

第23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 令和2年3月23日（月曜日）

午後1時00分から

場 所 パレス宮城野 2階 はぎの間

1. 開 会

○司会 それでは、ただいまから第23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、宮城県環境生活部長の大森から挨拶がございます。

○環境生活部長 皆さん、こんにちは。

本日は3月23日ということでございます。全国的には桜の便りなども聞かれるようになっておりますけれども、仙台市内、今日も大分風は冷たく感じられるような気候でございます。本日は年度末の大変お忙しい中、第23回目となりますこの安全性検討会にご出席を賜りましてまことにありがとうございます。

また、新型コロナウイルス感染症が流行している状況の中での開催となり、若干ご不便やご心配をおかけしているかもしれません。ご理解、ご容赦を賜りたいと思います。

2月7日に開催いたしました前回の第22回検討会では、新規制基準適合性審査申請のうち格納容器破損防止等につきまして、活発なご議論をいただきありがとうございました。

女川原子力発電所2号機の最近の動きとしましては、2月26日に原子力規制委員会より設置変更が許可され、これを受け3月2日には経済産業大臣から県に対し、再稼働を進める政府の方針への理解確保の要請が届いたところでございます。

本日、第23回目となる検討会では、設置変更許可が出されたことを受けまして、原子力規制庁原子力規制部審査グループの皆様をお招きし、審査結果の概要をご説明いただくことといたしました。原子力規制庁の皆様におかれましては、仙台までわざわざお越しいただき感謝申し上げます。どうもありがとうございます。

また、本日は、最終的に座長からいただく報告の基礎資料となる、これまでの安全性検討委員会の議論を論点ごとに整理した資料についてもご提示し、ご確認いただきたいと考えております。皆様にはそれぞれのご専門の分野の知見に基づいて、忌憚のないご意見を賜りたいと考えておりますので、よろしくお願ひ申し上げまして、簡単ではございますが開会に当たっての挨拶とさせていただきます。

本日はどうぞよろしくお願ひいたします。

○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、座長の若林先生に議事の進行をお願ひいたします。よろしくお願ひいたします。

○座長（若林） それではまず、（１）の議題の本日検討する論点項目について、事務局から説明をお願いいたします。

○事務局 宮城県庁原子力安全対策課長の伊藤と申します。

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をいたします。

まず、A４判の資料－１をごらん願います。本日検討を予定しております項目につきましては、網かけ部分でございまして、新規制基準適合性審査申請のうち、（１０）審査結果でございます。こちらにつきましては、先日、女川原子力発電所２号機が原子炉設置変更許可となりましたことから、座長と相談の上、論点項目を追加してございまして、本日検討をお願いしたいと考えてございます。

次に、A３判の資料１（別添）というものををごらん願います。こちらは、今回検討をお願いする項目につきましては、２枚目の裏側ですけれども、４ページ目のオレンジ色の枠で囲った部分、（１０）審査結果の部分でございます。今回ご欠席の委員に対しましては、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ございますが、今回ご意見はございませんでした。

本日は、原子力規制庁原子力規制部審査グループの皆様をお招きいたしましたので、直接審査結果のご説明をいただくとともに、A４版資料３に記載の「これまでの安全性検討会において出された意見」に対するご意見もいただきながら、検討をお願いしたいと考えてございます。

事務局からの説明は以上でございます。

○座長 皆様よろしいでしょうか。

それでは、（１）の議題に入りますので、準備をお願いいたします。

３．議 事

（１）各論点の説明・検討

- ・女川原子力発電所２号炉に関する審査の概要

○座長 それでは、（１）各論点の説明・検討のうち、（１０）審査結果について、原子力規制庁から説明をお願いいたします。

○原子力規制庁 原子力規制庁の天野と申します。

委員の皆様、それからご臨席の皆様方におかれましては、原子力規制行政に対し日ごろよりご理解を賜り、誠にありがとうございます。また、本日は、女川原子力発電所２号炉の設置変

更許可の審査結果についてご説明する機会をいただきまして、まことにありがとうございます。
本日の規制庁の説明者をご紹介します。

小山田でございます。

止野でございます。

堀口でございます。

三浦でございます。

宮本でございます。

永井でございます。

皆川でございます。

それでは、着座にてご説明をさせていただきます。資料－２をお願いいたします。途中で担当によりまして交代で説明させていただきますので、よろしくお願いいたします。

1 ページをお願いいたします。

本日、ご説明させていただく内容をまとめております。1. はじめに、2. 新規制基準の概要、そして本日のメインとなります3. 審査結果という構成でございます。1と2については既にご案内のことと存じますので、3に関連する箇所について簡潔にご説明をさせていただければと思います。なお、3. 審査結果の概要については、説明の内容上、これまで本検討会において東北電力から説明された内容と若干重なる部分がございますが、ご容赦いただければと思います。

それでは、3 ページをお願いいたします。

新規制基準と適合性審査についてということですが、3つ目の丸ですが、今回の審査に当たっては、いわゆる本体審査に加えまして、先に原子炉設置変更許可を行いました柏崎刈羽6・7号炉の審査の過程で得られた知見を踏まえた基準の改正についても、審査において適合していることを確認しております。具体的には、※1に書いてございますけれども、炉心損傷時に放射性物質を放出せずに原子炉格納容器の圧力を下げることができる代替循環冷却系という冷却システムが追加されていることなどを確認しております。

次のページをお願いいたします。

原子炉等規制法に基づく発電用原子炉施設に係る規制の流れをお示ししておりますが、中ほどの3本の矢印を示しております。一番上のピンク色、設置変更許可、これは敷地の条件であったり、施設の基本設計に関する内容を審査するものです。真ん中のブルーの工事計画認可、こちらは機器の詳細設計に関する内容を審査するものです。一番下のグレーの保安規定変更認

可というのは、運用管理に関する内容を審査するものです。今回の審査結果というのは、この図で言いますと、一番上の設置変更許可に係る部分でございまして、現在はこの審査が終了したという段階でございます。今後は、東北電力から工事計画認可、それから保安規定変更認可の補正申請がなされれば、これらの審査を行うという流れになります。

次のページをお願いいたします。

こちらは女川2号炉の審査の経緯についてまとめておりますが、説明は割愛させていただきます。

次のページをお願いいたします。

ここからは、今回の審査の基準、いわゆる新規制基準についてご説明いたします。

次のページをお願いいたします。

福島第一原子力発電所事故における教訓ということで、ポイントのみ説明させていただきますが、大きく2つの教訓を残したというふうに考えております。黄色で囲っている箇所ですが、1つは、地震・津波という共通原因により複数の安全機能が喪失したということ、そして2つ目として、安全機能の喪失に対して、当時は重大事故の発生を想定していなかったため、重大事故の進展を食い止めることができなかったということでございます。

次のページをお願いいたします。

こちらは強化した新規制基準ということですが、説明は割愛させていただきます。

次のページをお願いいたします。

こちらでも強化した新規制基準ですが、説明は割愛させていただきます。

続いて、10ページをお願いいたします。

こちらは新規制基準で新たに要求した主な対策ということでございますけれども、一番左の緑色の部分、こちらが従来の要求事項の範囲になります。重大事故の発生を防止ということで、自然現象や火災等の共通要因により、「止める」「冷やす」「閉じ込める」といった安全機能が複数失われることを防止する対策ですが、この部分について先ほどご説明した福島第一原子力発電所事故の1つ目の教訓を踏まえ、従来より一部強化して、薄い緑色の部分でございまして、重大事故の発生を防止するということをまず講じております。

その上で、オレンジ色のところですが、福島第一原子力発電所事故の2つ目の教訓を踏まえて、前段での対策をあえて否定して、重大事故の発生を想定した上で、それが拡大しないよう「止める」「冷やす」「閉じ込める」といった対策を求めています。

その上で、新規制基準では、ここでも前段の対策をあえて否定した上で、さらに放射性物質

の放出を想定というところで、それでもなお、敷地外への放射性物質が放出されるような事態になった場合を考え、さらなる対策として、放射性物質の拡散をできるだけ「抑える」ための対策を要求しています。

なお、後ほど3の審査結果でご説明する内容としては、大きく2つに分けてご説明させていただきますけれども、1つは緑色の部分の設計基準のところ、以降、「DB」と略させていただきますけれども、デザインベースの部分。それから2つ目は、オレンジ色以降の部分でございまして、重大事故等対策ですけれども、「SA」というふうに略させていただきますが、大きくこの2つに分けて説明をさせていただきます。

次のページをお願いいたします。11ページです。

ここからは設置変更許可に関する審査結果の概要についてご説明いたします。先ほど申し上げましたように、まず①として設計基準対象施設（DB）について、自然現象の想定から順次説明をさせていただきます。

○原子力規制庁 それでは説明者がかわりまして、私から説明いたします。

まず12ページ目、基準地震動の設定でございます。

基準地震動を設定する際には、解放基盤表面の設定というのがまず必要になってまいります。上の段、四角の中に、要求事項とございますけれども、この解放基盤表面につきましてはせん断の波速度がおおむね700m/s以上の硬質地盤であって、著しい風化を受けていない、こういう特性を有する地盤に設定することが求められています。

もう1点、地震波の伝播特性でございますけれども、敷地及び敷地周辺の地下構造が地震波の伝播特性に与える影響を検討するということが求められております。

これに対しまして、まず解放基盤表面でございますけれども、事業者は基準地震動を設定する解放基盤表面につきまして、敷地内で実施した地表地質調査ですとか、あるいはボーリング調査、PS検層の結果を踏まえまして、右の図にございますとおり、赤い文字で記載してございますけれども、2号炉の原子炉建屋の設置レベルO.P. - 14.1mに設定するということとございました。この内容につきまして審査でございますけれども、必要な特性を有する硬質地盤の表面に設定したということで、基準に適合していることを確認してございます。

もう1点、その下の伝播特性でございますけれども、これにつきましても調査結果に基づきまして、敷地の到来方向別の複数の記録を分析して、地震波の到来方向の違いによる特異な特性が認められないということ、それから敷地内のPS検層結果をもとにしまして、地盤の速度構造がおおむね水平な成層構造をなすということから、次元構造でモデル化ができるという

ことを確認し、基準に適合しているということを確認してございます。

次のページでございます。

13ページでございますが、こちらは震源として考慮する活断層でございます。その評価に当たりましては、要求事項にございますとおり、文献調査等々の結果を総合的に評価いたしまして、活断層の位置ですとか形状、活動性を明らかにするということが求められてございます。

これに対しまして、事業者のほうでは、産業技術総合研究所が発行しています地質図あるいはここにありますような文献の調査を含む調査結果に基づきまして、震源として考慮する活断層といたしまして、この右の図に活断層が幾つか示してございますけれども、こういった活断層を抽出いたしまして、その位置、形状を評価してございます。

そのうち真ん中の円に近いところにF-6断層からF-9断層というのがございますけれども、これが一番敷地に近い断層でございまして、それを拡大したのが左隣、真ん中にございます図でございます。この断層につきましては、申請時におきましては事業者は当初2.2kmという評価でございましたけれども、規制委員会の指摘を踏まえまして追加調査などを実施いたしまして、端部を見直して、最終的には2.3.7kmというふうに評価を見直してございます。こういった調査手法あるいは範囲や密度に基づきまして調査を実施して、総合的に評価いたしまして活断層の位置、形状等を明らかにしているということでございますので、基準に適合しているということを確認してございます。

続きまして、14ページでございます。

こちらは検討用地震というのを設定するというふうに求められてございます。要求事項にございますとおり、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動というものがございまして、これにつきましては内陸地殻内地震、プレート間地震、それから海洋プレート内地震と3つのタイプの地震について、検討用地震を複数設定して、高さを十分に考慮して応答スペクトルに基づく評価、もう1点は断層モデルを用いた評価ということを行うことが求められてございます。

これに対しまして事業者は、検討用地震についてはという文字がございましてけれども、4つほど、①から④まで並んでございますが、内陸地殻内地震として2つ、プレート間地震、海洋プレート内地震という形で、検討用地震を選定してございます。このうち上2つ、内陸地殻内地震につきましては、最終的には基準地震動として策定されてございません。したがって、この場では③の2011年東北地方太平洋沖型地震、プレート間地震でございましてけれども、まずこちらのほうからご説明させていただきます。

(1)にございますとおり、以下のことから基準に適合していることを確認してございます

が、1つ目が応答スペクトルに基づく評価、これが一つの評価手法でございますけれども、この2011年東北地方太平洋沖地震の敷地での観測記録を包絡した応答スペクトルを設定しているということを確認してございます。

それから、基本ケースと不確かさケースとがございまして、まず基本ケースにおきましては記録との整合性が確認されていること、宮城県沖の地域性を考慮して全ての強震動生成域、右側の図でグレーの部分がございまして、これらが強震動生成域SMGAでございますけれども、これの応力降下量を34.5MPaと大き目に設定して、あらかじめ不確かさが考慮されているということ。それから、さらにそれに加えて不確かさケースとして2つほど、a bとございまして、宮城県沖の陸寄りのSMGAの応力降下量を基本ケースの1.14倍にしたケースと、それに加えましてその位置を敷地に、右側の図で赤い形でハッチングしてございまして、こういった形で敷地に最も近づけた形、これを重畳したケースとして設定してございます。

その結果が次のページでございまして、応答スペクトルによる評価というのが、黒い実線で示したのが応答スペクトルによる基準地震動でございます。これにつきましては、2011年の東北地方太平洋沖地震による敷地の観測記録より求めた解放基盤波というのがあるのですが、これを包絡したスペクトルになっているということでございます。さらに、その応答スペクトルを包絡させて基準地震動 $S_s - D1$ というのを策定してございます。

さらにもう1点が、断層モデルに基づく評価でございますけれども、これはレシピという地震調査委員会が策定したものでございまして、それを用いてその適用性ですとか統計的グリーン関数法による評価と記録との整合性が確認されている手法、諸井ほかの手法というのでも、それを参考にモデルとパラメータを設定して、さらに不確かさケースによる評価結果を $S_s - F1$ 、 $S_s - F2$ という形で、赤色と青色で示したものでございまして、こういった基準地震動を策定したというものでございます。

次が16ページでございまして。

もう一つの手法でございまして。先ほどのスライドで4番目にありました2011年4月7日宮城県沖型地震というものがございまして。これは海洋プレート内地震でございますけれども、これについてもう1点評価してございまして。事業者からは、2011年4月7日宮城県沖地震の断層モデルを用いて、敷地での観測記録との整合性を確認した上で、あらかじめこちらも規模を大きくしたモデルから震源特性パラメータを設定しているということを確認してございまして。

こちらの基本ケースにおいては、敷地に対して厳しい位置に断層位置を設定して、さらに宮

城県沖の地域性を考慮しまして、短周期レベルとございますけれども、それをレシピの1.5倍という形であらかじめ大きく設定しているということを確認しました。さらに、不確かさケースといたしまして、SMGAの位置とか数に関する種類でございますが、この図の真ん中のほうを見ていただきますと、図の左側にあるのが基本ケースでございます、これに対して不確かさケースとしてはSMGAの地殻内に集約したケース、さらにはその右側のほうにいきまして、マントル内に集約したケースとその2つを合わせたケースが右側でございますが、SMGAマントル内集約ケースとございますけれども、こういった形でさらに不確かさを考慮した形で設定したということでございます。

その結果が、次のページ、17ページに示してございます。このタイプの評価につきましては、2011年4月7日の地震による敷地での記録より求めた基盤波との整合性をまず確認した上で、あらかじめ規模を大きくしたモデルによる評価を実施しているということで、こういった基準地震動 S_s-D2 という形で、この黒い実線で示しているものがその地震動でございます。

次のページをお願いします。

先ほどまでは震源を特定するというようなものでございましたが、もう一つのタイプといたしまして、震源を特定せず策定する地震動というものがございます。これは震源と活断層を関連づけることが困難な過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における記録を収集して、不確かさを考慮して応答スペクトルを設定するというものでございます。事業者におきましては、まず地域性を考慮する $M_w 6.5$ 以上の地震である2008年岩手・宮城内陸地震、それから2000年の鳥取県西部地震につきまして、敷地近傍から敷地周辺との地域性の違いを十分に評価した上で、最終的にこれらは地質学的な背景が異なるということで、記録収集の対象外としたということを確認してございます。

もう一つ、全国共通に考慮すべき $M_w 6.5$ 未満の地震というのがございますが、これにつきましては震源近傍における記録を精査して出された2004年の北海道留萌支庁南部地震、これによる震源近傍の観測点における記録に、不確かさを考慮した上で地震動を採用したというものでございます。

これら震源を特定せずも含めて、各種の地震動につきましてまとめたのが19ページでございます。一番上がプレート間地震の応答スペクトル手法による地震動でありまして、 S_s-D1 というものでございます。2つ目が先ほどありました海洋プレート内地震の応答スペクトル手法による基準地震動 S_s-D2 というものでございまして、これらの2つにつきましては、

申請時からスペクトルの形状等々を変更したものでございます。さらにS_s-D3からS_s-N1というものがございますが、これらは申請時から追加したものでございます。一番大きなものがS_s-D2となっておりまして、水平方向で最大の1000ガルという形になってございます。

20ページにございますけれども、それをこのような形で応答スペクトルの形に示したものでございます。凡例にございますとおり、先ほどの表にありましたS_s-D1からS_s-N1までを示しているものでございます。これらが基準地震動でございまして、各種の不確かさを十分に考慮しまして、敷地及び敷地周辺の地質・地質構造、それから地盤構造、地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から適切に策定されているということから、基準に適合しているということを確認したものでございます。

○原子力規制庁 続きまして、(21ページ)ここからは耐震設計方針になります。今の基準地震動の策定を踏まえまして、ということですが、まず基準の要求事項ですが、設計基準対象施設について、耐震重要度の区分に応じた地震力に対し、十分耐える設計とすること。また、耐震重要施設、耐震Sクラスですけれども、基準地震動による地震力に対して安全機能が損なわれない設計とすることでございます。

これに対して申請の内容ですけれども、発電所の施設・設備等、これは今後新たに設置する施設だけではなくて、地震の影響を受けた既設の建物・構築物や機器・配管系にも適用されますけれども、耐震重要度に応じて分類し、クラスに応じて適用される地震力に対して十分に耐え、安全機能が損なわれない設計とすること。また、津波防護施設、浸水防止設備等についても、基準地震動S_sによる地震力に対して、要求される機能が保持できるよう設計すること、といった設計方針が示されましたので、要求事項に適合すると判断しています。

次のページをお願いします。22ページでございます。

こちらは女川2号炉の審査で一つの論点となったところですが、2011年の東北地方太平洋沖地震等の地震を経験していますので、そういう状態の建屋の耐震壁が今後の大きな地震に耐えるのかというのを論点の一つとして審査しておりますので、少しページを割いてイメージを説明したスライドになります。

次のページをお願いいたします。

このページは、女川2号炉の現状をイメージとして示したものですけれども、2つございます。1つは、女川2号炉は2011年東北地方太平洋沖地震など大きな地震を経験しております。これに伴ってコンクリートにひび割れが生じているというのがまず1つです。もう1つで

すけれども、女川2号炉で使用しているコンクリートは、乾燥収縮量が大きいということで、乾燥収縮によるひび割れが生じております。ただし、解析により、鉄筋が降伏していないということは確認しております。

これらをどのように耐震設計に反映するかですけれども、26ページをお願いいたします。耐震設計への反映ということですが、2011年東北地方太平洋沖地震の地震及び乾燥収縮により発生したひび割れについては、上にグラフをお示ししてはいますが、この赤色、緑色、このように初期剛性低下をさせますけれども、機能維持限界耐力、それから終局耐力、こちらについては工事計画認可申請の審査において実績のある復元力特性の各耐力を上回っているということが試験等により確認されたということでございまして、この復元力特性に初期剛性低下を反映して適用できるというところを確認したところでございます。

初期剛性低下については以上です。

続いて、29ページをお願いいたします。

地下水位低下設備の効果を考慮した地下水位の設定ということで、こちら一つ一つの論点となったところでございますけれども、女川原子力発電所では、後ほど津波の設計方針のところでも出てまいりますが、防潮堤の下部を地盤改良することとしておりますけれども、これによって敷地から海への地下水の流下がせき止められるということで、地下水位が地表面付近まで上昇いたします。このため、東北電力は地下水位低下設備により、地下水位を一定の範囲に下げ、これを前提として敷地の広い範囲の設計用地下水位を設定することで、建屋・構築物の設計や液状化評価を実施するというところを示したところです。

これに対して、規制委員会としては、地下水位低下設備の機能が喪失した場合、重要安全施設に影響を及ぼすことから、耐震性を含めた信頼性確保の考え方について説明を求めたところでございます。これに対して申請者の説明ですが、地下水位低下設備の耐震性、それから信頼性を確保するということに加えまして、機能喪失した場合の対応を行うという方針であることを確認したところでございます。

○原子力規制庁 続きまして、30ページでございます。

地盤の安定性に係る項目でございまして、大きく地盤の変位、支持、変形と3つの項目でございます。

1つ目の変位でございますけれども、耐震重要施設につきましては、「将来活動する可能性のある断層等」の露頭がないことを確認した地盤に設置することが求められてございます。これに関しまして、事業者はこの右の図にございまして、全部で16の断層を抽出し

た上で、耐震重要施設を設置する地盤にある9つの断層を抽出しまして、これらに関しまして切り切られの関係ということで、対象となる断層を最終的に右側の下の段にございますけれども、OF-4断層というものと、緑の帯で描いていますが、TF-1断層の2つに絞り込んでございます。

その絞り込んだ2つの活動性について、断層の活動最新面に確認されている変形を受けていない高温環境下で晶出した鉱物脈の生成状況、これにつきまして検討して、前期白亜紀の熱水活動が終息して以降に活動がないものというふうに評価して、「将来活動する可能性のある断層等」には該当しないというふうにまとめてございます。こういったことから基準に適合していると判断しました。

続いて、31ページでございます。

こちらは地盤の支持、変形でございますけれども、地震力に対しまして十分に支持することができる地盤に設置すること、さらに耐震重要施設につきましては、基準地震動による地震力に対する支持性能が確保されていることを確認すること、さらには周辺地盤の変状が生じた場合でも、安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設置するということが求められてございます。

いずれもこういった基準地震動が作用した場合におきましても、十分な支持力を有する岩盤、マンメイドロックですとか、こういったものに設置するということが方針にございますし、耐震重要施設に対しましては、事業者が動的解析を行いましてその手法等々を確認した結果、適切であるということ。さらには、評価基準値あるいはその目安を満足しているということで、地盤の支持、変形につきましては満足しているということを確認してございます。

続きまして、32ページからは津波でございます。

津波の発生要因といたしましては、要求事項のところがございますとおり、地震のほか地すべり、斜面崩壊、いろいろな要因があるわけですし、その組み合わせによるものも選定して、不確かさを十分に考慮して、数値解析を実施して策定するということが求められてございます。このうち、まず地震による津波でございますが、ここにございますとおり、東北地方太平洋沖型の地震による津波、これがプレート間地震というものでございますし、それ以外に1896年の明治三陸地震による津波、1933年の昭和三陸地震による津波、これらを検討対象の波源として設定した上で評価してございます。

最終的に、一番最初にありました東北地方太平洋沖型の地震による津波が一番大きいということでございましたので、ここに図がございますとおり、基準断層モデル①、基準断層モデル

②、③という形で設定して評価してございます。この基準断層モデル①というのが、広域の津波特性を考慮したモデルといたしまして、青森県北部から茨城県南部の痕跡高の再現性を確認したタイプのモデルでございます。

さらに、真ん中にあります基準モデル②というのは、宮城県沖の大すべり域の破壊特性を考慮した特性化モデルというものでございまして、今回設定した地震断層モデルの面積の違いを考慮しまして、すべり量を20%割増したタイプという形になってございます。

さらに、その右側にあります基準モデル③というのは、モデル②をベースにしまして、未知の分岐断層の活動ですとか、海底地すべりの発生可能性まで考慮して、海溝側のすべりを強調するような形で大すべり域、さらには超大すべり域の形状を変更して、中間すべり域を配置したタイプのものがございます。

こういったモデルに基づきまして、33ページがその内容でございまして、その基準断層モデル②のもととなる宮城県沖の大すべり域の破壊特性を考慮した特性化モデルというのは、日本海溝付近における地殻変動量で2011年の太平洋沖地震による最大の変位量を上回っているということと、沖合の津波観測波形を良好に再現できていることを確認してございます。

こうして設定したものに対しまして、審査結果の概要というところに示してございますが、広域の津波特性を考慮した特性化モデルにつきましては、敷地を含む宮城県周辺におきまして、2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波の痕跡高よりも評価結果のほうが大きく、保守的なモデルになっているということ。それから、宮城県沖の大すべり域の破壊特性を考慮した特性化モデルにつきましては、この津波を良好に再現するモデルを設定した上で、先ほど申し上げたとおり20%割増したモデル、さらには海溝側のすべりを強調したモデルとなっていること。それから、3つ目のポツにございますとおり、最新の知見を踏まえまして、位置、面積、すべり量につきましては不確かさを考慮して設定し、特に大すべり域などにつきましては10km単位で移動させたパラメータスタディというものを行いまして、敷地への影響が最も大きい位置を抽出しているということ。一番下にございますとおり、影響が大きいパラメータについては、詳細なパラメータスタディを行っているということから、基準に適合しているということを確認してございます。

最終的に設定した基準津波が34ページに記載してございます。

ここにありますとおり、地震による津波ですとか、それ以外の要因の組み合わせも考慮して検討した結果、敷地に最も影響を与える基準津波というものが、この時刻歴波形で示したとお

りのものでございまして、右側の図にその基準津波の設定位置が赤い丸で示しておりまして、敷地からやや離れた位置を設定してございます。

以上から、最新の科学的な技術的な知見を踏まえまして、不確かさを十分に考慮して適切に策定されているということで、基準津波につきましても基準に適合しているということを確認したものでございます。

○原子力規制庁 それでは、引き続きまして、次の35ページをお願いいたします。

先ほどの基準津波の策定を受けまして、耐津波設計方針でございます。先ほど話がございましたように、基準津波の定義位置としては沖合約10kmですけれども、それから敷地に到達する際の津波の設計方針ということでございます。

津波についても新規制基準で強化されておりますが、まず基準津波による津波を敷地に遡上または流入させないということで、ドライサイトを基本とし、遡上波が到達する可能性がある場合には防潮堤等を設置するということが基準で求められております。これを踏まえて事業者は、先ほどご紹介のあった津波の想定に対して安全機能が喪失しないように設計するということで、津波の上昇については入力津波高さO.P. + 24.4mに対して、O.P. + 29mの防潮堤を設置して、遡上波の到達を防ぐという設計とすることを確認しております。

次のページをお願いいたします。

36ページですけれども、こちらも新規制基準によって強化された要求事項でございますけれども、取水路、放水路等の開口部、こういったところからの津波の流入を防止するというところで、こちらは震災当時の女川2号炉でも発生した事象ですけれども、津波の遡上波を防潮堤によって敷地に浸入しないようにしたとしても、発電所では取水路や放水路等の津波の流入経路というのがありますので、新規制基準ではここから津波が流入する可能性がある場合には、浸水を防止する対策を講じることを求めています。

これに対して、防潮壁であるとか、水密扉等を設置するというところで、津波の流入を防止するという方針であることを確認しております。

ページが飛びまして、38ページをお願いいたします。

こちら耐津波設計方針で、審査の中で論点になった項目の一つでございますけれども、防潮堤の構造成立性ということでございます。先ほど地下水位低下設備の論点のところでも説明させていただきましたけれども、申請者は当初、防潮堤下部の構造のうち盛土・旧表土の地震時の不等沈下について、津波による止水性が確保できるという説明をしてございましたけれども、審査において、止水性が喪失しないことについての追加説明を求めた結果、東北電力は対策を

抜本的に改め、防潮堤下部の地盤改良を行う方針に変更したものでございます。

ページ飛びまして、41ページをお願いいたします。

ここからがDBの外部からの損傷防止ということで、敷地の外の自然現象や外部人為事象に対する対応でございます。

まず初めに、火山に対する影響でございます。

○原子力規制庁 火山活動に係る個別評価といたしまして、設計対応不可能な火山事象の評価、それからもう1点、火山事象の影響評価には、降下火砕物、これは設計対応可能な事象との大きく2つに分かれてございます。

1つ目の設計対応不可能な火山事象に関しましては、発電所に影響を及ぼし得る火山として、敷地から半径160km以内の11の火山を抽出しまして、火砕物の密度流ですとか、溶岩流の影響評価を行いまして、十分な離隔距離があるということで敷地に到達しないということで、影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価してございます。

また、降下火砕物の影響評価でございますけれども、降下火砕物の敷地のみならず周辺の分布状況を踏まえて、シミュレーションの結果から総合的に判断しまして、右側の図で鳴子カルデラとございますが、この鳴子荷坂テフラを考慮して、敷地における最大層厚を申請時の10cmから15cmへ見直したということで、基準に適合していることを確認してございます。

○原子力規制庁 次の42ページをお願いいたします。

今ほどの火山事象の評価を踏まえましてですけれども、火山灰に対する設計方針ということでございますけれども、火山灰の堆積による荷重に対しては、15cmの堆積を考慮して設計するという方針であることを確認しております。また、火山灰が施設の内部に入り込まないよるということで、フィルタを設置するという方針を確認しております。これらの対策などにより、火山灰の影響があっても、安全機能が損なわれない設計であると判断しています。

次のページをお願いいたします。

続いての自然現象については竜巻でございますけれども、竜巻についても新規制基準において新たに考慮すべき自然現象として対策を求めているものでございます。要求事項ですけれども、原子力発電所の立地地域の特性を考慮して、想定される最大の竜巻を設定した上で、想定される竜巻による荷重に対して安全機能が損なわれないことを求めています。

これに対して事業者の対応ですが、発電所が立地する太平洋沿岸地域で観測された過去最大の竜巻スケールの風速上限値92m/sの竜巻を基準竜巻として設定した上で、100m/sの竜巻にも防護できるよう設計する方針としています。具体的には、竜巻防護ネットの設置や

飛来物の発生防止のため車両の固縛等の対策を実施するとしております。これらにより、竜巻の影響に対して安全機能が損なわれない設計方針であると判断しております。

次のページをお願いします。

こちらは外部火災ということでございますけれども、要求事項としては原子力発電所の敷地外で発生する森林火災及び近隣の産業施設、工場やコンビナート等でございますけれども、これらによる火災・爆発により、原子炉施設の安全機能が損なわれないこと、ということが要求されております。

これに対して申請の内容ですけれども、森林火災に対しては、火災発火点を敷地周辺10km以内に設定し、最も厳しい気象条件や風向き等を設定して評価しても、安全機能が損なわれない措置を講ずるということ。それから、必要な防火帯幅19.7mに対して、約20mの幅の防火帯を設置すること。こういった対策を実施するということを確認しております。

また、近隣の産業施設の火災影響についてでございますけれども、発電所敷地外の半径10km以内に石油コンビナート等に相当する施設はないとしています。

以上より、森林火災や近隣の産業施設の火災の想定は妥当であり、外部火災に対して安全機能が損なわれない設計方針であると判断しております。

続いて、47ページをお願いいたします。

これまでは発電所の外部で発生する事象を説明しておりましたけれども、ここからは発電所の内部で発生する事象ということで、内部火災でございます。

要求事項ですけれども、発電用原子炉施設の安全性が損なわれないようにということで、火災に対して設計基準対象施設は、火災の発生防止、感知及び消火並びに影響の軽減を有することを求めています。

これに対して申請者は、安全機能を有する構築物、系統及び機器を防護するため、火災区域及び火災区画を設定すること。また、火災区域及び火災区画に対して、火災の発生防止、火災の感知及び消火、火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講ずること。そして、火災防護対策並びに火災防護対策を実施するために必要な手順、機器及び職員の体制を含めた火災防護計画を策定するとしております。

詳細な内容については、48ページから50ページまでにかけて載せておりますけれども、これらの項目について申請の内容を確認した結果、火災防護基準にのっとり、設置許可基準規則に適合すると判断いたしました。

続いて、ページ飛びまして51ページをお願いいたします。

こちらにも新規制基準で新たに強化された内部溢水でございます。こちらは配管の破損等により原子炉施設内に水があふれ出た場合の影響を評価した上で、安全機能が損なわれないことが求められておまして、これに対して設備の没水や被水等の影響を考慮した設計を行うというふうにしておまして、審査の結果、溢水防護の設計方針は適切であると判断しております。

少しページが飛びまして、58ページをお願いいたします。

DBの主な項目ということで、ここからはDBの電源対策について、ご説明をさせていただきます。

まず初めに、外部電源の信頼性確保です。こちらにも福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえてということですが、外部電源の信頼性の向上を図るため、発電所への送電系統のうち少なくとも2回線は独立したものとすること。また、このうち1回線は、他の送電線と一緒に送電鉄塔に設置されないことなどの要求をしており、申請内容がこれらの要求事項を満たしていることを確認しております。

続いて、ページが飛びまして60ページをお願いいたします。

こちらは所内の非常用電源ですが、こちらにも福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえて基準が強化されています。非常用ディーゼル発電機ですが、こちらについては、7日間以上連続運転できる燃料を発電所内に確保する、ということをお求めしております。

これに対して要求事項を満たしているということを確認しております。また、燃料貯蔵タンクですが、想定される最大の地震の揺れにも耐えられるものとするということもございます。これらについて申請内容が要求事項を満たすことを確認しております。

ここまでのDBの説明になります。

続きまして、62ページをお願いいたします。

②の重大事故等対処施設及び重大事故等対策に係る手順等ということで、ここからが重大事故等対策、いわゆる「SA」に関する審査結果の内容についてのご説明でございます。ここからが設備・手順の説明に入るんですが、その前にSA対策の全体像について説明をさせていただきます。

ページが飛びますが、まず122ページをごらんください。

122ページでございますが、このページは有効性評価の概要を示したものでございますが、真ん中に図がありまして、重大事故等への対策としては、まず設備の設置、これをハード対策と称しておりますが、これと右側の手順及び体制の整備、ソフト対策と言っておりますが、まずこの2つを新規制基準では要求をしております。これに対して上のほうに

有効性評価とありますけれども、こういった設備あるいは手順等のソフト対策が有効であるかということ、有効性評価と称してこれで評価しているということで、この3つがSAの対策の中心ということになります。

ページを戻っていただきまして、63ページをお願いいたします。

63ページでございますけれども、設備及び手順等の対策ということで、43条、1.0から2.1ということで、ここは設備・手順の要求事項の全体像について目次として並べているものでございます。表にページが書いてありますけれども、この内容については64ページから120ページにわたって個別に説明しておりますけれども、まずここで目次について少し分類の説明をさせていただきたいと思えます。

まず表の見方ですけれども、2つ目の44条のところを見ていただきますと、一番左の列、条項と書いてありますけれども、44条と1.1というのが書いてあります。この44条というのが設備のハード対策についての要求事項を規定している条文でございます。それで1.1というのがソフト対策についての要求事項を規定している項番号ということになりまして、SA対策のいろいろな手段がございますけれども、このように設備と手順をセットで要求しているという形になっております。それで設備の条番号で申しますと、まず2番目の44条から49条、44条がいわゆる停止失敗時の対策、45条が高圧時の冷却、46条が減圧、47条が低圧時の注水、48条が最終ヒートシンク、49条が格納容器の冷却ということで、こちらが主として炉心損傷防止対策ということでございます。

それから、50条から52条、こちらが格納容器破損防止対策ということで、50条の過圧破損、51条の格納容器下部冷却、52条が格納容器の水素対策ということになります。

それから、53条から55条が個別の対策でございますが、53条が原子炉建屋の水素対策、54条が使用済燃料プールの冷却の対策、そして55条が発電所外への放射性物質の拡散を抑制するための対策でございます。

次に、56条から58条、こちらが共通の対策ということになりますけれども、56条が水源、57条が電源、58条が計測ということになってございます。

そして、59条から62条、こちらは緊急時対応の基盤となる施設ということで、59条が原子炉制御室、60条が監視測定、61条が緊急時対策所、そして62条が通信連絡ということでございます。

大規模損壊はちょっと位置づけが異なりますので、一番最後にご説明させていただきたいと思えます。

それで、この44条から62条が個別の対策でございますけれども、これらの共通の要求事項ということで、一番最初の43条、1.0というところで共通事項のハード対策、そして共通事項のソフト対策という構成になっております。これが設備と手順の全体像でございます。

次のページをお願いいたします。

64ページですけれども、ここからがハード対策の共通事項でございますけれども、幾つか例を説明させていただきます。

まず、主な確認内容の(1)ですけれども、重大事故等対処設備ということで、こちらはSA設備は常設のものと可搬型のものがございますけれども、(1)はその両方に要求される事項でございます。例えば2つ目の矢羽根ですけれども、他の設備に対する悪影響防止として、SA設備を設置する際には、DB設備や他のSA設備に悪影響を及ぼさない設計とするといったことが求められております。

そして、(2)ですけれども、こちらは常設のSA設備に対する要求事項でございますけれども、こちらは共通要因によってDB設備と同時に、常設のSA設備が機能を損なわれないようにということで、DB設備との多様性が求められるということでございます。

次のページをお願いします。65ページでございます。

こちらが可搬型のSA設備ですけれども、こちらは例えばということで2番目ですけれども、保管場所ということで、こちらは地震、津波等の自然現象あるいは故意による大型航空機の衝突といった事象を考慮して、複数箇所に分散して保管することなどを求めています。このようなSA設備の共通の事項の設計方針について、要求事項を満たしていることを確認したところでございます。

次のページをお願いいたします。

66ページですけれども、こちらは共通事項のソフト対策というところでございます。これも例えばということで、(1)の2つ目ですけれども、アクセスルートの確保ということですが、こちらは複数のアクセスルートを確認することや、障害物を撤去するためのブルドーザー等の重機の保管であるとか、こういった重機を運転できる要員を確認するというを確認しております。

次のページをお願いします。

(3)支援に係る要求事項ということで、こちらも福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえてということで、発電所内であらかじめ用意されたSA設備、燃料等により、7日間は事故収束対応を維持できること。そして、6日間までに発電所外から支援を受けられることを求め

ております。

また、（４）ですけれども、手順書の整備、訓練の実施及び体制の整備ということで、例えば手順書の整備ですと、事故の状態に応じて適切な判断を行えるよう、判断基準を明確化しておくこと。また、訓練の実施については、重大事故発生時のプラント挙動や作業環境を想定した訓練を実施することなど。そして、体制の整備として、発電所内及び近傍に必要な要員を確保することなどを確認しております。

69ページからが個別の設備に関する内容になりますけれども、時間の都合もございますので、主なものを幾つかピックアップしてご説明させていただきます。

75ページをお願いします。

こちらは47条の原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための対策ということで、低圧時冷却の対策になります。こちらの要求事項でございますけれども、まず可搬型の重大事故防止設備を配備すること。そして、常設の同じく重大事故防止設備を設置することなどが要求されております。

それに対して、主な確認内容のところですが、まず可搬型の設備としては、大容量送水ポンプ（タイプⅠ）を設置すること。それから2つ目ですが、常設設備としては低圧代替注水系（常設）ということで、復水移送ポンプであるとか、あるいは直流駆動の低圧注水系のポンプを設置することなどを確認しております。また、一番下に書いてありますけれども、黒い丸で自主対策設備というものがございます。こういった要求事項への適合性の確認に当たっては、審査ではSA設備だけではなくて、自主的な対応というものも確認しております。例えばこの47条の低圧時の注水については、ろ過水ポンプによる炉心注水などの手段があることも確認しております。

ページが飛びまして80ページをお願いいたします。

第50条、原子炉格納容器の過圧破損を防止するための対策（代替循環冷却）ということで、こちらは原子炉格納容器への対策になります。まず、これは一番最初の1. はじめにのところでも触れさせていただきましたけれども、先行の柏崎刈羽6、7号炉の審査の過程で得られた知見を踏まえた基準の改正によって追加された設備になります。

具体的には、新規基準では、炉心損傷時に格納容器の圧力を下げる装置として、BWRでは格納容器圧力逃がし装置、フィルタベントですけれども、またはこれと同等以上の効果を有する設備の設置を要求しております。

これに対して女川2号炉では、フィルタベント装置を設置する方針であることを確認してい

ますけれども、これに加えて、炉心損傷時に格納容器の過圧破損に至るおそれがある事象が発生した場合でも、放射性物質を放出せずに原子炉格納容器の圧力を下げることができる設備として、代替循環冷却系を設置するということを確認したものでございます。

ページ飛びまして、94ページをお願いいたします。

こちらは第54条ということで、使用済燃料プールを冷却するための対策ということになります。こちらにつきましては、DBの冷却機能や注水機能が喪失した場合においても、使用済燃料を冷却できるようにということで、新規制基準では可搬型の代替注水設備の設置を要求しておりまして、これに対して申請内容が要求事項を満たすことを確認しております。

続きまして99ページをお願いいたします。

57条の電源設備等ということで、先ほどDBの電源対策として、外部電源の信頼性や所内非常用電源の強化についてご説明しましたけれども、新規制基準ではさらに、SAとしての電源対策も要求しております。これは具体的には、まず常設の代替交流電源設備を設けること、あるいは可搬型の代替交流電源設備を設けることなどが求められておりまして、これに対して常設の設備としてはガスタービン発電機を、それから可搬型としては電源車を設置する方針であるということを確認しております。

ページ飛びまして113ページをお願いいたします。

こちらは第61条の緊急時対策所ということでございます。重大事故が発生した場合においても、対策要員がとどまって重大事故に対処することができるようにということで、原子炉制御室以外の場所に緊急時対策所を設置することを求めています。

これに対する確認内容ですけれども、耐震性の確保、や換気空調系や緊急時の加圧設備といった放射線防護設備、あるいは電源設備、それから事故状態の把握や必要な指示を行うための通信・情報設備の設置といった、設備及び手順が整備される方針であることを確認しております。

以上がSA関係の設備及び手順についての説明です。

ページ飛びまして121ページをお願いいたします。

121ページ、こちらからが有効性評価についての説明でございます。こちらは、有効性評価の全体像について目次として並べているものでございますけれども、こちらの内容については、記載のとおり122ページから182ページにかけて説明しております。

ここでちょっと分類させていただきますと、まず最初に有効性評価の概要がございまして、その後、事故の想定についてがでございます。これが共通事項ですけれども、そして3番目から

一番最後までが4つのカテゴリで有効性評価をまとめております。3番目の炉心の著しい損傷の防止、4番目、原子炉格納容器の破損の防止、そして使用済燃料貯蔵槽内の燃料損傷の防止、最後が運転停止中の原子炉内の燃料損傷の防止ということでございます。

次のページをお願いいたします。

122ページでございますけれども、こちらは先ほどSAの設備・手順の説明に入る際にも引用させていただきましたけれども、重大事故への対策として、ハード対策、ソフト対策に加えて、新規制基準ではさらに、対策についての有効性評価というものを求めております。

まず有効性評価では、PRAを活用しまして個別プラントによる「事故の想定」を確認し、評価対象とする事故シーケンスの整理を行います。そして、対応する評価項目を整理した上で、解析コードを用いた解析等を踏まえて、設備、手順及び体制の有効性を評価いたします。

審査においては、ハード面として、事故を収束させ、安定状態に移行できることや、必要となる水源や燃料、電源といった資源が確保されていることなどを確認いたします。また、ソフト面としては、必要な要員が確保されているか、必要な作業が所要時間内に実施できる手順となっているか、手順着手の判断基準が適切であるか、などを確認いたします。

そして、解析コードを用いた解析では、解析コードや解析条件の不確かさを考慮しても、評価項目を満足することを感度解析等で確認いたします。

次のページをお願いいたします。

123ページですけれども、こちらは事故の想定ということでございます。PRAについては個別プラントの設計情報と運転情報をもとに、起因事象を洗い出すとともに、起因事象ごとに安全停止状態に移行させるために必要な設備や操作を明確にした上で、イベントツリーを作成することで、起因事象と安全機能の喪失の組み合わせを網羅的かつ体系的に検討することができるということでございまして、このため事故の想定に当たってはPRAを活用しています。

一例として、冒頭、目次で4つのカテゴリをご紹介しましたがけれども、一番最初の炉心損傷防止対策に係る事故の想定についてということでご説明させていただきます。BWRにおける炉心損傷に至る事故シーケンスというのは、これは真ん中にある①から⑦とございますけれども、①が高圧・低圧注水機能喪失から始まりまして、⑦の格納容器バイパス（インターフェイスシステムLOCA）ですけれども、こういった事故シーケンスで炉心損傷に至るということがわかっておりまして、新規制基準ではこれらを必ず想定しなければならない事故シーケンスグループとしています。

その上で、個別プラントPRAを実施し、追加すべき事故シーケンスグループがないかとい

うのを確認いたします。そして、それぞれの事故シーケンスグループごとに重要事故シーケンスを選定し、有効性評価の対象とするという流れでございます。

ページ飛びまして126ページをお願いいたします。

炉心の著しい損傷の防止ということで、こちらは有効性評価の4つのカテゴリーのうち1番目に相当するところの事故シーケンスグループということで、事故の想定を検討の結果ですけれども、①から⑦の事故シーケンスグループが抽出されたということでございます。

それで、ちょっと時間の都合もありますので一例についてご説明をさせていただきますが、132ページをお願いいたします。132ページ、こちらが7つの事故シーケンスグループのうち、全交流動力電源喪失の長期TBという事象でございます。

こちらの事故の想定としましては、まず外部電源が喪失して、さらに所内の非常用ディーゼル発電機も起動を失敗して、全交流動力電源喪失になるという事象を想定した場合の有効性評価でございます。この事象の場合、原子炉に注水する手段が失われますので、このまま何もせずに事象が進むと、やがて原子炉の水がなくなり炉心損傷に至るという事故シーケンスですけれども、この事象に対する対策ですけれども、まず所内の常設蓄電式直流電源設備の容量を増やしまして、交流電源を必要としない原子炉隔離時冷却系(RCIC)、これを直流電源でもって24時間継続して運転できるようにいたします。そして、24時間後に常設の代替交流電源設備で交流動力電源を復旧した以降は、復水移送ポンプにより原子炉を冷却いたします。

また、格納容器の方ですけれども、原子炉補機代替冷却系を用いた残留熱除去系のサプレッションプール水冷却モードにより、格納容器を除熱いたします。この結果ですが、次のページをお願いいたします。133ページでございます。

こちらが有効性評価の解析結果ですけれども、左側が燃料被覆管温度の推移でございます。こちらを見ていただきますと、温度が一定に抑えられて、燃料が冷却されているということが確認できます。また、右の原子炉格納容器の圧力の推移のトレンドを見ていただきますと、事象が発生して24時間までは、格納容器の圧力が徐々に上がっていきますけれども、24時間以降は格納容器の除熱によって格納容器の圧力が下がっていくことが確認できます。

このような形で、対象とする事故シーケンスグループの全てについて、重大事故対策の有効性を確認したということでございます。

続いて、ページが飛びますけれども150ページをお願いいたします。

こちらは有効性評価の4つのカテゴリーのうち2つ目になりますけれども、格納容器破損防止対策になります。①から⑤とありますけれども、こちらの考え方ですけれども、先ほどご説

明した炉心損傷防止対策によって、仮に安全機能の喪失によって炉心損傷に至るおそれのある事故が発生した場合でも、有効性評価で説明したとおり、炉心損傷は防止できるということでございますけれども、その上で、ここではさらに、あえて「炉心損傷した」という状態を想定した上で、こちらでも個別プラントPRAを活用して、格納容器の破損に至る事故シーケンスとして、5つの破損モードというのを選定しているということでございます。

こちら時間関係で一例について説明をさせていただきますと、153ページをお願いいたします。153ページです。

こちらが格納容器破損モードのうち、格納容器過圧・過温破損ということで、代替循環冷却系を使用する場合という事象に対する有効性評価です。

事故の想定としては、大破断LOCAが発生し、さらに高圧及び低圧のECCSも使えず、全交流動力電源喪失も発生して、炉心損傷に至るという事故を想定しています。炉心損傷を想定した上で対策が講じられないと、格納容器雰囲気圧力、温度が徐々に上昇し、やがて格納容器が過圧・過温により破損するという事象でございますけれども、この事象に対する対策ですけれども、何度かご紹介させていただきましたけれども、これは先行炉の審査の知見反映ということで、基準を改正してバックフィットを行ったSA対策ですけれども、このように炉心損傷の状態、放射性物質を格納容器から放出しないまま、格納容器の圧力を下げることができる代替循環冷却系を使用しているということでございます。

これを用いた場合の有効性評価の結果ですけれども、次のページをお願いいたします。

154ページですけれども、こちらが有効性評価の結果でございますけれども、左の図が原子炉格納容器圧力の推移、右が原子炉格納容器雰囲気温度の推移ということでございます。代替循環冷却系によっていずれも圧力、温度とも下がっていて、評価項目を満たしているということが確認できます。

ページが飛んで160ページをお願いいたします。

こちらは5つの格納容器破損モードのうち、原子炉圧力容器外の熔融燃料-冷却材相互作用、いわゆるFCIの有効性評価でございます。左上の青い特徴のところに、※で記載しておりますけれども、FCIについては水蒸気爆発と圧力スパイクがありますけれども、水蒸気爆発の発生の可能性については極めて低いと考えられるため、圧力スパイクについて考慮するとしております。

この理由についてですけれども、162ページをお願いいたします。

水蒸気爆発が実機において発生する可能性ということですが、ここでは申請者にその

根拠を整理するよう求めたということでございまして、申請者は実機において想定される溶融物、二酸化ウランとジルコニウムの混合溶融物でございませけれども、これを用いた大規模実験として、COTELS、FARO、KROTOS、TRO Iを挙げ、以下を示しているということです。

1つ目ですけれども、これらのうち水蒸気爆発が発生したKROTOS、TRO Iの一部実験の特徴としては、外乱を与えて液-液直接接触を生じやすくしていること、若しくは溶融物の初期温度を高く設定することで、溶融物表面の蒸気膜が安定化する反面、溶融物表面が冷却材中で固化しにくくさせていることが、要因として挙げられること。

そして、2つ目として、大規模実験の条件と実機条件とを比較した上で、実機においては、液-液直接接触が生じるような外乱となり得る要素は考えにくいこと。実機で想定される溶融物の初期温度は実験条件よりも低く、冷却材中を落下する過程で溶融物表面の固化が起こりやすいこと。

以上のことから、原子炉压力容器外のFCIで生じる事象として、水蒸気爆発が発生する可能性は極めて低いことから、水蒸気爆発は除外し、圧力スパイクを考慮すべきであるということを確認しております。

次のページをお願いいたします。163ページです。

ここではBWRの格納容器下部の構造について参考として示しております。BWRの原子炉压力容器の下部には、作業用のグレーチングに加えまして、制御棒駆動機構、制御棒駆動機構交換機等が存在しており、PWRと比較してより複雑な構造となっております。

実機において想定される溶融物、二酸化ウランとジルコニウムの混合溶融物ですけれども、これを用いた大規模実験の知見から、水蒸気爆発の発生の可能性は極めて低いと考えられます。これに加えて、実機の構造上、原子炉压力容器から流出した溶融炉心は、構造物との干渉により、冷却材中において一様な安定した混合状態とはならないことから、水蒸気爆発の発生の可能性はさらに低減されると考えられます。

また、仮に水蒸気爆発が発生した場合においても、水蒸気爆発に寄与する溶融炉心の量は少なくなり、水蒸気爆発の規模も小さくなると考えられます。

さらなる安全性向上対策の検討ということで、さらに、申請者は、さらなる安全性向上を目的として、仮に水蒸気爆発が発生した場合の発生エネルギーを低減する観点から、溶融炉心の落下を一旦停止させる構造物を設置する方針としています。

次のページをお願いいたします。164ページです。

ここでは、仮に水蒸気爆発が発生した場合の影響評価について、参考として示しております。下のほうに記載しておりますとおり、仮に水蒸気爆発が発生した場合に想定される原子炉压力容器の支持機能への影響を評価しております。

申請者は、水蒸気爆発解析コード J A S M I N E、構造解析 L S - D Y N A を用いて、水蒸気爆発に伴い原子炉格納容器下部の水に伝達される運動エネルギーを評価するとともに、格納容器下部において支持機能を有する内側及び外側鋼板に発生する応力を評価しております。

評価の結果ですけれども、内側及び外側鋼板ともに判定基準を満たしており、原子炉压力容器の支持機能に影響はないことを確認しております。

水蒸気爆発に関する説明は以上でございます。

ページを戻っていただきまして 1 2 0 ページをお願いいたします。

1 2 0 ページですけれども、こちらは大規模損壊ということで、S A の設備・手順のほうで最後にご説明させていただくと申し上げたところですが、発電用原子炉施設の大規模な損壊への対応ということでございます。こちらについては、要求事項のところですが、大規模な自然災害や故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムが発生した場合に活動するための手順書、体制、設備の整備を要求しております。

主な確認内容ですけれども、こちらについては可搬型設備による対応を中心とした多様性及び柔軟性を有する手順書を整備することなど、大規模損壊に対して必要な手順、体制等が適切に整備される方針であることを確認してございます。

最後になりますけれども、1 8 4 ページをお願いいたします。

結論ですけれども、以上の確認の結果、女川原子力発電所 2 号炉に関する設置変更許可申請の内容については、新規制基準に適合していると判断し、本年 2 月 2 6 日、原子力規制委員会は審査書を了承し、設置変更許可を行ったところでございます。

説明は以上でございます。どうもありがとうございました。

○座長 ありがとうございました。

それでは、ここで 1 0 分ほど休憩をとりたいと思います。1 0 分間休憩をとって 4 3 分から再開したいと思います。

〔休 憩〕

○座長 それでは、議事を再開いたします。

まず、資料-3をごらんください。こちらはこれまでの安全性検討会において出された意見のうち、原子力規制庁に確認すべき事項をまとめた資料になっております。

記載の5つの意見が出されております。番号1から3までは、基準地震動に関する議題の際に出された意見でございます。1つ目は、基準地震動 S_s-D1 の長周期側についての耐震裕度、2つ目は、距離減衰式から求められる $3 \cdot 11$ 地震規模の評価の根拠、3つ目としましては、基準地震動の年超過確率の要求理由でございます。

番号4につきましては、モニタリング設備に関する議題の際に出された意見ですが、実効的なモニタリング設備、台数の審査が必要ではないかという意見がございます。

番号5につきましては、重大事故対策に関する議題の際に出された意見ですが、大気への放射性物質拡散抑制設備について、能力に関する審査がないことへの意見でございます。

以上の5点につきまして、原子力規制庁の考えをお伺いしたいと思います。よろしく申し上げます。

○原子力規制庁 それではお答えします。

資料でいきますと、15ページをお願いできますでしょうか。この S_s-D1 の長周期側におきます耐震裕度の話でご指摘をいただいております。

まず、審査におきまして、第420回ですけれども、平成28年12月の会合におきまして、事業者のほうから提示された基準地震動 S_s-D1 の長周期側の設定でございます。これについて幾つか私どものほうから疑問を呈したものでございまして、その疑問点というのをこれから4つほど申し上げます。

1点目が、まず一般論としてですけれども、地震規模が大きくなるほど震源から直接長周期側の地震波、エネルギーですけれども、それが発せられるようになるというものでございます。

2点目ですけれども、応答スペクトルに基づく基準地震動というのは、一部だけでなく全ての機器全般に対して耐震裕度を確認すべきものと考えているということ。

こういったことを踏まえまして、3点目でございますが、事業者から示された基準地震動 S_s-D1 の応答スペクトル、これはデザインスペクトルというものでございますが、0.51秒より長周期で、速度値として短周期側と比較して非常に小さな値となるように設定されておりました。また、その策定のもととなる2011年東北地方太平洋沖型地震による地震動の評価結果、これが基準地震動ですけれども、これと比較すると、断層モデル法による評価結果と比較しまして、応答スペクトルによる基準地震動 S_s-D1 というのは長周期側で断層モデル法によるものを下回っていたというものでございました。

こういったものを踏まえまして、いわゆる長周期側で基準地震動 $S_s - D1$ というのが、いわゆる規模の小さな海洋プレート型の地震に基づく $S_s - D2$ とか、 $S_s - D3$ よりも小さい値で設定されていたということもございますので、先ほど申し上げた第420回の会合におきまして再検討を求めたというような経緯がございます。

東北電力からは、次回496回でございますけれども、平成29年8月の会合におきまして私どもが懸念した項目、これらいずれも解消して説明がなされたということもございます、さらには長周期側におきましても、内陸部地殻内地震による応答スペクトルによる地震動も上回るように設定されていたと。当初、長周期側のほうは下回っていたということもあって、これも問題であったわけですが、それについても解消されたということも確認しまして、妥当であるというふうに判断したものでございます。

○座長 では、岩崎先生お願いいたします。

○岩崎委員 ご説明どうもありがとうございます。この図でもう少しお聞きしたくなるのが、青線等にかかれてるように、長周期のほうでは短周期に比べて裕度が少ないのではないかと。例えば0.2ぐらいのところの周期のところでは、いわゆる黒い太い今回の線がかなり他の線に比べて裕度があるのに対して、長周期のほう、例えば2秒ぐらいのところだと、ほとんど裕度がないような、真ん中を線を引いているような形に見受けるので、この裕度は十分とられて、長周期についてとられてないのではないかなという疑問を持ったわけです。この点いかがでしょうか。

○原子力規制庁 規制庁地震・津波審査部門で、今回この審査を担当している永井といいます。

まず、応答スペクトル法の黒線のつくり方としまして、水平動を先に決定するというのがございます。こちらに対して3分の2ということで、これは慣習的に若干なっているところもございますけれども、それで上下動を設定しているというものでございます。

それに対して断層モデルというのは、直接断層のモデルを設定しまして、計算手法に基づいて計算するものですので、そこから出てくるものということで、まずは手法として異なるということが一つございます。

もう一つは、この応答スペクトル法と断層モデル法で相補的に、お互いに補完できるような形になっていけばそれなりに妥当かなという判断をしております、断層スペクトルがある程度でこぼこするというのが計算上の問題もございますので、そういうことも含めてトータルでおおむねこの2つが評価上合っているということも判断の基準としております。

○岩崎委員 女川を抱える宮城県の県民の方とすると、これまでの基準地震の設定が、地震があ

るたびに上がってきているという経緯が、女川の場合ありました。300だったかな、550とか1000とか上がってきている。それに対して非常に不信感がありまして、地震があるたびに上がると。これについて明確にお答えはできないかもしれませんが、我々は非常に不信感を、私は持っています。例えば今度マグニチュード9.0というのがあって、今回はこれで多分最も厳しい値を設定されているとご主張なされるんでしょうけれども、県民目線から見ると、例えば9.2とかいう可能性、あるいは地震の次の距離の問題もありますけれども、さまざまところでこの基準地震動がもうこれ以上上がることはないのかということ、きちんと国としては明確にお答えいただきたいと私は思っているんですけども、いかがでしょうか。

○原子力規制庁 今回設定しました基準地震動につきましては、さまざまな機関での検討ですとか、世の中にある知見を踏まえて設定すると。しかも今回、新規制基準におきましては、不確かさというのにかなり着目しまして、私の説明の中でもいろいろな不確かさを重畳させたりとか、そういった形でやるようにということが基準上求められておりますので、そのことは確認してございます。

ただ、先生がおっしゃるように、これ以上ないのかと、全くないのかと言われますと、そこはもう現在の科学技術に基づいてやったということでございますので、後で超過確率ですね、そのところでも申し上げますけれども、もう考え得ることを、現在の科学技術の中で考え得ることを踏まえて設定したということでございます。

○岩崎委員 確かに私もこれ以上あるのかという根拠を示せと言われると示せないのが現状なので、国側の専門家あるいは規制委員会のほうで担保したということでございますのであれば、ぜひともお願いしたいのは、これからの知見が出たときに、速やかにきちんと見直すということをお考えいただいて、必ず県民のほうにその情報も含めて、これこれこういう理由で上げるということがあっても構わないと思うので、きちんと安全を担保する方向で審査の継続をお願いしたいと私は思っていますので、よろしくお願ひしたいと思います。

○原子力規制庁 ありがとうございます。実際、バックフィットの仕組みというのも今回の新規制基準に取り入れられておりまして、それはこういったハザードの面におきましても適用されるというものでございます。私ども世の中の学術的な検討とか、そういったさまざまところの検討状況というのもアンテナを張って調べておりまして、必要に応じて事業者を確認するというようなこともしますし、特に大きな注目をしそうなものであれば、公開の審査会合でもって確認するというのもやっておりますので、そのところをご確認いただければと思います。

○座長 それでは、次の質問に対して確認いただければと思います。

○原子力規制庁 2点目でございます。

内閣府の距離減衰式から求められる $3 \cdot 1 \cdot 1$ の地震規模 M_w が 8.2 から 8.3 としていることの適切さということでございます。これにつきましては、今の図にも示してございますが、基準地震動 $S_s - D1$ の模擬地震波の作成に係る説明資料、いわゆるその根拠として事業者から提示されたものと認識してございます。

内閣府によります2011年東北地方太平洋沖地震における観測震度とそれから予測式との関係におきましては、観測震度と距離減衰による予測震度との差、これを内閣府のほうで判断材料としまして、その差がプラスマイナス 0.5 程度以内になる点数ですね、頻度、こういったものから距離減衰式のための地震規模が $M_w 8.2$ から 8.3 程度であるというふうに結論づけたというふうに認識してございます。

この文献の一つの根拠といたしまして、基準地震動 $S_s - D1$ の包絡線を決める式の入力パラメータとした上で、基準地震動 $S_s - D1$ の模擬地震波を地震規模 8.3 として策定することは妥当であるというふうに判断しました。

さらに、気象庁マグニチュード、これは M_w とはちょっと違ったものでございますが、気象庁マグニチュードとして決められる上限値というのも 8.3 程度であるというふうに言われておりますので、こうしたことも判断の根拠とした次第でございます。

○座長 それでは、3つ目の確認事項ということでお答えいただければと思います。

○原子力規制庁 それでは、続きまして、基準地震動の年超過確率について、これは何のために電力に要求しているのかと、何のための評価なのかというご指摘でございます。

基準地震動におきましては、先ほどご説明申し上げましたとおり、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動と、それから震源を特定せず策定する地震動、2つに大きく分かれるんですけども、それぞれが対応する超過確率というのを参照しまして、その策定された地震動の応答スペクトルがどの程度の超過確率に相当するかということ把握することにしてございます。それで設置許可基準のほうで定められたものでございます。

その施設の供用期間中に、大きな影響を及ぼすようないわゆる基準地震動ですね、そういった検討による地震動によって作用する地震力に対しまして、耐震重要施設の安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならないという要求がございます。しかしながら、先ほどちらっと触れましたけれども、幾ら調査を丹念にやったりとか、あるいは精度を上げたとしても、その基準地震動を上回るような地震動が発生することを完全に否定できるかという、

それはちょっと難しいことかなと考えてございますし、基準地震動策定においても求められているものではございません。

したがって、原子力規制委員会は事業者に対しまして、基準地震動の超過確率を適切に参照するように求めまして、それがどの程度の超過確率に相当するのか、一様ハザードスペクトルを使って適切に把握されているのかどうか、基準地震動の超過確率の計算過程というのが問題なくなされているかどうか、こういったことを確認しているというようなことでございます。特段どの程度以下であったりとか、以上であったりとかという基準が定まっているという正確なものではないんですけれども、規制委員会としましては発電用原子炉を設置する事業者が、地震動の超過確率を参照することによりまして、基準地震動を上回る強さの地震動が発生する可能性を常に認識した上で、施設の設計に当たって適切な配慮を払うことで、いわゆる残余のリスクというふうに呼ばれておりますけれども、それを低減していく努力を継続していくということが重要であるというふうに考えてございます。

説明は以上でございます。

○座長 源栄先生。

○源栄委員 このリスク調和型の地震対策は、非常に大事なんだと思います。多段階設計法と、それから地域による差をきちんと明確にするという意味で、リスク確率論的地震動というのは大事なんだと思います。そのときに評価の仕方とか、それぞれがばらばらなものを作っては困るし、地震動、長期評価部会も私、文科省の地震本部の強震動評価部会のメンバーでもありますけれども、その辺の矛盾がないようなものになっていけば全然問題ないんですけれどもね、リスクの差をどういうふうに規制庁としては捉えるんですか。例えば東北電力のサイトのものと、九州電力とどれぐらい差があって、現実どれぐらいのものが設計されているのかというあたりを、オープンにして発表するというのは大事だと思うんですけれどもね。やった結果と、できているものの位置づけを。

そうすると、どこにどういうものを置いたほうがいいのかというのがわかってくるんだと思います。まあわかりますけど、とにかく周りのやっていることと矛盾がないように、お願いします。

○原子力規制庁 ありがとうございます。

実際の手法につきましては、私どもガイドというものがございますので、ガイドにも細かいところまでではないんですけれども、ある程度まではそのガイドに示された手法に従って、事業者がやっている。そこが適切であるかという、当然ながら今おっしゃったように、先行例

ですね、先行のサイトとの比較しながらということで見えていくということになるかと思いません。

ただ、結果、全部一律に並べてどうかというところまでは、ちょっと私どもやっておりますが、審査書の中に幾ら幾らとなったということは記載してございますので、そういった点で比較はできようかなと思います。

○座長 よろしいでしょうか。では関連で、兼本先生お願いします。

○兼本委員 今回の関連質問なんですけれども、リスクはゼロにはできないので、今の説明はわかるんですが、さまざまな機関の最新の知見を総合して今のモデルを決めたというお話をおっしゃっていましたが、そこら辺を具体的に、どういう機関の知見をどうやって集めたかという話を説明していただくと、納得しやすいかなと。当然、前向きな賛成意見もあるし、反対意見も、いろいろな意見があると思うので、その辺の調整をどうやっているのかという、立派な学会レベルの情報収集なのか、専門家委員会を開いたのかとかですね、そういうところも含めて、ちょっと具体的に説明をお願いできないでしょうか。

○原子力規制庁 事例でございますけれども、資料の13ページをごらんいただけますでしょうか。

これは一例でございますが、震源として考慮する活断層としては産業技術総合研究所が発行する地質図等々、こういった文献に基づいて事業者がやっておりますし、その申請書の中にもどの文献に基づいて評価したという、後ろにずらっと一覧でリストとしてございますので、その内容を確認するという形になっておりますし。今文科省の、先生からも紹介あったような地震調査研究推進本部といいまして、そういったところの情報というのも仕入れつつ、ウォッチしつつやっているということでございますので、その中で一番やはり重点を置いているのは査読付きの論文で承認されたかどうかということを確認した上でやっているというものでございます。

○兼本委員 基本は文献ということですね。専門家の人との議論、直接のディスカッションは論文にならないような部分の曖昧な判断を、規制庁としてちゃんと理解するというのは大事なことだと思うんですね。その辺が具体的にどうなっているかというのは、今回先ほど説明がありました水蒸気爆発の件もここで議論されて、こういう文献に基づいて可能性は少ないですよという説明されたんですけれども、やはり書いてあるのがなければなかなかわかりにくい。本当に専門家の実験やっている人との議論で、妥当かどうかというのを少し確かめていかないと、なかなかわかりにくいなという意味で、この地震の、特に低周波の立地問題等を、地域の特性

を知ってる人とそうでない人で意見が違ふかもしれないし、その辺の実態を知りたかったんですが、今の話だと具体的な専門委員会とか、学会の中での議論を直接した経験は踏まえていないと解釈していいですか。基本的には文献ベースで。

○原子力規制庁 基本的におっしゃるように文献を見てということになりますが、例えば震源を特定せず策定する地震動というもの¹とか、あるいは火山の話とかは、私どもの原子炉安全審査のための専門の方に集まっていたものがございますので、その中でご議論いただいた、例えば巨大カルデラによるものとか、そういったものが予測というのは不可能だというのがあるんですけども、ではその予兆というのをどう判断するのかということについて、専門家の先生からご意見をいただいて、そういったものをどうやって運用していくのかということは議論したりといった形でやってございます。

○兼本委員 一般論としてのそういう委員会の意見を踏まえた上で、個別審査はそういったもので文献ベースで判断しているということですか。はい、わかりました。ありがとうございます。

○座長 それでは、4番目のご意見に対して確認をお願いしたいと思います。

○原子力規制庁 4番目の放射線計測のサーベイメータの件についてのご質問に回答させていただきます。

原子炉施設の事故時における放射線計測については、事故の規模ですとか、事故拡大の可能性等、事故状態を的確に把握するという観点で重要だというふうに考えております。事故時の放射線計測の基本的な考え方というのは、旧原子力安全委員会でも指針を定めていますけれども、この事故時の放射線計測、これは幾つか観点があると思っていまして、放射能障壁の健全性の把握であるとか、あるいは放射性物質の放出量の把握、また周辺環境における放射線量率等の状況の把握、それから従事者の建屋の立ち入りのための放射線量率の状況の把握と、こういったような放射線計測によって、これと同時に得られるプラント内の情報、温度であるとか、圧力であるとか水位、あるいは流量、こういった情報をもとに事故状況の把握ですとか、事故処理操作、こういったものの有益な情報とするということだというふうに考えております。

それで、デザインベースですね、設計基準ではこの考え方に従いまして、モニタリングポストの設置であるとか、あるいは放射能観測車等を設置するということが設置がされておりますけれども、では、新規基準策定前はこのS Aについては要求事項がなかったということでございますので、こういったモニタリングポストとか放射能観測車の施設が機能喪失した場合と

¹ 原子力規制庁から『震源を特定せず策定する地震動に関する検討チーム』においては、外部有識者が含まれていない旨の訂正があった

というのは、プラント状態を把握するということでは、そのときの状況に応じた臨機応変な対応にならざるを得ないということで、適切に監視測定ができなくなるおそれがございますので、こういったことも踏まえて重大事故対策、新規制基準では監視測定、モニタリングについてもこの手段のために必要な設備であるとか、設備だけではなくて手順についてもあらかじめ準備を求めた上で、これは実際に訓練を重ねるといったことなどによって、平時から重大事故の発生を想定した準備を継続していくことが重要というふうに考えております。

具体的に新規制基準では、設置許可基準規則第60条等ですけれども、重大事故等が発生した場合には、発電所及びその周辺において、原子炉施設から放出される放射性物質の濃度及び放射線量を監視し、測定し、並びに記録することができる設備及び手順の整備を要求しているということございまして、これに対しまして、審査では先ほど言いましたデザインベースの施設の機能喪失時の代替測定、あるいはSA時の空気中、水中、土壌中の放射性物質濃度、こういったものの測定に必要な台数と必要な要員というのを確保する方針ということを確認しております。これは引き続き工事計画に係る審査において、この妥当性については確認していくということとしております。

4番目については以上でございます。

○座長 岩崎先生、お願いいたします。

○岩崎委員 まさにおっしゃられた当時、設置許可で想定できる範囲というのはかなり限定されるということで、この設置許可の段階で例えばアルファサーベイの台数がどうだとか、そういうことをきちんと議論するのは難しい、あるいは伝送系がきちんとしているかどうかという、ここでは整備することとか、伝送されることとか、記録されることとかということ電力にいろいろ質問されながら確認されたんだと思いますけれども、やっぱり設置許可の工認段階とか手順書段階のところで、ものすごくこの辺が重要になってくる。実際の事故時あるいはトラブルが発生したときに対応できるだけの人的能力があるかどうかも含めて、規制委員会のほう、あるいは現地の事務所の方々がものすごくチェックを日々していただかないと、実際の事故に遭ったときに拡大してしまうということが懸念されるんですね。

ですから、私の質問は細かいところは今日はさておきまして、とにかく実際運転段階のときにきちんと現地の保安員の方々を監督すると、監督する能力、その辺も含めてこれから規制委員会のほうにぜひとも安全を担保するような運用、工認保安規定をきちんとやる、あるいは日々の運転をきちんとやるための保安のための要員をぜひともきちんと確保するなり、能力アップするなり、そちらのほうにもぜひとも注力をいただきたい。監督する側の能力をアップする

ような、日々ご努力をいただきたいと思っております。

○原子力規制庁 ありがとうございます。

大変重要なお指摘をいただいたと思っております、実は検査についても従来の保安検査というのは、実施する期間あるいは項目を決めまして、そこだけしか見ていなかったところがありますけれども、やはり改正原子炉等規制法でも、原子力の安全の確保は一義的には原子炉設置者の責任であるということが、原子炉等規制法に明文化されておまして、こういった事業者側がみずから自分の責任をきちんと果たしているかどうかを監視する、その実効性を高める意味でも、今、原子力規制委員会で取り組んでいますのは、米国NRCの検査制度の見直し、ROPと言っていますけれども、これを反映した新検査制度にちょうど今後、移行する予定でございます、実効性のある検査というのを、いつでも、例えばフリーアクセスで発電所内に入るですとか、あるいはあらかじめ予定されていないところを監視するといったところで、実効性をより高める努力を引き続き継続して実施するということで、今後もチェック機能は実効性があるように実施してまいり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、5番目に対して回答をお願いできればと思います。

○原子力規制庁 5番目にいただいたご意見ですけれども、こちらについては資料2の10ページをごらんいただけますでしょうか。

大気への放射性物質の拡散抑制設備についてのご指摘でございます。それで、先ほど前半でもご説明させていただいたんですけれども、ここでの考え方ということで改めてご説明させていただきますけれども、まず新規制基準では重大事故等の対策として、ここの黄色にありますように、炉心の著しい損傷の防止、それでも炉心損傷に至った場合の格納容器の破損防止、それから使用済燃料プールの燃料体の著しい損傷の防止、こういった設備と対応を求めていますので、ここの範囲内で事象が収束すれば放射性物質の放出には至らないということにはなりますけれども、それでもなお、あえて炉心の著しい損傷、あるいは格納容器の破損、使用済燃料のプールの燃料体の著しい損傷に至った場合ということも想定しまして、その場合でもその周辺環境への放射性物質の異常な水準の放出の防止の観点から、放射性物質の拡散形態を適切に考慮し、サイト外への放射性物質の拡散の抑制をするための設備を求めているということでございます。

審査においては、その放水に用いる設備としては大容量送水ポンプ（タイプⅡ）の容量につ

いて、送水ポンプの放水砲の性能曲線からポンプの放水流量、あるいは放水砲の放水角度、こういったことを考慮しまして、原子炉建屋屋上まで放水できる吐出圧力、あるいは容量であることを確認しております。

それから、新規制基準において放射性物質の除去効果に係る要求はございませんけれども、放水による効果については、空気中の微粒子状放射性物質が降雨により捉えられるという効果がございますので、雨量に比べて多量の水量が確保できる放水砲によって拡散抑制効果があるというふうに考えております。

説明は以上でございます。

○座長 では、岩崎先生。

○岩崎委員 ありがとうございます。

放水砲について、確かにこの議論をするときに、ちょっとそれますけれども、福島でヘリコプターが飛んできて、バケツをひっくり返して水を投げたと、あのシーンがどうしても浮かんで来て、そうすると放水砲だけが最後の砦になってしまっただけでは困るので、ということ考えているわけですが、幾つかの、おっしゃることはわかるんです。でも、最悪の事態を考慮した上で、それでも幾つかの機能をして放射性物質の飛散を防ぎたいということで、たくさん入れられているんですけども、それが本当に個々あることが逆にこれがあるからいい、ではどの程度働くのですかという定量的なことを、今は無理だとしてもこれから例えば工認段階とか、保安規定の段階で、例えば実際にやってみると。そういうことにつなげていく方向で監視機能を増していただくと。そうしないと、確かに定性的には雨量よりも大きくて、きちんと水を当てられればいいんですけども、例えばブルームとか全部風向きだとか、そういうのを全部コントロールできるわけではないので、どの程度の的確性があるかということ、これから把握する方向でご検討いただきたいというのが、私の考えです。

なくていいということではなくて、きちんとこれからその程度を把握しておくことによって、最後にあれがあると、これが何%効くんだとか、例えば半分でも落ちればすごく大きい効果になるわけですね。それをきちんとこれから、放射性物質を飛散する方向で、とにかくヘリコプターが飛んできてやるようなことのないように、きちんと考えていただく方向でお願いしたい。

それと、最後に1点なんですけれども、フィルタベントのところ、確かに例えば87ページを見ると、申請されている電力さんのほうから見ると、粒子状放射性物質にフィルタベントは無機で99.8%、有機ヨウ素について98%担保する効率を有するということが確認されて

いると思うんですけども、これも極めて重要な数字で、実際福島で起こったときにフィルタベントがあれば、どの程度防げたのかとか、あるいは実際女川の事故で例えば100テラが超えなくて済むのが、フィルタベントに一義的にかかっている部分が大きく頼っている部分があるので、このフィルタベントについても、実際にこれから女川に設置して動かしてみても、テストというのは難しいんですけども、ヨウ素でしたらテストできるかもしれませんが、何らかのきちんとした担保をこれから規制庁のほうでもつかんでいくように、電力の運用を後押ししていただきたいと。フィルタベントがこれだけ大事であるんだから、確認をさせるということ規制庁のほうからも電力さんにプッシュして、そうして県民とすると、ああ、フィルタベントは確かに働くんだということがあれば、すごく安心なわけですね。福島の100テラじゃなくて、それがずっと小さくなるわけですから、ああいうことのないように、ぜひともフィルタベントについては何らかのきちんとした根拠をまとめる、実習、実験というんですかね、確認をお願いしたいなと思っている次第です。ぜひともお願いするということで終わりにします。

○原子力規制庁 ありがとうございます。今、2点あったかと思います。

まず、放水砲についてですけども、実際にやってみることが重要というご指摘はごもっともでございます。これは先行でも実際に放水砲を設置して訓練の中でも実際に海水から取水して、原子炉建屋の上部にちゃんと届きますと、おっしゃるように福島第一原子力発電所事故当時は、ヘリコプターで散水したものが実際に有効に届いたのかというのはご指摘のとおりでございます。実際に放水砲で原子炉建屋上部、あとはこの放水砲のともとも55条の要求は、こういった格納容器が損傷するというような苛酷な状況でも使えるということで、運搬、移動できて、複数の方向から放水できるということも要求しているということもございまして、実際の訓練の中で放出抑制効果をできるだけ高めるような訓練を実施して、そこからまた改善事項を抽出して、より継続的な改善に結びつけるということ、今後も事業者の実施状況を確認してまいりたいと思います。

あともう1点ございましたフィルタベントですけども、これはまさにこちらも重要な点だと思いますけれども、こちらは海外で使われている実績も踏まえて日本に導入されていますけれども、これはまさに今後、工事計画の詳細設計の段階で、その精度について本当にこのDFが取れるのかと、それによって福島第一原子力発電所のような事故が起きても、この除染係数によってサイト外への影響が抑制されるということは、今後の工認の審査の中でも性能について確認してまいりたいというふうに考えております。

以上です。

○座長 よろしいですか。ありがとうございました。

それでは、先生方、何か質問等があったらご発言をいただきたいと思います。鈴木先生、お願いします。

○鈴木委員 鈴木と申します。機械工学を専門としております。

大変全般的にわたって審査の説明を要領よくしていただいて、またそのご尽力に対して敬意を表したいと思います。

もう既に何人かの先生のお話にありましたように、私たちのこの検討会というのは平成26年11月が第1回目、約6年間この紙上にあるそれぞれの専門分野の立場から、東北電力さんが今ご尽力されている問題をそれぞれの立場から技術的な、あるいは科学的な立場からご質問をして、そして場合によってはこうしたほうがいいんじゃないかと、それからむしろ提案されていることがいいんだけど、逆な面のマイナスは出てこないかとかいう議論をずっとしてまいりました。それに非常に懇切丁寧にご説明をいただいて、今日に至ってきているわけなんです、したがって、今日のそちらからのご説明の新規制基準への適合がどうだとかこうだとかという、その大きな問題についてやってきたというわけではないので、会議のやり方のスタンスが違うということはあろうとは思いますが、あくまでも女川の2号機ということに特化して、私たちは議論をしてきました。

今日のお話は、新しい規制に対して東北電力さんがいろいろご尽力されたということが、新基準に適合している、するんだと、しているんだということをご説明いただいたので、それはそれでいいんですけども、今お話が出ているように、むしろ国のお立場からすれば、そもそも女川2号機に対してどういう問題点を感じておられて、それで我々はほかのところは知らないわけですから、そういう全国的な視点からこういう点、例えば入力の問題、それから地盤の問題、構造の問題、それから安全性の問題について、そもそもどういう視点を持っておられたのかなということを我々としては知りたいわけです。

ですから、この基準に適合したということ、ちょっとこれは贅沢な言い方かもしれませんが、基準に適合したということは結構なんです、むしろもうこれはやり過ぎるくらいだと、ほかのところから比べてもう少し違うところにあれをしたほうがいいのではないかと、そういうような視点からのご指導をなさってきておられたと思うんですけども、私たちにはそれが見えないので、そういう視点からの評価がもしおできになるのであれば、いいところを含めて、非常にぎりぎりでもいいよというのと、十分やっているよと、いろいろあると思うんですね。その辺がちょっとわからなかったもので、感想に近いところなんですけれども、何か特徴

的なことがあったらお話いただければありがたいと思いますが、いかがでしょうか。

○座長 それでは、お願いします。

○原子力規制庁 ご指摘ありがとうございます。

今回、プラントとしてはPWR、それからBWRを含めて、かなりの実績を重ねてまいりましたけれども、やはり女川2号炉の審査の特徴ということでは、これは委員長も会見で発言されていますけれども、被災地に立地するプラントということで、その被災の影響について安全性が確保できるのかということ、あと、若干個別の話になりますけれども、地下水位低下設備の効果を期待した地下水位の設定と、この2点が先行の審査実績を踏まえた女川の審査の特徴としてはあるというふうに考えております。

それで、被災を受けたプラントの今後の安全性ですけれども、今回はまだ、設置許可の基本方針の段階での確認ということでございますので、今後、今、建屋あるいは機器、配管については東北電力が特別な保全計画ということで点検を実施して、それを今後どう耐震設計の詳細な部分に反映させるかというのは、事業者として今検討しているということでございまして、この検討が終われば工事計画認可申請の補正申請という形で、今後詳細な耐震計算書を含めた申請書が事業者から提出されることとなりますので、我々はこの工事計画認可申請の審査の段階で、この基本設計方針で議論した内容と、あと特別な保全計画を実施したその確認事項も踏まえまして、今後、耐震安全性が設置許可の基本方針に適合していることと、あと技術基準に適合していること、こういったことを詳細に確認していきたいというふうに考えております。

それから、地下水位低下設備についてでございますけれども、ちょっと時間の都合ではしよった説明になってしまったんですけれども、資料2の29ページをもう一度ごらんいただきたいんですけれども、こちらはいわゆるサブドレンというふうにも呼ばれていますけれども、こういった地下水位低下設備の効果に期待して、耐震設計であるとか、地盤の液状化評価を行うということで、これが機能喪失しますと地下水位が地表面付近まで上がってきますので、これについてちゃんと信頼性を確保した状態で地下水位を下げ続けておかなければいけないということでございますので、申請者の説明のところに4つポツがございましてけれども、耐震性は先ほどご説明させていただいたんですけれども、やはりこういった動的機器に期待する設備としては、信頼性を確保しなければいけないということで、これは原子炉施設の安全設計の基本的な考え方ではありますが、クラスの高い機器は、多重性または多様性と独立性を確保するということで、右下に絵が小さくて恐縮ですけれども、この井戸を2つ設けて、さらにそれぞれについてポンプを設置して、このポンプについての電源あるいは計装についてはそれぞれ独立した

設計をするということで、こういった信頼性の確保を図っていると。

あるいは電源については、非常用電源の供給に加えて、さらに全交流動力電源喪失も想定した上でS Aの常設電源から給電が可能な設計としていると。これで十分信頼性があるということですが、それでも、これでも設備の機能が喪失した場合ということで、可搬型の設備をあらかじめ確保いたしまして、これについて運転上の制限と言っていますけれども、機能喪失が確認されたら、それについて満足していない場合に要求される措置を含めた運転管理の手順と体制をあらかじめ整備しておくということで、十分信頼性が確保された地下水位の設定であるということを確認させていただきました。この2つが大きな論点というふうに考えております。

以上です。

○鈴木委員 どうもありがとうございます。

各電力さんでいろいろそれぞれの知恵を絞ってご尽力されていることが、なるだけ国の立場からこれは結構だけれども、こういうやり方がもっといいのではないかというような、そういう全国的な視野に立ったご指導をお願いできるようになると、よりいいんじゃないかなと思って、今のような質問をいたしました。ありがとうございました。

○原子力規制庁 地震側のほうもよろしいですか。今の点に関して。

地震側のほうでは特にプレート間地震、東北地方太平洋沖地震の点でかなり議論させていただいています。ご存じのように、過去基準地震動を4回超えたということもありますので、我々としてはあくまで今後の地震を想定して、ここで会合の議事録を見ていただくとよくわかるんですけども、東北電力のほうは2011年地震をベースに考えたい、我々のほうは想定するものとしてもう少し大きなものだったりとか、違うシナリオを考えるべきだということを議論させていただいた中で、今の基準地震動ができ上がっているということを申し添えておきます。

○鈴木委員 ありがとうございました。

○座長 そのほかご質問。では、関根先生お願いします。

○関根委員 関根と申します。ご説明どうもありがとうございました。全体的な構造、それから今の現状の位置づけ等々、大変わかりやすく拝聴させていただきました。

この資料とはかなり重なるところがあると思いますが、資料2の4ページで、全体的な計画の現状を理解することができました。我々もこちらで規制委員会等の説明も踏まえて、確認させていただいた経緯がございます。やはり岩崎先生も先ほどおっしゃいましたけれども、実績評価がないものが多く、例えば先ほどのフィルタベント、あるいは水素爆発、それから今の地

下水のところをお伺いしたいと思ったんですけれども、全て実績評価が、その先の計画のところでのどの程度用意されているのかということをお伺いしたいと思います。

それから、地下水の件については先ほどは、能力評価についてのご説明がなかったものですから、確認されたとはおっしゃいましたけれどもどのような確認なのかをお伺いとおもいました。最近特に全国的に豪雨に伴う川の氾濫等、集中的な雨の被害が際立っています。女川の原子力発電所はちょうど海側に、津波を防ぐために安心な29mの壁を設置するので、逆に言うと、すり鉢状のダムになってしまいます。そうすると、地下水は出づらくなるということは誰の目にも明らかですよ。こういった豪雨による災害というのは、どの程度その能力評価に入っているかというのが、私の疑問として残っておりました。

今後の計画認可の範囲において、そういった能力評価というものが含まれているのかなど実績評価を含めて、今後のこの認可からの予定をどのように計画されているのかをお伺いしたいと思います。

以上でございます。

○原子力規制庁 ありがとうございます。

ご指摘のとおり、現時点での審査段階としては、設置変更許可の基本設計段階の審査ということですが、そうはいつでもある程度実現可能性ということで、工認にかかわるような部分も含めて、審査の会合の間では事業者の説明を求めてそれを確認しているようなところもございますけれども、実際のやはり詳細なところの実績評価という意味では、今後の詳細設計については工事計画の審査の段階で、あるいは手順とか体制については保安規定の審査の段階で詳細に確認していくということでございます。先ほど申しましたようにフィルタベントとか水素のようなものは、それぞれの設備の海外の適用実績あるいは国内の実績というのも踏まえて、今後詳細な設計の段階でさらにその内容について確認していくということでございます。

あとは、地下水位低下設備は、これは割と何といたしまししょうか、設備自体は比較的単純な構造ですが、それを単一故障を想定しますと、それで果たして設備全体の信頼性を確保できるのかという議論をしまして、その結果、ポンプ、電源、計装、こういったものを完全に独立させた形で多重化するというところもございまして、こちらについても機能喪失時の対応というのは、可搬型設備を用いて手順であるとか体制であるとか、そういうことできちんと対応できるかということも確認をする必要がありますので、こういったところも含めて今後の後段の規制で確認をしてまいりたいというふうに考えております。

それから、豪雨のご指摘がございましたけれども、こちらについては敷地内に排水路を設け

ておりまして、それで過去の実績も踏まえた上で、十分排水できる容量というのを方針としては確認しておりますけれども、こちらも工認段階であわせて詳細について確認をしてまいりたいと思っております。

以上です。

○座長 よろしいでしょうか。それでは、長谷川先生。

○長谷川委員 長谷川です。よろしくお願いします。

より丁寧に審査の概要を教えてくださいありがとうございました。

私は、この概要に関してはもちろん非常によく説明していただいておりますが、もう一つ別の観点からちょっとこのことを見つめ直したいと思っております。

1つは、先ほど鈴木先生がおっしゃった全国的にみてPWRとBWRではどうなのか、BWRでも、いろいろなことがあるんですが、もっと具体的に言うと、再稼働の申請がオーケーになった3つのBWR、新潟、東海、それから女川女川に関して、どこまで違っていて、どこまで共通で、また違うところはどういうわけなんだということをちょっと言っていただくとよろしいかと思うんです。

その観点から、いろいろあると思うんですが、1つは、耐圧強化ベント系についてです。それに関しては市民団体からの意見にもあったんですが、耐圧ベントを使えば100テラベクレルを超えちゃうから、炉心損傷後にはフィルタベントに絞るんだということを言っている。それは、女川も東海も同じなんですね。ところが、新潟へ行くと、新潟では中越沖地震の経験がありますので、いろいろなことを考えてやっていると思うんですが、フィルタベントも2系統別にあって、それから耐圧強化ベントも使うんだというようなことがあります。

そこのところをどういうふうにご考慮されるのでしょうか。これはより安全にするんなら何の問題もないというつっぱねた話もできると思うんですが、県民からすると何でだろうなということが素朴な疑問じゃないかと思えます。こういうふうに違うところ、またそれらがオプションとなっても、オプションが独り歩きしたりすることがありますので、そこらのところを少し説明いただけたらと思います。

○原子力規制庁 ありがとうございます。

女川2号炉と同じBWRというところで、プラントとしては4つになりますけれども、3つの実績があるということで、どういったところが主に違うかというご質問です。

まず、全体的に言いますと、まずサイト条件ですね、地震、津波、自然現象についてはそれぞれのサイトに特性があるということで、これはそのサイトに応じた審査をしているというこ

とでございます。あとプラントの違いですけれども、資料2の186ページと187ページですけれども、186ページをごらんいただきたいんですけれども、同じBWRでも、PWRと比べれば、割とBWRというのはプラントごとの特徴が違うという部分がございます、特に違うのは186ページにある格納容器のタイプ、それと187ページの安全系の構成でございます。

このうち186ページですけれども、一番左がMARK-I改良型ということで女川2号炉、それから真ん中がMARK-II型ということで東海第二、一番右側がABWRということで柏崎刈羽の6、7号炉ということになります。プラントの違いとしては、例えばということで左下に載せていますけれども、格納容器の空間部体積というのは割と真ん中の東海第二のタイプに比べれば、空間の体積が大きいということで、比較的、過圧破損に対して余裕があるとか、それぞれそのプラントの設計に応じた違いがあるということでございます。

それでご質問ございました耐圧強化ベントについて、3つのプラントでちょっと違うのではないかとご指摘がございましたけれども、先ほど設備及び手順の目次のところで触れさせていただきましたけれども、63ページになります。63ページでございますけれども、この50条というところが格納容器の過圧破損を防止するための対策ということでございまして、これが炉心損傷をまず想定した上で、圧力、温度が徐々に上がってくる時の過圧破損を防止するための対策ということでございまして、こちらの基準の適合性についてはこのBWRの3プラントとも、先ほど前半のご説明もさせていただきましたけれども、代替循環冷却系に加えてフィルタベントを設置するというところは3プラントとも違いはないということでございます。

ちょっと違いがあるのは、52条のところでございますけれども、こちらは格納容器の水素対策というところでございますけれども、こちらの扱いが柏崎刈羽と女川、東海第二はちょっと違うというところがございます。これはまず、この要求事項に対する適合性という意味では、3プラントともフィルタベントを設置して水素を排出するというところで、要求事項を満たしていることは確認してございます。その上で、これは事業者の考え方ということになりますけれども、さらにそのフィルタベントが、バックアップとして、耐圧強化ベントを十分時間が経った上でバックアップとして用意するというところでございまして、このあたりの事業者の考え方が違うというところがございます。

ご指摘のように、以前、福島第一原子力発電所事故前は、割と事業者が横並びの考えをとっておりまして、なかなか、ある事業者が対策を講じるということになりますと、横並びの対策

を講じるということで、よりよい対策を講じるということで実施することに対して、それはそうではないんだというような議論で、なかなか横並び体質があったというところでございますけれども、こちらについてはやはり今は新しい制度では、新規制基準を満たしたとしても安全性向上評価という制度がございます、そこは審査を終わった後、事業者が自らの安全対策をきちんと評価書にまとめて公表するという制度が出てまいりますので、そういったところで事業者の対応に差が出るということが公表されるというふうに考えています。

以上です。

○長谷川委員 わかりました。

これは一つの例ですけれども、ここでそういうことがあると、少し高い立場から個々の事業者に対応されておられると思いますので、それぞれの事情もあり、個別のことをちょっと問題かもしれませんけれども、県民からすると、やっぱりそのような差異が気になる。もうざっくりばらんに何かきちんと説明していただかないと、心配されるもとにもなるんじゃないかと懸念しています。なかなか難しいところがあることはよくわかるんですが。

それからもう一つは、よろしいですか。

○座長 すみません、先に兼本先生、その後、長谷川先生。

○兼本委員 意見とコメントが混じっているのですが、1つは10ページ、新規制基準のわかりやすいポンチ絵なんです、我々はニュース等では世界一厳しい基準ですよという話は聞いているんですが、じゃそれがどうして厳しくてより安全になったのかというのが、もう一つすっきりとは理解できないので、せっかくこういう絵があるので、どこが本当に効果的に改善されたのかというところを、規制庁としてできるだけ県民の方がわかるような形で表現できないかなというのを、もし今日そういう意見があればお聞きしたいと。

というのは、この場で我々黄色の部分の安全装置、いろいろな説明を聞きました。従来の安全装置に加えて、非常にたくさんの安全装置がついたというのは理解しているんですが、考えてみますと、3・11の前の緑の部分でも安全装置は十分あって、これで大丈夫だろうと、本当の専門家じゃないので言えないんですけども、傍目にはそういう理解をしていたんですが、実際にはそれが機能しなかったと。黄色い部分がさらにたくさんついて、本当に運転員とか保守員の人がこれを使いこなせるんだろうかという、将来にわたってですね、そういう心配があるので、ちょっとその辺わかりやすい説明が欲しいなど。

先ほど岩崎先生おっしゃっていましたが、放射性物質の放出を想定した対応というのは当然必要だと思いますし、フィルタベントは海外ではついていて、日本でどうしてついてな

かったんだろうというのが、起こったときに私も会津若松に住んでいましたので100km離れたところ、ヨウ素とかセシウムが流れてくるのが目に見えるわけですね。測っていると。そういう疑問を持ったときに、ここをさっきの放水砲ですか、これで対策しますよと言われても、それはちょっと理由づけにしかないなという印象を持ってしまうんですが、フィルタベントは非常に大事な対策ですね。それから、黄色い部分も大事な対策というのがかなりあると思うんですけども、少しそれをわかりやすく説明する、本質的なものはこれですよという説明が欲しいなというのが一つです。

それからもう1点、質問なんですけれども、122ページ、有効性評価とありますけれども、たくさんの安全設備がついて、ハードとソフトの対策が必要ですと、充実が必要ですと。R O Pという新規制の考え方をこれから検討中ですよとありますが、ハードのほうは比較的従来の保守と同じような考え方でできると思うんですけども、運転員の能力評価というか、どこまで安全装置を理解して使いこなしているかというところがR O Pの中にどの程度、我々が理解できるような形で入り込んでいるかというところは、私自身も理解しかねたので、その辺のわかりやすい説明ですね、新しくできた安全装置がどう役立っていったって、それで県民がより安全で安心できるような説明というのはどういうものでしょうかという視線で、少し意見をいただければと思うんですよ。

○原子力規制庁 ありがとうございます。

大きく2点あったかと思えますけれども、まず新規制基準が要求する世界最高水準というような言い方が言われていますけれども、どういった考えや特徴があるのかということでございますけれども、10ページを見ていただいて、先ほどご指摘いただいたような黄色いところの対策を実施するということですが、例えばですけども、7ページをごらんいただきたいんですけども、ここがまさに福島第一原子力発電所事故で起きたことと、そこで抽出される教訓ということでございまして、まず左側のデザインベースのところですね、地震とか津波という共通原因により複数の安全機能が喪失ということ、まずデザインベースで現在の最新の科学的技術的知見に照らして、ここを十分対策を講じるということがまず重要だと思っております、したがって、ここの福島第一原子力発電所事故では地震とか津波の共通要因故障ということですが、新規制基準の策定段階では、これに加えてIAEAの安全基準、さらには海外の基準類を網羅的に確認した上で、ここに強化すべき点はないかという検討を行った結果として、外部事象についてはそれまでの基準にない火山、竜巻あるいは外部火災といったような外部事象の強化をしておりますのと、あと発電所内部の事象としては、内部火災、それ

から溢水対策ということで強化しております。

先ほど地震の議論にもありましたけれども、基準地震動の策定でも、この段階で十分残余のリスクも認識した上で、各種の不確かさを考慮して基準地震動、基準津波を策定していくということで、ここを十分、まず対策を行うということが重要というふうに考えています。その上で、この右側のほうですけれども、福島第一原子力発電所事故の教訓のもう一つとしては、やはり、いくら設計基準のところの安全機能のところの対策を十分とったとしても、やはり重大事故が発生した場合の想定あるいは対策について十分講じていなければ、その先の進展というのは食い止められないだろうということをごさいますして、そのためにこの10ページを見ていただきまして、ここで深層防護の観点から、前段の対策の否定、と言っておりますけれども、今ほどご説明した緑の部分は十分対策を講じた上で、それでもなお重大事故が発生するということを想定するというので、このオレンジのところですね、重大事故の発生を想定ということをしております。

それで、先ほど設備・手順のところでご紹介させていただきましたけれども、この黄色のところの「止める」「冷やす」「閉じ込める」、ここについても基準策定段階で検討しております。例えばですけれども、63ページを見ていただきますと、これは設備・手順の全体像ですけれども、例えば44条の緊急停止失敗時の原子炉を未臨界にするための対策、これ自体は直接、福島第一原子力発電所事故とは関係ないんですけれども、こういったSAを想定した場合に必要な設備・手順はどのようなものが必要であるべきかというのは、PRAの知見なども踏まえまして、これはATWS対策と言っておりますけれども、こういったものを網羅的に抽出するというので基準を策定しているということをごさいます。

さらにということで、これは9ページを見ていただきまして、今申し上げましたのが左から右に基準が強化された部分ということで、一番下の耐震・耐津波の強化、それからグリーンのところのデザインベースの強化、さらには黄色いところの重大事故対策の強化ということですが、さらにテロとか自然災害についても想定外のことが起きても対応できるということで、これは意図的な、大規模損壊と言っておりますけれども、こういったところもあらかじめどういったことが起きるのかと、ここはかなりテロ対策ということもあって、防護上の理由からなかなか公開で議論できないところをごさいますけれども、こういったところも含めて対策を要求しているということをごさいます。

あと2点目の有効性評価についての力量については、これはそれぞれの手順あるいは対応に必要な力量というのを明確化しまして、この明確化された力量で十分な対応ができるという訓

練を実際にやっているかということは、新検査制度でも確認していくことになると思います。

以上です。

○原子力規制庁 すみません、規制庁の宮本ですけれども、ちょっと補足なんですけれども、これまでPWRで認可されているプラント、川内、伊方、大飯、高浜あると思いますけれども、その中でも当然、手順、要は訓練というものが実施されています。それで、それは保安検査の中で、4月以降R O Pになりますのでちょっとそこは別の課になっていますので、私はそこまで認識はしてませんが、例えばですけれども、真夏にフル装備での作業を経験したり、あとは夜中、要は真っ暗な状態で作業をやってみたりという、技術的能力のかかるところは保安規定で明確になっていますけれども、その中で具体的に事業者がそれぞれ想定した中で、求められる技量を自分たちが満足しているかというところを計画を立ててやっていますし、規制側としてはその確認を適時、先行も今までもやってきてますし、今後女川のほうは保安規定等まだ認可されていませんので、当然ながらその辺の確認というのは今後も続けていくというように考えています。

以上です。

○兼本委員 恐らく訓練はずっと規制庁としてもウォッチされると思いますし、定期レビューみたいなものもあるでしょうし、ただ、今回こういう資料を電力会社の方がつくって、手順書も自分で考えてつくられたと思うんですけれども、それが10年後の次の世代の人が同じ手順書を自分からつくれますかというのが実は心配で、そこまで確立された手順書を実行する能力は十分継続できると思うんですけれども、それを新たにつくる能力まで維持できるかどうかというのがむしろ心配で、R O Pの中ではそういうところも含めて、能力評価をぜひしていただきたいというのが、これはコメントです。

それから、先ほどの新しい安全設備の件は、9ページ、10ページ、この資料のネタはあるので、もう少しわかりやすくインパクトのある、県民目線でここは安全になったなというのがわかるような資料があると、非常にありがたいと思います。9ページ、10ページを比べても、赤い部分がどこに対応するんでしょうかというのは、対応はしていないわけですね。その赤い部分の抑制の部分が、前の9ページではどこになるかという2段目ですかね、放射性物質の拡散抑制とかですね、そういうところも含めてわかりやすい説明を少し考えてみていただくとうれしいなと思います。

以上です。

○原子力規制庁 ありがとうございます。

9ページ、10ページはご指摘のように、色をそろえるとか、よりわかりやすく丁寧な説明を今後も心がけたいと思います。ありがとうございました。

○座長 栗田先生、何かご質問。では、栗田先生、先にどうぞ。

○栗田委員 先ほど女川2号炉の審査での特徴として、被災した建物、特に巨大な地震で被災された建物と。その審査の中で明らかになったのは、初期剛性の低下であると、確かにそうだと思うんですね。それが安全であるということ、初期剛性の低下だけだから安全であるといっても、県民の人はなかなかそれを理解できないんじゃないかなと。ひび割れている。専門家では何といったか、耐力、いわゆる初期剛性が落ちたことによって変形は明らかに大きくなるわけですね。でも、規制庁で要求しているのは、あくまでも耐力。そういうこと、変形もちゃんとチェックをして大丈夫だったということなのか。その辺をちょっと説明していただくと、県民の方もわかりやすい。ただ安全であるではなくて、そういう点も含めて検討した結果、安全であったということ、適合していたということを説明していただければありがたいと思います。

○原子力規制庁 ありがとうございます。

資料でいきますと、22ページから、ご指摘いただきました初期剛性低下のイメージの資料をつくらせていただきました。今回の専門の先生方に対して、この詳細をご説明するというのは控えさせていただきましたが、やはり県民の方を対象にイメージをご理解いただけるということでは、この資料でもまだまだわかりにくい部分があると思いますけれども、ちょっと時間をとって説明をさせていただければと思います。

まず、22ページですけれども、このページは耐震壁、鉄筋コンクリートの地震時のメカニズムということでございまして、右上に鉄筋コンクリートの基本的な一般的な地震の力を受けたときの挙動という説明をしております。左側から力が加わって耐震壁が変形すると、オレンジ色の矢印のような圧縮力と、青い矢印のような引張力、この両方がかかるということでございまして、原子炉施設の耐震設計における耐震壁というのは、これは鉄筋コンクリートということで、圧縮力についてはコンクリートが負担し、引っ張り力については鉄筋が負担するということで、変形が大きくなると斜めにひび割れが発生すると。これが一般的な耐震壁の挙動というご説明になります。

その上で、左側のグラフですけれども、これが復元力特性とあって、耐震壁の復元力特性というふうに言っておりますけれども、力がかかりますと変形するということを示したものです。この横軸のところに①②③というふうに番号を振ってありまして、これに対応するのが下側の、

耐震壁を模式的に示したイメージ図と対応させております。

地震前の状態ということで、一番下の左を見ていただきますと、これは一般的な耐震壁というのが地震の前の状態でひびが入っていないと。これが①になりますと、耐震壁が変形してまいりますけれども、主にこの部分についてはコンクリートが地震力を負担するというので、この状態であればひび割れが生じないであろうということを模式的に示しております。これを上の復元力特性図で見させていただきますと、①の傾き、第1折れ点までの部分がここになります。一番下の②ですけれども、さらに変形が進みますと、コンクリートにひび割れは生じてまいりますけれども、ここは②の段階というのはコンクリートと鉄筋で地震を負担する領域ということで、この範囲であれば鉄筋は弾性範囲で、ただしひび割れに伴い剛性は低下するというので、復元力特性でいきますと第1折れ点を越えた②の領域ということになります。一番右の③ですけれども、さらにコンクリートのひび割れが進展して増大しますと、コンクリートから鉄筋に地震力の負担が移行する領域ということになりまして、これが復元力特性のグラフでいきますと③ということになります。

先ほど先生からご指摘いただきました、変形は起きるけれども耐力が重要だということで、我々が着目しているのは、この赤い円で囲ったところですが、(b)と書いてある機能維持限界、(c)と書いてある終局限界、ここが今後の大きな地震に対して耐えられるかどうかということを確認する上では重要というふうに考えております。これが一般的な、原子炉施設だけではなくて、世の中にある一般的な鉄筋コンクリートの耐震壁の地震のメカニズムということでございます。

次のページに行っていただきまして、23ページをお願いします。

23ページは前半のご説明でも引用させていただきましたけれども、では女川2号炉について、今どういう状態、どういう時点になっているのかということをご説明したものでございます。上が地震の関係、下が乾燥収縮ということですが、まず地震については先ほどご説明した復元力特性ですけれども、鉄筋が降伏していないということは観測記録に基づくシミュレーション解析から確認をしているということでございますので、女川2号炉の現状については、この復元力特性でいきますと、ちょうど赤い矢印で示しておりますが、②のところを一旦経験して、地震が終わっていますので、地震前の状態ということで原点に戻ったという状態になっているということでございます。

加えましてということで、先ほど前半でもご説明させていただきましたけれども、女川2号炉については、乾燥収縮ひび割れが生じているということでございまして、これをイメージで

描かせていただいたのが下の図でございますけれども、左側の耐震壁に赤いひび割れが縦横に入った状態、これが乾燥収縮ひび割れのイメージでして、これに加えて真ん中の地震によるひび割れということで斜めにひびが入った状態、これを重ね合わせた状態が右側でございますけれども、乾燥収縮ひび割れと地震のひび割れが重畳した状態ということでございます。

この状態に対して、今後の大きな地震に耐えられるかという意味で、復元力特性の赤い丸で囲っておりますけれども、今は②の第1折れ点を超えたところから戻った状態だということでございますけれども、(b)とか(c)の耐力のところですね、ここを確保できるのかということでございます。

それで、次の24ページをお願いします。

24ページですけれども、こちらはグラフを見ていただきますと、最初のカーブのところ、これは青い線というのは、一番最初に説明しましたひびが入っていない状態の一般的な建物がこの青いカーブをたどるということですけれども、女川については先ほどご説明しましたように、地震によるひび割れによって剛性が低下するということで、初期剛性のところが赤い線で傾くということを表してございまして、さらに地震によるひび割れ（乾燥収縮あり）が重畳した場合ということで緑の線になるということで、この緑の線をたどって進展していくということでございます。

この初期剛性が低下した状態から、大きな地震が加わるとどうなるかということで次のページをお願いいたします。

25ページですけれども、ここは下のイメージ図を上段と下段で並べております。上段のほうは一般的な耐震壁の地震時のひび割れの状況でございまして、下が女川2号炉の耐震壁のひび割れの状況ということでございます。一般的な耐震壁については、ひび割れが入っていない状態から、今後大きな地震になると一番右のようになります。女川2号炉は、一番左が地震によるひび割れと乾燥収縮によるひび割れの重畳した状態、一番左のゼロのところですが、この状態から大きな地震に対して耐えるかということで右に行くという比較を示しておりますけれども、これを見ていただきますと、一般的な耐震壁についても大きなひび割れが生じると、一番右のような、復元力特性でいきますとブルーのbとかcに至るということで、一方、女川2号炉のような、現状耐震壁のひび割れがあって、第1折れ点を超えたところを経験したものでも、この緑の線を伝わってbとかcのところに行くということで、ここのbとかcの耐力ですね、これが低下するかどうかということが重要だというふうに考えております。

その結果ですけれども、26ページを見ていただきまして、耐震設計の反映ということで、

これは試験等によって、ここが初期のひび割れがあった状態で機能維持限界あるいは終局耐力がどう影響あるかというのを確認した結果、工認の実績のある復元力特性の各耐力を上回っているということを確認したということをごさいます、今の段階では初期剛性のところの低下、これを工認の実績のある復元力特性に適用することで、今後の耐震性は確保できるということを確認したということをごさいます。

先ほど申しましたように、こういった内容については今後の工認の詳細設計の段階で確認していくということをごさいます。

ちょっと長くなりましたが、以上をごさいます。

○原子力規制庁 よろしいですか。規制庁の三浦です。ちょっと今のを補足させていただきます。

26ページを見ていただくとおわかりになられると思うんですが、先生がおっしゃるように、初期剛性を低下することによって、全体のエネルギー吸収能力が小さくなりますので、変形が進むという傾向があります。この26ページの右側の注記を見ていただくと、機能維持限界というのがせん断ひずみで0.2%以下におさめなければいけないという、ひずみの制限がついています。したがって、剛性が低下し、地震応答解析をやってみて、あくまでも基準地震動 S_s に対して0.2%のせん断ひずみ以下で抑えるというのが許容限界になりますので、変形面の確認をするということになります。

○栗田委員 どうも説明ありがとうございました。

○座長 それでは、長谷川先生。

○長谷川委員 簡単に2点ですが、県民からすると、先ほどの3つのBWR、ほかに福島の結果かたわかったこと、わかりつつあることを積極的に規制に取り入れていただきたいと思います。福島は廃炉ですから廃炉の規制、一方BWRの場合は再稼働の規制と両者はある程度違うと思うんですが、そこでわかった知見はぜひ積極的に取り入れていただきたい。常にバージョンアップしていただきたい、それが私の希望です。

そこに関して一つだけお伺いしておきたいのは、福島第一の4号機の水素爆発に対して、先ほどちょっと言いましたけれども、耐圧強化ベントと非常用ガス処理系というのが何かどこかに問題があったということが言われているようです。女川の今の場合は1基ですから、これは他の号機からいくということはないでしょうけれども、何かその知見は今回の審査に何か取り入れられているんでしょうか、そこだけ教えていただければと思います。

○原子力規制庁 ありがとうございます。

資料の64ページをごらんいただきたいんですけども、おっしゃるように、福島第一原子

力発電所の事故で、ご指摘のような耐圧強化ベントのガスがSGTSのほうに行ったのではないかというようなことで、今まさに原子力規制委員会では福島第一原子力発電所事故における事故の分析ということで、まさに検討会を再開しまして検討を進めているというところでございます。

そういった検討と並行、検討結果を待つことなく、新規制基準の策定段階ではまずSA設備を設置する際の設備の要求事項として、先ほど64ページで触れさせていただいたんですけれども、(1)の矢羽根の2つ目ですけれども、他の設備に対して悪影響を及ぼさない設計というのがそもそも求められていまして、したがって、女川2号炉の場合、炉心損傷後の格納容器ベントとして、新たに設置するフィルタベント系については、この要求事項を踏まえまして、水素ガスが滞留しない設計とすることであるとか、あとは系統の流入を防止するというように、弁による隔離をするというようなことを確認しております。

したがって、そもそも他の設備に影響があるような設計をしないということは、審査の段階で確認しているというところでございます。なお、先ほど申しました福島第一原子力発電所事故の分析については、現在、規制委員会のほうで取り組んでおりまして、こちらについては2020年度内を目途に、中間的な報告を取りまとめるということで鋭意検討しているという状況でございます。当然ここから得られる教訓ですとか、規制基準に反映すべき点があれば、それを検討するという流れになるというふうに理解しております。

以上です。

○座長 私から一つ、本検討会で水蒸気爆発についていろいろ議論があったわけなんですけれども、その中でTRO Iの実験に対していろいろ議論がありました。TRO Iの実験について規制庁はどのようにお考えか、教えていただければと思います。

○原子力規制庁 ご質問の水蒸気爆発の関係でのTRO Iの実験ですけれども、そもそもなんですけれども、水蒸気爆発については先ほどご説明させていただきましたけれども、外部トリガーを意図的に加えるという、水蒸気爆発の実験として、そういう意図的な実験を行っているということなんですけれども、実機においては、そういったトリガーが発生する可能性は極めて低いという判断をしているということがまず前提でありますけれども、その上で、TRO Iの実験についてのご指摘となっている文献については、申請書では原著論文と博士論文、これを両方引用した形で整理されているというところでございますので、この水蒸気爆発の発生の観点からは、両者の熔融物温度に大きな差異はないということを確認しております。

以上でございます。

○座長 ありがとうございます。

○岩崎委員 規制庁、規制委員会のほうでも女川2号については被災プラントであるということで、設置許可の申請については特別な目線で審査されたというふうにお聞きしているし、今日の情報でもそういうことは確認できたわけですが、ただいかにせん、さまざまな機器が妥当に動くかどうか、被災プラントとして今耐震壁について少しご説明ありましたけれども、主要な機器、配管あるいはワイヤリングとかさまざまな部分が被災しているわけですね。それについて電力のほうで補修工事をものすごい量をやっているはずなので、そういう被災プラントであることとして、特別な目線を工認の中でもぜひとも強くお願いしたい。

被災プラントをBWRとして動かすということになったときに、工事認可の重要性というのは極めて重いことになりますので、被災プラントとしての工事認可を委員長を初め規制委員会のほうでは厳密にチェックしていただきたいということで、お願いしたいと思います。私のお願いです。

○原子力規制庁 ご指摘の点は非常に重要なところだと思っております。そもそも原子炉等規制法では、技術基準の適合義務という要求もかかっておりますし、かつ地震によって原子炉の運転を停止した場合には、その事業者自ら施設の異常の有無とか健全性を確認して補修を行うといった必要な措置が、これは、原子炉等規制法上、保安のための措置ということでこういう実施が求められているということで、審査以前の問題として、こういうことをちゃんと事業者が取り組む必要があるということでございます。これについては、この検討会でもご紹介があったと思うんですけども、現在、その取り組み状況については規制委員会でも保安検査等で確認しているところでございます。

ご指摘のように、審査ではこういった特別な保全計画に基づく補修であるとか、それを踏まえた設計については、今後詳細な工認の段階で確認するというところでございますので、こちらについてはそういった結果も踏まえた上で、今後工認の段階で確認してまいりたいというふうを考えております。

以上でございます。

○座長 ありがとうございます。

本日は、審査の結果について丁寧にご説明いただき、質問にもお答えいただき、ありがとうございました。

以上で、資料-4について、本日の議論を終了いたします。ありがとうございました。

ちょっとだけお待ちください。

(2) その他

- ・女川原子力発電所2号機の安全性に関する検討結果(案)について

○座長 それでは議事を再開いたします。

(2) のその他、女川原子力発電所2号機の安全性に関する検討結果(案)についてです。

前回まで22回検討を行ってきましたが、最終的にこれまで出された意見を整理して、知事、女川町長、石巻市長に提出したいと思います。このため、事務局にその整理作業をお願いしておりましたが、状況について事務局から説明をお願いいたします。

○事務局 それでは、資料-4をごらんいただきたいと思います。

こちらは冒頭説明させていただきましたA3版の資料-1(別添)という大きい資料がございますけれども、そちらに記載されております論点項目ごとに、検討会における論点、それから具体的な質問内容、事業者の説明要旨、それから検討会で先生方から出していただいた意見・要望を整理したものでございます。

検討会における論点につきましては、意見番号及び関連質問の内容を要約して記載してございます。意見・要望の欄につきましては、これまでの安全性検討会において各委員から出された意見のうち、事業者がその場で回答できなくて、意見・要望として上がったものを記載しているほか、委員の先生方から追加で出された意見も改めて追記をしてございます。

また、お示した資料につきましては、前回開催した第22回分までの整理となっておりますので、本日もいろいろご意見をいただきましたので、そのご意見も整理した上で、座長からいただきます知事、女川町長、石巻市長宛ての報告文書も含めまして、また別途文章で内容を確認させていただきたいと考えております。

以上でございます。

○座長 それでは、本件につきまして、委員の先生方、何か質問等がありましたらご発言をいただきたいと思います。よろしいでしょうか。

意見がございましたら、事務局のほうにご連絡いただければと思います。

では、この資料-4については、本日の議論を終了いたします。

その他、事務局から何かございますでしょうか。

○事務局 次回の開催でございますけれども、改めてご連絡させていただきたいと思っております。

○座長 わかりました。

それでは、ほかにないようでしたら、本日の議事を終了させていただきます。

4. 閉 会

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

それでは、これをもちまして第23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。本日は大変お疲れさまでした。