

「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所敷地・敷地周辺の地質・地質構造、基準地震動 S<sub>s</sub> 及び地震随件事象の評価並びに基準地震動 S<sub>s</sub> に対する 7 号機の耐震安全性の評価に係る報告書」に対する見解について

21 安委決第 5 号  
平成 21 年 2 月 18 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、平成 18 年 9 月に改定された「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。)に照らして、東京電力株式会社が実施した柏崎刈羽原子力発電所の敷地・敷地周辺の地質・地質構造、基準地震動 S<sub>s</sub> 及び地震随件事象の評価並びに基準地震動 S<sub>s</sub> に対する 7 号機の耐震安全性評価結果の確認が進められているとともに、新潟県中越沖地震に対する同号機の健全性評価が進められてきた。

当委員会においては、新潟県中越沖地震による影響を受けた柏崎刈羽原子力発電所については、適宜、東京電力株式会社や保安院から報告を受け、必要な検討を行ってきた。この検討は、耐震安全性評価特別委員会並びに地震・地震動評価委員会及び施設健全性評価委員会において行い、その過程で、適宜、必要な意見を取りまとめ、原子力安全委員会決定<sup>1、2、3、4、5</sup>として示し、保安院に通知した。

平成 21 年 1 月 30 日、当委員会は、保安院より、「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所 敷地・敷地周辺の地質・地質構造、基準地震動 S<sub>s</sub> 及び地震随件事象の評価並びに基準地震動 S<sub>s</sub> に対する 7 号機の耐震安全性の評価に係る報告書」(以下「評価報告書」という。)について説明を受けた。同評価報告書においては、平成 20 年 11 月 20 日に、保安院から当委員会に中間報告がなされた①柏崎刈羽原子力発電所の敷地・敷地周辺の地質・地質構造、基準地震動 S<sub>s</sub> の評価結果のほか、②地震随件事象の評価、③地盤の安定性の評価、④基準地震動 S<sub>s</sub> に対する 7 号機の耐震安全性の評価結果が報告されている。

これらのうち、①については、当委員会の見解を踏まえ、平成 20 年 12 月 11 日に、当委員会において、保安院の評価結果は新耐震指針に基づき、同発電所の敷地・敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動に関して適切に評価していると判断する旨の見解を示している。

当委員会は、今般の保安院からの評価報告書について、新耐震指針、「活断層等に関する安全審査の手引き」(以下「手引き」という。)及び先に当委員会が保安院に示した今後の耐震安全性に関する検討を行う上で重要と考える事項等への対応の確認を含め検討を行い、その結果を上記①に関する検討結果と併せて取りまとめた。

## 1. 主な経緯

当委員会は、今般の保安院の評価報告書の内容を検討するに当たっては、当委員会が、これまでにバックチェック結果の確認や柏崎刈羽原子力発電所に関する耐震安全性に対して示した以下の原子力安全委員会決定等を踏まえ、当委員会の考え方を整理しつつ検討を行った。

- (1) 保安院は、新耐震指針に照らした耐震安全性評価結果の確認について、事業者に指示するに当たり「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)(以下「バックチェックルール」という。)を定めている。

当委員会は、平成 20 年 5 月 16 日の原子力安全委員会決定<sup>1</sup>において、バックチェックルールに沿って、地質調査・活断層評価、基準地震動  $S_s$  の策定、耐震設計上重要な施設の機能保持等の確認を科学的合理性に基づき行うことは基本的に適切と考える旨の見解を示している。さらに、保安院の指示の内容を明確にする観点等から、保安院が耐震安全性の確認を行う際に考慮することが重要と考える主要な事項を示した。

- (2) このほか、当委員会においては、バックチェックの結果の検討に当たって、4 つのワーキング・グループを設置するとともに、その検討に関する認識の共有を図るため、検討の範囲や内容等を「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)(以下「ワーキング・グループとしての検討のポイント」という。)を示している。
- (3) さらに、当委員会は、特定の検討課題について、地震動解析技術等作業会合を開催するとともに、F-B 断層の評価等に関して、保安院の評価に携わっている専門家との間での意見交換を行った。

本件検討に係る主な経緯を別添に示す。

## 2. 新耐震指針に照らした耐震安全性評価結果の確認について

### 2-1 柏崎刈羽原子力発電所の敷地・敷地周辺の地質・地質構造、基準地震動 $S_s$ について

原子力安全委員会は、平成 20 年 11 月 20 日、保安院より、「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所敷地・敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動の評価に係る報告書(中間報告)について」について報告を受けた。

同報告の内容については、当委員会において検討し、保安院の評価結果は新耐震指針に基づき、同発電所の敷地・敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動に関して適切に評価していると判断する旨、平成 20 年 12 月 11 日に「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所敷地・敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動の評価に係る報告書(中間報告)」に対する見解」として原子力安全委員会決定し、保安院に通知した。

#### 2-1-1 検討に当たっての基本的考え方

原子力発電所の耐震安全性は、①適切な基準地震動の策定、②同地震動に基づいて決められる建物・構築物基礎下の入力地震動の設定、③それに対する施設健全性の3要素

が相俟ってはじめて、総合的かつ確実に確保される。こうした認識から、当委員会は、以下の考えに沿って検討することとした。

#### (1) 基本的考え方

新耐震指針への適合性の確認に関して、手引き及び先に当委員会が保安院に示した意見等に照らし、以下の点に着目して検討を実施することとした。

- 手引きのポイントとなっている①地形発達過程(地形の成因を含む)を重視した調査、②既存文献の調査、変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学的調査等の各手法による調査結果の総合的な検討、③断層の三次元形状の把握、④一貫した活断層の認定の考え方及び⑤必要に応じ調査原資料に立ち返った審査の必要性。
- 基準地震動の策定において、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の評価は、応答スペクトルによる手法と断層モデルによる手法が要求されている。応答スペクトルによる手法は経験的手法であり、用いられたデータの質・量によっては震源近傍域での適用等、慎重な対応が求められる場合がある。このような場合には、断層モデルによる手法によって、適切な震源断層モデルや敷地・敷地周辺の地震波伝播特性に基づく敷地固有の地震動が評価されていること。
- 基準地震動の策定過程における不確かさ(ばらつき)の考慮に当たっては、基準地震動の評価に及ぼす影響が大きいと考えられる、断層の連動性や断層モデルのパラメータ等の不確かさ(ばらつき)の要因及び不確かさ(ばらつき)の程度を十分踏まえつつ、適切な手法を用いていること。

#### (2) 新潟県中越沖地震の知見の反映等

基準地震動や施設の安全性に直接影響する建屋入力地震動の科学的妥当性を評価する際には、新潟県中越沖地震の知見を踏まえ、実際の観測データ等に基づく詳細かつ具体的検討をすることが重要と考える。

特に、得られた観測データの分析結果や地震後の詳細な地盤調査結果等を最大限に活用し評価することが重要であることから、上記(1)に加え、以下についても検討を実施することとした。原子炉建屋基礎版の地震動については、2-5-2(1)に当委員会の見解を示す。

- 基準地震動の評価において、震源特性、地下構造特性が適切に考慮されていること。
- 基準地震動に基づき施設の耐震安全性に直接的に影響する原子炉建屋基礎版の地震動が適切に評価されていること。

#### 2-1-2 敷地・敷地周辺の地質・地質構造の調査及び活断層等の評価について

当委員会は、敷地・敷地周辺の地質・地質構造の調査及び活断層等の個々の評価について、地形発達過程を重視した調査や既存文献の調査、変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学的調査等の各手法による調査結果の総合的な検討等、手引きのポイントを重視しつつ検討を行った。

特に、①新潟県中越沖地震をもたらしたと考えられている F-B 断層について、同断層北方の海底活断層の存否、②角田・弥彦断層、気比ノ宮断層、片貝断層の各断層及び③これら3つの断層の連動を想定した長岡平野西縁断層帯について重点を置き検討を行った。

その結果、以下のこと等から保安院の評価は適切であると評価する。

- 新耐震指針への適合性の観点からの手引き及びバックチェックルール等、評価の考え方を明らかにした上で、専門家の意見を聴きつつ評価が実施されていること。  
また、保安院自ら海上音波探査を実施するとともに、必要に応じ、外部機関に解析を行わせて検討が行われていること。
- 敷地内の断層について、その活動性に関する慎重な検討が行われていること。
- 角田・弥彦断層、気比ノ宮断層、片貝断層の各断層及びこれら3つの断層の連動を想定した長岡平野西縁断層帯から発生する地震について、活動区間を設定するために必要なデータの精度や信頼度の確認が行われていること。
- 敷地に大きな影響を与える可能性のある断層の一つであるF-B断層について、褶曲構造等の地質構造に加えて、海底地形の成因を考慮した評価が行われていること。
- 敷地周辺海域の佐渡島南方、F-D、高田沖断層等の連動性について、海底活断層の分布図や海上音波探査の記録と、松田(1990)<sup>6</sup>による活断層が連動するか否かの判断基準に基づき、慎重に検討が行われていること。また、F-D、高田沖断層の連動を想定した地震動評価が行われていること。
- 海底の活断層について、東京電力株式会社及び保安院は、敷地周辺を中心とした海域で新たな調査を実施し、その調査結果と既存データの再解析や新たに実施された他機関の大深度音波探査の結果を総合して検討が行われていること。  
なお、これらのデータで個々の断層の評価や相互の関係性の判断は可能であるが、当委員会は、高精度の探査機器・手法や高度な解析処理技術等、さらに高精度の調査解析を将来実施することにより、より高度な判断が可能になると考える。当委員会は保安院に対し、今回のデータを広く公開し、最大限に活用する等の検討を進めることを求める。
- 地元団体から活断層として地震時の活動が指摘された真殿坂断層(向斜)について、向斜軸を覆う中期更新世の阿多鳥浜火山灰の指標層とこの上位の堆積層の高度分布等に累積的な変位・変形が認められないこと。また、地震時に変動があったとされる地点についても表層軟弱層の沈下等、他の成因で容易に説明可能であることから、活断層の存在や地震時の活動を示唆するものは無いとしていること。

### 2-1-3 基準地震動の評価について

#### (1) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

##### 1) 検討用地震の選定

検討用地震の選定において、活断層の活動区間の設定は、調査結果の信頼度や精度等を考慮し、地形発達過程、地質構造、活断層の活動履歴や単位変位量分布・平均変位速度分布、過去及び現在の地震活動の特徴等を総合して行う必要がある。また、不連続部の形態、断層の三次元形状や三次元的な断層相互の位置関係、並びに重力異常・地震波速度構造・地殻変動等の地球物理学的データを考慮して行う必要がある。

当委員会は、2-1-2で示したこと及び以下のこと等から保安院の評価は適切であると評価する。

- 起震断層(一つの地震と見なせる連鎖的な活動を起こす可能性のある活断層群)が、活断層調査結果に基づき設定されていること。
- 陸域の活断層について、角田・弥彦断層、気比ノ宮断層、片貝断層等の各断層が単独に活動した場合及びこれら3つの断層(長岡平野西縁断層帯)が連動した場合が考慮されていること。  
長岡平野西縁断層帯を考慮することは、地震調査研究推進本部(以下「地震本部」という。)の見解と整合していること。  
Noda et al.(2002)<sup>7</sup>による応答スペクトル評価手法(以下「耐専式」という。)により敷地への影響を比較し、長岡平野西縁断層帯を考慮して基準地震動の評価が行われていること。
- 海域の活断層について、佐渡島棚東縁断層、F-B断層、佐渡島南方断層等が耐震設計上考慮すべき活断層と認定され、それらの地震による敷地への影響を耐専式により比較し、敷地への影響が最も大きいF-B断層が検討用地震として選定されていること。

## 2) 応答スペクトルに基づく地震動評価

応答スペクトルによる基準地震動の評価においては、検討用地震の地震発生様式や断層破壊過程等を考慮するとともに、新潟県中越沖地震の観測データ等に基づく要因分析結果を最大限に活用する必要がある。

当委員会は、以下のこと等から保安院の評価は適切であると評価する。

- 検討用地震ごとに不均質震源モデルを考慮した応答スペクトルが設定されていること。また、基準地震動は継続時間、振幅包絡線の経時変化に留意して評価が行われていること
- F-B断層、長岡平野西縁断層帯について、耐専式に敷地の観測データに基づく適切なサイト補正係数が設定され、敷地・敷地周辺の地盤物性を考慮した地震動の評価が行われていること

## 3) 断層モデルを用いた手法による地震動評価

新耐震指針では、その解説において、「震源が敷地に近く、その破壊過程が地震動評価に大きな影響を与えられ地震については、断層モデルを用いた手法を重視すべきである。」とされている。また、震源の破壊過程や地震波伝播特性が強震動生成に大きな影響を与えたとする新潟県中越沖地震の知見が報告されている。従って、これらの知見を反映し、敷地固有の地震動特性(周波数特性、継続時間、位相特性)を評価できる断層モデルにより地震動評価が行われていることが重要である。

当委員会は、以下のこと等から保安院の評価は適切であると評価する。

### ① 震源断層のモデル化

- 長岡平野西縁断層帯について、アスペリティの位置、数及び応力降下量等の震源断層のパラメータは、新潟県中越沖地震の分析結果、地質調査結果、地震本部の「震源断層を特定した地震動の強震動予測手法」(以下「レシピ」という。)等

を考慮し、設定されていること。また、震源断層のパラメータ(傾斜角、応力降下量等)について、不確かさが考慮されていること。

- F-B断層について、F-B断層の長さを36kmとした場合、断層長さに従属するパラメータとして地震規模、地震モーメント等が断層長さに応じて設定されていること。また、断層長さに従属しない断層傾斜角、アスペリティの応力降下量、破壊伝播様式等のパラメータについては、新潟県中越沖地震の震源特性の分析結果、地震本部の知見等を反映したパラメータが考慮されていること。

## ② 地震動評価

- 経験的グリーン関数に用いる要素地震について、地震の規模、震源位置、震源深さ、メカニズム等を考慮した選択が行われていること。また、要素地震の各種パラメータは、その妥当性が確認されていること。
- F-B断層による地震動評価について、新潟県中越沖地震の観測データの特徴を踏まえ、荒浜側と大湊側の地震動レベルの違いが再現されていること。
- 地震動評価について、断層モデルにおける不確かさの考慮が個別に検討されていること。

## (2) 震源を特定せず策定する地震動について

新耐震指針では、「震源を特定せず策定する地震動」は、震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における観測記録を収集し、これらを基に敷地の地盤物性を加味した応答スペクトルを設定し、これに地震動の継続時間、振幅包絡線の経時的変化等の地震動特性を適切に考慮して基準地震動 $S_s$ を策定することとする。」とされている。

この震源を特定せず策定する地震動は、地震本部による震源を特定しにくい地震の領域ごとの最大規模、地震発生様式や地域ごとの地震発生層の上限及び下限の深さにより評価した地震規模等に基づき想定した地震動によってその妥当性が検証されていることが必要である。

当委員会は、保安院の報告の妥当性を判断するため、以下の知見を踏まえて検討を行った。

- 島崎(2008)<sup>8</sup>において、全国を対象とした長期評価部会(2005)<sup>9</sup>の活断層の長さの頻度分布をもとに、予め震源を特定できない地震の最大規模が $M_j7.1$ 程度と推定されていること。
- 地震本部の確率論的地震動予測地図<sup>10</sup>において、敷地が位置する領域震源の最大規模の地震が1751年越後の地震( $M_j7.2$ )とされていること。

当委員会は、2-1-2及び2-1-3で示したように、敷地・敷地周辺の地質・地質構造の調査及び活断層等の評価等が適切に評価されていることから、柏崎刈羽原子力発電所の震源を特定できない地震規模の上限は、全国を対象とした既存文献のみの統計に基づいて推定された島崎(2008)の予め震源を特定できない地震の最大規模( $M_j7.1$ )を考慮する場合に当たらないと考えた。

そこで、当委員会は、敷地周辺で発生した微小地震分布、新潟県中越沖地震の余震

分布等の検討により設定された地震発生層の上限及び下限の深さ、この地域で発生する地震の地震発生様式をもとに、地震の最大規模及びそれにより発生する地震動レベルを検証することとし、以下の指示を東京電力株式会社に対して行い、震源を特定せず策定する地震動の妥当性について検討を行った。

(指示事項)

- 東京電力株式会社は、震源を特定せず策定する地震動について検討するため、敷地直下に傾斜角45度の震源断層を想定しているが、新潟県中越沖地震の知見を踏まえ、敷地直下に傾斜角35度の震源断層を想定した場合についても検討すること。

その結果、以下のことから、当委員会としては、現時点において「基準地震動 $S_s$ として「震源を特定して策定する地震動」による基準地震動で代表させるとしていることは支障のないものと認められた。」とする保安院の評価は適切であると評価する。

- 指示事項に対して検討した結果、地震規模は武村(1990)<sup>11</sup>を用いてMj7.0となること。また、地震動は東京電力株式会社が震源を特定せず策定する地震動の検討の際に参考としている加藤他(2004)<sup>12</sup>で与えられる応答スペクトルのレベルと同程度になること。
- 敷地近傍のF-B断層や長岡平野西縁断層帯の評価において、1751年越後の地震(Mj7.2)を上回る地震規模が考慮されていること。また、震源を特定して策定する地震動は上述の応答スペクトルのレベルを有意に上回っていること。

なお、震源を特定できない地震規模の上限については、様々な調査研究が進められている状況であり、結論づける十分な知見が得られていないことから、当委員会は、保安院に対し、引き続きこれに関する知見の収集等を進めることを期待する。

### (3) 基準地震動の超過確率

新耐震指針では、その解説において、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」については、それぞれ策定された地震動の応答スペクトルがどの程度の超過確率に相当するかを把握しておくことが望ましいとの観点から、それぞれが対応する超過確率を安全審査において参照することとする。」とされている。

保安院は、基準地震動検討の一環として、基準地震動の超過確率の検討を東京電力株式会社に求めるとともに、外部機関によるクロスチェック解析を実施し、評価をしている。

当委員会は、今回の保安院のこうした取組は評価できるものであるが、ロジックツリーの構築における重み関数の設定法や距離減衰式のばらつき等の考慮については、今後も検討が必要であると考えます。

今回の検討結果は、今後の確率論的安全評価(PSA)に代表される最新の知見に基

づいた評価手法の確立に向けた貴重なデータとなるものと考えられる。

#### 2-1-4 当委員会が示した意見への対応について

当委員会は、「柏崎刈羽原子力発電所の基準地震動策定に係る原子力安全・保安院における検討に際しての意見」<sup>13</sup>において、①新潟県中越沖地震を踏まえ、基準地震動Ssとは別に断層モデルに基づく確認用地震動を策定し、基準地震動Ssの妥当性を確認すること、②施設の耐震安全性に直接的に影響する原子炉建屋基礎版の地震動を評価すること、③F-B断層の長さに関連し、角田山・弥彦山周辺の海成段丘の高度分布と大陸棚外縁斜面の成因等について検討することを保安院に求めた。

当委員会は、保安院の検討結果について、以下のとおり評価する。

##### (1) F-B断層のモデル化について

当委員会は、保安院におけるF-B断層の長さを36kmとして基準地震動を評価する際、以下のことから、地震規模の想定としてMj7.0としていることに一定の根拠があると考え

- F-B断層の長さを36kmとした場合、断層長さに従属するパラメータとして地震規模、地震モーメント等が断層長さに応じて設定され、その地震規模がMj7.0と評価されていること。
- 新潟県中越沖地震の地震規模と断層長さの関係は、大竹他(2002)<sup>14</sup>の日本海東縁での地域的な地震規模と断層長さの関係に整合していること。また、F-B断層の長さを36kmとした場合の地震規模(Mj7.0)と断層長さの関係も大竹他(2002)と整合していること。

しかし、当委員会は、上記により評価されたF-B断層(長さ36km)の地震規模と従来の地震規模評価式(松田式)から得られる地震規模が整合しないとの指摘があったことから、確認用地震動を評価する際に、地震本部のレシピに基づいた評価をするよう保安院に求めた。

その結果、当委員会は、以下のこと等から保安院の評価は適切であると評価する。

- 地震本部のレシピに基づいて確認用地震動が評価されていること。また、その地震モーメントから算出される地震規模は、従来の地震規模評価式(松田式)から得られる地震規模と、ほぼ同程度になること。
- 確認用地震動と基準地震動とを比較した結果、確認用地震動の方が、地震モーメントが大きくなることから、確認用地震動の応答スペクトルは、長周期成分で基準地震動より若干大きくなるが、原子炉施設の主たる施設・設備に影響する短周期成分については大きな変化がないこと。

##### (2) F-B断層の長さについて

F-B断層について、保安院は、長さ36kmを考慮して基準地震動を評価している。これに対して、当委員会は、F-B断層の断層長さの評価にあたり、隆起した海岸段丘の存在を

根拠に、F-B断層北方の佐渡海盆と大陸棚との間の斜面の地下に活断層が存在するという意見<sup>15、16</sup>があることから、断層モデルによる海成段丘の隆起量分布、及び海底地質構造の検討を保安院に求めた。その結果、当委員会は、上記斜面周辺の地下構造にはこれまでの調査結果では断層等の変形構造が認められないこと、また、段丘の高度分布は長岡平野西縁で確認されている角田・弥彦断層の活動によって説明できることを確認した。

海岸段丘の隆起には非地震性地殻変動等が関与している可能性があり、そのメカニズムの解明は今後の研究課題と考えられるが、現時点において当委員会は、F-B断層の長さを36kmとする保安院の評価は適切であると評価する。

#### 2-1-5 まとめ

当委員会は、新潟県中越沖地震による影響を受けた柏崎刈羽原子力発電所に係る敷地・敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動の評価に関して、①東京電力株式会社が保安院に対して行った説明内容の聴取、②保安院が検討を行う上での重要事項の指摘、③保安院からの検討状況の聴取を適宜実施するとともに、現地調査、原資料の確認等を実施しつつ検討を進めてきた。また、F-B断層の評価等に関して、保安院の評価に携わっている専門家との間での意見交換を行った。

その上で、今般、保安院から柏崎刈羽原子力発電所の敷地・敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動の評価に係る中間報告を受けた。

その結果、当委員会は、保安院の中間報告は新耐震指針に基づき、柏崎刈羽原子力発電所の敷地・敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動に関して適切に評価していると判断する。

なお、「2-1-4(2) F-B断層の長さについて」で述べたように、海岸段丘の隆起には非地震性地殻変動等が関与している可能性があり、そのメカニズムの解明は今後の研究課題と考えられる。保安院が、こうした今後の研究課題に対しても積極的に取り組むことを期待する。

#### 2-2 地震随件事象

新耐震指針では、地震随件事象に対する考慮として、「施設の周辺斜面で地震時に想定しうる崩壊等」と「施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性がある」と想定することが適切な津波」によって、施設の安全機能が重大な影響を受ける恐れがないことが要求されている。

保安院は、敷地の状況を踏まえると耐震設計上重要な施設の近傍には地震時に想定しうる斜面の崩壊等により設備の安全機能に重大な影響を及ぼすような斜面はないと判断されることから、地震随件事象に対する考慮として、津波に対する安全性の評価に加えて、敷地近傍の耐震設計上考慮する活断層の変位に伴う敷地地盤の変形の影響評価を行っている。

当委員会は、柏崎刈羽原子力発電所の地震随件事象に対する考慮として、津波に対する安全性の評価を検討することとし、敷地近傍の耐震設計上考慮する活断層の変位に伴う

敷地地盤の変形の影響評価については、地盤の安定性評価の一項目として検討を行うこととした。

#### 2-2-1 検討に当たっての基本的考え方

津波に対する安全性の評価においては、解析モデルや解析方法等の妥当性を判断するに足る情報が示されていることに留意しつつ、以下に重点を置き検討をすることとした。

- 敷地付近に来襲したと考えられる既往津波の発生源及び来襲状況を明らかにし、数値計算等を実施して再現性が確認されていること。
- 最新の知見を基に将来発生する可能性のある津波を想定し、既往津波により再現性を確認した数値計算等を実施して安全性が確認されていること。
- 津波の想定においては種々の不確実性が存在することを考慮して、津波波源を規定する各パラメータに合理的な範囲で幅を持たせていること。

#### 2-2-2 検討結果

津波に対する安全性の評価については、2-2-1 で示したこと等に重点を置き、空間格子間隔に応じた時間格子間隔の設定や、取水路の応答解析等について東京電力株式会社より補足説明を求め、検討を行った結果、以下のこと等から保安院の評価は適切であると評価する。

- 津波の解析モデル及び解析手法においては、海岸地形及び海底地形をもとに、敷地からの距離及び水深に応じて計算格子や計算条件が適切に設定されていること。
- 日本海東縁部(新潟・山形沖)の想定断層モデルの設定においては、津波のエネルギー指向性、津波の卓越周期、港湾内の波高増幅特性や断層モデルの不確実性が十分に考慮されていること。

なお、更なる数値計算結果の向上のためには、発電所前面の港湾内の固有振動周期も考慮した上で、局所的な波高増幅を励起し得る津波発生シナリオ(断層モデル)を考慮することが可能と考えられ、このような検討を今後進めることが望まれる。

- 港湾の波高の再現性に関しては、10m 格子及び 40m 格子の港湾内と港湾外の津波水位波形のフーリエスペクトルの比が検討され、両者に有意な差がないことから、40m 格子の概略計算で港湾の特性を再現した水位の評価ができていること
- 数値シミュレーション結果においては、空間格子間隔に応じた時間格子間隔が設定され、数値計算に問題ないことが確認されたこと。

なお、今回の解析は海の中で成立することであり、遡上する領域では必ずしも適用できないこと、接続境界で問題が発生する可能性があることから、今後の評価に際しては可能な限り接続境界を設けずに細かいメッシュで計算することが望まれる。

- 7号機の引き波時の最低水位の際にも取水が可能であることを、取水路の応答解析の基礎方程式、計算スキーム等から確認されたこと。

#### 2-3 地盤の安定性

当委員会への東京電力株式会社からの報告では、柏崎刈羽原子力発電所の敷地内を含

め GPS 測量 (Global Positioning System: 汎地球測位システムによる測量方式)、水準測量、航空写真測量等の調査を実施し、新潟県中越沖地震による敷地への影響について評価を行っている。

その結果、敷地の北側では変動の方向は明瞭でないが、南側では概ね北西方向に移動し、岩盤に設置されている建屋近傍は隆起したことが確認された。捉えられている隆起等の発電所敷地の動きは、広域的な地殻変動に調和的であり、それに伴う断層の動きは敷地において認められず、原子力施設の安全性に問題となる動きを示すものではないことが確認されている。

原子力施設の安全性は、常に最新の科学技術的知見に照らし合わせて、更なる安全性の向上に努めていくことと、それらについて説明していくことが重要である。こうしたことから、当委員会の検討においては、バックチェックルールに示された地盤の支持性能に加え、敷地近傍の活断層による地盤の変形に着目し、原子力施設の耐震安全性が総合的かつ確実に確保されていることを検討することとした。

#### 2-3-1 検討に当たっての基本的考え方

地盤の安定性の評価においては、地質・地盤の調査・試験結果等を踏まえた適切な解析モデルが設定されていることや解析方法について、妥当性を判断するに足る情報が示されていることに留意しつつ、以下のこと等に重点を置き検討することとした。

- 敷地近傍の活断層の変位に伴う基礎地盤の変形が、周辺地盤の地質・地盤の調査・試験及び解析の結果等に基づき、数値計算により評価されていること。
- 基礎地盤は、地質・地盤の綿密な調査・試験を行い、その特性を把握して適切にモデル化し、各施設の設計用地震力や各種条件等を考慮した適切な評価・設計法により、基礎地盤の耐震安定性評価を行い、地震時に各施設の安全機能が重大な影響を受けないことが確認されていること。
- 新潟県中越沖地震時に得られた観測データの分析結果や地震後の詳細な地盤調査結果等を最大限に活用し評価されていること。

#### 2-3-2 検討結果

地盤の安定性の評価においては、2-3-1 で示したこと等に重点を置き、解析条件の妥当性(観測値との比較、解析モデル等)、物性試験等について補足説明を求め、検討を行った結果、以下のこと等から保安院の評価は適切であると評価する。

##### (1) 敷地近傍の耐震設計上考慮する活断層の変位に伴う基礎地盤の変形の影響評価

- 敷地周辺の活断層による地盤変動量について、敷地に近い F-B 断層及び長岡平野西縁断層帯(傾斜角 50 度、35 度)を選定し、すべりが一様な断層モデル及び基準地震動評価に用いた断層モデルにより、くいちがいの弾性論に基づく評価が行われていること。
- 新潟県中越沖地震による地盤変動量の解析値と実測値に差があることから、その差分のばらつきから求められる標準偏差を用いて傾斜が厳しくなるように変動量を

補正し、その結果得られる傾斜に、新潟県中越沖地震後の現在の傾斜を加えて評価していること。

(2) 基準地震動  $S_s$  に対する柏崎刈羽原子力発電所 7 号機の耐震設計上重要な建物・構築物の基礎地盤の支持性能の評価

- 建物・構築物及び基礎地盤の地質状況を考慮して有限要素にモデル化し、地盤及び建屋の自重による常時の地盤の応力に、基準地震動  $S_s$  による地震時の増分応力を重ね合わせることにより、地震時に地盤の各要素に発生する応力を求め、これと岩石試験結果等に基づく地盤の強度を比較し、支持性能の評価が行われていること。
- 地震応答解析の結果、原子炉建屋の基礎地盤及びマンメイドロックには、建屋からの荷重や地震動によって、局所的にせん断破壊、引張破壊及びそれらの複合破壊が発生している要素が認められるが、ほとんどの要素は破壊を生じておらず、建屋を支持するうえで支障となる連続したせん断破壊面が形成されないこと。
- 解析用物性値として設定している原位置試験、室内試験結果を組み合わせて設定された動せん断弾性係数のひずみ依存性の妥当性について、新潟県中越沖地震の強震動記録から同定した動せん断弾性係数のひずみ依存性と比較し、その信頼性が確認されたこと。

#### 2-4 屋外重要土木構造物について

当委員会は、平成 20 年 5 月 16 日の原子力安全委員会決定において、保安院が示したバックチェックルールに沿って、地質調査・活断層評価等の確認を科学的合理性に基づき行うことは基本的に適切と考えるとの見解を示すとともに、その内容を明確にする観点から、保安院が耐震安全性の確認を行う際に考慮することが重要と考える事項を示している。

原子力施設の安全性は、常に最新の科学技術的知見に照らし合わせて、更なる安全性の向上に努めていくことと、それらについて説明していくことが重要である。こうしたことから、当委員会は、屋外重要土木構造物の耐震安全性が総合的かつ確実に確保されていることを地盤の安定性の観点からも検討することとした。

##### 2-4-1 検討に当たっての基本的考え方

屋外重要土木構造物の耐震安全性の評価においては、地質・地盤の調査・試験結果等を踏まえた適切な解析モデルが設定されていることや解析方法について、妥当性を判断するに足りる情報が示されていることに留意しつつ検討した。

##### 2-4-2 検討結果

柏崎刈羽原子力発電所 7 号機の屋外重要土木構造物の耐震安全性の評価においては、非常用取水路に関して 2-4-1 で示したこと等に基づき、地震応答解析手法の妥当性等について補足説明を求め、検討を行った結果、以下のこと等から保安院の評価は適切

であると評価する。

- 地震応答解析の結果、スクリーン室、取水路及び補機冷却用海水取水路の各構造物の層間変形角及び各構造物に作用するせん断力は評価基準値内にあること。
- 非常用取水路の各構造物のブロック間の軸直交方向の相対的な水平及び鉛直変位による通水機能への影響は、通水機能が損なわれるような変位が生じないこと、取水路の軸方向の水平及び鉛直変位により発生するブロックの軸方向の応力及びせん断力はコンクリートの引張強度及びせん断耐力に対して十分に小さいこと。

## 2-5 基準地震動 $S_s$ に対する 7 号機の耐震安全性評価

### 2-5-1 検討に当たっての基本的考え方

当委員会は、今般の保安院の評価報告書の内容を検討するに当たっては、これまでにバックチェック結果の確認や柏崎刈羽原子力発電所に関する耐震安全性に対して示した以下の原子力安全委員会決定等を踏まえ、当委員会の考え方を整理しつつ検討を行った。

- (1) 当委員会は、平成 20 年 10 月 31 日の原子力安全委員会決定<sup>17</sup>の中で、新潟県中越沖地震による影響を受けた柏崎刈羽原子力発電所 7 号機の施設健全性評価に際し、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との見解を示した。

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との認識を示している。具体的には、発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針(昭和 56 年 7 月 30 日原子力安全委員会決定)(以下「旧耐震指針」という。)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耐震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等の見解を示した。

- (2) さらに、当委員会においては、平成 20 年 12 月 11 日の原子力安全委員会決定<sup>5</sup>の中で、東京電力株式会社が平成 20 年 12 月 3 日に取りまとめた「柏崎刈羽原子力発電所 7 号機「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価報告書」に関し、当委員会としての最終的な見解を示すに先立ち、主として国民への説明責任の観点から、保安院に対し、以下の事項について東京電力株式会社に指示し、その結果を報告するよう求めている。

- 旧耐震指針による入力地震動と新耐震指針に基づく今回の基礎版上入力地震動との違いについて、当初設計において工学的判断から見込まれていた安全余裕と

の関連も含めて、わかりやすく明示すること。

- 当初設計時のモデルの修正は、新潟県中越沖地震の影響評価においてすでにその妥当性が確認されているものの、それが、基準地震動  $S_s$  に対する施設健全性に関する今回の評価結果に結果的にどの程度影響するかについて、あらためて出来るだけ定量的に示すこと。
- 構造物・機器等の設計・施工等に関する要件に関連して、基準地震動である  $S_s$  ばかりでなく、それに工学的に適切な係数をかけて設定されるべき地震動の  $S_d$  に対する弾性設計評価が、実質的耐震安全裕度を確保する上から重要と考えている。このため、報告書に示されている  $S_d$  に関する検討において、新耐震指針に即した  $S_d$  及び静的地震力による評価を、主要かつ代表的な施設について実施し、示すこと。
- 耐震設計上重要な施設に関する耐震安全性評価の結果の中には、耐震強化後の施設について評価がなされたものがあるとされている。この点に関連して、特にその耐震強化の考え方や強化箇所の選定の考え方、すなわち、 $S_s$  あるいは  $S_d$  によるものなのか、他の理由によるものかなどを、具体的な場所を挙げて整理して示すこと。

- (3) 原子力施設の安全性については、常に最新の科学技術的知見に照らして、更なる安全性の向上に努めていくことと、それらについて説明していくことが重要であり、耐震設計上重要な施設について、旧耐震指針に従い設計された既設発電用原子炉施設等の耐震安全性が、新耐震指針の下でも確保されているか否かについて、把握することが重要と考えるとしている。

## 2-5-2 当委員会の見解

当委員会は、主として、東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所 7 号機の耐震安全性評価に関するこれまでの原子力安全委員会決定等に示された事項に対する保安院の対応について確認を行った。その結果を以下に示す。

### (1) 入力地震動について

新耐震指針では、その解説において、「なお、解放基盤表面が施設を設置する地盤に比して相当に深い場合は、解放基盤表面より上部の地盤における地震動の増幅特性を十分に調査し、必要に応じて地震応答評価等に反映させることとする。」とされている。

当委員会は、入力地震動に関して、平成 20 年 5 月 16 日の原子力安全委員会決定<sup>1</sup>において、「新潟県中越沖地震の柏崎刈羽原子力発電所への影響の検討や大間原子力発電所に対する安全審査において、基準地震動とともに入力地震動の策定の重要性が認識されていることを考慮し、地震観測データ等を用いて、入力地震動算出の妥当性を十分に検討することが重要と考える。」との見解を示した。

また、当委員会は、保安院から報告された「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所 敷地・敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動の評価に係る報告書(中間報告)」に対する見解を示した平成 20 年 12 月 11 日の原子力安全委員会決定<sup>4</sup>において、保安

院に対し、この点について検討を実施し、それらに対する見解を取りまとめ、報告することを求めた。

さらに、当委員会は、主として国民への説明責任の観点から、当委員会としての最終的な見解を示すに先立ち、事前の見解を示した同日の原子力安全委員会決定<sup>5</sup>において、保安院に対し、旧耐震指針による入力地震動と新耐震指針に基づく今回の基礎版上入力地震動との違いについて、当初設計において工学的判断から見込まれていた安全余裕との関連も含めて、わかりやすく明示するよう東京電力株式会社に指示し、その結果を当委員会に報告するよう求めた。

当委員会は、こうした見解を踏まえ、柏崎刈羽原子力発電所 7 号機に係る入力地震動に対する保安院の判断について、以下のとおり確認した。

保安院は、今般の評価報告書において、東京電力株式会社による入力地震動の算定方法に関し、柏崎刈羽原子力発電所 7 号機の原子炉建屋の解析モデルへの入力地震動は、1 次元波動論に基づき算定しており、その際用いた地盤モデルは、新潟県中越沖地震による解放基盤表面上の地震動から同地盤モデルを用いて算定された原子炉建屋基礎版上の応答が観測記録と整合するものであり、同社による解析モデルへの入力地震動の算定内容は妥当なものと認められるとしている。

また、保安院は、平成 20 年 12 月 11 日の原子力安全委員会決定<sup>5</sup>で示された旧耐震指針による入力地震動と新耐震指針に基づく今回の基礎版上入力地震動との違いに関し、柏崎刈羽原子力発電所 7 号機の原子炉建屋底面における旧耐震指針及び新耐震指針に基づく基準地震動による原子炉建屋基礎版への入力地震動について比較するよう東京電力株式会社に求め、基準地震動 S<sub>s</sub>-1 から S<sub>s</sub>-3 による水平方向の入力地震動は基準地震動 S2-D による入力地震動を上回っており、基準地震動 S<sub>s</sub>-4 及び S<sub>s</sub>-5 による水平方向の入力地震動は基準地震動 S2-D による入力地震動とほぼ同程度であることを確認している。

当委員会は、これらの解析結果について確認するとともに、柏崎刈羽原子力発電所 7 号機の入力地震動について東京電力株式会社より説明を受け、以下を確認した。

- 今般の原子炉建屋の水平方向の地震応答解析モデルに関し、入力地震動は、1 次元波動論に基づき、解放基盤表面レベルに想定する基準地震動 S<sub>s</sub> に対する地盤の応答として評価するとしていること、また、建屋基礎底面レベルにおけるせん断力(以下「切欠き力」という。)を入力地震動に付加することにより、地盤の切欠き効果を考慮していること。
- 同社は、「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)」(平成 20 年 9 月 25 日)において、床などの柔性を考慮した解析及び地震観測記録に基づいた解析などによる検討を実施し、水平方向の地震応答解析モデルの妥当性の確認を行ったとしていること。

## (2) 建物・構築物、機器・配管系の評価について

### 1) 耐震安全性評価に係る品質保証

当委員会は、保安院に対し、機器・配管系を例に、耐震安全性評価に関するプロセスについて説明を求め、以下を確認した。

#### ○ 保安院では、耐震安全性評価に関するプロセスとして、

##### ・ 評価部位の選定の確認

機器については、動的機能と構造強度の観点から、それぞれ主要設備を選定し、評価部位の選定の妥当性を確認している。

また、既往の構造強度の評価結果を参考に耐震構造上重要な部位を複数選定し、適切に構造強度の評価がなされていることなどの確認を行っている。

##### ・ 発生応力等の評価手法の確認

動的機能のうち、ポンプ、非常用ディーゼル及び弁等については、応答加速度を、また、制御棒の挿入性については、原子炉建屋と燃料集合体等の炉内構造物を連成させた地震応答解析を行い燃料集合体の変位を、それぞれ評価していることを確認している。

また、機器の構造強度の評価については、減衰定数、解析モデルの条件等の評価及び応答倍率法の保守性等の確認を行っている。配管については、応答スペクトルの設定方法や最大応力発生点の確認を行っている。

##### ・ 発生応力等と評価基準の照査

動的機能のうち、ポンプ、非常用ディーゼル及び弁等については、評価対象機器の応答加速度に関し、機能維持が確認された加速度以内であることを確認している。動的機能のうち、制御棒の挿入性については、燃料集合体の中央部の相対変位が、振動試験により制御棒が規定時間内に挿入されることが確認されている相対変位内であることを確認している。また、機器及び配管の構造強度については、発生応力が許容応力以下であることを確認している。

さらに、余裕の少ない部位（(許容応力-地震力以外の応力)／発生応力が小さい部位）については、独立行政法人原子力安全基盤機構（以下「JNES」という。）においてクロスチェックを実施している。

なお、当委員会は、東京電力株式会社に対し、耐震安全性評価に関する解析業務の品質管理について説明を求め、以下を確認した。

#### ○ 同社では、許認可等に関する解析業務を実施する際の品質保証活動として、「許認可解析の検証マニュアル」に従い、

- ・ 解析作業に関し手順が定められ、それが遵守されていること
- ・ 入力根拠書が作成されていること
- ・ 解析コードの妥当性確認がなされていること
- ・ 解析に新規性がある場合に、デザインレビュー（設計評価及び検証）が実施されていること

について確認している。

#### ○ 同社は、こうした品質管理の下、柏崎刈羽原子力発電所7号機のバックチェックの解析

においては、これまでに計 11 回の解析調査を実施していること、対象となった解析実施者では解析業務が適切に実施されていることを確認している。また、必要に応じ解析実施者に対して監査を実施し、解析業務を行う際に必要となる品質管理が行われていることを確認している。

## 2) 当初設計時のモデル修正

当委員会は、原子炉の耐震安全性は、①適切な基準地震動の策定、②それに基づく建物・構築物基礎版上設計用入力地震動の適切な設定及び③その設計用入力地震動等に対する構造物・機器等の適切な設計・施工等の 3 要件によって総合的に確保されることが基本であるとの考えをかねてより表明してきている。

当委員会は、平成 20 年 12 月 11 日の原子力安全委員会決定<sup>5</sup>)において、このうちの③の要件については、建物・構築物、特に原子炉建屋及びタービン建屋に関する評価が、その内部に設置される個々の設備・機器の耐震評価の基礎になるもので、最も重要であると考えたとの見解を示している。その上で、今般の柏崎刈羽原子力発電所 7 号機の原子炉建屋及びタービン建屋の地震応答解析モデルについて、当初設計時のモデルを修正していることに関し、新潟県中越沖地震の影響評価においてすでにその妥当性が確認されているものの、それが基準地震動  $S_s$  に対する施設健全性に関する今回の評価結果に結果的にどの程度影響するかについて、改めて出来るだけ定量的に示すよう保安院は東京電力株式会社に指示し、その結果を当委員会に報告するよう求めた。

当委員会は、こうした見解を踏まえ、今般の柏崎刈羽原子力発電所 7 号機の耐震安全性の評価に係る当初設計時のモデル修正に対する保安院の対応について、以下のとおり確認した。

保安院は、本事項について、基準地震動  $S_s$  に対する柏崎刈羽原子力発電所 7 号機の原子炉建屋、タービン建屋及びコントロール建屋の耐震安全性評価において、地震応答解析モデルを設計時のモデルから修正した事項が評価結果に与える影響について、定量的に示すよう東京電力株式会社に求めている。

その結果、東京電力株式会社では、柏崎刈羽原子力発電所 7 号機の原子炉建屋、タービン建屋及びコントロール建屋について、

- ① コンクリートの剛性をコンクリートの実際の平均的な強度をもとに見直した剛性を用いて設計時のモデルを修正した地震応答解析結果と、設計時のコンクリートの設計基準強度から求めた剛性を用いた地震応答解析結果を比較した場合
- ② 耐震要素として補助壁を考慮して設計時のモデルを修正した地震応答解析結果と、補助壁を考慮しない場合の地震応答解析結果を比較した場合
- ③ 新潟県中越沖地震の知見を踏まえ表層地盤の回転ばねを考慮しないように解析モデルを修正した地震応答解析結果と、表層の回転ばねを考慮した地震応答解析結果を比較した場合

について解析を実施している。また、地震応答解析結果の比較は、各建屋の最大応答加速度分布、耐震壁のせん断スケルトン曲線上の最大応答値及び床応答スペクトルについて実施している。

当委員会は、これらの解析結果を確認し、保安院が、いずれの場合においても顕著な差異はみられず、基準地震動  $S_s$  に対する施設の耐震安全性に関する評価結果に支障を与えるような影響は認められなかったと評価していることは、適切であると判断した。

### (3) 基準地震動 $S_s$ による耐震設計上重要な施設の機能確認

当委員会は、今般の保安院による柏崎刈羽原子力発電所 7 号機の基準地震動  $S_s$  に対する耐震設計上重要な施設の耐震安全性の評価結果の確認については、総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会耐震・構造小委員会構造ワーキング・グループ（以下「構造 WG」という。）における検討を踏まえつつ、バックチェックルールに沿って、以下のとおり行っており、同建物・構築物、機器・配管系の機能保持確認を適切に行ったものとする。

#### 1) 建物・構築物

- 耐震安全上重要な建物・構築物として、東京電力株式会社が原子炉建屋、タービン建屋の機能維持部位及びコントロール建屋、非常用ガス処理系用排気筒及び非常用取水路を選定して、基準地震動  $S_s$  に対する耐震安全性の評価を行っていることは妥当なものと判断している。
- 各建屋及び構築物は、建屋や構築物の構造及び地盤状況等を反映した地震応答解析モデルを用いて基準地震動  $S_s$  による地震応答解析を実施し耐震安全性の評価が行われており、妥当なものと判断している。
- 原子炉建屋、タービン建屋の機能維持部位及びコントロール建屋については、基準地震動  $S_s$  による耐震壁のせん断ひずみが、耐震壁の機能が保持される限界的なせん断ひずみに余裕をみて設定されたせん断ひずみの評価基準値内であることなどから、基準地震動  $S_s$  に対して耐震安全性が確保されるものと判断している。
- 非常用ガス処理系用排気筒については、これを支持する換気空調系排気筒及び鉄塔部を含め、基準地震動  $S_s$  により各部の部材に発生する応力が、関係規準に基づく部材の許容値に基づき設定された評価基準値内であることから、基準地震動  $S_s$  に対して耐震安全性が確保されるものと判断している。
- 非常用取水路については、基準地震動  $S_s$  による地震応答解析の結果、構造物の層間変形角及び構造物に作用するせん断力は、構造物の崩壊に対して十分に余裕を持って設定されている限界層間変形角及び構造物のせん断耐力の評価基準値内であることから、基準地震動  $S_s$  に対して通水機能が保持されるものと判断している。
- なお、原子炉建屋、タービン建屋及びコントロール建屋の地震応答解析において、東京電力株式会社がコンクリートの実剛性を用いていること及び設計時には耐震壁として扱っていなかった補助壁を耐震壁として考慮していることを踏まえ、保安院では、東京電力株式会社に対し7号機の原子炉建屋、タービン建屋及びコントロール建屋について、原子炉の運転を開始した日以後30年を経過する日までに、コンクリート強度に係る高経年技術評価を行い、その時点で使用年数の再評価を行うこと、補助壁については耐震壁と同様に取り扱うことを求めている。

## 2) 機器・配管系

- 耐震安全上重要な機器・配管系として、東京電力は S クラス設備及び B、C クラス設備のうち S クラス設備に波及的影響を生じさせるおそれのある設備を選定し、基準地震動  $S_s$  に対して構造強度の保持が要求される機器・配管系と制御棒の挿入性や動的機能が要求される機器系について耐震安全性の評価を行っており、妥当なものと判断している。
- 原子炉本体、原子炉格納施設及び使用済燃料プールについては、これら大型機器の構造を反映してモデル化し原子炉建屋と連成した地震応答解析の結果に基づき各評価部位の構造強度の評価が行われており、妥当なものと判断している。その他の設備の機器及び配管系については、原子炉建屋等の地震応答解析、原子炉建屋と連成した大型機器の地震応答解析の結果得られた床応答スペクトル等に基づき構造強度の評価が行われており、妥当なものと判断している。
- 原子炉本体、原子炉格納施設、使用済燃料プール及びその他の設備の機器・配管系については、その評価部位において、地震力及び地震力と組み合わせる運転状態に応じた荷重により発生する応力が、関連規準に基づき設定された許容応力等の評価基準値内であることから、構造強度を有し耐震安全性が確保されるものと判断している。
- 制御棒挿入性については、基準地震動  $S_s$  による地震応答解析から得られた燃料集合体の中央部の相対変位が、制御棒の挿入性に係る振動試験結果により規定時間内に制御棒が挿入されることが確認されている燃料集合体の中央部の相対変位内であることから、制御棒の挿入性が確保されるものと判断している。
- 動的機器については、基準地震動  $S_s$  による地震応答解析の結果、当該機器に作用する加速度が試験等により動的機能維持が確認された加速度内にあることから、動的機能が維持されるものと判断している。

なお、当委員会としては、基準地震動  $S_s$  による耐震設計上重要な施設の機能確認については、安全上特に重要な「止める」の機能を有する制御棒の挿入性に重点を置き、制御棒挿入性の評価の妥当性を確認するため、東京電力株式会社に対して、同モデルについて説明を求め、以下を確認した。

- 燃料集合体等の炉内構造物は、地盤・建屋と連成したモデルにより地震応答解析を実施していること。
- 燃料集合体等の水中にある炉内構造物の地震応答を考える場合は、原子力発電所耐震設計技術指針(JEAG4601-1987)に従い、炉水による付加質量効果を考慮したモデル化を行っていること。
- 地震応答解析に用いる燃料集合体の減衰定数については、水中の減衰効果を含めて、試験により妥当性を確認した値(設計用減衰定数 7%)を適用していること。
- 評価基準値(相対変位)については、常温における挿入試験により、規定時間内に制御棒が挿入されたことが確認された燃料変位を用いていること。

#### (4) クロスチェックについて

当委員会は、保安院が今般の東京電力株式会社のバックチェック結果の確認に当たり実施した原子炉建屋、機器・配管系のクロスチェックの結果について、保安院及び JNES に対し説明を求め、以下を確認した。

- 原子炉建屋について、JNES において、東京電力株式会社が使用している解析コードとは異なるコード及び床の柔性を考慮した解析モデルによりクロスチェック解析を実施した結果を検討し、同社による原子炉建屋の地震応答解析結果は、JNES の解析結果とほぼ同様であることが確認されていること。
- 原子炉圧力容器本体、炉内構造物及び原子炉格納容器関連機器並びに機器及び配管系についてクロスチェック解析を実施した結果を検討し、発生応力は評価基準値内であることが確認されていること。
- 非常用ディーゼル発電設備、ポンプ、弁等の動的機能についてクロスチェック解析を実施した結果を検討し、地震時の最大応答加速度が双方の結果とも評価基準値内であることが確認されていること。

#### (5) 弾性設計用地震動 Sd に関する検討

当委員会は、平成 20 年 10 月 31 日の原子力安全委員会決定<sup>17</sup>において、旧耐震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耐震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との見解を示した。

また、平成 20 年 12 月 11 日の原子力安全委員会決定<sup>5</sup>において、弾性設計用地震動 Sd に対する弾性設計評価が、実質的耐震安全裕度を確保する上から重要であるとの見解を示した。

当委員会は、こうした見解を踏まえ、柏崎刈羽原子力発電所 7 号機に係る弾性設計用地震動に対する保安院の判断について、以下のとおり確認した。

保安院は、本事項に関し、柏崎刈羽原子力発電所 7 号機の主要かつ代表的な施設について、新耐震指針に即した弾性設計用地震動 Sd 及び静的地震力による評価を実施するよう東京電力株式会社に求めている。

その結果、東京電力株式会社では、原子炉建屋について、弾性設計用地震動 Sd-1 及び Sd-2 を基準地震動 Ss-1 及び Ss-2 にそれぞれ係数 0.5 を乗じたものとし、静的地震力も含めて、これらによる外壁及び RCCV(鉄筋コンクリート製原子炉格納容器)のせん断スケルトン曲線上の応答結果をもとに評価を行っている。また、機器・配管系については、基準地震動 Ss-1 から Ss-5 に係数 0.5 を乗じたものを弾性設計用地震動 Sd とし、弾性設計用地震動 Sd 及び静的地震力による①原子炉圧力容器スカート、遮へい壁及び原子炉本体基礎の大型機器に作用する曲げモーメント及びせん断力の最大値、②原子炉建屋に設置される機器に適用する評価用震度の最大値、③炉心支持構造物、残留熱除去系ポンプ基礎ボルト、残留熱除去系配管、原子炉圧力容器基礎ボルト、主蒸気系配管、原子炉格納容器のサブレッションチェンバ出入口における応力値を求めて評価を行っている。

保安院では、この東京電力株式会社による評価結果について検討を行い、以下の確認を行っている。

- 原子炉建屋の外壁及び RCCV のせん断スケルトン曲線上の弾性設計用地震動 Sd-1、Sd-2 及び静的地震力の応答は弾性範囲であることが確認されている。
- 機器・配管系については、①原子炉圧力容器スカート、遮へい壁及び原子炉本体基礎に作用する弾性設計用地震動 Sd によるせん断力及びモーメントの最大値及び②原子炉建屋に設置される機器に適用する弾性設計用地震動 Sd による評価用震度の最大値は、基準地震動 S1 又は静的震度による荷重の最大値または評価用震度の最大値と同程度となっていることが確認されている。
- 炉心支持構造物、残留熱除去系ポンプ基礎ボルト、残留熱除去系配管、原子炉圧力容器基礎ボルト、主蒸気系配管、原子炉格納容器のサブプレッションチェンバ出入口については弾性設計用地震動 Sd による地震力及び地震力以外の荷重を考慮して応力評価を行った結果、弾性範囲にあることが確認されている。

当委員会は、これらの解析結果について確認するとともに、弾性設計用地震動 Sd を設定するための基準地震動 Ss に乗ずる係数は、弾性限界と機能維持限界の比率の観点から、原子炉建屋及び機器・配管系の弾性限界と機能維持限界の間には、概ね 2 倍以上の裕度があること、さらに、地震と事故時荷重の組合せの観点から、地震動の年超過確率を参照し、0.5 としていることを確認した。

#### (6) 耐震強化工事について

当委員会は、平成 20 年 12 月 11 日の原子力安全委員会決定<sup>5</sup>)において、耐震設計上重要な施設に関する耐震安全性評価の結果の中には、耐震強化後の施設について評価がなされたものがあるとされている点に関連して、安全裕度の確保に対する国民への説明責任を果たすため、安全性を確保するためにどのような方策が実際になされたかに関し、特にその耐震強化の考え方や強化箇所を選定の考え方、すなわち、基準地震動 Ss あるいは弾性設計用地震動 Sd によるものなのか、他の理由によるものかなどを、具体的な場所を挙げて整理して示すことが肝要であるとの見解を示している。その上で、それについても報告するよう保安院は東京電力株式会社に指示し、当委員会にその結果を報告するよう求めた。

保安院は、本事項に関し、柏崎刈羽原子力発電所 7 号機の耐震設計上重要な施設の耐震強化の考え方及び強化箇所を選定について報告するよう東京電力株式会社に求め、当委員会は、東京電力株式会社から以下の報告を受けた。

##### 1) 耐震強化の基本方針

基準地震動 Ss に対して耐震設計上重要な施設の安全機能をより確かにする目的で耐震強化工事を実施する。

## 2) 耐震強化箇所の選定の基本的な考え方

- ① 基準地震動  $S_s$  の策定前に耐震強化工事計画を立案する必要があったため、耐震強化用地震動(原子炉建屋基礎版上で 1000 ガルの揺れになるように定めた地震動。具体的には、新潟県中越沖地震の際に 1、4、6 号機の原子炉建屋基礎版上の観測記録を 1.5 倍したもの)を用いて耐震設計上重要な施設の動的解析を実施して余裕の少ない部位を抽出する。
- ② 余裕の少ない部位の補強設計用荷重については、耐震強化用地震動による動的解析の結果を参考にして工学的判断により定める。
- ③ 耐震強化工事を実施中に策定された基準地震動  $S_s$  に対して、暫定的な動的解析を行い追加補強の必要性のチェックを行うこととする。

## 3) 耐震補強の具体例

### ① 原子炉建屋の屋根トラス

耐震強化用地震動による動的解析の結果、主トラスは余裕があることが確認されたが、それと直交するサブトラスの一部や下面水平ブレースなどの二次部材は余裕が少ないことが確認されたため、部材の追加、断面性能向上等の耐震補強を実施した。

### ② 排気筒(鉄骨構造)

耐震強化用地震動による動的解析の結果、支持鉄塔の部材の一部で余裕が少ないことが確認され、部材の取り替えまたは制震装置の設置について工事内容、工事期間を比較検討した結果、部材の交換及び制震装置(オイルダンパー)を設置することとした。

### ③ 燃料取替機

新潟県中越沖地震によるシミュレーション解析の結果、燃料取替機の構造フレームの発生応力がⅢ<sub>A</sub>S 及びⅣ<sub>A</sub>S による許容応力に対して、その余裕が少ないことから落下防止用部材の強化等の耐震補強を実施した。

### ④ 配管系

新潟県中越沖地震によるシミュレーション解析の結果、残留熱除去系の配管の発生応力がⅢ<sub>A</sub>S 及びⅣ<sub>A</sub>S による許容応力に対して、その余裕が少ないことから残留熱除去系などの系統の主配管の支持構造物(メカニカルスナッパ等)の追設及び容量増強等の耐震補強を実施した。

当委員会は、これらの内容を確認するとともに、耐震設計上重要な施設に対する耐震強化工事の範囲が上記 3) に掲げるものであることなど、今般、耐震強化工事を実施している残留熱除去系配管及び主蒸気配管に関し、耐震強化後においても弾性設計用地震動  $S_d$  による地震力に対して、概ね弾性状態であること、耐震強化後においては、強化前の基準地震動  $S_1$  による地震力又は静的地震力に対して有していた耐震裕度とほぼ同等の裕度を有していることを確認した。

## (7) 経年劣化事象への考慮について

当委員会は、平成 20 年 10 月 31 日の原子力安全委員会決定<sup>17</sup>に示したように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ことを確認している。

すなわち、保安院は、柏崎刈羽原子力発電所 7 号機に関して、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、

- 配管減肉については、技術基準上の必要最小厚さ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。

なお、本事項に関し、当委員会は、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変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との見解を示した。

### 2-5-3 まとめ

当委員会は、今般の保安院からの評価報告書の内容を検討するに当たっては、バックチェック結果の確認や、柏崎刈羽原子力発電所に関する耐震安全性に対して示した委員会決定等を踏まえ、当委員会の考え方を整理しつつ検討を行った。

すなわち、バックチェック結果の確認とは、基準地震動  $S_s$  により施設の安全機能が維持されることを確認することであるが、基準地震動  $S_s$  ばかりでなく、それに工学的に適切な係数をかけて設定されるべき弾性設計用地震動  $S_d$  等による代表的な施設の応答の程度を弾性状態と比較して把握することも、実質的耐震安全裕度を確保する上で重要であるとの認識に立脚し、主要かつ代表的な施設について、新耐震指針に即した弾性設計用地震動  $S_d$  による地震力及び静的地震力による評価結果を確認するとの観点から検討を行った。

その結果、当委員会は、今般の保安院による柏崎刈羽原子力発電所 7 号機の基準地震動  $S_s$  に対する耐震設計上重要な施設の耐震安全性の評価結果の確認については、構造 WG における検討を踏まえつつ、バックチェックルールに沿って行っており、同建物・構築物、機器・配管系の機能保持等の確認を適切に行っているものと判断した。

また、当委員会は、保安院において、バックチェック結果の確認や、柏崎刈羽原子力発電所の耐震安全性に対して示した原子力安全委員会決定において指摘された、入力地震動や、耐震裕度等に関する事項について適切に対応がなされたものと判断した。

以上は耐震安全性評価の経過と手順を含めた評価内容のまとめである。

新耐震指針による耐震安全性評価の結果の意味するところを、「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所7号機の施設健全性評価に関する見解について」(平成21年2月17日耐震安全性評価特別委員会)の内容も踏まえつつ、以下に要約する。

今般、柏崎刈羽原子力発電所7号機を対象に報告された、基準地震動  $S_s$ 、弾性設計用地震動  $S_d$ 、旧耐震指針における基準地震動  $S_2$  の大きさを、それぞれの地震動がもたらす建物、機器の弾性応答等の解析結果について詳細な説明を受けた。これらの解析結果を極めて大まかにとらえると、7号機に関する限り、基準地震動  $S_2$  と弾性設計用地震動  $S_d$  及び新潟県中越沖地震動はほぼ同程度の大きさを持っていると推定される。また、原子炉建屋に働く静的地震力と基準地震動  $S_2$  による地震動はほぼ同程度である。

7号機における弾性設計用地震動  $S_d$  の基準地震動  $S_s$  に対する比率は0.5と設定されており、旧耐震指針に比べて新耐震指針の与える地震動の大きさは基準地震動  $S_2$  と基準地震動  $S_s$  の比較において旧耐震指針の約2倍程度である。

一方で7号機の点検評価結果から、7号機の建屋、機器類は新潟県中越沖地震の下で、ほぼ弾性範囲にあったことが確認されている。

加えて、建屋の解析結果や、補強前の配管系の解析結果からも、耐震設計上重要な施設は新耐震指針による評価にも耐えることが明らかにされた。この意味で、柏崎刈羽原子力発電所7号機の新潟県中越沖地震による被災経験は特筆すべき貴重なものであると言える。

新潟県中越沖地震発生以降、耐震裕度が低いと予想される物については耐震強化工事が行われた。それらのうち、耐震設計上重要な施設の大部分は、補強以前のデータから補強以前においても基準地震動  $S_s$ 、弾性設計用地震動  $S_d$  の評価基準値を満たしていたことが示された。

このように大きな基準地震動  $S_s$  に対して施設の耐震安全性が保たれている理由は、旧耐震指針に示された静的地震力、基準地震動  $S_1$ 、基準地震動  $S_2$  による耐震安全性評価の多重性並びに各施設の地震応答評価結果が持つ保守性により、施設自身の設計段階の耐震裕度が十分にあったことにあることも明らかにされた。

柏崎刈羽原子力発電所については、新潟県中越沖地震を受けたことから、特に、耐震安全性の説明性が強く求められていることに鑑み、今般、当委員会が示した観点から多方面の検討が行われた。7号機以外の施設についても、単に基準地震動  $S_s$  による評価のみでなく、静的地震力、基準地震動  $S_1$  及び基準地震動  $S_2$  並びに弾性設計用地震動  $S_d$  に対する評価検討を総合的に行っていくことが必要であると考えられる。

### 3. おわりに

今回、東京電力株式会社が実施した柏崎刈羽原子力発電所の敷地・敷地周辺の地質・地質構造、基準地震動  $S_s$  及び地震随件事象の評価並びに基準地震動  $S_s$  に対する7号機の耐震安全性の評価は、新耐震指針に基づき、現時点における最新の知見に照らして十分検討が行われていると考えるが、原子力施設の安全確保の第一義的責任を有する設置許可を受けた事業者は、常に新たな知見と経験の蓄積に応じて、それらを適切に反映する必要がある、こうした取組みを継続していくことが肝要である。

なお、敷地近傍の耐震設計上考慮する活断層の変位に伴う基礎地盤の変形の影響評価は、

くいちがい弾性論に基づき定性的な評価が可能であり、原子力施設の耐震安全性に係る不安・懸念への対応に資する観点から、他の原子力施設においても活断層の変位に伴う基礎地盤の変形の影響評価を行い、その結果を公表することを期待する。

- 
- <sup>1</sup> 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結果の中間報告等に係る原子力安全・保安院における検討に際しての意見(平成 20 年 5 月 16 日原子力安全委員会決定)
  - <sup>2</sup> 柏崎刈羽原子力発電所における新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動に係る報告を受けて(平成 20 年 5 月 22 日原子力安全委員会決定)
  - <sup>3</sup> 柏崎刈羽原子力発電所で取得された地震観測データの分析及び基準地震動に係る報告を踏まえてバックチェック結果の確認において検討すべき事項の追加について(平成 20 年 6 月 16 日原子力安全委員会決定)
  - <sup>4</sup> 「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所 敷地・敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動の評価に係る報告書(中間報告)」に対する見解(平成 20 年 12 月 11 日原子力安全委員会決定)
  - <sup>5</sup> 柏崎刈羽原子力発電所 7 号機の耐震安全性評価等について(平成 20 年 12 月 11 日原子力安全委員会決定)
  - <sup>6</sup> 松田時彦 : 最大地震規模による日本列島の地震分帯図、地震研究所彙報 Vol.65、1990、pp.289-319
  - <sup>7</sup> Noda, S. et al. : RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES、OECD-NEA、2002、pp.16-18
  - <sup>8</sup> 島崎邦彦 : 震源断層より短い活断層の長期予測、日本活断層学会 2008 年度秋季学術大会予稿集、2008.11
  - <sup>9</sup> 「基盤的調査観測対象活断層の評価手法」報告書(平成 17 年 8 月 24 日 地震調査研究推進本部 地震調査委員会長期評価部会)
  - <sup>10</sup> 「全国を概観した地震動予測地図」報告書(平成 18 年 9 月 25 日改訂 地震調査研究推進本部 地震調査委員会)
  - <sup>11</sup> 武村雅之 : 日本列島およびその周辺地域に起こる浅発地震のマグニチュードと地震モーメントの関係、地震 第 2 輯、第 43 号、1990、pp.257-265
  - <sup>12</sup> 加藤研一他 : 震源を事前に特定できない内陸地殻内地震による地震動レベル、日本地震工学会論文集 第 4 巻 第 4 号、2004、pp.46-86
  - <sup>13</sup> 「柏崎刈羽原子力発電所の基準地震動策定に係る原子力安全・保安院における検討に際しての意見」(平成 20 年 9 月 25 日耐震安全性評価特別委員会)
  - <sup>14</sup> 大竹政和、平朝彦、太田陽子 : 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス、東京大学出版会、2002
  - <sup>15</sup> 石橋克彦 : 佐渡海盆東縁断層の存在の可能性について、新潟県「地震、地質・地盤に関する小委員会」第 6 回、2008.6.11
  - <sup>16</sup> 石橋克彦 : 柏崎刈羽原発の新たな基準地震動: 内容と審議の大きな欠陥、岩波「科学」Vol.78、No.8、2008、pp.819-823
  - <sup>17</sup> 「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所 7 号機の施設健全性評価に関する見解について」(平成 20 年 10 月 31 日原子力安全委員会決定)

## 検討の経過

### 1. バックチェック指示等

平成 18 年 9 月 19 日

「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」(原子力安全委員会決定)

平成 19 年 7 月 5 日

「耐震安全性に関する調査プロジェクトチームの設置」について」(原子力安全委員会決定)

平成 19 年 7 月 30 日

「新潟県中越沖地震による影響に関する原子力安全委員会の見解と今後の対応」(原子力安全委員会決定)

平成 19 年 11 月 15 日

「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の要請について」(法令報告要請)

平成 20 年 5 月 16 日

「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結果の中間報告等に係る原子力安全・保安院における検討に際しての意見」(原子力安全委員会決定)

平成 20 年 5 月 22 日

「柏崎刈羽原子力発電所における新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動に係る報告を受けて」(原子力安全委員会決定)

平成 20 年 6 月 16 日

「柏崎刈羽原子力発電所で取得された地震観測データの分析及び基準地震動に係る報告を踏まえてバックチェック結果の確認において検討すべき事項の追加について」(原子力安全委員会決定)

平成 20 年 6 月 20 日

「「活断層に関する安全審査の手引き」について」(指示)(原子力安全委員長から耐震安全性評価特別委員会委員長への指示)

平成 20 年 9 月 25 日

「柏崎刈羽原子力発電所の基準地震動策定に係る原子力安全・保安院における検討に際しての意見」(耐震安全性評価特別委員会)

平成 20 年 10 月 31 日

「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所 7 号機の施設健全性評価に関する見解について」(原子力安全委員会決定)

平成 20 年 12 月 11 日

「柏崎刈羽原子力発電所7号機の耐震安全性評価等について」(原子力安全委員会決定)

「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所 敷地・敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動の評価に係る報告書(中間報告)」に対する見解」(原子力安全委員会決定)

## 2. 耐震安全性に関する調査プロジェクトチーム

	開催日	主な検討事項
第 1 回	平成 19 年 7 月 13 日	耐震安全性に関する調査プロジェクトチームの検討方法等について 地震調査研究推進本部における活動概要と最近の動向について
第 2 回	平成 19 年 7 月 19 日	新潟県中越沖地震の評価
第 3 回	平成 19 年 8 月 10 日	新潟県中越沖地震による影響に関する原子力安全委員会の見解と今後の対応 新潟県中越沖地震の評価 など
第 4 回	平成 19 年 8 月 24 日	柏崎刈羽原子力発電所の耐震設計における活断層評価と今回の地震を踏まえた地質調査計画について 平成19年新潟県中越沖地震柏崎刈羽原子力発電所の観測記録について など
第 5 回	平成 19 年 9 月 11 日	科学技術振興調整費「新潟県中越沖地震に関する緊急調査研究」概要 など
第 6 回	平成 19 年 11 月 7 日	東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所及びその周辺の現地調査について (結果報告)(案) 柏崎刈羽原子力発電所新潟県中越沖地震に対する検討の進め方(案)など
第 7 回	平成 19 年 12 月 17 日	新潟県中越沖地震に対する柏崎刈羽原子力発電所の耐震安全性の検討状況 について など

## 3. 耐震安全性評価特別委員会

(耐特委＝耐震安全性評価特別委員会、震動委＝地震・地震動評価委員会、健全委＝施設健全性評価委員会、作業会合＝地震動解析技術等作業会合)

	開催日	主な検討事項
第 1 回 耐特委	平成 19 年 12 月 27 日	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 新潟県中越沖地震を踏まえ原子力発電所等の耐震バックチェックに反映すべき事項の中間取りまとめについて など
第 1 回 震動委	平成 20 年 1 月 23 日	新潟県中越沖地震に対する柏崎刈羽原子力発電所の耐震安全性の検討状況について など

第1回 健全委	平成20年 1月23日	新潟県中越沖地震に対する柏崎刈羽原子力発電所の施設に係る耐震安全性の検討状況について 柏崎刈羽原子力発電所7号機の設備点検に対する原子力安全・保安院の確認方針について
第2回 震動委	平成20年 2月21日	新潟県中越沖地震に対する柏崎刈羽原子力発電所の耐震安全性の検討状況について 「新潟県中越沖地震等を踏まえ原子力発電所等の耐震バックチェックに反映すべき事項の中間取りまとめについて」への対応について(案) など
現地調査	平成20年 2月22日	施設健全性評価委員会現地調査
第2回 健全委	平成20年 2月22日	新潟県中越沖地震に対する柏崎刈羽原子力発電所の施設に係る耐震安全性の検討状況について など
現地調査	平成20年 3月19日	施設健全性評価委員会現地調査
第3回 健全委	平成20年 3月28日	東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所の設備健全性評価について など
第4回 健全委	平成20年 4月28日	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関する点検・評価に関する中間とりまとめ(報告書)について 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ついて 新潟県中越沖地震による影響を踏まえた原子力安全・保安院における検討(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(案)について など
第3回 震動委	平成20年 5月1日	柏崎刈羽原子力発電所の敷地周辺(陸域、海域)の地質・地質構造 など
第3回 耐特委	平成20年 5月12日	新潟県中越沖地震による影響を踏まえた原子力安全・保安院における検討(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(案)について など
第4回 耐特委	平成20年 5月29日	柏崎刈羽原子力発電所における平成19年新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動に係る報告等について など
第4回 震動委	平成20年 6月4日	柏崎刈羽原子力発電所の敷地周辺の地質・地質構造に係わる補足説明 敷地内の断層に関する調査結果 など
第5回 健全委	平成20年 6月12日	東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所の設備健全性評価について など
第5回 震動委	平成20年 7月3日	柏崎刈羽原子力発電所における新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動に係る報告等について など
第6回 震動委	平成20年 7月16日	柏崎刈羽原子力発電所における新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動に係る報告等について など

第6回 健全委	平成20年 7月18日	東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所の設備健全性評価について など
作業会合	平成20年 7月24日	解放基盤表面における地震動の推定、地震応答解析手法、建屋の応答解析 など
第7回 震動委	平成20年 8月27日	柏崎刈羽原子力発電所における活断層及び地震動評価について
第7回 健全委	平成20年 8月28日	原子力安全・保安院における設備健全性に係る点検・評価の状況について 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 点検・評価に関する報告について など
現地調査	平成20年 9月4日	施設健全性評価委員会の現地調査
現地調査	平成20年 9月5日	耐震安全性評価特別委員会の現地調査
第7回 耐特委	平成20年 9月5日	柏崎刈羽原子力発電所の基準地震動の策定について 柏崎刈羽原子力発電所の施設健全性について など (柏崎市内で開催)
第8回 震動委	平成20年 9月16日	柏崎刈羽原子力発電所における活断層及び地震動評価について(F-B褶曲 群の評価、片貝断層の不確かさを考慮した地震動評価)など
意見交換 会	平成20年 9月19日	(活断層評価に関する専門家との意見交換会)
第8回 耐特委	平成20年 8月25日	東京電力柏崎刈羽原子力発電所の基準地震動の見直しについ 柏崎刈羽原子力発電所の基準地震動の策定について など
第9回 震動委	平成20年 10月2日	東京電力柏崎刈羽原子力発電所の基準地震動の見直しについて
第8回 健全委	平成20年 10月10日	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関す る点検・評価について 東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所の設備健全性評価に係る原子 力安全委員 会の意見への対応状況について
作業会合	平成20年 10月20日	作業会合(7月24日)の指摘事項への回答、伝達関数の算定 など
第9回 健全委	平成20年 10月23日	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関す る点検・評価について 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)及び建物・構築物の健全性評価に係る報 告 など
第9回 耐特委	平成20年 10月23日	柏崎刈羽原子力発電所の基準地震動策定に係る原子力安全・保安院にお ける検討に際しての意見(案) 東京電力柏崎刈羽原子力発電所の基準地震動について など

第10回 健全委	平成20年 10月28日	東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所7号機の設備の健全性評価に関する点検・評価について など
第10回 耐特委	平成20年 10月30日	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関する見解について 新潟県中越沖地震を踏まえた柏崎刈羽原子力発電所における確認用地震動の評価について 東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所 敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動の評価に係る報告書(中間報告)(案)について など
第10回 震動委	平成20年 11月10日	東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所 敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動の評価に係る報告書(中間報告)(案)について など
第11回 震動委	平成20年 11月13日	東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所 敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動の評価の補足説明 など
第11回 健全委	平成20年 11月18日	東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所7号機の施設健全性評価に関する点検・評価について 柏崎刈羽原子力発電所の施設に係る耐震安全性の検討状況について
第12回 震動委	平成20年 11月18日	柏崎刈羽原子力発電所における基準地震動の策定に関する補足説明 「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所 敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動の評価に係る報告書(中間報告)」に対する見解(案)など
第13回 震動委	平成20年 11月21日	東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所 敷地・敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動の評価に係る報告書(中間報告)について 東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所 敷地・敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動に関する論点整理 など
現地調査	平成20年 11月28日	施設健全性評価委員会現地調査
作業会合	平成20年 12月1日	原子力安全・保安院の実施した海上音波探査結果について
第14回 震動委	平成20年 12月1日	東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所 敷地・敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動に関する論点整理 東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所 敷地・敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動の評価に係る報告書(中間報告)について など
第11回 耐特委	平成20年 12月3日	「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所 敷地・敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動の評価に係る報告書(中間報告)」に対する見解について
第12回 耐特委	平成12年 12月8日	「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所 敷地・敷地周辺の地質・地質構造及び基準地震動の評価に係る報告書(中間報告)」に対する見解(案)について 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果について など

第12回 健全委	平成12年 12月8日	東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所7号機の施設健全性評価に関する点検・評価について 柏崎刈羽原子力発電所の施設に係る耐震安全性の検討状況について
第13回 健全委	平成20年 12月16日	東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所7号機の施設健全性評価に関する点検・評価について 柏崎刈羽原子力発電所の施設に係る耐震安全性の検討状況について
作業会合	平成20年 12月17日	原子炉建屋基礎地盤の安定性について 敷地近傍の耐震設計上考慮する活断層の変位に伴う基礎地盤の変形の影響評価について 津波に対する安全性について など
第14回 健全委	平成21年 1月7日	東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所7号機の施設健全性評価に関する点検・評価について など
作業会合	平成21年 1月8日	解析作業会合(12月17日)の指摘事項への回答
第15回 健全委	平成21年 1月16日	柏崎刈羽原子力発電所の施設に係る耐震安全性の検討状況について
第13回 耐特委	平成21年 1月21日	東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所7号機の施設健全性及び耐震安全性に関する検討状況について など
作業会合	平成21年 1月22日	解析作業会合(1月8日)の指摘事項への回答 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について
第16回 健全委	平成21年 1月23日	柏崎刈羽原子力発電所の施設に係る耐震安全性の検討状況について など
作業会合	平成21年 1月28日	解析作業会合(1月22日)の指摘事項への回答
第17回 健全委	平成21年 1月29日	柏崎刈羽原子力発電所の施設に係る耐震安全性の検討状況について 柏崎刈羽原子力発電所の施設健全性評価に関する点検・評価状況について など
第14回 耐特委	平成20年 1月30日	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関する検討状況について 東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所の施設健全性に関する検討状況について など
第18回 健全委	平成21年 2月3日	柏崎刈羽原子力発電所7号機の耐震安全性に関する検討状況について 柏崎刈羽原子力発電所7号機の施設健全性に関する検討状況について
作業会合	平成21年 2月3日	解析作業会合(1月28日)の指摘事項への回答
第15回 耐特委	平成21年 2月6日	柏崎刈羽原子力発電所7号機の施設健全性に関する検討状況について 柏崎刈羽原子力発電所7号機の耐震安全性に関する検討状況について など

作業会合	平成 21 年 2 月 12 日	施設健全性評価について 耐震安全性評価について など
第 19 回 健全委	平成 21 年 2 月 13 日	柏崎刈羽原子力発電所の施設健全性評価について 柏崎刈羽原子力発電所の耐震安全性評価について
第 16 回 耐特委	平成 21 年 2 月 13 日	柏崎刈羽原子力発電所の施設健全性評価について 柏崎刈羽原子力発電所の耐震安全性評価について など
作業会合	平成 21 年 2 月 13 日	柏崎刈羽原子力発電所の耐震安全性評価について
作業会合	平成 21 年 2 月 16 日	柏崎刈羽原子力発電所の耐震安全性評価について
第 17 回 耐特委	平成 21 年 2 月 17 日	柏崎刈羽原子力発電所の耐震安全性評価について 柏崎刈羽原子力発電所の耐震安全性評価について など