

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第611回

平成30年8月7日（火）

原子力規制委員会

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第611回 議事録

1. 日時

平成30年8月7日（火） 13：30～17：25

2. 場所

原子力規制委員会 13階 会議室A

3. 出席者

担当委員

山中 伸介 原子力規制委員会 委員

原子力規制庁

山田 知穂 原子力規制部長
山形 浩史 緊急事態対策監
小野 祐二 安全規制管理官（実用炉審査担当）
小山田 巧 安全規制調整官
寒川 琢実 安全規制調整官
名倉 繁樹 安全管理調査官
岩田 順一 企画調査官
江寄 順一 企画調査官
中房 悟 上席安全審査官
深堀 貴憲 上席安全審査官
石井 徹哉 主任安全審査官
井上 超 主任安全審査官
植木 孝 主任安全審査官
岡本 肇 主任安全審査官
堀口 和弘 主任安全審査官
柏木 智仁 安全審査官
片野 孝幸 安全審査官

佐藤 雄一 安全審査官
 三浦 宜明 安全審査官
 御器谷 俊之 安全審査官
 菊川 明広 主任監視指導官
 小野 幹 安全審査専門職
 寺野 印成 安全審査専門職

東北電力株式会社

小保内 秋芳 原子力本部 原子力部 部長
 平川 知司 原子力本部 原子力部 副部長
 羽田 隆 原子力本部 原子力部 副長
 大宮 宏之 発電・販売カンパニー 土木建築部 部長
 大内 一男 発電・販売カンパニー 土木建築部 副長
 伊藤 悟郎 発電・販売カンパニー 土木建築部 副長
 土田 恭平 発電・販売カンパニー 土木建築部 主任
 堀見 慎吾 発電・販売カンパニー 土木建築部
 保坂 俊輔 発電・販売カンパニー 土木建築部

関西電力株式会社

吉原 健介 原子力事業本部 原子力安全部門 原子力安全部長
 中野 利彦 原子力事業本部 原子力安全部門 安全管理グループ マネジャー
 久我 徹 原子力事業本部 原子力技術部門 プラント・保全技術グループ マネ
 ジャー
 大槻 信行 原子力事業本部 原子燃料部門 原燃計画グループ マネジャー
 加藤 眞也 原子力事業本部 原子力発電部門 廃止措置技術センター 廃止措置計
 画グループ マネジャー
 石田 新一 原子力事業本部 原子力発電部門 燃料保全グループ リーダー
 古田 光法 原子力事業本部 原子力安全部門 安全管理グループ リーダー
 西田 泰信 美浜発電所 副所長
 澤田 治比外 美浜発電所 原子炉保修課長
 中西 孝文 美浜発電所 原子燃料課長
 中村 晃 美浜発電所 放射線管理課長

中井 忠勝	美浜発電所	安全・防災室	安全係長
橋田 憲尚	東京支社	技術グループ	マネジャー
高木 宏彰	原子力事業本部	原子力技術部門	原子力技術部長
苗村 昌嘉	原子力事業本部	原子力企画部門	シビアアクシデント対策プロジェクトチーム チーフマネジャー
堀江 正人	原子力事業本部	原子力技術部門	原子力土木建築部長
横田 克哉	原子力事業本部	原子力技術部門	土木建築技術グループ マネジャー
江田 学司	原子力事業本部	原子力安全部門	安全技術グループ マネジャー

九州電力株式会社

岡野 久弥	原子力発電本部	執行役員	原子力発電本部	副本部長
中牟田 康	原子力発電本部	(原子力建設)		部長
村山 晃	原子力発電本部			部長 (技術支援担当)
金子 武臣	原子力発電本部	(原子力建設)	副部長	兼 原子力発電本部 原子力建設グループ長
白尾 和也	原子力発電本部	原子力設備グループ		課長
今林 達雄	テクニカルソリューション統括本部	土木建築本部		設計・解析グループ 課長

四国電力株式会社

黒川 肇一	執行役員	原子力部長
古泉 好基	原子力部	安全対策検討グループリーダー
池田 和豊	原子力部	耐震設計グループリーダー

4. 議題

- (1) 東北電力(株)女川原子力発電所2号炉の設計基準への適合性について
- (2) 関西電力(株)美浜発電所の保安規定に係る審査について
- (3) 関西電力(株)、四国電力(株)及び九州電力(株) 特定重大事故等対処施設等の審査における課題と対応状況について
- (4) その他

5. 配付資料

- 資料 1-1-1 女川原子力発電所 2 号炉 土木構造物の解析手法及び解析モデルの精緻化について
- 資料 1-1-2 女川原子力発電所 2 号炉 設計基準対象施設について（第 4 条 地震による損傷の防止）（別紙-16 土木構造物の解析手法及び解析モデルの精緻化について）
- 資料 1-2-1 女川原子力発電所 2 号炉 後施工せん断補強筋による耐震補強について
- 資料 1-2-2 女川原子力発電所 2 号炉 設計基準対象施設について（第 4 条 地震による損傷の防止）（別紙-17 後施工せん断補強筋による耐震補強について）
- 資料 1-3-1 女川原子力発電所 2 号炉 指摘事項に対する回答一覧表（説明スケジュール）
- 資料 1-3-2 女川原子力発電所 2 号炉 説明スケジュール
- 資料 1-3-3 女川原子力発電所 2 号炉 説明スケジュール（前回ご説明（2018.7.26 審査会合）からの変更点）
- 資料 2-1 美浜発電所原子炉施設保安規定変更認可申請（使用済燃料ピットラック改造他に伴う変更）の概要について
- 資料 2-2 美浜発電所原子炉施設保安規定変更認可申請書審査資料
- 資料 2-3 美浜発電所原子炉施設保安規定変更認可申請書の補正について
- 資料 3-1 高浜発電所 特定重大事故等対処施設の審査における課題と対応状況
美浜発電所、高浜発電所及び大飯発電所 設置変更許可申請（バックフィット）の審査における課題と対応状況
- 資料 3-2 川内原子力発電所 1 / 2 号機 特定重大事故等対処施設の審査における課題と対応状況
川内原子力発電所 1 / 2 号機及び玄海原子力発電所 3 / 4 号機 設置変更許可申請（バックフィット）の審査における課題と対応状況
- 資料 3-3 伊方発電所 3 号機 伊方発電所 3 号機設置変更許可申請（バックフィット）の審査における課題と対応状況
特定重大事故等対処施設等の審査における課題と対応状況

6. 議事録

○山中委員 定刻になりましたので、ただいまから原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合、第611回会合を開催します。

本日の議題は、議題(1)東北電力(株)女川原子力発電所2号炉の設計基準への適合性について、議題(2)関西電力(株)美浜発電所の保安規定に係る審査について、議題(3)関西電力(株)、四国電力(株)及び九州電力(株) 特定重大事故等対処施設等の審査における課題と対応状況についてです。

本日はプラント関係の審査ですので、私が出席いたします。

議事に入ります。

それでは、土木構造物の解析手法及び解析モデルの精緻化について、説明を始めてください。

○東北電力(保坂) 東北電力、保坂です。

本日は、資料1-1-1、パワーポイントの資料を用いまして、土木構造物の解析手法及び解析モデルの精緻化のうち、解析モデルの精緻化に該当いたします三次元静的材料非線形解析について、御説明させていただきます。

1ページ目をお願いします。1ページ目は目次となっておりますので、こちらの流れで御説明いたします。

3ページ目をお願いします。3ページ、4ページに、三次元静的材料非線形解析を適用する目的を示しております。女川原子力発電所2号炉の土木構造物のうち、海水ポンプ室、取水口及び復水貯蔵タンク基礎については、既工認時より加振方向に配置される妻壁や隔壁等の面部材が耐震部材として機能する効果を考慮するため、シェル要素による三次元モデルを採用し、許容応力度法により設計しておりました。

4ページ目をお願いします。今回工認では、基準地震動 S_s が大加速度化したことにより、構造物の挙動が非線形性を示すレベルとなったことから、新規に非線形性を考慮できる解析モデルを取り入れ、三次元静的材料非線形解析により耐震安全性を評価しております。三次元静的材料非線形解析を用いた耐震安全性を評価は既工認で実績がなく、要素の応答ひずみとひずみの許容限界との比較により耐震安全性を評価するなど、先行プラントにおいても審査実績のない評価手法でございます。

5ページ目をお願いします。5ページには、三次元静的材料非線形解析により耐震安全性を評価する構造物の概要を示しております。また、各構造物の構造図を57ページから60ペ

ージに示しておりますが、本資料では、形状が複雑で規模が大きく、要求性能が多岐にわたる海水ポンプ室を代表として、評価手法を説明してまいります。

7ページ目をお願いします。2章では既工認からの変更点について御説明いたします。

7ページには、三次元静的材料非線形解析における耐震性評価フローを示しております。既工認から変更した点は、二次元地震応答解析を周波数応答解析から時刻歴非線形解析へ変更した点。三次元モデルを線形シェル要素から非線形ソリッド要素、または非線形シェル要素へ変更した点。耐震安全性評価を許容応力度法から限界状態設計法に変更した点です。

8ページ目をお願いします。8ページ、9ページで、既工認と今回工認の耐震性評価手法の概要について示しております。既工認では周波数応答解析により地震時荷重を評価し、線形シェル要素による三次元モデルで構造解析を行っております。

9ページ目をお願いします。今回工認では、地盤の非線形性に応じて時刻歴非線形解析、または周波数応答解析により地震時荷重を評価し、非線形要素による三次元モデルで構造解析を行います。

10ページ目をお願いします。改めて既工認からの変更点について、こちらの表に示しております。精緻化と記載されている項目が、今回精緻化した項目でございます。本資料で説明する海水ポンプ室は、時刻歴非線形解析とソリッド要素を採用しており、新規に採用する方法を網羅しております。なお、現段階ではこのような整理としておりますが、地下水位等条件の変更により、解析手法は変更となる可能性がございます。

11ページをお願いします。今回工認で新規に採用する時刻歴非線形解析及び三次元静的材料非線形解析の概要を示してございます。時刻歴非線形解析は、新規制工認で他プラントによる実績が多数ある手法でございます。静的材料非線形解析については、土木学会マニュアルに、部材を対象とした二次元モデルによるせん断耐力評価方法が記載されており、他プラントによる実績もありますが、構造全体を対象とした三次元モデルによる評価手法は他プラントでも実績がない手法となっております。

12ページをお願いします。12ページには、新規制の審査において実績のある二次元地震応答解析と三次元静的材料非線形解析のメリット、デメリットについて示しております。三次元静的材料非線形解析を用いるメリットとして、三次元的な挙動、隅角部等における応力伝達が実態に近く再現できることなどが挙げられます。

13ページをお願いします。13ページから15ページにかけて、既工認手法から今回工認手

法に変更した効果について示しております。まず、二次元地震応答解析についてですが、既工認手法と今回工認手法における地震時荷重を比較いたしました。こちら、図の赤線が既工認手法、青線が今回工認手法による結果ですが、海水ポンプ室に作用する土圧は、今回工認手法のほうが全体的に大きく評価されてございます。

14ページをお願いします。次に、三次元モデルについてですが、既工認手法と今回工認手法で同一の地震時荷重を用いて耐震性評価を行い、結果を比較しております。14ページには既工認手法による調査結果を示しておりますが、既工認手法による照査では、せん断照査において発生せん断力が許容せん断力を上回る箇所がございました。

15ページをお願いします。15ページには今回工認手法による照査結果を示しております。既工認手法での照査断面と同じ断面について、今回工認手法で照査を行い、せん断ひずみを確認すると、許容限界から十分裕度がある結果となり、精緻化した効果が得られました。

17ページをお願いします。3章では評価方針について御説明いたします。

17ページ、18ページに、評価方法に係る主な課題と検討の概要をお示ししてございます。二次元地震応答解析に係る課題として、延長方向の構造の変化を考慮した評価ができているか。地震時荷重の抽出時刻は適切に選定されているか。三次元モデルに係る課題として、今回用いている解析コードは、三次元構造物の終局状態まで適切に評価が可能性か。

18ページに行きますが、耐震安全性評価に係る課題として、安全係数は三次元静的材料非線形解析に見合う設定がされているか。ひずみに対する許容限界は適切に設定されているか。これらを主な課題と考えており、これらの課題について、右に記載の該当箇所で詳細を御説明いたします。

19ページをお願いします。19ページには、海水ポンプ室の構造的特徴と、想定される損傷モードを示してございます。海水ポンプ室は地下2階構造となっており、上部はスクリーンエリア、補機ポンプエリア、循環水ポンプエリアに分かれており、下部の水路はカルバート構造となっております。横断方向加振の際、下部はカルバート構造のせん断変形が支配的となり、上部は各エリアの側壁のスパン中央部分が面外にたわむ変形が支配的となります。

20ページをお願いします。20ページには要求性能の設定について示しております。海水ポンプ室では、部材ごとに要求性能が異なることから、それぞれの要求性能に着目し、耐震安全性評価を行います。表に記載のとおり、通水性能、貯水性能、止水性能、支持性能を要求性能として設定してございます。なお、止水性能と支持性能の対象部材については、

現在、精査中でございます。

22ページをお願いします。4章では三次元静的材料非線形解析の評価手順について御説明いたします。

22ページ、23ページには三次元モデルの作成方法を示してございます。構造物を非線形ソリッド要素、地盤をばね要素でモデル化し、三次元モデルを作成いたします。

24ページをお願いします。次に、常時の応力状態を再現するため、常時解析を行います。常時の荷重としては、通常運転時の荷重と変動荷重を考慮いたします。

25ページをお願いします。25ページには、二次元地震応答解析に用いる等価剛性モデルの作成方法を示してございます。二次元地震応答解析に係る課題として挙げている項目になりますが、エリアごとに等価剛性モデルを作成することで、課題となっている海水ポンプ室の延長方向の構造の変形を考慮した評価となっております。

26ページをお願いします。26ページには、二次元地震応答解析について示してございます。二次元地震応答解析は、地盤の非線形性を考慮した地盤－構造物連成の時刻歴非線形解析により行います。海水ポンプ室周辺は地盤改良する予定であり、地盤改良の効果を適切に評価するため、原子炉建屋をモデル化してございます。

27ページをお願いします。こちらには、参考として地盤改良予定の範囲を示してございます。なお、改良範囲については、設計進捗等により変更となる可能性がございます。

28ページをお願いします。28ページには地震時荷重の算定について示してございます。二次元地震応答解析において、地震時増分土圧と応答加速度を算定いたします。

29ページをお願いします。29ページから32ページに、課題としても挙げている地震時荷重の抽出時刻の考え方を示してございます。各部位に着目し、部位ごとに変形が最大となる時刻の地震時荷重を抽出することとしております。具体的にはこちらの表に示すとおりでございます。また、変形最大時刻における照査結果の裕度が小さい場合については、断面力最大時刻についても照査することとしております。

30ページをお願いします。30ページには、下部カルバート部に着目した時刻の考え方について示しております。結果としては、選ばれる時刻はこちらの赤枠で囲っております。各エリアにおける3ケースとなります。

31ページをお願いします。31ページには、側壁及び隔壁に着目した時刻の考え方を示してございます。選ばれる時刻はこちらに記載の4ケースとなっております。

32ページをお願いします。下部カルバート部に着目した各エリアの時刻がほぼ同時刻だ

った場合の考え方について示しております。下部カルバート部に着目した時刻は3ケースとなっておりましたが、これらの差がほぼ同時刻の場合については、こちら、右側に記載のとおり、各エリアの時刻の荷重をそれぞれ抽出し、それらの荷重を組み合わせることで、個別評価を代表させることとしております。

33ページをお願いします。33ページ、34ページに地震時解析について示しております。先ほどの方法で選定した時刻の慣性力及び地震時増分土圧等を三次元モデルに載荷いたします。このとき、慣性力及び地震時増分土圧については、エリアごとに奥行き方向に一律な荷重として作用させます。

34ページをお願いします。34ページは水平2方向載荷についてですが、先ほどの1方向載荷の地震時解析に、縦断方向の地震時荷重を同時に載荷して水平2方向載荷の地震時解析を行うこととしております。

35ページをお願いします。35ページから37ページに、耐震安全性評価の方法について示しております。耐震安全性評価は、地震時荷重に対し、要素の応答ひずみが要求性能に応じたひずみの許容限界におさまっていることを確認します。さらに、地震時荷重を漸増させて、構造物全体としての変形性能について十分な余裕を有し、構造物の終局耐力に対し妥当な安全余裕を有していることを確認します。この2段階の評価により構造物の安全性を確認することとしております。各要求性能に応じた許容限界は、表に記載のとおり設定しております。部材に対する評価を要素レベルで許容限界の評価を行うことで、部材レベルではより厳しい評価となっております。

36ページをお願いします。地震時荷重に対し、海水ポンプ室の機能が維持されることは、要求性能に対する評価で確認されますが、要素レベルでひずみを見るという厳しい評価を行っている半面、特に通水性能においては、部分的な非線形化を許容していることを鑑み、急激な破壊の進展により脆性的な破壊とならないことを示すため、構造物全体の終局耐力に対する余裕を確認することとしております。

次に、今回設定した許容限界について、御説明させていただきます。

ページが飛びまして、62ページをお願いします。許容限界については、課題としても挙げている項目になりますが、まず、62ページから76ページまで、通水性能に対する許容限界について示しております。

通水性能に対する許容限界は、最大引張ひずみ3%、最大圧縮ひずみ1%、最大せん断ひずみ1.5%としております。これは解析コードの開発者らが提案し、一般に引用されてい

る破壊基準を参照し、さらに事業者の判断として安全側に設定したものであります。

63ページをお願いします。63ページには、最大引張ひずみ3%における要素の状態を示してございます。引張ひずみ3%が生じている状況は、鉄筋は降伏しているものの破壊には至ってはならず、鉄筋コンクリート部材としては一体性を保持している状況を想定しております。

64ページをお願いします。64ページ、65ページに、最大圧縮ひずみ1%における要素の状態を示しております。圧縮ひずみが1%生じている状況は、一軸圧縮状態であればコンクリートは破壊しておりますが、曲げ系の破壊において、圧縮側コンクリート要素に発生する状況は、ピーク強度は超えるものの、最大荷重を保持している状態となっております。

65ページをお願いします。実験や材料非線形解析の結果から、圧縮縁コンクリートひずみが1%となる時点は、終局限界より前の最大耐力を維持するレベルにあり、構造物の内空断面は保持され、通水性能が維持されるレベルとなっております。

66ページをお願いします。66ページから72ページまで、最大せん断ひずみ1.5%における要素の状態を示してございます。せん断ひずみ1.5%に相当する状況は、コンクリートに斜めひび割れが発生し、鉄筋により一体性を保持している状況を想定してございます。一般的に引用されているShawky and Maekawaの破壊基準より安全側に設定してございます。

67ページをお願いします。67ページ以降では、せん断ひずみを計測している交番載荷実験等の結果から、せん断ひずみ1.5%は荷重保持ができるレベルであることを示してございます。まず、こちらの実験では、最大耐力に相当するひずみレベルは、概ね1.5~2%程度となっております。

68ページをお願いします。こちらの実験では、耐力が低下するのは5%を大きく超えてからとなっております。1.5%はこちらの図に記載の位置となっております。

69ページをお願いします。こちらの実験では、かぶりコンクリートが剥落し、部材としてせん断耐力に相当するレベルである層間変形角1/100においては、局所変形は顕著ではなく、最大せん断ひずみは2%未満となっております。終局状態では、右側壁下部に斜めひび割れによる局所的な変形が明瞭となり、せん断ひずみ2%を超過する要素が連続しております。

70ページをお願いします。70ページから72ページに、部材係数を設定するために行いました、耐力が既知である梁部材を対象にしたキャリブレーション解析における荷重変位関係を示してございます。せん断ひずみ1.5%は、モデルのせん断耐力と概ね合致する結果

となつてございます。

73ページをお願いします。73ページには面内変形に対する破壊基準を示しております。こちらは、JEAGに基づき、4,000 μ と設定してございます。

74ページをお願いします。74ページ、75ページに、部材係数を設定するために行った壁部材に対するキャリブレーション解析の荷重変位関係を示してございます。4,000 μ は、モデルのせん断耐力と概ね合致する結果となつてございます。

77ページをお願いします。77ページには、貯水性能及び止水性能に対する許容限界について示してございます。貯水性能及び止水性能は、部材が断面降伏せず、概ね弾性範囲であることより満足されることから、鉄筋の降伏ひずみ1,725 μ を採用し、コンクリートについては、圧縮強度に対するひずみ2,000 μ としてございます。

78ページをお願いします。78ページには支持性能に対する許容限界について示してございます。支持性能についても同様に、鉄筋の降伏ひずみ1,725 μ 、コンクリートの圧縮強度に対するひずみ2,000 μ としてございます。加えて、耐震壁に対する支持性能がJEACに規定されていることから、部材のせん断ひずみ2,000 μ を採用してございます。

以上が許容限界に関する説明となります。

ここで一度、説明を区切らせていただきたいと思います。

○山中委員 それでは、ここままで質疑に移りたいと思います。質問、コメントはございますか。

○小野専門職 原子力規制庁の小野でございます。

資料1-1-1の8ページになります。既工認の耐震性評価手法が記載されており、次のページの9ページには今回工認の耐震性評価手法が記載されております。8ページのほうで、既工認のときに対象外になっている軽油タンク室以外の三つの構造物については、二次元地震応答解析における構造物のモデル化について、分割法や等価剛性モデルの設定方針と、既工認と今回工認で差異はあるのでしょうか。

○東北電力（伊藤） 東北電力、伊藤です。

御指摘の点ですけれども、8ページに記載しておりますように、海水ポンプ室の取水口につきましては、二次元の平面要素で既工認のときにモデル化してしまして、今回、御説明と同じように、構造物、全体の等価剛性モデルをつくって、二次元動解をやっております。ただ、今回、構造の奥行き方向の差異を正しく評価できるように、延長方向に3部屋に分割してモデル化、二次元モデルをつくって、3断面で二次元動解を行っておりますけ

れども、建設工認のときにつきましては、全構造物を奥行き方向を一つの断面、構造物全体を1断面、平均化した1断面をつくって、設計をしております。

すみません。取水口につきましては、8ページの下にモデル図が記載されておりますけれども、呑口と後部の水路部分で断面形状が変わっておりますので、ここにつきましては、2断面の平均断面をつくって、二次元動解を行っております。ただ、それぞれの部分で等価剛性モデルをつくっているというのは同じものです。

復水貯蔵タンクにつきましては、記載のとおり、もともと質点系統をモデル化していますので、それを二次元動解の中に取り込んで設計をしているという状況です。

以上になります。

○小野専門職 原子力規制庁の小野でございます。

ありがとうございます。

確認ですけれども、9ページのほうに書いてあること以上の差異はないということであるらしいですね。

○東北電力（伊藤） はい、9ページに記載のとおりです。

○小野専門職 原子力規制庁の小野でございます。

承知いたしました。

以上になります。

○山中委員 そのほか、ございますか。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。

14ページ、15ページですが、14ページには、既工認の手法で発生せん断力、同じ地震時荷重に対しても発生せん断力を書いています。15ページには、今回工認のモデルによって、それでひずみ、許容限界を書いた状態で、やはり同じ地震力で評価していますよね。これらの結果を、14ページと15ページの結果を見ますと、発生せん断力の大きさの大小ですとか、ひずみの大小とか、やはり非線形性で応力の流れが変わっているなというふうに思います。この辺のところについて、少し考察を加えていただけませんか。

○東北電力（伊藤） 東北電力、伊藤です。

応力の流れと申しますと、もともと。

○三浦審査官 例えば、3番辺りを見ますと、照査結果が発生せん断力では3,297で、2とほとんど変わらないのかかわらず、15ページでは273 μ ということで、2よりかなり小さくなっていますね。力の流れが変わっていると判断するんですが、その辺のところの見解

を教えてくださいませんか。

○東北電力（伊藤） すみません。東北電力、伊藤です。

ありがとうございます。設計方針のところで示しましたように、基本的な海水ポンプ室の破壊モードというのに変化はないと思っています。ただ、詳細な解析、今回、特に非線形性を取り込んで解析をしていますので、その辺の非線形による応力再配分が起きて、クリティカルな部所、パートが変わっていると思います。そういう変化は生じていると思います。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。

その辺のことをもうちょっと深めて検討していただいて、もう少し記載を加えていただければなと思います。

○東北電力（伊藤） 東北電力、伊藤です。

承知いたしました。今回、例として、既工認で、このところに記載している一つの輪切り断面のところだけで結果を示しましたので、解析上、全ての要素で応力等が出てきますので、その辺をわかりやすく、記載を充実させていただきたいと思います。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。

あと、このページについてもう1点あるんですが、この結果を見ますと、やっぱり14ページでは発生せん断力に対してNGという結果になっていて、15ページでは許容限界に対してかなり裕度があるということになっています。このことは評価手法によって、結果にかなり差異があるということを示しているんだらうと思います。

35ページで、構造物全体の終局耐力に対する裕度の確認ということで、荷重漸増解析をやって、その結果も後で出てくるようですが、かなり非線形性が進んでいる状態まで許容限界として置いているということで、既工認の手法でやったときに、その耐力レベルが、そのスキル点上でどのぐらいの位置づけになるかというのを少し示していただけますでしょうか。

○東北電力（伊藤） 東北電力、伊藤です。

既工認で作用させている荷重のトータルを、この非線形性を考慮した $P-\delta$ の荷重レベルとして示すと理解しました。そのように表示させていただきます。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。

今の御理解で結構なんですが、14ページで見ますと、NGになっていますよね、今の地震時荷重レベルで。それに対して、これがNGにならない範囲というのの発生せん断力、地震

時荷重というのは出てくると思いますので、それとスケルトン上の位置づけを示していただきたいというのが本意です。

○東北電力（大内） 東北電力の大内でございます。

三次元のシェルで計算していた段階の各断面における耐力値ですね。それと、あと、我々が今要素を見に行っているというもののとの関係、それをスケルトン上に表すということについて、これからどうしようかなということちょっと考えますけれども、何らかの形で既工認での耐力と荷重の関係、それから、新手法による新たな荷重に対しての我々のひずみの関係といったようなものを、ちょっとスケルトン上に示すことがどうかということとはちょっとこれから考えますが、比較をさせていただいて、同じような土俵で比べるようなことをちょっと工夫してみたいと思いますので、ちょっと考えさせてください。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。

もともと解析手法も違うので、一概にぼっとスケルトン上に載せるというのがいいことがどうかというのは私もよくわかりませんが、今言われたように、この手法の差というのがどのぐらい差を生んでいるか。評価に差を生んでいるかというのをわかるような検討をしていただけますでしょうか。

○東北電力（大内） 東北電力の大内でございます。

承知いたしました。

○三浦審査官 よろしく願いいたします。

○山中委員 そのほか、いかがでしょうか。

どうぞ。

○江寄企画調査官 規制庁の江寄です。

29ページ、地震時荷重の抽出時刻ですね。ここに関して質問したいと思います。ここで書かれていることは、表に書いてあるように、まず、下部カルバートの層間変形が最大になる時刻の荷重分を設計荷重として考えるのが一つ。二つ目が側壁、側面での、側面といいますかね、側壁の上下端での、これも層間変形角に近い部分はあるんですが。

それと、妻壁というか、地下1階全体の層間変形角、いずれも層間の変位ということにとらわれて荷重を抽出するということになっていて、一方で、最初に冒頭で説明があった、17ページの課題の②に書いてある一つ目のポツでは、部材ごとに変形が最大となる時刻を選定するということから関係すると、ある層間変形角、層間ということですから、もう部材も、ただ、局所の断面的なものとか、部材の、1本の部材に対して端部、中央、また端

部という、あるわけです。側壁でしたら上端、中央、下端という部分に、どこかで応力は厳しくなるということも考えられるわけですが、そうしたことを考えると、基本的には、地震計測中に地震時荷重は時々刻々と変化するわけで、そうしたときには局部のひずみ、いわゆる、この荷重を取り出して何に使うかという、29ページの、小さいですけど、フローとして三次元の構造解析に作用させる厳しい活用を求めようというのがこのコンセプトだと思うんですね。そうした場合に、各部のひずみとして大丈夫なのか。構造物全体の変形、要は、倒壊するようなモードに関してはこれでよろしいかと思うんですが、局部に対して局部的な破壊を起こし得るのかどうか。いわゆる三次元では、さっきあったようにひずみで評価するわけで、そうした場合、局部のひずみの評価で最も厳しくなる荷重というのはどのような状態で、どういう時刻なのか。そしてまた、例えば、慣性力が主体になる時刻とはどのような荷重分布になっているか。

また、場合によっては、新荷重の荷重が変荷重になり得る。例えば、例ですけども、左側の側面にかかる荷重が小さ目になって、右側のほうが大きくなる時刻とか、いろいろあると思うんですね、ケース・バイ・ケースで。そうした意味の、そうしたような状況変化の中で、この今選んでいるモードが代表的であると言い切れる部分が、今の説明ではちょっと不足していると思いますので、この点、どう設計として安全側に設計されるという配慮でされているのか、この点について説明ください。

○東北電力（伊藤） 東北電力、伊藤です。

冒頭の説明でもございましたけれども、基本的には、この海水ポンプ室の損傷モードとしましては、地下1階部分につきましては側壁のはらみ出しであると考えております。今、御指摘のありました構造部材としては、層間変形最大時刻でいいけれどもということを考えますと、部材として評価すべきというのは、ここのカルバートを除いた側壁と隔壁、妻壁部と考えております。

側壁につきましては、右側に断面図を記載しておりますけれども、基本的には片持ち梁になっている状態で、この側壁の根元の部分が、基本的には一番厳しくなると考えております。妻壁につきましても、ここは部材で見えていますので、全体の層間変形角が最大となる時刻をとっていただければいいと基本的には考えておりますけれども、御指摘のように、変形が最大ではなくて、断面力とかの分布によって、変形が小さくても厳しくなる時刻というのは確かにあるだろうと思っています。ですので、その辺は、設計として最大変形時に照査をしたときに、裕度が小さい場合につきましては、そういう断面力が片側だったり、中

央部が大きくなる時というように、細かくその辺の断面力最大時刻についても拾っていくこととしております。

○江寄企画調査官 規制庁の江寄です。

例えば、さっき例示として、例示ではないですけども、既工認手法と今回の手法と比較していましたが、あそこでも出ていた兆候としては、底版と側壁の接合部、一番下層のところですね。こういったところで結構応力が大きくなっているというのが、状況が見受けられます。そうしたときに、例えば、底版の接合部だとか部材範囲とか、そういったところで荷重が大きくなれば、底の部分で局部的なたわみとか、部材のせん断モードは起こり得るわけで、それは側壁も当然接合していますから、地下はつり合いがとれるので、底版のモーメントは側壁に伝播されるということになりますので、そうした形に、多分、土圧自身が時々刻々変化していて、で、今、検討されている方法で全部網羅されているということは、それなりに具体的に説明していただく必要があるのではないかなと。そうではなければ、別の観点から、この方法とは別に、ほかの時刻に関しても網羅した上で設計するという方針にされるのか、その辺を御説明いただければと思うんですけど。

○東北電力（大内） 東北電力の大内でございます。

ありがとうございます。おっしゃるとおり、ここの構造物が終局的に倒壊するような場面というのは呑口の部分ですね。4連のボックスカルバートと海水ポンプ室が接合する部分のせん断変形はかなり出るということで、そこがひずみとしては、もう絶対値として大きくなるということになると思います。もし万一これが通水性能を確保できなくなるというのは、恐らくここからやられていって、奥に向かって順番にやられていくような破壊の形になっていくと思います。

こういうようなところについて、荷重が大きいような時間というようなことについては、断面力ですね。例えば断面力、せん断は大體荷重とニアリーだと思えば、せん断力最大時刻みたいなものは取り出してちょっとチェックをする必要があると。特に厳しいような部材はですね。そういうような形で、極力、各厳しい部材と、その荷重との、断面力との対応について、例えば、曲げ破壊モードで厳しくなるようなところですね。3万 μ に近くなるようなところがもしあるとすれば、曲げモーメントに対して厳しい時刻とか、せん断について、総荷重ということ言えば、せん断に対して厳しい時刻、こういったものをやることによって、相当網羅的にいけるのではないかなというふうに考えております。

それから、やっぱり、ひずみで我々は照査することで考えていて、ひずみというのが大

きくなる時刻は、基本的には最大時刻的なものだろうというふうに思っています。そこを今申し上げたような複数の時刻、あるいは荷重状態、あるいは断面力等を見ながら確認していくことを考えておりますので、そこら辺で何というんでしょうか、安全性が包含的に確認できるだろうというようなことを改めて御説明申し上げたいなというふうに思っています。ありがとうございます。

○江寄企画調査官 規制庁の江寄ですけども、今のお話にちょっと加えると、支持性能という話を、通水性能というんですか、という言葉がありましたけども、35ページを見ていただきますように、この構造物って、その部位によっては貯水性能や止水性能を求められるんですね。そうすると、その部位における局所的な損傷というんですかね、ここでは破壊までは許さないんでしょうけど、水を通さないというレベルで、状態で機能維持を検討するということになりますので、そういった観点も含めて、この抽出時刻というのはどうあるべきかというのをもう一度整理いただきたいと考えています。

以上です。

○東北電力（大内） 東北電力の大内でございます。

承知いたしました。

○山中委員 そのほか、いかがですか。

○堀口主任審査官 規制庁、堀口です。

この海水ポンプ室なんですけども、ポンプ室の上に竜巻防護ネットが載っています。これは結構な重量なんですけれども、この荷重の扱いについて、1-1-1の資料の33ページに説明があります。33ページの地震時の荷重ですね。その一つ目の慣性力、ここのところに、竜巻防護ネットの荷重は接続部の反力として作用させるというふうにあります。この荷重の扱いなんですけども、反力で扱うというほかに、例えば、建屋との地震応答解析を連成させて求めるなどがあるかと思えます。それぞれいろいろ比較、考慮をされたかと思うんですけれども、そういったところで、まず、この33ページ目の慣性力の説明のところなんですけども、これはもうちょっと詳しくフローなどを使って説明してください。その上で、海水ポンプ室の耐震性評価は、安全に管理を行うという観点から、この竜巻防護ネットの扱いについて、どのような配慮をすることによって、反力として作用させるということに至ったかということの説明してください。

○東北電力（伊藤） 東北電力、伊藤です。

竜巻防護ネットその他の機器・配管類もそうですけれども、海水ポンプ室の二次元動解

の中では重量として見込んでおります。重量として見込んでおきまして、その視点の加速度を機器側に床応答としてお渡しして、その床応答に対して機器側で動解を行って、設備の耐震設計を行うと。

我々はさらに、その機器側の竜巻防護ネットとかの評価から得られる反力を返してもらって、三次元モデルの機器の支持部分に、その反力に、現在のところは安全側に余裕を見て載荷をしているという状況です。

なお、この辺は、竜巻防護ネット等の設計も今、進んでいますので、最終的に我々から出した床応答に対して再度精算解析をして、我々が設計として見ている反力の中におさまっているというのを確認したいと思っています。詳細につきましてはまた御説明をさせていただきたいと思います。

○堀口主任審査官　じゃあ、ちょっとその辺をもうちょっと詳細に説明していただいて、それから、今、話に出ました33ページの後ろに書いてあるんですが、余裕なんですけれども、これについても、どのようなことを想定して余裕を載っけようとしているのかというのを、あわせて説明してください。

○東北電力（伊藤）　かしこまりました。

○堀口主任審査官　私からは以上です。

○江寄企画調査官　規制庁の江寄です。

35ページになります。ここで基本的に、貯水と止水性能に対してせん断解析、許容限界は1.5%適用するというふうに読めるわけですが、実際に、資料1-1-2というA4のあれですね、ワード版の資料の76ページ、ここの2パラグラフ目に、せん断ひずみ1.5%に相当する状況は、コンクリートに斜めひび割れが発生し、鉄筋により一体性を保持している状況というようなことが記載されています。こうした状況というのは、1.5%に達した場合、せん断ひび割れがコンクリート内を貫通し、貯水・止水機能を担保できない状況があり得ると考えられます。

こうした点から、貯水・止水性能に対して1.5%のひずみを許容限界とすることについての妥当性をどのように考えられているのか、説明ください。

○東北電力（伊藤）　東北電力、伊藤です。

御指摘のとおり、せん断ひずみ1.5%というのは、かなりもう躯体にひび割れが入っている状態であると思っています。ただ、面外せん断を、せん断破壊する前の許容値としてひずみで定義するのは非常に、一般的にもそういう値は示されていないということと、

せん断破壊は脆性的に発生するので、脆性的に発生する直前のひずみというのを、一概に一定値として設定しづらいということで、ここでは特に明記はしておりませんが、基本的には、面外変形に対して主筋のひずみ、面外変形に限らず、主筋のひずみが降伏していないということを確認しますので、そこで貯水性能、止水性能につきましても、担保できるのではないかと考えております。

○江寄企画調査官 規制庁の江寄です。

今の話ですと、確かに曲げ先行破壊、せん断よりも曲げ破壊が先行するであれば、そういうことは言えるのかと思います。ただし、せん断破壊先行型で曲げ降伏が起きる前にせん断ひび割れが起きるといった状況もありますので、そうした場合にはどう考えるのか。そうした場合、止水性能とともに、他の条文では、漏水量の観点で評価もしなきゃいけないのもあるんですが、その辺はどのように考えられているのでしょうか。

○東北電力（伊藤） 東北電力、伊藤です。

せん断先行破壊になる場合、まずですけれども、繰り返しになりますけれども、せん断破壊というのは脆性的に発生しますので、あるところでせん断破壊が始まると一気にせん断ひずみが大きくなっていくものと考えておりますので、一要素でもそういうひずみが大きくなっていたら、その前後を追いかけていく、どこでそのひずみが急増しているかという点を確認することによって、その面外に対する、面外というか、せん断破壊に対する分析ができるのではないかなと考えております。

もう一つ、漏水につきましては、せん断ひずみ、地震時の最大せん断ひずみをもとに、残留せん断ひずみを算定して、そこからの漏水量を評価して、その漏水によって支持している機器等への影響がないことを確認しようと思っております。

○江寄企画調査官 原子力規制庁の江寄です。

ここに関しては、先行実績ですと、基本的に概ね弾性範囲にとどめていて、あまり漏水はさせないというような、比較的そういうような確実な設計をされているわけですが、そういう観点も含めて、他サイトと考え方と同様に余裕が変わるのか。それと、今おっしゃっているような話が基本的に一般論としてどのような位置づけにあるのか。それと、女川サイトへの適用性、こうしたものを整理した上で、また説明いただきたく思っていますが、いかがでしょうか。

○東北電力（伊藤） 東北電力、伊藤です。

当社としましても、一応先行サイトを見ながら、先行サイトさんでやられている断面力

による評価を、ひずみでの評価に置き換えて設定をしているつもりではおりますけれども、改めて整理をした上で御説明をさせていただきます。

○江寄企画調査官 規制庁の江寄です。

それをちょっと整理した上で、また説明を受けて確認したいと思います。

あと、この許容限界に関しては、いろいろとまた話はあるんですけども、実際には、この後で、後段で説明を受ける安全係数と絡めて確認をとる必要があると思いますので、私からは指摘は以上です。

○山中委員 そのほか、いかがでしょうか。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

今ちょうど、要求性能に対しての許容限界の考え方を少し議論したんですけども、これが今35ページで、止水性能に関して、面外に関してはほぼ鉄筋コンクリートとしての弾性変形の範囲内、ほぼ弾性におさまるような変形状態にしますということなんですけれども、面内変形に対しては、これはもう最初から漏水の評価を前提にしています。そこら辺を遡ると、20ページのほうに要求性能の設定とあるんですけど、ここに書いてある止水性能に関しての要求性能の説明が、正確かどうか再検討してください。著しい漏水がなく、安全機能を損なうおそれがない。著しい漏水がなければいいという、そういう考え方というのは、今までの既工認とか実績では、こういうことは今まで宣言されたことがないと私は記憶しています。したがって、設計としてまずどうするのかという話と、あと、設計もしくは、それを超える事象に対して、どのような対応をするのかというところで、設計とそれ以上の対応のところは、少し分けて記載すべきかなと思います。このところは、ちょっと再考していただきたいと思います。

それから、あと、今日は、今ちょうど説明を受けたところで議論した内容で、やはり、今回、許容限界を少しやっぱり体系的に緩めているという、私はそう見ざるを得ないんですけども、その場合に、今回の解析モデルは三次元の非線形解析に変更しているということが、まず1点、あります。その場合は、今回のテーマでもありますが、精緻化していると言っていましたよね。精緻化をした場合はより詳細にモデル化をして、パラメータが増えているわけです。ということは、不確かさは増えるんですね、理論的には。それに対して、三次元解析に見合った、かつ、ひずみ照査をしているということがあります。局所で評価しようとしています。そうすると、三次元のモデルを使った三次元のひずみ照査、こういったこと念頭にして、三次元挙動を考慮した地震時荷重の算定を本当に行っているの

か。適切にできているのか。それから、三次元の照査に見合った不確かさの考慮をしっかりと検討して、これを適切に反映しているのか。これが大きな論点になるかと思えます。こちらの点については、今後よく検討してください。

私からは以上です。

○東北電力（伊藤） 東北電力、伊藤です。

まず、初めの点で、止水性能に対する要求性能ですけれども、ちょっと表現を著しい漏水がなくという、著しい漏水を許容しているわけではないですけれども、そのようには記載が読み取れますので、修正をさせていただきます。

なお、35ページの許容限界のところに、漏水量を評価することを前提としてという御指摘がありましたけれども、基本的には、ここに書かずに要求性能の評価方針のところに記載していますけれども、0.2mm未満であれば水密性が確保できるという事例がありますので、基本的には0.2mmを超えないことを確認する、超えた場合については漏水量を評価するという、そういう評価方法、2段階の評価で考えております。

二つ目の、精緻化によって三次元非線形解析を使っていることによる不確かさ等につきましては、後ほど説明します安全係数のところでその辺を考慮していると考えておりますけれども、後ほどまた説明をさせていただきます。

以上です。

○山中委員 あと、いかがでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、続いて説明をお願いします。

○東北電力（保坂） 東北電力、保坂です。

資料1-1-1、38ページ目より説明を再開させていただきます。

39ページをご覧ください。5章では解析コードの適用性について御説明いたします。

こちらは、三次元モデルに関わる課題として挙げていた項目になっております。39ページ、40ページに解析コードの概要を示しております。解析コードは東京大学コンクリート研究室で開発され、実績の多いCOM3を用いております。構成式は三次元まで拡張された前川モデルを採用しており、三次元構造物の終局状態を再現する解析が可能となっております。

41ページをお願いします。解析コードの適用性として、解析コードCOM3が女川2号炉の海水ポンプ室同様に、壁部材から構成される三次元構造物の地震時荷重に対し、終局状態まで再現可能であることを、三次元模型による載荷実験に対する再現解析事例により確認

してございます。いずれも終局状態までよく再現できており、適用性はあると考えてございます。

43ページをお願いします。6章では安全係数の設定について御説明させていただきます。耐震安全性評価に係る課題として挙げていた項目になります。

地震時の要求性能確保に対する評価及び、構造物全体の終局耐力に対する裕度の確認において考慮する安全係数は、こちらに記載のコンクリート標準示方書及び土木学会マニュアルを参考に設定してございます。

44ページをお願いします。44ページ、45ページに今回採用した安全係数を示してあります。赤枠で囲っている部分が今回採用した安全係数でございます。

45ページをお願いします。ここで、部材係数についてですが、材料非線形解析を用いる場合の部材係数として1.2と設定してございますが、材料非線形解析の場合、要素分割など解析者間の差が生じることから、キャリブレーション解析を実施して設定してございます。次ページ以降に部材係数の検討について示してございます。

46ページをお願いします。46ページから53ページまで、部材係数の検討について示してございます。解析者間の差に対しては、土木学会マニュアルにおいて、解析で得られたせん断耐力と、モデルのせん断耐力の比の最大値により部材係数を設定することが示されており、コンクリート標準示方書においても、土木学会マニュアルを基本的に踏襲する旨が記載されてございます。今回、三次元解析を行う海水ポンプ室の部材は、面外変形を受ける部材と、面内変形を受ける部材から構成されていることから、部材係数の設定に当たっては、面外荷重と面内荷重の2種類の部材に対してキャリブレーション解析を行いました。面外荷重の部材については、土木学会にマニュアルに記載の17ケース、面内荷重の部材については、せん断耐力の基本式で十分な精度の評価が可能と考えられるケースを基本とし、せん断耐力に影響を及ぼすパラメータを変更した8ケースと、土木構造物と同様の壁部材を対象とした実験結果3ケースの計11ケースについて、キャリブレーション解析を行ってございます。

47ページをお願いします。47ページ、48ページには面外荷重を受ける梁部材に対する解析ケースを示してございます。

49ページをお願いします。49ページに、面外荷重を受ける梁部材に対するキャリブレーション解析の結果を示してございます。面外荷重を受ける梁部材に対する部材係数は、ケース9の1.2が最大値となっております。

50ページをお願いします。50ページ、51ページには、面内荷重を受ける壁部材に対する解析ケースを示してございます。

52ページをお願いします。52ページには、せん断耐力評価式として用いる荒川mean式について示してございます。荒川mean式は建築の告示式として採用されているものでございます。右下の表に、荒川mean式における柱型がない耐力壁を対象とした実験結果を示しておりますが、多くの試験体で実験値を安全側に評価する傾向にございます。部材係数の設定においては、本来、壁構造が有する正しいせん断終局強度に対し、解析結果を比較することが目的であることから、補正係数1.28を考慮することとし、その値をモデルのせん断耐力としてございます。

53ページをお願いします。53ページには、面内荷重を受ける壁部材に対するキャリブレーション解析の結果を示してございます。部材係数は、ケース9と11の1.1が最大値となっております。面外荷重を受ける梁部材に対するキャリブレーション解析の結果及び、面内荷重を受ける壁部材に対するキャリブレーション解析の結果より、最大値である1.2を部材係数として設定することとしてございます。

55ページをお願いします。55ページはまとめでございます。今回、工認で新規に採用する三次元静的材料非線形解析による耐震安全性評価について、海水ポンプ室を代表構造物として、評価方法の妥当性を検討いたしました。二次元地震応答解析により算定する地震時荷重の妥当性として、地震時荷重は、海水ポンプ室の延長方向の構造の変化を考慮して適切に評価できていること。地震時荷重の選定時刻は、評価部材や評価項目に応じて適切に選定されていることを確認いたしました。解析コードの妥当性として採用する解析コードCOM3が、三次元構造物の終局状態まで適用可能であることを確認いたしました。安全係数については、基準類を参照として、適切なケースを設定しており、解析者間の差異に対する安全係数として、面外変形を受ける梁部材と、面内変形を受ける壁部材、それぞれに対しキャリブレーション解析を行い、部材係数を設定してございます。

許容限界については、既往の基準類や一般的に用いられる文献をもとに、要求性能に応じたひずみとして設定してございます。特に、部材の終局破壊に対するせん断ひずみについては、事業者の判断として参照文献より安全側に許容限界を設定してございます。さらに、地震時荷重を漸増させ、構造物全体としての変形性能について十分余裕を有し、構造物の終局耐力に対し妥当な安全余裕を有していることを確認することとしております。

以上より、三次元静的材料非線形に関する評価指標は、構造物の耐震・安全性を安全側

に評価できると考えてございます。

補足としまして、82ページから86ページに評価結果の例を示してございます。こちらは、基準地震動SsN1に対する照査結果の例となっております。

最後になりますが、補足検討として荷重載荷方法に関する検討と、二次元地震応答解析モデルに関する検討を行ってございますので、そちらについて御説明させていただきます。

88ページをお願いします。88ページから92ページまで、荷重載荷方法に関する検討について示してございます。検討の目的としましては、三次元静的材料非線形解析を行うに当たり、地震時荷重をエリアごとの延長方向に一様に左右させてございますが、実際には、側壁の中央が面外にたわむことにより、延長方向の土圧分布は、耐震壁として機能する妻壁や隔壁部分が大きくなるため、一様に作用させることの妥当性を確認するものです。検討方法は、海水ポンプ室の三次元モデル、側面へ地盤ばねを設置し、周辺地盤が一様に変形した場合の地盤ばね反力の分布形状を算定し、算定した地盤反力を土圧として、三次元モデルに作用させることにより、延長方向に一様の土圧と比較いたします。

こちらの下荷重分布1は、ばね反力により評価した土圧分布のイメージ図、荷重分布2が、延長方向に一様の土圧分布のイメージ図となっております。

次、91ページをお願いします。こちらには検討結果を示してございます。補機ポンプエリアの隔壁間中央位置における土圧の鉛直分布を見ますと、地盤ばね反力で評価した荷重分1では、側壁の面外方向へのたわみにより、O.P. 3m以前の荷重が大きく低減されております。

一方、隔壁1における土圧の鉛直分布では、隔壁が荷重を支持するため、荷重分布1の荷重が大きくなってございます。側壁が面外荷重方向へたわむことにより低減された土圧は、隔壁1へ再配分されることから、隔壁が荷重を分担する領域の荷重合計は、荷重分布1と荷重分布2で、ほぼ同等となっております。

92ページをお願いします。荷重分布1と荷重分布2において隔壁が荷重を分担する領域の荷重合計が同等であるため、隔壁に発生する面内せん断ひずみも同等の値となっております。以上より、エリアごとに延長方向一様な土圧を載荷しても、耐震壁として機能する妻壁や隔壁の耐震性を過大評価しないことを確認いたしました。

94ページをお願いします。94ページから96ページに、二次元地震応答解析モデルによる延長方向の床応答への影響検討について示してございます。検討内容ですが、まず一つ目として、機器が設置される中床版の固有振動数を算定し、中床版の位置により、増幅の影

響がないことを確認いたします。

二つ目として、床応答を算定する二次元地震応答解析におけるモデルは、水平方向の剛性を等価としておりますので、剛性を等価としない場合の延長方向の床応答を算定し、剛性調整の影響を検討いたします。まず、中床版の固有振動数についてですが、こちらに記載のとおり、一次固有振動数は30Hzを上回っており、機器・配管類の耐震設計においては、十分に剛であると扱え、中床版の延長方向の応答増幅の影響はないことを確認いたしました。

96ページをお願いいたします。96ページには、剛性の違いによる延長方向の床応答への影響検討結果を示してございます。鉛直方向加速度応答スペクトルの実線が剛性を調整した場合のスペクトル、破線が剛性を調整しない場合のスペクトルとなっております。概ね同等のスペクトルとなっておりますが、こちらに記載の主な機器の固有周期で見ると、剛性を調整した場合の応答が小さい周期体もあるため、剛性を調整しない場合についても、機器への影響を確認することとしております。

以上で、説明を終わります。

○山中委員 それでは、質疑に移ります。質問、コメントはございますか。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤です。

2点、確認等をさせていただきます。

1点目ですが、資料1-1-1の39ページからですが、解析コードの適用性ということで説明をしていただいております。資料1-1-2のほうにもいろいろ検討の状況等を示していただいておりますけれども、解析コードの適用性については、今回採用する三次元の解析の特徴とか、あるいは、対象構造物、今回、対象とする構造物の特徴等も踏まえて、それらを鑑みてどのような観点で適用性を確認しているのかというのを体系的に整理する必要があると思いますので、特に、あるいはあと、検証と妥当性(V&V)の関係も含めて、今後、体系的な整理をいただければと思います。

それから、もう1点ですけれども、こちらは確認で、43ページの安全係数の設定の関係で、参考とした規格・基準類について示されておりますけれども、こちらについて、特に②の屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアルですが、こちらについては、今回、採用する三次元解析というのは適用範囲には含まれているのでしょうか。これは確認です。

○東北電力（伊藤） 東北電力、伊藤です。

まず、1点目の解析コードの適用性ですけれども、簡単にちょっと口頭で説明をさせていただきますと、まず、二次元の部材に対して、履歴ループを含めて正しくは実験に対して解析コードが追えているということと、あと、最大の耐力が正しく追えているというのをまず一つ目として確認しております。

二つ目としまして、実際、我々三次元構造物に適用しますので、41ページにありますように、三次元構造物に対して同じく履歴ループと、あと、最後、我々は終局状態、プッシュオーバー(漸増)解析をして終局状態までの確認をしますので、ピークを過ぎて、その後の耐力が落ち始めるところまで、正しく解析コードが追えているという確認をしております。これらを含めて、改めて体系的に整理をして御説明をさせていただきます。

二つ目の43ページに記載されております土木学会のマニュアルで、三次元構造物が含まれているのかということですが、前段のほうで記載していたとおり、ここにも「部材に対する照査方法として」と書かれていますけれども、基本的に、マニュアルの中で記載をしているのは、梁・柱部材を取り出してきて、プッシュオーバー解析をして耐力を評価する方法が記載をされております。

なお、このマニュアルは今年の秋に改訂予定でして、その辺で三次元が取り込まれる見込みであると聞いております。

以上です。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤です。

1点目については承知いたしました。

それで、2点目ですけれども、そうすると、今書かれているマニュアルについては、今回採用する三次元解析の関係については適用範囲には入っていないという理解でよろしいですか。

○東北電力(伊藤) 厳密に三次元構造物については適用範囲で、二次元の部材に対する評価を準用しているという形になります。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤です。

承知いたしました。

以上です。

○江寄企画調査官 規制庁の江寄です。

今の佐藤審査官から出た話に、ちょっと類似する話ですけれども、まず、44ページの、この安全係数ですね。ここで特に、②の土木学会のマニュアルを準じているものというのは、

変形による照査と書いてありますが、これとせん断変形も含めてここに書かれているんですが、照査マニュアルでは曲げ変形に対する照査と示されています。

それと、45ページの構造物全般、終局耐力に対する安全係数ですが、これも御承知のとおり、部材のせん断耐力、決して構造物全体の、保有水平耐力的な構造物全体の耐力を評価するために設定されたものではないと、我々では考えています。そうしたことで、さっき言ったように、この部分安全係数も含めて、まず、その適用範囲に入っているのか、入っていないのか、どのようにこの数値を設定すべきなのか、それに関してちょっと説明ください。

○東北電力（伊藤） 東北電力、伊藤です。

我々は、部材係数等を終局耐力の評価に使っておりまして、基本的にマニュアルの中では二次元の部材を対象にしておりますが、コンクリート標準示方書のほうでは、三次元の構造物も含めて適用範囲に、コンクリート標準示方書のほうでは三次元も対象にして記載されておりますので、それらを見ながら安全係数を決めております。

コンクリート標準示方書のほうに、非線形解析の部材係数につきましては、この土木学会のマニュアルを参照して決めるようにという記載もありますので、両方を見ながら安全係数を設定しているという状況です。

○江寄企画調査官 規制庁の江寄です。

2017年のRC示方書、コンクリ標準示方書ですね。これに関しては今まで工認実績はないんですよね。ですので、この適用性とか、実際に考えられていることに対するの妥当性の説明が必要なんだと思います。それと、実際に17年のこのコンクリート標準示方書は性能評価というか、性能規定なんですよね。ですから、基本的には具体的な数字というのは何ら規定しているものではないと考えていますので、ですから、この数字というのとは必ずしも一致するものではないと考えていますが、いかがでしょうか。

○東北電力（伊藤） 東北電力、伊藤です。

コンクリート標準示方書を含めて適用性については改めて説明をさせていただきます。なお、性能規定で、御指摘のとおり、例えば鉄筋等につきましてはコンクリート標準示方書では、鉄筋のひずみを指標にして評価するということを書かれていますけれども、その限界状態に応じて、限界値というのとは記載をされていないという状況で、弾性範囲であれば、我々は、概ね $1,725\mu$ であるとか、コンクリートの圧縮ひずみであればピーク強度に対応するひずみというふうに、その辺は我々が設定しているところですので、そちらにつ

きましても改めて説明をさせていただきます。

○江寄企画調査官 規制庁の江寄です。

続けて、何点かあるんですが、そのうちの44ページ、45ページで、これらの安全係数等、これはどのように設計に用いられるのかというのがちょっと、設計への反映というのがちょっと見えないんですね、この図書の中では。

実際に、例えばですけれども、部材係数ですよ。44ページの部材係数もあれば、45ページの部材係数もあります。これらはどのように使い分けるかということ、実、ここでは読み取れません。この辺、例えば例示で構いませんが、部材係数としてどのような使い分けをするのか。

それと、基本的に言うと、こういう安全係数というのは、概念的には35ページ、36ページに式が書いてありますけど、ここに書いてある γ_i とか γ_a 、これらが基本的には安全係数に相当するんですけど、実際設定しているのは γ_i と γ_a というこの2種類だけで、この式の中では。実際には材料係数等々、これはどのように使われるのか、これらの説明がないんですけれども。

多分、通常で言えば、今までの二次元でやっていたせん断耐力で求めていた材料係数とかそういったせん断耐力を算定するための二次元材料非線形に関しては、材料係数というのは基本的に解析の中に入力するものと考えています。いわゆるコンクリートの設計基準強度を1.3で除して、ある程度材料のばらつきを見ているということなんですよ。そうしたときに、今回考えると、置き換えると三次元に入れるのかなと思うんですが、それが二つ解析が要ということなんですか。1.0と1.3の解析と。この辺が全くこちらとしては理解ができないという部分がありますので、この辺をちょっと、簡単で結構ですので、説明ください。

○東北電力（伊藤） 東北電力、伊藤です。

わかりづらい資料で申し訳ありません。簡単に説明をさせていただきます。

まず、44ページの変形に対する照査の安全係数と、45ページ、せん断力に対する照査の安全係数の使い分けですけれども、基本的に44ページの変形に対する照査、ここに関わる安全係数につきましては、35ページの地震時の要求性能に対する評価に用います。一方で、というのは、地震上の評価というのはひずみ対して照査をしていますので、44ページの安全係数を使うと。一方、45ページのせん断力に対する照査の安全係数につきましては、36ページの終局耐力の評価に用いております。

三次元の解析をするときには、御指摘のとおり材料係数等は表には出ていないんですけれども、例えば、45ページの安全係数の脚注の※2のところに書いていますけれども、応答値、今回限界値も出しますけれども、応答値も三次元の解析で両方同時に出しているという形になりますので、※2に記載の応答値の算定用の材料係数は1.0を設定ということで、ここで、応答値の解析には1.0、耐力を評価するときも1.0を用いております、三次元解析には。

以上です。

○江寄企画調査官 分けて使うというと、物理的な意味もちょっと含めて、部材係数と設計体系の位置づけ、または、対応をこの辺はちょっときちんと整理した上で、説明いただきたいと考えています。

○東北電力（伊藤） 東北電力、伊藤です。

かしこまりました。設計の全体像を見据えた上で、その中でどこで安全係数をそれぞれ見込んでいるのかというところを整理して、御説明させていただきます。

以上です。

○江寄企画調査官 規制庁の江寄です。

続いて、まず、46ページから53ページにかけての話なんですけど、これも部材係数の設定の話ですが、ここでの課題をまず2点、私のほうで挙げさせていただきます。それに続けてちょっと指摘をしたいと思います。

1点目の課題なんですけど、まず、49ページに示されている、要はキャリブレーション解析ですね。この結果についてなんですけど、これはこの表に示されているようにモデルのせん断耐力と②の実際の三次元解析で得られたものと対比しています。これは基本的には耐力ベースで示されているんですけど、今日確認をとりたいのは、先ほど前段に説明がありました70ページ～72ページにかけて、この結果をグラフ化したものがあります。縦軸は荷重係数で横軸は変位ということですね。ここで、まずは、1点目の荷重係数が1.0というのは、基本的には今まで先行サイトで実績のあるせん断耐力が、求めた値がほぼ1.0に相当すると。そう考えた場合、70ページ等々に書いてあるものの中には、赤い点でせん断ひずみの1.5%、さっきの許容限界ですね。要素単位でいった、面外せん断に対する許容限界のひずみです。これが1.0を超過している部分が70ページにもありますし、71ページにもあると。そうしたことを考えますと、いわゆる今まで先行サイトでやっていた、これはせん断耐力という評価方法と許容せん断力、これよりも超過したせん断耐力を評価して

いるということがこれで見えるわけです。それがまず1点です。

2点目は、35ページまで戻っちゃいますが、さっきの許容限界のせん断ひずみというものに限らず、工認実績のないひずみというのを今回許容限界にしている。この2点です。ですから、そうしたことから考えたときに、この実績のない許容限界がこの終局状態に対して適切な余裕を持った許容限界であるということを説明していただく必要があると思います。これについてはどうお考えでしょうか。

○東北電力（伊藤） 東北電力、伊藤です。

70ページで、許容限界と設定しているせん断ひずみ1.5%が、モデルのせん断耐力である1倍荷重よりも上側にきているという指摘ですけれども、こちらにつきましては、もともとモデルとなっているのが48ページに、これは土木学会マニュアルに記載の17ケースの事例ですけれども、全て梁部材を対象としておりまして、部材の耐力点と要素の耐力点がほぼほぼ一緒になるという部材を設定しておりますので、若干上回る点はありますけれども、基本的に我々は三次元構造物に対して評価をしておりますので。あともう一つ、三次元構造物の中で一つの要素のひずみが限界値に達した時点をアウトという評価をしております。実際には、要素の一つが破壊してもそこから部材の破壊、ここは静定構造物、梁なのでほぼほぼ部材と一緒にいますけれども、要素の破壊があつて、もう少し進むと部材の破壊があつて、さらに構造物の破壊にいくと。それだけ余裕がある中で要素のひずみで限界を設定しているので、そこで安全余裕を持っているものと考えています。

○江寄企画調査官 規制庁の江寄です。

今の考え方としてはちょっと齟齬があるんですけど、局部的なところが局部的に破壊していないので、全体破壊に至っていない1.5%ですね。それに対して、実際には1.0というせん断耐力で評価した場合は、もう完全に構造物がアウトになっている、NGになっているわけですよね。これは多分基本的に、1.0と言っていた今までの実績というのはそれなりに安全性を確保した設計手法であつて、今回、そちらのほうの概念で設計としては、考え方は安全側のものを設定したという過程にはなっているんですけど、実際には先行サイト、または実績のあるものに対してどのような位置づけにあるのかというのを十分説明する必要があるあつて、それはなぜゆえに保守性がある程度削り込んでいるんですけど、その削り込んだことの妥当性という説明が必要なはずなんですよね。それが欠けているんだと思います。

もう1個言わせていただくと、基本的に言うと、もともこのキャリブレーション解析

で1.0と比較してという部分はせん断耐力において、この1.0はあまり超過しないように、安全率を求めるといった概念で決めています。それはなぜかというところ、照査マニュアルに書いてあるのは、いわゆる解析者によって固有な精緻な解析は解析結果が変わり得ると。そういったこともあって、検討、こういった安定性を確保するためにこういうものを設定していると書いてあります。

ですので、そういった観点から、今回三次元でいったときに、そういうものをどう捉えるのかということも含めて、整理する必要があるんだと思います。この辺はいかがでしょうか。

○東北電力（伊藤） 東北電力、伊藤です。

御指摘の趣旨はよくわかりました。あと、先ほどちょっと説明をし忘れたんですけども、我々は1倍荷重に対して1.5%いっていないかというところを見た上で、さらに、2段階目の評価として、荷重をさらに漸増させることによって、この黒点よりもっと右側に行ったときにひずみが伸びていかないかというところで、見逃しはないことを我々はそこでも確認をしているつもりでおりますので、この辺の許容限界に対する妥当性というところを、改めてもう一度整理をさせていただきたいと思います。

○江寄企画調査官 規制庁の江寄です。

今のお話は、許容限界という話で少し解析の話も触れましたけども、基本的に許容限界と解析手法というのはセットなんですよね。その設計体系の中でどれだけ保守性があるのかということを確認しなきゃいけない。そういう観点からして、まだ整理が必要だと思います。やはり、三次元材料非線形に許容限界を適用した場合の設計体系全体の保守性について検討、整理していただきたいというのが一つです、最終的にですね。

その際には、何点かあります、3点ほど。やっぱり、三次元材料非線形の結果は要素分割、これに大きく依存するものだと思います。それ以外にもパラメータはありますけども、そうしたものでいったときに、先ほどあったキャリブレーション解析、いろいろありましたけども、三次元的な構造に対して検討されていますが、そうした場合の要素分割と実際に設計に用いるものと、ほぼ同一でなければこの辺はおかしくなると思います、設計思想としてですね。

そういうことも含めて、解析モデルの要素分割に関しての考え方も整理していただく必要がありますし、もう1点は、耐力評価の既往工認手法からひずみ、評価手法に変えるわけですね、転じるわけなんです。そうした場合に根本的な妥当性というのはどういうもの

なのか、これに関してもまだまだ説明ができていないように思いますので、この辺も十分に準備して説明していただく必要があります。

それとともに、設計体系という観点で言えば、許容限界だけじゃなくて、応答値についても安全性に対する判定方法、例えば安全係数の取り扱い方や、あと、ひずみの抽出方法ですね。どの範囲のひずみでその判定を行うのか、そういったことも十分説明されないと、そしてその妥当性に関して説明し尽されていないと思いますので、この辺も含めて整理していただきたいと思います。

○東北電力（伊藤） 東北電力、伊藤です。

今の御指摘の3点、一つ目は、キャリブレーション解析と実際の構造物における、当然同じ考え方でモデル化をしておりますけれども、その要素分割の考え方についての整理、二つ目としまして、耐力照査からひずみ照査に変えたことの妥当性に関する説明の充実、三つ目としまして、設計体系、この中で安全係数だとかひずみの選び方、抽出方法等の全体の設計体系とその妥当性の3点につきまして整理しまして、改めて説明をさせていただきます。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

ちょっと今日はいろいろと議論があったんですけど、資料は資料として、東北電力の見解をいろいろ整理して、よく整理してまとめていただいたんですけども、今日一応議論したことも踏まえて、今後の論点をちょっと明らかにしたいと思います。

それで、ちょっとその前に1点だけちょっと質問なんですけれども、この三次元の非線形解析と、あと、ひずみ照査等を適用したこの設計体系というものに関しては、一般の産業分野も含めて、設計で適用した実績はありますか。

○東北電力（伊藤） こういう非常に先端的なというか、手法、なかなか原子力の分野が結構進んでいる、これまでの実績で進んでいるという点もありまして、一般産業分野であるというのは、ちょっと今のところ思い当たってはおりませんけれども、いま一度情報を探して説明をさせていただきます。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

恐らくレベル1、レベル2といった通常の設計レベルではほとんど適用していないんじゃないかと思います。あと、一般産業施設でこのような解析をしたら、それは現在存在している施設に対しての耐震診断とかそういった観点でやったとして、どれくらいの終局に対して安全余裕を有しているかということを確認したりすることがあるかもしれない

ですけれども、大体そこまで行ってしまうと、ある程度きびしいところまでいってしまうと、普通は耐震補強するという判断をするんじゃないかなと思います。

そういう観点でいくと、やはり、今回、これを設計で適用するということの意味合いをよく考えていただきたいなど。土木学会とかで提唱しているのは、設計を超えたら、直ちにその設備に要求される機能が喪失しない、冗長性を持たせる、余裕を持たせるということに関して、設計を超えたとしてもどういう状態に維持できるかということをよく考えなさいと、学会でも提唱していると思いますけれども、そういった解析を、そういった目的でこういった解析を適用するというのであれば、これは非常に大きな意味があると思います。そういった観点で、ちょっと適用実績、それをちょっとよく整理していただきたいと思います。

あと、解析コードの概要のところ、これはV&Vを意識して書いていただいているんですけども、その場合に、今回御社が適用しようとしているのは終局状態の再現とか終局耐力の制限だけではなくて、個別の部材の性能照査をするわけですので、そういった観点でのV&Vというか、特に検証のほうですね、ベリフィケーションのほうですけども、そちらのほうはよく整理していただきたい。今のところ終局状態に対しての載荷実験で恐らく耐力とか、そこに至るプロセスを再現できるということで見ていると思いますけれども、個別の部材も含めてしっかりとこれが再現できる、そこまで信頼性が確保できているのかとか、そういったところでV&Vのところを少し再整理して示していただきたいと思います。

すみません、ちょっと時間が長くなってしまいましたけれども、今日議論した内容を少し整理しますと、既工認からの変更点と、それから、他プラントの適用実績の有無等を踏まえますと、今後論点を明確にしつつ再整理をしていただきたいということと、不足している説明を充足するということが必要であると考えております。

論点としては2点あります。既工認から変更された個別要素の妥当性、これは今ちょっと議論しました。それから、あと、個別要素を組み込んだ設計体系の適用性、この2点が大きな論点ということになります。その中の具体的な確認事項ということですけども、まず、個別要素の妥当性、一つ目の論点については二つ確認する項目があります。それは、今話をした三次元非線形解析、これは解析コードのV&Vを含めた妥当性、それから、限界状態設計法におけるひずみ照査値の許容限界の妥当性、この2点です。

それから、2点目の論点、個別要素を組み込んだ設計体系の適用性については三つの確認のポイントがあります。一つ目が、三次元照査を念頭にした地震荷重の算定プロセスと

しまして、三次元挙動を考慮した地震荷重の算定が適切か。それからもう一つが、三次元照査に見合った不確かさの考慮が適切か。

二つ目の確認事項です。限界状態設計法における照査の二次元から三次元への展開、こちらについて2点の確認ポイント。構造物に求められる機能並びに構造物を構成する部位・部材が網羅されて選定されているか。それから、構造物を構成する部位、部材に求められる性能及びその水準が機能の十分な保持の観点から適切に設定されているか。

次に、三つ目の確認事項です。限界状態設計法におけるひずみ照査に係る妥当な安全余裕の確保に関して、適用実績がある耐力、変形照査と同等な安全余裕が確保できる評価プロセス、条件となっているか。こういったところを、今、二つの論点に関しまして幾つかの確認事項を言いましたけれども、こういったところをしっかりと再整理していただいて、それで、今日の議論も踏まえて不十分な要素があれば補っていただきたいということです。

それで、あと、今日も議論がありましたけれども、設計体形についてはいろいろと準用したりして適用性を検討しているんですけども、設計体系の適用性を確認するためには、やはり、設計体系全体にわたって、既工認実績の設計体系と詳細に比較して、適用性に係る課題をもう少し網羅的に整理したほうがいいのではないかとということが、今日の議論からは言えるかなと思いますので、こちらのほうも対応をお願いしたいと思います。

私からは以上です。

○山中委員 そのほか、いかがですか。よろしいですか。

最後、名倉のほうからまとめてもらいましたですけど、そういうような指摘で対応していただくということでよろしいですか。

○東北電力（大内） 東北電力の大内でございます。

そのようにさせていただきますので、承知いたしました。

○山中委員 よろしいでしょうか。

それでは、後施工せん断補強筋による耐震補強について、説明を始めてください。

○東北電力（堀見） 東北電力、堀見です。

続きまして、女川原子力発電所2号炉、後施工せん断補強筋による耐震補強について、御説明いたします。

資料1-2-1と資料1-2-2、2種類資料がございますが、資料1-2-1を用いて御説明いたします。

1ページ目を御確認ください。目次となっております。こちらに示します流れで本日は

御説明いたします。

続いて、2ページ目を御確認ください。女川2号炉の屋外重要土木構造物におきましては、基準地震動 S_s の大加速度化による地震時荷重増大の対応として、せん断破壊に対する裕度向上を期待する、あと施工せん断補強工法の一つであるCCb工法を採用しております。

あと施工せん断補強工法は、既工認で採用実績がないことと、美浜3号炉でポストヘッドバー工法の工認実績がありますが、CCb工法とは定着タイプの構造形状が異なっていることから、耐震論点として整理しており、今回、その適用性について御説明いたします。

続いて、3ページ目を御確認ください。せん断破壊に対する補強工法を後施工せん断補強工法を含め、四つ示してございます。今回は、表の一番右に示します部材の耐力を直接向上させる合理的な補強工法である後施工せん断補強工法を採用してございます。

4ページ目をお願いいたします。CCbにより耐震補強を行った構造物の位置関係や各諸元につきましては、表及び図に示すとおりとなっております。

5ページ目をお願いいたします。5ページから6ページにかけて、施工方法を含め、CCb工法の概要について御説明いたします。CCbは、5ページの図に示しますように、せん断補強筋の両端部にセラミックス性の定着体を取りつけた構造となっております。6ページに示す施工方法により構造躯体と一体化を図り、せん断補強効果を発揮するものであります。また、CCb工法の設計、照査における効果は通常の従来工法、いわゆる先施工であるせん断補強筋によるせん断耐力に有効性を示す係数、 β_{aw} を増じることで評価してございます。

次に、7ページ目を御覧ください。7ページ目から8ページ目にかけて、先施工とCCb工法の差異について御説明いたします。図を御確認ください。左側が先施工、右側がCCb工法を示してございます。両者の大きな違いはせん断補強筋端部の定着機構であり、CCbがせん断補強筋として機能を発揮するためには、定着体部付近のコンクリートが健全で定着体部の定着機能が保持されている必要があることがわかります。

8ページ目をお願いいたします。8ページ目は施工方法の違いとなります。CCb工法においては既設のコンクリート部材を削孔し、CCbを設置するものであるため、施工精度が大きく影響を与える工法であることがわかります。

次に、9ページ目を御確認ください。9ページ10ページに、美浜3号炉で工認実績のあるPHb工法とCCb工法の差異の論点を整理してございます。9ページ目は工法の差異を記載しておりまして、大きな差異として3項目ございます。一つ目は定着体の構造であり、PHb工

法においてはプレートによる定着体となっております。

二つ目は、表5行目に示します認定方法です。PHb工法については、せん断スパン比が小さいディープビームを対象とした試験を行っております。CCb工法を女川2号炉に適用するに当たり、ディープビームを対象とした試験を行っていないことへの対応は後段にて別途御説明をいたします。

最後、三つ目に一番下の行になりますが、せん断耐力の設計手法でございます β_{aw} の上限値の差異の有無というところに差異がございます。

続いて、10ページ御確認ください。美浜3号炉と女川2号炉の差異を示しております。こちらについても大きく3項目差異がございます。一つ目は構造諸元でございます、女川2号炉では版や壁といった面部材CCb工法を適用してございまして、面外せん断力と面内せん断力が同時に作用するため、その影響について確認いたします。二つ目の荷重形態、いわゆる作用荷重の違いがございます。三つ目に定着体部でのひび割れ状況の違い、この3点が差異としてございます。

続いて、11ページ御確認ください。11ページから17ページにかけまして、女川2号炉におけるCCb工法の適用性の確認概要を示しております。適用性の確認は図に示します適用性確認フローを用いて行っておりまして、美浜3号炉と同様の確認項目となっております。表に示す5項目について確認を行っており、次ページ以降、各項目について御説明いたします。

12ページになります。フロー①適用性確認項目の抽出といたしまして、表に示します14項目、抽出してございます。

次に13ページお願いいたします。フロー②建設技術審査証明報告書の適用範囲の確認についてです。13ページから14ページにかけて示しております。表に示しますとおり、フロー②で確認できなかった項目として、IV、VIII、X、XI、XIVの5項目がございます。これらについては、次ページのフロー③にて確認してございます。

フロー③についてを説明いたします。各内容については5章以降別途御説明をいたしますが、各項目にA～Eのナンバリングを行っております。

続いて、16ページでございます。16ページでは、CCbの施工精度に影響を与える確認項目の確認として4項目示してございます。

次、17ページです。17ページではフローの最後の5番になりますが、施工実績、研究事例等の確認を示しておりまして、こちらについて実績であったり研究事例というものが

CCb工法に反映されているかといったものを確認してございます。

それで、18ページ目をお願いいたします。18ページからは、女川2号炉におけるCCb工法の適用性について説明いたします。ここでは、4章のフロー③の内容を詳細に記載してございます。4章に示した確認項目A～Cについて、18ページから33ページにかけて記載してございます。こちらの確認については、18ページ下に示します三つのステップにより確認いたします。次ページ以降にて説明いたします。

19ページをお願いいたします。ステップ①CCbの解析上のモデル化方法について記載してございます。下の表に結果を示してございますが、2種類の方法にて検討を行い、表下段のCCbに必要定着長5Dの鉄筋比をゼロとした解析パターンが再現性が高いことを確認してございます。以降、当モデル化方法により検討を行ってございます。

次、20ページです。ステップ②といたしまして、大きな部材厚に対する適用性の確認を行ってございます。結果を下の表に示してございます。左側に各ケースのひび割れ図を、右側にステップ①、②のせん断耐力を示してございます。ひび割れ状況の比較から両者に顕著な差は見られず、整合的な結果が概ね見られてございます。

せん断耐力につきましては、CCb工法の理論と同様の傾向を示していることが確認されてございます。これらを踏まえまして、ステップ②で示します大きな部材厚に対する適用性が確認されてございます。

続いて、21ページをお願いいたします。21ページから32ページにかけて、ステップ③として、実施工部材に対するCCb工法の適用性を示してございます。確認につきましては、表下に示します3ケース実施してございます。

22ページを御確認ください。ケースの一つとしまして、ケース③-1の材料非線形解析について記載してございます。対象部材は取水(漸拡部)隔壁、荷重形態は集中荷重系となります。各断面図等の概要図を以下に示してございます。

続いて、23ページ御確認ください。こちらはケース③-1の結果を示してございます。表に従来工法とCCb工法の各種損傷状況について比較してございます。23ページには初期ひび割れ発生時の損傷状況を。24ページには地震時荷重時の損傷状況とせん断耐力の結果を示してございます。こちらは、23ページ、24ページに示しますように、従来工法とCCb工法の間では顕著な差は見られず、概ね整合的な結果となったことを確認してございます。

また、25ページに終局状態について記載してございますが、終局状態においても両者に顕著な差は見られず、同等の結果となったことを確認してございます。

続いて、26ページです。三つ中の二つ目、ケース③-2の材料非線形解析について示しています。こちらは対象部材としては、軽油タンク室の側壁でございます。こちらには2パターン実施してございます。一つ目が、分布荷重系の荷重形態であり、破壊形態がディープビーム的な破壊となるもの。二つ目が、分布荷重系で破壊形態が棒部材的な破壊となるものとなります。

27ページをお願いいたします。ケース③-2-1の結果を示してございます。こちらについては先ほどと同様、各種損傷状況での比較を示してございます。27ページに初期ひび割れ時の損傷状況、28ページに地震時荷重の損傷状況、29ページに参考として終局荷重時の損傷状況を示してございます。

28ページに示しますせん断耐力を確認しますと、両者に大きな違いはございませんでした。比で言うと約99%となっておりまして、これは、破壊形態がディープビーム的な破壊となり、従来工法とCCb工法の差異である定着部の影響が現れなかったためということが言えます。これらにつきましても、せん断補強効果に与えるような影響は特段両者に見られなかったことから、当ケースにおいてもCCb工法の適用性を確認できたということが言えます。

続いて、30ページです。最後に、ケース③-2の解析結果について説明いたします。

31ページにひび割れ時の損傷状況とせん断耐力を。32ページに終局荷重時の損傷状況を示してございます。従来工法とCCbの間で、こちらにつきましても概ね整合的な結果となっており、これまでと同様、概ね良好な結果を見られておることから、こちらのケースにつきましてもせん断補強効果が得られたことを確認されております。

次、33ページをお願いいたします。33ページにつきましては、今までの確認項目、A～Cのまとめについて記載してございます。材料非線形解析によるせん断ひび割れ抑制効果のまとめとして三つ記載してございますが、こちらについては最後のまとめにて別途御説明をいたします。

○東北電力（大内） ちょっと時間がなくなってきたので多少はしよりますけれども、34ページから大内のほうから説明させていただきます。

前段のほうに申し上げましたとおり、先施工と従来施工との差ということで、定着部の定着が問題になるということで、形態が違うということで、そこら辺付近のひび割れの状況が耐力に与える影響がどうかということを示して34ページから示してございます。幾つかひび割れるんですが、曲げひび割れ、面内せん断ひび割れ、あとディープビームが出てきますと、

高角度のひび割れが圧縮で出てくるというおそれがあるので、そういうものに対して実験がどの程度カバーできているかという観点で見えています。

35ページにそのひび割れの状態なるものを模式的に示していて、大きくはこの三つかなというふうに思っています。

36ページにどういう実験をやっているかということで、これは建設技術審査証明の中でやっている実験でございますけれども、耐力から出るもの、与えられる変位に対して2倍3倍と変位を漸増させるような交番載荷をやっているというものになります。

1枚めくっていただきまして、37ページですけれども、そのときのひび割れの状況でございますけれども、これは、下のほうの右のグラフに耐力の点を出していますが、こちら辺の絵を示しておりますけれども、交番載荷をやって、ポストピークの時点での絵を見ると。我々が仮定している5Dの部分が効かないと仮定したものと、ひび割れの分布については非常に整合的で、いい傾向にあるということ。それから、かなりひび割れが進展している状態であっても耐力は維持できているというようなことが見てとれるということでございます。

38ページを見ていただきますと、面内せん断ひび割れなんかですと貫通ひび割れになるんですが、②で囲っているようなところには、もう上から下まで貫通するようなひび割れが出ているような状況でありながらも耐力が確保できていると、実験の中で確認できている。

また、39ページを見ていただきますと、ここについても同じで、ディープビームですと、左斜め下にあるような緑色に沿ったようなピンク色の楕円形のようなひび割れが入ると思いますが、こういうものについても高角度になってくるんですけれども、高角度のひび割れが出るような状況においても、定着が保持できていると仮定している解析と非常によく合うし、耐力が保持できているということで、実験が相当程度損傷が進んだ状態においてもカバーできているということで、適用範囲内であろうというふうに考えています。

40ページからは、そのひび割れの状態とほぼリニアな関係にあるであろうひずみですね。鉄筋のひずみをどういうふうに考えるかというようなことを書いています。実験の中では2,363 μ までカバーできているんですが、多少安全側にとということで、41ページに使用制限をどういうふうに使うかということをもとめています。最後のところになりますけれども、降伏強度以下ということで、1,725 μ ですね。実験では2,363 μ だったんですが、それと定着部付近では大体リニアな関係にあるであろう主筋のひずみとの対応をきちんと見ま

して、その内数に十分入るといふ強度を使うことで一定の担保がなされるかなといふふう
に思っています。

それから、42ページでございますけれども、CCbを適用するに当たっての大前提である
のは、311を受けている女川においてはその健全性だろうといふことで、0.2mm以上のひび
割れがないということを確認して、使用性に問題がないということ。

それから、43ページを見ていただきますと、設計基準強度に対して十分な強度を持って
いるといふことで、コンクリートの劣化も認められないといふことで、適用が可能である
といふふうにご考えてございます。

最後に保守性といふことで、CCbを使うに当たりまして、従来工法と違うといふこと。
それから、先行プラントにはないせん断補強工法というものは美浜であるわけですが、そ
れと少し定着部が異なるということもありまして、ここに記載の保守性をもった設計をや
っていきますといふことで宣言でございますけれども、大きくは β_{aw} のもとが、これは建
設技術証明書で認められているものですが、これがそもそも実験よりも少し保守的に設定
されているということが一つ。

それから、(2)のところでございますけれども、我々は棒部材式という式を使って耐力を
評価しようと思っております。ディープビームになってきますと、ディープビーム式のほう
が耐力をいっぱい出るといふ評価をしてくれるんですが、棒部材式を使うことによつてデ
ィープビーム領域においても保守性を確保するといふこと。

それから、圧縮縁コンクリートひずみ、これは実験では1%を超えるようなところまで
やれてはおりますけれども、1%以下、これは圧縮破壊が起こってきます、定着には悪い影響
はあるだろうといふこと。それからひずみについては先ほど申し上げたようなこと、こうい
ったようなことをセットで使うことで十分保守性ができるかなといふことでございます。

45ページはまとめでございますけれども、女川におきましては、建設技術審査証明書の中
で書かれている以上の部材厚、あるいは、荷重状態について適用することといたしますが、
数値実験等によりまして、それが妥当であることを確認しています。

それから、ある一定の使用制限を設けることによつて、想定されるひび割れにおいても
定着は確保できるであろうといふことを考えてございますので、女川においては適用性は
十分あるといふふうにご考えているところでございます。

ちょっと駆け足で申し訳ありませんでしたが、以上でございます。

○山中委員 それでは、質問、コメントをお願いします。

○堀口主任審査官 規制庁、堀口です。

グラウト材とセラミック体についてなんですけれども、材料を知りたいんですが、グラウト材はセメント系のようなのですが、モルタルかコンクリートなんでしょうか。それから、セラミック材の素材ですね。アルミナとか、いっぱい種類がありますよね。何を使っていますか。

○東北電力（大内） 無収縮系のモルタルを使っています、強度については強度が出るものということを使うということ。それから、セラミックについてはまとめ資料のほうに仔細を記載させていただいてございますが、アルミナ系のものを使うということで考えております。ページ番号で申しますと35ページ辺りに書いていまして、アルミナ系のものを使いますというような宣言ですね。といったことでございます。

○堀口主任審査官 1-2-2の資料の35ページ。では、もうちょっと詳細を知りたいので、グラウト材、それから、セラミック材、それぞれについて仕様、特性、それから役割、役割についてはもちろんコンクリートと応力を伝え合うんですけれども、力学的にもうちょっと詳細に提示してください。いいですか。その上で、まず、グラウト材については、CCb工法の支圧、付着効果にどの程度寄与しているかを説明した上で、重点材の要求機能から設計へ反映する事項、強度特性とか耐久性とかがありますが、について説明してください。

それから、セラミックの定着材についてなんです、これはやはり欠けやすい、もろいということが懸念されますので、粘りのある鉄筋と組み合わせて使うのであれば、そういったものにセラミックを使うのは適正であるかどうかという観点から説明してください。

以上です。

○東北電力（大内） 承知しました。グラウト材と支圧の関係についてはちょっと改めての整理になるかと思えます。それから、セラミックについてはもろいというか、強度的なものとか、そういったものをお示しできると思いますが、コンクリートと鉄筋というものがそもそも弾性的なものとそうでないものを使っていると、そこにそういうものを介在させるということですので、その材料の何というんですか、あれが悪さをするというにはわかに考えられませんが、引き抜き試験をやっているときの状況とか、そのときのセラミックの状態ですね。終局状態というのか、使い切っているときのセラミックの状態がコンクリートとセラミックと鉄筋の中でセラミックから先に出ませんよとか、そういったようなことをちょっと実験との整合で確認することでお示しできるかなというふうに

思っていますが、今のデータとしてちょっとつまびらかに持っていないので、改めて整理してお示ししたいなというふうに思います。

○堀口主任審査官 私からは以上です。

○山中委員 そのほか、いかがでしょうか。

どうぞ。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。

私から3点確認をさせていただきます。

まず、19ページ、ここでは5Dの妥当性ということで、解析的な検討と実験結果というのを比較していますよね。この結果を見ると、無効区間、上が140mmで下が150mm、わずか10mmの違いで結構解析結果によるせん断耐力については差異が出ています。これを考えると、今、一試験体について5Dの妥当性というのを検証していますが、条件が違うほかの試験体についてもこの検証をしておいたほうが良いと考えますが、いかがでしょうか。

○東北電力（大内） 5D、いわゆる定着をないものと仮定する範囲ということについては、恐らく若干ぶれると思います。おっしゃるとおりだと思います。びたびたと合ってこないなと思いますけれども、幾つかの試験体の中から選んでいる理由があって、そこら辺の整理がまず一つ。それから、必要に応じて、追加の解析で5Dが良いのか、5.5Dが良いのかというようなことについてのばらつきの検討ですかね。そういったものの必要性についてちょっと検討させていただきたいと思います。

○三浦審査官 じゃあ、それはお願いします。

次の確認事項です。20ページの右下に解析結果だと考察ということで、ステップ①について、従来工法とCCb工法のせん断耐力の比較が出ています。その結果、ステップ①でCCb工法が従来工法に比べて0.82という数字が記載されています。ここの差異を考えますと、従来工法とCCb工法のせん断耐力の差異が非常に大きいですよね。そうすると、これからだけ有効率、 β_{aw} を考えてしまうと、今設定されている β_{aw} よりもかなり小さい数字が出てくると思うんです。これについては、算定式がコンクリート標準仕様書の算定式と、実際の従来工法を求めるときの実験による実質耐力の乖離が大きいんじゃないかなと考えますが、その点はいかがでしょう。

○東北電力（伊藤） 東北電力、伊藤です。

もともとの β_{aw} の算定方法自体は部材の厚さの関数になっていまして、9ページの表の一番下にせん断耐力の設計方法 β_{aw} の設定とありまして、ここにSrbというのが部材の

厚さ、ほぼほぼ部材の厚さに関する係数になっていまして、部材厚が厚ければ厚いほど定着分の影響が薄まっていきますので、 β_{aw} が大きくなるという部材厚に関する関数になっております。ですので、この実験式で、今、実験の結果0.8になっているのは、ステップ②で部材厚が1,500mmに増えたことによっても β_{aw} が大きくなっているというのは、この辺の部材厚が一つのパラメータになっているかなという理由になります。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。

ちょっと質問の事項とお答えがちょっと違うようなんですが、ここに書かれているのはせん断力比率ですね。ですから、これが β_{aw} とは異なるんだらうと思うんですが、私がお聞きしたいのは、ここのせん断耐力が668kNと、550tN、かなり差異がありますねということなんですが、この差異については、恐らく従来工法を求めるときのコンクリート標準示方書の算定式がこれをシミュレーションしていなくて、たまたまその算定式でCCbをやったら合ってしまったということになっているんじゃないかなと思ったんですが。少しこれについて、実験結果と解析結果や算定式との比較を含めて、1回整理をしていただけますでしょうか。

○東北電力（大内） 承知しました。ここについてはもう少し実験の仔細との整理で、誤ったことはやっていないと思っているんですけども、偶然合ってしまった、そうかもしれないので、先ほどの点とあわせて、ケーススタディの増というようなことでカバーできるかなと思いますので、対応したいと思います。

○三浦審査官 よろしく申し上げます。

あともう1点、確認事項なんですが、CCb工法を考えると、主筋と定着体の位置関係というのは結構耐力に影響を与えているという実験結果が出ていると思うんですね。そうすると、既存の構造体の中で至近のいわゆる施工誤差というのは当然あるだろうと思うんです。その施工誤差というのが、後で44ページに出てきています設計上の配慮、照査値を0.8割程度に抑えるというようなことに飲み込んでいるというふうに考えてよろしいでしょうか。

○東北電力（堀見） 東北電力、堀見でございます。

基本的に、施工精度に関する内容としましては、先ほど御説明させていただきましたが、4項目ございまして、角度であったり位置であったり、そういったもので誤差が出ると思っておりますが、それについては実験的検討から概ねないと思っております。ただ、どうしても出そうなきがあるというところで、配慮として0.8を行っております。

定着長に関する至近と定着対応の位置に関しましては、設計上いわゆる β_{aw} の低減率に

て配慮をすることが可能なので、そちらの設計のほうで対処することが可能になっております。

以上です。

○三浦審査官 今の答えで了解いたしました。

私の質問は以上です。

○江寄企画調査官 規制庁の江寄です。

19ページ以降ですね。数値解析による検証とかされているわけですがけれども、この材料非線形解析において、CCbをどのようにモデル化しているかというのはあまり明確に記載されていないと思いますので、ただし、ここに関しては、数値解析の妥当性を確認する上ではコンクリート付着後、補強筋の付着ですね。または定着、支圧ですね。この考え方の説明はとても重要になると思いますので、これに関しては、CCb工法の定着・付着のモデルについて、モデル化の方法とその妥当性について整理して、資料をもってまた説明いただきたいと考えています。ここに関しては、多分資料がなければ、ここで聞いてもお互いに議論しようがないと思いますので、これは資料を整備してください。

あともう1点は、女川特有の問題でひび割れという問題が建屋等でも起きておりますけれども、そういうひび割れが起きたとしても、この付着性能は保てるのか。今使用している範囲のひび割れの状況も含めて、その適用性を含めて、またこれに関しても、今日は資料はないと思いますので、また説明を後日していただきたいと考えています。

以上です。

○東北電力（大内） 東北電力の大内でございます。

1点目のモデルの考え方については了解しました。ひび割れの状態については42ページにお示ししているとおりで、ひび割れの大きさは基本的には耐力等に影響をするというふうに一般的に言われている0.2mmですね。それよりもないということを用いている全ての構造物、部材について確認しているということでございます。

今御指摘いただいたのは、その展開図とか、何というんでしょうか、CCbが入れているところとひび割れ図との対比のようなものというようなイメージでしょうか。

○江寄企画調査官 規制庁の江寄です。

少なくとも点検結果として、建築のほうでも出ていましたけれども、ひび割れの点検をした状況でどういう状況にあって、それがどこの部位に今のCCbを適用しているのか。多分ひび割れの程度ですね。幅とか深さを含めてどのようにそちらでは考えているのか。それ

に関して、まずは詳細に説明いただきたいということです。

○東北電力（大内） わかりました。今、ちょっと幅の話を表でまとめているので、もう少し仔細なデータということだと思いますので、お示ししたいと思います。

○山中委員 そのほか、いかがですか。

○佐藤審査官 規制庁の佐藤です。

資料の27ページに示されております解析につきまして、これはディープビーム的な破壊に関するものですが、ディープビーム的な破壊の検証については解析のみで実施されていると。1点は、この破壊というのが今の解析コードで評価ができるかどうかというところについては、今の江崎の指摘にもありましたけれども、解析コードでどういったところを示すことができているのかというところも含めて、あわせて整理をいただければと思います。

もう1点、この関係につきましては解析でしか検証してなくて、このもとになっている審査証明の中でも、これについては試験が実施されていないというところもありますので、その試験を実施、試験で検証していないというところの理由というところと、あと、実験をしていなくても適用可能というところが少し書いてありますけれども、その辺をもう少し具体的に示していただくというところを今後いただければと思います。

ここについては、CCbの支圧とか付着効果が発揮できるというところが検証できないと、44ページのほうで保守性の整理ということで、44ページの(2)の①のところで、ディープビームを対象とした試験を実施していないことを踏まえてということで、棒部材式を適用していますということで保守性を担保していますということですが、そもそもCCbの効果が出ているのかどうかというのがわかっていなければ、この棒部材式を用いることによって保守性を担保しているというところも、それで言えるかどうかというのがありますので、そこについては改めて整理をいただければと思いますので、よろしくお願ひします。

○東北電力（大内） わかりました。改めて整理しますが、基本的には、ディープビームでも適用できることについては、49ページの右下のグラフの中で、あるところからディープビーム型の破壊にいきますと。そのときに応力状態がどういうふうになっているのかということですね。鉄筋がどういうふうに効くのか、せん断筋がどういうふうに効くのかということですが、1より手前側のディープビーム状態ですね。2.5~1くらいのところだと、斜めひび割れが引っ張りで破壊している状態で、頂部の部分が圧縮になりますと。だから、

破壊の状態としては基本的に一緒ですので、その圧縮でいく部分を考慮しないという安全内になっているというだけの話です。

1を下回ってくるところですね。よりディープビームになってくるところ、圧縮破壊型になってくるところですけど、そこについてのせん断補強筋がどういうふうに効いているのかということについて、解析的に追いかけているわけですね。なので、解析で妥当に示せるという解析コードの妥当性を示すことで相当補強になるということと、それから、ここら辺は後で示しますが、棒部材式を使っているということで、その状態を保守的に評価できているというようなことは説明は容易に可能だと思っているので。そこら辺をちょっと書類化して、また会合をいただければというふうに思っております。ありがとうございます。

○山中委員 そのほか、いかがですか。

どうぞ。

○江寄企画調査官 規制庁の江寄です。

今、佐藤審査官が言っていた話なんですけど、もう1個、なぜ試験をしなくていいのか。それについてもちょっと整理して、考えていただきたいと思います。

私からの質問は、端的に話しますと、37ページから41ページにかけて、特に面外せん断力と面内せん断力、失礼しました、面内曲げモーメントの荷重とその面内せん断力、それが複合した場合のひび割れ形態に対して、これは実験的に曲げひび割れで考えておけば、ある程度大丈夫だという話はされているんですか。縦に貫通しているという話があって、ただし、それは基本的には面的に見ればX字にひび割れているという状態になっていますので、いわゆるひび割れ形態とかと違うわけですね、破壊形態が。ですので、ここというのは、端的に断面内でのひび割れの形態だけじゃなくて、全体で考えれば相違がありますので、やっぱり数値解析等で確認する必要があるのではないかと考えています。それが1点目です。

2点目が、44ページの(2)辺りに、面内せん断力と面外力の合力による鉄筋のひずみ、いろいろここで応力制限を考えています。これは安全側でいいことだと思うんですが、ただし、ここで言っているのは面内せん断力と面内の合力、外力というのは、基本的には曲げモーメントだと思うんですね。一方で、面外せん断力のひび割れというのが起きるわけで、それに対する応力制限、CCbを使うに当たって、必要ないのか、あるのか、これに関しても考え方を整理していただきたいと考えていますが、いかがでしょうか。

○東北電力（大内） 承知しました。面内せん断を受ける場合のせん断補強筋、いわゆる面外荷重に効かせるときのせん断補強筋の役割と応力の分断の仕方については、別途御説明します。その上で、数値解析が必要かということについては御議論いただければいいかなというふうに思っていますので、その要否については別途御議論していただければと思います。

もう1個、ちょっと聞き漏らしている可能性があって、面外せん断を受けたときのひび割れ状態に対して、何か使用制限が要らないかということをございますか。

○江寄企画調査官 規制庁の江寄です。

そのとおりでございます。基本的に、面外荷重がかかったときに、せん断ひび割れが起きたときに、ある程度ひび割れが大きく顕著に起きたときに、CCb自身が機能するかどうか。または、実験等で不足している部分もありますので、そうした部分を踏まえてある程度保守的に制限を設ける必要はないのか。これはなぜかということ、先行サイトでもあった事例もありますので、今、ここで確認しております。

○東北電力（大内） 承知しました。面外せん断のひび割れが基本的には結局的に起こらないような状態にするために、せん断補強筋を入れるというようなことは考えていて、それは実験の中で終局における面外せん断力に伴う面外せん断のひび割れというものに対してカバーできている鉄筋なので、ちょっとそこら辺は、面外せん断に対する応力状態に対してのというのは非常に難しい問題だと思うんです。ちょっと頭を整理してから、また御回答を考えますけれども、ちょっと持ち帰らせていただければと思います。

○江寄企画調査官 規制庁の江寄です。

今の話で整理していただければと思いますけども、先ほどあった、例えばディープビーム的なものに関しては数値のシミュレーションだけであって、試験は行っていないという、不確定さ。そういういろんな不確定さがあると思うんですね。それも踏まえて整理いただければと思いますので、よろしくお願ひします。

○東北電力（大内） ディープビームを一つのターゲットということも理解しましたので、もう少し考えたいと思います。

○山中委員 そのほか、いかがですか。

○三浦審査官 規制庁の三浦です。

今までの話の中にも出てきているんですが、今回、女川で、先ほどせん断補強工法というのは複数の構造物で複数の部位において適用されていますので、そのCCb性能の性能に

影響を与えると思われる要因、例えば主筋ですとか、CCbの径ですとか、部材厚さとか、せん断スパン比ですね。これらを今使われている構造物全部で網羅的にちょっと整理していただいて、その部分で実験的に検証されているのがこの部分で、解析的に検証されているのがこの部分だという整理を1回していただいて、そこを逸脱する部分に関してはどういうふうに考えているという対応方針も含めて、網羅的に整理をお願いしたいと思うんですが。

○東北電力（大内） 承知しました。フローをお示ししまして網羅的にやっているつもりですけれども、漏れがないかということも含めまして表できちんと全構造物も全配筋を見ているということで、きちんと確認いたします。ありがとうございます。

○三浦審査官 よろしくお願いたします。

○山中委員 いかがでしょうか。よろしいでしょうか。

これは、もう実際に施工されているわけですよ。なので、十分安全側に補強されているかどうかというのは、いろんな方法でチェックをしていただきたいなと思いますし、今日はコメントがかなり出ましたですけれども、よろしくお願いたします。

○東北電力（大宮） 東北電力の大宮でございます。

ただいまの御指摘を踏まえまして改めて説明させていただきます。ありがとうございます。

○山中委員 よろしいでしょうか。

それでは、今後のスケジュールについて説明をお願いします。

○東北電力（小保内） 東北電力、小保内です。

では、資料1-3-1を御覧ください。この指摘事項に関する回答一覧表、リストですけれども、これは特に追加等はありません。

資料1-3-3を御覧ください。これは、毎回いつものように、変更前後のところを黄色の網掛けでハッチングしています。上のほうのところでは地盤斜面の安定性、これはちょっとスケジュールが繰り延べしておりますけれども、防潮堤の構造成立性が終わってから御説明させていただきたいということで変更させてございます。また、防潮堤の構造成立性、この時期をちょっと変更した理由は後ほどお話させていただきます。

その下、竜巻に対する設計方針のところ、これを8月から9月に変更しております。これは、7月のたしか29日だと思いましたが、そのときに御説明しましたけれども、8月にも審査会合を開催していただけるならということで入れておりました。ただ、東海第二さ

んのパブコメ対応でやはり難しいということでお話をいただいておりますので、9月に変更しております。

その裏のページ、ハッチングしております。SAの逐条のところ、これも先ほどと同様に、東海第二さんのパブコメ対応ということでお話をいただいておりますので、8月から9月に変更してございます。

3ページ、別紙の1を御覧ください。このページは耐震のところですがけれども、何点か変更してございます。

まず、①の1の7、一番上のところです。屋外の重要土木構造物の断面選定の考え方、これは、地下水位の設定の御説明をした後にということで変更させていただいております。地下水位の設定の説明を変更したのは、また最後のページのほうでお話させていただきます。

その下、建屋ごとの設備への影響検討、これは、8月下旬の予定を8月上旬のほうに前倒しさせていただいております。その下、屋外の重要土木構造物の時刻歴応答解析、これも地下水位の設定の後ということですね。その下の竜巻防護ネット、これは耐震の観点から審査していただくものですが、これも先ほどと同じ理由で変更してございます。

一番最後のページを御覧ください。これは耐津波設計のところですが、ここを大きく2点ほど書いてございます。①の4番のところ、津波防護の設計ということで9月から11月上旬にということで、これは地下水位の設定関係のところですね。変更事由に書いてございますけれども、各設備の耐震性評価とそれを踏まえた浸透流解析を実施した上で御説明させていただきたい。

その下、②の1の2の防潮堤の構造成立性、これは9月から10月下旬に変えてございます。これも追加の構造解析を行って、設計上の余裕を定量的に押し示した後に審査いただきたいということです。

あと、一番最後の取放水路の流入防止のところ、これは、特にスケジュールの変更はありませんけれども、前回からちょっと時間がたっていますので、少し状況のほうを大宮のほうから簡単に説明させていただきます。

○東北電力（大宮） 東北電力の大宮でございます。

防潮壁につきましては、前回会合で、地盤の変位を評価できる保守的な解析、あるいは構造物が複雑というふうな御指摘をいただいておりますので、地盤変位を評価できる精緻なモデルで再設計を実施してございまして、可能であれば構造の単純化など、設備の信

頼性向上に資する対応について現在検討中でありまして、それらの検討結果をもちまして、しっかりとした説明をさせていただきたいということで、若干時間を頂戴してまいります。

以上でございます。

○東北電力（小保内） 東北電力、小保内です。

審査関係の説明スケジュールは以上になります。

○山中委員 今後のスケジュールについて確認しておきたいことはございますか。よろしいでしょうか。

それでは、以上で議題(1)を終了いたします。

ここで席替えがありますので、一旦中断し、約10分後、5時10分に再開をさせていただきます。

（休憩 東北電力退室 関西電力入室）

○山中委員 再開いたします。

次の議題は、議題(2)関西電力(株)美浜発電所の保安規定に係る審査についてです。

それでは資料の説明を始めてください。

○関西電力（西田） 関西電力、西田でございます。よろしくお願いいたします。

それでは、お手元の資料に基づきまして本件を御説明してまいります。

本件、関西電力(株)美浜発電所原子炉施設保安規定変更認可申請の概要について、でございます。

お手元の資料の2ページを御覧ください。このページで今回の申請内容の全体概要を示しております。

今回、変更認可申請をしておりますけれども、その中身、案件は以下の三つが柱でございます。

まず一つ目、使用済燃料ピットクレーンでございます。クレーンの改造に伴う変更、このクレーンの改造に伴いまして、このクレーンの運用に関する事項などを追記してまいります。二つ目、使用済燃料ピットラックの改造に伴う変更でございます。このラック改造に伴い、地震により使用済燃料ピットラック、これは、後ほど御説明いたしますフリースタンディングラックを用いますので、このラックが移動した場合に再設置の可否を判断することを定めて管理することなどを追記してまいります。三つ目、32m盤構台設置、これはエレベーションの32mという意味でございます。ここにステージを設けます。この構台

のことを表しておりますけれども、32m盤構台設置、ここに使用済燃料輸送容器保管建屋の連絡暗渠というものがございしますが、これを撤去してまいりますので、これに伴う変更。この三つが柱でございます。

申請理由、先ほど御説明しましたピットラック改造、それからクレーンの改造、これに係ります実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第17条の3号に基づく使用の承認、これを受けることとなりますが、使用前検査を受検することから、このクレーンの運用などを定める必要がございます。このため、このクレーンの運用を定める保安規定の変更とあわせて、改造後の使用済燃料ラックの管理、それから、管理区域の一部の変更というものがございしますので、あわせて保安規定変更認可申請を行うものでございます。

申請実績、今年の1月15日に申請させていただいております。4月13日、6月29日に補正申請したところでございます。

3ページを御覧ください。ここからは個別の中身について御説明させていただきます。

3ページ、これは工事の概要を御説明してまいります。

まず、使用済燃料ピットクレーンの改造工事でございます。これは、基準地震動の見直しを踏まえまして、ピットクレーンの耐震性、これを向上するためにラックブロックなどをつり上げてまいります。このクレーンとしても使用できるようトロリを交換する構造ということで、図を見ていただきますと、左側に横から見た図でございます。通常の燃料を取り扱うクレーンは、レールの上にブリッジがありまして、その上に赤の点線で囲っておりますけれども、燃料体などをつり上げるトロリがございします。今回、フリースタンディングラックのラックブロックというものを扱いますので、この燃料体などをつり上げるトロリでは容量が不足することから、右側に青で囲んだラックブロックなどをつり上げるためのトロリを示しておりますけれども、この部分を入れ替えられるような構造としております。燃料体のトロリは吊上げ荷重2t、ラックブロック用は40tと、このトロリの入れ替えをする、このような構造を設置してまいります。

右の枠の中に書いておりますけれども、この取り替え、交換に当たりましては、右で書いております、例えば横行転倒防止金具、こういうもので横行レールをつかんだような形にしておりますけれども、これは取付ボルトでつかんだような形にして、取付ボルトを緩めること、外すことによって容易に交換できる。また、右のケーブルにつきましては、それぞれコネクタで取りつけておりますので、取り外し、取り付けは簡便にできるという構造でございます。

これが、まず、クレーンの改造の概要でございます。

4ページを御覧ください。4ページはラックの改造でございます。さっき申しました、今回、フリースタンディングラックというものに取り替えをしてまいります。これは、基準地震動の見直しを踏まえ、ラックの耐震性を向上させるということで、現状のラックを撤去し、新たにフリースタンディングラック、これは床に固定せず揺れを滑りなどにより軽減する構造としております。

図を御覧ください。これは取り替えた後のフリースタンディングラックの構造図でございます。図を見ていただきますと、燃料集合体に入るラックセルが多く並んでおると見ていただけたと思いますが、これを大きな四角の枠、八つの枠で囲う、これを合わせて全体構造となっております。右側に赤で示しておりますけれども、ラックセルを囲む形で大きな四角の枠、これをラックブロックと申しております。フリースタンディングラックの構造は、最も下にフラットプレートというものを敷きまして、その上に足のついたラックブロックを設置するというものでございます。これを八つ並べまして、それぞれのラックブロックについてはボルトによって結合しているという、このような構造でございます。

ラックの概要という意味ではこのような構造で、次ページ、5ページを御覧ください。このラックですけれども、地震により床に固定していないということで、このフリースタンディングラックそのものが移動した場合に、状況によりましてはこの再設置が必要となります。その再設置に係る考え方を示すベストなそれぞれの制限ラインというものを設けております。

まず、左下の左の緑のラインを見ながら見ていただければと思います。ラックブロックが遮蔽性、熱によりピット壁の健全性に影響を及ぼさないように通常時の制限ラインというものを設けております。緑のラインでございます。

それから、地震により滑った場合、その滑り量を考慮しても、この通常時の制限ラインを逸脱しないように、再設置の要否というものを判断する再設置判定ラインというものを設けております。これは左の図でいう赤のラインになります。

このフリースタンディングラックが動いて再設置するか否かを判断する場合の考え方を、その下に具体的な移動量を踏まえて設定してございます。①のところで、ガンマ発熱によるコンクリート温度に影響を与えない最近接したラックブロックの位置、先ほど申しましたラインでございます。東西南北300mm。それから、②で遮蔽により作業員等が安全に作業できるときの、最近接したラックブロックの位置、これを南・西700mm。これの大きい

ほうをとりまして、通常時制限ラインというものを設定してございます。再設置判定ラインにつきましては、滑り量を考慮して、その300mmに例えばN方向で申しますと、300mmに330mmに足して630、1030、630、1030ということで、再設置判定ラインを設定してございます。

右の図になります。これは、移動して再設置を行う場合のイメージをしてございます。再設置する場合には、遮蔽性、熱によるピット壁の健全性に影響を及ぼさないよう、再設置時の制限ラインというものを設けております。これが青のラインになります。もう一つ、赤のライン、赤の点線のラインになりますけども、これは再設置時の仮置きエリアということで、これは再設置の作業時に地震があった場合、再設置時の制限ラインを超えないためということで設けたエリアでございます。

この青と赤の点線のライン、これの考え方を下で具体的な数値で示してございます。①でガンマ発熱によるコンクリート温度に影響を与えない最近接したラックブロック位置、それから、②で遮蔽により作業員等が安全に作業できるときの最近接したラックブロックの位置、この大きいほうをとりまして、③として、再設置制限ラインというのを設けてございます。再設置時の仮置きエリア、作業時の一時的なエリアでございます。それは、その下、④で示してございます。

もう1件、6ページを御覧ください。32m盤構台設置工事でございます。先ほど申しましたエレベーション32mのところには構台を設置する計画でございます。下の図を見ていただきますと、左側、3号炉原子炉建屋でございます。外部遮蔽壁のドームの横に構台設置のイメージがでございます。ここの場所ですが、右の図で色がついているところを見ていただきますと、オレンジのところになります。ここは、このグリーンのところもあわせて、現状は盛土などによる地盤でございます。ここを波及的影響を及ぼさないという観点から、土砂などを取り除いて、そこに図で示します講台を設置する予定でございます。この工事をするときに、下の図にあります使用済燃料輸送容器保管庫との連絡通路、ここは管理区域でございますけども、ここを撤去いたします。そのために、保安規定の管理区域の図から削除するというものでございます。

次ページ、7ページを御覧ください。以上の内容に基づきまして、今回、保安規定につきまして、下記の変更をする予定でございます。

94条につきましては、第1項、ピットラックのクレーンとして使用中を除くという、燃料ピットと燃料ピットクレーンとして使用するときとラッククレーンとして使用すること

について、明確化してございます。

2項についても同様でございます。

4項、原子燃料課長は、第1項、第2項の運搬を使用済燃料ピットにおいて実施する場合、次の事項を遵守するという事で、落下防止、それからピットクレーン使用時の吊荷の荷重、吊上げ上限高さを管理するという事を追記してございます。

次ページ、8ページを御覧ください。

第95条第1項、(1)になります。ここは新規制基準の要求事項を追加ということで、下線部、1カ月に1回以上、巡視点検により、貯蔵状況等に異常のないことを確認するとともに使用済燃料ピットにおいては、水面の清浄度及び異物の混入がないことを確認することと追記してございます。

(2)も、追記として、施錠等により取扱者以外の者がみだりに立ち入らない措置を講じることとしております。あと、94条と同様、燃料ピットクレーンとラッククレーンとの明確化をしてございます。

あと、(5)につきましては、使用済燃料ピットに貯蔵する場合は、原子炉に全ての燃料が装荷されている状態で、使用済燃料ピットに1炉心以上の使用済燃料ラックの空き容量を確保することということを明記してございます。

(6)、(7)、この辺りは落下の防止、吊上げ上限高さの管理でございます。

2項、ここでは、原子炉保修課長として、使用済燃料ラックの管理として、さきに申しました、地震により移動した場合の扱いも含めて明確化してございます。

(1)地震による想定滑り量を考慮しても通常時制限ラインを逸脱しないように、滑り後の位置から再設置の可否を判断する再設置判定ラインを定めること。

(2)使用済燃料ピットラックを再設置する場合には、ラックの連結が外れた状態にあっても、遮蔽性、熱による壁の健全性に影響を及ぼさないように、壁との離隔を確保するための再設置時制限ラインを定めるとしてございます。

3号も同様でございます。遵守事項として、(1)使用済燃料ピットのラックが移動し、再設置判定ラインを逸脱している場合は、ラックを初期位置に再設置すること。また、通常時制限ラインを逸脱している場合は、速やかにラックを初期位置に再設置することとしてございます。

(2)使用済燃料ラックの再設置時には、使用済燃料ピットラッククレーンを使用。これを使用すること。それから、再設置時制限ラインを逸脱しないよう実施すること。また、

使用済燃料ピットラックの再設置時に再設置時制限ラインを逸脱した場合には、速やかにラックを再設置時制限ライン内に再設置することと明記してございます。

※の1、2で、その点検頻度などを明確化してございます。

それから、※2で示しますそれぞれのライン、再設置時制限ライン、通常時制限ライン、再設置判定ライン、初期位置、これを次ページの9ページで明確化して記載いたします。

10ページを御覧ください。10ページは、もう1件の32mの構台の設置につきまして、この撤去に対します暗渠の設置場所と変更前と変更後というものを示した図でございます。

次ページ、11ページを御覧ください。先ほどの32m盤構台にあります暗渠の拡大した図で、変更前と変更後を示したものでございます。

次のページ、12ページを御覧ください。先ほど保安規定の記載の中で触れましたが、使用済燃料ラックの再設置の燃料の扱いというものを整理して明確化して御説明するものでございます。

まず、運転中で炉心に燃料がある場合の考え方でございます。図を見ていただきますと、青のところは燃料が入った状態を示してございます。全容量809体ございまして、1炉心157体でございます。炉心の燃料をピットに移動させる必要が生じた場合は、移動をさせます。このとき、ピットは1炉心分、157体の空き容量を確保しております。炉心からの燃料移動は可能でございます。再設置作業時でございます。炉心の燃料をピットに移動させる必要が生じた場合は再設置作業を中断し、炉心の燃料を移動させます。移動後の再設置作業は停止中と同様になります。

停止中など炉心に燃料がない場合を下の図で示してございます。この場合ですけれども、再設置作業において、ピットの燃料を炉心に移動させる必要が生じた場合には、移動させます。ピットは1炉心分、157体の空き容量が確保できることから、再設置作業は可能でございます。再設置作業中に、炉心の燃料をピットに移動させる必要が生じた場合は、再設置作業を中断し、炉心の燃料を移動させます。

ここで、※2ということでお示ししておりますが、図の一番下のところで、※2で電事法の第二十七条の二十七に基づく取り扱いと状態について御説明するものでございます。この電事法第二十七条におきまして、廃止の届出をした場合ですけれども、廃止措置計画認可申請までの間、この期間は法令上、燃料を炉心に戻さないような状況をつくり、炉心へ燃料を戻すことはしないとしております。

次ページ、13ページからになります。ここでは、参考としまして、使用済燃料ピットラ

ックの再設置手順について、資料をつけております。これは再設置が必要なときなんですけれども、先ほどのライン、エリアを考慮しながら一つ一つ燃料を動かしながら、ラックを動き、もとに戻しながらという手順を繰り返し実施していくこととなります。

上下2段になっておりまして、上段の左からa-1、a-2、a-3、b-1、このように左から右という流れで、それぞれ上段、下段、続きますと、14ページにつきましても、同様に上段から下段という連続作業、繰り返し連続作業を実施してまいることとなります。それぞれおよそのかかる日数を記載しておりますが、再設置が必要になったときには400日程度の期間を必要と考えてございます。

私からは以上でございます。

○山中委員 それでは、質問、コメントをお願いします。

○菊川主任指導官 規制庁の菊川でございます。

まず、3ページに関してなんですけれども、今回、トロリですかね、吊上げ用のトロリを交換できるようなクレーンになるんですけれども、これは、いわゆるラックブロックと吊上げ用トロリに関しまして、吊荷の種類といいますかね、トロリの管理としては制限というのは設けてあるのでしょうか。

○関西電力（久我） 関西電力の久我でございます。

今回、ピットクレーンのほうを改造させていただいている際には、吊荷として必要としているもの、一番重いものになるわけですが、ピットラッククレーンとしましてはラック自体、ピットクレーンとしましては燃料というようなところになってきますので、この辺りの重量を勘案しまして、耐震設計を行ったクレーンになってございます。

○菊川主任指導官 規制庁、菊川です。

確認しますけど、要は、燃料体、一番重たいものとして許認可等を受けていると、そういう理解でよろしいですか。

○関西電力（久我） 関西電力の久我でございます。

そのとおりでございます。

○菊川主任指導官 規制庁、菊川です。

了解しました。

それで、今回、トロリを交換する行為があるんですけれども、このトロリ交換時のリスク評価というんですかね、いわゆる交換時に発生するようなリスク評価というのはどういうふうにされたのでしょうか。リスクがあるなら、リスクに対しての対策を含めてちょっ

と説明願います。

○関西電力（久我） 関西電力の久我でございます。

今回、クレーン、再設置手順というような形で参考でつけさせていただいているような、こういったものがありますけれども、当然ながら、フリースタANDINGラックをさせていただくというタイミングで、このようなクレーンの作業というところでトロリの交換等をさせていただくところでございます。そういった設置手順等を踏まえまして、当然ながら、オペフロの上で、クレーンのトロリの交換等はさせていただきます。先ほど御紹介の中でもありましたけれども、例えば取付ボルト、こういったものを取り外して交換していくわけですから、そういったものが落下しないようにといった、当然ながら施工手順上の管理、こういったことも設計段階から確認しながら設計を進めたものでございます。

以上です。

○菊川主任指導官 規制庁の菊川です。

トロリ自体が落下するとかということの防止対策とかをやっているのは、考えておられるんですか。

○関西電力（久我） 関西電力の久我でございます。

トロリの交換作業自体は、当然ながらピット上でやるわけではございません。離れたオペフロのところでさせていただきますので、そういったところでやるというところで、評価上ちゃんと確認はしているというところでございます。

以上です。

○菊川主任指導官 了解しました。

使用済燃料ピットから離隔をとった形でトロリの交換はするということですね。了解しました。

○山中委員 そのほか、いかがですか。

○片野審査官 規制庁の片野でございます。

今の質問に関連してちょっと確認なんですけれども、先ほどトロリでピットクレーンの場合、最大のものとしてピットだというふうに御説明があったと思うんですけど、一方、工認の基本設計方針上は、ピットクレーンの場合は、使用済燃料なんかを取り扱わないというようなこともまた基本設計方針上言っているんですけども、これは取り扱わないということでもよろしいですね。今、最大のものを書いているとおっしゃったので、燃料を取り扱うようなことがあるのか、ないのか、ちょっと確認しておきたいんですけど。

○関西電力（石田） 関西電力の石田でございます。

ちょっと整理なんですけれども、クレーンは一応二つありまして、使用済燃料ピットクレーンのほうは燃料を取り扱うクレーンです。一方、ラッククレーンのほうはラック自体を取り扱うクレーンということで分けて管理しております。燃料を取り扱うかどうかという意味では、ラッククレーンには取り扱いません。それでよろしいでしょうか。

○片野審査官 わかりました。ラッククレーンはラックのみを取り扱うということで理解いたしました。

○山中委員 そのほか、いかがですか。

○菊川主任指導官 規制庁の菊川です。

フリースタンディングラックのちょっと運用に係る件なんですけれども、まず、今回の資料上は、ラインがさも引かれているように書いてあるんですけれども、実際は、ピットの中にはラインが引かれているというか、明示されていないと思うんです。地震後に再設置判定ラインとか、各ラインを超えたかどうかという判断する方法を説明いただけますか。

○関西電力（澤田） 関西電力、澤田でございます。

ただいまの御質問に回答させていただきます。

正しくも、実際に線を引くことはできません。それで32mのピットのあるエリアのオペフロ上にマーキングをさせていただきます。それはピットの周りにマーキングをするという形になります。そのマーキングとマーキングの線をつないだ上で、ラックの位置にオーバーシュートしているところはないかという確認をしていくという、こういう作業になります。したがって、管理はオペフロ上に点でマーキングしてあるものを結んだところが線になります。

以上でございます。

○菊川主任指導官 了解しました。オペフロにラインが引かれるということで。

もう1個、ちょっと関連するので、ラインを割り込んでいなくても、多少斜めにずれるというようなことがあるとは思いますが、そうなった場合でも、いわゆる燃料の出し入れというのはされると思うんですけどね。ずれた状態でもいわゆる支障なく燃料が入れられるものなんでしょうか。

○関西電力（中西） 関西電力の中西です。

先ほどの御質問の件なんですけれども、実際の燃料のハンドリングに関しましては、ピットクレーンのほうに設置してございますフックのほうに燃料取り扱い用の工具をつり下げま

して、その工具で燃料をつかむというふうな行為をいたします。そのフックの部分なんですけれども、こちらがちょうど水平面で360度回転するような形になってございますので、ラックが仮に傾いたとしましても、フック部分を回転させることによって、燃料と工具ですか、それがちょうど正対するような形で取り扱うということが可能になってございます。

以上です。

○菊川主任指導官 規制庁、菊川です。

いわゆる水中カメラとかで確認して入れるとか、そういうことはないのでしょうか。

○関西電力（中西） 関西電力の中西です。

燃料のハンドリングに関しましては、使用済燃料ピットクレーンの上部から目視で確認しながら作業いたしますので、特段、水中カメラを沈めてというふうなことではございません。

以上です。

○菊川主任指導官 規制庁、菊川です。

現行のやり方とさほど変わらないという理解でよろしいですか。

○関西電力（中西） はい、そのようなことでございます。

以上です。

○菊川主任指導官 了解しました。

○山中委員 そのほか、いかがですか。

再度確認なんですけど、ラックがずれたかどうかの判定というのは、オペフロに打った印で目視で確認するというのでよろしいですか。

○関西電力（澤田） 関西電力、澤田でございます。

もう一度丁寧に御説明させていただきます。

オペフロ上に点と点のマーキングをさせていただきます。それに対して、クレーン上にレーザーポインターを取りつけて、それでその点に対してクレーン上にマーキングしてあります。そのマーキングを合わせたときに、レーザーポインターがラックに対してどう出ているかという間接的な見方をします。当然、そのときの判定に際しては、レールに乗っているがたとかポインターのずれとか、そういったものを加味した上で判定をするようにしてございます。

以上でございます。

○山中委員 加えて、157体分、何体ですか、110体か。あきがないとだめなんですよね、

ずらそうとすると。それは十分、現状で裕度があるというふうな。

○関西電力（澤田） 関西電力、澤田でございます。

一応、炉心燃料157体分をまず裕度を持たせるという話で整理されておりますので、ラック1個の最大個数が110体でございます。だから、110体あけられれば一つのラックをハンドリングできるというふうなことがございますので、この資料の中にはございますけども、炉心に157体入れることは可能という前提でございますけども、それであれば、110体の一つのラックを空で移動させるという、このような考え方でございます。

以上でございます。

○山中委員 そのほか、いかがですか。

○寒川調整官 規制庁の寒川でございます。

資料の12ページでございますけれども、先ほどちょっと説明のありました欄外の※2のところなんですけれども、ここでは廃止の届出を出してからということが書かれておまして、届出をしてから廃止措置計画認可申請までの間ということで、この意味というのは、廃止計画の認可の条件には、原子炉に燃料が入れられないということになっておまして、それまでの間ということですので、ということで、炉心に法令上制約はないというのが書かれております。そのときに、法令上制約はないですけれども、戻さないような状況をつくり、炉心に燃料を戻すことはしないということなんですけれども、この時点までに何らかの対策をとられるという理解でよろしいでしょうか。

○関西電力（大槻） 関西電力の大槻でございます。

空き容量確保のためには何かしらの方策をとるということは考えてございます。ただ、その方策については複数あると考えてございまして、その具体的な方策については、現時点では判断できず、その時点での最善策を検討の上、決定することとさせていただきたく思っています。

以上です。

○寒川調整官 規制庁の寒川です。

ということで、廃止の届出をされる時点では、もうその対策はできているという考えでよろしいでしょうか。

○関西電力（大槻） 関西電力の大槻でございます。

その時点も含めて、具体的な対応はその時点の最善策を検討の上、対応させて決定させていただきたいと考えてございます。

以上です。

○寒川調整官 規制庁の寒川です。

いずれにしても、炉心に燃料を戻すことはないということで理解しました。

○関西電力（大槻） 関西電力の大槻でございます。

その理解で結構です。

以上です。

○山中委員 そのほか、いかがでしょうか。よろしいですか。

それでは、以上で議題(2)を終了いたします。

ここで、席がえがありますので一旦中断し、15分後、5時から再開をしたいと思っております。よろしくお願いたします。

(休憩 四国電力、九州電力入室)

○山中委員 それでは、再開いたします。

次の議題は、議題(3)関西電力(株)、四国電力(株)及び九州電力(株) 特定重大事故等対処施設等の審査における課題と対応状況についてです。

まず、事務局から本議題の進め方について、説明をお願いいたします。

○岩田企画調査官 規制庁、岩田でございます。

今、御紹介ありましたとおり、特定重大事故等対処施設の審査における課題と対応についてということでございますけれども、本日、こういった形で審査会合を予定させていただいたのは、まずは、当初、やはりお聞きしていた予定よりもかなり特重については遅れぎみであるということ、したがって、課題でありますとか、その対応状況については、やはりきちんと整理をして、お互いに共有をした上で、審査を進めることが重要だろうというふうに考えてございます。

本日、資料で少し対応状況について整理をしていただいているようでございますので、特重の審査の中身についてはなかなか具体的なことは言えないかと思っておりますけれども、その辺りも踏まえて、少し説明をいただいた後に質疑応答させていただけたらというふうに考えてございます。

よろしくお願いたします。

○山中委員 それでは、資料の説明をお願いいたします。

○関西電力（高木） 関西電力の高木でございます。

まず、資料3-1、関西電力のクレジットのついた資料から御説明させていただきたいと

思います。

タイトルが「高浜発電所 特定重大事故等対処施設の審査における課題と対応状況」、それと、もう一つがバックフィットの分ですが、「美浜発電所、高浜発電所及び大飯発電所 設置変更許可申請(バックフィット)の審査における課題と対応状況」についてです。

次のページ、1ページをおめくりください。1ページは、これは特重施設の工認の審査における課題と対応状況について記載しております。

まず、上半分が高浜1・2号機の特重工認の審査における課題と対応状況ということですが、まず、高浜1・2号機の特重工認の審査ですけれども、二つ我々は課題があるというふうに今、思っております。主な課題があると思っております。一つ目が耐震評価方針ということで、配管の支持間隔に関する設計方針というものです。課題としましては、定ピッチスパン法で耐震評価している配管について、配管の固有振動数が鉛直方向の建屋ピーク振動数領域よりも柔、やわらかくなっているというものの評価の妥当性というところですが、現状、こういう特重のところではございませんけれども、公開の会合において、現行の定ピッチスパン法の保守性に関する事業者の考え方について御説明中ということがございます。事業者にて、8月中に御説明できるよう準備をしているというところがございます。今後の進め方ですけれども、公開会合等の議論結果を踏まえて、対応してまいりたいというふうに思っております。

高浜1・2の二つ目でございます。既設建屋内の機器配置設計についてということですが、課題としましては、航空機衝突影響を考慮した設計方針の妥当性というものです。現状ですけれども、航空機衝突の影響を考慮した配置設計の考え方について、現在検討中ということがございます。今後の進め方ですけれども、現在、事業者にて検討しておりますので、8月下旬の審査会合にて説明を実施したいというふうに考えております。

次に、高浜3・4号機、下半分ですけれど、高浜3・4号機の特重工認における課題と対応状況です。三つあります。

一つ目は先ほどと同じです。配管評価方針の配管支持間隔に関する設計方針ということで、これは内容が一緒ですので割愛させていただきます。

二つ目が耐震評価方針ということで、これは土木構造物についてです。課題は何かと申しますと、掘削をした実績による、地質を考慮した土木構築物の耐震評価というものがございまして、現状といたしましては、掘削の実績を反映した再評価を実施中でございます。評価方法については、今現在、御説明中というところがございます。今後ですけれども、評

価の方針については8月中にお示ししたい。評価結果については、10月上旬に審査会合で説明を予定しているというような状態でございます。

次に、三つ目ですけれども、航空機衝突評価方針ということで、全体的な損傷評価及び衝撃破損評価といったものが項目として挙がっております。課題としましては、解析コードの妥当性、それと適用性の説明ということになります。現状ですけれども、解析コードの妥当性説明の補強をするために、追加の試験あるいは文献調査の結果を整理しているというところでありまして、事業者で整理しているというところでございます。それらを整理した結果ですけれども、今後、9月中に審査会合で説明を実施させていただきたいというふうに考えております。

2ページをおめくりください。2ページは、これは特重でございまして、設置変更許可申請、関西電力の7機の設置変更許可申請、バックフィットの審査における課題と対応状況でございます。

まず一つ目が地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能の維持ということで、これは、適用期限の平成31年9月30日までにこれを実施しなければなりません。これについては、課題ですけれども、特に新規性はないというふうに考えております。高浜で既に先行審査の実績があるというふうに考えております。したがって、現状は、美浜3号機、それと大飯3・4号機について、平成30年6月11日に設置変更許可申請をしていて、その後、2回の電力合同のヒアリングを行っているというところでございます。今後の予定ですけれども、設置変更許可後、工事計画認可等の後段規制に係る必要な手続を完了させていただきたいというふうに考えております。

次に、二つ目です。内部溢水による管理区域外への漏えいの防止ということで、これは、適用期限の平成31年2月19日までに終わらなければならないというふうになっております。これについても、実際、設計あるいは設備の対応等ができています状態でございます。新規性はないと思っております。ただ、改正規則に従った許認可書類の明確化が必要ということで申請をしております。これにつきましては、現状は、平成30年6月11日に設置変更許可申請を行っており、2回の会合で御説明をさせていただいているという状況でございます。これらについても、今後の予定ですけれども、設置変更許可後、必要な手続を実施していくというところでございます。

三つ目です。柏崎刈羽67号審査における技術的知見の反映ということで、適用期限は平成31年1月1日以降の最初の施設定期検査終了までというふうになっております。三つの項

目があります。一つ目が原子炉格納容器の加圧破損防止のための対策、二つ目が使用済燃料貯蔵槽から発生する水蒸気による悪影響を防止するための対策、三つ目が原子炉制御室の居住性を確保するための対策というふうになっております。一つ目と二つ目については、特に既認可の変更がございませんので、特に申請等はありません。三つ目の原子炉制御室の居住性に関しては、既に既認可で満足しているということで、新規性は特にないというふうに考えております。現状ですけれども、改正された規則要求に対し、既認可において満足することを確認するとともに、当該設備の適用条文が追加となったことから、設置変更許可申請を実施しております。今後の予定ですけれども、これも先ほどと同じく、設置変更許可後、工事計画の認可等の必要な手続を完了させる予定でございます。

関西電力は以上でございます。

○九州電力（金子） 九州電力の金子です。

引き続きまして、資料3-2を説明させていただきます。

川内1/2号機の特重施設の審査における課題と対応、それから、川内1/2号機、玄海3/4号機の設置変更許可申請(バックフィット)の審査における課題と対応状況でございます。

それでは、1枚目をお願いします。川内1/2号機の特重の審査における課題と対応状況につきましては、当社1件と考えております。審査項目といたしましては、航空機衝突評価方針ということで、衝撃破損評価となってございます。課題は、許容値の妥当性の説明であります。現状は、説明性の向上のために、機器の加振試験、追加の建屋応答解析及び機器の構造強度評価を実施中でございます。4番、今後の進め方でございますが、8月下旬の審査会合にて方針と一部の結果を説明予定としております。今やっております加振試験につきましては、9月中に終了予定でございます。

では、引き続きまして、2ページ目をお願いします。川内1/2号機、玄海3/4号機のバックフィット申請における課題と対応状況です。当社は、ここに書いてございます地震時の燃料被覆管閉じ込め機能維持、それから、内部溢水による管理区域外への漏えいの防止につきまして、仙台1/2号機、玄海3/4号機ともに、③現状に書いてありますとおり、6月26日に設置変更許可申請を行ってございます。②課題、それから現状、2回の電力合同ヒアリング、それから、④今後の進め方につきましては、関西電力さんと同様でございますので、説明は割愛させていただきます。

以上です。

○四国電力（古泉） 四国電力の古泉です。

それでは、資料3-3で、伊方発電所3号機設置変更許可申請(バックフィット)の審査における課題と対応状況、それから、特重施設等の審査における課題と対応状況について、御説明します。

1ページ目をお願いします。まず、バックフィットのほうですけれども、資料の構成は、まず、審査案件、それから、審査状況、課題、それから、最後、対応状況及び今後の予定というふうにしております。審査案件のほうには、申請実績と、それから会合の実績も記載しております。

まず最初ですが、地震時の燃料被覆管閉じ込め機能維持、これにつきましては、2月の会合におきまして、指摘事項はございませんでした。その後、7月31日に補正を実施しております。ということで、右のほうの課題と今後の予定のところは、バーにさせていただいております。

次に、内部溢水による管理区域外への漏えいの防止につきましては、先ほどの関西電力さんと九州電力さんと同様でございます。現在、事務局への説明を実施中と。それから、課題としては特にないと考えてございます。今後の予定も同様でございます。

次が、柏崎刈羽6,7号審査における技術的知見の反映、これにつきましても、三つ項目を挙げておりますけれども、先ほどの関西電力さんの説明と同様でございます。

次のページをお願いいたします。特定重大事故等対処施設等の審査における課題と対応状況ということで、まず、特重施設についてですが、工認につきましては、弊社は4分割での申請を計画してございまして、現在まで第3回申請まで審査しております。審査状況ですが、各申請回ごとに整理してございます。

まず、第1回申請につきましては、関連するものとして、公開会合にて定ピッチスパン法の保守性に関する事業者の考え方について説明中ではございますが、ほかは審査会合での指摘事項はないと認識しております。その右の課題、それから、今後の予定につきましては、先ほどの関西電力さんの御説明と同様でございます。

次、第2回申請分についてですが、これにつきましては、航空機衝突影響評価(全体的損傷評価)及び構造物の状況に応じた耐震評価に関するものについて、審査会合にて御指摘を受けてございます。課題としましては二つ挙げてございます。評価に用いる解析コードの妥当性、それから地中構造物の耐震評価手法の妥当性ということです。対応状況と今後の予定につきましては、解析コードにつきましては、審査実績がある先行プラントと同様の解析コードを用いておりますけれども、現在、文献調査結果を整理中ではございまして、

9月中に会合にて説明することを考えております。耐震評価手法の妥当性につきましては、現在、会合での御指摘も踏まえまして、当社の考え方を再整理中でございます。9月中に審査会合にて御説明を考えております。

第3回申請分ですが、これは第2回申請と同様に、航空機衝突影響評価(衝撃破損評価)につきまして、今後、説明が必要と考えてございます。課題としては二つ挙げております。解析コードの妥当性、それから許容値の妥当性でございます。これらについては、現在、追加の試験や文献調査の結果を整理しつつ、審査が先行しておりますプラントさんの状況も踏まえまして、検討中でございます。解析コードのほうは9月中の審査会合での説明を考えております。許容値の妥当性につきましては準備ができ次第ということで、9月中を目途に説明を考えております。

一番下は当社固有のものになりますけども、使用済燃料乾式貯蔵施設の設置の設置許可でございます。7月に会合がございまして、必要な説明項目と説明時期についてはここで整理済みという認識でございます。課題のところは審査ガイドの反映としてございます。今後の予定のところは、会合でも御説明しましたとおり、記載しております3段階で御説明を考えてございます。今回は、審査ガイドの影響がない範囲について御説明を考えております。なお、地盤側については別途説明を考えてございます。

以上でございます。

○山中委員 それでは、質疑に入ります。質問、コメントはございますか。

○岩田企画調査官 規制庁、岩田でございます。

説明ありがとうございました。

いずれにしても、まずは、特重につきましては5年間という期限がある中で、どのように説明をしていっていただくかということは、やはり皆さんがきちんと管理をして、それを御説明いただく必要があろうかというふうに考えてございます。本日、3社お集まりいただきましたけれども、今、御説明があったように、共通の課題もありますし、既に先行でいろいろと議論されていることもありますので、その辺りはやはりきちんとウオッチをしていただいた上で、何度も同じようなやりとりが繰り返されないように、そこはぜひ工夫をしていただけたらというふうに思います。

また、こういった審査会合で何回かやっぱりやりとりが生じるということが、同じような議論をしなきゃいけないということがこれまでも多々あったかというふうに思いますので、そこもやはり十分に検討をした上で御回答いただけたらというふうに思います。

特に、例えば、関電さんで申し上げれば、個別の話になろうかと思えますけれども、高浜1・2号の機器の配置の設計でありますとか、あとは、3・4号で言いますと、耐震評価の土木構造物ですね、こういったものについては審査会合で既に論点みたいなものを我々としても提示させていただいておりますし、問題点、あとは説明の仕方とか、そういったことについてはきっちり十分に見て、しっかり検討した上でお答えいただけたらと思えます。

また、ちょっと毛色の違った話で、四電さんはドライキャスクの申請を今、並行してやっていたかと思うんですけれども、この辺りについては、せんだって規制委員会のほうで新しい考え方ですね、規制の考え方についての議論がなされましたので、今後、新しいガイドであるとか規制というのができていくというふうに思っております。そういった中で、今、特重の審査なんかをされている中で、きちんとやはり優先順位を考えた上で御説明をしていただくようにぜひお願いしたいというふうに思っております。

以上、1点目です。

あと、もう1点、今日説明いただいた中で、いわゆるバックフィット案件というものについてでございますけれども、今日の資料で全ての項目が書いてあるわけではございませんけれども、これは各社、ゴールがほぼ同じということでございますので、ここは我々も本日、こういった形と同じように合同審査会合といった形で、効率的に審査を進めるというような考え方もございますので、事業者の方々におかれましても、そこは各社協力をして、何か同じことを何回もするようなことがないように、ぜひ効率的に審査を進めていけたらというふうに考えてございます。

その上で、今日、ちょっと個別の案件については、今後の予定というものをお示ししていただきましたけれども、特に今後の特重の審査会合において、個別の今後のスケジュールについては、よりもうちょっと具体的なスケジュール感をぜひお示ししていただけたらというふうに思います。いかがでしょうか。

○関西電力（高木） 御意見、コメントありがとうございます。

おっしゃるとおりで、できるだけ効率的によく中で練って御説明したいというふうに思っています。それと、どういった案件があって、これをどういう順番で説明するかというのも、社内で優先順位を決めて御説明できるようにしたいというふうに思っていますので、また、そういったものをお示ししたいと思っておりますので、よろしくお願いたします。

○四国電力（黒川） 四国電力の黒川でございます。

審査の進め方については、合同で効率的にできる部分はぜひお願いしたいと考えてござ

います。優先順位につきましては、まず、バックフィット案件、特重も広い意味でのバックフィット案件だと理解しますが、バックフィット案件につきましては、当社といたしましては準備ができたものから申請をさせていただいております。先ほどのドライキャスク、乾式貯蔵施設につきましては、これは計画的に進めておりますので、御理解のほどよろしくお願ひしたいと思ひます。

○岩田企画調査官 ありがとうございます。

あとは、個別の課題としては、やはり特に特重関係でいくと、いわゆる航空機の関係ですかね。この辺りの課題というのが大きな課題になっているかというふうに思ひますけれども、そこも各社情報共有をきちんとしていただひいて、よりわかりやすい説明にぜひ心がけていただひきたいと思ひますし、特に、例えば評価方法の妥当性ですね、その辺りについては、やはり十分に私たちは説明を聞く必要があるかというふうに考えてござひますので、そこは準備のほうをよろしくお願ひいたします。

私からは以上です。

○山中委員 そのほか、いかがですか。

○山形対策監 規制庁の山形ですけど、さっき岩田が言った航空機衝突の全体損傷とか衝撃破損のところですけど、これは情報共有というか、あれですか、電協研か何かでされているんですか。

○関西電力（苗村） 関西電力の苗村でござひます。

当社のほうで、資料に書いております追加試験と書いているのがござひますけれども、それは、電力大で共同でやっている試験の結果を少し整理するといったものがござひます。

○山形対策監 コードのほうは。

○関西電力（苗村） 関西電力の苗村でござひます。

コードと申しますのは、解析コード、ここのAPCの評価で使っている解析コードは、各社同様のコードを使っておるんですけども、その情報は共有してござひまして、このコードの説明性向上というか妥当性のところの説明というのも、今、各社で情報共有して進めているところではござひます。

○山形対策監 規制庁、山形です。

ちょっとニュアンスが違ったんですけど、多分実験は同じ実験をされているというふうなふうに聞こえたんですけど、解析コードのほうは、一応各社いろいろ独自の道を歩まれているけど、情報共有をされているというふうに聞こえたんですけども。そこは解析コー

ド、多分使っているコードは同じだと思うんですけども、そこは合同ではされていないですか。ばらばらにされているんですか。妥当性の検証なので、多分一緒じゃないかなと思ったんですけど。

○四国電力（古泉） 四国電力の古泉です。

解析コードの検証につきましても、電力大で検証データと一緒に調査して、整理したものに基づいた説明をしております。

○山中委員 よろしいですか。

そのほか、質問、コメントはございますか。よろしいですか。

各申請とも期限のあるものでございますから、当方としてもできるだけ審査が円滑に進むように努力はしてまいりたいと思っております。ただ、共通の課題等もございますので、事業者のほうでも情報共有等をしていただいで、審査が二度手間にならないように努力をしていただければと思います。よろしくお願ひいたします。

よろしいですか。よろしいでしょうか。

それでは、以上で議題(3)を終了いたします。

本日予定していた議題は以上です。

今後の審査会合の予定については、9日(木)にプラント関係(公開)、21日(火)にプラント関係(非公開及び公開)の会合を予定しております。

それでは、第611回審査会合を閉会いたします。