

## 設備健全性、耐震安全性に関する小委員会における 柏崎刈羽原子力発電所1号機に係る議論の状況について

平成22年5月7日  
設備健全性、耐震安全性に関する小委員会

1号機に関して、設備健全性、耐震安全性に関する小委員会では、7基のうち最も大きな揺れが観測され、かつ最も古いことを踏まえ、第11回から、これまで延べ18回に亘り、点検・解析の節目節目の段階で、東京電力から説明を受け、議論を行った。

また、東京電力の評価に対する国のクロスチェック結果及び見解について説明を受け、質疑を行った。

以下、これまでの審議状況を整理するに先立ち、中越沖地震を受けた1号機で確認された特徴的な事象を列記する。

### <1号機で確認された特徴的な事象について>

- ・ 中越沖地震で観測された原子炉建屋基礎版上における地震加速度（水平方向）は、全号機の中で最も大きい。
- ・ 共用設備の数が最も多く、中越沖地震に起因すると考えられる不適合発生数が多い。
- ・ 地震発生時は定期検査中で、原子炉圧力容器は解放されており、炉内構造物及び燃料が取り出された状況であった。また、配管を支持するスナッパが取り外されていた配管もあった。
- ・ 地震により機能に影響が生じたと判断された122機器のうち、86機器が屋外の消火水配管破損に伴う流入水による浸水が原因であった。

### 1 審議状況について（1号機関連）

1)	健全性評価（建物・構築物）について	第24, 25, 31, 36, 37回
2)	〃（機器単位）について	第11, 12, 14, 19, 26～36回
3)	耐震安全性評価（建物・構築物）について	第31, 32, 36, 37回
4)	〃（機器・配管系）について	第32～37回
5)	健全性評価（系統単位）について	第27, 30～33, 35, 36回
6)	プラント全体の機能試験計画について	第33, 36回

### 2 主な議論について

#### 1) 建物・構築物の健全性評価結果について

- 東京電力から、原子炉建屋等の安全上重要な建物・構築物の各部位で、点検により要求性能を損なう損傷は確認されず、地震応答解析で評価基準値を満足したことから、健全性は確保されていると評価した、との説明があった。

- 委員から、鉄筋コンクリート耐震壁のひび割れ発生を目安値や、原子炉建屋以外の評価に用いる入力地震動の妥当性について質問があり、東京電力から、ひび割れ発生を目安値の考え方、入力地震動の妥当性の根拠について回答があった。
- 国から、国の審議会の検討結果等も踏まえ、中越沖地震に対する、1号機の建物・構築物の健全性は確保されている、との説明があった。

ア 耐震壁のひび割れ発生を目安値について

- ・ 委員から、解析において、鉄筋コンクリート構造の耐震壁のせん断ひずみが、ひび割れ発生を目安値（評価基準値）を下回っているながら、実際にはひび割れが生じている場合もあることから、この関係について質問があった。
- ・ 東京電力から、評価基準値は、多数の実験結果に基づくひび割れ発生時の平均的な値であり、この値以下でもひび割れが発生する場合もあり、比較的大きなバラツキを有するものである、との回答があった。なお、健全性評価では「鉄筋のみで負担できるせん断応力」と発生応力との比較での評価も行っていることや、地震によって発生したことが否定できないひび割れは念のため補修を行う、との説明があった。

イ 耐震壁のひび割れについて

- ・ 委員から、5号機では貫通したひび割れが見つかったが、1号機には発生していないのか、全体的に調査する必要があるのではないかと、との質問があった。
- ・ 東京電力から、1号機については、最も貫通しているおそれのあるひび割れに対し、深さ測定を実施したところ、貫通していないことを確認した、また、樹脂注入等による補修結果から、貫通ひび割れはないものと考えている、との説明があった。
- ・ 委員から、補修を適切に行う観点から、貫通箇所の有無を把握する必要があるものの、ひび割れ幅は非常に小さく、大きな欠陥には至らない、また、今回の補修方法は適切なものとする、との意見があった。

ウ 原子炉建屋以外の評価に用いる入力地震動について

- ・ 委員から、海水機器建屋は1号機より2号機原子炉建屋に近いが、原子炉建屋基礎版上で得られた観測波形を入力地震動とすることの妥当性について、質問があった。
- ・ 東京電力から、設計時と同様の解析手法であり、十分に妥当なものであると考える、との回答があった。

## 2) 設備の健全性評価結果（機器単位）について

- 東京電力から、点検・解析を通じて、安全上重要な設備については、浸水や点検中の機器の転倒による損傷等はあったが、地震の影響と考えられる重大な異常は確認されなかった、との説明があった。
- 委員から、国のクロスチェック対象とする設備の選定方法や、設備が健全であり継続使用しても良いと判断する際の基本的な考え方について、質問があった。
- 国から、基本的には、東京電力の解析結果で、評価基準値との差が小さい設備を選定したが、安全上重要な設備は、その差にかかわらずクロスチェックを行った、との回答があった。

また、設備点検と地震応答解析を総合して健全性を判断しており、地震応答解析の結果だけで判断しているものではない、との回答があった。

ア 1号機の揺れと発生応力について

- ・ 委員から、1号機の地震動は大きかったものの、解析結果では、設備に発生したほとんどの応力が評価基準値以下に収まっていることの理由について、質問があった。
- ・ 東京電力から、1号機は設計時期が古いため、設計裕度が大きかったことも、理由の1つではないかと分析している、との回答があった。

#### イ 不適合事象について

- ・ 委員から、1号機で確認された不適合事象は、6, 7号機（以下「先行号機」という。）と比べどのように違ったのか、との質問があった。
- ・ 東京電力から、①1号機特有の消火用水による浸水事象や各号機の共用設備で確認された不適合等を除くと、号機毎の発生数に大きな差は見られず、②地震発生時の運転状態や点検作業の状態、機器構造の違いに起因する損傷状態の差が確認された、との回答があった。

#### ウ 解析条件（内圧の取扱い等）について

- ・ 委員から、発生応力と評価基準値との差が小さい設備は、仮に運転中で内圧が加わっていたら、発生応力が評価基準値を超える可能性があると思われるので、解析条件を詳しく説明して欲しい、との質問があった。
- ・ 東京電力から、①各階の床応答スペクトル等、設備の健全性評価に用いる入力値は、地震時の状態（原子炉圧力容器の蓋が取り外されていた等）を反映した地震応答解析モデルを使って算出し、②健全性評価では、一般的に厳しい評価となる運転状態を想定した設計時の条件を用いて応力等を算出した、③ただし、定期検査のためスナッチが外されていた配管など一部の設備については、実態を反映した条件を用いて評価した、との回答があった。なお、運転中を想定した評価としては、中越沖地震より大きな基準地震動 $S_s$ に対する耐震安全性評価を実施している、との説明があった。
- ・ 委員から、東京電力の健全性評価における内圧の取り扱いについての説明に対し、内圧がかかっていない状態の方が、局所的には厳しいところが在り得るのではないか、との質問があった。
- ・ 東京電力から、圧力バウンダリについては、一般的に内圧のかかった運転時の状態が厳しくなる、との回答があった。しかしながら、地震発生時は定期検査中で、原子炉ウェルには水が張られており、その分の荷重が内圧よりも厳しく作用することもあり得るが、これによって構造物に異常がないことは確認している、との説明があった。
- ・ 国から、JNESの解析においても、内圧の取扱いは基本的に東京電力と同じであるが、中性子モニタ案内管のみ、東京電力が運転中に生じる差圧を考慮していたのに対し、JNESでは実態に合わせて差圧を考慮しなかった、との回答があった。

#### エ 運転中に浸水が起こった場合の影響について

- ・ 委員から、仮に運転中に浸水が起こったとしても、異常は生じなかったと言えるのか、との質問があった。
- ・ 東京電力から、原子炉複合建屋で浸水があったものの、安全上重要な設備は、当該建屋の内側にある原子炉建屋に設置されており、原子炉建屋への浸水はなかったため、異常が起こったとは想定しにくい、との回答があった。

#### オ 評価手法について

- ・ 委員から、詳細評価を適用する基準と、その考え方について質問があった。
- ・ 東京電力から、設計に用いる方法を使った評価で評価基準値を満たさない場合に、評価基準値もしくは算出値をより精緻に見直し、実態に即して評価する、との回答があった。

#### カ 追加点検について

- ・ 委員から、東京電力が国のWGに報告した追加点検結果と、その基になった国のクロスチェックについて聞きたい、との要望があった。
- ・ 国から、JNESの算出値が、評価基準値に近い、もしくは超えた設備等について、健全性評価の基本方針に則り、東京電力に対し詳細検討（追加点検）を指示するとともに、異常ないことを、保安院自らが確認し、国の審議会の意見も踏まえ判断した、との回答があった。

### 3) 耐震安全性評価結果（建物・構築物）について

- 東京電力から、基準地震動 $S_s$ に対する建物・構築物の最大応答値は評価基準値を満足しており、耐震安全性が確保されていることを確認した、との説明があった。
- 委員から、原子炉建屋の評価におけるコンクリート物性値、補助壁の取り扱い、排気筒の評価における荷重条件等について、質問があった。
- 東京電力から、解析における補助壁の取り扱いや、排気筒の荷重条件とそうした条件を設定した理由について回答があった。
- 委員から、コンクリートのヤング係数について、東京電力以外の事業者が設計値を用いていることから、新潟県は、東京電力に対して設計値を用いた解析を行うよう要請すべきである、との意見があった。
- 国からは、解析に用いるコンクリート物性値に対する見解が示された。また、構造物に生じるせん断ひずみ等が評価基準値以内であることから、安全上重要な建物・構築物の耐震安全性は確保されると判断した、との説明があった。

#### ア 原子炉建屋に適用するコンクリート物性値について

- ・ 委員から、原子炉建屋の地震応答解析において、その解析モデルについて、施設の剛性として用いるコンクリート物性値（ヤング係数）に、東京電力は実強度を、他の事業者は設計基準強度を用いていることについて質問があり、国から、適用するコンクリート物性値については、国の審議会でも様々な意見があり、その議論を踏まえ、設計基準強度、現実の強度いずれを用いても構わないと判断した、との回答があった。
- ・ 東京電力からは、7号機において設計基準強度と実強度両方の評価を行った結果、大きな差はなかった、との回答が示された。
- ・ 委員から、鉄筋コンクリート強度のバラツキの影響は、実強度からヤング係数を求め、それから建物の全体的な応答を評価する過程で小さくなることから、今回の東京電力の解析方法は概ね妥当と考える、との意見があった他、1号機でも、設計基準強度による評価結果も示すべきである、との意見があった。

#### イ 原子炉建屋の補助壁の扱いについて

- ・ 委員から、先行号機においても、健全性評価では補助壁も考慮し、耐震安全性評価では耐震壁だけに絞って評価する、という方法で一貫されていたか、との質問があった。
- ・ 東京電力から、先行号機の耐震安全性評価では補助壁を含めていたが、1号機では保守性の観点（より厳しい条件での評価）から補助壁を抜いて評価した、との回答があった。

#### ウ 排気筒の荷重条件について

- ・ 委員から、地震荷重と風（台風等の強風）荷重が同時に作用することを考える必要はないのか、との質問があった。
- ・ 東京電力から、一般的な建物・構築物の設計では、地震や台風は稀に起こる現象とされており、両者が同時に起こる確率は非常に小さいとされている、との回答が

あった。

#### 4) 耐震安全性評価結果（機器・配管系）について

- 東京電力から、構造強度評価もしくは動的機能維持評価を実施したところ、いずれも評価基準値を満足した、との説明があった。
- 委員から、制御棒挿入性に関し、解析の各段階に不確定さが含まれ、また解析モデルの根拠となる実験結果にバラツキがあるので、正味の安全裕度はどの位含まれているかを、何らかの形で示せないか、との質問があり、東京電力は新たに実験を行う計画を立てることとなった。
- 国から、基準地震動 $S_s$ に対する制御棒挿入性や、安全上重要な機器・配管系の耐震安全性が確保されることは、JNESのクロスチェック等により確認した、との説明があった。

##### ア 制御棒挿入性評価について

- ・ 議論の状況については、「1号機の基準地震動 $S_s$ に対する制御棒挿入性について」を参照のこと。

##### イ 原子炉圧力容器ペDESTALの力学特性について

- ・ 委員から、ペDESTAL強度は、全く問題ないと判断するが、内部が見えない構造になっていることに十分留意して、内部を点検する技術を開発すべきである、との要望がなされた。
- ・ 東京電力から、1号機のペDESTALは比較的単純な円筒形の鋼板構造物であり、既往の技術指針の考え方で妥当な評価が行え、鋼板だけでも強度が確保できることを確認している、との回答があった。なお、長期的な課題になるかもしれないが、ペDESTALの鋼板で囲まれた見えない内部については、確認ができるような技術的検討は続ける、との回答があった。

#### 5) 設備の健全性評価結果（系統単位）について

- 東京電力から、系統機能試験において、幾つかの不適合はあったものの、地震による影響と考えられる異常は確認されず、系統機能は正常に発揮されることを確認した、との説明があった。
- 委員から、確認された不適合は、通常定期検査等においても発見されるものか、という質問があり、東京電力から、そのとおりであるとの回答があった。
- 国から、安全機能を担う系統について、技術基準への適合性が確認されたので、健全性は維持されていると評価した、との説明があった。

##### ア 不適合について

- ・ 委員から、今回確認された不適合は、今回の地震後の特別な検査を行ったから見つかったのか、通常検査でも発見されるものか、との質問があった。
- ・ 東京電力からは、いずれも、通常検査で発見できる、との回答があった。
- ・ 委員から、不適合の幾つかはクラッド（鋼材等から発生する鉄錆）が原因であると報告されているが、長期停止によりクラッドが堆積したことの影響なのか、それとも、通常運転中のプラントでも同様のことは発生しているのか、との質問があった。
- ・ 東京電力から、長期停止とクラッドによる不適合の相関関係は明確になっていないものの、直接的な因果関係はないと思われる、との回答があった。

## 6) プラント全体の機能試験計画について

- 東京電力から、先行号機と同様、地震を受けたことによるプラント全体の影響を確認するとともに、今後、継続的に運転が可能であるか確認し、評価するとの説明があった。
- 国から、プラント全体の評価を通じて安全確認を行い、確認結果については適宜公表していく、との説明があった。

- ・ 委員から特段の質問・意見はなかった。