

伊方原子力発電所環境安全管理委員会原子力安全専門部会

議事録

平成 27 年 7 月 28 日 (火)

14:00～

えひめ共済会館 4階 豊明会議室

1 開会

○岡田防災安全統括部長 失礼いたします。委員の皆様方には、先週 22 日から続けての部会というところでございますが、本日はお忙しい中、御出席をいただきまして、誠にありがとうございます。前回の部会では、7 月 15 日に許可になりました伊方 3 号機につきまして、規制庁から審査チームに出席をいただきまして、審査の状況について説明を受け、その中身につきまして確認ご審議をいただいたところではありますが、本日は国の基準によることではなく、県独自で求めております更なる揺れ対策、これにつきましては当部会ではこれまで何回かご審議いただいていたところでございますが、去る 7 月 24 日に四国電力から知事に対しまして対象施設であります 195 施設全てが裕度の確認ができた、そういう報告を受けたところでございますが、その内容につきまして専門的技術的な観点からご審議ご検討を頂きたいと思っております。県では、福島事故以来原発立地県として唯一国の基準を上回る更なる安全対策、7 つを求めておりますが、今回 1 つ追加されまして、8 つのアディショナルな安全対策、これを進めておりますけれども、その中におきましても、今回の更なる揺れ対策については最も大きな課題の 1 つではないかと考えております。そのような意味で、本日は四国電力からの説明を受けまして県民の皆さんの安全安心のために皆様方のご審議ご確認を厳正にやっていただきたいと考えておりますので、どうかよろしく願いいたします。以上でございます。

○望月部会長 ただいまから伊方原子力発電所環境安全管理委員会原子力安全専門部会を開始いたします。議事に入ります前に、傍聴者の皆様方に、私からも注意事項をお伝えいたします。会議の開催中は、静粛に傍聴し、会議の秩序を乱したり、審議の支障となる行為をしたりしないようお願いします。先ほども事務局から説明がありましたように事務局の指示に従っていただくとともに、これらの遵守事項が守れないようでありますと、退場いただきますので、よろしく願いします。

それでは審議に入ります。伊方 3 号機の更なる揺れ対策に係る取組みについてです。この議題につきましては、当部会において、これまで継続して審議してまいりました。平成 25 年 10 月 16 日の当部会において、耐震安全性の確認に用いる評価方法といたしまして、まず、国の規制基準および評価方法に基づき、耐震安全性が確認されていることを基本認識とした上で、耐震裕度の確認方法として、四国電力並びに他社プラントの工事計画認可、耐震バックチェックおよびストレステストにて適用実績のある評価方法等を用いることについては、支障がないということで了解をいただいております。

また、昨年 12 月 24 日の当部会において、更なる揺れ対策の対象設備については、安全上重要な設備に加え、新規制基準により要求されることとなった重大事故等対処設備も対象範囲とすること。これまでの対象設備も含めて、国の審査会合で了承された基準地震動に基づいて評価を行い、結果が取りまとめ次第、当部会で四国電力から説明いただくこととしておりました。

その後、四国電力においては、評価結果を取りまとめ、先週の 24 日に、県に対して伊方 3 号機の耐震裕度確保に係る取組みについての評価結果を報告したと伺っておりますので、本日は、この評価結果について四国電力から御説明いただきます。

それでは、四国電力から説明をお願いします。

2 議題

(1) 伊方 3 号機の更なる揺れ対策に係る取組みについて

○四国電力 四国電力原子力本部長の柿木でございます。説明に入ります前に、一言ごあいさつを申し上げます。原子力安全専門部会の委員の先生方には、日頃から伊方発電所の運営につきましてご理解とご指導を賜りまして誠にありがとうございます。当社は、かねてより愛媛県知事からご要請をいただいております、伊方 3 号機の更なる揺れ対策として検討をしておりました伊方 3 号機の安全上重要な設備の耐震裕度確保対策につきまして、検討を進めておりましたが、昨年 12 月の原子力安全専門部会でご報告させて頂きました追加の対象範囲も含めまして、評価結果を取りまとめ、先ほどご紹介ございましたように、今日 24 日に知事へご報告させて頂いたところでございます。この取組みは、地震に対して設備がどの程度の裕度を有しているかということを実証的な確認を行いまして、必要に応じて耐震性向上工事を実施することで、自主的に発電所の安全性を高めていくものでございまして、県民の皆さまの安心感に繋がればということで実施をしているものでございます。本日は、この取組みにつきまして、この後原子力本部の新山のほうからご説明させていただきますので、ご審議のほど、よろしく願いをしたらと思います。

○四国電力 四国電力原子力本部の新山でございます。よろしく願いいたします。耐震裕度確保に関する取組みにつきまして、資料 1-1 に基づきましてご説明をさせていただきたいと思っております。それでは失礼して、座らせていただきます。

それでは、資料の p 2、1. はじめにをご覧ください。当社は、東京電力福島第一原子力発電所の事故を受けまして、愛媛県からご要請のありました更なる揺れ対策に対する取組みといたしまして、耐震裕度確保を目指して、安全上重要な機能を有する設備に対して耐震評価を行い、必要に応じて耐震性向上工事を実施しております。今回の評価内容の妥当性につきましては、第三者的な立場からの確認を得ることとしており、有識者 2 名を委員とした検討会を計 9 回開催いたしました。本資料は、伊方 3 号機の耐震裕度確保に係る取組み、検討会における確認結果について取りまとめたものでございます。

それでは p 3 をご覧ください。2. 取組の基本的な考え方でございます。今回の取組みは、地震に対して設備がどの程度の裕度を有しているか定量的に確認するとともに、必要に応じて耐震性向上工事を実施することにより、発電所の安全性・信頼性を高めていくものです。対象範囲につきましては、当初の安全上重要な機能を有する 134 設備に加えまして、新規制基準対応として

新たに設置した重大事故等対処設備のうち、安全上重要な機能を有する 61 設備を合わせた 195 設備を対象範囲としております。

評価手順は、少しめくっていただいて p 6 をご覧ください。検討の流れ、こちらに記載してございます。まず、策定した基準地震動全 11 の波を入力条件として工事計画認可申請の耐震性評価を用いて裕度を算出いたします。算出した裕度が設定裕度である 1,000 ガル/650 ガルを下回った場合は、平成 26 年 10 月 16 日に開催した原子力専門部会にてご確認いただいております①～③に示す手法、すなわち、

- ①当社プラントの既設工認、耐震バックチェック、ストレステストにて適用実績のある手法
- ②他社プラントの既設工認、耐震バックチェック、ストレステストにて適用実績のある手法
- ③公衆審査終了済の改定版を含む、現在制定されている日本電気協会規格による手法

これらを用いた実力評価を実施して、実力として設定裕度を満足し耐震裕度が確保されていることを確認しております。

少しページを戻っていただきまして、p 4 と p 5 でございますけれども、こちらには 3. 対象設備といたしまして、当初の安全上重要な機能を有する 134 設備、これを p 4 に、新規制基準対応として新たに設置した重大事故等対処設備のうち、安全上重要な機能を有する 61 設備、これを p 5 の方に記載をしております。

1 ページめくっていただいて、p 7 から p 9 でございますが、こちらには工認評価で設定裕度を満足しなかった 24 設備につきまして、実力評価の結果を記載しております。なお、後ろのですね、p 22 から後ろにですね、p 40 までになりますけれども、添付-1 として全 195 設備の耐震裕度評価結果を一覧にして示しております。

p 7 からの表の見方でございますけれども、左から、通し番号、設備名、評価部位および損傷モード、工認評価での発生値、評価基準値、評価基準値を発生値で除した値であります耐震裕度、実力評価での発生値（実力）、評価基準値（実力）、評価基準値（実力）を発生値（実力）で除した耐震裕度（実力）および実力評価に用いた評価手法を記載しております。また、耐震工事を実施した設備につきましては、いちばん右の欄にマルを記載しております。例として、例えば、1 番の原子炉容器ですけれども、評価部位といたしましては管台です。損傷モードは膜応力+曲げ応力、工認評価での発生応力は 289 MPa、評価基準値が 422 MPa で耐震裕度は 422 を 289 で割りまして、1.46 となります。実力評価では発生応力（実力）は 72 MPa、評価基準値（実力）は 205 MPa で耐震裕度（実力）は、205/72 で 2.84 となります。実力評価に用いた手法は、①と②すなわち当社および他社プラントの既設工認、耐震バックチェック、ストレステストにて適用実績のある手法を用いております。

少しページ進みまして、p 10 から p 13 にかけては実力評価を実施いたしました 24 設備について、適用した評価手法の概要とその考え方を記載してございます。実力評価の具体例につきまして、3 例をですね、p 14 から p 16 に示します。

まず、p 14 には原子炉容器の例を示しております。耐震性評価にあたりましては、左の図に示す通り機器が内包している流体の圧力によって受ける応力、これ②でございます、これと地震により生じる応力③を加えたものを発生値として、評価基準値①内に収まっていることを確認しております。しかしながら、今回の工認評価では、評価基準値①を発生値④で除したものの、すなわち耐震裕度は、1.46 となります。設定裕度を満足しなかったため、実力評価を行っております。

実力評価につきまして、右の図に示しておりますが、流体の圧力によって受ける応力については、地震力の影響を受けず一定であることから、地震力に着目した耐震裕度（実力）を算出することといたしまして、具体的には、当初の評価基準値 422 MPa から、流体の圧力による応力 217 MPa を差し引いた、205 MPa を⑤の外荷重に対する今回の実力評価に用いる許容値として、それを③の外荷重による応力 72 MPa で除したものの、すなわち耐震裕度（実力）は、2.84 となりまして、設定裕度を満足することを確認しております。このように、内圧が高い機器、すなわち原子炉容器につながっているラインを構成している、蒸気発生器、加圧器、一次冷却材配管等は、圧力による応力が支配的なこと、また圧力による応力は、地震力の影響を受けず一定であることから、地震力に着目した耐震裕度は、相当程度有していると言えます。

次のページ、p 15 ですけれども、こちらには炉内構造物の例を示しております。炉内構造物には、原子炉容器との間の円周方向の相対変位を制限するため、円周方向 4 箇所にはラジアルキーが設けられております。このラジアルキーについて、工認評価では左の図 1 に示すようにスペクトルモード解析による応答解析により算出された地震荷重を用いて、弾性応力解析を行い、発生値が 307 MPa と評価基準値であります 372 MPa より小さいことを確認しております。しかしながら、今回の工認評価では、評価基準値を発生値で除した値である耐震裕度は、1.21 となり、設定裕度を満足しなかったため、実力評価を行っております。実力評価では、時刻歴モード解析による応答解析により算出された地震力である発生値（実力）1.529 kN と、右の図 2 に示すように JSME CSS-3160、極限解析による評価に従って、材料を完全弾塑性体として FEM 解析を実施したラジアルキーの極限解析により求まる崩壊荷重から算出された評価基準値（実力）である 3.158 kN、この 2 つから求めた耐震裕度（実力）は 2.06 となりまして、設定裕度を満足していることを確認しております。

次の p 16 ページでございますけれども、こちらには原子炉格納容器本体の例を示しております。原子炉格納容器本体の座屈について、工認評価では、広範な座屈実験結果を基に定められた、弾性座屈に対する保守的な設計公式である JEAC 4601-2008 の標準式、クラス MC 容器における座屈の防止を用いた評価を実施しまして、発生値が 0.89 であり、評価基準値 1.00 を下回っていることを確認しております。しかしながら、今回の工認評価では、評価基準値を発生値で除した値である耐震裕度は、1.12 となりまして、設定裕度を満足しなかったため、実力評価を行っております。実力評価では、原子炉格納容器下部は完全に固定されているため、固定部より上を解析モデルとした FEM 静的弾塑性座屈解析により計算した基準地震動に対する発生値（実力）である 91.85 MN と、荷重を漸増させて格納容器耐力に達する際の最大荷重である評価基準値（実力）の 174.1 MN から求めた耐震裕度（実力）は 1.89 となって、設定裕度を満足していることを確認しております。

次のページ、p 17 でございますけれども、こちらには耐震性を一層向上させるために工事を実施した設備を示しております。570 ガルの旧基準地震動を用いて実施いたしました概ね 1,000 ガルに係る耐震性評価において裕度が少ない設備、また基準地震動の見直しに伴い耐震裕度が低下することを踏まえて、16 機種の 681 箇所に対して耐震性を向上させるための工事を実施しております。再生熱交換器、蓄圧タンク、アニュラス排気フィルタユニット、ドロップ盤、充電器盤、これらの 5 設備については工事が完了しておりますが、その他の 11 設備につきましては今年秋の完了予定で工事を進めております。

次の p 18、p 19 には、工事例として、支持構造物の取替や追加を行った再生熱交換器、蓄圧タンク、配管支持構造物のイメージ図を示しております。p 18 の上にあります再生熱交換器につきましては支持構造物の追設や大型化、p 18 の下にごございます蓄圧タンクにつきましては基礎の拡張および取付ボルト等の追設、次の p 19 にごございます配管支持構造物につきましては支持構造物の追設や既設支持構造物の補強を行っております。

続きまして p 20 をご覧ください。今回の評価の内容につきましては、第三者的な立場からの確認を得るために、外部有識者である東京電機大学工学部長の藤田先生と日本保全学会理事の山口先生のお二人を委員とした検討会を 9 回開催いたしまして、評価手順、評価手法、解析条件等の今回の取組みに係る評価内容が妥当であることを確認していただいております。なお、ご確認いただいた内容の詳細につきましては、p 41 の添付 2 の方に示しております。

本文の最後 p 21 にごございますけれども、こちらに本評価のまとめを示しております。まとめにつきましては、読み上げさせていただきます。耐震裕度の確認にあたっては、新規制基準を踏まえ新たに設定した基準地震動、基準地震動 S_s-1 650 ガルを含む 11 波を用いて耐震性評価を行い、設定裕度、1,000 ガル/650 ガルを満足していることを確認しました。今回の取組みは、地震に対して設備がどの程度の裕度を有しているか定量的な確認を行い、必要に応じて耐震性向上工事を実施することで、自主的に発電所の安全性を高めていくものであり、今後とも県民の皆さまにご安心いただけるよう、規制の動きや最新の知見等取り入れながら、このような取組みを継続的に行って参ります。

あとですね、最後の p 42 にですね、添付 3 がございますけれども、こちらに今回の取組みで使用いたしました用語の定義を記載しております。資料 1 - 1 につきましては以上でございます。

続きまして、資料 1 - 3、こちらですけれども外部有識者の先生からの確認内容・見解についての資料がございますので、読み上げさせていただきますと思います。平成 27 年 7 月 28 日、耐震裕度確保に係る外部有識者検討会、藤田先生と山口先生です。耐震裕度確保に係る取組みに対する確認内容、見解について。耐震裕度確保に係る外部有識者検討会では、伊方発電所 3 号機の耐震裕度確保に係る取組みについて、計 9 回の検討会において四国電力（株）（以下、「四電」という）から説明を受け、第三者的な立場から、その評価内容について確認を行った。

以下、その確認内容、見解について述べる。

《取組みの趣旨について》

四電から、「当社は、地域の皆さまにご安心していただけるよう、更なる安全の向上を目指した自主的な取組みとして、安全上重要な設備に対して耐震評価を行うとともに、必要に応じ耐震性向上工事を実施し、概ね 1,000 ガル程度の地震に対して、十分な耐震性を有していることを確保する取組みを行っている。」との説明を受け、取組みの趣旨について理解した。

《対象範囲の考え方について》

四電から、「当初の安全上重要な機能を有する設備（134 設備）に加え、新規制基準対応として新たに設置した重大事故等対処設備のうち、安全上重要な機能を有する設備（61 設備）を対象範囲としている。（全 195 設備）」との説明を受け、対象範囲の考え方について理解した。

《耐震裕度確認の方法について》

四電から、耐震裕度確認については、まず、工事計画認可申請における耐震評価（以下「工認評

価」という)結果から耐震裕度を確認している、との説明を受けた。

工認評価結果から耐震裕度を確認することに問題はないものとする。

なお、工認評価については、四電からは、今後、できるだけ早い時期に国へ申請する予定と聞いている。したがって、現時点において、この工認評価結果は国のオーソライズが得られたものではないが、その評価内容については、新規基準や耐震設計技術指針に基づき実施しているとの説明を受けており、この取組みに工認評価結果を用いることに問題はないものとする。

次に、四電から、工認評価結果から算出した裕度が設定裕度を下回った場合は、適用実績のある実力評価を実施している、との説明を受けた。

具体的には以下の設備の実力評価内容について説明を受けた。

○原子炉容器 ○蒸気発生器 ○炉内構造物 ○燃料集合体 ○制御棒クラスタ ○制御棒(挿入性) ○原子炉容器支持構造物埋込金物 ○蒸気発生器支持構造物 ○蒸気発生器支持構造物埋込金物 ○一次冷却材ポンプ支持構造物埋込金物 ○蒸気発生器内部構造物 ○一次冷却材ポンプ ○制御棒クラスタ駆動装置 ○燃料取替用水タンクポンプ・原動機 ○タービン動補助給水ポンプ・駆動用タービン ○使用済燃料ラック ○原子炉格納容器本体 ○アニュラスシール ○格納容器排気筒 ○その他配管・サポート ○一般弁 ○主蒸気隔離弁操作用電磁弁 ○主蒸気安全弁 ○静的触媒式水素再結合装置

実力評価については、現在のところ、その判断の拠り所となる許認可上の明確な規格基準はないものと認識している。したがって、今回の四電が行った実力評価は、許認可上の規格基準体系から少し距離を置いたところで、発電所に既に設置されている設備に対して、地震時に発生するであろう応力や物理現象等に着目した、言うなれば、設備の実態に即した評価であると理解している。四電からは、実力評価にあたっては、

- ・四電プラントの既工認、耐震バックチェック、ストレステストにて適用実績のある手法
- ・他社プラントの既工認、耐震バックチェック、ストレステストにて適用実績のある手法
- ・現在制定されている日本電気協会規格による手法

といった実績のある手法を用いているとの説明を受け、その評価内容について確認した結果、この取組みに用いることに問題はないものとする。

なお、これらの手法は、平成25年10月16日の原子力安全専門部会で確認いただいた手法である。以上でございます。

私からの説明は以上でございます。

<質疑応答>

○望月部会長 ありがとうございます。この項目につきまして、御欠席の委員からの御意見がありましたら、事務局の方から説明をお願いします。

○事務局 原子力安全対策推進監の菅原でございます。本日の資料については、事前に各委員の皆様へ送付させていただいており、ご欠席の岸田委員から御意見を頂戴しておりますので御報告させていただきます。岸田委員からのご意見でございますが、耐震補強について、弱い部位を補強した場合、結果として、構造物系としての作用力に対する応答が変化する可能性があり、結果として他の部位が弱部となる可能性も考えられる。次のステップとしては、補強した部位を含め

て補強効果を確認する再評価が必要になると考えるが、補強後、そのような評価は実施しているのでしょうか。また、経年劣化については、どのように評価に組み入れているのでしょうか。というご意見を頂戴しております。以上でございます。

○望月部会長 ありがとうございます。この意見に対して、四国電力から、説明をお願いします。

○四国電力 四国電力の多田でございます。先ほどの岸田委員からのコメントについて、ご回答致します。耐震性向上工事を実施した場合は、工事後についてですね、弱い部分、その他の部分も全て含めまして、設備全体として耐震性評価を実施しております、それに基づきまして、耐震裕度というものを確認しております。また、点検の項目とか、頻度、これらを定めた保全計画というものがあるのでございますが、これに基づきまして、非破壊試験であったりとか、外観点検、これらの点検を行っております、現在のところ、伊方3号機につきまして、安全上重要な設備について耐震に影響を及ぼすような劣化というものは認められておりません。なお、運転開始後30年を経過したプラント、原子力施設につきましては、以降10年ごとに機器であったりとか構造物であったりとか、こういったような劣化評価、それから長期の保守管理方針というようなものを定めることが義務付けられておまして、それらにつきまして、とりまとめた保全計画、これに反映しまして、これに基づき、設備の維持管理というものを行っていくということとなっております。以上です。

○望月部会長 どうもありがとうございました。もっともな心配というか懸念のところでは非常に分かりやすく説明していただいたんじゃないかと思えます。それでは委員の皆様からご意見ご質問ございませんでしょうか。どうぞ。

○森委員 ご説明ありがとうございました。今回の資料は一番最後のp42に言葉の定義をきちんと記載いただいておりますので、とても理解しやすいものになっておりました。そこで質問があります。言葉の定義なんですけれども、耐震裕度というような、p3を見て、質問があります。p3の3つ目のマルのところ、評価手順としてはまず、工事計画認可申請における耐震評価、以下、工認評価、耐震評価の結果を用いて耐震裕度を算出し、評価値が設定裕度を下回った場合には、適用実績のある詳細評価（以下実力評価という）を実施し、耐震裕度が確保できることを確認する、というところで、一番最後の耐震裕度が確保できることを確認する、というところは誤りでありまして、耐震裕度（実力）とならないといけないと思えます。耐震裕度というのと耐震裕度（実力）とは違う概念ですし、違う指標ですので、（実力）があるかないかを明確にしておくために、まず1つ目はここを、耐震裕度（実力）とすべきだと思いますがいかがでしょうか。

○望月部会長 いかがでしょうか。

○四国電力 耐震を担当しております梅本です。よろしくお願いたします。森先生のp3のご指摘でございますが、森先生の言われる通りでございます、ここに（実力）という言葉は明記したいと思います。以上です。

○森委員 ありがとうございます。同じく非常に細かいんですが、表現で、p6の一番最後にあります。これも同じく最後に、実力として、と書いてはあるんですが、耐震裕度が確保できることを確認する、というところは、耐震裕度（実力）が確保できることを確認する、とすべきと思えますけれども、これについてはいかがでしょうか。

○四国電力 はい梅本です。了解しました。

○望月部会長 よりはっきりさせるという意味で、あるといいと思います。

○森委員 最後に p 21 でやはり同じですけども、10. まとめのところ、耐震裕度の確認にあたっては、のところですが、耐震裕度（実力）の確認にあたっては、ということでしょうか。

○四国電力 梅本です。了解しました。

○森委員 指摘したかったのは以上ですが、もう 1 つ、p 42 のところに、可能であれば付け加えるべきかなと思ったのが、裕度という言葉です。裕度というのは、辞書によると、規定値と試験結果の差のうち許容できる範囲というふうに書いた物が多く、つまり一般用語として裕度というのは使われるというふうに理解しておりますが、この文書の中で裕度というふうにだけ出てきているのが、例えば p 3 の 1 行目、今回の設備については地震に対しての設備がどの程度の裕度というふうに書いてあるんですが、これはそういう意味で専門用語としての耐震裕度としてではなく、一般用語としての裕度というふうに理解して読めば問題ないとは思いますが、はっきりするためには耐震裕度とした方がいいのか、その辺のところのお考えを説明していただけないでしょうか。

○四国電力 はい、梅本です。p 3 の一番上の文章でございますが、森先生の言われるように、ここもですね、ここ裕度という単純な言葉になってますけど、正確には耐震裕度というふうに書いた方がいいかと思しますので、そういうふうに直したいと思います。以上です。

○森委員 よろしくお願ひします。耐震裕度というのは、確かものすごく厳密に確認したわけではありませんが、米国の NRC の中でサイデリックパフォーマンスという言葉が使われていますし、その意味からすると別に日本で作り出した言葉でなく、国際的な共通概念ですので、耐震裕度、サイデリックパフォーマンスというのは専門用語として定着していると、そのように理解しますと、それ以外の定義によるものは、やはり明らかに違う言葉として使う必要があるというふうに思いました。それともう 1 つあるんですが、p 2 の①の一番最初の取り組みです。そもそも四国電力さんのこの取り組みにたいしてはいいことだと思って、理解して、あとは表現上のみいらぬ誤解を招かないように、きちんとした理解のもとに議論と、理解、いろんな立場での理解がすすまないときちんとした議論ができないという意味で発言しています。まず p 2 の 1 つめのマルのところ、更なる揺れ対策の取り組みとしてという括弧なんですけど、耐震裕度確保を目指してとありますが、結論からいいますと、定義されている耐震裕度は確保できなかったもので、耐震裕度（実力）という概念を導入した。そうすると、この文章は成り立たなくなってしまうので、実施されているいいことを表現するのであれば、耐震裕度向上ということの方が、いいのではないかと思います。つまり、裕度を向上させるという意味においては、納得できるんですけども、もともとの工認評価といいますか、最初に、結果が出る前に決まっている方法論で出てきたものは、求められている規格以上は既に超えているわけですので、それを結果的に何かしら耐震対策を行うことによって、耐震性が向上していると、それはいえると思います。ですけど、もともと定義されている耐震裕度は、求められているもの、レベルよりもさらに高いレベルをもう一度県で設定してそれを超えることを目指したけれども、やはりそれはできなかったもので、けれども耐震性は確実に向上している、そういう意味からすると、ここは耐震裕度向上というふうにしたほうがよいのではないかとこの辺に考えてみます。この辺いかがでしょうか。

○望月部会長 どうぞ。

○四国電力 四国電力の多田でございます。今の森先生のご指摘なんでございますが、確かにここですね、主語が書かれてないので、耐震裕度確保というふうな形で書かれていますと、やはりちょっと誤解を受ける。本当は我々が一定の指標を作って、それに対する裕度というものを実力評価を使いながら、その裕度というものが確保されているというふうなことを我々やってまいりました。で、一方でですね、先ほどまとめのところにも書かせて頂きましたけれど、我々としては1,000ガル対応というふうなところの旧の基準地震動、これによって裕度が少ないもの、それから基準地震動の引き上げによって裕度が低下するもの、これにつきましては、耐震性向上工事をやっているということで、これは全体として伊方発電所の耐震性を高めるというふうなことなんで、これは森先生のご指摘の向上というようなことに繋がるということで、2つの意味合いというものもありますので、それにつきまして我々の方は裕度確保の前段のところ言葉足らずだったのかなというふうに考えてございます。以上です。

○森委員 その結果として、もちろん、ものはできるだけ短く表現した方がどの人にとってもわかりやすいということも分かりますし、一方で短くしたためにいらぬ誤解といいますか、理解の齟齬が生じると、誰にとっても良くないことと思いますので、それを理解すると今お答えになったように、耐震性向上ということ、それから耐震裕度を向上させるということ、は微妙に違いますよね。そのことを厳密に取り扱っておかないと、何か、本当は違うものなのにもかかわらず、同じく耐震裕度という、もともと工認といいますか、国の規格で求められている物がそのまま向上した、クリアしたかのように誤解されると、不要な摩擦を生じるとと思いますので、この辺何をどう変えるかは時間がかかるとはいえ、適切な修正が必要じゃないかと思いますが、この点についていかがでしょうか。

○部会長 どうぞ。

○四国電力 四国電力の多田でございます。先生の主旨はわかりましたので、ここの文言につきましては、適切な表現の方にあらためたいと思います。以上です。

○森委員 ありがとうございます。以上です。

○望月部会長 ありがとうございます。細かな点かもしれませんが、耐震裕度確保を目指す、というとそれがクリアされたらもうおしまいかなというようなニュアンスを受けると思うので、そういうことでなくて、自主的に向上を目指してそういうのを評価している、というニュアンスを含めた方がよりいいんじゃないかなと私も思いましたので、その辺を検討していただければと思います。その他ございませんか。吉川先生。

○吉川委員 いただきました資料のp 7、2つあるんですが、まず2番目の炉内構造物ですが、ここに上げられているのは1.54を下回った場合の実力評価ということであげられている炉内構造物ラジアルサポートという部分が評価対象になっている、工認評価の場合は膜応力+曲げ応力という、1.00は超えているんですが、1.21であるということで、こちら1.54よりは少ないので、これを実力評価するというので、崩壊荷重という別の指標を持ってこられて、評価すると2.06になるというふうには書いてあるわけですが、質問として、工認評価の評価対象のモードである、応力分類である、膜応力+曲げ応力を崩壊荷重に変えるということの、実力評価という意味で妥当なのかどうかということの説明がなかったんですが、これはどちらの方が実力評価になるということの理由と、その上の方のままで、実力評価をやるというのは、上の方の原子炉容器だと理屈たててやっておられるわけですが、ここ棒が引いてあってですね、ここなんでそういう方

法でやらないのかという質問です。

○四国電力 梅本です。今のご質問の炉内構造物、確かに左側の工認評価と右側の実力評価、このあたりの評価のモードといますか、損傷のモード、それからどういう応力を考えているかという事は確かに違います。どういうことかと言いますと、例として、p16 ですね、下の方で、絵で説明し、すみません p15 ですね、p15 に図で示しておりますが、この左下の方ですね、ピンクの部分、このところの、これキー本体と書いてますけど、ここにせん断力がかかるんですけど、この評価をやってございます。左の方を見ていただきますと、ここに地震荷重がかかってですね、この部位にせん断力がかかって、普通の工認評価、引張、せん断、曲げとか、まあそのあたり、通常の評価ですね、そうすると、裕度でいきますと、1.2 ぐらいになってたんですね。それで、もちろん同じような応力ですね、実力評価をやればですね、もっとわかりやすかったかもしれませんが、なかなか、そこで実力評価として見せるというのはなかなかむずかしくてですね、どういうことをしたかって言いますと、この右側の絵なんですけど、この右上の方に同じ部位の絵を描いてあります。で、工認評価ではここに地震荷重がかかってということなんですけど、この荷重をですね、もう少し大きな荷重をだんだんかけてやってるわけなんです。で、基準地震動を超えるような荷重をずっとかけてやる。で、モデルはですね、FEM のモデルを組んでですね、実際やってます。で、徐々に荷重をかけてやって、その材料がどこで降伏するか、降伏するかっていうのは、材料が線形から非線形に移っていくような、まあそういうところの点なんですけど、まあそこをですね、そこで破断するわけじゃないんですけど、そこで破断するというふうに保守的に考えまして、その荷重を求めたのがこの下のグラフの崩壊荷重と書いてます。まあ、実際に崩壊するわけではないんですけど、崩壊荷重と呼んでいるだけなんですけど、そのポイントを見つけてやってるわけなんです。で、その値と実際の地震の荷重でどれくらいの値になるかということ、比べて、そこで耐震の裕度を、まあ実力評価ですけど、出していると。そういうやり方をしてますんで、ちょっとまあ単位とかそういうあたりは違うんですけど、設備というのは実際に現場に設置されてますから、その設置状況なんかを見ながら、実際にそこに基準地震動以上の力が加わったとしたら、まあどの程度まで耐えられるか、いわゆる実力評価ですね、そういうふうなところをやっているというのが実力評価でございます。以上です。

○吉川委員 今の議論については、上の方の膜荷重と何とか荷重と2つのやり方で、この部分の評価荷重、1本左の下の細い部分のところで、その辺の評価がしにくいから、有限要素法を使って、荷重をストレスストレインカーブ（応力ひずみ曲線）を与えておいて荷重をあげていって、線形に変形するところについて評価するという考え方、それが実力ということになっている、公的な評価というのはより厳しめの評価になっている、という説明がよく分からなかった。単にこれとリアリスティックな評価で、工認の方法はリアリスティックでない聞こえるわけですが、その点はどうなんですか。

○望月部会長 どうぞ。

○四国電力 ちょっと説明の仕方が悪かったかもしれないんですけど、工認の評価はその部位に基準地震動を入力した場合に、どの程度の地震荷重になるかと、で、その値と規制基準で評価基準値というのがございますから、まあそのあたりを普通に比べているのが耐震の評価なんです。で、まあそれで1.2という値がありますから、新規規制基準上はそれでマルではあるんですね。マルではあるんだけど今回の場合はもう少し上の耐震裕度というところを目指しておりますから、材

料がどこまでもつかということ、もう一步踏み込んでですね、FEM の解析を使って、評価したと。そういうものでございます。

○吉川委員 だいたい仰ること分かったんですが、それじゃ全て、他の、原子炉容器にしても、有限要素法で全部評価したらどうなのかということが実力評価なのではないかなと思いましたがけれども。感想ですけれども。多分お金もかかるでしょうし。

○四国電力 同じような評価という意味では、格納容器の座屈の評価、次の p 16 もですね、材料がどの時点で降伏するかというふうなところまで見てやっているという意味ではよく似た評価内容ではあるんですけど、やっぱり耐震評価っていうのは設備ごと、部位ごとによって評価式も違いますし、まあ評価内容が違うわけなんですね。基本的にはその部位に地震荷重がかかった場合に、その部材がもつかどうかということなんですけど、その型式だとか形状によってですね、若干違うところはあるんで、同じ工認評価の単位で、そこで示せる場合もあるし、先ほどのようにですね、もう少しその部材の強さまで見についてやってそこで実力としてどの程度までもつかというふうなところでやっているものもあると。設備のそういうふうな仕様にあわせてちょっとやっているところもあるという事情はあります。以上です。

○吉川委員 それは感想として述べたところですけど、もう 1 つの質問は、5 番の方の燃料集合体、これも同じように工認評価の方は膜応力+曲げ応力になっていて 1.30 であると、これは実力評価値の、先ほどのような崩壊荷重ではなくて、棒が引張ってあって 1.54 以上と、ぽんと出てきましてですね、その下の※の実証試験 JNES 試験において得られた制御棒の挿入性能試験結果を踏まえ基準地震動の地震力に対する評価を表示と、分かりにくいんですけど、実証試験 JNES 試験というものが、何でこれがここで出てきて、こういう試験結果で表示すると 1.54 以上と、1.54 というのが裕度上の数字だから、それより上ですよというだけの感じですけど、じゃあいったいいくらなんですかという、試験との関係が全然説明されていない、この手のパターンのもを制御棒関係で、どういう理屈なんですかという、実証試験と JNES 試験の関係を説明いただければ。

○望月部会長 はい、お願いします。

○四国電力 ご指摘のとおりですね、燃料集合体は 1.54 以上というふうな実力評価をしています。で、同じようにですね、その次のページの p 8 の一番上の制御棒クラスタ、これも同じように 1.54 というふうに書いてございます。それと、その次のページの p 9。下から 2 つ目の制御棒の挿入性、これについても 1.54 以上です。これはどうしてかと言いますと、このあたりは燃料関係の設備でございます。で、多度津ですね、大型の振動台を使って、このあたりの制御棒挿入性の試験をやっております。で、当時の基準地震動の 3 倍ぐらいの地震動で揺らして、制御棒がですね、既定の時間内に収まるかということを確認し、で、そのときに制御棒クラスタだとか、あと燃料集合体、そのあたりの設備が健全であるかということも確認しております。で、そういう試験がございましたから、その試験の結果を使って、今回、実力評価に使っているということで、このパワーポイントにはございませんけど、こちらのほうの、報告書の資料 1-2 のですね、別紙 4、ページで真ん中ぐらいにあたるんだと思いますけど、この別紙 4 のところに、燃料集合体と、制御棒クラスタ、それから制御棒挿入性の実力評価内容ということを書いてございます。で、そのですね、p 2 を見ていただきますと、表 2 がございます。これ燃料集合体の応答加速度の比較ということで、この表は左側が実証試験、その時の揺すったガル数を書いてございます。で、これ 3.3 S₂、これ当時の基準地震動 S₂ の 3.3 倍、今 10,560 ガルぐらいになるんですけど、それに

対して右の方は、今の伊方の基準地震動 S_s 650、右側がそれを 1.54 倍した、概ね 1,000 ガルぐらいの値なんですけど、この燃料集合体、あの設備というのはですね、それぞれの固有周期をもってございますので、そここのところの固有周期で一番よく揺れるんですね。で、そこを見てやりますと、この試験と S_s 650 の 1.54 倍で相当な開き、3 倍ぐらいのですね、開きがあると。ということは、今の基準地震動 S_s 650 ガルの 1.54 倍の、しかもその 3 倍ぐらいの地震動で揺らして挿入性の試験をやってるんですね。ですからそれで制御棒挿入性が規定時間に収まる、制御棒が規定の時間に落ちているとか、それから燃料集合体、それから制御棒クラスタの、そのあたりの健全性を確認しておりますので、それで、ですから実際にはこの倍数で言いますと、もう少し裕度はあるのかもしれないんですけど、まあ、ピンポイント的にそここの設備を実力評価をした訳ではないんで、この実証試験全体を使っていますので、ですから、まあ、1.54 倍程度ですね、それ以上の耐震裕度はあるかなということで値としてお示ししていると。そういうことでございます。以上です。

○吉川委員 多度津の振動台を使って、そういう制御棒とか挿入性能試験だとか燃料集合体の耐震裕度の実験がやられたというのが、この結果である、報告評価されているということで、いつごろやられた、それは伊方の原発の燃料棒あるいは燃料集合体と同じ物なんですか、全然別なもので、それは理想的なものでやっていて、伊方のやつはそれは違うと、それはそれについて証明にはならない。その辺はどうなんですか。

○望月部会長 はい、どうぞ。

○四国電力 実証試験は 10 年ほど前にやってまして、その時に使った試験体ですね、これは伊方ですね、3 号で使ってます 17×17 の燃料集合体と同仕様のものを使っています。それから、周辺設備も同様の仕様の装置を使っていますから、その実証試験の結果は使えると考えております。以上です。

○望月部会長 吉川先生どうですかね。

○吉川委員 それはちょっと、よそのところがやられているわけで、そういうものの、10 年前の多度津の試験結果というものがオープンにされていて、それは別にして誰でも批判できるというような代物か、多度津は既にやめられたと聞いているので、今後裕度の新しい設計、17×17、15×15 の場合もあるし 19×19 の場合もあるでしょうし、PWR の型によって違う、そういうような試験をするのに使えるようなものなんですか。多度津そのものの試験レポートは今でも使えるようなものなんですか。多度津の 10 年前にやられた試験結果報告書があるとか、その時は新しい試験体に対してもやれるように維持されている設備なのか、これは JNES と書いてますから、四国電力さんのものではないわけです。

○四国電力 多度津の試験では今言いました 17×17 の燃料集合体だけでなく、他の仕様のものでもやってるんでございますけど、伊方 3 号と同様の仕様のものでもやったという、まあそういうご説明したんですけど。で、今その多度津の方は、おそらくそういうのはもう振動台としては保持してないんじゃないかと。ですから、新たなそういうふうな振動試験はやってないというふうに聞いています。で、制御棒挿入試験、いわゆる実証試験の結果を踏まえた伊方 3 号の評価という意味では、ストレステストの時にですね、こういうふうなデータを集めまして、3 号の制御棒挿入性に対する、耐震裕度みたいなのを示してですね、国にご説明して確認はいただいております。以上です。

○望月部会長 よろしいですか。

○森委員 先ほど、言葉についてきちんと定義していただきましたので、二つ目の質問に移りたいと思います。二つ目はp14で例としてお示しになられた原子炉容器若しくは蒸気発生器の実力評価概要というところに関しての質問です。口頭でのご説明では、内圧が支配的なものについては、内圧で相当応力がまけているので、地震時応力のみに着目して評価したというご説明がございました。つまり、地震時応力っていうのが増分の分です。p14にお示しになっておられますのは、赤色で書かれた評価基準値、それ以内であればよいと。それから、それに対して発生した応力は水色と黄色の和である。ですから、この和に対して、それぞれ1,000/650だけあればいいと、そういうことなわけです。それがもしない場合にはどうするかっていうのは、この説明で書いてあることです。ここでいきなり実力評価ということで、水色の分を無視して黄色の分だけで評価しようという考え方なわけです。ところが一方、p42では、どういうふうに定義されているかという、耐震裕度（実力）の定義は、評価基準値（実力）を発生（実力）で割ったものというふうに書いています。本来であれば、（実力）っていうのは、後のものであるべきなのに、ここでいきなり赤引く水色っていうような部分だけをみていると。これは、第二の定義ですので、耐震裕度（実力その1）、（実力その2）というふうにすべきだと思いますけどもいかがでしょうか。つまり、これは一つだけではなくて、これは実力その2ですというような定義をすべきだと思いますけどもいかがでしょうか。

○望月部会長 多田さん。

○四国電力 四国電力多田でございます。この評価ですね、工認の評価、これは確かに機械の強度的なことを言いますと、内圧がかかっているプラス地震が起きたというふうなところで全体で評価すべきというふうなところで、左側の工認評価が成り立っております。一方でですね、今回は更なる揺れ対策というか、地震に対してどうなのかと、どれだけの裕度を有しているかというふうなところを確認するというふうな行為でもありますので、私どもについてはですね、この内圧というものは地震力に影響されない一定のものというふうなところで、言葉としてですが、単語として定義していないんですけど、言葉として地震力に着目したと、こういうふうな形容詞をつけて耐震裕度（実力）というふうな形にしておりますので、全体を固有名詞というふうにしていただければ、地震力に着目した耐震裕度（実力）というふうなものでいきますと、水色の部分を差し引いた部分の205 MPaというものを分子側のほうに持ってきて、それから発生する外荷重である72 MPaというもので除すというふうなことで2.84という形がでようかと思っておりますので、これ全体として考えていただければ、表現としていわゆる間違っような形、今先生がおっしゃられたように、こういうような表現について、用語に定義していないんじゃないかといったようなご指摘は確かにそれは当たってるんですけど、我々としては、この地震力に着目した耐震裕度（実力）というふうなところを固有名詞として、それに対しての計算結果をここに示しているということでございます。

○森委員 私自身はこれを、この考え方を同じ名前で取り入れるのであれば、すべてを受け入れることはできません。なんでかという、荷重の組み合わせというのは、設計学を考えるうえで、もともと基本的なこととして、荷重の組み合わせというのは、いまの例えば、信頼性設計なりなんなり、性能設計、すべてそうですけども、これあの破壊に対してどう考えるかという問題で、このところの荷重の組み合わせをですね、勝手に一個だけ取り出してそれだけ評価するなんて

というのは、全世界の全設計体系を真っ向から否定するようなもので、これだけは同じ言葉遣いで受け入れるわけには、わたし個人的にはできません。ですから、どうしても受け入れようとするというような表現で、実力その1、実力その2ぐらいの表現であれば、違うということは一応示せるのでぎりぎりそこまでが、受け入れ可能なかなというふうなことで申し上げました。いかがでしょうか。設計論からの立場で申し上げます。わたしは言葉の定義というのは概念が違うから言葉が違うものがあるっていうのを基本的に持っていて、言葉の好き嫌いとか言い回しではなくて、概念の違うということ。耐震裕度と耐震裕度（実力）というのは、概念が違うということです。実力ってもしいうのであれば、例えば、柏崎刈羽に地震動が、設計以上の地震動ができました。ところが、実際にはひび割れもほとんど生じないで、本当は設計以上の実力がありません。そういうときには実力っていう言葉を使っていいんですけど、これは実力と期待していると。みなさんは期待するけれど、それが実力かどうかははっきりいえないので、これはあくまで、次の質問の指摘事項にはいるんですけども、実力という言い方もちょっとどうかなというところもあるんですけど、それはもっとも大きなところなので、まずは、議論を進めるために、必要な言葉として、このところは違う概念がはいってきているので、内圧が支配的なものについての考え方は、ほかの内圧が支配的なものでないものの耐震裕度（実力）の評価とは違うんじゃないですかという質問ですけど、評価方法が同じか違うかということについてはいかがでしょうか。

○望月部会長 どうぞ。

○四国電力 四国電力多田でございます。確かに森先生が言ったように、これについては評価概念が違います。本来であれば、左側のところの工認評価というふうなところで耐震性評価をやっているというふうな考えております。従いまして、私の説明が十分ではなかったんですが、評価概念として異なりますので、用語で定義すれば、確かにその1、その2とかですね、そういったことをもう少しわかるように、わかりやすい言葉になろうかと思いますが、定義のなかで評価概念の区別を明確にすることによって誤解を与えないような形になりますので、これについては、先ほどの言葉の変更もありましたんで、これについても言葉の変更については、対応したいと思います。以上です。

○森委員 ありがとうございます。ほんと言葉については、やはり概念が違うのであれば、違う言葉を定義して使わないとですね、これ実は別に愛媛だけのことでなく、日本全体にも広がりますし、いわゆる原子力産業に従事している人たちのことを考えると、世界中に何万というわけです。もう、日本の中での議論はすぐに英語になって、アメリカでやっぱりそういうのを参照しているわけです。したがって、ここの議論は別に県だけの議論ではなくって、技術的な内容という意味ですけど、県だけの議論ではなくって、世界のすべての人がみているという大前提で話をする必要があると思いますので、そのように概念が違うものを、言葉をきちんと使い分けただけるときいて安心しました。ありがとうございます。

○望月部会長 まあ、あの後から見直して行って、どうなのかって思うよりはここではっきりと、脚注でもいいかもしれないんですけど、しっかりさせておいたほうがいいんじゃないかなと思いました。渡邊先生。

○渡邊委員 渡邊ですけども、さきほど吉川先生がご指摘されました JNES の試験ですけども、わたしの理解ですと基本的に JNES の試験というのは、規制する側がやる試験でして、それを電気事

業者さんの方である一つの部分だけを取り出して今回のようにお見せして裕度を示すというのは本来のやり方ではないんじゃないかと思うんですけど。やはり、規格・規制を作る段階で、事業者さんの意見をいうものを取り入れた形で、で、我々がここでの議論というのは規格・規制に基づいた議論を県民の皆さんにしっかりやってまいりますので、そうでないものに関してですね、この外部有識者のとこに書かれているわけですけども、その判断の拠り所となる許認可上の明確な規格基準はないものと認識している、というふうな言い方なんですけれども、ここでもやはり地方での委員会ですから、規格・規制に基づいた議論というものを我々はしっかりやる立場じゃないですか、とわたしは考えてます。それと、それに関連してやはり電気事業者さんは許認可上、いわゆる工認のものに対して国から認可を受けているわけですし、更なる揺れ対策は非常に結構なんですけども、電気事業者さんの立場としては、この工認の裕度と、ここでいう耐震裕度というものを地元をしっかり説明して、地元の理解を求める努力というものがあって、これは電気事業者の責務ですよ。その責務というのは、どこにあなた方はあるのかということをお聞きしたい。もう一点あるんですけども、さきほど森委員の方から内圧に関してのご指摘あったんですけども、同じくその例えば内圧に関係したもの、例えば蒸気発生器ですよ、工認の評価が 1.52 という評価が、これ非常に実力評価すると上がってまして 6.29 になってます。5 倍を超えるような実力評価になっているわけですし、これをどう理解して説明されるわけでしょうか。

○望月部会長 お願いします。

○四国電力 まず 1 点目のですね、規制基準の話だと思うんですけど、我々はですね、当然規制基準ということでですね、第一の目的にそこをクリアできるように設備を色々設置したりとか、そういうことで対応していきたいと考えております。今日お示ししているそのいろんな発生値、評価基準値、それから耐震裕度でございますけど、これはまあ工認評価、新規制基準対応の通常の評価ということで、その値というのは、お示ししていると。で、その上ですね、そこから少し、若干全体を見ると、裕度が少なめになっている設備に対して、少し検討を加えて、ちょっと実力評価という言い方をさせていただいてますけど、その評価については、最初ご説明しましたように、材料がどこまで行けば降伏するのかとか、まあそういうふうな検討を加えているものもあるし、一方、その実証試験、法人がやっているような試験なんですけど、そういうもので、実証されているようなものについては、実力評価として使いたいということで、工認評価とは少し違った観点でちょっとお示ししていることはございます。で、そういうのに実証試験の結果を燃料関係の設備については、今回使っているということでございます。

○渡邊委員 JNES の試験を引用されてますけども、JNES の試験が正しいという証拠はどこにあるわけですか。それは JNES が出して、いろんな規格・基準の認可の中でいろいろ議論をして、それが審議される過程があるわけじゃないですか。JNES が出したから正しいという根拠を示してくださいよ。

○望月部会長 外部委員の方にも関わってくるかもしれませんが、いかがでしょうか。

○渡邊委員 もう一点目はですね、外部委員の話がでましたけども、ここで書いてある外部委員というのは、1、2、3 の手法でもってやれてるわけ、基本的にはですね。この JNES の手法というのはそうでないわけです。それが同じだと考えられているわけですか。

○望月部会長 どうぞ。

○四国電力 四国電力の多田でございます。先ほどの渡邊先生の JNES の方の試験、これは燃料関

係の試験でございます。これにつきましてははですね、この JNES の試験結果をストレステストのなかでも取り込みまして、これを国の方には確認して頂いたという経緯がありますが、あまりにもこの別紙のところの p 2 ほどにまとめているところもございますので、もう少し試験の内容であったりとか、いわゆる、こういうふうなことをやっているんだよということをもう少しご説明させてもらってですね、こういうふうなことなんだというようなことをご理解してもらうように、次回資料を取りまとめさせていただきたいと思います。その結果を見ていただきたいと思います。それから、途中先生の方からいわゆる許認可を出してやるべきというふうなところ、それでまあ事業者としての責務は何だというふうなこともご指摘いただきました。我々としてはいわゆる設備の強度・耐震性というものについては当然許認可の方をお出して、それは 1 を上回る、結果的にもつわけなので、そういったようなところで、設備のほうの信頼性というものを国の方に確認してもらうことと、それから我々やはり独自の考え方でいきますと、今回の取組みの主旨の方にも書かせていただきましたけど、県さんの方からもいわゆる更なる揺れ対策というふうなことで、要請がありました。その要請に対して、我々として、旧の地震動でありましたが、570 ガルで評価して裕度が低いもの、それからいわゆる基準地震動の見直しに対しまして、裕度が少なくなるもの、こういったようなものを事前に高めていくというふうなところで、そういう意味で発電所全体の安全性も高めていけるというふうなところの取組みにもつながったというふうなところで、これは当然我々は自主的にやりながら、県民の皆様の方に公開してくと、そういうふうなところも我々事業者の責務と、いうものもあるかと思っておりますので、そういったような 2 つのことをやりながら我々電気事業者としての責務を果たしていきたいと考えております。以上です。

○望月部会長 ありがとうございます。渡邊先生。

○渡邊委員 ですので、蒸気発生器の件は。

○四国電力 蒸気発生器でございますが、これははですね、p 14 の先ほど議論になったところの原子炉容器のところの実力評価方法のイメージ図です。蒸気発生器もですね、同じように内圧で設計が決まっている、まあそういう設備でございます、右の方の実力評価、ここの p 14 は、原子炉容器について例を挙げて、この外荷重、黄色のところですね、72 MPa で、赤の上の部分ですね、先ほど森先生からご指摘ありましたけど、ここ実力評価と言ってますけど、その評価基準値が 205 なんですけど、これを同じような考え方で蒸気発生器にあてはめますと、この資料には書いてないんですけど、こちらの方の報告の方の資料の別紙 2 には書いてるんですけど、この値がそれぞれですね、27 MPa と、172 MPa ということで、原子炉容器よりこの上の部分の地震による裕度というのがですね、実力評価ではありますけど、その裕度が比較的原子炉容器よりは高い。それでまあ 6.29 という値が出ている次第でございます。以上です。

○渡邊委員 その 6.29 をわたしは聞いた訳じゃなくて、6.29 というのが何故でたかということをおなた方は評価してますかというのが質問なんです。6.29 をだす過程を質問していない。6.29 が妥当だとおなた方は考えてますかというのが質問です。

○望月部会長 どうぞ。

○四国電力 四国電力の多田でございます。この 6.29 が正しいのか、というふうなところでいきますと、いわゆる許認可上、これも評価の考え方によるんですが、一般的な耐震性評価というふうなことを考えた場合、やはり、内圧と、それから外荷重とを加えたものが発生応力となります

ので、それに対して基準値ということがありますので、それが6.29の考え方に即しているのかというと、それは即していない、それは先生のご指摘のとおりです。一方で、我々としてはその概念を変えまして、地震力というふうなところの概念だけを取り込んだ、すなわち評価概念の2番目というふうなところになります。定義でいきますと、2番目のところを用いると、結果として6.29となったということなので、工学的にこれが正しいのかというふうな形で言われますと、それはいわゆる実際のもの耐震性評価というふうなところから言うと、違った概念を取り込んだ評価となっているということでございます。

○渡邊委員 あのですね、これは専門部会なんですよ。専門部会というのはサイエンスに基づいた議論をして、6.29 だったら 6.29 という非常に物理的な意味を考えて議論してるわけですよ。だから、それだったらね、きちんと工認でいくらですよ、ということ在地元に理解される努力をもう一度やってくださいよ。それが筋ですよ。

○望月部会長 いい値の方が出たからといってそちらを使うといった受け取り方にもなりかねないので、その辺は全体を考えて、実際に不足したような評価をしていただいた方がいいかなと思うんですけど。先ほど追加資料も検討して頂いたということなんですけども、どういう値なのかということも含めて、また説明してもらえればいいんじゃないかなと思います。どうぞ。

○四国電力 ちょっと繰り返しになるかもしれないんですけど、この原子炉容器と蒸気発生器についてはですね、工認評価ではそれぞれ1.46、1.52なんですよ。で、例えばこれは基準地震動が来た場合に、全体の内圧も考えて、全体の評価基準値と、それと地震と内圧も加えた、その値を比べてこうなってるんですね。で、当然もう少し大きな地震動がきますと、地震の荷重は増えますから、当然この耐震裕度という意味ではこれより小さくなる、それはそうなんです。で、工認評価の、通常の評価というのは全部力がかかった状態で評価して設備が大丈夫かどうかということ、それはもちろん基本なんですけど、で、この取組みの主旨ということと言いますと、耐震に対してどれだけの裕度があるかということをお示ししたいというふうなことでやっておりますから、その中から地震に関係のあるところの値で比べると、この程度ということをお示ししている。主旨は理解していただきたいと思うわけです。以上です。

○望月部会長 よろしいですか。森先生。

○森委員 私の次の質問はですね、資料1-3の外部有識者検討会という資料です。その裏の面ですね、従ってという、外部有識者検討会の藤田先生、山口先生というお二人の方が最後に書かれたところです。従ってというところで、今回の四電が行っている実力評価は、というところ。一番最後に、いふなれば設備の実態に即した評価であると理解していると。この言い方じっくり読むと味わい深く、私はこの言い方だったら受け入れられるんですけど、これをもって資料1-1の方では、外部有識者による確認というところで、評価内容が妥当であることを確認していただいたとあるんですけど、あくまでこの外部検討委員会のお二方の先生がされている理解はここに書かれたように、いふなれば設備の実態に即した評価であるという、それに過ぎないのではないかなと。やはり実力を評価したものとして確認した、つまり妥当であると確認したわけではないので、このまとめ方はあまり適切な表現ではない、資料1-1のp20の外部有識者による確認のところは、ちょっと舌足らずではないかなと。つまり今回の取組にかかわる評価内容（評価手順、評価手法、解析条件）が妥当、これはここで言うておられるんですけども、等とかいてありますけど、実力評価として受け入れられるとは一言も書いてなくて、実態に即し

た評価であると理解できる、まさにこれにつきるといふかですね、私のさせていただいている指摘とか意見というのもこと何ら違うことはあまりない、だから耐震性を向上させることにも繋がっているし、ある意味設定した地震動がばらついては、そのばらつきは、例えば今求められている中ではカバーできるんじゃないかというような見込みを何らかの形で評価しようという態度も評価できるんですけども、表現として耐震裕度という言葉を使った途端に、耐震裕度という、いわゆる工認という既に設計前に合意が形成された、合意に基づくやり方ではなくなっているの、やはり最後の表現ですね、適切に表現されるべきじゃないかと思いますがその点いかがでしょうか。つまり p20 に書かれている外部有識者による確認という書き方は、実際の外部有識者のお二方の先生のご理解を十分に反映していないと思いますけれど、その点いかがでしょうか。

○望月部会長 はい、どうぞ。

○四国電力 1-3の外部有識者、これ私もですね、今までずっとこの検討会をして、まさにですね、設備の実態に即した評価であるということを見てもらったと思ってます。で、外部有識者からは、そういうふうな言葉でこのペーパーが出てきてますので、そういった意味では p20 の方はそれをちょっとまあ言葉のニュアンスというのはあると思うんですけど、妥当という言葉で表してますから、こちらの方も、1-3の方のペーパー、こちらの方の主旨、言っている内容にあわせた、その言葉を選んで、p20の方の言葉の使い方というか、そこのあれは見直したいと思います。以上です。

○森委員 どのように見直しますか。私はそれを確認したいんですけど、つまりこれは実力評価として認めたわけでない、ある意味、そこまで書いてませんけども、論理的には実力評価として認めたわけではないという、つまり書き方なんですね。ソフトに書いておられるだけで。それを実力評価として妥当であることを確認していただいたと書いているので、全く違う内容にすりかわっていると、言葉をきつく言えばそういうことになってしまうわけです。それを避けて頂くような表現にさせていただけないかということです。

○望月部会長 はいどうぞ。

○四国電力 そういう意味ではですね、設備の実態に即した評価であると理解していると、いうふうに外部委員が言っておられますから、このあたりの言葉を使ってですね、こういうふうな実力評価にあたってはこういうふうに適用実績のあるものを使っていると説明を受けて、まあこの取組みに用いることにですね、問題はないというふうに考えていると、そういう言い方にしたいと思います。

○森委員 例えばですね、今 p20 に書かれた文言で、妥当という2つの文字を資料1-3の方の、いうなれば設備の実態に即した評価というふうに、例えば置き直してもらえれば、まだいいかなと。つまりどちらも立つんじゃないかと。私は何も物事を否定的に言おうとしているのではなくて、それぞれの仰っていることをどうやったら成り立つのかなというふうに考えて、1つの案をお示ししているという立場です。

○四国電力 了解しました。そのあたりの言葉を見直してまたご説明したいと思います。

○望月部会長 よろしくお願ひします。宇根崎先生。

○宇根崎委員 以前からこの点、耐震裕度2倍と議論がでてきてからいろいろ報告させていただいているんですけども、森先生はじめ他の委員からもあったように規制基準、この取組み、四国電力さんが、有識者の先生方がおっしゃるよう非常に明確な規格がない中で自主的な目標を

定めて、それに対してご自身のところの設備がどの程度のリスクを有しているのかというのをですね、積極的に多大な労力を使われて取り組んでおられる。その姿勢が私大事だと思うんです。その上で、渡邊先生の方からもあったように、従前から発言させていただいているんですけども、どうしても数字にこだわってしまっていてですね、本質がだんだん見えなくなってきたんじゃないか。そこが渡邊先生がおっしゃた1.なんぼが6.なんぼに急にポーンていく。それに対しての説明というのをどうするのか。数字が1.54を超えたからいいじゃないかという、完全に数字の大小だけになっちゃてるのが、ちょっと私もまとめを読まさせていただいて、気になったところがございます。そもそも論という話なんですけれども、本来、もしも十分なリソースと時間があれば、本来の1,000ガルの地震動を入力として解析をしてそれで裕度を出していくというのが本来のあれなんですけれども、今回はその、そういう時間もないという中で1,000を650で割る1.54という指標を1つとして、それで判断していくという、ある意味簡便なスクリーニングの手法という形でスタートしていたと、それに対して、1.54という一つの指標を満足しないものについては、施設の実態とか従前の手法の保守性をより厳密に考えていく中やっていると。その方向性は良いと思うんですけど、その中でそこら辺の流れが一番、うまいこと説明できていないのが、先ほどから議論のある原子炉容器の蒸気発生器の実力評価の中で、ここはむしろですね、これだけ少し説明とかの流れが、少し文書とか考えないといけないですけども、私がぱっと見て思うのは工認評価の元がありますと、この外荷重による応力72というのがあったら、それを数字として妥当かどうかかわかんないですけども、それを例えば1.54倍、 $1,000/650$ をしたものを使って、トータルの赤に対して水色のプラス黄色が何割かましになったと、それでもって1を上回っている。そういう説明でまったく良いんじゃないかなと、私は思うんですけどね、そっちの方がよっぽど、工学的には妥当じゃないかなというふうに、今うかがって感じた次第です。そのあたりですね、そもそも論からもう少しふりかえっていただいて、いわゆる誤解の生まない、数字にこだわった、数字の大小だけにとらわれたような論理による説明にというのを省くというような形で、再度ご検討いただきたいというのが感想と弁解です。それから、ちょっとすいません、質問なんですけれども、今回、この工認評価の手法でさまざまされているということなんですけど、これが実際に新しく作っていくようなものとか、今回耐震評価とかで手直しが必要なものについては、これから工認を出されるということですよ、その中で、手法というのは従前工認の手法、今回使われた手法と同じような手法で申請されて、その中身も当然審査されていくと思うんですけど、工認で使われている耐震性の評価手法の審査の過程で何かコメントが入ったり、変更が生じるとか、そういう可能性はどの程度あるのか、そのようなことがあった場合ですね、そういう知見というのは当然迅速にこの結果に反映しないといけないと思うんですけども、今後の工認の審査における耐震性評価のフィードバック、評価結果と耐震裕度のフィードバックについてどのようなお考えとか方針であるかというのをお尋ねしたいと思います。

○望月部会長 はいどうぞ。

○四国電力 四国電力の多田でございます。宇根崎先生のご質問でございますが、実際我々がやっている工認評価はですね、今、九州電力の川内原子力発電所、これっていうのが、工事計画認可を取得しております。従いまして、その認可を取得した同じやり方で、我々今回評価を行っておりますので、これについては、現段階では問題ないのかなというふうに考えております。以上です。

○望月部会長 そのほかございませんでしょうか。はい、吉川先生。

○吉川委員 観点を変えて、今後の裕度の実証という観点でね、質問させていただきたいんですけども、この議論聞いてますと、要するに1,000ガルの基準地震動に対して、もつかどうか、端的に証明しようとされてるように思うんですけども、これを個々の問題に分割して、設備ごとに実証しようとされてるといふふうに読んでてそう思ったんですけど、ぶっちゃけて言えば、その実証の仕方というのは、実験的に証明することと、解析的に証明するという2つのやり方があるって、その解析的には全体のプラントをモデルとして1,000ガルのいろいろな基準地震動をやってみて大丈夫ですと計算で出すという、計算はあくまで計算ですから、ちょっと弱いということであれば実験で多度津の振動台を使ってですね、1,000ガルでいろいろな波形でやってみてですね、全体のプラントを揺すればいいんだけど、それはなかなかいかないからとの考えで、ゆすって実証するという2つのやり方があると思うんですけども、さっき聞いていると多度津がなくなったとかいう話を聞くと、実際に四国電力さんが、制御棒の集合体だとか燃料集合体だとか、そういったものの耐震の受け入れがこれでよろしいというか、受け入れるときにどういったような形で、合格をされるのか、その辺は事業者の方は受け入れのときOKという考えと結びついているのか。別に1,000ガルでなくっても、570ガルでもいっしょですけどね、そういう時には重要ですよ、制御棒が確実に入らないとすごい事故になりますからね、そういう辺の重要なところの、どういう考えなのか。解析はちょっと置いて、特に振動台、それは今後どう考えているんでしょうか。

○望月部会長 はい、どうぞ。

○四国電力 多度津の振動台というのはもう使ってないんですけど、今色々他の設備を実証試験するのに、E-ディフェンスという兵庫県の三木というところでですね、そういうふうな大型の振動台がございます。それを利用したり、あと各メーカーさんが持っている、あるいはゼネコンさんが持っている、そういうふうな振動台がございますから、必要な設備についてはそういうふうな振動台を使って、加振試験をやっております。もう一つ制御棒の挿入性という意味合いでは、以前のJNESでやった、その実証試験というのがあるんですけど、実際の工認のやり方というのは、基準地震動で燃料棒だとか、そのあたり周辺の設備が、どういうふうな変位をするかというものを解析で出して、その最大変位のところに制御棒が入っていくと。制御棒は当然、そのなかに追従して入っていきますから、摩擦力、いわゆる抗力ですね、抗う力を受けると。そういうふうな抗力を解析で出して、結局は運動方程式のなかに、ですから制御棒はここからここまで何m動くというのがありますから、その水のなかを落ちていくのに、その運動方程式のなかにそういうふうないろんな値を入れ込んでいって、2.5秒に収まるかどうかと。そういう評価が基本ではあります。一方、昔実証試験色々やったのは、そのあたりのいろんな値を決めていくのにですね、そういうような実証試験の結果と解析があうかどうかとか、そういったような検証のために実証試験をしたということがございます。以上です。

○吉川委員 どういうふうに行われているのかを聞いているだけで、全体のストーリーとしては、ものそのものがここで予想しているのと違って実際に揺れたものを証明しているわけではないので、1,000ガルの応力、役所がOKだすと事業者がOKだすと違うんでね、そういうのをしっかり考えておられないと落とし穴がある、そういうことも説明を県民の方にされていくという、これがスタンスで大事なことではないかと思いました。

○望月部会長 はい。ありがとうございました。そのほかございませんでしょうか。

○宇根崎委員 あの、ちょっといまの議論だとそのどういうふうな表現でとりまとめるかとかです、それから森先生のほうからご指摘のあった、例えば、言うなれば、設備の実態に即した評価であると理解している、ということで、有識者の先生のお二方がいろいろ検討とか、四国電力さんからの解析、今回の評価、それから評価に至るロジックが多いのと、ディスカッションされていると思いますので、もし可能であれば有識者の先生方に機会を、お越しいたいて、少しこの内容、ここらへんのです、フィロソフィーとかを少し確認したほうがいいのかなど、ちょっと考え方を、森先生、渡邊先生、吉川先生、いかがでしょうか。

○望月部会長 どうぞ。

○森委員 あのいまの宇根崎代行のご提案はそれはわかるんですけど、ちょっとひとつ確認したいのはこの資料1-3というのは、有識者の藤田・山口先生がお作りになったものと考えてよろしいでしょうか。言葉も含めて。わかりました。ありがとうございました。

○望月部会長 渡邊先生。

○渡邊委員 前に山口先生が来られている。山口先生の説明は非常に明快で、私も明快なことに対しては一切コメントがないんですけども、それを四電のほうはどう理解しているというか、この更なる裕度の中にとり入れるかという手法の問題だとわたしは思っているんですね。山口先生の方は手法の方で見て頂いたように非常に明快です。だから、取り込み方というか、ここをどうやって電気事業者さんのほうが、住民の皆さんにわかりやすく説明できるかだと思うんですけども。

○森委員 例えば一番気になる数値といえ、一番気になる数字がですね、1.00 というのありましたよ。p 8ですね。58番のアニュラスシールというものが、耐震裕度でもともと1.00と、数字をみると276/275ということで、有効数字3桁にすると1.00という表現になると、こういう理解をするわけです。それですら要するに工認評価をとおっているわけです。つまり、本来これに対してはどのようなことをやっているかわたし専門ではないからわかりませんが、少なくとも安全率というものを設定して、そして、許容応力度というものを設定して、そして安全率が3か5かしりませんが、その安全率の中にはすでに安全性に関する不確実性とそれに対する余裕度、いわゆる考えられた、つまり構造的にさきほど渡邊委員がおっしゃったように、構造的にすでにどういう方法論がいいのかっていうのを議論された上での数字なわけです。したがって、一般の人、設計のこととかを知らない人が、276/275だから、277になったと勝手に壊れるんじゃないかっていうふうに思われるかもしれないけれども、いやそういうことではないんだと、いう話なんですよね基本的には。ですから、渡邊委員が先程来、ご発言されてたように、もともとのその本当の設計の考えたそのものをきちんと説明してあげるといのがまず大事であって、その次にでてきた1,000というのは、いってみれば安全性評価というか、科学的工学的な議論を経ていない数字で、ある意味われわれの議論の中には乗ってこない数字なんです。そういう意味からすると、そのよりよい安全性を何かその説明したいという行政の上におられるような気持ちを表現したものであるということで、それはあくまで愛媛県の熱意であったり、それに答えようとする四国電力さんの熱意であったりという、そういうものとしては認めることができるわけです。だけど、それを同じ言葉で扱うのは相当難しいし、それをもって、また実力っていうふうに、このものすごく、とらえる人によってはとらえ方が大きく異なるようなことをもってくるよりは、

やはりその、実態に即した評価だとか、実態に即した説明ができる検討をおこなったとか、やはりその、あまりにも実力という言葉で、まとめるのはやっぱり難しいと思うんです。ですから、1,000がどうのこうのではなく、そういうより高い安全性を求めていくっていう、県や県民の声に対してですね、四電さんはいろんな説明ができるような検討をして、実態を律速しているような、つまり公的に求められている工認評価というものと、実際に1ガル増えたとき、10ガル増えたときにどうなるんだというふうな、見方に対しても柔軟に根拠を持った説明ができるような資料を準備したということであるとわたしは理解するんです。ですから、それをやはりそういう実態に即したようなまとめかたをすべきだと思うし、あるいは言葉として短くまとめるときも実力ではなくて、その実態だとか多様な説明ができるとか、そういうふうにかまどめていただくと、いいのかなというふうには私は理解しています。以上が意見です。ですから、そのために、先ほど例えばご提案になられた、藤田山口両先生に来ていただくかどうかということにはわたしは来ていただくことにこしたことはないんですけど、お忙しい方でしょうし、ここに書いてある文言はもしそういう藤田先生であれば、ご自分で書かれたときにはやはりいろいろなことを頭に描きながら書いておられるでしょうから、この言葉は私自身は受け止めたいと思います。以上です。

○望月部会長 ありがとうございます。森先生には、わたしの聞きたいことをきれいにまとめていただいてですね、まああの姿勢としては、評価できるけれども、その根拠を示すか、その四国電力側としては、自分たちだけでなく、その外部委員で取り決めた評価もしながらやっていくんだということをまあ見せていただくという意味では、外部委員っていうのはやっぱり必要でないかなと思うんですけど。まあそういうのも踏まえてですね、宇根崎先生からいわれた、その外部委員にきていただけるんであったら、そういうふうな考え方も含めてですね、みんなで部会で一度、話あえれば、先生も来られることにこしたことはないといわれましたので、ちょっと事務局のほうで調整していただいて、もし来れるようでしたらですね、この委員会で招集して全体を考えていきたいなと思うんですけど、吉川先生。

○吉川委員 ちょっとあのわたし、はじめからこの議論に参加してないので、もう一回確認なんですけど、その工認評価というのは、1,000ガルに基準動をして、そしてその川内でおった、工認でおった、まあ一応その審査課でアップロードしている工認の評価の手法を評価してみたらこうなったという筋であって、それから実力評価というのは、なんか四電さんがおっしゃって、これをもう少しちょっとマイクロにみてみて、1.54を生かすためにいろいろ考え直してやった数字であって、そしてさらに有識者の方に評価されていて、それをネーミングは、四電さんが実力とおっしゃっているけれども、その外部評価の方は実態に即したというふうな解釈をされているのではないかと、こういう認識のもとでお二人の方を呼んで、ここでいろいろ考えるというそういう趣旨の会合と、こういうふうには考えればいいんでしょうか。

○望月部会長 おっしゃるとおりです。それではですね、事務局もよろしいでしょうか。じゃあ日程調整をしていただいて、いまの議論をしていきたいというふうに思います。一応、森先生に上手にまとめていただいたので、わたしがそうそれ以上まとめることはないんですけど、国の認可に加えてですね、県独自で、それ以上の県民の安心を考えて、更なる、裕度っていう言葉で今日は言われましたけども、安心を目指しての、本委員会のもう一つ別の、ちょっと本来のところともうひとつ上のレベルのというか別の専門的なことの、ちょっと違うかもしれないんですけども、そこも大事な議論の点だと思いますので、外部委員の先生にお越しいたいただいて、この委員会

で議論できたらと思います。事務局には日程調整をお願いしたいと思います。ちょうど時間となりましたので、以上で本日の審議を終了いたします。四国電力におかれましては、今後も、新たな知見等の収集に努めていただくとともに、自主的な対応も含め、積極的に安全対策の更なる向上に取り組み、伊方原子力発電所の安全確保に万全を期していただくようお願いいたします。これで本日の原子力安全専門部会を終了いたします。委員の皆様には、長時間にわたり、熱心な審議ありがとうございました。記者の皆様、傍聴の皆様お疲れ様でした。