています汎用のPRAコードでございまして、このページの下に注記、※でしてございますが、英国における最近の発電所の建設プロジェクトなどでも活用されているものでございます。このコードを用いまして妥当性について比較検証を行ったというものでございます。

比較の結果は右側に表で記してございまして、炉心損傷クラスということで、それぞれの事故シーケンスグループに対しまして比較を行った結果を記してございますが、記載のとおり0.97～1.01ということで、よく一致しているという結果を得てございます。

No.1については以上でございまして、指摘事項の2番、2ページ目でございます。起因事象の抽出について、網羅性、それからスクリーニングの考え方を説明することという御指摘でございました。

起因事象の抽出の網羅性についてですが、これは原子力学会の学会標準、これで挙げられている事象をまず考慮しているというのが1点。それから、下の図で言う真ん中ですが、国内で発生した地震におけます発電所への影響事例、こういったものの調査の結果です。確認した事例は、ここに記載しているとおり、宮城県沖地震、あと2011年の東北地方太平洋沖地震、こういったものも調査の対象として確認をしてございます。それから、海外文献調査ということで、ASMEの標準であるとか、IAEAのSafety Guide、こういったものを調査の対象としてございまして、起因事象の抽出、網羅性について確認をしているということでございます。

そして、二つ目のポチですが、抽出した起因事象のスクリーニングにつきましては、これまでに決定論的に評価されております情報、それから運用面での対策・対応、こういったものの情報に基づき判断をしているということです。

それから、3ページ目ですが、抽出しました事故シナリオにつきましては、炉心損傷につながる可能性を定性的または定量的に判断をしながらスクリーニングを行ってございまして、シナリオに対するスクリーニングを行って、明確化を図っているという状況でございます。

まとめ資料のほうには詳細表をつけてございますが、この3ページ目では、代表的なところを抜粋しているということでございます。

スクリーニングの結果、地震PRAで考慮するもの、除外するものというのを整理してございまして、この中で黒丸でつけてございますのは、定性的な判断に基づくものでございます。それから、白丸で記載してございますタービンミサイルのようなものの影響というのは、定量的なところの評価をもって、それをもって事故シナリオとしては除外をするというようなことをやっているということをお示ししてございます。

指摘事項に対する回答は以上になります。

○山中委員 質問、コメントございますか。よろしいですか。

それでは、ここで席替えを行いますので、一旦中断いたしまして、2時5分から再開したいと思います。

(休憩)

○山中委員 それでは、再開いたします。

次に、使用済燃料貯蔵ラック減衰定数について説明を始めてください。

○東北電力（草階） 東北電力の草階でございます。

本日は、女川2号炉使用済燃料貯蔵ラック減衰定数に関する3月29日の審査会合での指摘事項に対する回答をさせていただきます。

本日、資料のほうは3種類を用意してございまして、まず、1-2-1の指摘事項に対する回答一覧表、1-2-2のパワーポイントの資料、1-2-4のまとめ資料を用意してございますが、説明に関しては、資料1-2-2を用いて説明をさせていただきたいと思っております。

それでは、資料1-2-2を御覧ください。

こちらは、表紙を1枚めくっていただきまして、1ページ目になります。

こちらが、前回3月29日の審査会合でいただきました指摘事項の2件になってございます。

これらにつきまして、それぞれ本資料の2ページ目、3ページ目で御回答させていただきますが、回答に移る前に、前回の御説明から少し時間がたっているということもございまして、少し前回の御説明内容の概要を説明させていただきたいと思っております。

資料の4ページ目以降に、参考資料といたしまして、前回の審査会合で説明させていただきました資料を添付させていただいております。こちらで簡単に御説明さし上げます。まず、9ページ目を御覧ください。

こちらが燃料ラックに対する既工認と今回工認の耐震設計手法の比較になってございまして、こちらの表を見てわかるとおり、既工認と今回工認で、解析モデルや解析手法、許容応力といった基本的な考え方は全て同じでございますが、水平方向の設計を減衰定数のみ今回は加振試験に基づいて7%を採用したいというふうに考えているものでございます。続きまして、12ページ目を御覧ください。

12ページ目は、今回の加振試験に基づく減衰定数設定の全体の概要をフロー図で示したものでございます。

こちらは大きく四つの項目から成ってございまして、(1)番の実機の燃料ラックの耐震性評価、(2)番の加振試験、(3)番の供試体ラックのFEM解析、(4)番の設計用減衰定数の設定という、四つの項目から記載されてございますけれども、まず、(1)番の実機の燃料ラックの耐震性評価でございますけれども、こちらにある実機の燃料ラック、こちらに対して、実機を模擬して供試体ラックを設定してございます。(2)番でございます。

これに対して、正弦波による加振試験を実施しまして、それとともに(3)番のFEM解析、こちらの結果とともに減衰定数を評価して、(4)番のほうに示してございますけれども、減衰線図を設定いたします。

これによると、現実的な燃料ラックの減衰定数は約15%超というふうに評価されるんですけれども、そこから余裕を考慮して、今回の工認の耐震性評価におきましては、7%の設計用減衰定数を採用したいというふうに考えているものでございます。

ここでポイントとなるのは、この赤の矢印で示してございますけれども、各段階におきまして、振動モードの比較をすることで、実機への適用、妥当性の確認をしているというところでございます。

具体的なモードの比較の例としまして、24ページ目を御覧ください。

こちらが振動モードの比較の一例になりますけれども、こちらでは実機の110体・170体の燃料ラックと、供試体ラックの振動モードを比較したものでございます。

こちらを見ていただきますとわかるとおり、それぞれの振動モードがございましてけれども、いずれに対しましても、せん断型の振動モードが支配的になっているということがわかるかと思えます。

また、ここには示してございませんが、燃料が100%貯蔵ではなくて、仮に偏って配置された場合においても、振動モードが同等になるということを解析的に確認しているというものでございます。このような検討を踏まえて、加振試験の結果から、今回、減衰定数の7%を採用したいというふうに考えているものでございます。

前回までの御説明内容の概要につきましては以上になります。

続きまして、回答のほうに移らせていただきたいと思います。

2ページ目を御覧ください。

こちらが一つ目の指摘事項でございますけれども、指摘事項といたしましては、先ほど少し御説明させていただいたとおりですが、燃料の配置が偏った場合でも振動モードが同等となるということを確認しておりますが、このように、燃料集合体の配置条件によらず、燃料ラックの振動モードが加振試験と同様となる理由及び減衰定数への影響について考察することという指摘をいただいております。

こちらの回答といたしまして、振動モードが同等となる理由として三つの理由を挙げてございます。

まず一つ目といたしまして、燃料ラックの合計質量の変化が少ないことが挙げられます。

こちらは、下の表1を御覧いただきたいんですけども、こちらを見ますと燃料集合体の貯蔵体数と燃料ラックの合計質量の関係を示したものでございますけれども、貯蔵率が100%、65%、30%と、貯蔵率を変化させた場合、当然ながら質量も変わってくるわけなんですけれども、その質量の変化というのは、最も低いものでも69%ということになってございまして、燃料集合体の貯蔵率に比べて比較小さい変化というふうになっていることがわかるかと思えます。

二つ目の理由といたしましては、燃料ラック全体の重心位置の変化が少ないこととございます。こちらは右側の図1を御覧ください。こちらは燃料集合体を端から偏らせて配置した状態の重心位置の変化を示したものでございます。こちらを見ていただきますとわかるとおり、燃料集合体の貯蔵を30%としたときでも、重心位置はほとんど変わらないということがわかるかと思えます。

3番目の理由といたしましては、燃料ラックが角管1本1本を束ねて補強板で溶接した構造であるということで、非常に剛性が高い構造になっているということが挙げられるかと思えます。

これら三つの理由から、仮に配置が偏ったとしても、振動モードが同様になるというも

のと考えてございます。

以上より、燃料ラックの配置条件が端から偏った場合におきましても、振動モードが同等でございますので、今回の加振試験結果に基づき設定した減衰定数を適用することは妥当であるというふうに考えてございます。

一つ目の回答としましては以上でございます。

続きまして、3ページ目でございます。

こちらは二つ目の指摘事項でございます。指摘事項といたしましては、実機の燃料ラックのFEM解析による振動モードを踏まえ、供試体ラックの配列の適切性を示すことということで、これは一部の実機の振動モードが試験とやや異なる部分があるのではないかとということで、供試体ラックの配列の考え方を示すことと、そういったコメントであったと思いますが、回答としまして、まず供試体ラックの設定の考え方を御説明したいと思います。

供試体ラックに関しましては、大きく四つの設計考慮事項を考えて設定してございます。

一つ目といたしましては、供試体ラックの寸法等が実機と同等となること。

二つ目として、供試体ラックの振動モードが実機と同様となること。

三つ目、実機の燃料ラックに対して保守的な減衰となること。

四つ目、加振台の大きさ及び加振性能等の振動装置の制約を踏まえて、極力大きな供試体ラックとすること。

こういった考慮事項に対して、設計の結果としまして、右側に書いてございますけれども、また四つ挙げてございます。

実機と同一寸法の部材を採用するという事で、実物大のラックをつくるということで、同一寸法の部材を採用してございます。

二つ目の結果としては、加振方向に対して実機の最小列数10列を確保することで、振動モードが同等となるように配慮してございます。

三つ目といたしまして、実機に対して燃料集合体の貯蔵体数が少なくなるように設定をすることで、減衰が保守的になるように配慮してございます。

四つ目といたしまして、大きな加速度を得ることができる供試体ラックの最大のサイズといたしまして、3列×10列というものを採用してございます。

したがって、例えば5×5列の供試体ラックですとか、縮小モデルといった供試体の考え方もあるかとは思いますが、今回、当社の加振試験におきましては、このような設計の配慮事項から3×10列というものを設定してございます。

ここで、下の真ん中の図2に示すとおりですが、短辺長辺比が最も大きな170体ラックの振動モードにおいて、端部と中央部の振動モードの変化量が少し異なるのではないかとコメントをいただいております。

こちらの変形量が少し異なる理由というのが、左下の図に示してございますけれども、下部の補強板、こちらの影響で、どうしても端部の応答というのは補強板に対して面内応答になってくるということで、変形角を中央部よりも拘束される。そういったことで変形量の差が生まれるものと考えてございますけれども、その変形量の差異につきましては、詳細につきましては右下のモードベクトルの図を御覧ください。

こちらは供試体ラックの試験結果と170体ラックの端部と中央部の平均、こちらのモードベクトルを比較したものでございますけれども、変形量の差異はありますが、その差異の程度としてはそれほど大きくはなく、全体として見れば、振動モードは同等であるというふうに判断できるかと思っております。

ここで、先ほど述べたとおり、供試体ラックによる試験というのは、燃料ラック全体の振動特性を把握して試験結果を実機へ適用するために、局所的な応答ではなくて、燃料ラック全体としての振動特性の平均像、これを確認することを目的としたものでございます。

したがって、170体ラックの燃料ラックにつきまして、端部と中央部の変形量の差はありますが、わずかであるということ。また、振動モードは、ともにせん断型であり、供試体ラックの振動モードと同等であるということから、試験で得られた減衰定数を実機の燃料ラックへ適用することは妥当であるというふうに考えてございます。

説明は以上になります。

○山中委員 質問、コメントはございますか。

○植木主任審査官 規制庁の植木です。

今御説明いただいたコメントに対する回答に関わるものではないんですけれども、1点確認させてください。

資料1-2-4です。

まとめ資料ですけれども、これの通しページの30ページに、6.の結論として、下から3行目から「なお」以降、今回の検討というのは、暫定地震動と建屋モデルによる燃料ラックの結果を使って評価して、工認段階で条件が確定したら、再度、適用性の確認を行うということを書かれています。

これは前回審査会合でこういうことを記載していただくように、こちらからコメントし

て、それに対して書いてもらったものですが、前のページ、29ページ、前回と繰り返しになります。この試験の結果と解析の結果、赤丸と比べると、横軸の試験の加速度の範囲に対して、実機ラックの応答がかなり試験の最大に近いところまで来ているということで、今回、現状の条件では、この適用範囲に入っているんですけども、工認段階でこの加速度が仮に大きくなって適用範囲を超えたときにどうするかということで、危惧しているのは、現状、今、建屋モデルの検討をやって、剛性の低下等の議論がやられているのと、燃料ラックは建屋の上層部にあるということで、建屋のモデルの影響が大きいというふうに考えていますので、現状の加速度から変わる要素というのは、かなりあるのかなというふうに考えています。

現段階で、仮に加速度が大きく超えた場合に、どのように対応するかという考え、方針というのが、現状、もしあったら教えていただきたいんですが。

○東北電力（草階） 東北電力の草階でございます。今ほどの質問につきまして、回答をさせていただきます。

御指摘のとおり、実機の燃料ラックの応答加速度が試験の範囲の上限の近傍に来ているというところがございますけれども、確定条件に対して、まだ検討は行ってございませんが、仮に試験の範囲を出した場合でも、15%に対して今回7%を採用しているということで、非常に余裕を持っているということもございますので、試験範囲をどの程度超過するか、その程度感にもよるかと思っておりますけれども、基本的に7%を採用することには影響はないかなというふうに考えてございます。

○植木主任審査官 規制庁、植木です。

考え方は理解しました。

それで、この辺は工認段階で具体的な検討をやっていただきますけれども、条件が決まったら、できるだけ早くラックの応答を出して、加速度の把握を行って、検討をもう始めていただきたいというふうに思います。もし超えた場合には、工認時点で論点の一つになるかと思っておりますので、その辺は検討を進めていただきたいと思っております。

以上です。

○東北電力（草階） 東北電力の草階です。

今ほどのコメントに関しまして、承知しました。

○植木主任審査官 以上です。

○山中委員 そのほかいかがですか。

○東北電力（若林） 東北電力の若林ですが、今の点につきまして、1点だけ補足させていただきますけれども、植木さんもよく御存知のとおりでございますけれども、建屋の応答が出てから、こういったものは評価ということになりますので、今後、審査会合を予定しております建屋の設定条件の考慮といったところについて、また審査を進めさせていただきたいというふうに考えております。よろしくお願いたします。

○山中委員 そのほか、いかがですか。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤です。1点確認させてください。

資料1-2-2の今御説明いただいたパワーポイント資料の2ページですけれども、下のほうにある表1の中で、重量が書いてあるところの燃料集合体以外の重量なんですけれども、これは燃料貯蔵体数が減るに従って増えているように見えるんですが、これはどういうことを意味しているのでしょうか。

○東北電力（草階） 東北電力の草階です。

こちら流体質量と記載してございますのは、増えていくというところでございますけれども、燃料の貯蔵率が減ることによって、そこに燃料集合体がいなくなるということで、そこに水が置きかわって入ってくるというところの体積の差による質量差ということになってございます。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤です。

承知いたしました。燃料集合体がそこになくなった分、そこに水が入るので、その分の重量として増えているように見えていると。そういう理解でよろしいですか。

○東北電力（草階） そのとおりでございます。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤です。

承知いたしました。

○山中委員 そのほか、いかがですか。よろしいでしょうか。

工認段階ないしは建屋の応答がはっきりした段階で、もう少し詳細な検討をいただくということで、よろしくお願いたします。

それでは、次にサプレッションチェンバ内部水質量について説明をしてください。

○東北電力（熊谷） 東北電力の熊谷と申します。よろしくお願いたします。

女川2号炉のサプレッションチェンバ内部水質量の考え方の変更についてということで、資料のほうにつきましては、資料番号で言いますと、資料1-2-3と資料1-2-4を用いまして御説明させていただきたいと思っております。

主に説明させていただきますのは、資料1-2-3のほうを用いまして説明のほうを行っていきたいと思います。

ページを開いていただきまして、3ページ目になりますが、概要としまして、女川2号炉の既工認では、サプレッションチェンバの内部水による地震荷重算定に当たっては、保守的な扱いとしまして、内部水を容器とともに一体で挙動する剛体として内部水の全質量を考慮しておりましたが、内部水が自由表面を有する場合、実際に地震荷重として付加される内部水の質量は一部であるということがわかっておりまして、女川2号炉の今回工認では、これを考慮して地震荷重を算出することと考えてございます。

これらの他の産業における球形タンクや円筒タンクの耐震設計では、内部水が自由表面を有する場合、実際に地震荷重として付加される内部水の質量は有効質量として定義されておりまして、一般的に適用されてございます。

下のほうに、有効質量の概念としまして、円筒タンクのイメージ図をお示ししておりますが、自由表面を有する内部水に地震力が加わりますと、図1-2に示すような側板の圧力分布になります。

こちらになることによって、既工認の圧力の概念のほうにつきまして点線で示してございますが、今回工認の圧力の概念と比較しまして、この差というものが、点線で示す面積のところになるんですけども、そちらの部分で質量が低減するという考え方になっておるものでございます。

右側のほうに、球形タンクの適用例としまして、容器構造設計指針に記載されているものを記載してございますが、右側に示します図1-4の球形タンクの有効質量比をお示ししておりますが、こちらにつきまして、横軸に液量率、縦軸に有効質量比となっておりまして、満水の場合には、有効質量比は1になります。そこから水位が低減していきまると、有効質量比が徐々に低下していくというものになってございます。

本資料では、女川2号炉の今回工認におきまして、サプレッションチェンバに有効質量を適用することを考えておりまして、サプレッションチェンバの内部水に対して有効質量を適用することの考え方、その妥当性について御説明するものでございます。

ページをめくっていただきまして、5ページ目を御覧ください。

5ページ目のほうには、有効質量の概要ということで、概要を示すものでございまして、有効質量は容器構造設計指針にも定義されておりまして、例えば円筒タンク内の水位が低くなることに伴って有効質量比も小さくなるということがわかってございます。

この考え方、有効質量を適用するに当たっては、容器の形状と水位が既知であれば、汎用構造解析プログラムNASTRANのほうを用いて容易に算出可能であり、女川2号炉に適用したいというふうに考えてございます。

ページをめくっていただいて、6ページ目になります。

有効質量を適用するサプレッションチェンバの構造につきまして、御説明させていただきます。

下のほうに、サプレッションチェンバの諸元として表のほうを示してございまして、その右側のほうに格納容器全体概要図、その下にサプレッションチェンバ・ボックスサポートの概要図をお示ししております。

サプレッションチェンバにつきましては、16セグメントの円筒をつぎ合わせた円環形状容器でございまして、各セグメントの継ぎ目に2箇所ずつ、計32箇所に「ボックスサポート」を設置してございまして、原子炉建屋基礎版上に自立しているものでございます。

また、サプレッションチェンバは、ドライウェルとベント管を介して接続されてございまして、ベント管に設けられたベント管ベローズにより相対変位を吸収する構造となっております。

次のページをお開きください。

7ページ目にお示ししますのは、既工認と今回工認の耐震評価手法の比較を示してございます。

下のほうに、表2.3-1としまして、既工認と今回工認の比較の表を示してございますが、こちらに示します赤字で記載されている部分、地震荷重の算定に当たって、水平方向の水の質量に有効質量を適用すること。また、中段に記載してございまして、スロッシング荷重に対して、個別に流体解析によりスロッシング荷重を算定するということ。一番下のほうになります。地震荷重算定手法につきましては、水平方向に関しましてはスペクトルモーダル解析を実施したいという変更点が、今回の既工認との差異を示しておるものでございます。

次のページをお開きください。

8ページ目になりますが、こちらにつきましては、左側に既工認、右側に今回工認のサプレッションチェンバの動的地震力による耐震評価フローを示してございまして、今回工認のフローのほうに、グレーのハッチングをかけてある部分につきまして、既工認からの変更点となっております。

こちらにつきましては、耐震評価における地震荷重の算定に当たる部分の項目を変更してございまして、応力評価に係る部分につきましては、特に既工認との変更はございません。

次のページ、9ページ目をお開きください。

今回、有効質量をサプレッションチェンバに適用することを考えておりますが、その目的と効果について御説明するものでございます。

有効質量を適用することによって、女川2号炉の今回工認では、より現実に近いサプレッションチェンバの内部水の挙動を考慮した評価を行うことを目的としまして、耐震計算における内部水の扱いとして、汎用構造解析プログラムNASTRANを用いて算出した有効質量を適用したいと考えております。

この有効質量を用いまして、サプレッションチェンバ・ボックスサポートの構造強度評価を実施する場合、下の図に示しますとおり、全質量から有効質量を適用すると、発生応力が低減する見込みということとなります。

ページ、めくっていただきまして、11ページ目になります。

ここからが、サプレッションチェンバに有効質量の適用をするに当たって、その適用の方針について全体概要をお示ししているものになってございます。

大きく、検討する内容としまして二つございます。

まず一つ目が、円環形状容器の有効質量算出の妥当性の検証。下に示しますフローの上側になってございますが、有効質量算出の妥当性検証を行いたいと考えております。その妥当性が確認されましたら、耐震評価で用いる有効質量の設定ということで検討を進めております。

詳細については次のページのほうでお示ししておりまして、12ページ目のほうには、円環形状容器の有効質量算出の妥当性検証ということで記載しておりますが、下のほうに示しますとおり、汎用構造解析NASTRANと、振動試験、汎用流体解析コードOpenFOAMにより、それぞれ有効質量比を算出しまして、NASTRANの有効質量と比較することによって、その妥当性を確認するものでございます。

次のページをめくっていただきまして、13ページ目になります。

耐震評価で用いる有効質量の設定の詳細について示しておるものでございますが、先ほどの検証を経て妥当性が確認されたNASTRANを用いまして、女川2号炉の実機解析モデルによる有効質量比を算出したいと考えております。

また、NASTRANの実機解析の妥当性を検証するため、OpenFOAMを用いまして、女川2号炉の主要な内部構造物をモデル化した実機解析モデルにより有効質量比を算出し、比較することを考えてございます。

これらのNASTRANに対する流体解析及び振動試験の値の差異等を踏まえまして、NASTRANで算出された値の保守性を検討し、女川2号炉の実機評価に適用する有効質量比を設定したいという流れで考えてございます。

具体的に、15ページ目のほうから、実際にこれまで検討してきました内容について説明したいと思います。

まずは構造解析プログラムでありますNASTRANによる有効質量比の算出ということで御説明したいと思います。

こちらのNASTRANでの検討対象につきましては、次ページ以降に振動試験のほうをお示ししておりまして、振動試験で用いている女川2号炉の実機サプレッションチェンバを縮小模擬した円環形状容器を対象として検討いたします。

解析モデルにつきましては、下の図4.1-1に示しますとおり、振動試験に用いた試験体及び架台をシェル要素でモデル化しまして、内部水の水位につきましては、表の4.1-1に示しますとおり、通常運転水位、重大事故時水位を考慮して、振動試験と同様の4段階を設定して検討しております。有効質量比の算出結果につきましては表4.1-1に示すとおりの値となっております。

次のページをお開きください。

ここからが振動試験に関する検討の内容を御説明するものでございます。

図4.1-1のほうに試験装置の写真の方をお示ししてございまして、表4.2-1に試験体と実機の質量比の方を示してございます。

試験体につきましては、女川2号炉のサプレッションチェンバの実機寸法を約1/25としまして、材質につきましては、写真に示しますとおり、内部水の挙動を確認するためアクリルにて製作しまして、内部水の流動現象を単純化させるため、強め輪やダウンカム等の内部構造物については模擬してございません。

また、図4.2-2の方に試験装置の概要をお示ししておりますが、振動台上に、分力計、架台、試験体のほうを設置しまして試験のほうを実施しております。

また、架台につきましては、内部水からの荷重を分力計に確実に伝達させるため強固な構造としまして、ボックスサポート等は模擬してございません。

次のページを、17ページ目をお開きください。

こちらについては、振動試験のほうで、計測項目と計測機器設置位置をお示ししたものでございまして、計測項目としましては反力及び加速度となります。位置につきましては、架台下方、振動台上、架台上、試験体上の四つの位置に、それぞれ適切に加速度計、分力計のほうを設置してございます。

次のページ、18ページ目をお開きください。

ここでは、試験で用いた試験条件について御説明するものでございます。

振動台への入力波につきましては、下の図4.2-4、4.2-6にお示ししております、女川2号炉のサプレッションチェンバ設置床の基準地震動 S_S 相当についての応答加速度時刻歴としまして、図4.2-5、図4.2-7にお示しします時間軸を圧縮したものを入力してございます。

なお、振動台の加振限界振動数以上の成分につきましては、フィルタ処理のほうをしております。

加振方向につきましては水平1方向とし、加速度依存性を確認するため、入力波倍率として3ケースを設定してございます。

また、試験水位は、水位依存性を確認するため、図4.2-8に示しますとおり、水を入れない空の状態、通常運転水位、重大事故時水位を考慮しまして、計5ケースのほうの条件を設定してございます。また、試験につきましては、同条件で3回以上の試験を実施してございます。

次のページをお開きください。19ページ目になります。

ここからは試験結果となります。

試験から得られる架台下部に設置した分力計から、計測荷重 F と架台上の計測加速度が得られます。そちらの関係から、下に示します運動方程式 $F = (M + M_E) \ddot{x}$ の運動方程式の関係となりまして、これらの関係から計測された荷重と加速度から質量のほうを算出してございます。

下のほうに計測加速度と計測荷重 F の関係を示した図を示しておりますが、質量につきましては、これの傾きを表しております。

運動方程式を踏まえますと、加速度と荷重をプロットした場合、下の図のようになりますけども、その傾きが質量となりまして、有効質量算出に当たっては試験体質量 M を差し引く必要があるということがわかります。そのため、水ありの試験結果から、空の試験結果の質量を引きまして、有効質量のほうを算定してございます。

右のほうに実際に計測された荷重の時刻歴及び計測加速度と計測荷重のグラフを示しておきまして、左図のように、傾きから有効質量を算定することができるということがわかります。

その次のページ、20ページ目をお開きください。

こちらが実際の試験結果になります。

下の表に示しますのが、各水位及び入力波倍率に対するおのこの有効質量比についてお示ししてございます。右のほうに水位に対して有効質量比をプロットしたグラフのほうを示してございます。

このグラフからは、水位上昇に伴い有効質量比が増加していること、入力波倍率の違いによる有効質量比の差は小さいこと。いずれも試験についても再現性がございまして、有効質量比に対するばらつきがほとんどないということが確認できます。

次のページをお開きください。

ここからが流体解析による有効質量比の算出でございまして、解析モデルにつきましては、下の図に示しますとおり、振動試験に用いた試験体をもとにモデル化してございます。

流体解析に用いる入力波につきましては、振動試験で計測された試験体の入力波としまして、内部水の水位につきましては、代表としまして定水位と高水位2ケースのほうを設定して解析のほうをしてございます。

有効質量比につきましては、振動試験と同様に、入力加速度と荷重の関係から回帰直線の傾きを求めて算出してございます。結果につきましては、表4.3-1のほうに各水位に対する有効質量比のほうを示してございます。

次のページ、22ページ目をお開きください。

ここからは妥当性検証となります。

NASTRAN、振動試験、OpenFOAMにより算出した有効質量比について、表4.4-1のほうに示しまして、右のほうに、水位に対する有効質量比をプロットしたものを示してございます。

この結果から、NASTRANで算出した有効質量比については、スロッシング等の流体挙動を直接考慮される振動試験及び汎用流体解析コードOpenFOAMから算出した有効質量比と同等もしくは、やや大きいとなっていることを確認しておりまして、妥当であるということを考えてございます。

次のページ、ページをめくっていただきまして24ページ目になります。

妥当性を確認したNASTRANを用いまして、女川2号炉の実機サプレッションチェンバの内

部水に対する有効質量を算出してございます。

実機の内部構造物による内部水の流動影響を確認するため、内部構造物をモデル化したOpenFOAMにより算出した有効質量比と比較し、妥当性を確認いたします。

水位の条件につきましては、NASTRAN及びOpenFOAMともに通常運転水位と重大事故時水位2ケースとしまして、OpenFOAMへの入力地震動につきましては基準地震動 S_s を用いております。

結果、表5.1-1に示しますとおり、各水位条件においてNASTRANにより算出した有効質量比につきましては、OpenFOAMよりもやや大きい値であるということを確認してございます。

NASTRANとOpenFOAMの数値を比較しますと、やや差異がありまして、この差異につきましては、内部水位の流動を考慮しないNASTRANに対しまして、OpenFOAMでは、内部水の流動が考慮されることから、液面変動による効果と推定してございます。

次のページをめくってください。

25ページ目になります。

実機評価に適用する有効質量ということで、これまでの検討結果の内容を確認しまして、保守性に係る検討をしてございます。

一つ目の矢羽になります。

女川2号炉の実機評価に適用する有効質量の設定に当たりましては、NASTRANにより算出される有効質量比に対する解析プログラム間の値の差異や試験結果との差異等を踏まえ、NASTRANにより算出される有効質量に係る保守性を検討してございます。

今回の検討の結果、以下の3項目に整理されるかと考えてございます。

一つ目が、試験体モデルに対する有効質量比は、NASTRAN、振動試験及びOpenFOAMにより算出した有効質量比がほぼ一致していること、もしくはNASTRANの値が保守的な傾向となっていることを確認しました。

二つ目として、実機解析モデルに対する有効質量比は、NASTRANにより算出される有効質量比がOpenFOAMにより算出される有効質量比よりも保守的な値となっていることを確認してございます。

三つ目が、容器構造設計指針等に記載されている球形タンク及び円筒タンクの有効質量比に対しまして、NASTRANを用いて有効質量比の確認解析を実施しましたところ、いずれのタンクに対しても有効質量比がほぼ一致している、もしくはNASTRANの値が保守的な傾向となっていることを確認してございます。

以上から、女川2号炉の地震応答解析に考慮する有効質量は、NASTRANにより算出される有効質量比が試験及び他の評価手法に対してほぼ一致もしくは保守的な傾向を示すことから、NASTRANにより算出される有効質量を適用したいと考えてございます。

ページをめくっていただきまして、27ページ目になります。

ここからは今回工認の地震応答解析ということで御説明させていただきます。

女川2号炉のサプレッションチェンバの耐震評価におきましては、より詳細な地震応答解析を実施するため、水平方向の地震応答解析は、NASTRANから算出される内部水の有効質量、容器の質量及び容器の剛性を考慮した、はり要素による3次元解析モデルを構築しまして、スペクトルモーダル解析により地震荷重を算出したいと考えてございます。

下のほうにサプレッションチェンバの地震応答解析モデルの全体図、右側に断面図のほうをお示ししてございます。

モデル化の方法としましては、サプレッションチェンバシェルにつきまして、はり要素でモデル化します。ボックスサポートにつきましても、はり要素でモデル化してございます。ボックスサポートとサプレッションチェンバシェルにつきましては、剛体要素で接合しているようなモデルを使っております。

サプレッションチェンバの有効質量につきましては、NASTRANの実機解析モデルにより算定された各要素の有効質量及び位置（高さ）を考慮しまして、サプレッションチェンバシェルの各質点に付加するということを考えてございます。

まとめとしまして、29ページ目になります。

まとめとしまして、女川2号炉のサプレッションチェンバの水平方向の地震応答解析に用います内部水質量につきましては、汎用構造解析プログラムNASTRANを用いて算出した有効質量比を適用することを考えております。

この妥当性を確認するため、これまで御説明してきましたとおりに比較・検証を行って、NASTRANから算出される有効質量については概ね保守的な傾向を示すということを確認してございます。

二つ目としまして、有効質量の適用に伴いまして、より詳細な地震応答解析を実施するため、水平方向の地震応答解析は、3次元はりモデルを用いたスペクトルモーダル解析を実施したいと考えてございます。

最後に、サプレッションチェンバの評価に用いるスロッシング荷重は、流体解析により個別に評価するということを考えてございます。

今後の追加検討としまして、31ページ目のほうにまとめてございます。

こちらにつきましては、今回の設定に対する説明性向上を目的としまして、3項目ほど追加検討を行いたいと考えております。

一つ目は、サプレッションチェンバの評価に用いるスロッシング荷重算定に対する検討。

二つ目につきましては、サプレッションチェンバの内部水における有効質量につきまして、地震応答解析モデルを作成する際の縮約が適切にされていることについて検討を行う。

三つ目としまして、上記を踏まえまして、サプレッションチェンバの耐震設計への配慮につきまして検討を行うということ、今後、実施していきたいと考えております。

資料の説明につきましては、以上となります。

○山中委員 それでは、質疑に移ります。質問、コメントはございますか。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤です。

今、御説明いただきました1-2-3の資料の18ページの振動試験の試験条件について、大きく3点確認したいと思います。

1点目ですけれども、この加振試験で用いている地震動ですけれども、これはスロッシングとかに影響するような長周期側の成分も含めた地震動を用いているのでしょうか。

○東北電力（熊谷） 今の御質問に関しまして回答させていただきます。

スロッシングのこういう周期の加速度が含まれているかということに関しましては、含まれているという回答になります。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤です。

それは、振動試験というのは振動台を用いてやっているかと思うんですけれども、その台の加振の制限とか、そういうのを踏まえても、これは実験においてもスロッシングも踏まえた試験条件なり試験結果になっていると、そういう理解でよろしいですか。

○東北電力（熊谷） はい。その理解で問題ありません。

○佐藤審査官 承知いたしました。

それから、2点目ですけれども、この加振試験の加振の方向が水平1方向ということになっていますけれども、これは例えば水平と鉛直方向とか、あるいは水平2方向＋鉛直方向とか、そういったものの加振というのは必要ないのでしょうか。

○東北電力（熊谷） 東北電力の熊谷です。

今の御質問に対しまして、御回答します。

振動試験につきましては水平1方向とさせていただいておりますが、鉛直方向の影響が

ないのかという御質問かと思えます。

スロッシングに対しましては、鉛直方向の地震動は基本的に影響は小さいと考えておりまして、入力としては水平1方向で問題ないというふうに考えてございます。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤ですけれども。

スロッシングの観点についてはそうかと思えますが、有効質量を算出する上では、いかがでしょうか。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

今の御質問について御回答したいと思います。

本日のパワーポイントの8ページを御覧ください。

8ページですけれども、これは既工認と今回工認の耐震評価の手法の比較をしてございます。

今回、我々は、水平方向の地震荷重を求めるに当たりまして、有効質量比の概念を導入したいということです。なので、水平方向に対して有効質量比を入れたいので、加振については水平方向で見る。

また、8ページの右側、今回工認のところですが、真ん中ほどに平行四辺形のものがありますけれども、左から2番目、地震荷重の鉛直につきましては、有効質量比の概念を用いるのではなくて全質量を用いますので、今回の試験の加振方向としては水平のみでよいというふうに考えております。

以上でございます。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤です。

承知いたしました。

今回の有効質量は、東北電力のほうで適用しようとしているもののところの適用範囲の観点から、この加振方向は水平1方向で十分だと、そういう理解をいたしました。

それから、三つ目ですが、この加振試験で用いている水の温度というのはどういう条件になっていますでしょうか。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田と申します。

試験時の温度ですが、これは室温と同等のものを使ってございます。

御質問の趣旨は水の密度が温度によって変わるということだと思うんですが、それは、地震応答解析をするときに、水の密度につきましては設計温度、あるいは重大事故時に対する地震応答解析のときは、そのときの温度に対する密度等を地震応答解析のモデル

のほうに入れますので、それで妥当な評価ができるというふうに考えてございます。

以上です。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤ですけれども。

例えば、今、御回答いただきました中にも入っていましたが、そのSA条件などの、水が高温状態になっている状態での試験というのは、やらずとも、それは十分だという理解でしょうか。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

今回、試験で確認したいのは、水平方向の地震がサプレッションチェンバに加わったときに、水の重量割合として、今までは全ての重量が水平方向荷重に全てかかるということでしたけれども、地震の揺れを受けたときには、実際、水平荷重にきく部分というのは一部になりますものですから、その特徴把握という観点から試験をしております。

実際に温度が変わると密度も変わるんですけども、今回、試験をやっている大気圧の状態では、温度が変わってもそれほど密度としては変わらないので、試験に対しては影響がないだろうと。

実際に許認可で確認していただくときには、地震応答解析に評価する温度に対する密度を設定しますので、それで有効質量比はきちんと求められると、そういうふうに考えてございます。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤です。

考え方としては承知いたしました。

試験においては室温でやられているということなので、この試験と、その最終的な評価との関係もあろうかと思いますが、そういったいろんな条件における温度の観点からも、この試験で十分だということについては、今後、資料等で示していただくようお願いいたします。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

承知いたしました。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤です。

私からは以上でございます。

○山中委員 そのほか、質問、コメントはございますか。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。

今の資料の15ページ、表4.1-1のところに、試験体の低水位、これが通常運転水位に当

たと思うんですが、そこの有効質量比が0.15と記載されています。

24ページの表5.1-1で、ここには実機相当の有効質量比がNASTRANで計算されています。その数字が、通常運転時水位で0.22という数字になっています。

縮尺が1/25ぐらいだと思うんですが、ここで試験体の有効質量比0.15と実機相当の解析の0.20ですか、22ですか、この数値の違いはどこから来ているのか、その要因を教えてくださいませんか。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田と申します。

まず初めに、15ページの有効質量比、低水位のときの0.15ですけれども、次のページの16ページに、試験体の写真が左側に書いてありますけれども、試験体につきましては、水の流動がわかるようにアクリル製でつくってございまして、あと、実際のサプレッションチェンバの中には内部構造物が入っているんですけども、そこは、まず試験としましては流動をきちんと押さえたいということから、内部構造物については模擬していない。単純な円環で試験をしております。

一方、実機のサプレッションチェンバにつきましては、ページで言いますと6ページを御覧ください。

6ページの右側、右下になりますけれども、サプレッションチェンバの概要図というのがございます。

右側の絵になるんですけども、A-A断面図というところですけども、サプレッションチェンバの中には、サプレッションチェンバの構造以上の強度向上を期待しまして、強め輪というものが入っております。

ですので、試験体と実機相当としましては、大きく違うところとしましては強め輪あり、なしというのはございます。

今回、有効質量比に関しては、水平方向の地震動があったときに、水によってサプレッションチェンバの円環、それに水が当たるということが結構大きい影響かなと思ってございますので、先ほど御質問があった15ページの低水位の数値に対して、24ページの実機の低水位の有効質量比が0.22という違いは、今ほど御説明した強め輪の存在の違いかなというふうに考えてございます。

以上です。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。

基本的には先ほど御説明があったんですが、3ページで示されているように、一義的に

有効質量比は液量率だけで決まってくるので、スケールとかそういうものには影響しないというふうに一般的に言われていると思うんです。

今の御説明で、強め輪というような拘束物があるということが要因だということなんです。この違いについて説明を、記載を追加していただけますでしょうか。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

承知いたしました。記載のほうは詳細に、わかりやすく追加させていただきたいと思えます。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。

了解しました。

○山中委員 そのほか、いかがでしょうか。

○植木主任審査官 規制庁の植木です。

先ほど佐藤から質問があった温度条件の件なんですけれども、密度が常温とは違うということに関してはわかるんですけども、例えば高温になってボイドが発生した状態になっていて、そのときに、例えば有効質量とか、スロッシングの状況というのは、常温とは変わらないというか、今回のものが適用可能なのでしょうか。

○東北電力（清水） 東北電力の清水です。

地震時と、そのサプレッションチェンバの内部の水の状態というのを組み合わせるに当たりましては、事故時の状況との組み合わせの話になるので、実際にサプレッションチェンバがどうなっているのかというところを、まず、前提条件を確定しないと話は難しいのかなと思います。

実際に地震が発生するタイミングでのサプレッションチェンバの状態はどうですかといいますと、例えば、 S_5 が発生するタイミングのときには、サプレッションチェンバは、有効性評価の結果にもよるんですけども、基本的にはそのようなぐつぐつとなっているような状態ではございません。

ですので、その点については問題ないと考えております。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

補足させていただきますと、重大事故時の地震との組み合わせというのは、時間にして1カ月以上たったときの状態と地震動を組み合わせると思えます。

そのときにつきましては、サプレッションチェンバの水温につきましてはサブクール温度以下になっていると思えますので、そういったボイドの発生というのはないのではない

かというふうに考えております。

以上です。

○植木主任審査官 規制庁の植木です。

理解しました。

その温度に関しても、今、説明があったようなことを少し資料のほうにも入れていただきたいと思います。

○東北電力（清水） 東北電力、清水です。

温度への配慮、考慮について、記載させていただきます。

○植木主任審査官 規制庁、植木です。

次に、25ページに、今回、NASTRANによる有効質量をそのまま適用するということですが、けれども、振動試験との比較とか、OpenFOAMとの比較で、ほぼ一致するとはいうものの、多少の違いは見てとれます。

それに関して、違う理由に関しては、考察はまとめ資料のほうでしていただいておりますけれども、もうちょっと深掘りするというのと、あと、有効質量の影響検討、変わった場合に、荷重に対してどういう影響があるのかという、そういうばらつきに対する影響検討というのは必要だというふうに思うんですけれども、その点はいかがでしょうか。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

有効質量比につきましては、サプレッションチェンバの地震応答解析に用いるものになりますので、こういったNASTRANとOpenFOAMの違いによる有効質量比の差が地震応答解析にどう影響するかということだと思っております。

その辺につきましては、実際に評価に適用する床応答スペクトルとの関係を見て、評価手法の違いによって、固有周期が一番きくと思うんですけれども、固有周期がスペクトルのピークに対してどういう関係になっているか、そういうところをきちんと見て評価させていただきたいと思っております。

それにつきましては、先ほどのラックのときにもありましたけれど、建屋応答の審査状況を踏まえて、そういったところはきちんと検討して、今後、御説明させていただきたいというふうに考えております。

以上です。

○植木主任審査官 規制庁の植木です。

今の件に関しては、工認段階でというよりは、今の時点でどの程度影響するかというの

を定量的に示していただきたい。

要は、今回、NASTRANから出てきた数値そのものを使うという結論になっていて、大き目に設定しているとはいうものの、先ほど言われたように、小さ目になったら、今度、スペクトル上で厳しくなるということも考えられないこともないので、その辺を検討して、例示していただければと思うんですけども、いかがでしょうか。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

今現時点での暫定値のスペクトルになりますけれども、今どういう状況になるかというのを説明させていただきます。

本日のまとめ資料の170ページ、通しページで言うております、一番最後のページになりますので、こちらをお開きください。

170ページでいいますと、図2になります。

図2につきましては、当社女川原子力発電所の S_s 、基準地震動は7波ございます。それを重ね書きしたものでございます。

今回、例示させていただいておりますのは、重大事故時、水のたくさん入っている場合のものですけれども、そのサプレッションチェンバの固有周期を示しております。

左側から点線と実線で引いてございますが、これを見ますとスペクトルのピークと合っているところになりますので、評価としては、今現時点で言いますと、一番厳しいかなというふうに考えてございます。

先ほどの有効質量比が軽くなりますと、この固有周期がずれるわけですけれども、そういったところをきちんと見ていくのかなというふうに考えてございます。

以上でございます。

○植木主任審査官 規制庁の植木です。

承知しました。

今の話も少しもとの資料のほうに追加していただきたい。

このスペクトルを見る限り、有効質量比の影響というのはあまりないということは理解しました。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

了解いたしました。

○山中委員 そのほか、いかがですか。

○植木主任審査官 規制庁、植木です。

すみません。次なんですけれども、パワーポイントの27ページ、地震応答解析モデルに関わるものです。

ここで、シェルモデルで得られた有効質量を、右の、はりモデルに質点を集約して用いるということで、右側に内部水の有効質量の質点がありますけれども、これは、このはりモデル上に置いているということによろしいでしょうか。

○東北電力（熊谷） 東北電力の熊谷です。

サプレッションチェンバシエルのはり要素のほうに内部水の質点を置いております。

○植木主任審査官 わかりました。

規制庁の植木です。それで、34ページに、そのモデル化の詳細の説明がされていまして、質量と回転質量と書いてありますけれども、これを考慮することによって、有効質量の高さを考慮したモデルにするという説明になっていきますけれども、これは回転質量を考慮することによって、その質点の位置というのは変えなくていいという、そういう理解でよろしいのでしょうか。

○東北電力（熊谷） 東北電力の熊谷です。

サプレッションチェンバシエルのある要素に対して、水平方向の圧力と鉛直方向の圧力が発生することになりますが、こちらの水平方向の有効質量に対して高さ方向が変わりますので、それに伴って補正をかけるように回転質量がかかることになります。

また、鉛直方向の圧力に対しましては、その位置、高さによって、回転するとモーメントが発生しますので、そちらを考慮できるように回転質量が質点到縮約されるということになりまして、シェルで出てきた圧力と同じ挙動をするように解析モデルが組み立てられるという方法をとってございます。

○植木主任審査官 規制庁の植木です。

理解しました。それで、この資料のモデル化の説明だけでは、今の話とか少し理解しづらいところがあるので、もう少し詳細にモデル化のところを説明を加えていただきたいと思います。

○東北電力（清水） 東北電力の清水です。

本日の説明資料の、資料番号1-2-3の31ページを御覧ください。

まさに、今、御指摘いただきましたとおり、我々もこの縮約についてはもう少し丁寧な説明が必要だろうと考えておりまして、31ページの②のほうを御覧いただきたいんですが、今後の追加検討ということで、こちらのほうは設置許可変更段階における適合性審査にお

いて説明していくものと考えているんですが、ここの②にありますように、有効質量について、地震応答解析モデルを作成する際の縮約が適切になされていることについて検討を行いまして、こちらについては、もう少し丁寧な説明をさせていただきたいと考えております。

すみません、こちらは、本日は積み残しといたしますか、今後の追加検討ということで、本日は御紹介させていただきました。

○植木主任審査官 規制庁、植木です。

今の回答に関連しまして、31ページの「簡易な容器形状に対する検討結果を用いて適切性を説明」というふうになってはいますが、このサプレッションチェンバのモデルそのもので、シェルモデルと、はりモデルの直接比較をやって同じ答になるという検討はできないのでしょうか。

簡易モデルでやるというところが、よくわからないんですけども。

○東北電力（清水） 東北電力の清水です。

今回のこの縮約の適切性の説明に当たりまして、まずは先ほど34ページでありましたように、結構複雑な形になっております。こちらの複雑なものを説明するに当たって、どういうやり方がいいだろうと考えたときに、まずは簡易なモデルに対して、その適用性を見て、その中で説明した方が、要素としての見方といたしますか、その中身としては、簡易なモデルで再現というか、検証をした方が説明しやすいだろうということで、このような考えにしております。

○植木主任審査官 規制庁、植木です。

最終的には実機モデルで比較もされるという、途中の説明は簡易モデルでやるけれども、最後は実機モデルの両方のモデルの比較を行うということで理解していいのでしょうか。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

今回のサプレッションチェンバの内部水に関して、有効質量比を地震応答解析にどう設定するかというところで、バーチャルマス法から出てきた有効質量比をはりモデルに転換するやり方です。

そこについては、縮約ということで、先ほど説明させていただいたとおりなんですけども、実際、バーチャルマスから出てくる有効質量比を、ある質点に置くことの方をきちんと説明することが一番肝要かと思っていますので、まずは先ほど清水が説明させていただいたとおり、簡易なモデルで御説明させていただきますが、それをきちんと説明する

ことによって、やり方自体は御理解いただけるのかなというふうに思っていて、丁寧な説明をさせていただきたいと思います。

実際に、最終的にサプレッションチェンバ自体についても同様の検証をするのかということにつきましては、その説明を十分にさせていただいた後で必要性を判断したいなというふうに考えてございます。

以上でございます。

○植木主任審査官 規制庁、植木です。

理解しました。よろしく申し上げます。

私からは以上です。

○山中委員 そのほか、いかがですか。

○堀口主任審査官 規制庁、堀口です。

同じく資料1-2-3の31ページ、今後の追加検討についてですが、①で「スロッシング荷重の算定に対する検討を行う」ということで、3ポツ目に水平2方向の地震入力による影響を見ますよとあります。

それで、この水平2方向の地震力について、これにつきましては、入力地震動、位相特性等をどう設定するかとか、そういう留意点が幾つかありますけれども、その留意点の観点から、どのような入力地震動を設定しようとしているか、説明してください。

○東北電力（清水） 東北電力の清水です。

今、御指摘にありましたように、水平2方向の地震入力による影響につきましては、女川の基準地震動 S_3 につきましては、位相が方位のない地震動になっております。

ですので、今、御指摘がありましたように、位相違いの波をつくりまして、その位相違いの波と S_3 を入れることによって、結局、二つ、2方向のものを同時に入れて解析することになります。そのような解析をしまして、結果をお示ししたいと考えております。

○堀口主任審査官 わかりました。

もう一つですが、同じく31ページ、水平2方向の話で、これは、女川のサプレッションチェンバはドーナツ型の容器ですよね。

当然、揺りますと円方向に動くというのは、実際に動くことは考えられるんですが、今後、このしようとしている水平方向の流体解析では、そういった円周方向の動きというのは追えるような解析なのではないかというのが一つ。

もし追えるんだとしたら、実際、そういう動きをすることは考えられるのかという話と、

いずれにしてもスロッシングの影響というのは小さいと見ていいのかという、この点について説明してください。

○東北電力（熊谷） 東北電力の熊谷と申します。

御質問について回答したいと思います。

まず、一つ目の円周方向にぐるっと回るようなスロッシングは評価できるのかどうかという観点で申しますと、流体解析につきましてはVOFを用いた流体解析コードを用いておりまして、そのような入力が入れば円周方向に回ることが可能な解析モデルになっておりますので、表現はできるかと思えます。

影響につきましては、女川の基準地震動 S_s のレベルですと、地震による荷重に比べてスロッシング荷重というものは小さいということを確認してございまして、影響が小さいんじゃないかなというふうに考えてございます。

○堀口主任審査官 わかりました。

私からは以上です。

○山中委員 スロッシング荷重そのものが小さいんで、どんなモードのスロッシングが起こるかというのは、あまり解析しても意味はないというふうに考えておいていいですかね。

ドーナツ型の円環で、どんなスロッシングが起こるのかというのはイメージできなかったのです。

○東北電力（熊谷） 東北電力の熊谷と申します。

地震応答解析の入力加速度によって生じる地震荷重に比べて、スロッシング荷重は3%程度になります。

ですので、スロッシング荷重が仮に倍になったとしても6%程度ですので、全体の評価にはほとんどきかないかなというふうに考えてございます。

○山中委員 わかりました。

そのほか、いかがですか。どうぞ。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

地震応答解析のモデルの考え方について確認します。

パワーポイントの資料の27ページです。

先ほども若干議論ありましたが、私からの質問は、地震応答解析のモデルとして、3次元のはりモデルを使ったスペクトルモーダル解析をやるというふうに書いてありますけれども、そもそも、3次元のはりモデルのスペクトルモーダル解析というのは、配管と

かではよく用いられるんですが、例えば今回のようなサプレッションチェンバのような円環形状で、かつボックスサポートという、脚がついているような複雑な形状をしているような変換の容器、これにはり要素を適用してもいいという、そう考えた理由を説明してください。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

今の御質問について御回答させていただきたいと思います。

説明は、まとめ資料のほう、資料ナンバーで言うと1-2-4になります。そちらを用いて説明させていただこうかなと思います。

まず初めに、78ページを御覧ください。

まず、78ページで御説明させていただきたいのは、既工認と今回工認で何が違うかという話ですけども、大きく違いは3点ございます。

一つは、水平方向の地震荷重を算出するに当たっての考え方として、水の質量に対して有効質量比を用いることが1点目になります。

2点目が、有効質量比を用いることになりますので、水の流動によるスロッシングの評価につきましましては個別に評価するというところが違いの2点目。

3点目は、地震応答解析につきましましては、今回、重大事故時などは水位が上昇しますので、そういったところの挙動をより詳細に解析するという観点から、スペクトルモーダル解析をするということで、違いはこの3点でございます。

基本的には、工認での耐震評価の考え方に当たっては、既工認をベースして、必要などころを変えさせていただくという御説明で、まずは考えております。

それで、次に、御質問があった、はりモデルによるスペクトルモーダル解析を適用する考え方なんですけども、PWRプラントの場合は、大型機器に関しては、圧力容器、あと格納容器、それと原子炉建屋との地震応答解析につきましましては連成解析しておりまして、それも、はりモデルで算出してございますので、基本的には地震応答解析にするに当たって、先ほど加藤様の方から御説明のあった配管などでも3次元のはりモデルでの評価をされておりますので、評価するに当たっては、3次元はりモデルによるスペクトルモーダルで適切に評価できるという考え方を持っております。

続いて、2番目に御質問があった、サプレッションチェンバのボックスサポートですとか、そういったところの応力解析に関してどうかという話だと思います。

まず、我々のこの評価の流れなんですけれども、先ほどの次のページの79ページになり

ますけれども、サプレッションチェンバの耐震評価の流れとしましては、下の図を見ていただきたいと思います。

図2.3-2になります。

まず最初に、サプレッションチェンバが地震動によってどういう挙動をするか、これが地震応答解析で求めるものです。そこで地震応答解析をしますと地震荷重が出てきますので、その地震荷重を用いて、各部の応力評価ということになります。

それで、応力評価をどのようにするかということですが、こちらにつきましては、ページで言いますと147ページになります。

147ページの下半分ですけれども、まず、図2のほうに、先ほど申しましたように、まず地震応答解析による3次元はりモデルのモデルを記載してございます。ここで得られた地震荷重を各部の評価に用いてインプットとして入力して、各部の応力がどうなるかという評価をするんですけども、ボックスサポート等の評価に当たっては、図3に示しますように3次元のFEM解析モデルを用いて評価します。

これにつきましては、既工認同様に、3次元のFEM解析を用いた評価になりますので、こういった詳細なモデル化をすることによって、径変化部等の応力につきましては、きちんと評価できるというふうに考えてございます。

実際、この辺りの考え方、実際の地震荷重を用いた評価につきましては、後段の工認段階で丁寧に説明させていただきたいというふうに考えてございます。

以上でございます。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

御丁寧な回答、ありがとうございます。

ただ、私は、そこまでの質問をしたわけではなくて、単純に、今回の有効質量という概念を用いて、内部水のその地震荷重を、それぞれサプレッションチェンバの各部の地震荷重等、水平方向の地震荷重として算出するに当たって、わざわざはりモデルを使って、先ほどの説明ですと有効質量の算出にはシェルモデルを使っていると言っておりましたけれども、それをまた、はりモデルに一旦変換して、さらに、恐らく応力解析のときにはシェルモデルに戻すというようなことをされているかなと思うんですけども、そうではなくて、例えばパワーポイントの5ページの有効質量の概念ということで冒頭に説明していただきましたけども、この円筒タンクのイメージ図が描かれていますけども、この図に示すように、例えば液面近くは容器に負荷される内部水の質量が少ない、底にいくと大きいと、

そういう現象だと思うんですけども、そういう現象があるにもかかわらず、サプレッションチェンバも、底の部分には荷重が多くかかって、水面近傍では荷重があまりかからないと、そういう分布があると思うんですけども、そういう分布があるようなものに対して、一律にはりモデルでやるような、そういうのがどういう考えなのかなという、そういう質問だったんですけども。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

今、御指摘があった項目に対しての理解ですけども、今回の有効質量比の概念ですけども、実際に地震が来たときに、サプレッションチェンバの中の水がどう動いて、その水が動くことによって、どういうふうに荷重がかかるかということ把握するために、より精緻な解析モデル、今ここで言われたような3次元モデルで評価をしたらどうかということだと思うんですけども、そちらにつきましては、当然そういった考え方もあろうかと思うんですけども、これまで3次元はりモデルの評価につきましては、配管等で十分な解析実績もあって、より精緻なモデル化したものとの比較等の検討結果もあって、3次元はりモデルというのはある程度の保守性も有しているという見解が出ています。

先ほど、私から申し上げましたように、基本は既工認の耐震評価の流れがあって、それに対してどうかというようなアプローチで今回説明させていただいたので、そういったことから、我々では、地震応答解析に関しては3次元はりモデルのスペクトルモーダル、そこからアウトプットとして出てくる地震荷重を既工認で用いているシェルモデル、こちらにつきましてはモデル化等ができておりますので、それにインプットをして評価をするというような流れで考えてございます。

説明は以上です。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

今の回答で、既工認との差分ということで考えているのでという発言があったんですけども、既工認では、保守的な考え方ということで、全量を負荷していたという、そういう過程でやっていて、今回はより現実的なものということで、有効質量比という概念をもって、より精緻に地震の荷重を出しますということなんですけれども、それであれば、そのそれ以降の、例えば地震荷重がそれぞれの部位にどうやって負荷されるのか、あるいはその負荷された荷重が応力として各部にどのように出るのか、その出た応力が許容値に対してどうなのか、そういう一連の流れも、その荷重の条件が、簡便な方法ではなくて精緻な方法ということでやるのであれば、その以降のやり方についても、精緻なやり方でやる

というような考え方もあると思いますので、結果として、かなり有効質量を用いるということは、荷重としての設定が全量を見るよりも少なく見るということになりますので、荷重を少なく見るということは、それだけもともと既工認で考えていた荷重よりも低い荷重で評価するということになりますので、それ以降の評価においても、きっちりと精緻化したような評価をするべきじゃないかなと思っておりますけれども、その辺の考え方はどうでしょうか。

○東北電力（清水） 東北電力の清水です。

資料1-2-3の8ページを御覧ください。

こちらの8ページは、既工認と今回工認の手法の比較を載せているものですが、右側のグレーにハッチングした部分が今回工認の変更点に当たります。

こちらは、今、加藤さんからありましたように、上のほうから地震荷重の算出というのがこのグレーの部分にかかるんですけども、それ以外の死荷重ですとか、その他荷重とかも加えて次の段階で応力計算、そして許容応力以下かというような、これが全体の流れになります。

今回変更している部分が、このグレーの部分で、確かに水の有効質量ということを利用して、荷重の大きさが現実的なものになります。

その影響を見るときには、まず、水の有効質量を入れることによって現実化することによって、その影響として、例えばスロッシング荷重を建設と変えて今回詳細にまた見ましようとか、そういう考え方をしております。ですので、このグレーのものについて、まず個々に一つ一つ変更の影響というものを見ていくのかなと思っています。

本日は説明しませんでしたでしたが、このグレーの部分について、35ページを御覧ください。

このグレーの部分の、例えば水の有効質量の算出ですとか、スペクトルモーダル解析の適用、あとはスロッシング荷重を見ますというものに対して、それぞれ今回工認の中でサプレッションチェンバの耐震設計をどう配慮していくかというものを、35ページにまとめています。

ただ、これは、先ほどありましたように、真ん中辺ですけども、スペクトルモーダル解析については縮約を行うということはまだ説明し切れていませんので、耐震設計の配慮は追而としておりますが、このように今回変更するものについて、どういう影響があるかというのを整理して、それぞれについて、例えば保守性が必要だねとか、そういう議論になるんじゃないかなと考えています。

こちら、変更点、上から見ますと有効質量の適用、スペクトルモード解析の適用、あとはスロッシング荷重の適用ということで、それぞれ検討していくことと設計への配慮ということがあります。

一通り説明した後に、こちら辺がしっかりまとまって、最終的にはまとめになるんじゃないかなと考えております。

○東北電力（若林） 東北電力の若林です。

1点、補足させていただきたいと思います。

まとめ資料の167ページをお開きいただきたいんですけども、今ほど加藤さんから御指摘があったのは、さまざまな水の揺動などについて現実的な値を使うからには、きちんとあなたたちとしてシェル壁の応力をするとき、厳しいところを取り出されているのかということだと思っています。

構造的にいきますと、シェル壁自体に突然流体でピンポイントで大きな荷重がかかることはなくて、それ自体、全体に水の圧力がかかることによって、最終的にはそれを支持するボックスサポート部、もしくは応力の集中するであろうエビの継手部、こういったところに荷重が大きくかかるであろうと、そういった構造設計の基本的な概念設計の段階での発想がございまして、「既工認、既工認」と、すみません、うちの部下が既工認のポイントばかりを説明しているようでございしますが、なぜ既工認がいいのかといいますと、既工認では、そういった、多分、応力発生が厳しくなるであろう場所をきちんとピックアップして評価をしているんですよということを申し上げたいからということでございまして、まさに上のほうには表の5ということで、その応力評価点、P番号で書いてあるのがたくさん出ております、シェル壁でございまして。

また、下の部分、コンター図では、有限要素法で評価した結果として、こういったところが一番応力発生値が大きくなるのか。やはりこれで見えていただくとわかるように、そのサポート部、もしくはエビの継手部ということになりますので、定性的にはこういったやり方が妥当ではないのかなということで、私ども、こういった評価をさせていただいたということでございます。

以上です。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

今、回答していただいたようなところは、今回の有効質量比という概念を用いて評価するところのポイントとなるところかなと思いますので、今後の追加検討ということで、項

目は挙がっておりませんが、引き続き議論が必要じゃないかなと考えております。

あと、私からもう一点確認したいと思っておりますけれども、資料で言うと1-2-4です。まとめ資料と言われているものの、ページ番号で言うと102ページになります。

こちらが有効質量の適用例として、球形タンクの例が記載されておりますけれども、この記載内容を見ますと、タンク本体ではなくて、その支持構造体への設計水平せん断力を求める内容になっております。ですので、タンク本体胴への地震荷重に適用するものじゃないように思えるんですけれども、まず一点は、102ページに書いてある球形タンクの例が示されていますけれども、これはタンク本体へも同じように有効質量の考え方を適用しているのか。

あるいは、こちらの例示されているものがそうでないのであれば、有効質量をタンク本体に適用しているような例はないのか、説明してください。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

今、御説明があった102ページですけども、これは今回サプレッションチェンバのほうに有効質量比を適用するに当たって、他産業で有効質量比の考え方を適用しているようなものは事例としてないかということで紹介させていただいたものです。

今回、サプレッションチェンバの評価をするときに、この規格を適用するということではなくて、実際に先ほど説明させていただいたNASTRANによって有効質量比を求めて、そこから展開しようとしていますので、こちらにつきましては、有効質量比の例示ということで記載させていただいたものです。

まずは事実関係を説明させていただきました。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

誤解があるようなので、訂正させていただきたいんですけども、私は、この球形タンクの規格でやるというふうには、もちろん理解しておりませんので、一例だということで例示されたというのは理解した上で、この例示はタンク本体に対する例示ではないので、タンク本体に対する例示はありますかという、そういう質問です。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

私のほうの理解が、認識が違って申し訳ありませんでした。

今日時点で、そこまできちんと追ってはいませんので、持ち帰り、タンク本体に対して有効質量の考え方という観点で見させていただきたいというふうに思います。

以上です。

○東北電力（若林） 東北電力の若林です。

1点補足させていただきますと、基本的に一般構造体の設計でございますので、断面性能の中でタンク本体側は、より高い断面性能を確保されているということが前提であった上で、この支持構造部材に対する要件ということで出ているのかなと思います。

ただ、今ほど飯田が言ったとおりでございますので、確認した上できちんと御回答させていただくことにしたいと思います。

以上です。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

私が今のような質問をした意図としては、今回の説明が、どうもサプレッションチェンバの本体胴ではなくて、ボックスサポートという支持部、そこにどうも着目しての評価がメインのような受け取りをしましたので、あと、実際まとめ資料のほうには、脚部を補強するような記載もありますし、一方で脚部がついている本体のつけ根部、脚部に高い応力が出るのであれば、当然そのつけ根部の胴体の部分にも大きい力が加わっていると思うんですけども、その本体胴に関しては、特に補強は必要ないのかもしれませんが、脚部に対して補強するような大きな力がかかっているというような、まとめ資料にも記載があるにも関わらず、その本体胴のほうはどうなっているのかというのが気になっているものですから、先ほどのような指摘をさせていただきました。

なので、脚部のみならず、サプレッションチェンバ本体胴のほうにも着目した評価というのを以降はやっていただきたいなと思っております。

以上です。

○東北電力（若林） 東北電力の若林でございます。

従来工認の評価結果を御覧いただくとおわかりいただけるんだと思うんですけども、シェル部につきましては、強め輪を入れたり強め板を入れたりして断面性能を向上させることによって応力低減を図っておりますので、そこにおける許容値に対する発生応力というのは非常に低く抑えられているというものでございます。

結果として、今回、特に地震荷重が大きくなったというのは、我々、女川の実態でございますので、特にボックスサポートの部分に発生する荷重が大きくなったり応力が大きくなったということで、そちら側も補強が必要になってきたというところを述べさせていただいておまして、多分、我々は、こうやって設計をずっとやってきているものですから、そういう頭がもともとあるものですから、じゃあシェル部側がどうなんだというところに

についての御説明が足りなかったのかもしれないと思っております。

いずれ工認の段階では全てそろえますので、そこで御確認いただくことで十分かとは思いますが、まず、サプレッションチェンバの設計によってクリティカルなところについて特に取り上げて御説明させていただいたことをごさいますので、その点については至らなかったとは思いますが、御理解いただきたいと思います。

以上でございます。

○東北電力（清水） すみません、補足します。

資料1-2-4の通しページの166ページを御覧ください。

資料全体を俯瞰しますと確かにボックスサポートが目立つんですけども、先ほども若林が説明しましたように、サプレッションチェンバの応力評価も当然のように実施いたします。

こちらは、166ページ、167ページに、これはサプレッションチェンバ本体の評価になりますが、166ページは応力評価点ということで、既工認、今回工認と表に書かせていただいているのは、こういう構造変更を踏まえて新たな評価点を追加しなきゃいけないかというような観点をもって、今回工認のものも洗い直しますという見方になります。

例えば、本体からまた外れて申し訳ないんですが、165ページはボックスサポートの応力評価点なんですが、この表2を見ていただきますと、既工認と今回工認を見比べますと、丸が今回工認は増えております。今回の評価を変えたこと、あとは構造が変わったことを踏まえて、新たな評価点がないかというような見方もしているという御紹介です。

シェル本体のほうに戻りますと、166ページ、167ページにありますように、このような評価を実施しているということになります。

167ページの右下には、先ほどからありました3次元シェルに対するモデルで、このようにコンターを見ておまして、応力集中部位というのもしっかり見て、その応力集中部位については改めて評価が必要であれば新たな評価点とするというようなこととしております。

また、169ページに、暫定値にはなるんですけども、評価結果が、上の図がボックスサポート、下のほうがサプレッションチェンバの本体になります。このような評価結果になっていることをごさいます。

○東北電力（若林） 東北電力の若林です。

1点、今のコンター図は、先ほど私も紹介しておきながらきちんと説明していなかった

ので申し訳ないんですけども、これは一応色分けして示しておりまして、赤から青まで。赤いほうが大きな応力が出て、青いほうが少ない応力ということでございますが、発生応力の幅の中で、最大のものは赤で、最初のものは青で示しておるものですから、こういうふうにドラスティックに赤があるじゃないかということで見られますけども、仮にこれが許容値でノルマライズしているとか、そういったことをやりますと、もっと青くなるということでございますので、そういったことで誤解のないように申し上げたいと思います。

すみません、以上です。

○加藤主任審査官 原子力規制庁の加藤です。

今、回答していただいたようなところは、引き続き議論が必要かなと思います。

あと、もう一点だけ私のほうから確認したい点がありまして、今回の有効質量のやつが、加振試験ですとか、あるいは流動解析でやっているというようなことなんですけども、この手のやつは、実機との違いというのが必ず、加振試験にしろ、解析モデルにしろ、実機と全く一致するということではなくて、実機との違いというもの、不確かさと言われるものをどのように設計に落とし込むかというところも大事かなと思ひまして、今日の説明ですと、その辺りがなかったので、今後の追加の検討として、今後議論されるのかなと思ひますけども、そういう理解でよろしいでしょうか。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

先ほど、当社清水のほうから説明させていただきましたけども、本日のパワーポイント資料の35ページに、今回工認のサプレッションチェンバの耐震設計の配慮というところで、今回、既工認から変わったところについて、どういう変動があったか。変動要素に対して、どういうふうなばらつきを考えないといけないのか。

今、加藤さんから言われた保守性の観点から、どういうふうに荷重を設定していこうかというような検討をしようと思っております。

特にスロッシング荷重の適用ということで一番下の段になりますけども、その段の一番右側、耐震設計の配慮ということで、地震荷重とスロッシング荷重は別々に、最大発生値が違った時刻に発生するので、それを最大値同士を合わせるとか、そういった配慮等もありますので、今後、こういったところの検討がまとまった段階で、また丁寧に御説明させていただきたいというふうに考えております。

以上でございます。

○山中委員 そのほかいかがですか。どうぞ。

○植木主任審査官 原子力規制庁、植木です。

追加で2点確認させてください。

戻るんですけども、パワーポイントの、24ページのほうは実機の比較で、NASTRANに対してOpenFOAMが少し小さ目になっていますと。

一方、22ページの試験体のほうは、ほぼ同じような、NASTRANとOpenFOAMが同じような結果になっているということで、この両者の違いというのは、24ページの実機のほうはOpenFOAMで内部構造物を考慮していることかなというふうに思うんですけども、内部構造物の影響が大きいと考えていいんですか。

こちらの実機のNASTRANとOpenFOAMの違いが、試験体より大きく差が出ているというのは。

○東北電力（熊谷） 東北電力の熊谷と申します。

そちらの影響に関しましては、今後の追加検討ということで、資料31ページ目になるんですけども、パワーポイントです。

今後の追加検討ということで、①としてスロッシング荷重の荷重算定に対する検討を行うというところで、流体解析における内部構造物のモデル化の有無による影響について、実際に内部構造物がないものについて評価を行いまして、その影響について確認していきたいというふうに考えてございます。

ですので、今後、確認結果についてお示ししたいと考えております。

○植木主任審査官 原子力規制庁、植木です。

わかりました。

それともう一点は、まとめ資料のほう、厚いほうの資料で115ページ。

下のほうにスロッシングの解析によるコンター図が示されています。

これを見ると、断面で切った時に、左右方向に水位が上がったり下がったりするというモードになっていると思います。

先ほど、水平2方向時のスロッシングのモードの話がありましたが、2方向入れたときに、さっき話があった、この円環上を回るようなモードというのは、今解析をやられていると思うんですけど、見通しとして、そういう影響は出ない見通しなんでしょうか。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田と申します。

水平2方向の影響によって、中の水がどう挙動するかという話ですけども、位相の違った地震動を入れるので、流動として回る可能性はありますけども、その影響というのを考

えたときに、サプレッションチェンバ本体に圧力としてかかるものが大きいかという観点で考えますと、実際はぐるっと回りますので、どこかに抵抗を受けるかどうかという観点からいうと、サプレッションチェンバ本体に関してはそういった影響は小さいのではないかなというふうに考えてございます。

以上です。

○植木主任審査官 原子力規制庁、植木です。

今回、このスロッシングによる内部構造物への影響というのも今後検討していただくことになっているので、本体に対する影響は確かに3%とか小さいということは理解していますけれども、そういうスロッシングのモードで内部構造物への悪影響がないかどうかという事は、一緒に確認していただきたいと思います。

以上です。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

本体資料の144ページを御覧いただきたいと思います。

144ページは、今回、有効質量比を適用するに当たって、現実に近い荷重になるんですけども、それに伴ってスロッシングの影響について個別に評価するんですけども、こちらにつきましては、前のページ、143ページを見ていただきたいと思います。

143ページに、今回サプレッションチェンバ周りにどういった設備があるかというのを図1のほうに記載してございます。

こちらに記載している設備に対して、スロッシング影響があるかないかというような検討をさせていただいた結果が144ページになります。

144ページの整理につきましては、対象設備と、右から2番目の縦列になりますけども、スロッシング影響の検討をやるかどうかというのを、設計基準事象、あとは重大事故事象と分けてやっております。

そこで実際に評価するもの、しないものというのを分けて、実際にスロッシング影響があると考えられるものについては、適切に評価をしていくということで考えております。

以上でございます。

○植木主任審査官 原子力規制庁、植木です。

水平2方向の件もあわせて、影響検討をしていただくようお願いします。

以上です。

○東北電力（飯田） 東北電力の飯田です。

了解いたしました。

○山中委員 そのほか、いかがですか。よろしいでしょうか。

サプレッションチェンバそのものといいますか、あるいは内部水の影響というか、個別についてはいろいろと工夫をして検討していただいたかと思うんですけど、耐震設計の全体の流れというのが、本日の説明では丁寧さが足りなかったのかなと。もう少し個別に、こういうモデルを使う妥当性というんですかね、全体の流れの中でこういうモデルを使ってもいいよとか、あるいは加振試験、こういう試験をしていいよというような話が、全体像をまずきちっと御説明いただいて、それで個別のお話という。

個別については、かなり今日、詳細に説明していただいたので、全体の流れがこれでもよろしいかというところについては、恐らく事業者としては十分だと思われるかと思うんですが、その辺りをもう少し丁寧に説明をしていただく必要があるのかなと。

また、個別については、幾つかコメントとか質問が出ましたので、そういう点に配慮いただいて、もう一度御説明いただければと思います。

いかがでしょう。よろしいでしょうか。

それでは、今後のスケジュールについて、よろしく願いいたします。

○東北電力（若林） 東北電力の若林でございます。

資料1-3-1、3-2、3-3に基づきまして、御説明させていただきます。

変更点でございますので、資料1-3-3を用いて御説明させていただくわけですが、今回の説明スケジュールの御説明の中で一つの大きなポイントが、一通りの御説明を終える時期ということで、従来は7月末ということでお話をさせていただいておりますが、それを8月末に見直させていただくということでございます。

説明スケジュール策定に当たりましては、資料1-3-1にございますように、実現可能なスケジュールにすべしというお話をいただきつつ、一方で審査の手戻りが生じないように、説明の順序を検討の上、策定するようということをお願いしております、こういったこともございまして、審査項目の中でコメントを頂戴したような場合には、コメント回答を丁寧に行いまして、適宜、こういったものを交えて、審査項目ごとに、ある一定程度固めてから次の審査項目を説明するように工夫してきたこととございます。そういったことから、審査準備の実態を踏まえまして、もうひと月延ばすということにしたものでございます。

もちろん、これまで以上に早目の資料提出とか、あるいは十分な説明資料構築というよ

うなことで、しっかりとした審査準備に努めていくようにしまして、さらに、より効率的な審査となりますように進めてまいりたいと思っております。

では、資料1-3-3をお開きいただきたいと思っておりますけれども、まず1ページ目を御覧いただいておりますように、8月の欄が増えております。

この中で特記させていただいておりますのが、備考欄で黄色くハッチングをかけておりますけれども、竜巻の防護設計でございまして、竜巻防護ネット設計の詳細、評価を今行っております、その評価結果を踏まえて御説明をしたいということで、この予定を、これに合わせて組み替えております。

次のページを御覧いただきたいと思っております。

裏面でございますけれども、有効性評価につきましても、現状の進捗状況を踏まえまして、順次、後ろ倒しになっている形になっておりますけれども、先ほど申し上げましたように、効率的な審査に努めてまいりたいと、準備に努めてまいりたいということでございます。

次のページ、別紙1でございます。

耐震関係の項目でございますけれども、こちらにつきましても、一部下のほうで耐震設計方針のほうに統合して説明をさせていただくというふうに、効率的な説明にかえさせていただくことにいたしましたけれども、加えまして、先ほどの説明スケジュールを反映して、8月までのスケジュールにさせていただいているということでございます。

裏面を御確認していただきますと、耐津波設計について、最終ページに書かせていただいております。

こちらにつきましては、現状の審査会合の日程などを考慮しまして、1週間ずらせていただいていると、こういった形でございます。

いずれにしましても、一通りの説明を終える時期につきましては、ひと月後ろ倒しさせていただくということでございますけれども、これまで以上により効率的な審査となるよう、事業者としても努めてまいりたいということでございます。

以上でございます。

○山中委員 今後のスケジュールで確認しておきたいことはございますか。

○小山田調整官 原子力規制庁の小山田です。

今、御説明があったのは資料1-3-3を中心に御説明いただいたんですけども、その前の1-3-2の、例えば2ページ目とかを御覧いただきますと、これまでの実績のところには黒い星

印で記されているような状況ですが、今後、6月以降、8月まで延長した結果、こういった形で示されていますけども、過去の実績と比べても、かなりタイトな感じに見られます。

これまでも延長について何回かあった際にも、大体似たような形で、現実的と言いながらも、かなりタイトな状況になっていたかなという気もしまして、特に気になっていすのは、8月の第2週の13日の週はお盆の時期でもありますし、こういったところで本当に、こういった対応が、私どもでもそうですし、東北電力のほうでも対応ができるものなのか。

かなり夏休みとかにも入ってきますので、繰り返しになりますけれども、現実的かどうかという観点で、再度しっかり見ていただきたいなと考えておりますが、いかがでしょうか。

○東北電力（若林） 東北電力の若林でございます。

今ほどいただきましたコメントを踏まえまして、継続的に確認してまいりたいと思いません。

何度も御説明させていただいておりますように、私どものスケジュールは、都度見直させていただいておりますものも、追加でコメント回答させていただいたり、審査会合を入れさせていただいたりという結果でございますので、御理解いただければとは思いますが、ぜひ、そのようになるように努めてまいりたいと思いません。ありがとうございます。

○小山田調整官 原子力規制庁の小山田です。

ちょっと1点確認したい、追加ですけれども、今後、こういう審査会合を行った上で、さらにコメント、指摘事項等があつて、それへの対応というのも必要になってくると思われませんが、ここに記載されている予定というのは、そういったものは含んでいるのでしょうか。

○東北電力（若林） 東北電力の若林でございます。

今後出ましたコメントにつきましては、当然、その軽重に応じてどのタイミングで回答させていただけるのかということで、まず一つは、この期間内に御説明を完了したいとは思っておりますけれども、ものによっては解析や評価が必要となるようなものが発生した場合には、その取り扱いについてちょっと議論させていただいた上で、設置許可で議論すべきであるというようなものについては、この許可の審査スケジュールの中でやっていくということかなというふうに思っております。

○小山田調整官 原子力規制庁の小山田です。

各項目について一通りの説明はするというふうに認識しておりますが、それでよろしい

でしょうか。

○東北電力（若林） 東北電力の若林でございます。

結構でございます。一通りの説明を8月エンドまでということでございます。

○小山田調整官 原子力規制庁の小山田です。

承知しました。それでは、先ほどの件、よろしく御検討をお願いします。

○山中委員 そのほか、確認しておきたいことは。どうぞ。

○中川上席審査官 原子力規制庁、中川です。

今後、現実的なスケジュールの計画ということもあるかと思うんですけど、まずは、今回変更とした理由なりというのが十分に説明されているのかという観点での御質問なんですけど、資料上見ても、審査の進捗によるという表現がかなり目立ってしまっていて、あまり明確に説明がされていないのかなと思っております。

個々、全てについて御質問するものではないですが、例えば資料1-3-3の1ページ目の最初の黄色ハッチング、真ん中辺りにしている竜巻防護ネットの構造及び耐震評価。これについても、今回の資料で、理由として、竜巻防護ネット設計の影響評価のためということだけしか記載がないんですが、これ自体は既に論点とされているものであって、何ゆえ、今になってここが延期になるのかというところがわからなかったということと、あとは、例えば2ページ目も、これはSAのほうなんですけれど、上のほうの炉心損傷防止ですとかは、中小破断LOCA時の破断面積について、こういったところも、一番右の理由として、単なる審査進捗の反映というようなところで、あまり明確な説明がなかったんですが、そこら辺について説明をお願いします。

○東北電力（若林） 東北電力の若林でございます。

まず、1枚目の竜巻防護ネットでございますが、先日、5度目の審査会合をやらせていただいておりますので、そこで評価の前提条件がほぼほぼ御了解いただいたというふうに認識をしておりますので、それに基づいた評価結果をお示ししたいということでございますので、こういった仕儀になったというふうに認識しております。

それから、2枚目の中小破断LOCAでございますけれども、こちらはコメントを審査会合で頂戴いたしまして、それについて御説明するというので、この会の審査会合についてはコメント回答の審査会合になっていると認識しております。

しかしながら、先ほど冒頭で申し上げましたように、順序立てて御説明をするということで説明スケジュールを組むようにしておりますので、こと有効性評価については炉心損傷

が終わってから、今度は格納容器破損防止をやるという流れで考えておりますものですから、こういった形になってきている。それにつられて順次後ろになってきているということだと認識しております。

以上です。

○中川上席審査官 原子力規制庁、中川です。

とりあえず口頭でお聞きして、理由は御説明されたとは思っておりますが、今後も説明スケジュールについては適宜御説明いただくのかとは思いますが、変更点については、なぜその変更になったのかという理由を、資料上もう少し具体的に記載していただくとともに、ちゃんとした説明をしていただければというふうに思っております。

○東北電力（若林） 東北電力の若林でございます。

資料の記載ぶりにつきまして、少し至らない点があったようでございますので、今後、留意事項として残しながら、継続的にフォローしてまいりたいと思います。

ありがとうございます。

○山中委員 そのほか、今後のスケジュールについて。

○佐藤審査官 原子力規制庁の佐藤です。

資料は、今、御説明ありました1-3-3の2枚目の表面の別紙1のところについて、2点確認させていただきます。

1点目ですけれども、別紙1の②の既工認との差異（建物・構築物）の中で、1の東北地方太平洋沖地震等による影響を踏まえた反映というところの1と2についてですけれども、これは7月2日の週のところと、それから8月6日の週にも星が今回新たに追加されていますけれども、これというのは、それぞれの会では別の説明がなされるという理解なんでしょうか。

○東北電力（若林） 東北電力の若林でございます。

7月2の週につきましては、これは建物の初期剛性の低下を踏まえまして解析モデルの反映というものを御説明するというところで考えておまして、そのコメント回答は必要に応じてということでございますけれども、加えまして、機器設計、設備設計への配慮というものを、その結果を踏まえて8月に入ってから御説明しようと、そういうことで計画をしているということでございます。

○佐藤審査官 原子力規制庁の佐藤ですけれども、もう一度確認します。

今の話で、1番の初期剛性低下の傾向と要因分析の話と、あと、それを踏まえた地震応

答解析モデルの策定って、この1と2に書いてあるところで星が二つ打ってあるんですが、これは、その二つの審査会合というのは、それぞれ別の内容が説明されるという理解でしょうか。

○東北電力（若林） 失礼しました。東北電力の若林でございます。

当該の②、1と2、ですから今ほど御指摘のあった初期剛性低下とその原因分析、そして、その解析モデルというものにつきましては、7月中に一度審査会合をやらせていただきまして、その後のコメント回答まで、ここで8月中に入れたものでございます。

そのコメント回答と、その後の機器の設計への配慮について、同じタイミングでできるかできないかは、今日の資料ではわからないので分けておりますけれども、一緒にできるのであれば一緒にするという事かなと理解をしております。失礼しました。

○佐藤審査官 原子力規制庁の佐藤です。

承知いたしました。

この件については、それなりに検討内容も多いということで、審査会合を1回やっただけでは全て片づかないという想定があるもとでもう一度星が打ってあると、そういうことで理解いたしました。

それで、もう一つ、この建物・構築物の中で、例えば1の3の設備への影響検討とか、あるいは設計に反映すべき事項、あるいは、その3番目とかはスケジュールが大分後ろ倒しになっているんですけれども、これについてはどのような要因なんでしょうか。

○東北電力（若林） すみません、東北電力の若林でございます。

今、さまざまな土木構築物を含めまして建物関係の設計の前提条件はさまざま議論させていただいているものですから、その辺を踏まえてということで、この辺に打たせていただいておりますけれども、まず、今のところはこういう計画をしているということで御理解いただければと思います。すみません。

○佐藤審査官 原子力規制庁の佐藤です。

今こういう計画でということなんですが、質問しているところは、建屋の、特に初期剛性の低下の要因とかその辺については、昨年12月に審査会合をやって以来、審査会合の場でその説明なりがされていないということで、結構期間があいております。

昨年12月に審査会合をやった際には、いろんな実験等の追加ということも、こちらのほうから指摘させていただいておりますので、その辺の対応もあろうかと思っておりますけれども、結構時期があいておりますので、その辺については、この状況とかを適宜御報告いただく

なりということで、状況を適宜把握できるような状態にしていただければと思います。

それから、もう一点なんですけれども、別紙1の上の基準適合（共通）というところなんですけど、ここについても星が8月の下旬のところに打ってありますけれども、これというのは、例えば下の②～⑤までの個別の論点とか、そういったものまでも含めた上でということでここに打ってあるという理解でよろしいでしょうか。

○東北電力（清水） 東北電力の清水です。

このスケジュールを立てているときに、全体の流れとして、女川の論点の②、③、④、⑤を包絡する形で、最後①に行くというふうに考えておりますので、このようなスケジュールにしております。

ただし、今、このスケジュールを見ていただきますと、だんだんオレンジ色がついている部分、こちらのほうは一通りというか、1回の説明はしているものになりますので、これらの説明が進んできたということで①のほうを後ろに置いていますが、少し前倒しを少し考えて、①のほうについても説明させていただきたいなと考えております。

もともと今の置き方としては、先ほど佐藤さんからありましたように、②～⑤を包絡する形で、このような形にしているというところがございます。

○佐藤審査官 原子力規制庁の佐藤です。

考え方については理解いたしました。

今、御説明いただいたように、この下の②～⑤までの検討が全て終わった上で①を説明しようとする、例えば、②のところの建物・構築物の関係については、結構、8月まで審査会合が予定されていて、仮にここで追加の指摘等があって、審査会合をさらに追加でやることになるということになると、それを待っていることになる、またこのスケジュールがさらに延びるということも想定されますので、今、御説明いただきましたが、①については全体の方針でもありますので、可能な限り早目に提示していただいて、ということをお検討いただければと思います。

○東北電力（清水） 東北電力、清水です。

承知いたしました。

○山中委員 そのほか、今後のスケジュールで確認しておきたい点がございますか。よろしいですか。

今後のスケジュールについて幾つかコメントが出たかと思うんですが、審査会合できちっと議論をしていくということが非常に大切かと思えますし、ある項目について非常に長

い間、間があいてしまうというのも適切ではないので、状況を簡単でもいいからその間で報告していただくということも必要かなということで、幾つかのコメントも踏まえて、またスケジュールを御検討いただければと思います。

よろしいでしょうか。

それでは、以上で本日の議事を終了いたします。

本日予定していた議題は以上です。

今後の審査会合の予定については、6月8日金曜日に地震・津波関係の会合を、6月12日火曜日にプラント関係の会合を予定しております。

それでは、第583回審査会合を閉会いたします。