

20安委決第25号
平成20年10月31日
原子力安全委員会決定

はじめに

経済産業省原子力安全・保安院（以下「保安院」という。）においては、新潟県中越沖地震により影響を受けた東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所について、設備の健全性評価が進められてきている。

当委員会は、これまでに、保安院より、「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所の設備の健全性の評価に係る基本的な方針」（以下「基本的な方針」という。）、「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所7号機の設備健全性評価に係る中間報告（以下「中間報告」という。）」について報告を受けており、これらに関し、今後の設備の健全性評価において留意すべき事項等に関する意見を取りまとめ、保安院に通知した¹。

今般、当委員会は、保安院より、「新潟県中越沖地震に対する東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所7号機の建物・構築物の健全性評価に係る報告書」及び「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所第7号機の設備健全性評価に係る報告（機器単位の設備健全性）」について報告を受けた。

これらの報告は、保安院が東京電力株式会社から提出を受けた「柏崎刈羽原子力発電所7号機 新潟県中越沖地震後の設備健全性に係る点検・評価報告書（建物・構築物編）（改訂1）」、「柏崎刈羽原子力発電所7号機 新潟県中越沖地震後の設備健全性に係る点検・評価に関する報告書（機器レベルの点検・評価報告）」について、保安院としての評価結果や今後の対応を取りまとめたものである。

当委員会としては、今般の保安院からの報告に関し耐震安全性評価特別委員会において、先に当委員会が保安院の中間報告に対して示した、耐震裕度、動的機器の健全性及び経年劣化事象の考慮等の意見への対応の確認を含めて調査審議を行い、本日、同特別委員会より報告を受け、審議の結果、これを了承した。以下のとおり、今般の保安院からの報告に関する当委員会の見解を示す。

なお、当委員会としては、東京電力株式会社、保安院による今後の設備の健全性評価の進捗よくに応じて、引き続き、適時に必要な調査審議を行っていくこととする。

1. 当委員会の視点

- (1) 新潟県中越沖地震の際には、東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所において設計用地震動を上回る地震動が観測されたが、原子炉の安全を守るための重要な機能は維持された。

保安院は、基本的な方針において、東京電力株式会社が実施する設備の健全性評

価に関し、安全上重要な設備²については、点検と解析を実施すること、その他の設備については適切な方法をもって点検を実施すること、点検結果及び解析結果を踏まえた設備への影響の評価については、技術基準適合性の観点から、その構造について全体的な変形を弾性域に抑えること及び各設備について技術基準上要求されている機能が維持されていることとして、安全上重要な設備の健全性評価を実施することを定めている。

当委員会は、この保安院の基本的な方針について、更に補強すべき視点として、耐震裕度について検討を求める等、保安院に対して意見を示してきたところである。

(2) 現在の発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（以下「新指針」という。）では、耐震設計の基本的な方針を、「耐震設計上の最上位クラスであるSクラスの各施設は基準地震動 S_s による地震力に対してその安全機能が保持できること。また、弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に耐えること。」と定めている。この規定は従前の発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（以下「旧指針」という。）が規定していた「耐震設計評価法の方針」に言う「Aクラスの各施設は、設計用最強地震による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に耐えること。さらに、 A_s クラスの各施設は、設計用限界地震による地震力に対しその安全機能が保持できること。」と連続性を持った考え方である。

(3) 原子力発電所の施設は、地震動の不確定性等に対処するために、設計上の種々の配慮により耐震裕度の確保がなされていることにより、設計用地震動を上回る地震動が各施設に作用しても直ちに許容範囲を大きく超えるような損傷には至らない。このような観点から、柏崎刈羽原子力発電所の施設への今回の地震の影響を把握するため、設計の主要因である地震応答解析結果に着目するのみならず、耐震裕度要因が損傷軽減に果たした役割を明確にすることによって、施設の健全性の客観的かつ総合的把握を行うことが重要である。すなわち、旧指針の下では、設計用最強地震（以下「 S_1 」という。）、設計用限界地震（以下「 S_2 」という。）の設計用地震動の策定と並行して、地震動の不確定性に対処する観点から、施設の耐震裕度の確保に注意が払われてきた。具体的には S_1 の下で施設の応答を弾性範囲に留めること、静的地震力の設定による施設の耐震強度の下限値の確保、設備・機器等の設計に使用する床応答スペクトルの拡幅等の配慮がなされてきた。また、施設の耐震裕度の実証的確認に関しても、多度津工学試験所の一連の振動台実験の成果に見られるような多くの研究が積み重ねられてきた。

(4) 新潟県中越沖地震により、結果として発電所設計時点における設計用地震動の策定が十分でなかったことが明らかとなったが、耐震裕度の確保のための配慮がなされていたことにより施設の健全性はおおむね確保されたと言える。したがって、新潟県中越沖地震による被災実態を明らかにすることは、耐震裕度確保の実態を明らかにすることと密接に関連している。

なお、この視点は、既設原子力施設の耐震安全性の評価（以下「バックチェック」

という。)結果の確認においても重要である。バックチェック結果の確認においては、保安院が示したバックチェックルール³に示された安全上重要な施設に対する動的な地震応答解析の結果に着目することに加えて、「新耐震指針に基づく既設原子力施設の耐震安全性の評価結果に対するワーキング・グループとしての検討のポイントについて」(平成20年9月5日耐震安全性評価特別委員会)に示したとおり、旧指針における設計用地震動による地震力及び静的地震力の下における応答レベルと新指針における基準地震動の下における応答レベルを比較し、その許容限界状態との対応関係を明らかにすることにより、既設原子力施設の耐震安全性の客観的把握を行うことが重要である。すなわち、新指針に示される設計用地震動 S_s に対する耐震性を確保するに当たって、旧指針下で示された耐震裕度確保に向けた配慮の効果を確保することにより、旧指針から新指針への考え方の連続性を明らかにすることができる。

旧指針の S_1 に代えて、新指針では S_s と連動させて S_d が導入されている。 S_d の S_s に対する比率の設定には任意性があり、この任意性が耐震裕度を確保する上で新たな自由度を与えることになる。かくして、耐震裕度に着目することは、地震動の不確定性に対処する上で不可欠であり、新指針の旧指針に対する連続性と発展性を確保する上で要となる。

(5) また、当委員会は、点検・評価に関し、東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所は、新潟県中越沖地震によって同発電所の設計用地震動を上回る地震動によって影響を受けたものであることを踏まえ、動的機器や電気・計装機器のうち、特に安全上重要なものについては、機器単位の機能確認のほか、システムを実際に作動させてシステムとしての健全性を確認することが重要であるとの観点から検討を進めてきたところである。さらに、長期間の運転を行っているプラントについては、配管減肉や応力腐食割れ、疲労の進展を適切に踏まえた点検・解析を考慮することが重要であるとの観点から、保安院に対して意見等を示してきたところである。

(6) こうしたことから、当委員会は、今般の保安院からの報告について、保安院による技術基準適合性の観点から、点検・評価が適切に行われていることに加え、耐震裕度と動的機器の健全性の確認、経年劣化の考慮の観点から、当委員会としての見解及び意見を取りまとめていくこととした。

2. 保安院が策定した基本的な方針による点検・評価結果に対する当委員会の見解等

保安院は、新潟県中越沖地震により影響を受けた東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所の設備の健全性評価に当たっては、あらかじめ、専門家の意見を踏まえつつ、基本方針を策定し、健全性評価の手順と技術基準適合性の観点からの評価の考え方を明らかにした上で、事業者による点検・評価の実施状況を保安検査、定期検査、立入検査により確認している。

こうした保安院の対応は、規制行政庁と事業者の責任分担の明確化の観点からは適切

なものとする。

当委員会は、保安院が柏崎刈羽原子力発電所7号機の機器の点検に対して行った立入検査のうち、原子炉補機冷却系熱交換器の漏えい確認、原子炉補機冷却水ポンプの性能確認、非常用ディーゼル発電機の空気だめの安全弁の漏えい確認に関し、現地調査⁴を行った。その結果、保安院において、東京電力株式会社が行う点検・評価に対し、機種毎の損傷形態を考慮した点検が行われていること、点検前の条件が適切に整っていることの確認に関し、緻密に対応が行われていること等を確認した。さらに、保安院の中間報告に示された東京電力株式会社への追加点検等及び先に当委員会が保安院に対して示し、その後、保安院より東京電力株式会社に指示された今後の設備の健全性評価において留意すべき事項等に関する同社の対応について、当委員会は現地調査⁵を行い、その状況の把握・確認を行った。

保安院は、東京電力株式会社による点検・評価に対して実施する今後の保安検査等において、引き続き、緻密に対応することが肝要である。

また、保安院は、地震応答解析に関しては、専門家の意見を踏まえつつ、解析対象の代表性、手法、パラメータ等の妥当性の確認を行うとともに、東京電力株式会社による評価結果を検証するためクロスチェックを行っている。なお、この機器・配管に係るクロスチェックにより、同社の解析業務の管理に継続的改善を促す事案が見出されている。原子力施設の安全確保の一義的責任を有する設置許可を受けた事業者は、こうした業務を含めて自らの保安活動を適切な品質保証体制の下で実施しなければならない。

保安院においては、今後の設備の健全性評価において、引き続き事業者に対し、自主性の喚起と継続的改善を促す方向で取り組むことが肝要である。

なお、保安院は、東京電力株式会社が設備点検により設備の状況が十分に確認された設備から順次行うとしている耐震強化工事については、新たな基準地震動との関係が十分なものであるかの評価を耐震安全性の検討の中で別途行うとしており、この評価結果について当委員会へ適宜報告することを求める。

3. 耐震裕度に関する検討について

柏崎刈羽原子力発電所7号機については、旧指針の下で耐震設計がなされている。旧指針においては、Aクラス⁶の各施設は、 S_1 による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に耐えることとされている。さらに、Asクラスの各施設は、 S_2 による地震力に対してその安全機能が保持できることとされている。

こうしたことを踏まえ、当委員会は、新潟県中越沖地震による地震力並びに旧指針における S_1 、 S_2 による地震力及び静的地震力の下における応答レベルと、その許容限界状態との関係が明らかにされていることを確認した。

保安院においては、引き続き、7号機の原子炉建屋以外の施設についても耐震裕度に関する同様の検討を行っていくことが肝要である。

3-1 建屋・構築物について

保安院は、7号機原子炉建屋にほとんど損傷が認められなかった要因について、同

建屋の設計時に考慮された地震力と新潟県中越沖地震により作用した地震力を比較することにより検討を行っている。その結果、新潟県中越沖地震時、7号機原子炉建屋基礎版において S_2 から求められる最大加速度を上回る観測結果が得られたが、同建屋は、当該地震によるせん断力を上回る設計用せん断力⁷をもとに余裕のある設計がなされていたことなどから、ほとんど損傷がみられなかったものと認められるとしている。

なお、東京電力株式会社は、保安院に提出した「柏崎刈羽原子力発電所7号機 新潟県中越沖地震後の設備健全性に係る点検・評価報告書（建物・構築物編）（改訂1）」において、7号機原子炉建屋の耐震壁の設計の流れに着目して、静的地震力、設計用地震力等の要因について検討を行っている。その結果、新潟県中越沖地震による地震動は、基礎版上の応答結果として基準地震動 S_2 の応答結果を部分的に上回るものであったが、原子炉建屋の健全性は保たれているものと評価した要因の一つとしては、一般建築物の3倍の静的地震力を考慮していたこと等が挙げられるとしている。

3-2 機器について

保安院は、実際に耐震裕度が生じる要因として、当委員会からの意見に示された耐震裕度に関する7項目のほか、地震力以外の荷重の想定による影響等にも留意しつつ、検討を継続中であるとしている。東京電力株式会社からは、柏崎刈羽原子力発電所7号機各フロアにおける静的地震力と動的地震力による評価の比較、残留熱除去系配管の3部位を対象とした動的解析への各要因の影響度の試算を行った結果等について報告を受けているとしている。また、設備の実際の損傷許容限界について、原子力安全基盤機構から多度津振動台を使用した耐震裕度試験の結果の報告を受けているとしている。

なお、東京電力株式会社は、保安院に提出した「柏崎刈羽原子力発電所7号機 新潟県中越沖地震後の設備健全性に係る点検・評価に関する報告書（機器レベルの点検・評価報告）」において、耐震裕度に関する検討として、7号機の耐震安全上重要な設備（As及びAクラス）のうち主要設備を例にして静的地震力と動的地震力による解析を実施し、その保守性の検討を行っている。

4. 動的機器等の健全性の確認について

保安院は、系統試験時に実施する設備点検に対する確認として、駆動源が蒸気である等の理由で、燃料装荷や主タービン復旧後に作動試験、機能試験や漏えい試験を実施する予定の機器については、現時点において実施が可能な目視点検、分解点検等が行われているものの、引き続き点検が実施される際には、立入検査等により実施状況及び結果の妥当性の確認を行うとしている。

また、「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」のそれぞれの機能に必要な系統の健全性を確認するため、系統の運転等によって、インターロック、警報の作動等の状況を確認し、系統全体の機能が正常に発揮されることを総合的に評価する系統試験については、今後、東京電力株式会社の試験の状況に応じ、

- 系統試験の機能要求は、「発電用原子力設備に関する技術基準」（以下「技術基準」という。）に適合することが求められることから、現在、この適合確認を行う手段である定期事業者検査における検査項目を、定期検査、立入検査にて確認する
- 加えて、発電所の建設時に行われる使用前検査の検査項目も参考とすることとし、必要に応じ当該検査項目の実施を求めるとともに、立入検査等により確認を行っていく
- また、地震の影響を考慮して追加された検査項目についても、立入検査等により確認を行っていく

としている。

先に当委員会が示した意見においては、柏崎刈羽原子力発電所の動的機器や電気・計装機器のうち、特に安全上重要なものについては、個々の機能確認のほか、システムを実際に動作させてシステムとしての健全性を確認することが重要であり、保安院においては、東京電力株式会社に対し、このような観点からの点検を適切に実施させるとともに、その確認の方法と計画について、当委員会に適宜報告することを求めたところであり、この点について引き続き対応を求める。

5. 経年劣化事象の考慮について

保安院は、配管減肉、応力腐食割れ、疲労等の評価について、東京電力株式会社に対し対応を求めており、同社より、柏崎刈羽原子力発電所7号機に関して、

- 配管減肉については、技術基準上の必要最小厚さととの比較をするとともに、製作寸法（公称厚さと下限値）との比較を行い、顕著に減肉が進行していると評価される部位が確認されていないこと
- 応力腐食割れについては、当該号機では、至近の点検及び今回の設備点検において、炉心シュラウド等に、それが見つかっていないこと
- 疲労評価については、地震応答解析結果で比較的裕度が少なかった残留熱除去系配管及び原子炉圧力容器低圧注水ノズル並びに建屋間の相対変位が最も大きかったと評価される給水系配管について、余震も含めた地震による繰り返し回数を求めて評価をしており、いずれも疲れ累積係数（疲労による影響を示す指標）に大きな影響はないこと

が報告されており、経年劣化事象を適切に考慮していると判断するとしている。

以上のことから、柏崎刈羽原子力発電所7号機に係る経年劣化事象については、適切に考慮されたものと考えられる。なお、柏崎刈羽原子力発電所7号機については、安全性に影響するような経年劣化事象は認められていないが、保安院は、今後とも、東京電力株式会社において経年劣化の状況を把握されていることを確認していくことが肝要である。

6. 今回の設備点検等における知見の整理とその共有について

保安院は、中越沖地震への対応に際して得られる知見を広く共有するため、当該地震対策に関する会合を公開で実施するとともに、ホームページ等で情報を公開し、広く共

有に努めている。また保安院は、重要度の比較的低い設備の損傷事例については、他の産業界でも有効活用に資するため、積極的に情報公開を行うとともに、東京電力に対しても積極的な情報公開を求めているとしている。

保安院においては、こうした取り組みを継続していくことが肝要である。

-
- ¹ 「新潟県中越沖地震による影響を踏まえた原子力安全・保安院おける検討（東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所第7号機の設備健全性評価に係る中間報告）に関する意見」（平成20年5月16日 原子力安全委員会決定）
 - ² 重要度分類クラスⅠの設備、耐震重要度分類A、Asの設備及びこれらの設備への波及的影響を考慮すべき設備（「新潟県中越沖地震による東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所への影響を踏まえた検討に関する報告について」（平成19年12月20日付け19・12・10原12号）中、別添3「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所の設備の健全性評価に係る基本的な方針」（平成19年12月20日原子力安全・保安院）より
 - ³ 原子力安全委員会の『耐震設計審査指針』の改訂を機に実施を要望する既設の発電用原子炉施設等に関する耐震安全性の確認について」（平成18年9月19日 原子力安全委員会決定）を受けて、原子力安全・保安院は、各原子力事業者に対し、バックチェックの実施と報告を指示している。その際、発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（以下「新耐震指針」という。）に従い安全上重要な施設の安全機能が保持されることを確認する観点から示した「新耐震指針に照らした既設発電用原子炉施設等の耐震安全性の評価及び確認に当たっての基本的な考え方並びに評価手法及び確認基準について」（平成18年9月）をいう。
 - ⁴ 施設健全性評価委員会第3回会合、健全委第3-9号「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所の設備点検に対する立入検査に関する規制調査の結果について」参照
 - ⁵ 耐震安全性評価特別委員会第9回会合、参考資料第1号「耐震安全性評価特別委員会による東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所の耐震安全性に係る現地調査の概要について」参照
 - ⁶ 旧指針においては、耐震設計上の重要度分類として、「自ら放射性物質を内蔵しているか又は内蔵している施設に直接関係しており、その機能その失により放射性物質を外部に放散する可能性のあるもの、及びこれらの事態を防止するために必要なもの並びにこれらの事故発生の際に、外部に放散される放射性物質による影響を低減させるために必要なものであって、その影響、効果が大きいものをAクラスとして分類している。なお、Aクラスの施設中特に、原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系、使用済燃料を貯蔵するための施設等はAsクラスと呼称するとされている。
 - ⁷ 設計用せん断力とは、設計用最強地震による地震力及び静的地震力により生じるせん断力を包絡するよう、事業者が設計に当たって作成したものをいう。