

伊方発電所の安全対策等に関する四国電力（株）との勉強会（第15回）

議事概要

はじめに四国電力から、資料「伊方発電所の安全対策」（以下「資料①」という）、資料「伊方発電所全台停止に伴う影響と再稼働の必要性について」（以下「資料②」という）に基づき説明。その後、質疑応答。※Q：高知県、高知市 A：四国電力

<岩手・宮城内陸地震で観測された4022ガルについて>

Q：岩手・宮城内陸地震では4022ガルという大きい地震が観測されているが、伊方発電所の基準地震動650ガルと比べてかなり大きい理由を分かりやすく説明をお願いしたい。

A：4022ガルが観測された地点では、地震計が小屋の中に設置されていた。小屋の下の地盤が非常に軟らかい地盤であり、地震の際に小屋が少し浮き上がり、それがもとに戻った際に4022ガルという値を観測したとの調査結果がある。表層地盤が非常に軟らかく、その上に頑丈ではない小屋が建っていたという状況だと理解している。

4022ガルが観測された地域の地盤は地震波（S波）の速度が0.5km/秒となっているが、一方、伊方では2.6km/秒となっており、S波が伝わる速度が速いほど地盤が硬い。

他の地域で観測されたガル数を直接的に比較するのは技術的に妥当とは言えない。

<施設・構造物の耐震性評価>

Q：新しい基準地震動に対する耐震性の評価はいつごろ終わるのか。

A：現在、設定した全11種類の基準地震動に対して評価を行っているところである。

設置変更許可申請に対する審査書案が国（原子力規制委員会）で出されたところだが、耐震性の評価（工事計画認可評価）はこれからになる。

650ガルをはじめ11種類の基準地震動で安全上重要な施設をすべて評価するので、数ヶ月はかかると思っている。

Q：（資料①P12）の見方について。570ガルの地震を施設に与えると、原子炉格納容器の最上部あたりでは5700ガルの力を受けるということでよいか。

A：そのとおり。下の方では570ガルだが、上にいくと（原子炉格納容器では）約10倍になるというイメージで構わない。

Q：では、570ガルで設計するというのは、原子炉格納容器の最上部では5700ガルの加速度に耐えられるように設計するということか。

A：概ねそういう理解で構わない。

Q：配管の接合部の強度確認を行う際には部位ごとに細かくガル数を変えて設計を行うのか。

A：一般的な設備であれば、同一の床面（フロア）に設置しているので、基本的にはその床面の値を使って設計する。配管は床面（フロア）をまたぐ場合があるので、基本的にはフロア毎の値を使用する。

<地震動の評価>

Q：中央構造線 480km が一度に動いた際の評価について、断層を 80km 以下に区分して計算し、合算しているとの説明だが、区分せず 480km を一度に評価できないのか。

A：用いる評価式の適用条件に従い断層長さを 80km 以下に区分して地震規模を求めているが、全体としてみれば 480km が一度に動いたという評価になっている。

Q：480km を一度に評価する式はないのか。

A：いろいろな評価式があるが、ここでは用いる評価式の適用条件に従い、断層の長さを 80km 以下に区分して地震規模を求めており、国が採用している手法でもある。

地震動の評価はそれ（応答スペクトル手法）だけではなく、断層モデルを用いた詳細な評価も実施しており、両方の手法を併用し、適切な基準地震動を設定している。

Q：動的な地震力と静的な地震力はどのように違うのか。

A：静的な地震力というのは、建築基準法に基づいたもの。一般の建屋などを設計する際には建築基準法に基づいているが、約 0.2G（G＝重力加速度（980 ガル））、ガル数で言うと約 200 ガルが基準となる。地域により基準が異なり、関東や東北など大きな地震がよく起こる地域は 200 ガルを基準としている。四国は地震が少なく、あまり大きな地震もないということで、0.8 倍した約 160 ガルを基準としている。岩盤に直接建物が乗っている場合にはさらに 0.8 倍している。こういった地震動に建物の部材が耐えられるかどうかを考えて設計している。

一方、動的な地震力というのは、原子力発電所の耐震設計においては基準地震動であり、伊方発電所に特有の地震動を設定し、それに建物等が耐えられるように設計を行う。

原子力発電所の場合、静的な地震力と動的な地震力の両方を併用している。

Q：地震動は加速度で表されており、まずは力を考慮しているということだと思うが、結果として発生する速度や変位に対しても評価しているのか。

A：加速度で話をする場合が多いが、それは、力は質量に加速度を掛けたものであるからということ。力に対してその部材の断面力が耐えられるかどうかを評価するのが基本。

一方、変位などについても考慮しており、例えば、制御棒の挿入性では、大きな地震があった際に制御棒は細長いので左右に揺れるが、最大の変位でも制御棒が挿入されるかという評価を行っている。

それぞれの設備の機能に配慮して耐震評価をしている。

<配管等の破損>

Q：（資料①P 5）配管の破損等により一次冷却水が漏れると水を補充するとの説明があったが、水が漏れ続け補充を続けると、格納容器に水が溜まるのではないか。

A：水が漏れ続けて補給が続くと漏れた水は格納容器の下部に溜まるが、溜まった水はポンプでもう一度原子炉へ送り込む再循環で冷却を続ける。

この既設のポンプ類は電源が必要なので、電源がない場合には使用できない。その際には外部からポンプ車で水を送り込む。ポンプ車の水源は非常用炉心冷却装置とは別のタンクであり、水が足りなくなれば最終的には海水を使用する。

Q：(伊方3号機の)蒸気発生器がすべて(3台)壊れてしまった場合、冷却に支障はないのか。

A：蒸気発生器からの除熱ができない場合には、余熱除去系統で原子炉の除熱を行う。電源がない場合にはポンプ車で注水する。

<活断層>

Q：伊方3号機の直下に活断層がないことはいつどうやって確認したのか。

A：建設時の試掘坑での目視、音波探査やボーリング調査により確認している。

<原子炉出力の調整>

Q：制御棒の挿入などによって原子炉の自己制御性(資料①P4)が崩れることはないのか。

A：自己制御性とは、臨界状態の原子炉が、特に操作をしなくても出力を一定に保とうとする性質があるということ。

制御棒で原子炉の出力を上げたり下げたりするのは、自己制御性とは別の原子炉の運転操作の話である。

運転操作の一つは制御棒を用いる方法であり、原子炉に挿入することにより出力が下がる。もう一つはほう素濃度調整で、一次冷却水にはほう酸を溶かしており、ほう素が中性子を吸収する性質を利用して、ほう酸の濃度調整により核分裂をコントロールする。

通常、原子炉の運転中は制御棒を燃料棒からすべて引き抜いているので、出力の調整はほう酸濃度の調節で行う。濃いほう酸水を一次冷却水に入れることにより一次冷却水のほう素濃度が上がると、ほう素が中性子を多く吸収し、出力が下がる。

制御棒は、原子炉を急いで停止させる必要がある時や定期検査で原子炉を停止させる時に挿入する。

<長期間停電>

Q：南海トラフ巨大地震の津波などにより火力発電所が長期間使用できなくなってしまう場合など、外部電源喪失時にも原子炉を冷却し続けることが可能なのか。1週間分の非常用電源の燃料を用意しているとのことだが、それ以上の期間についてはどういう対応を行うのか。

A：地震などの事故時は基本的に外部電源には頼らなくてもいいように設計されている。

非常用電源の燃料を1週間分確保しているが、これは非常用ディーゼル発電機2台分であり、1台のみ使用すれば2週間もつ。さらに必要最小限の負荷に絞れば2週間以上電源を供給し冷却を継続することが可能。

また、燃料元売会社との契約に基づいて、災害時には優先的に燃料を購入できるようにしており、その間に陸路・空路・海路の使える経路で燃料を輸送する。燃料さえあれば長期間にわたって冷却を継続することが可能。

Q：大規模な災害となり元売会社からの輸送が厳しい場合には自衛隊等へ要請を行うのか。

A：まずは元売会社との契約などに基づき当社で対応するが、事業者だけで対応できない場合には、オフサイトセンターなどで、国・自治体、関係機関と対応を協議させていただくことになると思われる。

<消火活動>

Q：大規模な災害で道路が寸断するなど、公設消防が来られないような事態でも自力で十分な消火が可能なのか。

A：伊方発電所では訓練を受けた自衛消防隊員が平日はもちろん、夜間休日にも常駐しており、火災の際の消火活動にあたる。消火活動に用いる消防車は3台保有している。

大規模火災としては航空機が近隣に墜落した場合を想定しているが、その場合には消防車の5倍から10倍の放水量を持った大型ポンプ車2台と泡消火剤などで消火活動を行う。

消防車や大型ポンプ車の操法訓練も行っており、公設消防が来られない事態でも対応は可能と考えている。

<将来の電源構成>

Q：四国電力として将来の電源構成をどのように考えているのか。

A：伊方発電所が停止している状況では、将来の電源構成の見通しを立てることはできない。

一方で、火力発電所の老朽化が進む中で、火力電源のリプレースは計画的に進めている。(資料②P14)たとえば坂出發電所では、1号機はLNGコンバインドサイクルに、4号機は燃料をLNGに転換しており、2号機も来年8月の運転開始を目指してLNGコンバインドサイクルへのリプレースを進めている。経年49年の西条発電所1号機(石炭、15.6万kW)も、リプレース(石炭、50万kW)に向けて入札を進めている。

また、水力発電所についても、新規立地が考えられない中で増出力を図る取組を進めている。例えば、高知では分水第一発電所(いの町本川)を地下発電所にする工事を進めており、これに伴って増出力を図ることとしている。

このように、安定供給の確保と経済性、環境適合性を勘案しながら、既存電源の活用と新規投資を総合的に判断しているのが実情である。

<広域停電>

Q：発電所のトラブル等により電力需要が供給を上回ってしまった場合、どういうことが起こるのか。

A：事業者としては、そうした事態にならないよう最大限の努力をしている。

電力は需要と供給を一致させないといけないので、いずれかの電源が脱落した結果、周波数・電圧が許容範囲を超えると、他の電源も発電機の継続運転が困難となり系統から切り離され、最悪の場合、停電のリスクがないとは言えない。

Q：切り離されるということは、次々と停電するということか。

A：最悪の場合は、広域の停電になる可能性はある。

<老朽火力発電所>

Q：火力発電所の多くが稼働年数40年以上と老朽化が進んでいるが、何年まで使用が可能なのか。

A：一概に何年が経過すれば老朽化により稼働できなくなるというものではない。主要設備の更新状況やメンテナンスの状況による。事業者としては、こうした設備の経年化状況に加え、燃料

(石炭、石油、LNG)の経済性等も考慮したうえで、廃止やリプレースを判断することになる。

<原発の代替電源>

Q：老朽化した火力発電所は高効率の火力発電に替え、再生可能エネルギーを組み合わせることにより、原子力発電に替えることはできないのか。

A：LNGコンバインドサイクル等は確かに石炭火力と比べるとCO₂の排出量が少ないが、原子力と比べると桁違いに多い。もともと火力発電しかなかったのであれば、その一定割合を太陽光や風力に置き換えていくことでCO₂の削減につながるが、原子力をベース電源として活用していた時と比較すると、CO₂は大幅に増加する。

国の目標案である温室効果ガス排出量△26%は、従前、国内の原子力発電所が安定的に稼働していた時の水準よりもさらに削減が必要な水準であり、原子力抜きで達成することは現実的ではない。

また、火力は燃料費が高く、地政学的リスクもある。再生可能エネルギーはさらにコスト高である。このため、経済性からみても、火力と再エネの組み合わせだけで対応することは、現実的な選択肢とはいえない。

このように、電源構成を考える際には、3E（安定供給・経済性・環境）の観点がどうしても欠かせない。

Q：原発が稼働していた頃と比べて再生可能エネルギーが伸びている中で、高効率の火力との組み合わせをどうしていくつもりなのかを電源構成などで提示できないのか。

A：いかに高効率であっても、エネルギーセキュリティ、経済性、CO₂排出量の観点から、火力のみに頼ることはできない。まずはベースロード電源としての伊方発電所の再稼働を実現したうえで、現実的な電源構成を検討していくことになる。事業者としては、既存電源の特徴と、太陽光や風力といった再エネ等の特徴を踏まえながら、安定供給の確保を前提に、バランスに配慮しながら、その組み合わせを固めていくこととなる。

Q：経済性からの説明はもっともだが、これから新しく造る施設は40年スパンで使うこととなる。地球温暖化に対して諸外国からは日本に対して厳しい目が注がれており、電力自由化により競争もますます激化する。単にコスト面だけで語れる時代は長くは続かず、そういった中でできるだけCO₂を少なくするよう発電方法を変えていくという発想が必要ではないか。

A：CO₂削減という観点からは、やはり原子力と再生可能エネルギーが優れている。こうしたなか、再生可能エネルギーについては国のFIT（固定価格買取制度）政策もあり着実に拡大しており、当社としてもそれぞれの特性に合わせた活用を考えていく。

しかし、地域の皆さまの暮らしや経済・産業活動への影響を考えると安定供給を将来に亘って持続していくことが重要。たとえば太陽光発電は雨の日や夜間は発電できないので、原子力や石炭火力のようなベース電源を一定規模確保していないと安定供給は果たせない。

今回の国の電源構成を考える議論の中でも、ベースロード電源をどのくらいにするか、当面は6割程度確保するかといった議論がなされていたところ。我々電力会社としては、地域の皆さまの暮らしや産業活動への影響を考慮すると、電力が不足する事態は決して起こしてはならな

いと考えているので、それぞれの電源の特性を見ながら慎重に判断していかなければならない。

Q：伊方1号の40年超の延長申請についてはいつごろ判断するのか。

A：現段階では伊方発電所は全基活用を基本に考えている。

そうした中、1号機は平成29年9月に40年を迎え、その1年～1年3ヶ月の間に運転延長に向けた申請をしなければならないので、平成28年度の上期中には会社として判断しなければならない。その断面で、技術面、経済性、さらには対境面などを考慮しながら判断していきたいと考えている。