# 原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合第966回

令和3年4月15日(木)

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966回 議事録

# 1. 日時

令和3年4月15日(木)14:30~15:43

# 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

山形 浩史 緊急事態対策監

関 雅之 企画調査官

竹田 雅史 上席安全審查官

深堀 貴憲 上席安全審査官

三好 慶典 上席安全審査官

鈴木 征治郎 主任安全審查官

酒井 友宏 技術研究調査官

山本 敏久 技術研究調査官

薩川 英介 審査チーム員

### 関西電力株式会社

决得 恭弘 原子力事業本部 原子力発電部長

福原 盛夫 原子力事業本部 原子力発電部門 燃料保全グループ チーフマネジャー

山野 一彦 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

新村 逸太 原子力事業本部 原子力発電部門 燃料保全グループ 担当

岡野 孝広 原子力事業本部 原子力安全部門 安全技術グループ リーダー

石橋 英樹 原子力事業本部 原子力安全部門 保全計画グループ リーダー

## 4. 議題

- (1) 関西電力(株) 高浜発電所1・2号炉の重大事等対策について
- (2) その他

# 5. 配付資料

- 資料1-1 高浜発電所 発電用原子炉設置変更許可申請(1号及び2号原子炉施設の変更) 【使用済燃料ピットの未臨界性評価の変更】審査会合における指摘事項の回答
- 資料1-2 T12SFP未臨界性評価条件一覧
- 資料1-3 高浜1,2号炉使用済燃料ピット 未臨界性評価に関する補足説明

# 6. 議事録

〇山中委員 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966回会合を開催します。

本日の議題は、関西電力株式会社高浜発電所1・2号炉の重大事故等対策についてです。 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。

本日の会合は、新型コロナウイルス感染症対策のため、テレビ会議システムを利用して おります。音声等が乱れた場合には、お互いにその旨を伝えるようにお願いします。

議事に入ります。

それでは、資料について説明を始めてください。

○関西電力(决得) 関西電力の决得でございます。

本日は、前回の審査会合において御指摘いただいた点について回答させていただきます。前回の会合では、未臨界性を評価するための条件表、本日の資料の1-2になりますけれども、これを確定させることが先決であり、この条件表で残っている論点は、流量の置き方についてであるという御指摘をいただきました。本日は、御指摘を踏まえ、流量の置き方につきまして、より現実的な値に見直した点を中心に、資料1-1で御説明させていただき、この条件表を確定したいと考えております。

それでは、資料に基づき、担当より御説明いたします。

○関西電力(新村) 関西電力の新村でございます。

それでは、資料に基づきまして、説明させていただきます。

本日、資料を3点御用意しております。資料1-1は、前回会合での指摘事項への回答と、各解析条件の具体的な設定に関する考え方をまとめたもので、本日は、こちらを用いて、前回会合で頂いたコメントに対する回答を中心に御説明させていただきます。資料1-2は、資料1-1でまとめた基本ケースと感度解析ケースでの条件を一覧表にまとめたものでございます。また、資料1-3は、今回御説明する内容の補足説明資料であり、必要に応じて参照したく考えております。

それでは、資料1-1をお願いいたします。

1枚めくっていただきまして、前回審査会合でいただきました指摘事項の一覧でございます。本日は、この4点、特にコメント1及びコメント4について、中心に御説明したいと考えております。

次ページ、お願いいたします。目次を2ページに分けて記載しております。1ページ目~7ページ目が前回コメントへの回答、8ページ目~17ページ目が未臨界性評価の設定に関する基本的考え方、ページをめくっていただきまして、18ページ目以降が具体的な解析条件の設定に関する説明を記載してございます。

それでは、回答に移らせていただきます。

右肩1ページ目、お願いいたします。

コメントNo.1としまして、「基本ケースおよび不確かさを考慮したケースにおける流量は系統圧損を踏まえた現実的な設定とすること」とコメントをいただきました。

これは、ポンプの揚程曲線を用いて流量を求める際、以前は系統圧損を考慮せずポンプ 揚程曲線上の上限値を設定するとしておりましたが、より現実的な値を設定するという観 点から、系統圧損を考慮した流量を設定するというコメントになったと認識をしておりま す。

回答といたしまして、ポンプ揚程曲線を用いて流量を算出する際は、基本的には、2枚、真ん中のほうに並べております概要図のとおり、左側のグラフのように、注水時の系統圧損による圧損揚程曲線とポンプ揚程曲線が交わる点を、その手順の流量として設定をいたします。なお、圧損揚程曲線とポンプ揚程曲線が交わらない場合は、この概要図の右側のグラフのように、系統内の設備仕様や手順書記載により律速される流量を設定をいたします。

右側の概要図につきまして、資料1-3の通しページ、16ページを御確認いただきたいと 思います。脱気水ポンプを用いたSFピット注水に係る実際の手順書について、第8図で記 載をしております。赤枠で囲んでおります右側の3行目に、流量計で流量の指示を確認すると記載してございまして、その確認する流量計のスパンは、次ページ、17ページ目を御確認いただきたいんですけども、その指示スパンとしては、40m³/hというもの、流量計でございます。すなわち、この場合は、手順上、流量は40m³/h以下に律速されることとなりますので、このように、系統内のポンプ以外の設備仕様ですとか、手順書記載をそのとおり運用することにより、流量が律速されるというものがある場合は、基本ケースとして、その流量を設定することといたしました。

再度、資料1-1、1ページ目をお願いします。

その他条件として、ポンプの起動台数については、基本ケースでは、1手順につき起動台数を1台とし、不確かさを考慮した流量については、設置されるポンプの全数起動を想定し算出いたします。

右肩2ページ目、お願いいたします。

真ん中、上に記載しております表は、右肩1ページ目で御説明した方針にのっとり、各手順の流量を算出した結果をまとめたものになります。基本ケース、不確かさを考慮したケースのどちらも、全手順が同時に実施されるということを想定しますので、各手順での流量合計値として、基本ケース流量、不確かさを考慮した流量については、それぞれ上段に示します枠囲みの流量を設定いたします。

ここで、手順①燃料取替用水ポンプを用いた手順について、不確かさを考慮した流量が 基本ケースの2倍以上の値となっておりますが、これは系統構成についても不確かさを考 慮した結果によるものでございます。

こちらについて補足をさせていただきます。ページ飛びまして、31ページ目をお願いしたいと思います。

不確かさを考慮した流量条件の設定に関する説明について記載をしてございます。ポンプ台数については、全数起動を想定することとしております。また、系統構成を行う上で、より系統圧損が小さくなる構成が可能であるという場合には、当該の系統構成が実施されたとした場合の圧損揚程から求まる流量が送水されることを考慮いたします。

具体的には、枠囲み内の図のように、手順上では赤色のラインにて注水されるということになってございますが、それよりも圧損が少ない青のラインで系統構成がなされた場合のほうが流量が大きくなるというところがございますので、不確かさを考慮した条件としては、青のラインでの流量を使用することといたしました。

流量に関する説明、コメントNo.1への回答は以上でございます。

続きまして、右肩3ページ目、お願いいたします。

コメントNo. 2、「スプレイ試験で測定された液滴の個数分布が対数正規分布になることの根拠(文献など)を示すこと」とコメントをいただきました。

こちらは、当社が実施したスプレイ中の液滴径の測定試験において、取得した液滴径分布が対数正規性を有していたという結果に対して、一般的にもスプレイの液滴分布というのは対数正規性を有するのか、そのような知見が無いのかというコメントだったと認識しております。

回答でございますが、一番上の一つ目の黒ポツ、スプレイヘッダを、実機を用いた試験により取得した液滴毎の個数分布は、対数正規性を有しているということを確認してございます。

二つ目のポツですが、既往の研究によって、ノズルから噴出された水が液滴化するまでの過程を確率的にモデル化した場合の液滴の個数分布が対数正規性分布に近似され、そのような予測の下、実際に測定した液滴個数分布の結果とも良好に一致するということ、また、種々のスプレイノズルを用いた試験により取得したスプレイの液滴個数分布は、主に対数正規分布で近似されるということが知られてございます。

今申し上げた内容につきましては、注釈で記載しております※1、※2の文献の内容を引用したものでございます。

以上のことから、既往の知見にも見られるスプレイ液滴の個数分布が対数正規性を有するという知見と同様の傾向が示された、今回の当社の試験結果については妥当であるものと考えてございます。

コメントNo.2の回答は以上でございます。

続きまして、右肩4ページ目、お願いいたします。

コメントNo.3、「SFP内での現状の内挿物保管状況を説明すること」とコメントをいただきました。

回答でございますが、高浜1、2号炉の現在の燃料及び内挿物の保管状況を図でお示ししてございます。424体というラック貯蔵容量のうち、数字が記載されている箇所に燃料が貯蔵されており、数字は燃焼度を示してございます。また、図中の記号で、□がプラギングデバイス、○が制御棒クラスタ、△はバーナブルポイズンが挿入されているということを示しております。御覧いただけるとおり、高浜1、2号炉、それぞれ、どちらもラック内

の大部分の燃料には内挿物が挿入されておりまして、また、内挿物の種別としては、プラ ギングデバイスや制御棒クラスタが大半を占めているという状況でございます。

続きまして、右肩5ページ目をお願いいたします。

保管中の内挿物が実効増倍率に与える影響を確認するため、内挿物が挿入されている場合と挿入されていない場合とで、どの程度実効増倍率に影響するかを評価をしてございます。

その結果としまして、内挿物が無い状態での実効増倍率が最も高くなり、内挿物の構造 躯体のみであっても3%、制御棒クラスタについては20%の低減効果がございました。こ れらより、解析の前提条件としておりますSFピット内には内挿物が無いとする前提条件が 保守的なものであるということを確認してございます。

このような結果が得られたのは、内挿物の持つ中性子吸収効果及び構造材が挿入される ということによる水排除効果によって、反応度が低下することによるものであると考えて ございます。

コメントNo.3への回答は以上でございます。

続きまして、6ページ目、お願いいたします。

今回、未臨界性評価では、臨界計算におきまして既許可とかで使用したものと同じであるSCALEコードを使用いたします。燃焼燃料中にはfission product (FP) が存在しており、臨界計算においては、それらによる中性子吸収を考慮するため、臨界計算コードについて、FPに関するベンチマーク解析を実施しております。

回答のところですが、OECD/NEAによるICSBEPに載っております、FPを含んだ臨界実験に対しSCALE6.0によるベンチマーク解析を実施しております。

臨界実験の概要及び各実験ごとで含まれるFPの種類を、枠囲みの中及び右側の表に記載をしてございます。

ここで、補足説明資料のほうを参照いただきたいと思います。

資料1-3の通し90ページを御覧ください。数ある臨界実験の中からベンチマーク用の実験を選定するに当たっては、PWR燃料貯蔵設備や、その燃料仕様を踏まえて選定することが重要と考えてございますので、第2-1表に燃料貯蔵設備と燃料の仕様、そして、選定した臨界実験のパラメータ範囲をそれぞれお示ししております。枠囲みで示すパラメータは、実際にその臨界実験のパラメータ範囲を示してございまして、通常、御確認いただけますとおり、実際の燃料貯蔵設備・燃料仕様のパラメータ範囲を包含するように設定をしてご

ざいます。

91ページ目以降につきましては、説明は割愛させていただきますが、今回選定した臨界実験の詳細条件をそれぞれ記載をしてございます。

それでは、資料1-1に戻っていただきまして、右肩7ページ目をお願いいたします。

先ほど申し上げました、FP有りの臨界実験を含めた枠囲みの臨界実験について、ベンチマーク解析結果と臨界実験の実効増倍率の差というのは、ほぼ正規分布を示し、かつC/E、実験の結果と解析の結果の比は、臨界に寄与する中性子の平均エネルギーであるEALFに対し特異の傾向を持たないということを確認してございます。

それぞれ、本ページの右側囲み内に記載してございます図の中でございますけども、臨界実験との、解析結果との誤差というのが、右側の下の図に示しますとおり、正規分布に近しい形になってございまして、また、C/Eにつきましては、上側の図にあります緑三角の点になるんですけども、こちらが1付近、すなわち臨界実験での結果と解析の結果が精度よく一致しているということを確認してございます。

これらの傾向がございますので、SCALE6.0の不確かさの算出に当たっては、枠囲みのケース数のベンチマーク解析結果を踏まえ算出した結果を使用したいと考えてございます。

解析コードの不確かさを、これらベンチマークの結果から算出したものを中央の真ん中の表に示してございます。臨界実験の全ての結果を使用し、コードの不確かさを求めたものが本表の一番右側の結果となっております。参考として、MOX燃料、FPを含む燃料、それぞれの臨界実験ケースのみを用いてコードの不確かさを評価した場合の結果を合わせて記載をしてございます。

なお今回、一番下のポツでございますけども、今回、未臨界性評価におきましては、注水・放水される海水中に含まれる塩素の中性子吸収を考慮しております。塩素に対しても、ベンチマーク解析を行いましたが、その結果は、右側図の黄色丸で示します3点でお示ししておりますとおり、約1%程度、解析値が安全側の値を与えることを確認しております。一方、塩素に起因する誤差としては、注釈に記載してございます文献に記載されるものとして約100pcm、実効増倍率で0.001に相当するものでございますけども、約100pcm程度とされておりまして、その誤差というのは、今申し上げた1%程度という安全側の結果の中に包含されるということを確認してございます。

コメントNo.4に関する説明は以上でございます。

ここで、コメントの回答に関しては以上でございますが、追加としまして、燃焼燃料中

の核種組成を計算するコードの計算精度に関する説明について、追加補足させていただき たいと思います。

右肩22ページを御確認ください。

今回、未臨界性評価では、燃焼燃料が貯蔵されることを踏まえた評価を実施しますが、 その燃焼燃料中に含まれる核種の組成を計算するコードとして、PHOENIX-Pを使用いたします。

本コードにつきましては、本ページでの説明書きのところですけども、PHOENIX-Pにつきましては、他コードとのクロスチェックや、取替炉心設計における実測値との比較において良好な一致が示されており、燃焼に伴う核種組成の変化を適切に評価できるということを確認しております。また、運転中の炉心の反応度を表す指標であります臨界ボロン濃度につきましても、本コードを用いた計算結果と実測値の差が所定の範囲内に収まっているということを確認をしてございます。

これらPHOENIX-Pを用いた解析値と実炉との比較について、追加説明させていただきたいと思います。

資料1-3、115ページを御覧ください。

原子炉を起動する際には、炉心設計コードを用いた各種解析の結果と実機炉心による 種々の測定結果を比較しまして、その差が判定基準以内に収まっているかということを取 替炉心ごとに毎回確認してございます。

115ページの表の中に示しますとおり、燃焼燃料の計算にPHOENIX-Pを使用した解析の結果と実機の測定値は良好な一致を示しており、それらの差は全て判定基準以内となるということを確認してございます。

次に、116ページを御覧ください。

先ほどの結果は原子炉起動時の確認結果でしたが、こちらに示しますのは、運転中の臨界ボロン濃度の推移を示したものになります。上の図が設計値に対して実測値をプロットしたもので、下の図がその誤差を抜き出してプロットしたものになります。これの結果から、非常に解析値と計測値が一致しているのがお分かりいただけるかと思います。

なお、当社の管理基準でございます、中央のグラフの点線で描かれた線図、±50ppmの 範囲というところは、実効増倍率に換算をいたしますと、約0.0035という値になります。

同様の図について、117ページ目、118ページ目にも、同様の例を掲載してございます。 また、119ページ目を御覧いただきたいと思います。 この表は、高浜3号機、第21サイクルに装荷されていた全157体の燃料について、サイクル初期とサイクル末期の燃焼度を記載したものになります。御覧のとおり、サイクル初期の燃焼度の最も小さいものが新燃料の0GWd/t、サイクル末期の燃焼度で最も大きいものが約47GWd/tとなってございまして、このことからも、PHOENIX-Pが種々の燃焼度の燃料の核種組成を精度よく評価できるということが、116ページ~118ページにございます、運転期間を通じて臨界ボロン濃度が良好な一致を示すことという事実と合わせて、核種組成を精度よく評価できているということがお分かりいただけるかと考えてございます。

条件に関する説明は以上でございます。

引き続き、資料1-2を御確認いただきたいと思います。

前回、2020年12月15日の審査会合でお示しした解析条件表から、流量条件を変更したことに伴い、基本ケース及び不確かさを考慮した条件を変更しております。

我々としましては、これらの基本ケース及び感度解析ケースでの解析を実施いたしまして、実効増倍率が判定基準を下回ることでもって、54条2項への適合性をお示しできると考えてございます。

なお、54条2項への適合性確認とは別に、表右端の大規模損壊ケースについても解析で お示ししたいと考えてございますが、本表に記載の条件で当たり計算を実施したところ、 この大規模損壊ケースであっても、実効増倍率は純水冠水で最大値を取るというところを 確認してございますので、参考でお伝えをさせていただきたいと思います。

私からの説明は以上でございます。御清聴ありがとうございました。

- ○山中委員 それでは、質疑に移ります。質問、コメントございますか。
- ○関調査官 規制庁の関です。

今日、この場で議論をさせていただきたいことですけれども、まず資料1-2のこの条件 一覧表からいきますと、まず、流量の設定でございます。ここの部分につきましては、前回の審査会合の後、手順の確認が主と考えておりますので、事実確認としてヒアリングの中でやってきておりましたけれども、そのヒアリングをした中においても、なお不明な点が残っていますので、細かい点ではありますが、今日、確認をさせていただきたいと考えています。最低限の考え方について今日確認をして、あと事実確認をすれば、デジタル値が決まるというところまで共通理解になるかどうかという点を中心に、まず1点は確認をさせていただきたいと思います。

それから、2点目は、最後に説明のありました大規模損壊のこのケースの評価の仕方、

方法と手順との関係について。

それから、三つ目は、この表から出ていきます以外の話としまして、先ほど追加の説明 がありましたけれども、コードに関する話。

その3点について、今日は話をさせていただきたいと考えています。順次、担当のほうから質問をさせていただきます。

- ○山中委員 質問、コメントをお願いします。
- ○竹田上席審査官 規制庁の竹田です。

まず、資料1-1の1ページ目なんですが、左下の図にSFP注水設備の構成というのがありまして、この構成図の一番右上に、2次系注水タンクから2次系純水ポンプを経て脱気塔、あと脱気水ポンプを経てSFPに行くラインが見えるかと思います。具体的には、2ページ目のところに、②-2という2次系純水タンク(2次系純水ポンプ)(脱気塔を経由し、脱気水ポンプを使用)という形で40m³/h、さっき関西電力の新村さんから話があった系統なんですけども、まず確認なんですが、この脱気水ポンプによるSFPの注入というものは、これ、SA手順ではないと理解しているんですが、これはどういうときに使われるラインでしょうか。

○関西電力(新村) 関西電力の新村でございます。

脱気水ポンプを用いた手順の詳細につきましては、資料1-3の16ページ目を御確認いただきたいと思います。脱気水ポンプを用いた手順につきましては、今ほどおっしゃっていただきましたように、事故時として明確に定めたものではございませんで、通常操作のものとして考慮をしてございます。一応、脱気水ポンプを用いた場合としましては、2次系純水タンクを水源として、2次系純水ポンプを用いながらSFピットへ注水するということで、流量が大きくなる側でございますので、これら通常操作につきましても、今回の未臨界性評価で考慮しようと考えたものでございます。

○竹田上席審査官 規制庁の竹田です。

理解しました。

先ほどの資料1-3の15ページのところ、見られていると思いますが、そこのところに注水の具体的手順を図8と書いてあって、流量計を用いた手順を実施すると記載しています。流量計で測れる最大流量は、17ページのところに40m³/hというふうに記載されていて、最大流量で流量を見込むということになっていますが、この流量に関して、流量制御が40m³/hできるのか、及び流量計の精度0.5%と書いてありますけども、それとの関係に関

して、含めて40m³/hでいいという理由を説明してください。

○関西電力(新村) 関西電力の新村でございます。

まず、今回、この流量計につきましては、レンジとしては0~40m³/hということで、これ以下に、実際の手順を踏まえれば、この範囲の中で流量調整がなされるといったものでございます。とはいっても、どのような流量として、目安として制限されるかというところまでは記載をしてございませんので、設備仕様から来る最大限を考慮しようとしたものでございます。そのときに、誤差としましては0.5%でございますけども、こちらにつきましては、より大きな流量が流れても、指示スパンが40m³/hであるということで、基本ケース条件としては、その値を設定したというものでございます。

以上です。

○竹田上席審査官 規制庁の竹田です。

理解しました。ということは、本来、手順書であれば、40m³/h以下で、流量計を見て制御するということで考えているということで理解しました。

なので、これに関して、手順の種類も含めて、SA手順とか、通常運転操作とか、そうい うことも含めて資料に記載してください。

○関西電力(新村) 関西電力の新村でございます。

了解いたしました。手順の記載事項と整合を図るといった形で、これら手順以外のもの につきましても、示させていただきたいと思います。

以上です。

○竹田上席審査官 規制庁の竹田です。

では、次に行きたいと思います。資料1-3の31ページを見ていただきたいんですが、燃料取替用水ポンプの不確かさを考慮したとき、系統圧損が小さくなるということで、第21図のように、不確かさを考慮した2台同時起動の場合、52m³/hの手順において、通常使うラインではなく、実際には、これ、バイパスするようなラインを使っていると。バイパスラインに関して、現状、重大事故等における対応手順にこれは記載していないと思うんですが、これに関して、新たに手順として手順書に記載するのかどうかを説明してください。○関西電力(新村) 関西電力の新村でございます。

今おっしゃっていただいたとおり、実際の手順書、具体的な手順の中には、このような ラインナップをするというところは読み取められません。今回、不確かさを考慮したケースとしては、より流量が上がる系統構成がなされる可能性まで見た流量を設定する考えの 下、設定したものでございまして、ここの系統を考慮してしまいますと、ポンプ保護の観点から、ちょっと流量が出過ぎるというような状態になります。なので、実際の手順として、このラインを通水するというところを設けようとは、今、現状考えてはございません。以上です。

○竹田上席審査官 規制庁の竹田です。

とするならば、これに関して、もう少し手順との関係性を含めて流量の検討をお願いします。

○山形対策監 すみません、規制庁の山形ですけど、今、ちょっと何か議論が変になっていて、もしポンプ2台使うとちょっと壊れるかもしれないとなれば、逆に言うと、手順上は2台使っちゃいけません、事故対処しているときに、流量を増やそうと思ってこちら側を流したら、流量が出過ぎて、もしかしたら壊れるかもしれないケースであれば、逆に言うと、手順的には、そのラインは使っちゃいけませんよということが書いていなくてはいけなくて、こんな不確かさの考慮をする必要はないと。手順上、禁止してね。と言うべきなんじゃないですかね。変に、いつも言っているんですけど、審査のときに、何かすごく極端な、現実的にやらないようなことを仮定して評価してしまうと、あと5年、10年たってから、これを見た人が、ああ、こういうポンプの使い方もあるのかと、変に誤解をしてから、これを見た人が、ああ、こういうポンプの使い方もあるのかと、変に誤解をしてから、これを見た人が、ああ、こういうポンプの使い方もあるのかと、変に誤解をしてから、これを見た人が、ああ、こういうポンプ、もしかすると、カレンプナるかもしれないところは現実的に現実的にと何度もお伝えしているところなんですけど、今回の件で言えば、本当、2台同時起動すると、ポンプ、もしかするとトリップするかもしれないというのであれば、手順で、そういう2台同時起動というのは禁止していただいて、ここは現実的な評価をしていただいたほうがいいと思います。

○関西電力(新村) 関西電力の新村でございます。

まずですけども、ポンプが2台回ったからといって、壊れるというところを申し上げたのではなくて、現状、事故時の手順につきましても、この32ページ目の第21図、少し別の系統を青色で線を塗ってしまってございますけども、実際には、この青色ではなく、この途中にあるオリフィスを通水するような一直線のラインにて注水するというような実際の手順になってございます。オリフィスを通水するというのは、たとえ1台のポンプの起動であっても、系統の圧損を考慮しますと、流量が多く流れてしまうという可能性があるということで、このオリフィスを通水するというような手順を記載をしてございます。そちらにつきましては、現実的な状態ということで、基本ケースで考慮してございます。一方

で、不確かさとしては、オリフィスを跨いでしまうというところまでを、より厳しい流量 を設定するとしたもので、考慮したものでございます。

一方で、手順の中身を実直にやるという、SAとすれば、それは前提なのかなとは考えてございますけども、その前提が守られるというところであれば、オリフィスを通水するというラインしか形成はなされませんので、そちら、不確かさを考慮した場合におきましても、その手順を踏まえて設定するといったことであれば、ポンプ2台におきましても、そちらのラインで流量を求めてまいりたいと考えてございます。

〇山形対策監 規制庁、山形ですけど、まずSAのところは、ちゃんと手順どおりにやると どうなりますか。有効性評価も全てそうやっていますけど、こういう手順でやりますとい うのを見て、その手順でやると、有効性評価して、評価値を満たしますか、満たさないで すかとやるわけですね。そのパラメータにそれぞれ不確かさがあるとか、物理的ないろい ろな不確かさがあるとか、その操作が遅れたらどうなるんだという不確かさは見ますけど、 手順に無いことをやるという不確かさは見たりはしませんので、そこはよくよく注意をさ れたほうがいいと思います。

自主としても、別に手順は変えているわけではないわけですよね。大体、ほかの有効性評価のところでも、最悪にも備えた手順というのをメインに審査、評価をして、自主で整備されている手順があるんだったら、それは点線で記入してくださいというふうにしていますけれども、ここのバイパスラインを使うというのは、自主の手順にも書いていないものなんですか。それとも、一応自主として手順を用意しているので、使う用意がありますというものなのか、いやいや、全く書いていないものなのかなんですけどね。

### ○関西電力(福原) 関西電力の福原です。

今回、我々、御説明さし上げたかったのは、まず、基本ケースと不確かさケースという ふうに分けております。best estimateプラスuncertaintyという考え方の下に、まず基本ケースというのを置きにいっています。基本ケースというのは、手順どおり、ノーマルケース、設備仕様を踏まえて、現実的に、まずこうだろうというところを置きにいっています。その一方で、不確かさケースというところにつきましては、やや手順外のことも、流量をかさ上げする方向で少し考えているところがありまして、今、御指摘いただいたこのバイパスラインが、手順はあるのかという御質問に対しては、実態としては、そういったところを使うという手順はございません。しかし、プールの未臨界性を確保するという重要性から、万が一にも、物理的には配管がそこにありますので、水が流れてしまうことも

あるのかもしれないというところを不確かさと捉えて、ポンプの台数であったりとか、より圧損が少ない系統に水が流れるということも、不確かさとして見ておいたほうがいいんじゃないかというのが、我々の今回の説明のスタンスでございます。

○山形対策監 規制庁、山形ですけど、多分、そこは十分注意してやっていただかないといけないと思っていて、じゃあ、関西電力さんは、手順に無いことまで含めて有効性評価をやるんですというと、もう、正直言って、むちゃくちゃになって、むちゃくちゃになるというと変な表現ですけれども、何か、全体の枠組みをどう考えられているんですかというような気がしていて、どっちみち評価値を満たすから、こんなものでいいんですというのだったら、そう言っていただいたらいいと思いますし、手順にも無いけど、配管があったら、そっちに通るルートを考えるという、そういう考え方を取られるのであれば、今までの評価も全部やり直さないといけないような気がするんですけど、これはどちらのスタンスなんですか。配管があるところであれば、誤って弁が開いてしまって流れてしまうというスタンスを取られるのか、それとも、こんなものはこれぐらいの流量を出したって平気なので、こういうことまで考慮しているんですということなのか、どちらですか。そこをはっきりしておかないと、全てやり直しになってしまうので。

○関西電力(福原) 関西電力の福原です。

今回、未臨界性ということで、少し水を多めに入れるほうがいいんじゃないかというふうに考えて御説明させていただきましたけども、やはりSA有効性評価の考え方との整合性を優先させたいと思いますので、あくまで水の入るルートであったりという部分は、やはり手順内のもので想定を置くというところに変更させていただきたいと思います。

○山形対策監 規制庁、山形です。

これはスタンスの問題なので、どちらかはっきりして、考え方を示していただければ、それで結構です。

- ○山中委員 そのほかいかがですか。
- ○関西電力(决得) 関西電力の决得でございます。

今、山形さんの御指摘のとおり、有効性と整合性を取った形で見直していきたいと思うんですけど、以前の会合の中で、手順に書いてあるから、それでいいとはせずに、流量をできるだけ多く取れるような評価、例えば大容量ポンプを2台共入れるとかといった議論もありまして、そちらのほうが、より保守的な評価であろうという御指摘を踏まえて、今回のような、ちょっと手順に無いようなやつを入れたんですけど、今の御指摘の再確認で

すけども、我々の持っている考え方、手順に基づいたやり方を基本ケースとして、振った値というのは、その流量計の誤差であるとか、そういったところを見ていくといった方向性の整理をさせていただきたいと考えております。それについて少し違和感等ありましたら、この場で少しコメントをいただければと思います。よろしくお願いします。

○山形対策監 規制庁の山形ですけど、すみません、過去の審査会合で、ちょっとこちら のほうから不適切な指導があったのかもしれませんけど、そこはお詫び申し上げます。

いや、ここはちょっとうちのほうも徹底させたいんですけれども、手順にも無いことを 想定させるということをすると、それは放水砲を1台、2台、3台、大飯から持ってきて、 もっと入れろということになるんですよね。だから、基本的には手順どおりにやって、物 理的なところの不確かさがあるというのは、それは不確かさはありますし、風が、ちょっ と風向きが変わるとか、無風の場合はどうなんだという、そういう不確かさは確かにある と思うんですけど、手順に無いこと、また、この放水砲2台であれば、手順で2台使うのを 禁止するという手順にして、それを手順で禁止されているのにその手順を使うということ までは考える必要はないと思いますので、そこのところはちょっと、こちらも、そちらの 考え方も、そういう認識でいいと思うんですけど、よろしいですか。

ですから、有効性の審査も全部そうですけど、手順はどうするんですか、その手順が若 干遅れる、若干早まる、それは見ます。不確かさとして今までも見ています。また、物理 パラメータが、いろんな誤差があったり、不確かさがあったりということで、その不確か さも見ていますけど、禁止されている手順をしてしまうような不確かさは見ていませんの で、そこのところは、よくよく注意していただければと思います。よろしいでしょうか。 〇関西電力(決得) 関西電力の決得でございます。

御趣旨、理解いたしました。そのような内容で、少しこの今までの考え方をもう一度整理し直して、1-2の考え方、先ほどの考え方に基づいたやつに値を見直したいと思います。ありがとうございました。

### ○関調査官 規制庁の関です。

ちょっと大規模損壊のところまで話が行ってしまったところもあるんですけれども、今まで議論していた中で、放水砲の打ち方をどうするのかという議論については、現状の関西電力の手順では、2台打つことを禁止しているわけではないというのが、多分、現状の手順だと思います。禁止は多分していないんだと思います。その中でいろいろ話があって、前回までの議論が来ているのかなと思っています。なので、最終的には、関西電力が手順

として何を決めるのかというのが、やはり一番重要なところになりますので、そこのところは、今までの議論を踏まえて考えて、決めてもらいたいと考えています。

私からは以上です。

- ○関西電力(福原) 関西電力の福原です。了解いたしました。
- ○山中委員 そのほかいかがですか。
- ○竹田上席審査官 規制庁の竹田です。

流量条件に関して、手順を含めて、今後、具体的な流量に関しては確認していきたいと 考えています。

以上です。

- ○山中委員 そのほかいかがでしょうか。
- ○三好上席審査官 規制庁の三好です。

臨界の関係について、幾つか御質問をさせていただきます。

まず、コメントも含めてですけども、一つは、今日、いわゆる今回FPを幾つか含んだ臨界設計をするということで、それの妥当性を検討する上では、臨界実験として、こういったものを使っているものを選定して確認する必要があるということで、結果を出していただいております。ここで、この結果については、特に一つの評価としては、この幾つかの実験で計算した実効増倍率は、FPを含まない実験と比べて特に違った傾向を示すとか、そういったことは見られなかったと。そこは確認できたんだと思います。ただ、この先ほど説明がありました基本ケースに対して、計算の方法だとか、モデルだとか、そういったもので不確実さを積み上げて、それで最終的に判定値と比べるという手順があるわけですけども、この臨界実験データと計算値との比較という意味でも、もう少し、今後細かく見ていきたいというふうに思っています。

一つの観点としては、例えば資料1-3の109ページにちょっとありますけども、ここでは 選定している核種について一種の感度解析をやられているということで、そこにあるよう な核種については、感度がある程度あったと。ほかについては見られなかったと。それは こういう結果だったと思うんですけども、こういう実験を評価するときに、必要な核種を 含んでいるというのは重要な要素なわけですけども、その核種がどのぐらい実験の中で反 応度を持っているかといったようなことを見ていく必要もあるわけですね。つまり、こう いう組成に対してのベンチマーク実験をやるときは、ある程度、反応度的な有意な結果、 ドミナントな効果を持っているということが前提になっていますので、全然効かないようなものが入っているというような場合には、あまり実験データとしての有用性は少ないと。そういう判断をすることになりますので、具体的には、各実験についてのそういう観点からの確認も、基本ケースの計算と併せて検討させていただきたいと思います。それが一つ。これはコメントです。

もう1点は、資料1-1のほうですけども、これの22ページ、ここに核定数計算コードと核 定数ライブラリの設定ということで、今回、いわゆるウラン、あるいは核分裂生成物の吸 収効果を期待するということで、それについて、臨界計算をするときの入力データであり ます各核種の原子個数密度、これがどのぐらいのばらつきを持つのかということで、表1 が示されているんだと思います。ここでは、一つは、計算コードはモンテカルロに統一さ れて、核データのほうとして3種類。幾つか、今回、そちらの関電が使ったライブラリを 基準として、ほかのライブラリを使うと、どのぐらい変わるのかという、そういう評価が されているわけです。こういう場合には、当然、ライブラリの影響は出ますし、連続モン テカルロ法になりますと、そのばらつきは昨今小さくなっておりますけども、いわゆる計 算コードとライブラリ、計算コードといっても、ここは燃焼計算のところを見ているわけ ですから、関西電力が使っているPHOENIX-Pというものと、ほかの燃焼計算システムとで はどうかということになるわけですが、ここの評価というのは、ウラン、プル等について は、割とライブラリ間の差が小さくて、FPについては、少しそれよりも大きい違いが出て きて、10%程度変わるというような結果になっておるわけですけども、これは、こういう 臨界計算の場合は、燃焼計算と臨界計算の二本立てでやりますので、ここについての評価 は非常に重要だというふうに考えております。ただ、ここの評価というのは、使われてい る、ある程度実績のあるコードだとは思いますけれども、いわゆる計算コードの比較、相 対的な比較で、実際、そんなに今使っているコードが特異なことにはなっていないという、 そういう情報を与えるんですけども、やはりこういう部分については、できるだけいわゆ る実測に近いものとか、あるいは理論的な検討でも結構なんですけども、もう少し、コー ドの比較ということだけではなくて、そういった点を少し検討していただいて、この最終 的な臨界計算コードのσに当たるものはどのぐらいになるのかという評価が必要だという ふうに考えています。

具体的に言いますと、こういう原子個数密度についての実験値ということになると、実験データの質もあるんですけども、いわゆるPIE (Post Irradiation Examination) とい

うような実験データもあるわけですね。実際、電力会社の集合体について、幾つか燃焼させた後の集合体の燃料ピンを、組成を分析して、それを計算コードのVerificationに使うという、そういうことも国際的にもやられているわけですので、そういうところによる評価というのも、先ほどの基本ケースをした上で、今後、その不確実さを検討する上で、一つの要素になりますので、そこを今後考えていただきたいというふうに思います。

私のほうからは以上です。

○関西電力(福原) 関西電力の福原です。

後段のほう、2点目のほうでおっしゃられたことに対してなんですけども、今回、我々が考慮しているFP、アクチノイドなどの核種の一個一個について、もう少し精度みたいなものを検証すべきではないかと。PIEなどを活用してという御趣旨だったかと思います。今回、我々が使っていますPHOENIX-Pによる燃焼計算の結果というのが、先ほど本編の説明の中でも用いましたけども、資料1-3の115ページから、実際の炉物理試験等との比較、よく一致していると。臨界ボロン濃度にせよ、ほかの制御棒価値であったり、よく合っているというところで、我々、お示ししております。これが毎サイクル、この精度で一致しているということは、要は一個一個の核種が、ほかならぬ正しく取り扱えているからこそ、毎サイクル、これだけマクロで全体の炉心設計値がよく合うんだというふうに我々考えておりますので、今おっしゃられたような、一個一個の核種について、更に掘り下げた精度の確認というのは、そこまで必要ないのではないかというのが私どもの考え方でございます。

更に申し添えますと、PIEの結果も、やはり相当大きな誤差を含んだ測定結果にもなるのかなというふうに思っていますので、そちらを用いて、精度誤差というものを論ずることのほうが、むしろ誤差が大きくなってしまうのではないかということも危惧しております。

私のほうからは以上です。

○三好上席審査官 規制庁の三好です。

今日は、これ以上、この部分について各論的に議論をするつもりはないので、今後、基本ケースをやっていくに当たって、それと並行して、全体の誤差についての評価をしていく予定だということだけで、報告させていただけたということです。具体的な検証についての臨界ボロン濃度、今日出していただきましたけど、この辺についての解釈もいろいろありますので、それは今後、ヒアリング等を含めて確認したいというふうに思います。

○関西電力(新村) 関西電力の新村でございます。

一応、この燃焼計算コードの誤差がどの程度実効増倍率に影響するのかというところの 検討につきましては、今後、お示しというか、検討をさせていただくということで了解を いたしました。

先ほどの1点目のところについて、少し確認をさせていただきたいんですけども、こちらは、SCALEが今回考慮する、我々が考慮しようとしているFPをしっかり取り扱えるのかというところで、ベンチマークをしてございますけども、一方で、核種一つ一つを見たときに、実効増倍率が2σ以上といいますか、より顕著に出ているものもあれば、このモンテカルロの統計誤差に埋もれるような結果となっている核種があります。そちらについては、そのようなモンテカルロの誤差に埋もれる核種が果たしてベンチマークできているのかというところの、まず御指摘かと受け取ったのですが、その理解でよろしかったでしょうか。

○三好上席審査官 規制庁の三好です。

そう理解していただいて結構です。今回、ベンチマークというか、これまで、そういった新たなFPを含んだものを採用するということであれば、それについての実験的な側面での検証が必要だということで、今回、こういう結果が出てきたと。それについての評価は、基本ケースについての計算と合わせて確認をさせていただくことがあるという、そういうふうに理解していただければ結構だと思います。

○関西電力(福原) 関西電力の福原です。

また、そうしましたら、事実確認の場で御議論させていただければと思います。ありが とうございました。

- ○山中委員 そのほかいかがですか。
- ○関調査官 規制庁の関です。

一応、ちょっと、今日、議論を踏まえた認識の確認をさせていただきたいんですけれども、まず、54条2項のほうのケースの流量の決め方、これについては、基本的にはSA手順にのっとった考え方で、今までの評価してきた体系の中で整理をしていくという受け止めでいます。したがって、それに従って事実確認をさせていただいて、具体的な数値が幾つなのかというところは、事実確認をさせていただきたいというふうに考えています。

それから、大規模損壊のところについても、私たちの基本的な考え方は、手順に沿って いるということは、これは共通でございます。ただ、今まで放水砲に関する議論について は、もともとは、今までの手順だと、まず禁止されていないというところが前提にあって、 そこの中でどうするべきかというのを議論してきたというふうに、私としては認識をして いるところです。今、現状からいくと、やはり解析の評価に載っていることと、最後、手 順がどういうことで決まるのかというところが、まだはっきりしていないので、そこのと ころを関西電力として、しっかり大規模損壊の手順についてこうやるんだというところを 示していただいた上で、評価条件を決めるということが、最後、示していただきたいとい うふうに考えています。

それから、解析コードのところについては、示し方とアプローチ、いろいろあると思いますけれども、ちょっと今日、説明いただいた資料については、ちょっと今後、まだ私たち議論し切れていないところもありますので、今後、事実確認の整理をした上で、必要な議論をさせていただければというふうに考えています。

大きく言うと、こういう認識でございますが、関西電力の認識と合っているかどうか確認させてください。

○関西電力(福原) 関西電力の福原です。

御説明ありがとうございました。私どもの認識も、そのとおりで結構でございます。合っております。

○山中委員 あと、そのほか何かございますか。よろしいですか。何か、そのほか確認しておきたいこと、ございますか。よろしいですかね。

事業者のほうと規制庁のほう、今日、一応認識は合ったということで、よろしいですかね。今後の進め方、両者、方針としては一致しているということで、まずは事実確認を追記していただいて、審査会合に臨んでいただくということで、よろしくお願いします。よろしいでしょうか。

それでは、以上で議題を終了いたします。

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、4月20日(火曜日)プラント関係、非公開の会合を 予定しております。

第966回審査会合を閉会します。