

原子力発第08141号
平成20年9月4日

愛媛県知事
加戸守行 殿

四国電力株式会社
取締役社長 常盤百樹

新潟県中越沖地震を踏まえた原子力発電所等の耐震安全性評価に
反映すべき事項に係る国からの通知について

拝啓 時下ますますご清栄のこととお慶び申し上げます。平素は、当社事業につきまして格別のご理解を賜り、厚くお礼申し上げます。

さて、新潟県中越沖地震を踏まえた原子力発電所等の耐震安全性評価に反映すべき事項に関して、平成20年9月4日付けで経済産業省原子力安全・保安院から、別添のとおり通知がありましたので、安全協定第10条第4項に基づきご報告いたします。

敬 具

経済産業省

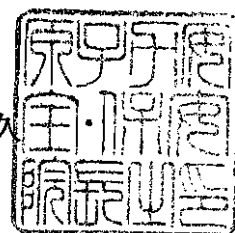
平成20・08・29原院第10号

平成20年9月4日

四国電力株式会社

取締役社長 常盤 百樹 殿

経済産業省原子力安全・保安院長 薦田 康久



新潟県中越沖地震を踏まえた原子力発電所等の耐震安全性評価に
反映すべき事項について

原子力安全・保安院は、別紙（NISA-151b-08-4、NISA-191b-08-1、NISA-185d-08-5、NISA-171b-08-1）のとおり、原子力事業者等に対し、耐震設計審査指針の改訂に伴う既設原子力発電所等の耐震安全性評価の際に、平成19年新潟県中越沖地震により得られた知見を反映することを求めることとしました。

つきましては、貴社におかれましても、別紙に従い、所要の対応をお願いします。

(別紙)

平成 20・08・29 原院第 10 号

平成 20 年 9 月 4 日

新潟県中越沖地震を踏まえた原子力発電所等の耐震安全性評価に
反映すべき事項について

経済産業省原子力安全・保安院

NISA-151b-08-4

NISA-191b-08-1

NISA-185d-08-5

NISA-171b-08-1

平成 19 年新潟県中越沖地震（以下「今回の地震」という。）を受け、原子力安全・保安院（以下「当院」という。）は、総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会耐震・構造設計小委員会において、東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所各号機の原子炉建屋基礎版等の観測地震動が設計時に想定した地震動を上回った要因の分析、今回の地震による柏崎刈羽原子力発電所への影響の検討等とともに、既設原子力発電所等の耐震安全性の確保の観点から、今回の地震から得られる知見を整理し、耐震設計審査指針の改訂に伴う既設原子力発電所等の耐震安全性評価（以下「耐震バックチェック」という。）に反映すべき事項の検討を行うこととしました。

その後、平成 19 年 12 月 27 日に当院は、それまでの検討状況を踏まえ、「新潟県中越沖地震を踏まえた原子力発電所等の耐震安全性評価に反映すべき事項（中間取りまとめ）について」（以下「中間取りまとめ」という。）を発出し、耐震バックチェックに反映すべき事項の一部を原子力事業者等に通知しました。

今般、柏崎刈羽原子力発電所各号機の原子炉建屋基礎版上の観測地震動が設計時に想定した地震動を上回った要因の分析、今回の地震による柏崎刈羽原子力発電所への影響の検討等が進んだことを踏まえ、当院は、今回の地震から得

られる知見を整理し、耐震バックチェックに反映すべき事項として取りまとめたので、原子力事業者等に対し、先般発出した中間取りまとめの指示事項に加え、下記の事項を耐震バックチェックに反映するよう求めます。

記

1. 地震及び地震動の評価

今回の地震による柏崎刈羽原子力発電所の各号機の原子炉建屋基礎版の観測地震動が同規模の地震から推定される平均的な地震動と比べて大きかった要因は、今回の地震の震源特性及び柏崎刈羽原子力発電所敷地の地下構造特性であることが分析された。震源特性としては、短周期レベルが平均的なものよりおよそ 1.5 倍程度大きかったこと及び3つのアスペリティのうちの一つが敷地に近く強い地震波が伝播したことがあげられる。また、地下構造特性としては、地震基盤上面が傾斜していることに加えて堆積層が厚く褶曲構造を呈し、その堆積層の各層ごとの地震波の伝播速度に差があったこと（以下、「速度構造」という。）が相まって、震源から伝播してくる地震波に大きな増幅をもたらしたものと推定される。これらを踏まえて、耐震バックチェックに当たっては、中間取りまとめの1.(6)の具体的な事項として以下の事項を考慮することとする。

1) 震源特性

検討用地震による敷地の地震動を応答スペクトル及び断層モデルによる手法に基づいて評価を行う際には、震源モデルのパラメータの不確かさを考慮した評価を行う。詳細は、別添による。

2) 地下構造特性

地下構造特性による影響については、地震観測記録の分析や地下構造モデルを構築することにより考慮する。

(1) 応答スペクトルによる場合

応答スペクトルを用いて地震動を評価する際には、地震観測記録や断層モデルによる場合に構築された地下構造モデルに基づく解析結果を分析し、必要に応じて補正を行う。なお、応答スペクトルによる手法の適用範囲から大きく外れる場合には、断層モデルによる結果を重視する。

(2) 断層モデルによる場合

経験的グリーン関数法を用いる場合

検討用地震による敷地の地震動を評価する際、要素地震波として震源位置、震源メカニズム、地震波の到来方向等からみて地下構造特性

が適切に反映されている観測記録が得られている場合は、経験的グリーン関数法により地震動を評価する。

統計的グリーン関数法と理論的手法によるハイブリッド合成法を用いる場合

検討用地震による地震動を統計的グリーン関数法と理論的手法によるハイブリッド合成法を用いて評価する場合には、地下構造データに基づき、地震基盤から解放基盤表面までの地盤の速度構造、減衰特性等を適切にモデル化した地下構造モデルを用い、地震基盤の形状や堆積層の厚さを考慮した地震動の評価を行う。

地下構造のモデル化に当たっては、文献調査、地質調査、地震観測記録の分析、PS 検層、地震探査等の地下構造データをもとに、地震基盤から解放基盤表面までの地盤の速度構造、減衰特性等について不確かさも考慮しながら適切にモデル化した地下構造モデルを構築する。なお、構築した地下構造モデルの速度構造、減衰特性等についてはその設定根拠を明らかにする。

3) 基準地震動 S_s は、上記の震源特性及び地下構造特性を考慮した地震動に基づき策定する。

2. 施設の耐震安全性評価

今回の地震による柏崎刈羽原子力発電所の影響検討として、柏崎刈羽原子力発電所の各号機の原子炉建屋の基礎版上で得られた水平方向の観測記録を入力地震動としてシミュレーション解析を行い、中間階の観測記録との整合性によりモデルの妥当性を検討した。その結果、建屋の床などを剛とした解析モデルでも構造及び材料特性に関して実情に即した値を用いれば、一部の原子炉建屋の中間階の水平方向の観測記録を除いて、シミュレーション解析結果が観測記録とほぼ整合することが確認された。また、一部の原子炉建屋の中間階の水平方向の観測記録についても、床などの柔性を考慮した解析モデルを用いることにより概ね整合することが確認された。

このような柏崎刈羽原子力発電所の原子炉建屋のシミュレーション解析に係る検討結果を踏まえ、耐震バックチェックに当たっては、以下の事項を考慮することとする。

1) 地震応答解析においては、設計時の施設の剛性、振動特性等を用いた解析モデルによるほか、実際の地震記録等において建屋の剛性、機器などの振動特性等が把握されている場合は、当該剛性や振動特性などを考

慮した解析モデルにより耐震安全性を評価することができるものとする。

- 2) 念のため、床などの柔性を考慮した解析あるいは地震観測記録に基づいた解析などにより検討を行い、耐震バックチェックで用いた水平方向の地震応答解析モデルによる耐震安全性の評価に問題がないことを確認する。

以上

(別添)

検討用地震による地震動の評価における震源モデルの不確かさの考慮について

1. 基本的考え方

耐震設計上考慮すべき検討用地震による地震動は、地質調査結果、地震記録及び地震学的知見に基づき、震源断層の巨視的パラメータ、微視的パラメータ及びその他の震源パラメータ（以下「震源モデル」という。）を設定して評価が行われる。

震源モデルの設定に当たっては、検討用地震と関連する地震記録や詳細な地質調査結果等に基づき、信頼性の高い震源モデルの設定を行うことが望ましいが、検討用地震と関連する地震記録が得られていることは稀であり、また、詳細な地球物理学的調査等によっても特定可能なパラメータは限られ、専門家による見解が異なることもあることなどから、地震動の評価に用いた震源モデルには不確かさが伴うことに留意する必要がある。

このため、耐震設計上考慮すべき検討用地震による地震動を応答スペクトルによる手法及び断層モデルによる手法を用いて評価を行うに当たっては、地質調査結果、地震記録、地震学的知見を踏まえ、パラメータの不確かさを考慮した評価が必要である。

具体的には、以下に示すように、不確かさとして考慮するパラメータや、その不確かさの範囲や程度について、十分検討することとする。

なお、不確かさの考慮は、将来的には確率論的評価手法による結果も利用して実施することが考えられるが、現時点では、耐震設計審査指針においても確率論的評価手法による確率値は地震動等の判断基準として採用しておらず、超過確率を参照するという位置づけになっている。このため、不確かさを考慮して策定された基準地震動の超過確率を参照することとする。

また、地質調査や評価手法の高度化等により、不確かさを小さくする努力を継続することが重要である。

2. 不確かさの取り扱い

1) 基本震源モデルの設定

検討用地震について、まず、地震学的見地から、基本的な震源モデル（以下「基本震源モデル」という。）を設定し、地震動を評価する。基本震源モデル

のパラメータは、地質調査、地球物理学的調査、地震記録、断層モデルによる地震動評価の文献等に基づき設定し、各パラメータについては、その設定根拠を明確にする。以下にパラメータの例を示す。

巨視的パラメータ

- ・震源断層の形状等（断層の長さ、幅及び傾斜、地震発生層上端深さ）
- ・マグニチュード
- ・地震モーメント

微視的パラメータ

- ・アスペリティの位置、数
- ・各アスペリティの応力降下量、平均すべり量
- ・背景領域の応力降下量、平均すべり量
- ・すべり速度時間関数
- ・高周波遮断特性

その他の震源パラメータ

- ・破壊伝播速度
- ・破壊開始点
- ・破壊伝播様式

2) 不確かさの考慮

検討用地震の震源モデルの不確かさの考慮は以下に基づいて行う。

基本震源モデルのパラメータのうち、震源断層の形状を含め不確かさを考慮するパラメータを選択する。また、震源断層を設定した活断層とその近傍の他の活断層との連動を不確かさとして考慮するかどうか検討する。パラメータの選択については、選択しなかったものを含めその根拠を明確にする。

不確かさを考慮するパラメータについては、地質調査、地震記録、文献等におけるパラメータの設定の考え方や見解の相違を踏まえ、不確かさの範囲と程度を想定するとともにその根拠を明確にする。

それぞれの不確かさについて敷地に与える影響を検討し、その不確かさの程度を踏まえて、検討用地震について余裕をみた震源モデルを設定し、地震動を評価する。

3) 基準地震動 S_s の策定

基準地震動 S_s は、基本震源モデルにより評価される地震動及び不確かさを考慮した震源モデルにより評価される地震動をもとに策定する。基準地震動 S

s が、工学的見地から、期間中に極めてまれではあるが発生する可能性がある地震動であるか否かを確認する。その際、基準地震動を超えるような地震動の発生確率（以下「超過確率」という。）を参照する。

なお、超過確率を参照する際には、国際原子力機関（IAEA）の原子力安全諮問委員会（INSAG）による原子力発電所の安全性に関する報告書で述べられている「既存の原子力発電所については、技術的安全目標に対応する安全目標は、重大な炉心損傷の発生する可能性が1炉年あたり約1万分の1回以下とすることである。」や、原子力安全委員会安全目標専門部会報告書「発電所軽水型原子炉施設の性能目標について - 安全目標に対応する目標性能について -」（平成18年3月）に性能目標指標案として示されている「炉心損傷頻度 10^{-4} 回/年程度、格納容器機能喪失頻度 10^{-5} 回/年程度」を施設のフラジリティも考慮しつつ参考にすることが考えられる。ただし、確率論的評価手法による確率値については、基本的な考え方で述べたとおり地震動等の判断基準として採用していない。また、耐震設計審査指針で示された「残余のリスク」への対応についても、その定量的な評価を実施することは将来の確率論的安全評価の安全規制への本格的導入の検討に活用する観点から意義があるとする原子力安全委員会の指摘を踏まえ、発電用原子炉施設等について、耐震安全性の評価とは別に、「残余のリスク」に関する定量的な評価等を行い、当院に報告するよう原子力事業者等に求めているところである。超過確率を参照する際には、このような点も念頭におく必要がある。