

第 1 回 地震・津波の解析結果の評価に関する意見聴取会  
議事録

日 時：平成 23 年 9 月 30 日（金） 14：00～16：30

場 所：経済産業省別館 11 階 1120 共用会議室

出席者： 主 査 高田 毅士  
委 員 阿部 信太郎  
磯部 雅彦  
今泉 俊文  
神田 順  
佐竹 健治  
西川 孝夫  
藤間 功司  
藤原 広行  
松山 昌史  
翠川 三郎

<敬称略・五十音順>

○小林耐震安全審査室長 定刻になりましたので、ただいまから「地震・津波の解析結果の評価に関する意見聴取会」の初めての会合を開催させていただきます。

私は原子力安全発電審査課の耐震安全審査室長をやっております小林でございます。よろしく申し上げます。

本日は御多用中にもかかわらず、御出席いただきましてありがとうございます。開催に当たりまして、私ども原子力安全・保安院実用発電用原子炉担当審議官の黒木から、一言あいさつさせていただきます。

○黒木審議官 原子力安全・保安院審議官の黒木でございます。

第1回の地震・津波の解析結果に関する意見聴取会の開催に当たりまして、一言ごあいさつ申し上げたいと思います。

まず最初に、先生方におかれましては大変お忙しい中、それから、本意見聴取会の委員を引き受けていただき、また、本日御参集いただきましたこと、心から感謝申し上げる次第でございます。

原子力安全の規制部局といたしまして、今般の東京電力福島第一原子力発電所の事故につきましては、いまだに避難をされ、放射線の環境中の影響を踏まえた対応を強いられている方がいらっしゃるという状況でございますこと、大変重く受け止めるとともに、そういう方々の御心痛、御苦労に対して大変申し訳なく思っているところでございます。

当院としては、福島第一原子力発電所の事故について、事故の収束、安定化について全力をあげて対応を図っているところでございます。勿論、当院と申しますよりも政府として、被災者の方々に対しまして対応を図っているというところでございます。

特に私ども規制当局としては、今回の地震・津波の知見がどのようなものであったのか。これを徹底的に究明し、解明し、検証して、その結果を今後の安全規制に反映していく必要があると考えているところでございます。このため、今般本意見聴取会を開催させていただくことになりました。

本意見聴取会の審議におきましては、まず3月11日の東北地方太平洋沖地震と、それに伴います津波による福島第一原子力発電所、第二原子力発電所、女川発電所、東海第二発電所の施設の影響についての的確に評価、検証を行いたいと考えているところでございます。

更にこの評価結果を踏まえまして、場合によってはこの評価を行いながら、並行しながら科学的、技術的知見を新しい安全の基準などの規制に取り入れていくことで、進めていきたいと考えている次第でございます。

このため、当意見聴取会を開催させていただくわけでございますが、この意見聴取会と併せまして、もう一つ建築物・構造に関する意見聴取会というものも並行して開催させていただいております。今回の地震・津波につきまして、この意見聴取会では地震・津波そのものがどういうものであったのか。それを今後どういうふうに考えて規制に反映させるのかということを御議論いただきまして、もう一つの建築物・構造の意見聴取会におきま

しては、その津波が建築物等にどのような影響を与えたのか。また、今後そういう構造物の規制について、どういうふうに考えていくべきかということを議論していただくというふうな形で進めたいと思っております。

当意見聴取会と併せて、この2つの意見聴取会が車の両輪となって今回の知見を解明し、それを今後の規制に反映していくという形で進めてまいりたいと考えております。

なお、検討結果につきましては、勿論、私ども保安院の安全規制の活動に直接資するとともに、先生方御承知のとおり、原子力安全委員会で耐震設計審査指針の見直し作業がなされておりますので、そちらの方にも審議の結果、情報を提供するとともに、併せまして国際社会に対しまして今までもIAEAに適宜報告をしておりましたけれども、この審議の結果についてもIAEAに報告したいと考えているところでございます。

つきましては、各委員の先生方におかれましては、大変忙しい中恐縮ではございますが、今後とも厳格に今回の事態を検証し、忌憚のない御意見をいただいた上で審議を進めていただければと考える次第でございます。よろしくお願いいたします。

○小林耐震安全審査室長　続きまして、当意見聴取会の委員の方々を御紹介させていただきます。お手元の資料につきましては後ほど確認させていただきますけれども、一番上に座席表がございまして、その次に委員名簿がございまして、それに基づきまして御紹介させていただきます。

主査につきましては、既に私ども原子力安全・保安院より、東京大学大学院の高田委員を指名させていただいております。

○高田主査　最初ですので、一言言わせていただきます。

この意見聴取会の主査というものを引き受けました高田でございます。

今回の福島の重大事故、本来あってはならないような事故が起きたということで、それも我々の専門分野に非常に関係した地震・津波というところが原因となって、大きな事故になったわけでございます。そういう意味で非常にこの事故の重大さを重く受け止めております。

この意見聴取会において我々の専門分野の立場から、こういうことが二度と起こらないようにということでいろいろ貢献ができればと思っておりますので、皆さんの御協力をお願いしたいと思っております。よろしくお願いいたします。

○小林耐震安全審査室長　それでは、各委員の方を御紹介させていただきます。

財団法人地震予知総合研究振興会の阿部委員でございます。

東京大学大学院の磯部委員でございます。

東北大学大学院の今泉委員でございます。

今村委員と岡村委員は本日御欠席でございます。

東京大学大学院の神田委員でございます。

東京大学地震研究所の佐竹委員でございます。

杉山委員、高橋重雄委員、高橋智幸委員、遠田委員は本日御欠席でございます。

首都大学東京の西川委員でございます。

能島委員は本日御欠席でございます。

防衛大学校の藤間委員でございます。

独立行政法人防災科学技術研究所の藤原委員でございます。

古村委員は本日御欠席でございます。

電力中央研究所の松山委員でございます。

東京工業大学大学院の翠川委員でございます。

山中委員と山本委員は本日御欠席でございます。

なお、本日カメラ撮りが通しで行われております。委員の方々にはあらかじめお断り申し上げておりませんでしたけれども、よろしくお願ひしたいと思ひます。

それでは、高田主査に以降の議事進行をお願ひしたいと思ひます。よろしくお願ひいたします。

○高田主査 それでは、ただいまより第1回「地震・津波の解析結果の評価に関する意見聴取会」を開催したいと思ひます。よろしくお願ひします。

まずは議事に入る前に、原子力安全・保安院から配付資料の確認をお願ひします。

○木下安全審査官 それでは、改めまして配付資料の確認をさせていただきたいと思ひます。

一番最初、1枚目に座席表がございます。

その次に委員名簿、本日の議事次第。こちらの議事次第に今回の配付資料を記載してございます。これに沿って確認をさせていただきます。

地震・津波1-1「東京電力福島第一原子力発電所における事故への対応について」。

地震・津波1-2-1「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震に伴う地震・津波による原子力施設への影響評価等の検討について（案）」。

地震・津波1-2-2「『地震・津波の解析結果の評価に関する意見聴取会』の公開について（案）」。

地震・津波1-2-3「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震に伴う地震・津波による原子力施設への影響評価等の検討に係る意見聴取会での具体的検討項目について（案）」。

地震・津波1-3-1「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震及びそれに伴い発生した津波による原子力発電所における被害状況について（東京電力（株）福島第一、第二発電所）」。

地震・津波1-3-2「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震及びそれに伴い発生した津波による原子力発電所における被害状況について（東北電力（株）女川原子力発電所）」。

地震・津波1-3-3「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震及びそれに伴い発生した津波による原子力発電所における被害状況について（日本原子力発電（株）東海第

二発電所)」。

地震・津波 1－4－1「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震時に取得された地震観測記録の分析について（東京電力（株）福島第一、第二原子力発電所）」。

地震・津波 1－4－2「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震時に取得された地震観測記録の分析について（東北電力（株）女川原子力発電所）」。

地震・津波 1－4－3「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震時に取得された地震観測記録の分析について（日本原子力発電（株）東海第二発電所）」。

地震・津波 1－5－1「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震における地震動シミュレーションの結果について（福島第一、福島第二、女川、東海第二）」。

地震・津波 1－5－2「平成 23 年 4 月 7 日宮城県沖の地震における地震動のシミュレーション結果について（東北電力（株）女川原子力発電所）」。

これ以外にテーブル席のみでございますけれども、机上の資料といたしまして、これまで保安院の方から指示をした結果、事業者の方から報告いただいた資料、その報告書本体をキングファイルと紙ファイルも 2 冊程度でございますけれども、これまで事業者から報告いただいた報告書を置かせていただいておりますので、適宜御参考にしていただければと思います。

本日お配りしている資料の中には、核物質防護上の情報も含まれてございまして、大変恐縮でございますけれども、傍聴者の皆様方にお配りしている資料につきましては、その部分は抜いた形のものを配らせていただいております。

核物質防護上の情報が含まれておりますので、撮影については御遠慮いただきたいと思います。

以上でございます。

○高田主査 どうもありがとうございました。皆様のお手元の資料、不備等ありますでしょうか。大丈夫でしょうか。

それでは、議事の方に入らせていただきます。まず初めに東京電力福島第一原子力発電所における事故への対応について、原子力安全・保安院から説明していただきます。この 1－1 の資料は非常に全般的な内容になってございますので、この説明の後、皆さんの御意見をいただく時間をとりたいと思っておりますので、よろしくお願いします。

○黒木審議官 それでは、保安院の方から福島第一原子力発電所における事故への対応ということで、1－1 の資料で御説明いたしたいと思います。

この御説明は委員の先生方に地震・津波に限らず、今回の事故はどういうものであったのかという全体像、国として現在把握している状況で、その概要を御説明し、今後どのような形で安全規制に今回の事故を踏まえて対応を図っていくのかという全体像を御説明することによって、今後の意見を出される際の御参考になると思い、用意させていただいたものでございます。

1 ページ目に目次を書いてございます。本日御説明いたしますのは、最初に今回の福島

第一事故の概要を御説明し、2 番目にその他の福島第二や女川など、他の発電所と比較してどうであったのかということを御説明したいと思います。

3 番目といたしまして、今後福島第一原子力発電所では安定化への対策を現在も、今後も続けるわけですが、どのような形で進めているかということを御説明したいと思います。

4 番目は安全性に関する総合的評価と書いてございます。これはいわゆるストレステストと言われているものでございまして、安全裕度がどれだけあるのかということを評価し、今後の私どもの発電所のチェックを行う評価の内容でございます。

5 番目は政府としての報告書、IAEA にも提出した報告書に記載されてございますが、現在までで得られた教訓を 28 項目まとめておりますので、これを御説明したいと思います。

2 ページ目、事故の概要からでございます。

3 ページ目、まず今回の地震、先生方にこのページは御説明するまでもないところでございますが、11 日に起きた地震は北米プレートに太平洋プレートが沈み込む日本海溝沿いのプレート境界で発生したものだということで、幅約 200km、長さ約 400km の地震が連動して起きたということで、マグニチュード 9 であったということでございます。

福島第一では震度 6 強の揺れが観測され、津波の浸水高さが 15m であったということでございます。

4 ページに事故の経緯とポイントが記載されてございます。上の方に 1～6 号機と書かれておりますが、まず青字で書いてございます 14 時 46 分に地震が発生したところでございます。直後 1～3 号機は原子炉運転中でした。原子炉はスクラムにより自動停止いたしました。4～6 号機については点検中であつたところでございます。この地震動に対しまして、各発電所については非常用 DG や非常用復水器等が立ち上がっているということでございます。ただし、非常用 DG については 4 号機については 1 台点検中でございましたが、それ以外のディーゼル発電機については自動で起動がしっかりなされたということでございます。

右の方にポイントを書いてございます。原子炉の安全はよく言われる「止める」「冷やす」「閉じ込める」ということが大事だということでございますので、その観点から御説明しますと、まず「止める」ということについては、1～3 号機運転中のものは制御棒が自動で挿入された。これが中央制御室で当時の運転記録等から確認されているところでございます。

「冷やす」という観点でございますが、非常用冷却システムでございます。1 号機について言えば非常用復水器、アイソレーションコンデンサと言われるものが地震の直後にはしっかり起動したということでございますし、2 号機、3 号機については原子炉隔離時冷却系（RCIC）と申すものがしっかり起動を行ったということで、本来果たすべき冷却システムは作動したことが、プラントデータによって確認されてございます。

「閉じ込める」という点についてはここには記載がございませんが、代表的なものとして格納容器隔離弁の中で主蒸気隔離弁が一番大きなものでございますが、主蒸気隔離弁が自動で閉止されたことが、プラントデータの生データによって確認されているところでございます。

併せて「止める」「冷やす」「閉じ込める」の基となる駆動用の電源でございますけれども、外部電源については鉄塔等が倒壊するなどによって、この地震によって喪失したところでございます。それに併せて先ほど御説明いたしましたように、所内の非常用発電機が起動して、電源の供給はなされていたということでございます。

その後、赤字で書いてございますように、地震発生から約 40 分後に来た第一波、約 50 分後に来た浸水高さ 15m を記録した第二波によりまして、原子炉施設はかなり損失したわけでございます。

1～4 号機のところで書いてございますが、非常用の冷却系、配電盤等が被水をして、全交流電源喪失に至ったということでございます。これに対しまして 5 号機、6 号機については 6 号機に空冷式のディーゼル発電機がございまして、これが 1 台何とか津波による被害を避けられたということで起動し、5 号機は 6 号機からこのディーゼル発電機からの電気を給電していたということでございます。これによって 5 号機、6 号機は最終的には冷温停止に至った。使用済み燃料プール、原子炉の中に入っていた冷却中の使用済燃料については、冷却が可能となったということでございます。

これに対しまして 1～3 号機については、最終的には冷却装置がすべて停止をして、炉心の損傷・溶融に至り、水素爆発等が生じたということでございます。

5 ページは、今回の地震動の大きさがどのようなものであったのかということを記載しているものでございます。縦軸に 1～6 号機を示してございまして、横軸に観測記録、それに対応する基準地震動  $S_s$  の最大応答加速度を記載してございます。ここで注意しないといけない点として、※ 1 というのが表の下に書いてございますが、多くの記録において記録開始から約 130～150 秒程度で記録が終了したということがございました。ただし、この観測記録が残っている中で最大加速度が生じていたということは、確認されていたということでございます。

そういうことを前提にした上で基準地震動を上回るもの、観測値が上回ったものが赤く塗られたところでございまして、2 号機、3 号機、5 号機でございます。これからこれをどう考えるかということにつきましては、下の 2 つの○の 2 番目を見ていただければと思いますが、地震動の観測記録は基準地震動  $S_s$  をおおむね下回っているが、一部に超えるものが存在した。これが赤枠でございます。このため、当該観測記録により施設の地震応答解析を行いまして、その評価を行ったということでございます。要はこの観測記録を入力値として原子炉施設に入れてあって、どう入れるのかということ解析し、主要な機器についてどれだけの応力が発生するかということを見たわけでございますけれども、それは許容範囲内であるということが確認され、安全機能に問題は生じていなかったと推定で

きるということでございます。

6 ページは先ほど来、プラントの生データの話をしてございました。このプラントの生データに基づく分析評価をやってございます。各号機について早い時点で、まだ放射線のレベルは高いわけでございますが、記録用紙等を収去して、プラントの生データが相当な量集まっているわけでございます。これについて当院及び原子力安全基盤機構（JNES）で解析を行っているところでございます。

その結果として、地震発生時には各プラントは正常に停止。非常用発電機は正常に起動。冷却機能については各原子炉の状態に応じて機器が作動した。しかしながら、津波の到達、電源喪失等による冷却機能の停止が長期にわたり、津波によって炉心が損傷し、熔融に至るという深刻な事態に至ったということで、とりあえず考えてございます。ただ、これは政府の方針として、まず今回の炉心熔融まで至ったのは津波によるものであると考えるわけでございますが、これは検証が必要であると考えております。この検証を行うために当委員会、もう一つの構造の委員会を開催し、確認をしていこうということでございます。

7 ページから、福島第一原子力発電所と他の発電所との比較を書いております。

8 ページ左側が福島第一の1～3号機、右側が福島第二発電所について記載しております。大きな違いは、地震発生後に福島第一は1～6号機すべての外部電源が喪失したということでございます。これに対しまして、福島第二発電所においては外部電源が確保されていたというのが1つ大きな違いでございます。

津波襲来後でございますが、これもまた随時御説明いたしますが、福島第一の方がより大きな被害が津波によって遭っているという状況でございました。特に福島第一においては非常用発電機も津波によって機能を失ってしまったということから、最終的にはその電源が喪失し、すべての交流電源喪失の下に炉心熔融に至り、このような事態に至ったということでございます。

それに対しまして、福島第二においては外部電源が確保され、非常用冷却系、これは海水系が最終的に熱を逃すことになるんですけれども、海水系については仮設のポンプを設置する等によって、冷温停止に至ることができたということでございます。

9 ページは福島第一、第二、女川、東海第二で比較してございます。敷地高さを一番上の欄に書いています。2番目の段が土木学会の手法で平成14年に各電気事業者が行った想定津波高さの評価値を記載してございます。

その下に各発電所で記録された遡上高さを記載してございます。各発電所ともに想定津波高さ、3段目は津波高さではなくて津波の遡上高さではございますが、直接比較すべきものではございませんけれども、それでも遡上高さが想定津波高さより、かなり大きなものであったということで、今回の被害、特にその差が大きかった福島第一では、このような事態になったということであろうかと思っております。

10 ページに平面図で、どれだけ発電所が海水に浸ったかということが書いてございます。青く塗ってあったところが浸水の部分でございまして、左上の福島第一発電所については



1～6号機ともに、①②と書いているちょうどその下がタービン建屋、左側の四角いところが原子炉建屋でございますが、原子炉建屋も含めて全体的に浸水に至ったということでございます。これに対しまして福島第二、女川、東海第二については、基本的には海水系のポンプを置いてある部分が津波にやられたということでございます。ただし、福島第二については南側、この絵で言うとは下側になりますが、ちょうど1号機の下になりますけれども、こちらに津波が遡上し、約14mの津波が遡上して上の方まで上がってきたという状況でございました。

11 ページが断面図で、イメージを見ていただければと思います。11 ページの上が福島第一発電所でございますが、先ほど申し上げたように浸水高さ14～15mということで、原子炉建屋、タービン建屋に至るまで被水をしたということでございます。

福島第二原子力発電所については、基本的には海水系の部分、海水熱交換器建屋等が被水したということでございます。ただ、先ほど申し上げたように、1号機については隣のところまで海水がやってきたという状況でございます。

12 ページ、女川原子力発電所でございますが、一部に海水系、特に海水ポンプのところに海水が浸入し、熱交換器等が機能を失ったという状況があったということでございます。この辺については詳しく後ほど御説明をすることにしてございます。

東海第二発電所についても同様でございますが、同じように海水系の部分について被災した部分があったという状況でございました。

13 ページには電源の供給の観点からの比較、14 ページに冷却系の観点からの比較を書いてございます。

まず一番上の欄、外部電源の供給の状況でございます。福島第一原子力発電所と東海第二発電所の2つの発電所が、外部電源がすべて落ちてしまったという状況でございます。所内の電源が非常用発電機、2段目の欄に書いてございます。先ほど申し上げたように5号機、6号機は6号機の1台の非常用発電機から電源が供給されたということでございますが、1～4号機については電源の供給がなかった。東海第二については3つの非常用発電機のうち、2つの非常用発電機が稼働したということでございまして、すべての交流電源がなくなったのは福島第一であったということでございます。

海水系ポンプについても福島第一が一番津波の高さ、想定以上の高さの部分が多かったもので、屋外にあったものすべて被水したという状況でございます。

一番下に赤で書いていますように、電源の重要性ということから緊急安全対策、これは津波の後に各運転中の発電所について急遽点検、対策をとらせたものでございますが、その対策の中では電源車の配備、外部電源の信頼性強化等を指示したということでございます。

14 ページの冷却機能についても、福島第一の1～3号機それぞれ非常用復水器やRCICと書いてございます原子炉隔離時冷却系などの駆動部についても、バッテリーの被水もしくは枯渇等によって最終的には機能を停止し、冷却水を炉心に注水する、もしくは熱交換

をすることができなくなったということでございます。他の発電所については何とか冷却が可能であったということでございます。

一番下の赤い枠で書いているところで、冷却機能の重要性ということから緊急安全対策ではポンプ車、仮設ホース等の配備などを指示したということでございます。

15 ページに私どもが今までとってきた対応策が書いてございます。一番上の段でございますが、緊急安全対策。これは先ほど御説明したものでございます。3月30日に指示をしております。これは基本的には福島第一発電所は15mの遡上高さであったということでございます。土木学会の評価は5.5mでございました。約9.5m分、想定よりも高い津波が来たということで、各発電所ともに土木学会で評価したときよりも更にプラスの9.5mの津波が来るかもしれないということを、これはアприオリにそう仮定をして、その上でそういう津波が来た上ですべての交流電源や海水冷却系がなくなった場合に、原子炉を冷却できるような対策を講じなさいという指示でございました。このため、事業者においてはプラス9.5mの部分まで防水工事等をしてございます。

ただ、1か月の工事でございますので、原子炉建屋等の中に海水は入る。入るけれども、最終的なバッテリーとか緊急安全対策で使う機器については防護されるという評価をしていただきました。それに併せて電源車、ポンプ車等によって、高圧の炉心についてはタービン駆動のポンプで水を注入することができるということを確認したという対策でございます。

2番目の電源信頼性向上対策でございますが、右の方を見ていただきますと、従来は非常用発電機については、原子炉が止まっているときは1台だけ動けばいいという御議論をしておりましたが、2台とも動くように指示をいたしました。併せて今回の外部電源、特に1Fについては送電鉄塔等が倒壊し、外部電源がかなり脆弱であったということ踏まえて、外部電源の強化策をとっていただいたということでございます。

以上が過酷事象、シビアアクシデントが至らないようにする防止対策でございますが、その下には書いておりますのはシビアアクシデント、過酷事象が発生した場合の対策も指示しております。例示としては今回、水素爆発のようなことがあったわけでございますけれども、PWRでは原子力建屋に相当するアンユラス系が換気して、水素が放出できるようにという対策などなどを講じるように指示したところでございます。

以上が安全規制で緊急に講じた対策でございました。

16 ページ以降に、現在、福島第一原子力発電所で講じている安定化対策について記載してございます。

17 ページは、1～3号機ほぼ同じポンチ絵であると考えていただければと思いますが、左に原子炉建屋、真ん中にタービン建屋を書いてございます。まず現在、原子炉圧力容器の中に使用済燃料が入っておりますので、これを冷却する必要があるということで、ポンプで冷却水を注入している状況でございます。この注入した水については圧力容器が破損し、格納容器も一部破損してございますので、レベルの高い放射性廃液が注入したものが

原子炉建屋に流れ、タービン建屋にも流れているという状況でございます。この高レベル放射性物質を吸い上げて、右の方でございますが、集中廃棄物処理建屋に持ってきて、その上で報道で御存じだと思いますが、2系統の高レベルの処理施設、これは高いレベルの放射性物質を取って低いレベルにするものでございますが、アレバとキュリオン製のものと、東芝製のサリーというものと2系列で除染をしてございます。この除染した水は上の方の水処理施設を通してバッファータンクの中にため、またこれを炉心に注入するというサイクルで今、冷却を行っているところでございます。

左上に使用済み燃料プールと書いてございます原子炉建屋は、1～4号機のプールについて、これは既に仮設の熱交換器を設けて冷却がなされているところでございます。耐震設計はまた後ほど御説明することになると思いますが、Ssが来ても耐えるという東京電力の評価にはなっておりますが、念のため、特に4号機については非常に多くの使用済み燃料が入っているものですから、プールの下の方にサポートを設ける工事を行っております。

こういう冷却系と併せまして、瓦れきの撤去、汚染水の拡散防止、津波対策等々の対応策を実施しているということでございます。

18ページ、これらの工事については事故の収束に向けた道筋、ロードマップという形で計画的に実施してございます。4月17日からこのロードマップを動かし、第1ステップ、放射線量が着実に減少するものは3か月で実施をし、現在7月から6か月ということで1月中旬までのステップ2に入っているところでございます。これはさきの総理、大臣等が国際社会の場で述べていますように、1月中旬と言わずに年内にステップ2を完了するというので、作業を実施しているのが現状でございます。

以上が今までの対応策でございまして、19ページから安全性に関する総合的評価、いわゆるストレステストについて実施することとしております。

具体的には20ページに書いてございますが、安全裕度を確認して、安全性のさらなる向上と、国民、住民の方の安心、信頼確保のために実施するものでございます。1次評価と2次評価に分かれているところでございます。

21ページに1次評価と2次評価の差を書いてございますが、1次評価は現在定検で止まっている原子力発電所を再起動していいかどうか。再起動をすることの判定に用いるというものでございまして、起動準備の整った原子炉に対して順次実施するものでございます。これに對しまして2次評価と申しますのは、すべての原子力発電所について継続的な運転をしていいかどうかという確認を行うものでございます。年内にすべての原子力発電所について、電気事業者でまず評価結果を認定するというように指示をしているところでございます。これらの評価については保安院で実施した後、安全委員会にお諮りするという手順になってございます。

22ページ、どういう評価をするかということですが、地震・津波それ以外のシビアアクシデントを考慮して、それによって炉心の重大な損傷に至るまで、基準値からどれだけの

余裕があるかということの評価するものでございます。

23 ページに、ではどういう評価の違いがあるかということを書いてございます。1 次評価、これは止まっているものを動かしていいかということでございますので、私どもが通常行っている安全規制に準拠して行うということで、材料等の基準値については設計上の許容値を用いるというふうに考えているところでございます。それに対しまして、2 次評価においては設計上の許容値は相当な安全裕度が入っているものでございますので、2 次評価においては最終的な破断に至るような究極耐力の強さを使ってもいいという考え方でしてございます。

24 ページは、それをコンクリート構造物で示したものでございます。

25 ページにどういう評価の流れになるかということが書いてございますが、起因事象、例えば津波の襲来があった場合に、その津波のレベルをだんだん上げていって、どこで最終的に燃料の溶融に至るのかということの評価し、例えば最終的な燃料溶融に至るキーとなる事象、これをクリフエッジと呼んでございますが、これを同定して回避するような対応策がなされているかということ、チェックするということでございます。

26 ページについては省略いたします。

27 ページ以降、28～29 ページの 28 項目について、今まで得た教訓について対応を図るということで記載してございます。当意見聴取会との関係では第 1 の教訓のグループ、シビアアクシデントをまず防止するということ、(1) 地震・津波に対する安全規制上の評価が今、思えばそもそも適切ではなかったということで、これを強化するというのが一番に書いてございます。

第 2 の教訓のグループ、シビアアクシデントへの対応。これはシビアアクシデントが起きた後の状況についても、対応を図ることを安全規制に取り入れることにしてございます。当諮問委員会でいただいた結論などについては、各項目に具体的な提言として反映をし、安全規制の基準にしていきたいと考えております。

以上でございます。

○高田主査 どうもありがとうございました。

それでは、ここで切りまして、1－1 の資料に関して質問、御意見をいただければと思います。

○今泉委員 ちょっと教えていただきたいのですけれども、外部電源喪失ということですが、盛土の上の鉄塔が倒壊した。その場所はどこなのでしょう。図面では全く表示されていないようですが、敷地の中の鉄塔なのですか。

○黒木審議官 敷地の中の鉄塔でございます。

○今泉委員 その辺の例えば地質断面とか、鉄塔が倒壊した状況というのは、報告はこの中には上がっていませんが、大した問題ではないと判断されているのですか。

○黒木審議官 今の点は非常に重要な問題だと私どもは考えておまして、この鉄塔が倒れたのは地震動による揺れというよりも、盛土をしていたものが崩れて倒れたということ

で評価してございます。

今回、外部電源の強化について別途、電気事業者に既に指示をしてございます。これは多方面の指示でございまして、個々の鉄塔等に関する強化の指示と併せて、今回は非常に広域での停電などが生じたものですから、広域での停電対策等について指示をしてございます。

本日ここでの御議論は主にサイト内外というよりも、原子力発電施設について念頭に置いていたものですから、鉄塔については記載していませんでした。

○今泉委員 多分そうだろうと思うんですけども、要するに地震動ですね。ですから一般的に言うと建屋だけではなくて、それに関連する施設等がどのくらいの揺れに対応できているのかとか、そうした発電所の周辺も含めた環境というのは重要だろうと思うんです。これが致命的な原因の1つであれば、なおのことそういう盛土の上に鉄塔を建てていたという、一般的にメディアで報道されたのは津波のせいだ。津波が予想以上に大きかったから全部浸水してだめになったという話があるけれども、今のような時間系列で流されていきますと、外部電源が失われたことが一番最初の話ではないかと思います。

現に福島第二はそういうことがないし、女川でもなかった。第一のところで盛土の上につくったということ自体に、一番大きな問題があったのかなと思うんです。そういう視点から見ると、例えばほかの原発サイトに併せて見たら、どういう環境に立地しているのかということを広い目で見えていかなければいけないのではないかと思うんですけども、その辺の視点も併せて、今後いろいろ議論していかなければいけないのではないかと思います。

ということで、まず場所ぐらいいはきちんと図面の上に示すべきだと思うんですが、いかがでしょうか。

○高田主査 今泉委員のおっしゃるとおりだと思いますので、資料は今ないですか。

○小林耐震安全審査室長 原子炉施設でないものですから、用意していませんけれども。

○今泉委員 我々は結局ここには立入禁止で、地震直後に津波の問題で国土地理院も空中写真をこのサイトでは撮っていないのです。見えるのは唯一グーグルアースなのです。気になってグーグルアースを拡大して随分見たのですけれども、勿論垂直ですから鉄塔が傾いている、線の様子が異常だということは、普段写真を見ている分にはわかるのですけれども。

○黒木審議官 非常に電源の問題は重要な話でございますので、概要についてはまた別途御説明申し上げたいと思います。

○今泉委員 そうですね。だからそういう問題もそこにいろいろ出されるのでしたら、わかるように資料を用意していただくべきかと思います。

○高田主査 次回でも資料の準備をいただければと思います。

ほかにいかがでしょうか。磯部委員、どうぞ。

○磯部委員 コメントですけれども、今、説明いただいた資料の3ページ目の一番下の辺

りに、津波による浸水高さが 15m にも達したという表現があつて、それに対して 9 ページの表を見ますと、福島第一のところの津波遡上高さが 14 ないし 15m と書いてあります。これは勿論御存じの方が多いと思いますが、浸水高さというのは典型的ないい方をしますと、海岸線付近で津波がどのくらいの高さでやってきたかというのを浸水高さと呼んで、それが津波の勢いで、いわゆる遡上ですけれども、陸上にはい上がって、その結果として陸上のどこまで上がったかというのを遡上高さと定義しております。

典型的と申し上げたのは、通常の地形で海岸に対してある程度の勾配で陸上地盤高が上がっていて、それで津波がはい上がったときの最大に行ったときに海岸線での高さを浸水高さと言って、陸上の一番奥のところの高さを遡上高さと言うということなのですが、福島第一のサイトの場合、建屋なんかもありますし、地形もかなり崖が迫っていたり、複雑なので、遡上高さと浸水高さというのはなかなか定義しにくい面があると思います。

そういう意味で、私が申し上げた意味で典型的な浸水と遡上と言えないので、遡上高さというところで言葉を統一して、一番陸上の奥までは約 15m というのがそのとおりだと思うので、そういうふうに言ってみたらどうか。海岸線付近でたしか 7 m ぐらいとか、そういうところもあったのだと思います。それを浸水高さと言ってしまうと、またこれもいろんなものがごちゃごちゃしてしまうので、そこは言葉を統一してほしいということが 1 つと、今のようなことなので浸水高さというふうに資料で出ているものも、実は限りなく遡上高さに近いということを、私たちは理解しておくべきだろうと思っています。

もう一点は、これは質問なのですが、6 ページ目の一番下のところに「この結果、電源喪失等による冷却機能の停止が長期にわたり」というのがありまして、等と書いてある。その等とは何であるかということでもあります。つまり、原因であるとか今後のことを考えるときに、この等が何であるかと認識するのは私としては非常に重要なことではないかと思つていまして、今日の資料で読み取れることは 13 ページに電源のことが書いてあって、14 ページ目に少し違うコンテキストではあるんですが、既設の冷却系設備の代替としてと書いてあるところもあって、そこが等に関係するところかとも読み取れるわけで、その等というのを現状でどう認識されているかということについて、コメントをいただければと思います。

○高田主査 まず最初に定義の方から。

○小林耐震安全審査室長 1 点目でございますけれども、津波関係については次回また御議論させていただこうと思っております。そのときに津波高さと浸水高さ、遡上高さの使い分けなり統一は、工夫して資料をお示ししたいと思っております。

○高田主査 2 点目はいかがですか。

○黒木審議官 当時 1 F の 1 ～ 3 号機については、非常用復水器や原子炉隔離時冷却系 (RCIC) が動いておりましたけれども、津波の後でございます。特に 2 号機と 3 号機については一定期間、蒸気駆動のタービンで動いておりましたが、それが止まった。それで代替のポンプもしくは消防車によって水を給水したということでございまして、その期間

が長期にわたったということで、電源がすべてなくなって、蒸気駆動も最終的には直流電源で制御している、直流もなくなったんだろうと思うんですが、止まった。その後、消防車などを活用して水の中に入れたんですけれども、これは電源とはまた違うんだと思うんですが、その間ということで「電源喪失などによる冷却機能停止が長期にわたった」という書きぶりにしてございます。

○磯部委員 ありがとうございます。そこのところは是非今後も等というところを、できるだけ具体化していく努力をお願いしたいと思います。

○高田主査 どうもありがとうございました。貴重なコメントでした。

○阿部委員 9ページの資料で想定津波の高さということで、土木学会の手法による平成14年評価値というものが出ているんですが、これは手法によるというふうに書かれているということではありますけれども、実際はM9の今回の波源を入れて、それで土木学会のやり方でやったという意味では多分ないのではないかと思います。

そもそも波源のモデルが違っているものに対して、そこで出ている計算値と今回の実際のものを比べて、その差が9.5mだったから資料のどこかでプラス9.5mというコメントがありましたが、そういうロジックで一時的にはという意味かもしれませんが、決められている。

実は想定がどうだったかということのをこれからきちっとしていかないと、福島、女川、東海ということについて見れば実際に答えが今回わかったようなものなわけで、ほかのところをこれからどうしていくかというときに、あまりこの部分をあいまいな形で土木学会の評価値というものと比べていくというのは、資料としてはあまり適切ではないのではないかと思います。

以上です。

○高田主査 これについてはいかがですか。

○小林耐震安全審査室長 後ほど、この意見聴取会での議論の進め方をこの中で検討させていただくんですけれども、まずは福島なり女川、東海の津波の検証をまずやる。その次のステップではほかのサイトへ展開ということが考えられると思うんですが、その中で今、阿部先生おっしゃられたように、土木学会の手法によるというところに、この中ではM9を考えていない当時の波源モデルを使っているものですから、そこは書き方なり表記の仕方はいずれ工夫させていただきたい。議論の途中で工夫させていただきたいと考えております。

○高田主査 書き方をもう少しきっちり書いていただければと思います。どうもありがとうございました。

○藤間委員 今の9ページで確認させていただきたいんですが、想定津波高さの御説明のときには、土木学会の手法によって平成14年に各事業者が行った評価値というふうに御説明があったかと思うんですが、15ページのときには土木学会による値とおっしゃっていただんですけれども、これは土木学会の値ではなくて9ページの表にある、くどくど言うと

あれなんです、土木学会の手法によって各事業者が平成 14 年に行った想定津波の高さプラス 9.5m という意味で、解釈させていただいてよろしいでしょうか。

○黒木審議官 おっしゃるとおりでございます、土木学会の手法によって事業者が平成 14 年に実施した評価値を 9 ページに書いておりまして、それに対して 9.5m、これは 3 月 30 日の時点での当時の対策でございましたので、そういう対応策をとらせたということでございます。

○藤間委員 わかりました。

それで 9 ページにある想定津波高さというのは、設計などにおいて考慮されていた想定済みの津波の高さというのが、この高さでしたという意味の数値なんですね。

○黒木審議官 はい。当時土木学会の手法を用いて各電気事業者が評価した際には、それを踏まえた対応策を講じたというふうに聞いておりまして、これで比較しているのは事業者が対応策を講じたものよりも相当高いものが来たので、こういう事態が起きたということが、これがいい悪いではなくて、こういう状況だったのでこういう事態になったというのを説明するのに記載したということでございます。

○藤間委員 わかりました。

もう一点お聞きしたいんですけれども、茨城県の東海第二のところに書いてある重要機器（補機冷却系）の一部が浸水ということなんです、これはどのくらい深刻なものなのか。別にどうってことないすぐに交換、修理できるようなものなのかかわからないんですけれども、なぜこういうことを聞きたいのかと言うと、14 年の評価値は 4.9m だったかもしれないが、平成 19 年に茨城県が評価したときには、たしか 6 ～ 7 m くらいの数字になっていたはずなので、要するにそれとほぼそれと同じ数字の津波が来たわけなので、それで被害を許容していい、その程度の被害という解釈をしていいのか、それともこれはやっぱりそうではいけないと考えなければいけないのか、その辺を教えていただきたいのですが。

○小林耐震安全審査室長 後ほど各サイトの被害状況について御説明させていただこうと思っております、これは 1－3－3 の資料になりますけれども、その中で今、藤間先生がおっしゃったように、茨城県が発表した想定津波の高さに応じた対策を講じていた途中でございました。対策がまだ講じられていない部分について、一部浸水したということでございます。詳しくは後ほどまた被害状況の方で説明させていただきます。

○高田主査 藤原委員、お願いします。

○藤原委員 最初なのでそもそも論のところでは御質問といいますか、考え方をお聞きしたいんですけれども、28 ページのところ（1）地震・津波への対策の強化が今後の大切な課題ということで、それでこの意見聴取会も地震・津波の解析結果の評価に関する意見聴取会となっていると思うんですが、既に意見聴取会の名前のところで解析結果の評価に限定されてしまっているんですけれども、今回この地震・津波の評価をこれまでやってきたものの方法論とか、こういったもののそもそも論を見直すことをやらないと、今回得られた記録の解析と技術的な側面のみを細かくやっても、また次の問題を解決するに至らない



のではないかという気もしているんです。

ですから、これまでやられた評価と今回起きたことをうまく位置づけるというか、そこをまず評価することをやるか、あるいはそういったこまごました記録の解析とか評価に入る前に全体としての流れをつくって、どういう問題解決法をやって我々は今回の事態を克服していこうとしているのかということ、整理していただきたいなという気がしました。

○高田主査 これについてはいかがですか。非常に基本的なところだと思います。

○小林耐震安全審査室長 これも後ほど1-2-3の資料で、これからの検討の方法を御議論いただこうと思っていたんですけれども、今、藤原先生がおっしゃったように、意見聴取会のネーミングのこともあるんですが、私どもはこの解析結果だけではなくて、解析結果を踏まえた対策への反映といいますか、そこまでこの意見聴取会で議論させていただこうと思っております。

どういう形で検討していくかといったところは、次回以降、具体的に示していただこうと考えております。

○高田主査 松山委員、お願いします。

○松山委員 福島の1～6号機の被災の原因について、もしわかれば教えていただきたいということで、特に5号機、6号機は電源DGが1台、運転継続できたので安全停止、冷却ができたということなんですけれども、冷却には当然ポンプも必要かなということで、13ページの資料だと一度ポンプ、モーターはすべて被水ということになっているんですが、この辺り電源プラスαのポンプのところはうまく復帰できたから停止できたのかとか、もしくは違う理由があるのか、その辺りがもしわかりましたら教えてください。

○関事故故障対策第2班長 後ろから失礼します。原子力事故対策室の関といいます。

今、御質問のありました件ですけれども、5号機、6号機については非常用ディーゼル発電機が1台残りました。これについては非常用ディーゼル発電機の冷却方式が空冷であったというのが1つございまして、その結果、非常用ディーゼル発電機が1台運転を継続することができて、まず電源の供給ができたということでございます。

また、最終のヒートシンクに行くまでには海水系を当然直さないといけないわけですが、5号機、6号機については1～4号機と同様に、一度は海水に被水をして使えなくなっております。しかしながら、先ほど申し上げたとおり非常用ディーゼル発電機の電源の供給ができましたので、その間に海水系を仮復旧いたしまして、それでディーゼル発電機からの電源で仮設ポンプを動かして、最終的にヒートシンクでの冷却をすることができたというのが今回の状況でございます。

○松山委員 ありがとうございます。

そうすると、1～4号機については全く電源を供給する術が逆に言うとなかった。もし何かあれば、ポンプをもしかしたら復旧できた可能性もあったと考えてよろしいんですか。

○関事故故障対策第2班長 その辺りはまだ整理を全部仕切れていないところがございますけれども、当時の運転員の状況について調査した結果の中では、当然電源については

電源車による供給であるとか、そういったところのチャレンジはしておったんですけども、最終的にそれが成功するまでには至らなかったという状況でございます。

○松山委員 資料のページは忘れましたが、どこかに配電盤の浸水対策ということも書いてあったかと思うので、もしかしたら配電盤そのものがやられて電源があったとしても引き込めなかったという話も聞いたりしたことがあるものですから、その辺りどこかの時点である程度わかる範囲ではっきりしていただければと。その辺りがまた今後の対策に非常に重要なと感じております。

以上です。

○高田主査 どうもありがとうございました。

福島第一の1～4号機と5号機、6号機の違いみたいなものが、もう少しわかるといいかなと思います。

○翠川委員 今まで委員の方がおっしゃった質問と関連するんですけども、例えば13ページとか14ページに電源の問題とか冷却機能の問題というのは表になっていますが、イベントツリーのような形で整理していただくと、先ほどの御質問とか磯部委員の御質問とも絡みますけれども、どういうふうなシークエンスでこういう問題が起こったか。どこを止めたらよかったのかという共通の認識ができて、ここの場でもどういうところに議論をしたらいいのかというのが効率的になるのではないかと思いますので、そういう観点でも整理していただいたらいいのではないかと。

それに関連したような絵は、ストレステストのところの例えば25ページの安全裕度の評価方法のところ、これに少しイベントツリー的な表現がありますけれども、これではまだ簡略化し過ぎてわかりにくいので、こういうイベントツリー的な観点から整理をさせていただいて、事故の共通の認識を共有したらいいのではないかなと思うんですが、いかがでしょうか。

○関事故故障対策第2班長 先生おっしゃるとおりのところでございまして、私どもの方で別途IAEAの方に日本政府として報告している報告書がございまして、そこの中で冷温停止に至るまでにどういうイベント判断があって、どこが決定的だったのかということ整理しているものがございまして、機会を改めてその辺の資料を用いまして御説明させていただきます。

○高田主査 よろしく申し上げます。

○神田委員 建屋の水素爆発のことなんですけれども、建屋内で水素爆発が起きたということは、格納容器とか配管系のどこかにかなりの損傷があったと基本的には考えるということによろしいんですか。その辺りはどの程度まで把握できているかということを伺いたいんですが。

○黒木審議官 まだ原子炉建屋にどういう流通経路で水素が蓄積したかというのは、解明し切れておりません。先ほどお話いたしましたように、今、炉心内に注水した水は炉心から例えば制御棒の駆動系などのダクトを通じて格納容器に入り、また、格納容器が一部破

損しているから、原子炉建屋プール等に水が漏れているということでございますので、一定の破損はあるだろうと考えてございますが、それがどういう形で原子炉建屋に水素が移行したのか、ベントの系統なのか格納容器のシール部なのか、その辺については調査を継続している状況でございます。

○高田主査 まだ検査中ということですね。

ほかよろしいでしょうか。本日、他に資料がたくさんありますから、その後いろいろ御意見を聞かせていただければと思っております。

それでは、次の資料に移りたいと思います。次は資料 1－2－1 です。よろしく願います。

○小林耐震安全審査室長 1－2－1、1－2－2、1－2－3 について続けて御説明させていただきます。

まず 1－2－1 でございますけれども、この意見聴取会の趣旨を書かせていただいておりますが、先ほど審議官の黒木の方からごあいさつさせていただいたときに挙げさせていただいた事項をまとめたものでございます。

1 枚めくっていただきますと別紙 1 というのが付いてございます。これが既に事業者の東北電力、日本原子力発電、東京電力から、1 つは津波の再現計算についての評価報告書、もう一つは地震応答解析結果についての報告書といったものが既に提出されております。

その裏にいきまして、3. としましては新たな知見についての報告でございます。こういったものが既に私どもの方に提出されておりました、これにつきましては私どもこの意見聴取会でいろいろ御意見をいただいて検討するとともに、こういった解析データだけではなくて、現場での実態調査も併せて行うことによりまして、的確な評価を行っていきたいと考えてございます。

1 ページ目に戻りまして、今、申し上げたことが 1. に書いてございます。

2. 検討体制及び審議内容でございますけれども、意見聴取会を 2 つ設けてございます。今日の地震・津波の意見聴取会と、もう一つは昨日開催させていただきましたが、建築物・構造に関する意見聴取会、この 2 つを設けております。

1 ページの一番下に、この意見聴取会での検討内容が書いてございます。地震動の解析・評価、津波の解析・評価、新たな知見について。もう一つの建築物・構造に関する意見聴取会では、建物・構築物、機器・配管系の地震応答解析の評価、津波による原子力施設の被害状況を踏まえた影響評価、新たな知見について。こういったものを御議論していただくと考えてございます。

1－2－2 ですけれども、これは意見聴取会の公開についてでございます。意見聴取会の議事録については 1 か月以内に作成して、すぐに公開するということと、議事要旨についても 3 日後までに公開するということでございます。会議資料は原則として公開。こういったものに基づいて意見聴取会を開催させていただきます。

1－2－3 は先ほどの審議内容につきまして、もう少し具体的に書かせていただいたも

のでございます。これは私ども原子力安全・保安院の案でございますので、本日先生方から意見をいただいて、より充実したものにしたいと考えてございます。

①地震・津波の解析結果の評価に関する意見聴取会でございますけれども、これにつきましては第一段階、第二段階と分けてございます。ただし、先ほど藤原委員からも御指摘ございましたように、当然少し長期的な観点の議論も、短期の評価の中でいろいろ議論していかなければいけないこともありますので、少し第1段階と第2段階入れ子になるかもしれません。そういったことも踏まえてお聞きいただければと思います。

①の第一段階でございますけれども、地震動の解析評価につきましては今回の地震の震源特性を把握するために、地盤系の地震観測記録と地震動のシミュレーション結果とが整合しているかどうかの確認。

地震動評価の高度化の検討に資するため、今回の地震が設計値を上回ったことに対する分析。はざ取り解析といったものでございます。

もう一つの津波解析につきましては、想定津波高さの検討に資するため、津波の痕跡高さや浸入経路を基にシミュレーション解析の再現性を確認。

現状の津波対策。例えば福島第一サイトであれば仮設の防潮堤等でございますけれども、こういったものが妥当であるかどうか判断するために、再現性を確認できたシミュレーション解析を用いて、余震による津波高さを推定することを考えております。

第二段階でございますけれども、これは今、申し上げました影響評価等の検証結果を踏まえて、各種対策への反映ということで連動による地震・津波の評価とか、応力場の変化による断層の再評価、地震動評価の高度化といったものを検討していったらどうかと考えてございます。

もう一方の昨日開きました建築物・構造に関する意見聴取会でございますけれども、第一段階につきましては、建物・構築物、機器・配管系の地震応答解析の評価につきましては、耐震設計評価が妥当であったかどうか等の検討に資するために、今回の地震による揺れが安全機能に影響を及ぼしたかどうかの確認ということと、同じく今回の地震が設計値を上回った要因分析を進めていこうと考えてございます。

津波関係でございますけれども、津波による原子炉施設の被害状況を踏まえた影響検討、今後の事業者の津波対策に資するために、津波の再現計算、施設の被害状況等を踏まえた津波の波力の評価方法の検討といったものを考えてございます。

第二段階の方では、先ほどと同じように対策への反映でございますけれども、耐震裕度の定量的評価、耐震設計評価手法の高度化、津波に対する安全性評価手法の確立といったものを考えてございます。

①と②の意見聴取会2つでございますけれども、検討の中身によってはそれぞれの意見聴取会のメンバーのうち、関係する先生方をもう一方の意見聴取会の方に参画いただくことも考えてございますので、適宜フレキシブルに対応していきたいという考えでございます。

私の方からは以上でございます。

○高田主査 どうもありがとうございました。

それでは、この３種類の資料について、これはこの意見聴取会でどういうことを今後やっていくかということが書かれておりますので、皆さんの御意見を積極的にいただきたいなと思っております。

○神田委員 先ほど私が質問したことと関係するんですけれども、直接地震動によって建屋、格納容器、配管系がどういう挙動をしたかという評価は入っているんですが、その後の恐らく例えば格納容器内で水素爆発が起きたことが格納容器を損傷させるとか、内部の圧力上昇が配管にどういう影響をするとか、そういう辺りの評価というのはここではされないで、また別のところでされるとか、そういうことなんでしょうか。

○高田主査 いかがでしょうか。

○黒木審議官 まだ厳密に、ここではここまでとか細かく決めているわけではございません。ただし、事故のプラント挙動がどういう挙動で動いて、作業員がどういう対応をしたのかという問題については、別途検討を進めたいと思っております。地震・津波、構造の委員会と、プラント挙動はちょうど間に入るような事項があらうかと思いますので、そこについては適宜また御相談し、対応させていただければと考えています。

○高田主査 よろしいでしょうか。阿部委員、お願いします。

○阿部委員 現状認識というか、今回の地震に関するいろんな津波のことも含めて、まだわからないことというのがたくさんある中で、並行してこういう検討を進めていくというのは非常に難しいことではあるんだけれども、やっていかなければいけないことという認識は持ったんですが、難しいとは思うんですけれども、これだけの項目をスケジュール感としてどれぐらいで進めていくのかというのが、非常に社会的にも重要なポイントだと思うんですが、その辺についてどのような考えを持っておられるでしょうか。

○小林耐震安全審査室長 １－２－３にあるように、第一段階、第二段階ということで分けてはあるんですけれども、説明の中で申し上げましたように入れ子になるといいますか、第二段階の方が先に来る場合もあるし、第一段階が先に来る場合もあるので、テーマによって、まず地震による揺れに対して影響があったかどうかの確認とか、こういったものについてはできるだけ皆様方の関心事でもありますので、できるだけ早く議論させていただこうかなと思っています。

一方、時間的に少し検討に要するテーマもございますので、こういったものについては少し長めに考えなければいけないかなと思っています。少なくとも地震による揺れの影響といったものは、短期的に年内ぐらいには議論がまとまればいいなと考えてございます。

○高田主査 西川委員、お願いします。

○西川委員 津波の再現計算をやられるということは非常によろしいと思いますし、地震動のシミュレーションもおやりになるということですのでけれども、地震動のシミュレーションは今日も資料に出ていますし、そのときに使われる震源モデルとか断層モデルと、津波の再現計算に使われる諸パラメータというのは共通のものなのかどうかというのが、今こ

ここで聞く必要はないのかもしれませんが、私は実は建物の方をやっていますので、何となく津波より地震動の方が出てくることが多いんです。地震動のシミュレーションは断層モデルか何かを決めていくと、意外とうまくシミュレーションできる可能性があります。今回も割とシミュレーションをうまくやられているような例があるんですが、それと津波とは整合するのかどうかというところを是非見ていきたいなと思っているんですけども、そこら辺はどうなのでしょう。

○御田上席安全審査官 今日地震動のシミュレーションのことを御説明させていただきたいと思っていますけれども、今回検討に用いたものは入倉先生と釜江先生が発表されたものを、地震動のモデルとしてそれぞれのサイトでどうなるかというものをやっております。

津波につきましては佐竹先生がつくられているモデルと、事業者自らがつくったシミュレーションモデルを使っています、それはいろいろ滑り量を調整しながらサイトで合うかどうかということでの評価を行っております。津波については次回 10 月 5 日のこの意見聴取会で御説明させていただきたいと思います。

○西川委員 ありがとうございます。

というのは、津波の考え方と地震の考え方がうまく説明できれば、ここだけではなくてほかのところにも、あるいは防災用にも使えるだろうと思うんです。出てきた津波高さなどそういうものに少し上乘せすればいいのかどうかという話にもなって、全国的に展開できそうな気がするので、是非そういう基本的なモデルは地震動も津波も同じであるというのが非常に望ましいんですが、そうならないのかなのか素人でわからないんですけども、次回以降、出てきたら見せていただきたいと思います。

○高田主査 どうもありがとうございました。

今泉委員、お願いします。

○今泉委員 同じく 1－2－3 なのですが、第二段階として応力場の変化による断層の再評価と非常に細かい、内容的には多分大きな地震の後で、GPS 等で見ると随分変化したという、そんなものを取って付けたような評価の項目かなとも見えるのです。断層の再評価と言う以上は活断層の評価とか、いろいろ内陸のこれまで進められてきた評価の基準みたいなものが多分あると思うのですが、そういうことも根本的に見直しましょうという考え方なのでしょうか。

○高田主査 この内容についてはいかがでしょうか。

○小林耐震安全審査室長 1 つは原子力安全委員会の方から応力場の変化による断層の再評価について、バックチェックの中で改めて議論してくださいというような指示が 4 月 28 日にございまして、その指示に対応するような検討をしたいということが 1 つございます。勿論、今泉先生御存じのとおり井戸沢断層とあの辺の関係についても今、鋭意調査を進めているところでございまして、その結果を踏まえたような再評価をしていきたいというのが 1 つございます。

もう一つの観点からは、活断層そのものの評価の仕方にもつなげられればいいなと思っています。当面は応力場の変化によります井戸沢断層、湯ノ岳断層の調査結果に基づいた再評価を進めていきたいと考えてございます。

○今泉委員 これは多分、では福島第一とか第二に限った話ということと理解していいですね。これは例えばほかのいろんなサイトもございますけれども、そういうもの全体への影響等を含めた断層の再評価というふうには考えなくてよいというお考えなのですか。

○小林耐震安全審査室長 今まさに井戸沢と湯ノ岳断層について調査しているところでございまして、その結果に応じてだと思えます。それがやはり全国展開するような結果になれば当然評価していかなければいけないですし、あそこの地点特有なものであれば限定されたものとなると思えますので、その辺は評価の結果を待ちたいなと思えます。

○今泉委員 人によっては今回こういう応力場が大きく変わったことによって、たまたま井戸沢が動いたけれども、もっと例えば糸静線だとか立川断層だとか、そうしたところだって動くのではないかと、もっと広い範囲でいろんなことを議論されていますね。そういう点で例えば断層の再評価をお考えになっているのかと思ったのですが、井戸沢だけに限ったところで何かわかることがあるのでしょうか。そういう問題も視野に入れられているのかどうか。その辺、保安院としての考えを伺いたいと思っています。

○小林耐震安全審査室長 勿論あそこの地点だけの結果ではなくて、安全委員会自体の指示も全サイトについても一度再評価といいますか、評価の見直しをすべきという指示でございますので、一つひとつ丁寧に各サイトごとに評価をしていきたいと考えてございます。

○高田主査 佐竹委員、お願いします。

○佐竹委員 今、今泉委員は活断層についておっしゃったんですが、津波の方も同じだと思うんです。そのすぐ上に連動による地震・津波の評価ということで、例えば今回のモデルで今回の再現はできると思うんですけれども、それをどう生かすのかということになると、要するにそもそもどういうことを想定するかということが問題になってきて、これはそんなに簡単ではないと思うんですが、要するに今後に関して地震調査研究推進本部とかほかのところでもいろいろやっていますけれども、ここでどの程度まで視野に入れているのか、ゴールはどの辺なのかということを教えていただけますか。

○小林耐震安全審査室長 今、佐竹委員がおっしゃられたように、地震調査研究推進本部、中央防災会議などといったところも議論が進んでいるところでございますので、そういった意味で連動による地震・津波の評価というのは、第二段階の中でも少し時間をかけてやるようなことかなと思っています。ただ、今、申し上げた関係機関の方の議論が進めば、こちらの方でもある程度の検討が進むのではないかと、スケジュール感はまだ持っておりませんが、他の関係機関との調整を図りながら評価をしていくこととなると考えてございます。

○高田主査 藤原委員、どうぞ。

○藤原委員 同じようなことなんですけれども、今回の地震を解析、再現して、そこから新しい知見を得るという行為と、今後新たに起こるであろう地震を予測する行為の間にすごいギャップがある。

今回の地震の後で我々が改めて思い知ったのは、予測と再現というものに関して我々が持っている知見からすると大きなギャップがあって、そこを埋めるのは単に現象を解明するという努力だけでは、当面は実用的な知見を得られないのではないか。そこで不確かさをどの程度考慮して、それを定量化して、どういった対策に生かすのかという部分を議論しないと、短い時間の中ではだめなのではないか。

バックチェックの中では基準地震動を定めるところでも、基本的なケースに加えて不確かさは考慮したケースということで、若干のそういった上乘せ、不確かさを考慮することも行われていましたけれども、そこがきちんと定量化されていたわけではないし、今回の事象を踏まえると相当の部分、そういった不確かさ、不確実性をいかに評価の中に定量的に取り込んでいくのかというところが、論点になるのではないか。そういった部分をもう少し明確に書いておいた方がいいのではないかと思います。

○高田主査 私も全く同じような意見です。

それと外力を決めるというところだけに不確かさを考慮するというだけではなくて、やはり不確かさがあるのはそれを建屋側でとか、建物の機器の設計の方でも余裕を考えるわけですから、やはりトータルで見ていかないといけないと思っております。

まだいろいろあろうかと思いますが、次の資料に行かせていただいて、また御意見いただければと思います。

それでは、次の資料は1－3－1です。

○小林耐震安全審査室長 1－3－1、1－3－2、1－3－3を続けて御説明させていただきます。

これは先ほどちらっと申し上げましたように、それぞれの被害状況について写真、図面等を中心に簡単にまとめたものでございます。

資料1－3－1が福島第一、第二原子力発電所の被害状況でございます。

1 ページ目、2 ページ目についてはそれぞれの発電所の概要でございます。1 ページ目が1 F の状況でございまして、1 ～ 3 号機が運転中とか、そういったことをまとめてございます。これについては割愛させていただきます。

3 ページ目は地震の概要でございます。基礎マットの上のところで最大1 F の2 号で水平 550 ガルという最大値が観測されてございます。

4 ページについては、先ほど黒木審議官の方から説明したものでございますので割愛させていただきますけれども、これはあくまでも基礎マット上での最大加速度値でございます。別途床応答スペクトル上での比較については、詳細資料を提示させていただくことにさせていただきます。

5 ページ目も先ほど1－1の資料で提示されたものでございます。1 F は 15m の浸水高



でございますけれども、ここでは浸水高と称させていただいていますが、2 Fについては約 7 m。

6 ページ目も資料 1－1 で書かせていただいたものでございまして、詳しい浸入経路、浸水経路等については次回以降また御説明させていただきます。

7 ページ目が福島第一の津波が襲来したときの写真でございます。上が 5 号機の近傍から東側の海を撮影したものでございます。その下がタンクの水没状況。タンクの高さは 5.5m ございますけれども、これの水没状況でございます。

8 ページ目は津波の襲来後でございます。3 号機の海水ポンプエリアの近く、5 号機、6 号機の取水設備周辺を撮影したものでございます。

9 ページ目は福島第二でございます。第二の方は特に南側からの浸水ということで、この写真の位置がちょうど集中的に遡上していた場所を撮影したものでございます。

1 F、2 F は簡単でございますが、このような被害状況をまとめたものでございます。

資料 1－3－2 は女川でございます。

1 枚めくっていただきますと、ここでは全景が書いてございます。2 号機、1 号機、3 号機というような配置になってございます。

3 ページ目は外部電源の状況でございます。地震直後でございますけれども、ここに書いてございますように、それぞれの線で回線が停止している。松島幹線の 1 回線が正常に動いた。下に書いてございますけれども、地震時には非常用ディーゼル発電機はすべて健全ということで、津波によって 2 号機 B 系のディーゼルが使用不可になった。これは後ほど出てまいります。

4 ページ目につきましては、津波高さは約 13m ございまして、敷地高さが 13.8m ございましたけれども、取水路から経由して 2 号機の原子炉建屋付属棟の方に海水が流入したということで、これも後ほど図面が出てきます。

5 ページ目は波高計でございます。常時観測潮位計はだめになりましたけれども、バックアップの潮位計が生きておりまして、その波高記録でございます。約 13m の最高水位が観測されてございます。

6 ページ目は、それぞれの地震発生前後のプラントの状況を示してございます。1 号機、3 号機が運転中、2 号が定検中で起動中でした。すべて「止める」「冷やす」「閉じ込める」は健全に機能したということでございます。

7 ページ目の設備の被害状況は割愛させていただきまして、8 ページ目は敷地の下の部分と海のところに置いてありました、重油貯蔵タンクの津波の後の倒壊した現場でございます。重油タンクについては補助ボイラに使う燃料供給設備です。

9 ページは高圧電源盤の火災ということで、これは地震の揺れで短絡、地絡してアークが発生して、高圧電源盤の火災が起きたということでございます。

同じく 10 ページ目が 9 ページ目の高圧電源盤の火災に伴って、非常用ディーゼル発電

機の界磁電圧制御回路が損傷したというようなこともございました。

11 ページ目は海水の流入ということで、上の図が女川原子力発電所のポンチ絵でございまして、敷地高さが 13.8m ございまして、津波の潮位記録では約 13m ございましたけれども、下の取水路を伝わってレベル計の穴を伝わって海水が海水ポンプ室に流入して、更に配管ケーブルの洞道を経て、付属棟の方に海水が流入したということで、2 号機の B 系の補機冷ポンプが使用不可になったということでございます。

12 ページは今、申し上げましたレベル計の閉止板の取り付けでございまして、津波対策でございまして、海水の流入が起らないように既に施工をしてございます。

13 ページは S クラスではございませんけれども、タービン関係の点検状況でございまして、軸受台の浮き上がりが見られるとか、14 ページを見ますと動翼と静翼との一部に接触による摩耗等が見られたということでございます。

15 ページがその他の被害状況でございまして、中央制御室の天井化粧板の脱落といったものが見られた。それから、舗装道路の陥没が見られたということでございます。

16 ページが主要建屋のクラックの状況でございまして、原子炉建屋の S クラスのものについては幅 1 mm 以上のクラックはございませんけれども、オペフロ棟の上層階で幅 0.3mm 以上のクラックが発生しているのが、1 号機、3 号機にはございました。

一番最後のページが屋根トラスの状況でございまして、これについては若干 2 号機とか 3 号機につきまして、2 次部材（サブトラス等）でボルトの緩みといったものが見られたということでございます。

1－3－3 は東海第二発電所の被害状況でございまして。

1 枚おめくりいただきますと、東海第二発電所については運転中でございまして、今回の地震によりましてタービン軸受震動大で原子炉が停止してございます。

2 ページ目が地震観測記録の概要でございまして、後ほど詳細には説明いたしますけれども、地震観測記録により床応答スペクトルにつきまして、一部設計を上回っているというものが見られました。後ほど詳しく別の資料で御説明させていただきます。

3 ページ目の津波の痕跡高でございまして、日立の水準点 H.P. で言うと高さは 5.7～6.2 ということで、図面が見つろうございますけれども、海側の方から浸水して 5.7～6.2 の高さまで痕跡高は認められたということでございます。

4 ページ目、東海第二におきまして波高計が生きておりまして、この観測記録では最大 5.5m の高さの水位が観測されております。

5 ページ目は、S クラスではございませんけれども、タービン施設とかそういったものについて損傷を受けているということで、低圧タービン等につきまして基礎ボルトの緩み、摺動痕といったものが見られたということでございます。

6 ページがその辺の低圧タービン動翼の摺動痕の状況でございまして。

7 ページは蒸気タービンでございまして。

8 ページが主発電機の接触痕等の写真となります。見つろうございますけれども、こう

いったものが見られたということでもあります。

9 ページは変圧器からの絶縁油漏れということで、わずかに放圧管から排出が認められたということでございます。

10 ページ目以降が先ほど出ました津波による海水ポンプの浸水状況ということで、12 ページを見ていただきたいと思います。12 ページに、既にこのサイトは先ほど言いましたように茨城県の発表等に基づいた津波高さに応じて、海水ポンプ室について側壁の嵩上げ工事とか、貫通部の封止工事を実施しておりました。ほとんどが完成しておりましたけれども、北側の一部の貫通部の封止工事について完了していない状況でございました。この部分から海水が浸入してきて、ポンプエリアに入ってきたということございまして、10 ページに戻りますと、ポンプ室の3 台ある非常用ディーゼル発電機用の海水ポンプのうち、1 台について自動停止したということでございます。ほかの2 台は生きてございましたので、福島のような事態には至らなかったということでございます。

11 ページが津波による取水口電気室の浸水状況でございます。こういった形でプリント基盤等が浸水したというものでございます。

被害状況について簡単でございますけれども、私の方からの説明は終わらせていただきます。

○高田主査 どうもありがとうございました。

被害状況について御質問、御意見いただければと思います。

○阿部委員 致命的な話ではないと思うんですけども、福島の資料と女川の資料には営業運転の開始年月日の記載があるのですが、東海第二については私が見落としているのかもしれないんですけども、そのインフォメーションがないように思うんですが、教えてください。

○小林耐震安全審査室長 済みません、平仄がそろっていませんでした。次回以降また説明させていただきます。

○高田主査 ほかにいかがでしょうか。西川委員、お願いします。

○西川委員 東海にタービン架台の被害の状況が出ていますが、タービン軸受とかその辺りというのは、クラスとしてはBになるんですね。地震のたびにこういう被害を受けていたと思うんですが、これをどうするか。大事故にはならないからいいというものもあるのかもしれないんだけど、こういう損傷の状況として出てくると目立つわけです。何か月か直すのにかかるわけでしょうから、この辺りの耐震性の検証というのは何かおやりになった方がいいのではないかと思うんです。

大した地震でなくてもタービン軸受がずれたりするのは、今までの地震でいっぱいあるんだと思うんです。被害状況はといってこういうものを毎回見せられても、またかという感じもするんですけども、是非その辺りどうしたらいいのか。これについては耐震設計をどうやられているのかよくわからないんですが、是非お願いします。

○高田主査 どういう対応になっていますか。

○小林耐震安全審査室長 Bクラスですけれども、動的機器でございますので、設計上の配慮は難しいと思います。あと、我々原子力という観点ですと原子力圧力バウンダリではないということでSクラスにしていけないんですが、事業者の対応としてこういう設備が稼働していないという状況を踏まえると、事業者なりに工夫といったものが将来的には必要ではないかと個人的には思います。

○西川委員 Ssでどうのということではないんですが、あまり大きな被害にはならないように。同じところがいつも被害を受けますね。だからその辺りもわかっているわけだから、何かの対策は必要かなという感じは思います。

○高田主査 安全とは違う視点ですけれども、重要なところですね。

ほかいかがでしょうか。松山委員、お願いします。

○松山委員 この福島の津波の挙動で、この資料ではなくて1-1の資料に少し書いてあった話で、第一波が到達4mで、その後、第二波が浸水高さ15mと書いてあるんですが、第一波到達の高さ4mというのはどうしてわかったのか。何か記録があったのか、教えていただければと思います。1-1の4枚目の事故の経緯とポイントという、中の表の中に赤字で書いていただいているところです。

○木下安全審査官 福島第二は波高計が一部生き残ってございまして、最初の第一波4mという記録がとれてございます。その後、第二波7mくらいまではとれているんですが、それ以降は途切れてしまっていて、記録がとれていない。第一波だけがわかっているということです。

○松山委員 わかりました。ありがとうございます。

○高田主査 ほかいかがでしょうか。

私の方から、各発電所でビデオの映像みたいなものは撮れていないのですか。波の解析の計算だとか、どういうふうに浸水していったかとか、そういうものがわかると思うんです。単に最大値だけではなくて映像みたいなもの、モニターみたいなものからデータはとれているのでしょうか。

○小林耐震安全審査室長 多分モニター等で撮れているところもあるとは思いますが、ちょっとまだ確認はしていません。できるだけそういったものもこの場で見ていただけるものは見ていただいて、解析に資すればいいかなと考えております。

○高田主査 佐竹委員、どうぞ。

○佐竹委員 今に関してですけれども、1-3-1の例えば福島第一の写真、津波の襲来時の時間はわかるんですか。これは非常に重要なことです。

○御田上席安全審査官 次回の意見聴取会で津波をやろうと思っていまして、それについてはここに時間を入れたような形で資料を今、作成しておりますので、次の資料のときに説明させていただきたいと思います。

○高田主査 今泉委員、どうぞ。

○今泉委員 できれば津波は各原子力サイトだけではなくて、その周辺でどのくらい遡上

高があったのかというのも、是非資料として入れておいていただけないでしょうか。

というのは、例えば第一のところはもともと台地のところを掘り込んでいます。掘り込んでわざわざ人工的にリアス的な海岸を形成させています。そのことによる効果がどの程度あるのか。周辺と比較すると、周辺はそんなに上がっていないのではないかという気がするのです。そういう問題もこの機会にちゃんと検証した方がいいのではないかと思います。なので、広い範囲でサイトの周辺は特にデータを集めて、既に津波の遡上高に関してはいろんな人たちがデータを出していますので、それも併せて見ればわかると思います。

○高田主査 貴重なコメントありがとうございます。松山委員、どうぞ。

○松山委員 今のことに関連します。私も福島周辺 20km が立入禁止になっていて、原則入っての調査ができていないというのが現状で、先ほどの資料を見ると衛星のデータをベースに浸水域を出されて、その標高なんかを参照はされているんですけども、実際の津波の高さは、実は第一の周辺はちゃんとしたことがわかっていないというのが実情なので、なかなか放射能の関係もあるのでいい時期とか何かあれば、そういう調査なんかも。比較的手がつかない分、まだ痕跡高調査は可能だと思います。私も先週、南相馬辺りまで行ったら、まだ随分高さの跡がわかるような状況でしたので、いつという話はできないかもしれませんが、いずれそういうことも考えればと思います。

もう一点、今、掘り込みの話もあったんですが、福島第一とか第二は断崖絶壁の埋立地ということで、福島第二なんかですと昔、こういう埋立の港湾だとどうしても突堤の根元が非常に津波の高さが大きくなるような傾向で、1-3-1の6ページ目の非常に集中的に遡上した場所というところがあって、これは別に第二特有ではなくて、いろんな埋立地とか突堤の根元はほとんどこういう状況で大きくなるということが、ほかの埋立地を見ても私の印象としてはありますので、その前の資料で津波対策、防潮堤の有効性を考える上では、シミュレーションなんかでこういったことも考慮して是非、単純に高さだけで全部周りを囲うというようなことよりも、少し有効的なやり方があると考えています。

以上です。

○高田主査 どうもありがとうございました。ほかよろしいですか。

それでは、次の資料の説明に移りたいと思います。

○御田上席安全審査官 1-4-1でございます。福島第一、福島第二の地震観測記録の分析でございます。

1 ページには今回の地震の概要ということで、諸元等をお示ししてございます。

2 ページは今回観測した観測記録の状況ということで、福島第一の方を見ていただきたいんですが、観測点に比べて余震取得データで若干とれていないところが今回ございました。地震計は設置してあったんですけども、伝送ができなかったという状況でございます。

4 ページは、福島第一原子力発電所の地震観測地点の配置をお示ししてございます。地盤系が北と南にございます。原子炉建屋、タービン建屋でございます。

5 ページが自由地盤観測系の設置位置、PS 検層の結果等をお示ししてございます。

6 ページは自由地盤系の最大加速度記録をお示ししてございます。自由地盤系については5地点で観測してございます。

それぞれの加速度時刻歴波形を7～12 ページということで、それぞれお示ししてございます。

13 ページは自由地盤系における速度応答スペクトルということで、震度別に応じて速度応答スペクトルをお示ししてございます。

14 ページが北地点でございます。

15 ページは解放基盤表面位置における速度応答スペクトルということで、この応答スペクトルにつきましては解放基盤表面-200 でございますけれども、地中波ということではぎ取り波ではございません。ただ、今は比較するものがございませんので、このはぎ取り波ではない地中波と Ss の応答スペクトルの比較をお示ししてございます。

16 ページは先ほどから御説明がございましたけれども、基礎マット上での加速度記録と Ss の比較でございまして、EW 方向の2号、3号、5号で Ss を超えていたということでございます。

17 ページ、今度は建屋の中での時刻歴波形でございます。見ていただいて変だとすぐ思われると思いますけれども、1～6号の 6-R2 という地震波につきましては、途中で観測記録が途切れてしまっている。全部記録がとれなかった。これについての要因分析は後で御説明させていただきます。

18 ページ、19 ページはそれぞれ時刻歴波形をお示ししてございます。

20 ページは基礎マット上での床応答スペクトルをお示ししてございます。太い黒の実線が今回の観測記録、細い方が Ss でございます。床応答スペクトルを見ていただきますと1～6号、特に2号、3号、5号辺りは0.2～0.3秒辺りで Ss を超えているような状況でございます。

21 ページを見ていただきますと、これは EW 方向でございますけれども、EW 方向につきましても0.2～0.3秒辺りにかけて、今回の地震が Ss を上回っているという形になってございます。

22 ページについては UD 方向でございます。

結論といたしましては、最大加速度については2号、3号、5号の一部で超えた。床応答スペクトルにつきましても、やはり主要周期帯では2号、3号、5号は超えていますけれども、昨日開催しました意見聴取会では、それらの影響を含めて地震応答解析を行って、建物、機器・配管等について耐震性への影響はなかったという御説明をさせていただきました。

続きまして第二も全く同様でございます。第二についても特に地震観測記録が Ss を上回ってございませんので、御説明は時間がございませんので省略させていただきます。

一番最後 42 ページをお開きください。地震観測記録の一部が中断している事象という

ことで、先ほど 1 F 1 の観測記録が途中 130～150 秒で途切れているということを御説明しましたが、何で止まってしまったかの理由でございますけれども、不具合が 2 つあったということで、トリガーレベルというのがあって、トリガーレベルを超えると地震動を観測し始めるんですが、トリガーレベルを下回るとその時点で観測記録が一定時間後に終了するというプログラムになってございます。今回は本来すごい長い時間地震が継続していたにもかかわらず、トリガーレベルを一度下回ったために、それからトリガーレベルを超えた地震動が観測されても、再度復帰しなかったということで不具合がございました。

43 ページを見ていただきますと、観測記録で不具合のあった観測記録、ちゃんととれたところをお示ししておりますけれども、1 F の 6 号、2 F の 1 号、2 号は完全にとれているんですが、それ以外のところは不完全であったということでございます。

44 ページは、であったとしてもどうだったかということなんですが、観測記録については途中で時刻歴波形は確かに切れてしまったんですけれども、最大値はどこであったかということだけはわかっているということで、最大値がこの時刻歴波形の中でどこで得られているかということをお示した図が 44 ページですが、基本的にはすべて時刻歴波形がとれている位置で最大記録がとれていたということで、影響は余り大きくなかったということでございます。

45 ページに中断した記録と完全な記録の比較、影響が本当になかったかどうかということとの比較でございます。これは 1 F の 6 号機の基礎のところでございますけれども、近接した場所に 6-R2 と P3 という地震計がございました。なので、それぞれで観測記録がとれているものですから、それで右側を書いてございますけれども、その床応答スペクトルを作成して、比較したものでございます。ほとんど同じような線になってございますので、影響は非常に小さいということでございます。

この説明は以上でございます。

○高田主査 続けて 1－4－2 も御説明をお願いします。

○木下安全審査官 引き続きまして、地震・津波 1－4－2 の資料で、東北電力の女川原子力発電所の観測記録について御説明させていただきます。

開いていただきますと、今回の 3 月 11 日の地震の概要について記載をさせていただきます。これはもう既に御存じのことかと思っておりますけれども、発電所からの震源距離としては 125km ということで、最も近いということでございます。

3 ページは女川原子力発電所の敷地地盤の地震計の設置状況でございます。比較的奥の方に設置されてございまして、この O.P.-128.4m から順次 4 点ほど地中の地震計を設置しているというようなことでございます。

4 ページは、それぞれ得られた地震波形を示してございます。

5 ページについては鉛直方向の波形を示させていただいております。

6 ページ、7 ページにつきましては、それぞれ得られている地震観測記録の応答スペクトルを示させていただいております。

7 ページは O.P.-8.6m の位置の応答スペクトルと基準地震動の比較。こちらも福島と同様ではぎ取り波ということではありませんけれども、御参考までに掲載してございます。

8 ページは今回の最大加速度値の最大値を示させていただいております。Ss の応答値を超えているところにつきましては赤い四角、黄色く塗っているところですが、その部分については Ss に対する応答値を超えているようなところがございます。

9 ページにつきましては最大加速度値の分布、水平方向のものを示させていただいております。

10 ページにつきましては、鉛直方向の最大加速度値の分布を示させていただいております。

11 ページは建屋の中の地震計の設置状況について記載してございます。基礎版上、1 階、5 階、屋上にこのような形で地震計が設置されている状況でございます。

それぞれ得られた波形につきましては 12 ページに NS 方向、13 ページには EW 方向、14 ページが鉛直方向ということで、こちらは基準地震動とともにプロットさせていただいておりますが、一部周期帯で若干 Ss を超えているところも見られるということでございます。

同様に 15 ページは女川 2 号機の地震計の設置状況でございます。ほぼ同じように基礎版上、1 階、3 階、屋上に設置されております。

16～18 ページはそれぞれ NS 方向、EW 方向、鉛直方向のスペクトルを示させていただいております。こちらもおおむね Ss の範囲に入っておりますけれども、一部の周期帯で若干超えているようなところもございます。

19 ページは女川 3 号で、同様に地震計の設置位置を示させていただいております。

20～22 ページは NS 方向、EW 方向、鉛直方向それぞれのスペクトルを示させていただいております。

23 ページはまとめでございますけれども、先ほども申し上げましたとおり、若干周期帯によって Ss を上回るような箇所がありますが、おおむね基準地震動と同等以下となっていると考えてございます。

女川につきましては 3 月 11 日の余震ということでしょうか、4 月 7 日にも比較的大きな地震がございましたので、そちらの方についても得られた観測値をそれぞれ示させていただいております。設置位置等は先ほど御紹介したものと変わりません。

26 ページに水平方向、27 ページに鉛直方向の波形を示させていただいております。

28 ページ、29 ページにつきましては、それぞれの震度別のスペクトルを示させていただいております。

30 ページは 4 月 7 日の地震のときの観測記録の最大値を示してございます。特にこの地震のときには鉛直方向の方が Ss に対する応答値を超えている状況でございます。

31 ページは、そのときの最大加速度値の分布を示させていただいております。

31 ページは水平方向、32 ページにつきましては鉛直方向を示させていただいております。



す。

33 ページは先ほど御紹介しましたとおり、女川 1 号の地震計の位置を再掲してございます。

34～36 ページに NS 方向、EW 方向、鉛直方向の応答スペクトルを示させていただいております。こちら若干 Ss を超えているような周期帯もあるということでございます。

37 ページは女川 2 号の設置位置です。

38～40 ページは NS 方向、EW 方向、鉛直方向。こちら 1 号と同様な形でございます。

41 ページは女川 3 号の設置位置でございます。

42～44 ページに NS 方向、EW 方向、鉛直方向の応答スペクトルを示させていただいております。

こちら 45 ページにまとめと書かせていただいておりますけれども、先ほどの 3 月 11 日の地震と同様、若干周期帯によって Ss を上回るような箇所がありますが、おおむね基準地震動と同等以下となっていると考えてございます。

雑駁な説明で恐縮でございますが、以上でございます。

○小畑安全審査官 それでは、続きまして 1－4－3 の資料、東海第二発電所の地震観測記録の分析についてという資料について説明をいたします。

先ほど先生から御質問いただきました、東海第二発電所の着工、運転開始時についてですけれども、残念ながら今日の資料には添付しておりませんでして、昨日の建築物・構造の方では添付させていただきましたので、ちょっと読み上げさせていただきますと、BWR Mark-II の 110 万 kW で、着工が昭和 48 年 6 月、運転開始が昭和 53 年 11 月ということです。これを今回申し上げました理由の 1 つは、この後、説明いたします今日の日付といいますか、年月をお聞きになられておわかりのように、耐震設計審査指針ができる前のプラントです。

先ほどの福島、女川の説明では Ss に対する比較を示しましたがけれども、これは実は耐震設計審査指針が 18 年 9 月に改定された後、耐震バックチェックというところで見直して新たに設定した Ss に対しての比較ということですが、東海第二発電所も同様に Ss との比較をするんですが、最後の方の資料で弁解がましい説明をすることになるかと思っておりますけれども、当初の設計ではそれよりも高かったというのは、そういうふうな設計だということです。それは先ほど先生方の議論の中で、不確実さをどういうふうにとらえるかというときに、先人たちといいますか、十分な地震動、建屋の設計、減衰がわからない時代に設計した人たちが、どういうところに不確実さを設けて安全側に設計していたかということを示す、1 つの教訓ではないかと思っておりますので、それを踏まえながら説明していきたいと思っております。

1 ページ目は今回の東海第二発電所の位置ですけれども、震央距離 270km です。通常 270km ですと、あまり Ss を超えた超えないという議論をするような話ではないのかも思いませんけれども、一応 270km だという前提でお聞きいただければと思います。

2 ページ目に地震観測の状況ということで、敷地地盤に4点の観測点、原子炉建屋に8点という観測点がありますが、それ以外にタービン建屋、復水貯蔵タンクの基礎、Cクラスの建屋ですが、使用済燃料乾式貯蔵建屋にも観測点を設けておりまして、その記録もとれております。今日の資料にもそれが入っておりますので、後ほど紹介したいと思います。

4 ページ目にそれぞれの位置関係が記されております。建屋系では原子炉建屋がほぼ中央にありまして、これから紹介する地盤の記録というのは図面では南の方にありますポイントです。すぐ西隣に使用済燃料乾式貯蔵建屋の記録があるということで、ごらんいただければと思います。

5 ページ目が地盤系の地震観測点ということで、地表から地中 E.L.-372m まで4点の観測を行っております。この後の議論になるかと思いますが、基準地震動を設定します解放基盤表面は、ここにありますように E.L.-370m のところにせん断速度 700m/s 以上の地盤が存在しますので、そこで基準地震動を設定しているということです。これがいわゆるはぎ取り解析で求める基準地震動となります。

6 ページ目は地盤系の加速度記録ということで、NS の最大が 569 ガルが記録されているということです。

7～9 ページはその波形です。

10 ページが地盤系の深さ方向でのそれぞれの応答スペクトルを NS、EW、UD で示しております。

11 ページが先ほど申しました解放基盤表面位置相当におけるスペクトルということで、これははぎ取りをする前の E+F のスペクトルと、新たに設定しました基準地震動  $S_s$  との比較です。 $S_s$  は最大加速度 600 ガルのスペクトルで、実際にこれを後ほどの作業ではぎ取り解析等行いますと、基準地震動の大きさとの比較ができるかと思います。

12 ページ目に観測記録と、 $S_s$  による建屋の応答と、当初設計時という耐震設計審査指針ができる前に設計者が行った設計との比較を示しております。後ほど詳細にデータについては分析した結果をお示ししますが、特徴的なものとしては建屋方向では1階おきに4点の観測点を設けておりますとともに、12 ページの右下のところにありますように、基礎版上では4点の、具体的には RB11～14 ですが、4点の地震観測装置を設置しているということで、基礎版のロッキングですとか、極端な話、ねじれ等も含めた分析もできるようになっております。

13 ページからは建屋でとれた記録です。これも詳細は省略します。

16 ページ目からが、とれた記録の加速度応答スペクトルを示したものです。こちらも詳細は省略いたします。

19 ページに示しておりますのが、先ほど冒頭で紹介しました原子炉建屋以外のものです。タービン建屋と復水貯蔵タンクと使用済燃料乾式貯蔵建屋の1階と、観測によっては屋根の応答も示しております。

20 ページからは波形と応答スペクトルを示しております。

26 ページは地震観測記録による設備の耐震安全性ということで、主として建築物・構造の意見聴取会の方で詳細な議論をすることになるんですが、先ほど申しましたように基準地震動  $S_s$  と当初設計の建屋の応答ということでござんいただきますと、今回の観測記録はそのグラフで実線で示している部分です。 $S_s \cdot D_H$  というのが点線で示しているもので、一点鎖線が設計時ですが、これは  $S_s$  と比較するものではなくて、どちらかというと新しい指針では  $S_d$  に相当するもので、180 ガルの既往波、エルセントロですとかタフトを使ったものの応答です。ですから、もし  $S_s$  と比較する、点線と比較するのであれば、一点鎖線を 1.5 倍した 270 ガル入力に対する応答と比較するということです。

東海第二につきましては、当初の設計者というのはこういう地震応答解析結果で設計していたということを、これで御確認いただければと思います。

27 ページがその応答スペクトルです。先ほどの福島、女川と同様、一部の周期帯で基準地震動  $S_s$  を上回る部分があるというのは、図で示しております赤い線と青い線が今回の基礎版上での応答加速度をスペクトルに直したのですが、それと点線を比較したものがそれに該当します。この点線は平成 18 年 9 月の指針の改訂を踏まえまして、バックチェックで設定した  $S_s$  ということですが、当初の設計であります黒い実線で示しておりますのは、何度も申しますが、180 ガル  $S_1$  相当のスペクトルですので、こういう比較をするときにはこれの 1.5 倍ということでござんいただければと思います。

考察では当初の設計で、0.65~0.9 秒のところで工認設計波による床応答スペクトルを上回っているということですが、これは弾性設計をするときの応答スペクトルですので、機能維持を考えたときには東海第二については、当初の設計がはるかに上回っていたということ、それから、基準地震動  $S_s$  というのはこういう設計を踏まえて、今から思ったら過小評価をしていたことになるのではないかという反省も出てくるのではないかと思います。

まとめが最後の 28 ページにありますけれども、今回は最大加速度では工認設計波、基準地震動  $S_s$  による加速度を下回っているということと、先ほど説明しましたように、一部の周期帯で工認設計波を上回っている、あるいは  $S_s$  を上回っているとはここには書いておりませんが、上回っているけれども、耐震設計上では問題のない応答であったということをまとめております。

1-4-3 の資料の説明は以上になります。

○高田主査 どうもありがとうございました。

この 3 つの資料について意見、コメントをいただきたいんですけども、残りの説明していない資料は今日は時間がないのでもうやりません。また次回に回したいと思います。

○西川委員 福島の記録の件なんですけど、途切れているものがありますね。それで自由地盤系もとれていて、6 号機もとれていて、応答スペクトルで見れば最大値は余り変わらないという話でありますけど、自由地盤もそうですけれども、記録だけとれている 6 号だけを見てもわかるんですけど、ほかの女川とか日本原電と比べて、ある大きさの振幅を持った波

が 50 秒とか 60 秒ずっと続いています。そういうところを考えると繰り返しとか疲労とか、例えば機器のチェックなんか IVAS なんかに入っていると、それがある繰り返しを受けたときにどうなるかという検討をするには、エネルギー的にもある程度継続時間を考えないといけないのではないかという感じがして、最大値だけではなくて継続の長い波が必要ではないかと思うんですが、自由地盤系ではとれているので、それを持ってきて建物の方の波に見てみて、合わせて、大体継続時間が長いものができるのではないかと想像するんですが、そういう努力も必要なのではないかと思うんです。

そうしないと、建屋の中の機器系をチェックするときに、短いものでやって最大値がどうですと言われても、はっきりしたことはわからないのではないかなと思います。

○高田主査 今のは対応できそうですね。

○御田上席安全審査官 指示して、対応させていただきたいと思います。

○高田主査 ほかいかがですか。

東海第二の方ですけれども、小畑さんの方から過去の設計が非常にコンサバになっていたというお話だったんですが、このときの静的地震力というのはどうなっていたんでしょうか。

○小畑安全審査官 静的地震力につきましても耐震設計審査指針の改訂版では、いわゆる層せん断力という 3Ci というせん断力を基礎版上で、あるいは地表面レベルで 0.2 の 3 倍の 8 がけということで 0.48 以上ということでしたけれども、この当時は 3Ch という、いわゆる本当の地震力、慣性力に対してやっておりますので、新しい指針に比較すると約 2 倍ぐらいの静的地震力を考慮していたことになります。

○高田主査 そうすると、静的な方が設計を決めていたというわけでしょうか。

○小畑安全審査官 このサイトの設計では、ほとんど同程度であったと思います。

○高田主査 ほかはいかがでしょうか。佐竹委員、どうぞ。

○佐竹委員 福島の波形が切れているというのは非常に残念で、その理由としてソフトの不具合というものがあったということなんですが、例えば 45 ページを見て、本当にここで閾値を下回っているのか。それだったら例えば 90 秒ぐらいでも止まってしまうのではないかという気がするんですが、要するに完全な記録をこの不具合のソフトに入れてそうなるかという検証というか、確認はされているのでしょうか。

○御田上席安全審査官 地震観測計のお話でよろしゅうございますか。

今回、理由はまさに完全な記録がとれている地震計と、とれていない地震計の設置者のメーカーが違いました。観測記録を途切れさせてしまっている地震計を設置させているメーカー、一部はちゃんと記録がとれているものもあるんですが、そのメーカーのプログラムの不具合があったために、幾つもの地震計で観測記録が中断してしまいました。

これはたまたま隣接した位置に、違うメーカーでちゃんと観測できるものがあったものですから、地震計としてはそもそもそういう不具合があるプログラムを持った地震計を設置してしまっていたということなんです。

○佐竹委員 不具合があったというのはわかったんですが、これで説明できるということですか。例えばそこに完全な記録がとれているものを入れてみても、不具合が再現できるかということです。

○高田主査 不具合状態が再現できるかどうかということですね。地震計のプログラムが、本当にそこが悪かったのかということが言えるのかどうかということだと思います。

○御田上席安全審査官 同じ事象が必ず起こるかという御指摘でございますでしょうか。

今回は同じ地震計を持っていて、東京電力はトリガーレベルを1ガルにしていました。東海第二も同じメーカーでトリガーレベルを8ガルにして設定していたところがあります。トリガーレベルを8ガルにしている方は、すべての地震を完全に記録することでできています。ここはトリガーレベルを非常に小さくしてしまったために、観測記録が早く中断してしまったということがあるので、そういう意味で言うと全部の地震計で同じようにトリガーレベルを小さくしているところはとれておりませんので、そういう意味での再現性はあるのではないかと思います。

○高田主査 よろしいですか。翠川委員、お願いします。

○翠川委員 福島記録の資料の23ページ目のまとめのところに、一番最後で一部の周期帯域で上回っているもの、おおむね同程度ということが、この表現が私は気になって、おおむねというのがどのくらいの範囲をおおむねと呼ぶのか。例えば21ページの図面を見ると、3号機では周期0.3秒ぐらい明らかに大きいです。ただ、大きいものは大きいとちゃんと評価をして、これが安全性に問題がないということを確認していることは、また別途おっしゃっていただくということで、この辺の表現の仕方をもう少し注意していただいた方がよろしいのではないかと思います。

○高田主査 全くそのとおりだと思いますので、もう少し適切な言葉を入れていただきたいと思います。

○御田上席安全審査官 修正します。済みませんでした。

○高田主査 藤原委員、お願いします。

○藤原委員 地震動について、 $S_s$ とどういうふうな関係にあるのかということの最後の結果だけではなくて、例えば東海第二とか、この $S_s$ が決まるまでの過程でいろいろな試行錯誤をやりながら、その値が決まっていて、そのパラメータのとり方とかもいろんな判断が入っているんですが、結果としてはこうだった。ただ、そこで想定されていた地震像というのは今回起きたものとは大きく違うもので、結果がどうのこうのではなくて、その過程、そういったところで何が生じていて、どういう判断が誤ったり、どういう判断が改善可能か。そこはそれぞれのサイトで分析することが必要なのではないかと思います。

○高田主査 今後の検討に是非そういう形で反映いただければと思っております。

ほかいかがでしょうか。大体よろしいでしょうか。磯部委員、一言お願いいたします。

○磯部委員 2点ありまして、1点はこの会合のタイトルである解析結果の評価に関する

意見聴取という意味で言うと、やはり具体的な解析結果をここで議論するのがいいと思うので、私としては第一段階、第二段階というような、おおむねそういう構成でこれから議論していくのがいいだろうと思います。ただ、先ほどから御意見も出ましたが、全体像としてどうなっているのかというのを示してほしいと思います。

2点目ですけれども、津波の計算をやるときに先ほど出た地震のモデルから津波の波源モデルをつくって、そこから津波の伝播計算をして、それがすべて同じもので整合的にできるといいんですが、今の研究レベルからすると、すべてのことを一貫してやることはできないと思っています。

例えば津波だけのことに限っても、太平洋側、北海道から九州まですべて合わせようとすると、福島のところが必ずしもベストに合ってくるわけではないので、シミュレーションをやるときには目的をよく考えて、その目的に合ったようなモデルで少なくとも津波のシミュレーションをやっていただきたいと思っていまして、例えば福島第一、第二、女川、東海第二をやるとすれば、そこに合ったような波源モデルをつくって計算するのがいいだろうと思っています。

しかし、津波なので普通の波浪とは違って、汀線でも波向きを持ちます。普通の波浪であれば屈折してしまっ、汀線ではほぼ直角になってしまうんですが、汀線でもどちらか側に行くという波向きを持っていますので、そういうことからすると波向きによって高さだけではなくて、浸水する方向が違ってくるということが出てきますから、先ほども出た御意見で、できるだけ周辺の津波のデータがあるとすれば、それはできるだけ掘り起こす努力をしていただきたいと思っています。

以上です。

○高田主査 どうもありがとうございました。聞いてよかったです。

ということで、本日説明いただいた資料については、これで議事を終わりにしたいと思います。

最後に原子力安全・保安院から御提案があるということですので、説明いただきます。

○小林耐震安全審査室長 本日、地震・津波に関わる事業者からの報告の一部を御説明させていただいておりますけれども、委員の方々には現地でもいろいろ確認していただきたいと思っておりますが、いかがなものでしょうか。

○高田主査 現地にまだ行かれていない人もいますので、是非一度見て、自分の目で見るがいいのかなと思うんですけれども、いかがでしょうか。是非そういう方向で現地調査をやらせていただきたいと思います。

○今泉委員 福島ですか。

○小林耐震安全審査室長 福島も含めて3サイトです。特に発電所の中、いわゆるウォークダウンという点検の仕方があるんですけれども、こういったものを事業者に実施させていただいて、その結果を踏まえて委員の方々に現地調査をしていただきたいと思っていまして、具体的には今回の地震、津波によって建物や機器にどういう影響があったのかという

ところを中心に、目視で見ていただくのかなと考えています。

ただ、福島第一の場合ですと線量等の関係で見るところが限られてしまうということで、実施可能な範囲で現地調査を実施していきたいと思っております。

○高田主査 反対はないようですので、是非そういう形で実現できるようにしたいと思います。よろしくお願いします。

○小林耐震安全審査室長 それでは、事業者に対しましてウォークダウン等を実施して、その結果を私どもに報告していただいて、早々に現地調査の具体的なスケジュールをさせていただいて、先生方にお示ししたいと考えております。

○高田主査 どうもありがとうございました。

それでは、今日は時間になりましたので、これで終わりにしたいと思います。保安院の方から今後の予定等、事務連絡をお願いいたします。

○小林耐震安全審査室長 本日は長時間にわたり、御審議ありがとうございます。

本日の資料につきましては当方から郵送させていただきますので、机上に置いたままで結構でございます。

次回からの当面のスケジュールでございますけれども、少し密になって申し訳ないんですが、次回が 10 月 5 日水曜日の午前中でございます。これは先ほど来申し上げましたように、津波関係の評価を中心に議論させていただこうかなと思っております。

第 3 回目が 10 月 31 日月曜日の 14 時からとさせていただきます。場所等につきましては別途御連絡させていただきますので、よろしくお願いします。

保安院からは以上でございます。

○高田主査 今日はこれで終わりにしたいと思います。どうもありがとうございました。