

第12回女川原子力発電所2号機の安全性に関する検討会

日 時 平成29年6月8日（木曜日）

午後1時から

場 所 TKPガーデンシティ仙台 21階 ホール21A

1. 開 会

○司会 それでは、ただいまから第12回女川原子力発電所2号機の安全性に関する検討会を開催いたします。

2. あいさつ

○司会 開会に当たりまして、宮城県環境生活部の後藤部長から挨拶がございます。

○環境生活部長 皆様こんにちは。

ただいま紹介いただきました、宮城県環境生活部長の後藤でございます。

本日は、皆様には大変お忙しい中、本検討会にお集まりいただきまして、誠にありがとうございます。

本検討会におきましては、原子力規制委員会の審査を踏まえまして、女川原子力発電所2号機に係る「震災後の施設の健全性」及び「新規制基準に適合することにより向上する安全性」という2つの視点について各構成員の専門的見地に基づき確認をしていただくため、平成26年11月に第1回目を開催し、これまで11回の会議と1回の現場視察をしていただいたところでございます。

現在まで、女川原子力発電所2号機の原子力規制委員会の審査会合は91回を重ねておりまして、審査には今後も一定の期間を要すると考えてございますが、基準津波については審査会合で了承が得られたことから、第12回目となる本日の検討会で、東北電力からご説明をいただき、委員の皆様にご確認をしていただきたいと思いますと考えてございます。

皆様には、それぞれの専門分野に係る知見に基づく忌憚のないご意見を賜りたいと考えておりますので、よろしくご意見申し上げまして、簡単ではございますが開会に当たりましてのご挨拶とさせていただきます。

本日はよろしくお願いいたします。

○司会 それでは、本検討会の開催要綱第4条の規定に基づき、座長の若林委員に議事の進行をお願いしたいと思います。よろしくお願いいたします。

○座長（若林） それでは、議事に入る前に、本日の検討する論点項目につきまして、事務局から説明をお願いいたします。

○事務局 原子力安全対策課長の阿部でございます。

本日の論点項目をご説明する前に、前回の検討会で検討いただきました論点につきまして、検討会後に委員の皆様から追加質問等は寄せられておりませんことを報告させていただきます。

それでは、本日、検討を予定しております論点項目についてご説明いたします。

A4判の資料-1とA3判の資料-1（別添）をご覧ください。

A4判の資料-1に論点項目を、A3判の資料-1（別添）に委員の皆様からいただきましたご意見、ご質問を取りまとめております。このA3判の資料-1（別添）には、検討会でいただきました質問につきましても関連質問として追加しております。また、その質問は第何回の検討会で出されたのかを質問の末尾に括弧書きでお示ししておりますので、参考にいただければと思います。

本日検討を予定しております論点項目とご質問、ご意見への対応につきましては、資料-1の網かけ部分と、資料-1（別添）の3枚目になりますが、赤い枠で囲った部分となりますので、ご確認をお願いいたします。

検討予定の論点は、2の適合性審査のうち（2）津波の基準津波について確認をお願いしたいと考えております。

また、「関連報告」として、女川原子力発電所2号機管理区域内における放射性物質を含む水の漏えい並びに作業員への被水に関する原因と対策について、東北電力より報告させていただく予定としております。

また、多くの視点からご意見をいただき、より議論を深めるため、本日欠席の委員に対しては、事前に送付した資料をご確認の上、コメントをいただくようお願いしております。

事務局からは以上でございます。

○座長 それでは、皆様よろしいでしょうか。

それでは、早速議事に入らせていただきます。

3. 議 事

（1）各論点の説明・検討

「新規制基準適合性審査申請」

・（2）津波（基準津波）

○座長 それでは、（1）各論点の説明・検討のうち、（2）津波につきまして、東北電力株式会社から説明をお願いいたします。

○東北電力株式会社 東北電力土木建築部の平田と申します。

資料-2「新規制基準適合性審査申請 自然現象等」のうち、「（2）津波：基準津波」に

ついてご説明させていただきます。

先ほどご紹介がありましたA3判の論点一覧では、No.51というところに関連する内容でございまして、No.54、No.55も基準津波に関連するものなのですが、そちらは今後の耐津波設計の審査を受けた後にご説明させていただく予定でございまして。

それでは、めくっていただきまして、1ページ目が目次でございまして。

本日、このような流れでご説明させていただきます。

1. 本日の説明内容。2. が基準津波に係る基本事項。3. から中身のほうに入りまして、女川原子力発電所の津波の特徴。4. がメインの部分となりますが、基準津波の策定です。5. として、基準津波の策定を受けた取水性の確保ということで砂移動の評価。6. が基準津波の年超過確率の参照ということでご説明します。それから、7. 今後の対応についてご説明します。最後の8. は適合性審査状況ということでご説明いたします。

それでは、2ページをごらんください。

1. 本日のご説明内容でございまして。

津波関係では、これまで第2回検討会におきまして、東北地方太平洋沖地震による津波の調査結果をご説明しておりまして、その際にいただいたご質問については、第6回の検討会でご説明させていただきました。

本日は、下の囲みの部分でございまして、審査会合で審議された「基準津波」についてご説明させていただきます。内容としては、記載のとおりでございまして、先ほどの目次のところと重複しますので割愛させていただきます。

なお、津波に対する安全対策については、今後の「耐津波設計」の審議後にご説明予定でございまして。

3ページをごらんください。

ここから5ページほど新規制基準等について、原子力規制委員会のウェブサイトのほうから引用させていただきますながらご説明いたします。

3ページですが、「福島第一原発事故における教訓」というのがありますが、こちらは地震や津波によりまして、複数の機器・系統が同時に安全機能を喪失しました。こちらが図の①と②になります。

さらに、その後のシビアアクシデントの進展を食いとめることができませんでした。これが、図では③冷却停止から⑦水素爆発というところになります。

それでは、4ページをごらんください。

事故からの教訓を踏まえまして、新規制基準の基本的な考え方として、「深層防護」を基本とし、共通要因による安全機能の喪失を防止する観点から、自然現象の想定と対策が大幅に引き上げられました。

下の赤い破線で囲んだ②のところですが、地震・津波の評価を厳格化すること、津波浸水対策を導入すること、多様性・独立性を十分に配慮することなどの考え方がございます。

それでは、5ページをごらんください。

従来の規制基準と比較した図でございます。緑と水色の部分のシビアアクシデントを防止するための基準を強化するとともに、黄色の部分の万一シビアアクシデントやテロが発生した場合に対処するための基準が新設されております。

この中で、下のほうですが、耐津波性能というものについては強化されたということになります。

6ページをごらんください。

3. 1 1 震災以前は、津波は「地震随件事象」というふうに定義されてございました。それが、新規制基準の中では、「基準津波」の策定と対策が規制要求として明確化されてございます。

下の赤い破線の枠の部分ですが、既往最大を上回るレベルの津波を「基準津波」として策定しまして、その対応として防潮堤等の津波防護施設等の設置が要求されてございます。

また、津波防護施設等は、地震で機能喪失しないよう、耐震設計上最も高い「Sクラス」というふうにされております。

7ページをごらんください。

当社を含めました事業者の評価内容の妥当性を原子力規制委員会が厳格に確認するため、津波や地震、火山など、各分野につきまして審査ガイドが決定されてございます。ここにお示ししました津波の審査ガイドは、「基準津波」と「耐津波設計方針」に大きく分かれてございます。当社におきましても、この審査ガイドに沿う形で「基準津波」の検討を実施しておりまして、その具体的内容を以降の章でご説明させていただきます。

以上、「基準津波」にかかわる基本事項についてのご説明でございます。

それでは、8ページをごらんください。

3. 女川原子力発電所の津波の特徴についてまとめました。

まず、立地的特徴としまして、三陸南部のリアス式海岸に立地しております。そのため、複雑な湾形状によって、場所によっては津波が増大するという特徴がございます。

また、敷地の全面海域には日本海溝が存在しております。女川原子力発電所は、牡鹿半島の北側にごさいます女川湾の湾口に立地してごさいます。一般的には湾の奥よりは津波は小さくなるというふうなことが言われております。

女川での津波の特徴ですが、過去、記録のある範囲では、869年の貞観地震を初めとしまして、古くから多くの津波が来襲しております。プレート間地震などの海溝型の近地津波の影響が大きく、中でも3.11地震に伴う津波が最大となっております。

それから、遠地津波ですが、1960年チリ地震等ですが、こちらは周期が長いという特徴がありますが、近地津波と比較して影響は小さいということとなっております。

それでは、9ページをごらんください。

こちらから4章ということになりますが、基準津波の策定でごさいます。

このページは、基準津波の評価概要を端的にお示ししたものでごさいます。下の図にありますように、まず基準断層モデルというものを設定します。それから、不確かさの考慮というものを行いまして、基準津波を策定するという流れでごさいます。

ここで、基準断層モデルというのがどういうものかにつきまして、恐縮ですが、別冊の資料-2【参考資料】6ページのほうをごらんいただきたいと思ひます。6ページですが、基準断層モデルとはということなんですが、海域で発生する地震の特性などを踏まえまして設定されます、津波の数値計算を行う際の基準となる断層モデルのことでごさいます。

こちらの絵であります、まず評価地点がこちらにごさいます、この前面海域にまず基準断層モデルを置くと。これを基準としまして、図にもありますように、モデルの位置などをパラメータを変化させながら多数の数値シミュレーションを繰り返すと。このように多数の数値シミュレーションを繰り返し実施しまして、評価地点、すなわち発電所で最も津波が高くなるパラメータの組み合わせというものを探すとということ、こういふことで基準津波を検討していくというものでごさいます。

それから、この図の左の下に、基準断層モデルの種類として書いてありますが、大別して2種類ごさいます、左側が従来から用いられております「矩形断層モデル」というものでごさいます。こちらは一律なすべり量を設定したモデルになります。

それから、右側が「不均質モデル」といひまして、すべり量を細かく変えることができるモデルです。右側のモデルは、3.11地震の津波特性を表現するモデルという意味で、「特性化モデル」といふふうにも呼んでごさいます。

当社の津波評価では、最新の知見を反映しまして、津波のタイプに応じて最適なモデル

を使用してございます。

それでは、先ほどの説明資料の9ページのほうに戻りたいと思います。

こういうことで評価するのですが、本ページの評価フローをより具体的にお示したものとしまして、10ページをごらんいただきたいと思います。

基準津波のより具体的な評価フローでございます。左のほうから津波の発生要因を縦に並べてございます。これらは、右にあります図と対応しております。それぞれの津波につきまして、右のほうに進みまして評価を行っていきます。それぞれの検討内容について、このページでは該当するページを合わせて記載してございます。

各検討内容の最初のページに、このページのフローのどこが検討しているのかというのをお示ししながらご説明を進めてまいりたいと思います。

それでは、11ページをごらんください。

基準津波の策定の前提となります評価条件と評価位置ということでございます。

文章で記載ございますが、まず水位上昇側につきましては、敷地への基準津波の到達、流入を防止するため、防潮堤や防潮壁といったものを設置します。ということから、これらに対応する敷地前面、それから津波が入り込む取水口、放水口、こういった位置を評価位置とします。

それから、水位下降側については、今回の申請が女川2号機ということですので、2号機の取水の安全性の観点から、2号取水口前面というものを評価位置といたしました。

なお、実際の審査の中では、参考として1号機、3号機の取水口の水位なども示しております。資料が多くなってしまいうことで、ここでは割愛させていただいております。

12ページをごらんください。

津波の発生要因に関する文献調査の結果でございます。

13ページをお願いします。

各種の文献を調査いたしまして、その結果を表にまとめてございます。

近地津波と遠地津波が大きく分かれてございますが、敷地に最も影響を及ぼしたと考えられる津波は、日本海溝沿いの津波であります。それから、敷地に来襲した津波の最高水位は3.11地震の際のO.P.約13メートルということでございます。

なお、遠地津波については、先ほども申し上げましたとおり、敷地への影響が小さいと評価しておりますが、詳細については資料-2【参考資料】の4ページ、5ページにもございます。そちらのほうのご説明は割愛させていただきます。

14ページをごらんください。

3. 11型の地震に起因する津波についてご説明します。

この地震は、右の図にありますが、海洋プレートと陸プレートの境界部で発生する巨大な連動型の地震でございます。

15ページをごらんください。

3. 11型の評価フローでございますが、こちら、見ておわかりのとおり、大変複雑でございます。ただ、基本的な流れとしましては、赤いバーのところで、想定波源域と地震規模を設定しまして、これに基づいて、青いバーのところで複数の基準断層モデルを設定します。その後、緑のバー、波源特性の不確かさの考慮を行うという流れでございます。

まず、この左のほうの赤いバーのところについて、16ページをごらんください。

想定波源域の検討ですが、プレート境界における固着などに関する分析結果を左の図にまとめてございます。この結果を踏まえまして、宮城県沖の固着域を震源とする破壊がどこまで伝わるのかということにつきまして、右の表にありますように、検討いたしました。その結果、その北端としては三陸沖中部、南端としては茨城県沖と評価いたしました。すなわち、この範囲というのは3. 11地震と同じということございまして、この範囲を想定波源域と設定いたしました。

17ページをごらんください。

想定波源域が決まりましたので、次に基準断層モデルの設置でございますが、3. 11地震及び世界の巨大地震を含めました既往の研究成果を踏まえまして、下の表にありますように、3種類の基準断層モデルを設定いたしました。設定の考え方とモデル図を表にお示ししてございます。

まず、基準断層モデル①としまして、広域の津波特性を考慮したモデルというものを設定いたしました。これは申請以降に出されました最新知見を踏まえまして、追加したモデルとなっております。

次に、基準断層モデル②ですが、こちらは宮城県沖の大すべり域、こちらの破壊特性を考慮したモデルでございます。

それから、基準断層モデル③は、②のほうのモデルをベースに、海溝側のすべり量を割り増ししたモデルでございます。

これらのモデルを用いまして、モデル図の中でオレンジ色あるいは赤や黄色といった大きくすべるエリアの位置、南北位置を変化させまして、水位上昇側と下降側でそれぞれ最

大となるケースを探しまして2個ずつ設定いたしました。したがって、合わせて6個、基準断層モデルを設定いたしました。

それが次の18ページでございます。

18ページでは、上段と下段がありますが、ほぼ同じように見えるんですが、オレンジ色や赤、黄色の部分の位置が微妙に異なっているのがおわかりかと思えます。このように、3.11型の基準断層モデルを設定いたしました。

19ページをお開きください。

3.11型の基準断層モデルを設定しましたので、次の不確かさの考慮ということでございます。

位置の不確かさについては、先ほど既に基準断層モデルの設定の段階で考慮してありますので、その分の保守性を基準断層モデルとしては持っているということになります。

したがって、ここで検討すべき不確かさとしては、破壊開始点、破壊伝播速度、ライズタイムといったパラメータになるんですが、これらによる、これらが増減することによる津波水位の影響というものを検討しまして、その結果を踏まえて、破壊開始点と破壊伝播速度という2つのパラメータを不確かさとして考慮してございます。

20ページをごらんください。

不確かさを考慮しました津波予測計算の結果をまとめてございます。

水位上昇側のほうは、基準断層モデル③-1というところで決定してございます。

それから、水位下降側のほうは、基準断層モデル②-1ということで決定してございます。決定ケースは朱書きとなっている部分でございます。

以上が3.11型の津波の検討結果でございます。

21ページをごらんください。

続いて、津波地震についてご説明いたします。

津波地震といいますのは、右の図で説明しますと、海洋プレートと陸のプレートの境目の浅いところ、境界線部で発生する地震でございます。特徴としまして、地震による沿岸部の揺れは小さいのですが、津波が大きいという特徴がありまして、「津波地震」というふうに言われております。

こちらの検討です。22ページをごらんください。

津波地震による検討に当たりましては、地震調査研究推進本部による検討内容、こちらを参考としまして、発電所に影響が大きい位置を基準位置としました。

それから、下にモデル図、諸元表がございますが、地震規模のMw（モーメントマグニチュード）につきましては、審査の中で受けたコメントを踏まえまして、申請時の8.3から8.5に大きく見直してございます。また、断層位置、走向、傾斜角及びすべり角の不確かさと言うものを考慮したパラメータスタディを実施いたしました。

これらのパラメータの定義なんですけれども、右上のほうに図がありまして、こちらにお示ししたとおりでございます。

このような条件で計算した結果が23ページでございます。

23ページですが、3.11型と同じように、各評価位置の結果がございますが、朱書きの部分が最大ケースでございます。水位上昇側では、敷地前面で21.82メートル、下降側ではマイナス9.17メートルなどというふうになってございます。

津波地震については以上となります。

それでは、24ページをごらんください。

続きまして、海洋プレート内地震による津波の検討内容でございます。

右の図ですが、海洋プレート内地震は、名前のとおり、海洋の海のプレートの中で発生する地震でございます。主に、海溝の外側にある隆起帯、こちらをアウターライズといたしますが、こちらで発生しますので、アウターライズ地震というふうにも呼ばれております。

こちらの検討です。25ページをお願いします。

海洋プレート内地震の内容ですが、1点目に記載しましたとおり、地震調査研究推進本部、それから土木学会などの最新知見を考慮しまして、地震規模についてはMw 8.6と設定してございます。不確かさとしては、記載のとおり、断層位置、傾斜方向、走向など、こういったものを考慮しまして、パラメータスタディを行いました。

それから、下に注釈がありますが、審査コメントを踏まえまして、断層位置、それから傾斜方向、東落ちか西落ちかというのが、こういうところについて不確かさの考慮方法の見直しを図ってございます。

このような条件で計算した結果が26ページでございます。

各評価位置の結果でございますが、朱書きの部分が最大ケースということでございます。水位上昇側では敷地前面で22.05メートルということなどとなっております。

海洋プレート内地震については以上でございます。

それでは、27ページをお願いします。

ここまでで3つのタイプ、3.11型、津波地震、それから海洋プレート内地震という

ふうに検討してまいりましたが、ここで、この3つの津波を比較いたします。

28ページをお願いします。

3つのタイプの津波の敷地前面での最大ケース、こちらを対象にしまして、右下の平面図がありますが、矢印の範囲です。こちらが、敷地前面で防潮堤の位置になりますが、この範囲で最大水位上昇量を比較したものが上のグラフでございます。赤い線の3.11型が全体的に高くなっておりまして、影響としては3.11型が最も大きいということがわかります。

それから、水位下降側について、29ページをごらんください。

取水口の前面における最大水位下降量を比較したものでございます。こちらは、海水の取水性にかかわる評価となりますので、比較する範囲は各取水口をカバーするような下の図の範囲としてございます。

上のグラフですが、若干線が重なって見えますが、3.11型が最も水位が低下する結果になってございます。

30ページをごらんください。

続きまして、海域の活断層による地殻内地震についてです。これは、右の図で海底の活断層が動いた場合の津波というものを評価するものです。

31ページをお願いします。

敷地周辺におきまして、後期更新世以降の活動性を考慮している、いわゆる震源として考慮している断層を検討対象としております。そちらが左下の図でございます。

これらの断層のうち、発電所と断層の位置関係などを考慮しまして、表のほうで色づけをしました5つの断層を対象に検討しました。手法としては、活断層による津波高さを推定する場合によく用いられる簡易予測式という算定式を使ってございます。その結果、推定津波高としては最大1.2メートルということございまして、プレート間地震などと比較しましても小さいということを確認いたしました。

以上が地震による津波の評価結果となります。

それでは、32ページをお願いします。

続きまして、地震以外に起因する津波についてでございますが、右の図にありますように、海底で地すべりが起こりますと津波が発生するということもございまして、検討を行ったものです。

33ページをお願いします。

地すべり及び斜面崩壊についてですが、文献調査の結果では、歴史津波の記録はないということでした。

それから防災科研、それから日本地すべり学会の資料によりましても、該当するような地形は認められません。また、当社で海底地すべりの地形がないかどうか、地形判読というものを行いました結果、それでも地すべりを示唆する痕跡は認められないということでした。

以上から、地すべり、斜面崩壊による津波の影響は極めて小さいというふうに考えられます。

34ページをごらんください。

火山現象についてですが、右の図で海の付近あるいは海底の火山というものが活動しますと、それによってその山が崩壊しまして、それで津波が発生するという事も考えられます。これについても検討したものです。

35ページですが、文献調査の結果、敷地周辺におきまして火山現象による歴史津波の記録はございませんでした。

また、海上保安庁のデータベースなどによりますと、敷地周辺や前面海域には津波を発生させる火山といったものは認められませんでした。

ということで、火山現象に起因する津波の影響は極めて小さいというふうに考えられます。

36ページをごらんください。

ここまでで、それぞれの津波の発生要因別の評価をしてみました。これらを踏まえまして、基準津波を策定いたしました。

37ページでございますが、各津波の水位上昇側の最大ケースをまとめた表でございます。1つのそれぞれの欄に数値がそれぞれ上下2段書いてございますが、上が水位の計算値、下の括弧でくくった数字が地震に伴う沈下量を考慮した相対的な津波水位です。こちらの相対的な津波水位のほうで比較しますと、3.11型の朱書きした22.30メートルというのが最大のケースとなります。

38ページをごらんください。

続いて、水位下降側ですが、こちらも同様の見方ですが、括弧内の数値は上昇側と違ひまして、地震に伴って隆起があった場合、そちらを考慮した相対的な津波水位になっています。

こちらのほうで比較しますと、やはり、3.11型が大きくてマイナス10.38メートルというのが最大ケースとなりました。

39ページをお願いします。

発電所に与える影響が最も大きいのが3.11型でございましたので、こちらに起因する津波を基準津波というふうにいたしました。基準津波といいますのは、地図がありますが、赤い丸のところから約10キロ離れた位置なのですが、こちらで策定いたしました。これは、施設からの反射波の影響が微小なところで策定するという要求事項がありますので、こういったところで策定するというところでございます。

この位置での時刻歴波形、右のほうにお示ししてございますが、この津波が敷地まで到達しますと、水位上昇の場合だと敷地前面で23.1メートルという水位になるというものでございます。この23.1メートルといいますのは、下に注釈をつけましたとおり、計算値に潮位を加算しまして、保守的に丸めた水位というふうになってございます。

4章については以上であります。

それでは、40ページをお願いいたします。

4章のほうで策定しました基準津波に対しまして、取水性の確保としまして、砂移動評価を行いました。

41ページをお願いします。

砂移動評価では、図の左側のほう、評価1としまして、海底地形変化を評価しました。この結果が左下の表になります。取水口前面の砂の堆積高さが、最大ケースで0.22メートルでした。これに対して、取水口の海底面からの高さ、これが1.2メートルになります。これがそれを上回らないということを確認いたしました。

また、図の右側のほうですが、評価2としまして、海水ポンプ室内における砂の堆積高さというものも評価しました。その結果が右下の表です。非常用海水ポンプの高さは2.45あるいは1.15メートルというものですが、これに対して、砂の堆積高さは0.1メートルあるいは0.02メートルという結果でございまして、取水への影響がないということを確認いたしました。

42ページをごらんください。

こちらが基準津波の年超過確率の参照というものでございまして、こちらについてご説明いたします。

4章でご説明しておりました基準津波の策定といったところまでは、いわゆる確定論的

な津波評価でございましたが、こちらで確率論的な津波評価というものを行っております。
43ページをごらんください。

確率論的な津波評価につきましては、日本原子力学会の基準がございます。こちらと、
3.11地震による津波から得られました知見などを踏まえて、確率論的津波ハザード評価と呼ばれる一連の評価を実施いたしました。それで、基準津波の年超過確率を評価するというのをいたしました。

基準津波の年超過確率といいますのは、下に注釈がございますが、基準津波の水位、これを超える高さの津波が発生する1年当たりの確率という意味でございます。

評価フローが真ん中にありますが、大変複雑になっておりますが、まず1番目として、検討対象領域を設定します。それから、2番目、それらの各領域に対応する津波発生モデルのロジックツリーというものを作成します。次に、3.として、ばらつきの値などの考え方、これらをまとめた津波高さ推定に関するロジックツリーというものを作成します。このような流れで検討を行いまして、最終的に津波ハザード曲線というグラフを作成します。これによって、年超過確率の参照ということを行います。

検討の中身は非常に複雑なものでありまして、ここでは割愛させていただきますが、その検討結果が44ページでございます。

基準津波の策定位置における津波ハザード曲線の算定結果でございます。グラフが2つありますが、左側が水位上昇側、右側が水位下降側ですが、いずれも黒い実線の全体（算術平均ハザード）という曲線を見ていただきたいと思っております。

基準津波の水位は、下のほうに表で記載してございますが、この算定根拠も注釈でつけております。これらの水位を超過する1年当たりの確率は、グラフ上に線でお示しておりますが、水位上昇側では10のマイナス6乗から10のマイナス7乗程度、水位下降側では10のマイナス3乗から10のマイナス4乗程度というふうになってございます。

以上が、これまでの新規制基準適合性審査におきましておおむね妥当との評価をいただいた内容でございます。

45ページをお願いします。

7章といたしまして、今後の対応についてご説明いたします。

基準津波の策定結果を基本にしまして、今後、耐津波設計方針に係る審査として、審査ガイドの各要求事項への対応についてご説明してまいります。

1点目が津波の敷地への流入防止、それから2点目、漏水による安全機能への影響防止、

3 点目が津波防護の多重化、そして、4 点目が水位低下による安全機能への影響防止といった、こういう要求事項がございます。

4 6 ページをごらんください。

耐津波設計方針における審査事項としましては、審査ガイドに従って、下の表のとおり、(1) 基本事項、(2) 津波防護方針、(3) 設計方針ということで、確認が行われる予定でございます。主な確認内容については、表に記載したとおりでございます。

表と下の注釈のほうに、津波防護に関する施設・設備について例が示されてございまして、津波防護施設としては防潮堤と防潮壁などが該当します。これらにつきまして、現在の工事状況、4 7 ページのほうをごらんください。

防潮堤が右の鳥瞰図のほうにありますように、鋼管式鉛直壁が延長約 6 8 0 メートル、セメント改良土による堤防が延長約 1 2 0 メートルとなっております。高さは津波高さの 2 3 . 1 メートルに対して余裕を見込んだ 2 9 メートルということで建設中でございます。

それから、防潮壁のほうは、取水口あるいは放水口から流入する海水によって敷地が浸水しないというような対策として、こちらも建設中でございます。

こちら、先ほど冒頭のほうにも補足がありましたように、一部写真についてはマスキングをかけさせていただいております。

それでは、4 8 ページをごらんください。

最後の 8 章といたしまして、基準津波に関する適合性審査の状況でございます。

3 . 1 1 型の地震、津波地震、海洋プレート内地震などに起因する津波の評価、基準津波の策定など、これまでに 8 回の審査会合でご説明して、いずれも項目もおおむね妥当という評価をいただいております。

審査の中で受けました質問や指摘事項のうち、主なものを下の表にまとめてございまして、あわせて回答状況も記載してございます。

津波波源として想定する地震の規模の妥当性とか、あと波源が発電所に対して最も厳しい位置かどうかと、こういった指摘事項について主なものということで挙げさせていただきました。また、審査会合が 8 回あったと申し上げましたが、その経過についても参考資料の最後のほうに記載してございます。説明は割愛させていただきます。

ご説明については以上でございます。

○座長 ありがとうございます。

初めに、この件につきまして、欠席の先生から何かコメントがありましたら、事務局からご報告をお願いします。

○事務局 欠席の先生からはコメントがなかったことを報告させていただきます。

以上でございます。

○座長 それでは、委員の先生方、何かご質問がありましたら、ご発言をいただきたいと思
います。

それでは、今村先生、お願いいたします。

○今村委員 今村でございます。私のほうから以前質問させていただきましたので、きょう
の説明を受けまして、何点か追加質問をさせていただきたいと思
います。

まずは、今回、基準津波ということで非常に大変な解析を、また詳細な解析を丁寧に説
明していただいたと思います。特に大切なのは、最近の科学的・技術的な知見がしっかり
入っているのかという点でございます。

ただし、もう少し追加説明が必要であろうところを4点述べさせていただきたい
と思
います。

まず、9ページを開けていただきたいと思います。

大きく、今回の基準津波の策定のポイントとしては、この断層モデルを設定することと、
あと次に書いてある「不確かさ」の考慮ということでもあります。断層の開始地点、また伝
播速度等で書いてございますけれども、これも現在の解析では必要であろうということな
のですけれども、その値、または設定をどのようにしたのかというところは説明が不足で
あったかと思
いますので、追加をお願いしたいと思
います。「不確かさ」をどういう状況、
どういう情報を使って設定したのかという点でございます。

次に2点目は、28ページに飛んでいただきたいと思います。

28ページは、3種類、3.11は2種類なのですけれども、4種類の津波の最高水位
上昇を比較していただきました。赤い実線または線が3.11型の地震による津波なので、
これが一番大きいだろうというのは妥当で、わかるのですが、1点、ちょうど横軸でいう
と50から60ぐらいの地点で、津波地震のほうが上回るようなちょっとピーク値が出て
おります。これがなぜ起きたのか、ここはきちんとご説明が必要かなと思
っております。
全体は確かに赤い線が上回っているわけではありますが、そのピークのところと、あとは海
洋プレート側での600メートル以降がやはり大きいと。ここの説明をしていただき、最
終的に3.11を選んでいただいたと思うのですけれども、その追加説明をいただき

と思います。

3点目は33ページ、地すべりという地震以外の津波を検討していただいたということで、これも非常に難しい検討ではあるのですが、表現方法としては、今回の海域では地すべりの可能性が過去においては無いというのが大きな結論で、将来についてはなかなか判定できないというところだと思います。

したがって、33ページの下表現として、津波の影響を直接評価したわけではなくて、まず海底地すべりによる津波の可能性は極めて低いと、これは言えるかなと思うのですが、将来にわたる海底地すべりによる津波の影響というのは、まだ今後の検討であると思っているところがございます。

もしコメントがありましたらお願いいたします。

あと4つ目、41ページで砂移動の評価でございまして、今回、時間的に制約があるということで結果を示していただいたわけですが、やはり、この結果を見るときに、砂の初期条件ですね。例えば3.11のときの海底での砂の分布を初期として計算したのか、または過去かなり砂が堆積している状況で、かなり最悪といえましょうか、移動する可能性が高い中で計算をされたのか、また違う状況なのかを把握する必要があります。このあたりの情報は必要であるかと思しますので、今回の砂移動の初期条件を教えてくださいたいと思っております。

以上です。

○座長 ありがとうございます。

それでは、東北電力からご回答をお願いいたします。

○東北電力株式会社 東北電力土木建築部の平田でございます。

1点目の「不確かさ」の件ですが、9ページの「不確かさ」の、どういう情報をもとにして、どういった設定をしたのかということですが、基本的には3.11以外の、まず津波地震や海洋プレート内地震という既往の津波に類するものは、土木学会（2002）を参考にして「不確かさ」を検討したというのが基本的なところなのですが、それ以外にも、そういうものには入っていない最新の知見というものも考慮しまして、あるいは審査でこういったこともあるんじゃないかということで、例えば海洋プレート内地震では、西落ちが基本でやっているけれども、東落ちもあるんじゃないかといったようなことを踏まえてやっているというものでございます。

それから、3.11型というのは最近の津波ですので、そういうタイプの津波の「不確

かさ」の考慮というのは研究がいろいろ進められているとは思いますが、我々なりにこういう位置の「不確かさ」というものはもちろん見ておるわけですが、そのほかに破壊開始点の位置といったものがどれだけ影響するのかというのをつかみながら、一番高くなる破壊開始点を固定しまして、その次に破壊伝播速度を変えてみるといったことをやっているわけでございます。

今回の資料では、不確かさの考慮内容は詳細には示してございませんでしたので、もし必要であればまたご説明するといったことを考えたいと思います。

それから、2番目のご質問で、28ページ、比較図ですね。比較図の津波地震のところがちょっと高くなっているというのがありますよということでしたが、確かにそういうことがありまして、この28ページのグラフを見ますと、3.11型の赤い線より高くなっているといった結果となっております。その資料、ちょっと戻っていただきますと、津波地震の計算結果というのが23ページにあるんですけども、津波地震は敷地前面では一番高いケースで21.82メートルというふうになっていて、（北側）と書いてあります。これは、先ほどの28ページのグラフのところではいいまして、北側というのは平面図でいうと左上のほう、こちらが北側になるんですが、グラフでいえば左側となります。こちらのほうがパラメータスタディをやっていくと高い傾向が出てきていたという、津波の特徴でございまして、津波地震の場合にはサイトに来ると、北側のほうが高くなる傾向があるという特徴が認められます。

ただ、28ページのグラフに戻りますと、こういうふうに局所的には津波地震のほうが高くなる場所があるんですが、点線が3.11型の津波の地盤沈下量を踏まえた相対的な水位ですが、こちらよりは低いということで、基本的な設計としてはこの点線の値で設計するという形になりますので、全体的に3.11で決まっているということになります。

逆に、海洋プレート内は計算を多数やった結果、26ページのように南側、敷地前面で22.05メートルとありますが、これがやはり南側のほうで出ているという特徴がありまして、このグラフにもそれがあらわれているというものでございます。それでも、それよりは3.11型のほうが最高水位としては高いということでございます。

それから、3番目のご質問、33ページで地すべりですね。地すべりの言い方というか、評価結果の「以上から、地すべり及び斜面崩壊に起因する津波の影響は極めて小さい」というのではなくて、「可能性が低い」といういい方のほうがいいのではないかと。ならばわかるというお話だったと思うんですけども、そのとおりかと思えます。

文献調査の結果は把握しましたので、それを踏まえて評価、審査ではこういうふうに説明しているんですが、先生のおっしゃるとおりかと思いました。そういう意味だと思っております。

それから、4番目、砂移動の初期条件、こちらを書いていないということでありまして、砂移動評価のやり方をまずご説明しますと……（「簡単に一言、3.11の当時のものなのか、どういうデータを使って初期条件を与えたか、そこだけ言っていただきたい」の声あり）はい、わかりました。

3.11当時ではなくて、最新の（「最新の、現状の」の声あり）はい。敷地の前面の海域で定期的に深淺測量というものを行って、そのデータを使っております。（「最新のデータということですね」の声あり）はい。

○座長 ありがとうございます。よろしいでしょうか。そのほか。

源栄委員、お願いいたします。

○源栄委員 シナリオ地震というか、特性震源の決め方の問題というのはいろいろあるんでしょうけれども、私、ちょっと質問したいのは、43ページ以降で年超過確率というものです。今、耐震設計なんかでも多段階設計といって、超過確率によって2段階とか、一般的に多段階と言いますが、そうすると、その地震の発生頻度に応じて性能マトリックスというのをつくる時代なんですよ。そういうものをグローバル化した中でやろうとしている。少なくとも原子力耐震設計だって、S1地震、S2地震と違って、レベル分けした対応をしてきたわけです。

こういった年超過確率の津波水位と、こっちの研究とシナリオ地震の結果が何か必ずしも調和していないんじゃないのという印象を受けて、この辺が設計体系にどういうふうに入ってくるのかというあたりが女川ばかりでなくて、日本ばかりでなくて、グローバル化した時代において、やり方に対してきちんとしていかなければいけないんじゃないかなという印象を持ったものです。

特性震源のものも、地震本部の私、強振動のほうで議論をしていますけれども、果たしてこのやり方が国際化した時代において再保険なんか考えるときに、我が国だけでないコンセンサスというのを得る必要もあるのではないかという意味での位置づけも大事なのではないかなという。今までの電力さんの話と、この資料を聞いて、ちょっと印象を持ちました。

以上です。

○座長 何かコメントはございますでしょうか。

○東北電力株式会社 東北電力の羽鳥でございます。

先生の今の、必ずしも地震の評価、津波の評価の考え方が一致しないといったところ、それぞれロジックツリー、今回の年超過確率の評価も、あるいはもう最初の基準津波の設定のところも、地震動の伝わり方と津波の波の伝わり方といったものが、必ずしも地震の影響が大きいものが津波が大きいわけではないといったようなところもありますので。

○源栄委員 それらはまた別次元の問題で、その発生頻度、要するに地震の頻度によって、やはり変えるべきなんじゃないのと。多段階設計、少なくとも2段階、3段階、1000年に一度の地震に対して事前対策でやるべきことか、この災害時の事後の対策でやるべきことか、それを頻度に応じて性能マトリックスをつくるような地震対策をやっていくというのが今の世の中の、耐震は少なくともそういう方向で動いているけれども、津波もそういう大きな考え方というのが必要なんじゃないの。

○東北電力株式会社 そういったような世の中の考えといったものは、漏れなく積極的に取り入れながら評価していきたいと思っています。これも今、基準津波の年超過確率の評価という観点では、43ページにお示ししましたようなロジックツリー、それぞれの考え方の最新の考え方を漏れなく取り入れながらやっているつもりですけれども、またさらにそういうようなものが進めば、知見を漏れなく取り入れていきたいと考えてございます。

○座長 そのほか、ご質問はございますでしょうか。

では、栗田先生、お願いいたします。

○栗田委員 源栄先生とちょっと関連することで、年超過確率のところです。

まず、基準津波の年超過確率と書いてありますが、これは津波の何の超過か明確でないような気がする。そこのところをまず明確にして、何の超過確率かを教えてほしいということが1つ。

2番目に、水位上昇側の年超過確率と下降側とではかなりオーダーが違う。まずこの確率に対してどう考えているのかという点が1つ、東北電力さんの考えを示してほしい。下降側の発生頻度が、言ってはいけないですけども、確率が上昇側より高いというのは、何かポンプの稼働時間、運転可能継続時間が長いからこのぐらいの確率でもいいという考えですかね。そこがちょっと私はわからなかった。

○座長 それでは、ご回答をお願いいたします。

○東北電力株式会社 東北電力の平田でございます。

まず、初めのご質問で、基準津波の年超過確率と申しますのは44ページで下に表がありますが、津波水位O. P. 10. 1となっていますが、こちらの水位を超過する確率のことです。あるいは右のほうのマイナス3. 5と。これよりも低くなる確率ということをございます。

それから、2点目、上昇側と下降側でオーダーが違うということについては、担当の者から。

○東北電力株式会社 東北電力の菅野でございます。

今、ちょっとこの参考資料のほうで、少し話が長くなってしまいうんですけども、15ページからになります。

そこが、ハザードのつくり方として、今、水色のハッチで囲っています津波地震であったりアウターライズであったり、こういったいろいろなものの地震を対象に、まず水位の計算を実施します。水位の計算を実施する中では、16ページをお願いします。これが津波地震といったものを参考にしたロジックツリーというものでして、左から津波地震のモデル、真ん中のものが地震の起こり方といった発生パターンになります。その次に、 M_w の範囲ということで地震規模がどういったばらつきを持つのかといったもの、次に発生間隔で、その地震がどういった間隔で起きるのかという、こういったさまざまばらつきといったところを考慮して、この津波地震の水位というものを出します。

この水位を出した後に、次の17ページをお願いします。ここで、その水位がどういったばらつきを持つのかといったところで、これはちょっと数字でしかなかったので申しわけなかったんですけども、例えば、水位上昇側だと10メートルといったその水位がどういったばらつきを持つのかといったところです。ここ表現がないんですけども、ハザードでは対数正規分布といったばらつき、そういう分布形状になるというような、そういった過程を置いていまして、その対数正規分布がどういった形状になるのかといったところが、この右側の β というのと σ の打ち切りといったところで、対数正規分布のばらつきというのが形状が決まります。

今、上昇側と下降側でオーダーが違うといったところに話が行くんですけども、本資料のほうの23ページをお願いします。ちょっと行きますと、水位の上昇量というのが20メートルというふうになります。この20メートルといったところを中央値として対数正規分布を書きますと、水位上昇側となると、確率的にはもう100メートル、200メートル、300メートルと、そういった水位まででき上がると。数学的な話です。

一方、下降側については、マイナス9メートルというふうなことです。これは海底地形が露出しているという状況でして、水位下降側についてはこれ以上水位が下がらないという現状があります。なので水位マイナス9メートルを中央値に置いて、対数正規分布を書きますので、水位上昇側ではマイナス300、1,000というところに行くのに対して、水位下降側ではその半分よりも低いという数字になるということです、どうしても水位下降側といったところは確率でいきますと、44ページ、済みません、ちょっと、データ集のほうの19ページをお願いします。

これは敷地前面と発電所のところに行きますと、水位上昇側といったところについては、真ん中の「(参考)敷地前面」というところがありますけれども、線としては60メートルぐらいまで黒い実線が行っていると思います。下降側については、どんなに行っても10のマイナス7乗でマイナス30メートルといったところがありまして、こういう数字のからくりというと、これがハザードの限界といったところがあるんですけども、こういった意味で上昇側に対して下降側のほうの頻度が、数字上、こういうふうにオーダーが変わってしまうといったところになります。

最後になりますけれども、最後に、本資料の11ページをお願いします。

先生からご指摘ありましたように、右に取水路の断面図がございまして、上昇側といったところは防潮堤とかそういったところ、高さをどれだけ守るかといったところに効くんですけども、水位下降側といったのは、先生のご指摘のように、取水非常用海水ポンプを継続的に取水して原子炉を冷やすという機能のほうに重点を置きますので、どちらかという水位下降側というよりは、やはり時間のほうが大事になってくるというふうになります。

済みません、長くなりました。以上となります。

○座長 よろしいでしょうか。

○栗田委員 最後のところが大事で、結局確率としては発生確率が高いけれども、水が供給できない時間は短いから、せいぜい数分。ところが、能力としては二、三十分あるから、現状の対応で十分であるという考えなのか、そこをはっきり言ってほしいということです。

○東北電力株式会社 東北電力の羽鳥ですが、先生のご指摘のとおり、最後、水位低下の非常用の水をどう確保するかといったところが重要でございまして、そのところは十分安全性が確保できているという評価でございまして。

○座長 鈴木先生、お願いいたします。

○鈴木委員 鈴木でございます。

私は津波は全く門外漢でございまして、耐震設計のほうで地震の対策のほうなんですけれども、もしかしたら少し的外れな質問、質問というよりお伺いしたいことなんですけれども、大変非常に広い視野からいろいろなことサーベイされて、細かく検討されて提案をされたことに、まず敬意を表したいと思います。本当にご苦労様だったなと思ひまして、この点については特に何もありませんが、もしかしたらきょうの基準津波のテーマというより、次の耐津波設計方針にかかわってくるお話かと思うんですが、原子力設備を含めて、地震・耐震のほうでいいますと、耐震設計の基準設計波を設計するときの一つの考えとして、当然のことですけれども、同じ現象率から地震発生から地盤がどう揺れて、どう伝播して、最初にどう来て、そして、地盤から構造物を揺すり、最後はどういう形になってくるかということで、そこでの被害を想定するわけですね。ですから、そういう順問題、ダイレクトプロブレムという原因があって、それが順繰り起こってきて、最後に地震被害につながるという立場から地震波を考えるというのは当然のことなんですけれども、もう一つの考え方として、これは耐震設計では非常に重要なんですが、被害想定、つまり、先ほどちょっと重要度の話がちょっと出たんですというのが出ていましたけれども、重要度を設定するときには、極めて重要な構造物、設備の被害を想定して、その被害に至ってしまう、そういう逆に被害のほうから考えて設計、地震の場合の設計を設定するということを考えながら設計をしているわけです。

そういう考え方をしたときに、きょうの問題は明らかに順問題的な、いわゆる非常にオーソドックスな考え方でやっていらっしゃるというのは門外漢でもよくわかるんですけれども、被害のほうで、例えば女川原子力発電所で津波被害の想定で最悪条件というんですか、起こっては困るという被害想定の方から基準津波あるいは津波を考えるという考え方はないのかなというふうなことをちょっと感じました。なぜ感じたかの1つの理由を申し上げます。

私は、実は今回の地震の火力発電所の被害調査をやった責任者の一人で、その委員会の責任者だったんですが、したがって、火力発電所の被害は東北電力のはほとんど見ております。東北電力の方とも一緒に行っておりますけれども、火力発電所にある設備機械やなんかの被害は、この津波被害が非常に多いんですけれども、その被害状況を十分考察されて検討されているのかなと。もちろん火力発電所と原子力発電所では違うということは

十分承知しておりますけれども、恐らく参考になる被害がたくさんある。これは皆さんご存じの火原協、火力原子力発電技術協会の報告書として立派なものが出ております。

例えば、そういうような被害のほうから考えて設計、津波のほうに戻っていくと、逆問題というんですけれども、そのような考え方も少し考察、少しというか、別の切り口から考察していただくということが必要なのではないかなと思いました。

先ほど、今村先生のご質問の中で、砂の移動で最悪な条件を考えられたのかというお話がありましたけれども、そういう最悪というのか、least feasible と英語でいうんですけれども、そういうような条件なんかも考えながら、これはもしかしたら次の設計のほうの課題にかかわる事かと思うんですけれども、もし何か今の段階でご意見いただけたらありがたいと思います。以上です。

○座長 それでは、東北電力から回答をお願いいたします。

○東北電力株式会社 東北電力の平川と申します。よろしくをお願いいたします。

確かにおっしゃるとおり、逆問題という考え方は、今の規制基準そのものには直接表現としてはなされていないというのが現実でございますけれども、ただそれで終わりということではないと思っています。

今回の内容の基準津波もそうですし、地震もそうですし、それはそれで考えられる最大のをまず考えるというのが前提でございますけれども、ただ、それに対して設計をしたからといって、全てがちゃんと機能するかどうかというのは、今回の審査の中でもそれは疑問を持って審査を受けております。

設計としてやったからといって、どこかには突破される場所があるんじゃないかということで、突破されたときにその次の備えがどうなっているか。その次はまたどうなっているかという、その多重性というような観点とか、そういった面からも、今回、審査をいろいろ受けているというところがございますし、設備そのものも、今の考え方としては、設計事象に対する設備、今回のような津波ですとか地震に対しては、まず設計事象ということでそれに対してどう設計するかということをやりますけれども、それがあつたとしても、結局、重大事故は起こる可能性はあるということで、そういったものは、突破されたときでも、例えば代表的なものだと可搬設備ですとか、そういったものもちゃんともつようにして、常設である設備がもしだめになったとしても次の備えがあるかどうかということでの今審査をやられていると思いますので、そういった意味で、先生がおっしゃるような逆問題という言い方ではないんですが、そういった考え方は今

の新規制基準なり審査の中には入っているんじゃないかなというふうには考えておりません。

○座長 そのほかご質問。兼本先生、お願いいたします。

○兼本委員 今回の質問とちょっと関係するんですが、別の視点で、この評価スキームは非常に精緻な解析をされていて、なるほどと思って聞いていたんですが、それでももしも起こったときにどうするのかという説明は、審査の別の場でやられていると思うんですね。先ほどの低下のほうで海水ポンプがとまったとき、使えなくなったときにどうするんでしょうという話と、それから浸水したときに非常電源が仮に浸水をして、じゃ仮に可搬型の電源がありますよという説明も審査の中でやられているのであれば、どこかで合わせて説明をしていただければいいかなという思いで聞いていました。

その事例ですけれども、さっきの海水ポンプでやられたときに、これもやはり可搬型のポンプとかいろいろ準備されていると思うんですけれども、そういう話を、本当に想定外のことが起こったときに準備されていることも並行して説明していただくとより安心するのではないかなということで、何かの機会にお願いできればなと思います。

もしコメントがあればお願いします。

○東北電力株式会社 東北電力の平川でございます。

次のご説明項目としまして、耐津波設計ですとか、地震のほうも決まりましたら耐震性がどうなっているかということ、また詳しく説明させていただく機会があると思いますので、済みませんけれども、審査の中では地震とか津波はまずそれをどう設定するかという順番で審査されておりますので、今回の説明はその範囲にしておりますけれども、いずれ耐津波設計、耐震設計ということでご説明させていただく機会があると思います。そのあたりでまた丁寧なご説明をさせていただきたいと思います。

○兼本委員 ぜひよろしくお願いたしたいんですが、6ページの耐津波設計の防護、防潮堤とか防護壁、幾つかこれは出てくると思うんですけれども、その中にぜひそれでもその扉、防護壁が破られて使えなくなったときにいろいろな訓練等含めてやっていくとか、そういうものも含めて説明いただくと、聞いているほうはより安心するんだろうと思いますので、よろしくお願いします。

○座長 そのほか、首藤先生、お願いいたします。

○首藤委員 ご説明ありがとうございました。

私も工学とか津波には基本的には余り詳しくないので、一生懸命伺ったんですけれども、

すごく基本的なことがわからないことに気づいてしまったので、まずその1点と、ほかに4点ほどご質問したいと思います。

1点目の非常に基本的なところというのが、私の理解では、この基準津波というのはどのくらいの高さの津波を想定して対策をとるかという、その津波の高さだというふうに理解しているんですけども、その高さがどれなのかが途中からわからなくなりました。多分、資料の37ページの計算結果のまとめというところの赤い数字、3.11型のモデル③というところの敷地前面というのがこれですというふうに、たしかご説明のときにおっしゃったように理解しているんですけども、一方で、年超過確率を書かれている44ページのほうの数字は10.1という全然違う数字が出ていまして、私は年超過確率というので期待していたのは、この一番高い想定している津波を超える確率はどのくらいなんですかということなのかなと思って聞いておりまして、違う数字を超えるというご説明だったので、よくわからなくなりました。

多分、我々が知りたいのは、想定する津波の高さはこれだけども、それをを超える可能性はどのくらいあるかということだと思うのですが、それはどうなっているのでしょうかという、済みません、すごく素人的な質問だと思うんですが、お願いできますか。

○東北電力株式会社 東北電力の平田でございます。

基準津波、どのくらいの高さの津波を実際に想定するかという具体的な数値がどれかということなんですけど、37ページにあります21.58、これは潮位を含めない値でございまして、ゼロからの、潮位ゼロメートルからの最大水位上昇量でございまして、そして、基準津波の策定の39ページ、こちらに23.1メートルと書いてありますが、こちらが実際に近い値でございまして、これが潮位が入った数値になります。

ただ、今回の審査、ここまで審査されてきた基準津波の策定といいますのは、この39ページの赤い丸のところ、赤い丸のところの沖合10キロのところの波形図、この右に2本波形がありますが、これを決めるための審査です。そして、ここの赤いところから発電所の黒い丸、ここまでは、今後の、46ページの耐津波設計方針というのがありますが、この中で、基本事項のところ、設定入力津波の確認と。「入力津波」というものが入ってまいりまして、ここにもう一つのステップがございまして、ですので、今回の基準津波の策定という審査は、この赤い丸のところ、波源から赤い丸のところまでの波形を決めるための審査だったんです。

ということで、津波への対策については今後の説明になるということでございまして、

その中では、この「入力津波」というものを決めるためには、波源とこの波形が決まりましたので、これを用いてその他、つまり先ほどもお話しありましたが、地震による地形の変形とか、防波堤があるのかないのかというようなことをいろいろ考えて、別途決める。そういうステップが今後ございます。

今の段階では、敷地前面で設計用に使う津波の高さって一体どのぐらいかというのは、今はまだご説明できないというところで、そちらを含めて今後のご説明になるということでございます。（「だけれども、防潮堤つくっているんですよね」「それをごまかしてしゃべるからおかしくなる、まあいいです。そう言いたくなる」の声あり）

○座長 長谷川先生、お願いします。

○長谷川委員 岩崎委員のおっしゃったことと同じで、（基準津波によって敷地前面で）20何メートルかの津波が来ると想定すんですよね。（「13メートルの津波」の声あり）そうですね。私も資料を見たときに、首藤先生と同じことで、よく見たら赤マル印（39ページ左図：基準津波の策定位置で沖合10km）のところでやっているんだとわかったんですけども、実際に女川のこの原発のところ（敷地前面）へ来たと想定する津波というのがやはり県民のほうで心配されることですよ。県民の皆さんが混乱しないような説明をいただきたいと思います。

○座長 お願いいたします。

○東北電力株式会社 東北電力の羽鳥でございます。

申しわけありません。繰り返して同じようなことなんですけれども、37ページまでで20何メートルといったものが、敷地に一番影響がある波をまず探しています。それを、先ほど39ページの赤い点のところ、そこの敷地に一番影響が大きい波を探した、それが赤い点ではどうだったかといったものが39ページです。ですので、防潮堤も今敷地に一番影響が大きいということで37ページまでで探した。それで設計をしていると。一番大きい影響のあるもので設計をしているといったものでございます。これが20数メートルというところ。

それから、3.11の際に敷地に来た津波というのが約13メートルでございます。それをはるかに上回る設計の津波を今回考えて、防潮堤等の設計をしていると言ったところでございます。

○首藤委員 済みません、半分ぐらいしか私はわかっていないと思うんですが、要するに、敷地前面に来る一番高くなりそうな津波を想定して、その波がこの39ページの赤い点だ

とどういう波形になるかというのまで決めましたという経緯ですよ。

そうすると、先ほどの年超過確率というのは、そのような津波が赤い点のところで起こる頻度のことという理解で合っていますか。

○東北電力株式会社 将来、これからどういう津波が来るだろうといったときには、これではない津波、まだ可能性があるといったことでいろいろ探した結果が、実は別の波源のほうが大きかったといったような、発生確率という観点で、将来起こり得るという観点からいったときには、また別の波源になったといったものでございます。ですので、必ずしも39ページのものではなくて、もっと大きいものが可能性があるといったものを探しているといったものでございます。

○首藤委員 わかった気がします。はい。多分わかったと思います。済みません、ありがとうございます。

あと済みません、まだ4つも質問があるので済みません。申しわけありません。手短かに申し上げます。

4つは、多分こちらも素人的だと思うんですけども、まず1点目が、資料のご説明の途中で、例えば資料22ページのところだったと思うんですけども、津波地震について審査の途上でご指摘を受けて地震規模を申請時のものから見直したというふうにおっしゃられていて、それ自体は全然いいことだと私は思うんですが、逆に気になりましたのが、申請時にはどういった考え方で何を見落としとして8.3という値で申請をされたのかというか、多分改善されるということはその前に何か欠けていた考え方があったのだろうというふうに思いまして、それが具体的に何だったかというのを知りたいのではなくて、どうしてそういう欠けた点が生じたのかということ、すごく意地悪な質問になるかと思いますが、そこを知りたいと思います。

なぜかという、きちんと想定されているかを知りたいので、なぜ当初欠けてしまったのかということの理由を教えてくださいたいというのが1つです。

それから、2つ目は、最初に今村先生がおっしゃられたこととほぼ同様なのですが、「不確かさ」を考えましたということをご説明されていて、多分、今村先生はどのような方法で「不確かさ」を考えられたのかということをご説明されたいとおっしゃっていると思うんですが、私はその点については今村先生にお任せしますが、その方法はどのようなロジックでそういう方法をとったのかということをご説明いただきたいと思っています。

なぜかという、このような考え方でこういう方法をとったというご説明をいただくと、そこが十分なのかどうかというのは少し素人でも何となく感じ取ることができるのではないかと感じましたので、きょうでなくて結構です。「不確かさ」の考慮の方法とかをご説明、後日何か資料を出していただくとしたら、なぜ、どのように考えてそのような方法をとったのかということをご説明をお願いしたいと思います。

それから、3つ目が、これはすごく具体的で気になることなのですが、去年の11月22日に福島県沖で地震があって津波が起こったときに、福島よりも仙台のほうが津波が大きかったというふうに伺いました。今回のその断層モデルを設定して動かしてみたりとか、「不確かさ」を考慮するというやり方だと、あのように逆に遠方のほうが高いというようなことも考慮に入っているのかどうかということをご教えてください。

それから、最後です。ご説明の途中でしばしば「最新知見をどんどん取り入れました」「これからも最新知見をどんどん取り入れます」というふうにご説明をいただいたかと思えますけれども、それ自体、私はすごくいいことだと思っているのですが、今後、例えば津波の評価ができました、そして耐津波設計ができました、それに対してどんどん対策をとっていきましたという中で、急に新しい知見が出て、もっと大きな津波を想定しなければならなくなったときにはどのようにされるのかということをご教えてください。

以上です。

○東北電力株式会社 東北電力の平田でございます。

まず1点目のご質問、22ページで津波地震のMwですが、申請時8.3だったのが8.5に見直したと。その辺の理由、何か検討が足りなかったのかと、そういうご質問についてですが、まず8.3というマグニチュードは、検討が足りなかったということではなくて、保守性を重んじていたという検討した結果です。8.3でも結構大きな津波なんですけれども、原子力発電所の重要性ということを審査の中でいろいろ考えまして、さらに保守性を見込むという形で8.5に見直して評価したわけです。それでも、結果としては3.11型のほうが影響が大きいということにはなったんですけれども、48ページに審査状況の表があるんですけれども、3つ目の欄ですね。【津波地震・海洋プレート内地震】地震規模の設定並びに云々というコメントがあったんですが、地震調査研究推進本部というところがありますが、そこで考えている今後の、次の津波地震の規模、そういったものを踏まえてやっているわけなんですけれども、それと我々の評価、申請時の8.3と合っているわけなんですけれども、さらにその上の保守性を見込んだというものです。

それから、「不確かさ」のロジックを説明してほしいという、後日資料ということ。なぜ、どのように考えたのかということ、これについてはわかりました。

それから、福島で津波があったとき、仙台のほうが高かったと。そういうことも考慮して検討しているのかということなんですが、そうですね。それは津波の波源の位置ということになるんですが、言葉でご説明したぐらいなんですが、例えば22ページの津波地震ですと20キロ単位で申請時は動かしていました。ただ、審査コメントを踏まえて、もっと細かく10キロ単位で南北に動かしました。そのときかなり広い範囲で位置の移動をさせております。その中で最も高くなるという津波の波源の位置を決めていますので、そういうことも考慮に入っているということになります。

そして、最新知見が急に出てきた場合、すぐ対応できるのかということですね。津波に限らず、各分野の新知見を常に情報収集しております。その中で、これは我々の津波評価に影響あるなというものが出たとしますと、それはやはり、そういうのが出て評価に影響があるというものがわかりましたら、やはり適切に反映していくということを常にやっておるということでございます。

ですから、今回の基準津波の策定、これは妥当だと認められたといいますが、今の段階でのお話ですので、新たな知見が出れば、もちろん反映していくということになります。

○座長 よろしいでしょうか。

ちょっと時間も押していますので、ご質問、はい。じゃ岩崎先生、お願いします。

○岩崎委員 一番最後のページで、規制庁のほうから質問があつて、私も興味があるんですけども、今、縷々ご説明があつたんですけども、「最も厳しい位置となっていることを確認すること」という、これをちょっと証明というか、示していただけますか。

東北電力さんが確におっしゃっているので、「一番厳しいケースを選んだんだ」とおっしゃるんですけども、それを示していただかないと、どういうケースが検討されてどういう結果が得られて、この21とか5とか、そういう話になっているのかということ。それが1点と、それと、今、先生と同じなんですけれども、8.3と8.5の違いがどの程度の水位に影響するのかと、そういうことを明示していただけますか。きょうでなくて結構ですので。そうしないと、厳しいケースだとか、保守的に設定したとされているんですけども、定量的に示していただかないと、どの程度の影響があるのかわからない段階でそれを認めていくのもなかなか難しいのではないかと思います。

それと、ちょっと先ほど言いかけたんですけども、防潮堤をつくられているのをどう

ご説明されるんですか。今までの基準津波が今設定できたという段階で、これから何メートルの津波がどう来るかということを決めるとおっしゃる。その段階で、今勝手にということではないでしょうけれども、つくられたと。そうすると、逆に言うと、心配するのは、今つくっているものに合わせようとする解析をされるのではないかと。そうならないということをご説明いただけますか。

○座長 幾つかご質問が出ていますので、ちょっと時間も押していますので、次回に先ほどの「不確かさ」のロジックのお話、それから8.3と8.5の、なった違いの説明等につきまして、改めてご説明いただくということによろしいでしょうか。

○東北電力株式会社 防潮堤の関係だけ、1点だけ済みません。防潮堤、確かに審査に先立って工事をやっているわけなんですけれども、同じような、審査で受けている設計用のもの、これは同じような我々なりの設計をしまして、いち早く安全にしようと、3.11津波を受けたものですから、いち早く自主的に安全対策をやったと言ったものでございます。ですので、それに合わせてだとか、もし審査でまた大きな評価になったらやらないとか、そんなものでは全くございませんで、審査結果といったものは適切に反映した設計にしていくということでございます。

○岩崎委員 議論がありますけれども、後で。次回に時間をとっていただければ。（「事務局へ出してもらおうようにしたら」の声あり）

○座長 きょうの議論の議事録、それから先生方からのご質問、そういうものを踏まえまして、次回改めて検討していきたいというふうに思います。

ちょっと本日時間もある程度過ぎていきますので、とりあえずここで休憩をしたいと思います。今から50分まで7分ほどの休憩にしたいと思います。

〔休 憩〕

○座長 それでは、時間となりましたので議事を再開したいと思います。

「関連報告」

- ・女川原子力発電所2号機管理区域内における放射性物質を含む水の漏えい並びに作業員への被水に関する原因と対策

○座長 (1) 各論点の説明・検討のうち、「関連報告」としまして、女川原子力発電所2号機管理区域内における放射性物質を含む水の漏えい並びに作業員への被水に関する原因と対策について、東北電力から説明をお願いいたします。

○東北電力株式会社 東北電力女川原子力発電所技術統括部の阿部でございます。私、阿部のほうから、こちらの事象の概要、原因と対策についてご説明させていただきます。

また、途中ですけれども、現在取り組んでおりますヒューマンエラー活動、この具体例について、保全部の佐藤よりご説明いたします。

ちょっと絵のほうの説明がございますので、スクリーンの前で説明させていただきます。1ページをお願いいたします。

こちらの事象が起きたのが、ことしの3月27日になります。場所は女川2号機の原子炉建屋の地下3階、放射線管理区域でございます。こちらは原子炉建屋ということで、原子炉容器、燃料が入った建屋でございます。

下の図をごらんいただきますと、その概要図でございます。

下に、地下3階にこういった溜め枡がございます。水槽がございます。こちらの水は配管など、たくさん建屋の中がございますので、こういった水を洗浄したものがこちらにたまるということでございます。これを再利用するために、本設の排水ポンプがございまして、これを処理設備に運ぶというラインでございます。

今回起きましたのは、この排水ポンプが点検のために使えないということで、仮設ポンプを取り付けておりました。このように、本設のポンプのわきに仮設ポンプを置いて、本設のラインに仮設ホースを使って水を送ると、こういったラインを形成しておりました。

実際、作業が終わりましたので、この仮設のポンプを外すというところで、この接続部を外したところ、水が漏えいしたということでございます。

あらかじめ残水を受けるビニール袋をこちらに設置しておりましたけれども、このビニール袋を超えて水が跳ねてしまったということでございます。量につきましては約5リットルということで、放射エネルギーにつきましては、こちらに書いておりますけれども、法令の約1000分の1の程度のものでございました。

作業員がおりましたので、この跳ねた水が作業員3人に被水したということでございます。その後の検査によりまして、この3人については汚染がないこと、あと外部被ばく及び内部被ばくがないことを確認してございます。

本来でありますと、この作業、仮設ポンプを取り外す作業におきましては、この出口弁

という本設のラインの出口のところにあるバルブなんですけれども、弁ですね。こちらを閉めまして、ここにたまっております水をこの小さな弁を開けて水を抜いた後、この接続部を外してポンプ類を撤去すると、これが本来の手順でございました。

次をお願いします。

原因でございますけれども、直接的な原因につきましては、今申しましたように、作業のときに弁が開いていたということでございます。

この事象が起こる原因を特定ということで調査しましたところ、ちょっと複雑な関係がございました。

こちらに大きく3者が関係しております、絵のほうに、青と緑と黄色の方がおりますけれども、この左半分、こちらが当社、東北電力でございます。その中でも2つのグループがございまして、こちらに組織図がございまして、保全部、こういったメンテナンスをする部門でございますが、この中に幾つかグループがございまして、計測制御グループということで、今回の工事の責任箇所であります計測制御グループ、こちらはどちらかというと電気系のグループでございまして、今回のポンプの取り外しを担当するような機械系のグループ、こちらについては共用設備グループというのがございまして、こちらは実際に仮設排水ポンプを管理する箇所でございます。この電力の2グループと、右半分が協力企業ということで、共用設備グループの指示のもとに実際のポンプの取り外し作業を行う協力企業でございます。

ちょっと1ページに戻っていただきたいんですが、この仮設ポンプの取り外しのときに起きた事象でございますけれども、実際は取り付けのときにも同じような作業がございました。その時には、計測制御グループが発電グループ、運転員のほうに依頼しまして出口弁を閉めまして、このバルブを開けて、水がたまっていますので、これを抜いた後、仮設ホースを取り付けたと。取り付けのときにはうまくいってございます。

次のページをお願いします。

取り外しのときの流れを四角の番号で示してございます。取り付けは1月に行っているんですけれども、この取り外し、作業が終わったということで3月の中旬に仮設ポンプの取り外しを共用設備グループのほうに計測制御グループが依頼をしております。

同じ時期に、協力企業のほうにもこういった作業をお願いしますということで依頼をしております。

実際、作業の当日、3月27日になりますけれども、協力企業のほうで準備が整ったと

ということで、作業開始の連絡が電話でありまして、それを受けて、担当者は許可をしてございます。その後、協力企業の作業員が作業着手して、あのような事象になっているということでございます。

この流れの中で、幾つか原因がございまして、3つほどございます。これが原因①、②、③でございます。

1つ目はこの電力間の原因でございまして、実際、仮設ポンプ取り外しを依頼しているんですけども、依頼した計測制御グループ担当としましては、安全処置、これは作業を安全にするための処置ということで、今回の場合ですと、先ほどのバルブを閉めるというのが安全処置になります。

これは、取り付けのときには、共用設備グループのほうから依頼がありまして、今回の取り外しのときも依頼があるんじゃないかというふうに思い込んでいた。一方、共用設備グループのほうは安全処置、これは取り付けのときはこちらが実際に運転員のほうに依頼して行っておりますので、それと同じ状況だということで、この工事責任箇所である計測制御グループが実施すると思っていたということで、どちらにも思い込みがございました。この計測制御グループは共用設備グループに対して出口弁の閉という管理をどちらが主体的に行うか明確にしていなかったというのが原因の1つでございます。他グループへの依頼事項が不明確であったということでございます。

もう一つが、電力と協力企業の間でございまして、作業の当日に作業員から電話連絡があって許可をしているという行為がございましたが、この連絡があったときに、電力の担当者は、実際、この仮設ポンプを取り外すまでの作業はやらないと思ったということで、準備作業か何かを行うというふうに勘違いして許可をしたということでございます。これは、作業開始前の相互確認が不十分であったということでございます。

もう一つの原因が、今度は協力企業のほうにございまして、実際、この作業を行う上での作業手順というものがございます。この中には、出口弁閉を確認するという項目がございましたが、この協力企業の作業員は、ここで電力の許可を得たということで、こういったバルブ操作については電力の所管でございまして、電力のほうで実施済みであると思い込んで、弁の開閉状態を直接確認しなかったということで、作業手順に従って確実に作業を行うことに対する慎重さが不足していたということでございます。

この事象が起こるまでに大きくこういった原因3つが洗い出されてございます。

こちらが再発防止対策でございます。

左半分につきましては、前回ご説明した内容になります。これは一昨年から昨年にかけてヒューマンエラー事象が続けて発生したということで、対策を打って取り組んでいる内容でございます。

ポイントは2つございまして、「リスク想定」と「基本動作の徹底」ということで、こういった基本的なところを再構築して定着を図っていくという内容でございます。

こちらに基盤整備、あと作業の各段階、計画、作業前、作業中、作業後とございますけれども、こういったところでどのようにやっているかということでございますが、これについては、この後ちょっと保全部の佐藤のほうから具体的な写真も見ていただきながらご説明したいと思います。

こういった基盤整備と各段階での取り組み、こういったものがございますけれども、今回の事象につきましては、こういった基本動作の細部に不明確な部分があったということでございます。

原因は3つございました。これに対する対策を3つ立ててございますけれども、1つ目の他グループへの依頼事項が不明確であったことに対しましては、依頼する作業範囲を明確化するということで、他グループへ依頼する場合、作業管理の所掌範囲を明確にするというものをQMS文書、我々が使う手順書に明記してございます。

2つ目の、作業開始前の相互確認が不十分であったと。こちらについては、協力企業とこういったやりとりはいつもしておりますけれども、何を確認すべきか、何を共有すべきかという事項を決めまして、そういったもののチェックカードをつくって確認することとしております。

原因の3つ目でございますが、作業手順に従って確実に作業を行うことに対する慎重さが不足ということで、こちらは協力企業のこととございました。今まで、こちらの対策で主にやっておりましたのは、電力社員がヒューマンエラーを起こしてしまったということで、こういった基本動作に関する教育につきましては、これまで当社を中心にやっておりましたが、今後は協力企業においても同様に実施していくこととしてございます。

それでは、こちらの対策の具体的な取り組みについて、保全部の佐藤より説明させていただきます。

○東北電力株式会社 東北電力の佐藤でございます。

私のほうから、発電所の保全部、保全部は機器の点検や分解点検を主にやっているグループでございます。

お手元の資料にはございませんので、スライドのほうを見ていただければというふうに思います。

まずは、保全部が取り組んでいますヒューマンエラーの防止に向けた具体的な取り組みについてご説明をさせていただきます。

先ほども説明ございましたように、まずは教育でございます。基本動作の重要性を認識するための継続的な教育ということで、テキストによる基本動作、これは担当者みずからやるセルフチェック、あとは相互確認の実証方法、ダブルチェックの方法に関する教育でございます。

これまでも保全のほうでもいろいろな教育をしてございますけれども、今まではどちらかという、紙ですね。文書とスライドを使って注意ポイントを説明すると、そんなような教育の仕方でございますけれども、さらに模範的な行動についてわかりやすい、解説付きのと書いてございますけれども、ちょうどこれがその教育を受けている状況でございますけれども、こういった画面に実際のやり方、模範的なところを見せるような、そんな形の教育を保全のほうでも取り入れ始めております。

次をお願いします。

次が、作業の各段階におけるリスクの想定の実証及び基本動作の確認でございます。

作業に当たっては、まずは計画段階、そして作業の開始前、作業中、終わった後の振り返りという各段階がございます。

これは計画段階、作業の計画時の部分でございます。管理職を交え、工事要領書の内容について相互に確認を行い、リスク想定や基本動作の徹底について確認すると書いてございますけれども、発電所の中ではいろいろな工事をやります。定例的にやる工事であれば、改良工事のように点検ではなくて物を新たにつけたりなくしたりという、そういう工事もございます。特に、そういった改良工事の部分については、いろいろ神経を使うところがございますので、そういったものについては読み合わせ、工事要領書の読み合わせをやることにしています。

これが作業責任者、協力企業の方ですね。これがうちの保全の担当者、管理職2名、この場合はついてはございますけれども、要領書には工事の目的や範囲や期間やいろいろな注意点が書いてあります。それを読み合わせするときに、相互の確認を行い、リスク想定や基本動作の徹底について確認するということを書いてございますけれども、特に安全処置の妥当性や異物の混入、被ばく、感電防止、そういった作業安全やらそういうものを含めてこ

の中で確認をしていきます。今回は、特にヒューマンエラーの防止のツールと書いておりますけれども、これは後ほど出てきますがチェックシートです。そういったもののこの作業での使いどころはどこかだとか、あとは過去の経験やらを管理職からのアドバイスを得ながら、計画時にいろいろなリスクの想定とその対応方法について議論してまとめてまいります。

次をお願いします。

作業の直前、作業前の段階です。作業前の段階では2つございます。1つは、相互確認の徹底。この作業自身は保全部みずからというよりは、協力していただいている企業の方々に作業をしていただきますので、作業開始前に協力企業の方と相互に確認・共有すべき事項を事前にセルフチェックカードと用いて相互に確認するということにしました。

ちょっとここ、見えなと思います。ここには何が書いてあるのかといいますと、「今日こういう作業をやりますよね」「そうですね」等、例えば、さっき言ったように準備作業なのか、仮設ポンプを外す作業なのか何なのか、より具体的にそこを確認できるように。また、その際にアイソレが必要かどうか、安全処置が必要かどうかということをお互いに確認をまずしましょうと。で、現場に出ます。

現場に出たら、今度はその作業の作業エリアに行ったときに、そこの近くにほかに回転する回転体があつて危ないかだとか、そういったいろいろなリスクをひと呼吸入れて、まずはチェックをして作業等予定どおりできるねということを確認した上で作業に入りましょうということにしています。

次をお願いします。

作業中、基本的に作業は協力企業の方と、立ち会いがあれば作業担当者がいて、現場を確認します。その行為を、やっている行為を管理職が、自分が管理職が考える目標ですね。作業の質、程度、ふるまい、それがうまくできているかどうかということ現場にいて実際に確認しましょうというような取り組みも行っています。これは、作業担当者、協力企業の方がいて、たまたま配管のPTをやっている、非破壊検査の確認をやっている。そこを管理職が見ているという構図でございます。

実は、私も、私はラインの管理職ではなくて、部長職でございますので、直接担当者を指導するという立場ではございませんけれども、私もこの担当者のふるまいがどうかということで、現場のほうと一緒に一緒に行くようにしています。

そのときには、現場から始めるのではなくて、事務所から一緒に現場まで向かって、そ

これは大体10分ぐらいありますので、その間でこの作業はどういうことをやるのか、どういうリスクがあるのかという会話をしながら現場に行き、現場でこういったふるまいを後ろから眺めるようにしています。

それで、一通りの作業が終わったときに、作業が終わって戻った担当者が来ますので、そのときによかったこと、ここは直したほうがいいねというのを直接担当者に言うようにしています。事務所に戻ってからは、所属長にもそういう話をするようにしました。

これは、ヒューマンエラー防止強化月間をやったときに、そういう取り組みをやって、作業担当者のふるまい、そういうところも確認して、それを共有しましょうということで取り組みをやったものでございます。

次をお願いします。

あとは作業の終了後の気づきのフィードバックでございます。ちょうどこの写真は管理職も含めた、日々、作業、その日の朝にミーティングをやって現場に行き、夕方戻ってきて、また夕方、終わりのミーティングをやりまします。そのミーティングをやっているときの風景でございます。ここで何をやっているかといいますと、当日の作業の結果だとか、不適合の発生の部分、良好事例、ヒヤリハット、翌日の作業の確認とリスクの想定周知と、こう書いてありますけれども、現場ではいろいろな作業をやりましますので、その日、終わった結果を担当が管理職に報告し合います。そのときに、場合によっては予定どおり作業が進んでいないときもあります。分解点検をしてみたらちょっと傷の程度が大きくて、これは今日で終わる予定だったのが明日、明後日まで持ち越しますよだとか、そういった場合は、工程に影響がありますので、それは工程の調整のほうの会議に諮りましようだとか、そういった傷がありますよとなれば、不適合を回す仕組みがございまして、そっちに預けるといふこととか、そういうふうにより日々そういうミーティングをやりながら、また翌日のリスク、どんなものがあるかということについて管理職も含めた振り返りを行っております。

我々としては、こういう具体的な取り組みをやりながら、ヒューマンエラー防止の低減に向けて取り組みを進めているところでございます。

○東北電力株式会社 それでは、お手元の資料に戻ります。

今、保全部のほうから説明しましたけれども、前回の説明のときに発電部、運転部門のほう、そちらでこういった取り組みをしているのかというものをご説明しましたので、今回保全部とさせていただきます。

次をお願いします。

こちらは、これまでヒューマンエラー事象、いろいろ起こっているということで、それとの関係をどうなのかということをご質問されているものに対しての資料でございます。

平成18年、品質保証総点検というものを行ってございます。こちら、品質保証にかかわる不適合事象がたくさん出たということで、総点検をしてございます。そのときに、このようにトップマネジメントの強化でありますとか、もろもろの品質保証体制の強化をしてございます。

平成21年に、ヒューマンエラーに係る3つの事象が起こってございます。1つは、誤信号による非常用炉心冷却系の作動ということで、停止中だったんですけども、非常用炉心冷却系が作動してしまったということです。

こういった3つの事象を踏まえまして、計画外作業、通常以外の作業の手順の承認プロセスの明確化、コミュニケーションの充実等を行ってございます。

こういったことを踏まえまして、継続的な改善強化を行っているところ、今回の事象が起こったということでございます。

次をお願いします。

こちらは過去のヒューマンエラー事象との関係ということでございます。

左のほうに、至近のヒューマンエラー、あと過去のヒューマンエラーの対策、その関係ということで書いてございます。今回、過去のヒューマンエラーの原因と関連のあるものということで、2つほど例示してございます。これは一番大きなのは所内電源の停電ということで、一昨年に起こったものでございますが、こちらは計画外作業という点で共通しておりました。

今回の原因は、共同でその手順を作成する際の最終責任者が明確になっていなかったということでございます。

過去の取り組みとしては、こういった計画外作業の手順の立案、承認に至るまでのプロセスを決めるということで、そういったことはもちろんやっておったんですが、その詳細な部分で明確化されていなかったというものでございます。

今回の水の被水事象でございますが、今回、先ほどもご説明しましたように、当社と協力企業間のコミュニケーションの話がございました。

コミュニケーションにつきましては、以前もございまして、協力企業も含めたコミュニケーション教育を継続してまいったわけでございますけれども、今回はその内容の詳細な

ところで確実な伝達がされなかったということで取り決めをしてございます。

次をお願いします。

最後になります。今回策定しました再発防止対策を含めまして、現在、先ほどごらんいただいたようなヒューマンエラー低減対策取り組みを着実に浸透・定着するように努めております。それらに努めるとともに、継続的な改善を図りながら取り組んでまいります。

我々原子力に携わる事業者には、高い業務品質が求められることをいま一度認識しまして、原子力発電所の安全性の自主的な向上はもちろん、地域の皆様から信頼をいただけるよう、しっかり取り組んでまいりたいと思います。

以上でございます。

○座長 初めに、この件につきまして、欠席の先生から何かコメントがありましたら、事務局からご報告をお願いいたします。

○事務局 欠席の先生からはコメントがなかったことを報告させていただきます。以上でございます。

○座長 それでは、先生方のほうからご質問ありましたらご発言いただければというふうに思います。

では、首藤先生、よろしく願いいたします。

○首藤委員 ご説明ありがとうございました。

今回の水の漏えいと作業員の被水についてのご説明だったんですが、まずは、ちょっと事実関係でわからないところがあるので教えていただきたいと思います。1ページの図を使ってご説明していただいた作業の中では、本来はこの出口弁がまず閉まっていて、その後、その右側にある弁を開けて、管から水を抜いてから作業をするという手順だったというふうにおっしゃったように思います。その手順からすると、私が想像するのは、作業開始の前には、この出口弁より下流部の配管には水がない状態で初めて作業に入ることではないかというふうに思うのですが、そこで疑問なのは、まず1つは、出口弁を閉めた後にやる水抜き作業は本来どこがどうやって、水が抜けていることの確認をどなたがどのようになさるといふ手順だったのかということが1つ。それから、水が抜けていることが前提だとすると、この残水を受けるビニール袋はなぜ必要なのかということが大変わかりにくいなと思います。

恐らく、こういった放射性物質を含む水を漏水させたり、作業員にちょっとかかってしまったりするリスクを一番防ぐ最大の対策は、そういう水が存在しない場所で作業するこ

とだと思っておりますが、その水抜き作業というのがどうしてうまくできていなかったのかというところがちょっとわからないので、そこを教えてくださいませんか。

○東北電力株式会社 2点でございますけれども、事実関係として水抜き作業ですが、これは、実際にこの作業をするのは、2ページにあるようなグループではなくて、発電管理グループということで、中央制御室にいます運転員です。運転員がこの水抜き作業をいたします。

ただ、運転員もこの保全部、計測制御グループのほうから依頼を受けて、初めてこの出口弁を閉にするとか、この小さい弁を開けるとか、そういったものをするというのは、運転員のほうでいたします。ただ、そのときに、共用設備グループのほうはきちんとそれを確認した後、作業を進めるべきというのが手順となっております。

あと、ビニール袋なんですけど、これは、おっしゃるように、出口弁を閉めて水抜きをすると水がない状態にはなるわけですが、少し、やはり配管の形状とか高さ関係によって、多少の水が残っているということで、少しはあるんじゃないかと。もともと水が入っていた配管でございますので、ぼたぼたとか、そういったことがあるかもしれないということで水を、ビニール袋をつけていたということでございます。

ただ、大量の水を防ぐようなビニール袋ではなかったということでございます。

○首藤委員 状況はわかりました。そうすると、多分、ご紹介いただいたように、3つ原因があってということですが、加えて、私のほうでちょっと気になりますのは、作業に当たられる方が、自分が作業する現場に危険なものとかがないことを確認してから初めて作業に入るというのが、多分、本来一番確実な手順だと思うんですね。

ある会社では、「ロック、タグ、クリア」と言って、動力源とか全部切ってロックをかけて、そこにこの先作業中ですよというタグをつけて、その後、自分の作業をするところに戻って、その中に危険物とか有害物質がないということ、クリアであることを確認してから初めて体の一部を入れるような作業をなささいというようなルールにしているということを知ったことがあるんですけども、その辺の作業員本人が自分が作業する装置の中がクリアであるということを、いろいろな手段でいいと思うんですね。各方面に問い合わせるとかでもいいと思うんですけど、それをするという手順が足りなかったのかなと。

先ほども、出口弁を確認しなさいというのはありましたけれども、多分、この弁が閉まっているだけではなくて、本当は「この水抜きも全部済んでいますね」とか、そういうことも確認しなければいけないのに、それもやっぴらっぴらなかったようなので、もう

ちょっとそういう有害物質とか危険な物質がある環境を開けて作業員がそこに曝露される状況のときに、その中がクリアであるかどうかというのを確認する手順をもうちょっと考えていただいたほうがいいかなというふうに思います。

もう一つは、この協力会社さんに作業を指示する、先ほど、実際の作業は協力会社さんで担当の方が現場と一緒に行って管理をしますと。さらにその上の管理職の方も現場に行きますという、写真を使ってご紹介がありましたけれども、今回の作業の場合、この協力会社さんの作業を依頼して、協力会社さんの作業を管理するのは、共用設備グループと計測制御グループのどっちだったんでしょうか。

○座長 回答をお願いいたします。

○東北電力株式会社 東北電力の佐藤でございます。

まず先に、最後のほうのお答えからさせていただきます。

今回の仮設ポンプの設置、取り外しは、共用グループが責任を持ってやる話になっておりました。

1点目のお話でございます。

おっしゃるとおり、こういう作業をやるときには、当然当社のみならず、実際作業をやっていただく協力企業の方々も、作業安全という観点からはそういった安全処置の確認だとか、そういうことはやっていかないといけないことだというふうに思っておりますし、今回の場合は、特にまず私たち作業担当グループのほうにつきましては、安全処置をするだとか、この仮設のポンプをつけて、実際にちゃんと動くねという確認については立ち会いをやっておりました。

一方で、今回は、ここの準備作業の程度だろうというふうな思い込みがあったせいもあって、本来であればこのバルブを取り外す際には、安全処置の確認が必要になりますので、そのように受けていなければ立ち会いをする予定になっておりました。だから、そこが抜けてしまったのが1点目でございます。

あと、さっき作業現場でも手順の中に弁の閉を確認するというふうな、これは協力企業側の手順、それは作業安全という観点からも入っていた部分でございますけれども、そこが安全処置の責任箇所は当然当社なものですから、そこに確認してオーケーをもらったことをもって大丈夫だろうという、そこに思い込みが出てしまったというところが原因でございます。

おっしゃるとおり、確認すべきこと、基本動作のところでございますけれども、そこが

しっかりできないと、こういったミスが出てしまうという例だということだというふうに思っております。

○首藤委員 ありがとうございます。大体概要は何となくわかった気がします。

やはり、まず先ほど申し上げたように、危険物・有害物があるところの現場でそれがないことをちゃんと確認するというのを誰がやるのかということをしかりやっていたきたいということと、もう一つは、今回の場合、この共用設備グループの方が協力会社さんに依頼をして作業していただくというお立場だったとすると、何の作業をやるかということとをちゃんと把握していないということは、多分大きな問題だろうと思いますので、そこを間違いなく、やっただいていてと思っている作業と実際にやっている作業がずれないようにしていただくということがすごく大事なのかなというふうに思いました。ありがとうございました。

○座長 そのほかご質問、では兼本委員、お願いいたします。

○兼本委員 先ほどセルフチェックシート、小さいものを見せていただいたんですけども、本当にこれが役に立っているんでしょうかというか教えていただきたいんですけども。

5 ページ、今のヒューマンエラーというのは、やはりこういうエラーというのはいつもあるので、完全に防ぐというのは難しいと思うんですが、それは承知の上で、ここの5 ページで前回の1号機の電源停電のところで、最終責任者を明確にしましたよといいながら、その次に、作業内容の確実な伝達はされていませんでしたと。責任を持たせながら、その責任の所掌範囲はあまり明確にしていなかったところなので、やはり形骸化しているという事の事例になっているのではないかなと思いますし、そのさらに先に作業チェックシートを見せられると、以前の総点検のときにチェックシートの記載漏れとありますけれども、これも形骸化した事例だと思うんですが、これは悪いという話ではありません。チェックシートというのはどこかで再確認する意味で必要なんですけども、それでこれから大丈夫ですよという説明には、少し不十分かなという気がしたので、もうぜひ反省はしていただきたいなということで、もっといろいろなヒヤリハット事例というのを電力さんの中で蓄えていて、その活動というのは非常によくやっていると思うんですが、そのヒヤリハット事例の中で大事なヒヤリハットと些細なヒヤリハットってかなりあると思うので、今回はそのアイソレのミスですから、隔離のミスですから、やはり大事なヒヤリハット、実際に被ばくにつながりかねないという事故で、ちょうど昨日のニュースの東海村のものを皆さんで連想してしまうので、それほど、電力さんの今の状況でずさんな管理はしてい

と思わないですけれども、もう一回引き締めていただくということをお願いしたいなど。特に、発電しない状況でずっと続いて、そこで現場の作業員の方のモラルが落ちていないかというのはずっと心配しているところなので、もう一回気を引き締めて、管理だけが先行しないようお願いしたいなと思います。これはコメントで結構です。

○座長　じゃ鈴木先生、お願いしたいと思います。

○鈴木委員　今の兼本先生の質問と関連すると思うんですけれども、皆さんのほうがよくご存じなことだと思うんですけれども、東北電力さんでも、建設中とかそうじゃないときにも、会われたときに、こう「安全に」とやりますよね。声かけ運動ということなんだと思うんですが、私、実は大学終わってから労働安全の立場で日本クレーン協会というところで仕事をしていたんですけれども、非常にこれが大事で、例えば「ロープよし」とみんなでそこを見て「ロープよし」、「玉掛けよし」「荷揚げよし」と言って声をかけながら作業を進めていく。これはクレーンとかボイラーとか、特に厚生労働省関係の仕事では当然やっていることなんですけれども、あと、石油コンビナートやなんかでは、事務所から各現場に行くときに、その現場に特有の注意事項のアイテムの代表的なものを、まずその事務所に書いてあって、そこをみんなで行く前に読むんですね。本当にアイテムという、例えば今で言うと、「危険物なし」とかね。そういうような声かけ運動というのが意外と、特に労働安全の場合には重要だと思うんですけれども、そういうような、上から管理職が見ているというのは、もちろんそれは見られているなというのはありますけれども、場合によってはそんなことも考えられる場合があるのかなと。これもコメントですけれども、そういうような事例も参考にさせていただいたほうが、今のカードよりはいいのかなという気もしないでもないんですけれども、それは別ですけれども。こんな事例もご参考にいただければと思います。以上です。

○座長　そのほか。長谷川先生、お願いいたします。

○長谷川委員　この件は、先月24日の監視協議会にも出て、私もそのときに少し言ったんですけれども、こういうヒューマンエラー対策強化月間というのが3月にあって、その3月の末にこういうことが起こったと。

それ以前に何回か、このページにありますように、何回もいろいろなことがあって、そのたびに「体制を締め直します」「強化します」ということをずっと言ってこられたんですね。その上で、最後のヒューマンエラー対策強化月間の最後のところに来て、またこういうことが起こった。それは私のような素人からの意見で、ちょっととんちんかんかもし

れませんけれども、まず現場重視でないんですね、これは。現場に立って、本当に責任者がそのところを示しているかどうか。世の中では「3現主義」とか言いますね。「現場」「現物」「現況」。そういうところもしっかりやっていないし、それから、こういう幾つものグループが作業をする場合には、総合化という点が最も大事なことだと思います。そういうことが抜けていると。

先月24日のときも、地元の方から、“こんな簡単な”、私もそのとおりだと思うんですけども、「こんな簡単な作業でもちゃんとやれないのか」というイメージがついてくるんですよ。大部分はちゃんとやっておられると思うんです。ただ、イメージとしては、そういうところが先行している。

先ほど（東北電力の）佐藤さんがおっしゃったように、大分それに対して今はこうなっていると、改善のことを示されて、それはそのとおりだろうと思いますし、それはその方向で強化していただきたいんですが、そのところをもう少し、もう一遍締め直していただきたいと思います。

それから、もう一つは、このプレゼンテーション大分よくなったんですが、協議会のときも言ったんですが、もっとわかりやすいものにしてくださいと言うこと。これは準備されている方にどうこう言うつもりはありませんけれども、1つは県民目線で行うこと。県民にわかりやすいように。それから、もう一つは、その書いた人も、例えばこの作業の責任者になったつもりで資料を準備すること。その姿勢が全く欠けているんですね。何かこう今まで、これは電力に限ったことじゃないですが、カット・アンド・ペーストとか何かでそろえてきたように、これは年寄りのひがみかもしれませんけれども、何かそういうふうに見えてしまうんです。そのところの現場につながっているということ、それから、現実感というものが何か欠けていることを感じますので、そこらもよろしくお願ひしたいと思います。

○座長 そのほか、ご質問はございますでしょうか。

何か東北電力さんからご回答が、はい。

○東北電力株式会社 東北電力の青木と申します。

長谷川委員のご指摘、大変おっしゃるとおりだと思っております。我々、やはり、これまで現場を重視してきたつもりなんですけれども、結果としてこういうことが続くということは、現場に行くという時間よりも机上のいろいろな仕事をやるのを優先してしまったのではないかという反省もございます。

ですから、やはり私どもとにかく現場に行くと、それが第一だと思っておりますので、もう一度そのところ、初心に戻りまして徹底をさせていただきたいというふうに考えております。どうもありがとうございます。

○座長 そのほかご質問よろしいでしょうか。

皆さんから貴重なご意見をいただきましたので、これにつきましては東北電力のほうでさらに安全、ヒューマンエラーの低減というものに努めていただければというふうに思います。

もし、きょうのご説明をお聞きになりまして、改めて先生方、ご質問ございましたら、事務局までご提出をいただければというふうに思います。

(2) その他

- ・第11回女川原子力発電所2号機の安全性に関する検討会説明資料の修正について

○座長 次に、(2) その他で、第11回女川原子力発電所2号機の安全性に関する検討会説明資料の修正について、東北電力から説明をお願いいたします。

○東北電力株式会社 それでは、資料-4、前回の検討会の説明書の修正につきまして、東北電力の尾形から、まず説明させていただきます。

前回資料の資料-3ということで、表のところ表になってございまして、全部で表ですと5件あるんですけども、それぞれ、時間も押していますので、ちょっと簡単に説明させていただきます。

最初に、資料3のページ4のところということでして、後ろのほうには修正版の資料が記載されておりますので、そちらのほうをごらんになりながら説明させていただきたいと思っております。

最初が、「特別な状態」において点検対象となる「比較的広範な機器」とはどのようなものを指すのかということで、これがページ4でございまして、4ページを開いていただきますと修正版が入っております、中ほどの※1に「「特別な状態」とは」と、その後ろに「比較的広範な機器に対し」と前回なっていたのですが、これを「自然災害や事故等により発電所を停止して、発電所設備全般に対して追加的な点検等を実施する必要がある」ということで、ちょっとこの記載をわかりやすいように修正してございます。

それから、次が10ページになるのですが、10ページ目を開いていただきます

と、健全性評価の概要のところ、フロー図が入ってございます。ここの建物・構築物のフロー図の右側、【地震応答解析】のところの下に、「詳細検討」というふうに書いていますけれども、その中身がちょっとよくこれだけだとわからないということで、今青で吹き出しになってはいますが、「※詳細検討は、地震応答解析結果の応力を用いて各部材の断面評価や3D-FEMによる評価等を実施する。」ということで、これを追記してございます。

同様のフロー図が22ページにもございまして、同じように修正しております。

15ページになるのですが、15ページの中ほどに修正コメントの赤の*印がありますけれども、「『基本的な考え方』に従って、作業員被ばく低減または人身安全等の観点から、高所および高線量エリアの点検は行わない」というふうにしていたのですが、それ以降ですね。「行わないものの、構造的に類似した部位の点検結果および解析結果を踏まえて健全性を確認する。」ということで、きちんと行わないなりにやることをきちっと書いておかないとちょっとわからないということで、これも追記させていただきました。

これについては、後ろのほうの参考資料にも同様の記載がありますので、そこも同じように修正してございます。

それから、26ページでございまして。26ページに、ここは3.11地震と4.7地震それぞれの解析結果を記したところですが、そこについて「観測記録の傾向を捉えている」というふうな表現だけでなっていたのですが、それで実際は「設定したシミュレーションモデルは地震時の建屋応答を再現できている。」ということで、ちゃんと結論まで書いていかないとちょっとわかりにくいんじゃないかということで、これを追加で説明をしてございます。

これは同じように、35から38ページですね。そちらの応答スペクトルについてですね。35から38ページも同様に修正しております。

27ページのところは、これは解析のせん断ひずみについての説明のところだったんですけども、上のところに赤の*があるのですが、「3階でひずみが小さくなりました」というところなのですが、それは当然当たり前のところでもありますので、きちんと「基準値に対して十分小さな応答であることを確認した。」というような記載のほうがいいということがありますので、そういったところを十分な理由があるということをお知らせするような記載に修正してございます。

建屋のほうにつきましては以上でございまして。

○東北電力株式会社 引き続きまして、ヒューマンエラー低減に向けた対応を前回ご説明しておりますので、その修正箇所につきまして、東北電力原子力部の大平からご説明いたします。

まず、いただいたコメント2点ございまして、1点目が今回の対応では管理職が非常に重要なファンクションを持っていないといけないということで、ヒューマンエラー対策等の管理面で適切な力量を持ったものが管理職となっていることを一文追加してはどうかというコメント。

あともう1点が、その下、11ページで、過去にもいろいろな事象がありまして、これまでもさまざまな、本日もいろいろご指摘いただいておりますが、これまでも様々な対応を行っているが、今までどのような部分が弱かったのか、どのような対策を講じてきたのか、その歴史を示してもらおうとわかりやすいというコメントをいただいております。

資料-5の2ページ目をごらんいただきますと、ヒューマンエラー低減に向けた対応の表の中で、右半分の中段のところ、(2)の下に作業計画時というところに赤い*を振らせていただいておりますが、「指揮監督等必要な力量を有する」管理職ということで、こちらを追記いたしております。

また、2点目の歴史のほうのご質問につきましては、本日の資料-3の中にも追加した資料と同じものを一番後ろの11ページのところに、過去の歴史についての資料を追加してございます。

以上でございます。

○座長 ありがとうございます。

これは前回の委員からのコメントを踏まえた修正ということで、皆さんよろしいでしょうか。

ありがとうございました。

そのほか事務局から何かございますでしょうか。

○事務局 特にございません。

○座長 それでは、特にならなければ、本日の議事はこれで終了させていただきたいと思っております。

4. 閉 会

○司会 若林先生、ありがとうございました。皆様方からの貴重なご意見、大変ありがとうございました。

いました。

それでは、ただいまをもちまして、第12回女川原子力発電所2号機の安全性に関する検討会を終了させていただきます。

本日はお疲れさまでした。