

## ○発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針

(平成16年〇〇月〇〇日  
原子力安全委員会決定)

### I. はじめに

本指針は、発電用軽水型原子炉施設の耐震設計に関する安全審査において、安全性確保の観点から、その設計方針の妥当性について判断する際の基礎を示すことを目的として定めたものである。

「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」は、最初は昭和53年9月、当時の原子力委員会が定めたものであり、その後昭和56年7月に、原子力安全委員会が、当時における新たな知見に基づき静的地震力の算定法等について見直して改訂を行った。昭和56年の改訂以来、20年以上が経過し、この間地震学に関する新たな知見の蓄積、原子炉施設の耐震設計技術の改良及び進歩には著しいものがあった。また、平成7年1月に発生した兵庫県南部地震は、原子力施設に特段の影響を及ぼしたものではなかったが、関連する調査研究の成果等を通じて、断層の活動様式、地震動特性、構造物の耐震性等に係る貴重な知見が得られ、原子力施設の耐震安全性に対する信頼性を一層向上させるためのたゆまぬ努力の必要性を改めて強く認識させるものであった。これらを踏まえ、従来の指針について、指針の内容の一層の明確化及び高度化を図るための全面的な検討を行い、同指針の改訂を行ったものである。

### II. 本指針の位置付け

本指針は、「発電用軽水炉型原子炉施設に関する安全設計審査指針」(以下「安全設計審査指針」という。)において定められている安全設計上の要求のひとつである、安全機能を有する構築物、系統及び機器に関する「適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられる設計」について、その設計方針の妥当性を評価するための安全審査における判断基準を定めたものである。

さらに、本指針は、今後さらに新たな知見と経験の蓄積によって、必要に応じて見直される必要がある。

### III. 適用範囲

本指針は、今日までの軽水炉に関する経験と技術的知見に基づき、原子炉施設を構成する建物・構築物の主要部分が原則として剛構造による耐震設計がなされ、かつ、重要な建物・構築物が岩盤その他の十分な支持力を有する安定した地盤に支持される発電用軽水型原子炉施設への適用を前提として定めたものである。

しかし、これ以外の原子炉施設にも本指針の基本的な考え方は参考となるものである。

なお、許可申請の内容について本指針に適合しない場合があったとしても、それが技術的な改良、進歩等を反映して、本指針が満足される場合と同等の耐震安全性を確保し得ると判断される場合、これを排除しようとするものではない。

### IV. 用語の定義

本指針において、次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。

(本指針の解釈・運用上、他の指針類との関連で確認的に定義付けしておいた方がよいもの、対象・範囲を限定しておいた方がよいもの、特殊な用語で一般になじみの薄いもの等を適宜取り上げる。)

例：「安全機能」「剛構造」「岩盤」「十分な支持力を有する安定した地盤」「解放基盤表面」「時刻暦波形」「地震地体構造」「活断層」「活動度の高い断層」「地表地震断層」「プレート境界地震」「内陸地殻内地震」「スラブ内地震」「断層モデル」「地震動の確率評価」「施設の安全余裕」「静的地震力」「水平地震力」「鉛直地震力」「応答スペクトル」「応答解析モデル」・・・

### V. 基本方針

発電用原子炉施設（以下、「施設」という。）は、敷地ごとに適切に設定（策定）される大きさの地震力に対してもこれが大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有していなければならない。

すなわち、安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その安全機能の重要

度及び地震により発生する可能性のある放射線による環境への影響の観点から区分された耐震設計上の重要度分類に応じて、敷地ごとに適切に設定(策定)される地震力に十分耐えられる設計であることを基本とする。

「大きな事故」とは、事故(「施設の運転時の異常な過渡変化」を超える異常な状態であって、発生する頻度はまれであるが、施設の安全設計の観点から想定されるもの)のうち、一般公衆(ないし従事者)に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれのあるものをいう。

「十分な耐震性を有している」とは、耐震重要度分類に応じて必要な施設が、敷地ごとに工学的な妥当性をもって適切に算定される大きさの設計用(基準)地震動による地震力に十分耐える(安全機能を保持する)ことは当然、さらに設計用地震動の設定における不確実性の存在等をも考慮し当該地震動を上回る地震動による地震力に対しても十分な安全余裕を持つことにより具体化されるものである。

## VI. 地震時における施設の安全確保の考え方

### 【案-1】

この指針の基本方針である「敷地ごとに適切に算定される大きさの地震力に対しても大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有していなければならない」ことを達成するため、施設は、敷地周辺の事情及び地震学的見地から考慮される施設の寿命中に極めてまれに発生するかもしれない地震動を経験しても、安全防護施設を含めた必要な施設の安全機能が損なわれることなく、もって周辺の公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えないよう設計されること。(or 周辺の公衆に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれが生じないよう設計されること。) その際、当該地震動の設定における不確実性及び施設の耐力の不確定要素(ばらつき)の存在を可能な限り考慮し、十分な安全余裕を持つように設計されること。

### 【案-2】

この指針の基本方針である「敷地ごとに適切に算定される大きさの地震力に対しても大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有していなければならない」ことを達成するための地震時における施設の安全確保の考え方は次の

とおりである。

- (1) 施設は、敷地周辺の事情及び地震学的見地から考慮される施設の寿命中に極めてまれに発生するかもしれない地震動を経験しても、安全防護施設を含めた枢要な施設の安全機能が損なわれることなく、もって周辺の公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えないよう設計されること。(or 周辺の公衆に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれが生じないよう設計されること。)
- (2) 施設は、上記(1)の地震動の設定における不確実性及び施設の耐力の不確定要素(ばらつき)の存在を可能な限り考慮し、十分な安全余裕を持つように設計されること。

#### 【案—3】

この指針の基本方針である「敷地ごとに適切に算定される大きさの地震力に対しても大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有していなければならない」ことを達成するための地震時における施設の安全確保の考え方は次のとおりである。

- (1) 施設は、敷地周辺の事情及び地震学的見地から考慮される施設の寿命中に極めてまれに発生するかもしれない地震動を経験しても、安全防護施設を含めた枢要な施設の安全機能が損なわれることのないよう設計されること。
- (2) 施設は、上記(1)の地震動の設定における不確実性及び施設の耐力の不確定要素(ばらつき)の存在を可能な限り考慮し、十分な安全余裕を持つことにより、もって周辺の公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えないよう設計されること。(or 周辺の公衆に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれが生じないよう設計されること。)

#### 【案—4】

この指針の基本方針である「敷地ごとに適切に算定される大きさの地震力に対しても大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有していなければならない」ことを達成するための地震時における施設の安全確保の考え方は次のとおりである。

- (1) 施設は、敷地周辺の事情及び地震学的見地から考慮される施設の寿命中に極めてまれに発生するかもしれない地震動を経験しても、安全防護施設を含めた必要な施設の安全機能が損なわれることのないよう設計されること。
- (2) 施設は、上記(1)の地震動の設定における不確実性及び施設の耐力の不確定要素(ばらつき)の存在を可能な限り考慮し、十分な安全余裕を持つよう耐震安全設計上の配慮がなされること。

#### 【案-5】

この指針の基本方針である「敷地ごとに適切に算定される大きさの地震力に対しても大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有していなければならない」ことを達成するための地震時における施設の安全確保の考え方は次のとおりである。

- (1) 施設は、敷地周辺の事情及び地震学的見地から考慮される施設の寿命中に極めてまれに発生するかもしれない地震動を経験しても、安全防護施設を含めた必要な施設の安全機能が損なわれることなく、もって周辺の公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えないよう設計されること。(or 周辺の公衆に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれが生じないよう設計されること。)
- (2) 施設は、上記(1)の地震動を超える地震動が発生する可能性を考慮しても、周辺の公衆に過度の放射線被ばくを及ぼすことのないよう、(or 周辺の公衆に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれが生じないよう、)十分な安全余裕を持つように設計されること。

「十分な安全余裕」については、基本設計の安全審査段階では、あくまでも「設計方針の妥当性」をチェックすれば十分であるとの考え方により、「耐震重要度分類に応じて、必要な施設は敷地ごとに適切に算定される大きさの(設計用)地震動による地震力に耐えることは当然、さらに指針のこの要求に沿って十分な安全余裕を持たせることを設計の基本方針とする」旨の設計方針を審査すればよく、「安全余裕」の程度・大きさについては、その後の詳細設計や工事計画の段階における後段規制の際に確認・評価されるべきものとする。

## VII. 耐震設計上の重要度分類

施設の耐震設計上の施設別重要度を、安全機能を有する構築物、系統及び機器についての安全機能の重要度に応じ、地震により発生する可能性のある放射線による環境への影響の観点から、下記の(1)から(3)の3つに分類する。

施設の安全機能の重要度については、「安全設計審査指針」に定める各指針の具体的な適用に当たっての安全機能の重要度についての判断のめやすを与えるものとして「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」(以下「重要度分類審査指針」という。)が策定されているが、ここで耐震設計上の重要度分類を行うに当たっては、この「重要度分類審査指針」における分類の目的及び趣旨を適切に踏まえつつ、さらに地震という自然現象が施設に及ぼしうる影響を考慮して、地震発生時における施設の同時破損の可能性等、耐震設計上の配慮の必要性を十分勘案して定めたものである。したがって、当然のことながら、下記の耐震設計上の重要度分類は、「重要度分類審査指針」における分類とは一致していない部分があることに十分留意する必要がある。また、「重要度分類審査指針」にある「異常発生防止系(P S)」及び「異常影響緩和系(M S)」の区分については、地震による外力が原子炉施設全体に共通要因的に作用するという特性を踏まえ、耐震設計上はこれらを区別して考慮する必要はない。

### (1) 耐震クラスⅠ

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、その機能のそう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、効果の大きいもの。

このクラスに含まれる施設(構築物、系統及び機器)を次に示す。

- ① その損傷及び故障により発生する事象によって、炉心の著しい損傷又は燃料の大量の破損を引き起こすおそれのある構築物、系統及び機器
- ② 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し又は敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物、系統及び機器

- ③ 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能その他安全上特に重要な関連機能を有する安全上必須な構築物、系統及び機器（非常用所内電源設備（非常用ディーゼル発電機、バッテリー等）を含む。）
- ④ 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないもののうち、使用済燃料を貯蔵するための施設（使用済燃料（貯蔵）ラックを含む。）、放射能インベントリの大きな放射性廃棄物処理施設又はこれに類するものであって、その損傷又は故障により発生する事象によって、敷地外への過度の放射性物質の放出のおそれが特に大きな構築物、系統及び機器
- ⑤ 使用済燃料ピット補給水系、非常用補給水系等に含まれる燃料プール水の補給機能を有する構築物、系統及び機器
- ⑥ 安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能を有し、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に作動を要求されるものであって、その故障により、炉心冷却が損なわれる可能性の高い構築物、系統及び機器
- ⑦ 事故時のプラント状態の把握、異常状態の緩和又は制御室外からの安全停止の関する機能を有するものであって異常状態への対応上特に重要な構築物、系統及び機器

## （２）耐震クラスⅡ

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、その機能のそう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、上記の耐震クラスⅠに比べ小さいもの。

このクラスに含まれる施設（構築物、系統及び機器）を次に示す。

- ① その損傷又は故障により発生する事象によって、炉心の著しい損傷又は燃料の大量の破損を引き起こすおそれはないが、敷地外への過度の放射性物質の放出のおそれのある構築物、系統及び機器（上記耐震クラスⅠの④に含まれるもの及び放射性廃棄物処理施設であって放射能インベントリの小さいもの又はこれに類するものを除き、原子炉冷却材圧力バウンダリから除外されている計装等の小口径のものであって原子炉冷却材を内蔵するものを含む。）

- ② 上記①の構築物、系統及び機器の損傷又は故障により敷地周辺公衆に与える放射線の影響を十分小さくするようにする構築物、系統及び機器（上記耐震クラスⅠの⑤に含まれるものを除く。）

（３）耐震クラスⅢ

上記耐震クラスⅠ、耐震クラスⅡに属さない施設。このクラスの施設は、一般産業施設と同等の耐震安全性を保持すればよいものである。

VIII. 基準地震動の策定

基準地震動は、安全上枢要な施設の耐震安全性を確認するための地震動として一種類を策定することとし、敷地周辺の事情及び地震学的見地から考慮される、施設の寿命中に極めてまれに発生するかもしれない地震動として、次に定める考え方にに基づき評価し、策定されなければならない。

（１）基準地震動策定の基本方針

【案１－１】：前回と同じ

- ①基準地震動をもたらす地震としては、敷地又はその周辺に影響を与えたと考えられる過去の地震及び敷地に影響を与えるおそれのある活断層による地震のうちから最も影響の大きいものを想定する。
- ②基準地震動は、想定される敷地周辺の地震のうち、敷地に影響を及ぼすと予想される地震を設計用地震として複数を選定し、それらについて適切な手法を用いて設計用応答スペクトルを評価し、その比較により敷地に最も大きな影響を及ぼす地震動を評価した上で策定する。
- ③内陸地殻内地震のうち、地表に痕跡を残さず、事前の活断層調査によっても震源を特定できない地震（以下、「震源を予め特定できない地震」という。）については、過去の地震に関する詳細な調査等を基に、地震学ならびに地震工学的見地から、その地震動を適切に評価するものとする。

【案２－１】：③を簡略化して①の後半とする。

- ①基準地震動をもたらす地震としては、敷地又はその周辺に影響を与えたと考えられる過去の地震及び敷地に影響を与えるおそれのある活断層による地震のうちから最も影響の大きいものを想定する。なお、内陸地殻内地震のうち、地表に痕跡を残さず、事前の活断層調査によっても震源を特定できない



地震（以下、「震源を予め特定できない地震」という。）については、上記とは別途、地震学ならびに地震工学的見地から、最低限考慮すべき地震動として考慮するものとする。

②【案1】に同じ。

【案2-2】：【案2-1】の表現換え。

①基準地震動をもたらす地震としては、敷地又はその周辺に影響を与えたと考えられる過去の地震及び敷地に影響を与えるおそれのある活断層による地震のうちから最も影響の大きいものを想定する。なお、内陸地殻内地震のうち、地表に痕跡を残さず、事前の活断層調査によっても震源を特定できない地震については、「震源を特定せず想定する地震」として扱い、上記とは別途、地震学ならびに地震工学的見地から、最低限考慮すべき地震動として考慮するものとする。

②【案1】に同じ。

【案3-1】：③を簡略化して①の前半に入れる。→「地震」ではなく「地震動」が主の記載となる。

①基準地震動は、地震学ならびに地震工学的見地から、最低限考慮すべき地震動として、「震源を予め特定できない地震」による地震動を考慮するものとし、さらに、敷地又はその周辺に影響を与えたと考えられる過去の地震及び敷地に影響を与えるおそれのある活断層による地震のうちから最も影響の大きいものを想定した上で策定する。

「震源を予め特定できない地震」については、解説または、用語の定義において、以下のように記載する。

「震源を予め特定できない地震」については、内陸地殻内地震のうち、地表に痕跡を残さず、事前の活断層調査によっても震源を特定できない地震のことをいう。

②【案1】に同じ。

【案3-2】：【案3-2】の表現換え

①基準地震動は、地震学ならびに地震工学的見地から、最低限考慮すべき地震動として、「震源を特定せずに想定する地震」による地震動を考慮するものとし、さらに、敷地又はその周辺に影響を与えたと考えられる過去の地震及び敷地に影響を与えるおそれのある活断層による地震のうちから最も影響の大きいものを想定した上で策定する。

「震源を特定せずに想定する地震」については、解説または、用語の定義にお

いて、以下のように記載する。

「震源を特定せずに想定する地震」については、内陸地殻内地震のうち、地表に痕跡を残さず、事前の活断層調査によっても震源を特定できない地震を、「震源を特定せずに想定する地震」として扱ったものである。

②【案1】に同じ。

「震源を予め特定できない地震」は、内陸地殻内地震のうちの分類として定義することを考えるが、それ以外を大きくりに「震源を予め特定できる地震」として定義するか否かは、分科会へのWG報告等の議論を踏まえて判断したい。

解説では、以下の事柄を記載するのはいかがか？（むしろ、見解か？）

- ・これまでの「直下地震」は、原子炉施設の耐震設計条件の一つとして実際に起きる地震との関連よりも、むしろごく近傍で、ある程度の規模の地震が発生しても安全性が保てるように耐震設計を行っておくべき、との観点から設定されている。
- ・今回の指針高度化では、意味付けを明確化した上で、「直下地震」に代わる「震源を予め特定できない地震」を考慮することとした。
- （・地震調査委員会の確率論的地震動予測地図の検討における「震源を予め特定しにくい地震」の分類との違いなど）
- ・地震動の周期特性は、それをもたらす地震の規模や震源の深さ、破壊過程により、また、震源から基準地震動を設定する基盤までの伝播過程により異なるため、敷地に影響を及ぼす地震を設計用地震として「複数」選定することとする。

④基準地震動の策定にあたっては、地震動の不確定性について検討し、敷地周辺の事情でできる地震動の大きさと頻度の関係を考慮する。

解説では、以下の事柄を記載するのはいかがか？

- （・確率論的な見地から、「施設の寿命中に極めてまれに発生する」ことのめやすとして、 $10^{-4}$ /炉/年という超過発生頻度について触れる。この場合、 $10^{-4}$ /炉/年という超過発生頻度の絶対値を規制判断のための閾値としないことを明記することが不可欠である。ただし、めやすとして $10^{-4}$ /炉/年という超過発生頻度を記載するに際しては、その根拠の妥当性が求められるので、分科会で議論しておく必要がある）
- ・内陸地殻内地震のうち、「震源を特定できない地震」による地震動と、それ以外の地震による地震動、それぞれについて、最大加速度振幅、もしくは応答スペクトルに関して、距離減衰式や（必要に応じて）断層モデルを用いた確率論の見地からの検討を行い、どれくらいの超過発生頻度に相当

するかを参照し、その妥当性を検討する。

- ・現行の基準地震動 S2 の超過発生頻度は  $10^{-3}$  から  $10^{-5}$  (/炉/年) のオーダーと言われている。本指針では、めやすを  $10^{-4}$ /炉/年としたが、このことから直ちに、現行指針に基づいて審査され、設計および建設された既存の施設の耐震性を否定するものではない。施設の耐震性は、地震荷重とそれと組合せる他の荷重を併せた、荷重の総体的強さと、施設の耐力の双方により担保されるものであるため、地震荷重の強さだけでは一概に判断できないと認識している。(この記載は見解ペーパーか?)

⑤基準地震動は、水平方向及び上下方向について評価する。

解説では、以下の事柄を記載するのはいかがか？

- ・安全上重要な施設の耐震安全性の確認をより確かなものとするためには、より実情に即した、上下方向の応答を算定し地震力を評価することが必要と考え、上下方向についても基準地震動を策定することとした。

⑥基準地震動は、解放基盤表面で設定された、応答スペクトルあるいは時刻歴波形として定義する。

解説では、以下の事柄を記載するのはいかがか？

- ・地震動は、表層の影響を取り除いた解放された基盤において定義することが合理的である。この基盤として地震基盤とすることが理想的であるが、その位置での地震観測記録が十分ではなく、基盤としての信頼性を損なう可能性がある。そこで、基準地震動は解放された基盤面で定義するものとし、その設定に当たっては基盤深部の情報を適切に反映させることとする。

⑦基準地震動は、最大振幅、周波数特性、継続時間及び振幅包絡形の経時的変化を適切に評価し、それを基に定める。

(2) 設計用地震の選定

①設計用地震は、以下の方針により選定する。

- (i) 敷地周辺の地震は、地震の発生機構に着目すると、プレート境界地震、スラブ内地震、内陸地殻内地震に大別され、これらの地震規模、震源位置等は、歴史地震資料、活断層調査を基にし、地震地体構造に関する知見等を参考として想定するものとする。

解説では、以下の事柄を記載するのはいかがか？

- ・スラブ内地震の想定に当たっては、厳密には震源を特定しにくいのが、過去の地震の発生領域、規模、プレート形状等を参考に、震源をある程度特定しつつ想定すること。

- (ii) 設計用地震は、上記(i)で想定した敷地周辺の地震のうち、敷地に大きな影響を及ぼすと予想される地震を選定する。

②歴史地震資料を基に、敷地又はその周辺に影響を与えたと考えられる過去の地震を調査する際は以下を考慮すること。

(i)古文書等に基づく過去の被害地震を取りまとめた各種の歴史地震資料を、最新の地震考古学の知見と併せて活用する。

(ii)各種の歴史地震資料は、対象地域や時代によって地震規模及び発生場所についての記録の有無、詳細さに差があるので、敷地周辺がそれに該当する場合は周辺の地震について十分な調査を行う必要がある。

③敷地に影響を与えるおそれのある活断層による地震を想定する際は以下を考慮すること。

(i)敷地に影響を与えるおそれのある活断層とは、5万年前以降活動したもの、又は地震の再来期間が5万年未満のものをいう。

(ii)活断層調査は、調査手法の確度も考慮の上、敷地からの距離に応じて適切かつ十分に行う必要がある。

解説では、以下の事柄を記載するのはいかがか？

・活断層の長さを評価する際は、どの程度詳細な調査を行うかを考慮すべきであるが、もし詳細な調査を行っても必要な情報が得られなかった場合には、活断層の長さを過小評価することがないように、保守的に評価することも必要である。

(iii)活断層群のセグメンテーションやグルーピングの仕方、リニアメントの判読は、現地における詳細な調査結果や専門家の知見を基に適切に行う必要がある。

(iv)活断層の長さ地震規模との関係を表す経験式は、様々なものが提案されており、これらの適用にあたっては、その基となっているデータや、式の性質などに十分留意する。

(v)海域の活断層は、陸域に比べて情報量が少ないので、十分な調査を行う。

④地震地体構造

地震規模、震源深さ、発震機構、地震の発生頻度等に注目するとき、一定の地域において地震の発生の仕方に共通の性質を持っているので、歴史地震資料、活断層調査を補うために地震地体構造に関する知見を参考とすることも必要である。

(3) 設計用応答スペクトルの評価

(2)で設定した、設計用地震に対して、以下の方針で、敷地の解放基盤表面における設計用応答スペクトルを、水平方向及び上下方向について評価する。

①距離減衰式による地震動評価

基準地震動は、基本的に、設計用地震の地震規模と震源位置等から、距離

減衰式を用いて震源特性を考慮した応答スペクトルを評価する。

②断層モデルによる地震動評価

震源が近い場合は、震源過程の影響が大きいため、断層モデルを用いた地震動評価を行う。その際は、断層の破壊過程などの予測の検討や、周波数特性を考慮した適切な手法の選択に留意する必要がある。

③「震源を予め特定できない地震」による地震動

「震源を予め震源を特定できない地震」については、過去の地表地震断層を伴わない地震の硬質地盤上での観測記録に基づいて、設計用応答スペクトルとして設定する。

## IX. 耐震設計の基本方針

### (1) 方針

施設は、VII. の耐震設計上の重要度分類の区分に応じ、次に示す耐震設計に関する基本的な方針を満足していなければならない。なお、下記各号において、上位の分類に属するものは、下位の分類に属するものの破損によって波及的破損が生じないこと。

- ① 耐震クラスⅠの各施設は、次に掲げる耐震安全性を有すること。
  - (i) 基準地震動により策定される設計用地震力又は以下に示す静的地震力のいずれか大きい方の地震力に十分耐える (or 安全防護施設を含めた必要な施設の安全機能が損なわれることのないような) 設計であること。
  - (ii) 基準地震動を超える地震動が発生する可能性を考慮しても、周辺の公衆に過度の放射線被ばくを及ぼすことのないよう、十分な安全余裕を持つように設計されること。(←ここは、VI. の規定振りと対応させる。)
- ② 耐震クラスⅡの各施設は、以下に示す静的地震力に十分耐えるよう設計されること。また、共振のおそれのある施設については、その影響の検討をも行うこと。

耐震クラスⅡについては、「静的地震力  $1.5C_i$  と「設計用地震力の  $\beta$  倍の地震力 ( $0 < \beta < 1$ )」の大きい方に耐える設計であること。」とすべきとの考え方もある。

- ③ 耐震クラスⅢの各施設は、以下に示す静的地震力に十分耐えるよう設計されること。

## (2) 地震力の算定法

施設の耐震設計に用いる動的地震力及び静的地震力の算定は以下に示す方法によらなければならない。

### ① 動的地震力

動的地震力は、Ⅷ. に定める考え方により策定・評価された基準地震動を用いて、水平方向及び上下方向について、同時性を考慮して適切に組合せたものとして算定されなければならない。

### ② 静的地震力

静的地震力の算定方法は以下による。

#### (i) 建物・構築物

水平地震力は、施設の耐震設計上の重要度分類に応じて、建築基準法施行令第88条に基づき求められる最小地震力に下記に掲げる割り増し係数を乗じたものを用いることとする。耐震クラスⅢについては、一般施設と同等とする。

耐震クラスⅠ            3. 0

耐震クラスⅡ           1. 5

また、静的地震力の算定に際しては、建物・構築物の振動特性や、支持地盤などの地盤条件に応じた地盤と建屋の相互作用を適切に考慮するものとする。(層せん断力係数 $C_1$ を算定する際に上記の内容が考慮されることを踏まえると、 $C_1$ を省略してよいか?)

耐震クラスⅠの施設については、鉛直地震力をも考慮することとし、水平地震力と鉛直地震力は、同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とする。(鉛直の震度0.3については、解説もしくはJEAGに記載か? 上下地震力の適用は耐震クラスⅠまでで良いか?)

#### (ii) 機器・配管系

各クラスの地震力は、上記(i)による地震力に、応答の不確定性を考慮して適切に割り増した地震力を算定する。(20%割り増しは、解説もしくはJEAGに記載か?)

なお、水平地震力と鉛直地震力とは同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とする。

### (3) 地震応答解析

#### ①解析手法

地震応答解析を行うに際しては、以下について留意すること。

- (i) 応答解析法の選定については、解析法の適用範囲、適用制限に留意し、周辺の地盤構造と動特性、構造物の構造特性、建物の埋め込み状況に応じて、適切な解析法を用いること。
- (ii) 応答解析には、基礎の浮上りの影響を考慮すること。

#### ②解析モデル及び解析条件

解析モデル、解析条件の設定に際しては、以下について留意すること。

- (i) 解析モデルは、基本的に簡易モデルを用いることが可能であるが、その際、局所的な応答に顕著な傾向がみられる場合においては、より詳細な解析モデルを用いた解析を実施すること。なお、簡易モデルを用いる場合には、有限要素法等を用いた詳細な応答解析等との比較検証により、応答の信頼性、妥当性を検討することが望ましい。
- (ii) 準地震動の設定位置が、建物・構築物の基礎下端（解析モデルへの地震動の入力位置）より深い場合については、局所的な地盤条件及び地盤の応答解析モデルの形態、解析手法の適用条件等について十分考慮し、適切な入力地震動による評価を行うものとする。

### X. 荷重の組合せと許容限界

耐震安全性の設計方針妥当性を評価するに際して検討すべき耐震設計に関する荷重の組合せ及び許容限界についての基本的考え方は以下のとおりとする。

#### (1) 地震荷重と他の荷重の組合せ

- ① 通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び事故時に生じるそれぞれの荷重と地震荷重とを組合せ、それらの組合せ荷重によって施設に発生する応力や変形等の評価を行うこと。
- ② 地震の従属事象として、地震とそれによって引き起こされるプラント状態との同時性を考慮すること。また、地震とは独立な事象として、地震の発生いかにかわらず生じる荷重と地震荷重との同時性については、それらの事象の発生頻度、当該事象による荷重の継続時間及び経時的変化を考慮した確率をめやすとして判断すること。なお、他の荷重の組合せで代表できる場合は、当該荷重との組合せ評価を省略することができるものとする。

## (2) 許容限界

- ①各耐震クラスの施設が、対応する設計用地震力に対して十分な耐震性を有することを評価するため、施設が有する安全機能が適切な信頼度で維持できる許容限界（応力・ひずみ・変形量又は動的機能維持加速度・荷重・変位等）を定め、それが属するクラス毎の設計用地震力と他の荷重を組合せた場合に生じる応力・変形等がその範囲内にあることを確認すること。
- ②耐震クラスⅠの施設の安全機能については、設計用地震・地震動の想定法、設計用地震力の算定法、応力等の算定法等の精度や信頼性を考慮の上、当該施設の有する機能維持限界に着目した合理的な制限状態を設定する。
- ③耐震クラスⅡの施設は、安全上適切と認められる規格及び基準によるか、もしくはそれと同等の安全性を有した制限状態を設定する。
- ④耐震クラスⅢの施設は、一般施設の耐震の判断基準に従うものとする。
- ⑤支持機能、重要な安全機能への二次的影響、支持地盤や周辺斜面の安定性等に関する特別な安全機能については、当該安全機能の性質を考慮し、目的に応じた合理的な制限状態（大変形の発生、破断、支持機能維持など）を用いることとする。

## X 1. その他

地震随件事象等について、以下を考慮する。

- (1) 構築物を支持する地盤は、当該施設に適用される地震力に対して、地盤の支持機能が損なわれないこと。
- (2) 敷地の地盤条件等に応じて、地震時の周辺斜面の崩壊を検討し、それが施設の安全機能に重大な影響を及ぼさないこと。
- (3) 過去において発生した津波や、将来発生する可能性がある地震による津波を想定しても、それが施設の安全機能に重大な影響を及ぼさないこと。



②は削除を検討したい部分

05/26

社

1

Rev.7 (25th May '04)

## ○発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針

(平成16年〇〇月〇〇日  
原子力安全委員会決定)

### I. はじめに

本指針は、発電用軽水型原子炉施設の耐震設計に関する安全審査において、安全性確保の観点から、その設計方針の妥当性について判断する際の基礎を示すことを目的として定めたものである。

「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」は、最初は昭和53年9月、当時の原子力委員会が定めたものであり、その後昭和56年7月に、原子力安全委員会が、当時における新たな知見に基づき静的地震力の算定法等について見直して改訂を行った。昭和56年の改訂以来、20年以上が経過し、この間地震学に関する新たな知見の蓄積、原子炉施設の耐震設計技術の改良及び進歩には著しいものがあった。また、平成7年1月に発生した兵庫県南部地震は、原子力施設に特段の影響を及ぼしたものではなかったが、関連する調査研究の成果等を通じて、断層の活動様式、地震動特性、構造物の耐震性等に係る貴重な知見が得られ、原子力施設の耐震安全性に対する信頼性を一層向上させるためのたゆまぬ努力の必要性を改めて強く認識させるものであった。これらを踏まえ、従来の指針について、指針の内容の一層の明確化及び高度化を図るための全面的な検討を行い、同指針の改訂を行ったものである。

### II. 本指針の位置付け

本指針は、「発電用軽水炉型原子炉施設に関する安全設計審査指針」(以下「安全設計審査指針」という。)において定められている安全設計上の要求のひとつである、安全機能を有する構築物、系統及び機器に関する「適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられる設計」について、その設計方針の妥当性を評価するための安全審査における判断基準を定めたものである。

さらに、本指針は、今後さらに新たな知見と経験の蓄積によって、必要に応じて見直される必要がある。

### III. 適用範囲

本指針は、今日までの軽水炉に関する経験と技術的知見に基づき、原子炉施設を構成する建物・構築物の主要部分が原則として剛構造による耐震設計がなされ、かつ、重要な建物・構築物が岩盤その他の十分な支持力を有する安定した地盤に支持される発電用軽水型原子炉施設への適用を前提として定めたものである。

しかし、これ以外の原子炉施設にも本指針の基本的な考え方は参考となるものである。

なお、許可申請の内容について本指針に適合しない場合があったとしても、それが技術的な改良、進歩等を反映して、本指針が満足される場合と同等の耐震安全性を確保し得ると判断される場合、これを排除しようとするものではない。

### IV. 用語の定義

本指針において、次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。

(本指針の解釈・運用上、他の指針類との関連で確認的に定義付けしておいた方がよいもの、対象・範囲を限定しておいた方がよいもの、特殊な用語で一般になじみの薄いもの等を適宜取り上げる。)

例：「安全機能」「剛構造」「岩盤」「十分な支持力を有する安定した地盤」「解放基盤表面」「時刻層波形」「地震地体構造」「活断層」「活動度の高い断層」「地表地震断層」「プレート境界地震」「内陸地殻内地震」「スラブ内地震」「断層モデル」「地震動の確率評価」「施設の安全余裕」「静的地震力」「水平地震力」「鉛直地震力」「応答スペクトル」「応答解析モデル」……

### V. 基本方針

発電用原子炉施設（以下、「施設」という。）は、敷地<sup>(x)</sup>に適切に設定<sup>(策定)</sup>される大きさの地震力に対してもこれが大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有していなければならない。

すなわち、安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その安全機能の重要

（x）  
（において）  
（評価の下に）

度及び地震により発生する可能性のある放射線による環境への影響の観点から区分された耐震設計上の重要度分類に応じて、敷地ごとに適切に設定(策定)される地震力に十分耐えられる設計であることを基本とする。

?

「大きな事故」とは、事故(「施設の運転時の異常な過渡変化」)を超える異常な状態であって、発生する頻度はまれであるが、施設の安全設計の観点から想定されるもの)のうち、一般公衆(ないし従事者)に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれのあるものをいう。

?

「十分な耐震性を有している」とは、耐震重要度分類に応じて必要な施設が、敷地ごとに工学的な妥当性をもって適切に算定される大きさの設計用(基準)地震動による地震力に十分耐える(安全機能を保持する)ことは当然、さらに設計用地震動の設定における不確実性の存在等をも考慮し当該地震動を上回る地震動による地震力に対しても十分な安全余裕を持つことにより具体化されるものである。

## VI. 地震時における施設の安全確保の考え方

### 【案-1】

この指針の基本方針である「敷地ごとに適切に算定される大きさの地震力に対しても大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有していなければならない」ことを達成するため、施設は、敷地周辺の事情及び地震学的見地から考慮される施設の寿命中に極めてまれに発生するかもしれない地震動を経験しても、安全防護施設を含めた必要な施設の安全機能が損なわれることなく、もって周辺の公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えないよう設計されること。

(~~○~~周辺の公衆に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれが生じないよう設計されること) ① その際、当該地震動の設定における不確実性及び施設の耐力の不確定要素(ばらつき)の存在を可能な限り考慮し、十分な安全余裕を持つように設計されること。

HV  
LFT  
同じ)

?

### 【案-2】

この指針の基本方針である「敷地ごとに適切に算定される大きさの地震力に対しても大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有していなければならない」ことを達成するための地震時における施設の安全確保の考え方は次の

とおりである。

- (1) 施設は、敷地周辺の事情及び地震学的見地から考慮される施設の寿命中に極めてまれに発生するかもしれない地震動を経験しても、安全防護施設を含めた枢要な施設の安全機能が損なわれることなく、もって周辺の公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えないよう設計されること。(or 周辺の公衆に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれが生じないよう設計されること。)
- (2) 施設は、上記(1)の地震動の設定における不確実性及び施設の耐力の不確定要素(ばらつき)の存在を可能な限り考慮し、十分な安全余裕を持つように設計されること。

#### 【案-3】

この指針の基本方針である「敷地ごとに適切に算定される大きさの地震力に対しても大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有していなければならない」ことを達成するための地震時における施設の安全確保の考え方は次のとおりである。

- (1) 施設は、敷地周辺の事情及び地震学的見地から考慮される施設の寿命中に極めてまれに発生するかもしれない地震動を経験しても、安全防護施設を含めた枢要な施設の安全機能が損なわれることのないよう設計されること。
- (2) 施設は、上記(1)の地震動の設定における不確実性及び施設の耐力の不確定要素(ばらつき)の存在を可能な限り考慮し、十分な安全余裕を持つことにより、もって周辺の公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えないよう設計されること。(or 周辺の公衆に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれが生じないよう設計されること。)

#### 【案-4】

この指針の基本方針である「敷地ごとに適切に算定される大きさの地震力に対しても大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有していなければならない」ことを達成するための地震時における施設の安全確保の考え方は次のとおりである。

?

(1) 施設は、敷地周辺の事情及び地震学的見地から考慮される施設の寿命中に極めてまれに発生するかもしれない地震動を経験しても、安全防護施設を含めた重要な施設の安全機能が損なわれることのないよう設計されること。

(2) 施設は、上記(1)の地震動の設定における不確実性及び施設の耐力の不確定要素(ばらつき)の存在を可能な限り考慮し、十分な安全余裕を持つよう耐震安全設計上の配慮がなされること。

#### 【案-5】

この指針の基本方針である「敷地ごとに適切に算定される大きさの地震力に対しても大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有していなければならない」ことを達成するための地震時における施設の安全確保の考え方は次のとおりである。

(1) 施設は、敷地周辺の事情及び地震学的見地から考慮される施設の寿命中に極めてまれに発生するかもしれない地震動を経験しても、安全防護施設を含めた重要な施設の安全機能が損なわれることなく、もって周辺の公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えないよう設計されること。(or 周辺の公衆に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれが生じないよう設計されること。)

(2) 施設は、上記(1)の地震動を超える地震動が発生する可能性を考慮しても、周辺の公衆に過度の放射線被ばくを及ぼすことのないよう、(or 周辺の公衆に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれが生じないよう、)十分な安全余裕を持つように設計されること。

「十分な安全余裕」については、基本設計の安全審査段階では、あくまでも「設計方針の妥当性」をチェックすれば十分であるとの考え方により、「耐震重要度分類に応じて、重要な施設は敷地ごとに適切に算定される大きさの(設計用)地震動による地震力に耐えることは当然、さらに指針のこの要求に沿って十分な安全余裕を持たせることを設計の基本方針とする」旨の設計方針を審査すればよく、「安全余裕」の程度・大きさについては、その後の詳細設計や工事計画の段階における後段規制の際に確認・評価されるべきものとする。

の耐震クラス1, 耐震クラス2及び耐震クラス3  
に属する構築物, 系統及び機器

## VII. 耐震設計上の重要度分類

施設の耐震設計上の施設別重要度を、安全機能を有する構築物、系統及び機器についての安全機能の重要度に応じ、地震により発生する可能性のある放射線による環境への影響の観点から、下記の(1)から(3)の3つに分類する。

施設の安全機能の重要度については、「安全設計審査指針」に定める各指針の具体的な適用に当たっての安全機能の重要度についての判断のめやすを与えるものとして「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」(以下「重要度分類審査指針」という。)が策定されているが、ここで耐震設計上の重要度分類を行うに当たっては、この「重要度分類審査指針」における分類の目的及び趣旨を適切に踏まえつつ、さらに地震という自然現象が施設に及ぼしうる影響を考慮して、地震発生時における施設の同時破損の可能性等、耐震設計上の配慮の必要性を十分勘案して定めたものである。~~したがって、当然~~  
~~のことながら、~~ 下記の耐震設計上の重要度分類は、「重要度分類審査指針」における分類とは一致していない部分があることに十分留意する必要がある。また、「重要度分類審査指針」にある「異常発生防止系(P S)」及び「異常影響緩和系(M S)」の区分については、地震による外力が原子炉施設全体に共通要因的に作用するという特性を踏まえ、耐震設計上はこれらを区別して考慮する必要はない。

耐震クラス1

耐震クラス3

このため、

### (1) 耐震クラス

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、その機能の喪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、効果の大きいもの。

このクラスに含まれる施設(構築物、系統及び機器)を次に示す。

- ① その損傷及び故障により発生する事象によって、炉心の著しい損傷又は燃料の大量の破損を引き起こすおそれのある構築物、系統及び機器
- ② 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し又は敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物、系統及び機器

のクラス1, クラス2 及びクラス3 に属する構築物, 系統  
及び機器と ほぼ同等 相当部分 重なり ているが、また、

さの地震力によってもこれが大きな事故の誘因とはならず、周辺の公衆に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれが生じない施設であることを確認することが重要である。(この評価を行うに当たっては、確率論的安全評価(P S A)に代表される最新の知見に基づいた評価手法を積極的に取り入れていくことが望ましいと考える。)

2. 行政庁においては、新規に原子力施設を設計し、建設しようとする者が行った施設の耐震安全性に関する具体的かつ詳細な評価について(その評価手法も含めて)、(燃料装荷前までに)その内容が妥当であることを確認するとともに、P S Aがなされた場合はその結果を把握し、知見の蓄積に努めることが重要である。
3. 当委員会としては、新規に原子力施設を設計し、建設しようとする者が行った施設の耐震安全性に関する具体的かつ詳細な評価について(その評価手法も含めて)、行政庁から報告を受け、検討することとする。

(既存施設等の耐震安全性に関する評価・確認について)

4. 既に原子炉等規制法に基づく設置(変更)許可等がなされた原子力施設(建設中及び運転中のものを含む。)に関しては、(現行法令上、改めて安全審査を受け直すことは要求されてはいないが、)旧耐震設計審査指針に沿って施設の基本設計の妥当性は確認されており、同指針で要求された設計上のレベルに対して実施設の耐震安全性は、技術的に通常、相当の安全余裕を有しているものと考えられる。しかしながら、今回の耐震設計審査指針の見直しにおいて、耐震安全性について高度化を図った部分があり、既設の原子力施設についても新耐震設計審査指針が要求する耐震安全性と同レベルの安全性の確保は極めて重要な事項であることに鑑みので、上記1. 及び2. ?について、可能な限り準用した形で適用することが重要であるので、行政庁においては、その個別具体的な適用について検討し、その結果について当委員会に報告するよう求めることとするにしたい。

なお、既に運転を最終的に停止し、内蔵する放射性物質の外部への放散を仮定しても周辺の公衆に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれが生じないことが明らかな施設については、この限りではない。

## 指針の範囲と適用に関する考え方について(案)

平成16年5月26日  
原子力安全委員会事務局

### 1. 耐震設計審査指針の策定目的について

発電用軽水型原子炉の設置許可申請(変更許可申請を含む。)に係る安全審査(いわゆる“基本設計”の安全審査)に当たって確認すべき安全設計の基本方針について定めた「発電用原子炉施設に関する安全設計審査指針」の「指針2. 自然現象に対する設計上の考慮」にある「適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられる設計」について、この記述を受け、具体的な要件を独立した指針として定めるものが「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」(以下「耐震設計審査指針」という。)である。

現行「耐震設計審査指針」では、その「はしがき」において「本指針は、発電用原子炉施設の耐震設計に関する安全審査を行うに当たって、その設計方針の妥当性を評価するため、(中略)地震学、地質学等の知見を工学的に判断して定めたものである。」と自らの位置付けについての記述がある。

これは現行「耐震設計審査指針」が、あくまでもいわゆる“基本設計”を対象とした安全審査の段階で確認すべき「耐震設計方針の妥当性」を判断するために用いられるべきものとして策定されており、その後の詳細設計や工事計画の妥当性、使用前検査といった“後段規制”における判断基準までも与えるものではないことを意味している。

今回の「耐震設計審査指針」について、「最新知見を反映し、より適切な指針とすること」に関する検討においても、この指針の性格、位置付け等について基本的に変わることはないものと考えられる。

### 2. “基本設計”を対象とした安全審査と後段規制について

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」(以下「原子炉等規制法」という。)は、「原子炉設置の許可」に引き続き、「設計及び工事の方法の認可」、「使用前検査」、「施設定期検査」といった段階的な規制の仕組みを規



定している。「原子炉設置の許可」の段階においては、基本的な事項、すなわち、そこで審査しておかなければ後で取り返しのつかない事項について審査し、「設計及び工事の方法の認可」の段階においては、「原子炉設置の許可」の段階における審査をパスした基本的な事項を前提とした詳細かつ具体的な内容を審査することになっている。（ただし、電気事業法及び同法に基づく命令の規定による検査を受けるべき原子炉施設であって実用発電用原子炉に係るものについては、原子炉等規制法に基づく「設計及び工事の方法の認可」、「使用前検査」及び「施設定期検査」は適用されず、電気事業法の体系による同種の後段規制（「工事計画」、「使用前検査」及び「定期検査」）が適用されている。）

「原子炉設置の許可」に当たって設定された条件（申請事項のオーソライズ等）は、その後の詳細設計及び工事（計画）に関する後段規制の段階で具現化される設計条件として生かされなければならないが、「原子炉設置の許可」に係る安全審査の段階では、後になされる詳細設計及び工事（計画）の具体化を図るための前提となる条件（社会通念上、このような条件を設定しておけば、安全な原子炉施設を建設するための詳細設計及び工事の方法の策定が可能となるという条件）が整っているか否かをチェックすれば十分であるとされている。

### 3. 原子炉の安全性に係る「許可の基準」について

原子炉設置に関する安全性についての「許可の基準」は、「原子炉施設の位置、構造及び設備が核燃料物質（使用済燃料を含む。）、核燃料物質によって汚染された物（原子核分裂生成物を含む。）又は原子炉による災害の防止上支障がないものであること。（原子炉等規制法第24条第1項第4号）」である。

「原子炉設置の許可」に当たっては、原子炉等による災害を防止するという観点から、「原子炉施設（原子炉及びその附属施設）の位置、構造及び設備」についての安全審査を行うわけであるが、ここでの留意点として、原子炉施設の工事の方法（作り方）及び運転の方法は対象ではないことが挙げられる。原子炉施設の作り方や運転の仕方については、別途規制されることになっており、一般的禁止を解除する「設置許可」に当たって条件を付けるべきものは、「原子炉施設の位置、構造及び設備」に限定しているのである。

どの程度まで「原子炉施設の位置、構造及び設備」を許可時に特定化する必要があるかということについては、「原子炉等による災害の防止上支障がないこと」、換言すれば、「技術的知見に照らして社会通念上起こることが考えられるいかなる異常事態下においても、相当の規模の被害は発生することのないようになっていること」が確認できる程度は必要である。ただし、原子炉等規制法

の条文上、具体的な「原子炉施設の位置、構造及び設備」についての基準を示していない。これはこの分野における技術の進歩、科学的知見の進歩が速いことによるためといわれており、その意味でも、許可に関する判断の合理性、客観性を高めるための「技術基準」、「審査指針」等の適切な策定が重要である。

#### 4. 「災害の防止」のための性能要求について

「原子炉施設の位置、構造及び設備が核燃料物質（使用済燃料を含む。）、核燃料物質によって汚染された物（原子核分裂生成物を含む。）又は原子炉による災害の防止上支障がないものであること。」を判断するために、各種審査指針類が整備されてきたところであるが、その代表例としては、原子炉施設の立地条件の可否を判断するための「原子炉立地審査指針」、軽水炉の設置許可申請に係る安全審査に当たって確認すべき安全設計の基本方針について定めた「発電用原子炉施設に関する安全設計審査指針」、その安全審査における原子炉施設の安全評価の妥当性について判断する際の基礎を示す「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」が挙げられる。

「災害の防止上支障がないものであること」を具現化するために施設に要求される性能についての判断基準は、関係技術基準（省令・告示等）、各種審査指針類等によって示されているところであるが、要約すると概ね次の4つであるといえる。

- (1) 平常運転時において、周辺公衆の被ばく線量が、法令により定められている線量限度（例：周辺監視区域外において、実効線量で1ミリシーベルト／年）を超えるおそれがないような性能を当該原子炉施設が有しているか。
- (2) 自然災害（地震、洪水、津波等）が発生しても、その安全性が損なわれない性能を当該原子炉施設が有しているか。
- (3) 社会通念上、現実には起こりうる可能性があると考えられる事故が発生しても、周辺公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えないような（例：周辺公衆の実効線量の評価値が5ミリシーベルト／年を超えるおそれがない）性能を当該原子炉施設が有しているか。
- (4) 原子炉施設は必要とされる原則的立地条件等を満たしうるか。

## 5. 安全審査における耐震安全性についての審査内容について

「原子炉設置の許可」段階における審査のうち、上記4.(2)において原子炉施設の「耐震安全性」については、現行「耐震設計審査指針」等に基づき、次の内容（調査の方法・結果、設計・評価の基本的な考え方）について安全審査が行われ、その審査結果はそれぞれ行政庁及び原子力安全委員会による安全審査書に記述されることになっている。（要確認）

- (1) 耐震設計上想定すべき地震（過去の地震、活断層、地震地体構造、設計用最強地震・設計用限界地震、直下地震）
- (2) 基準地震動
- (3) 地質・地盤
- (4) 耐震設計（耐震設計の方針、耐震設計の重要度分類、地震力の策定、荷重の組合せと許容限界等）

## 6. 改訂「耐震設計審査指針」に規定すべき内容・範囲について

以上述べた現行指針の規定振り、関係法令の枠組み、他の指針類との関連、安全審査の実態等を整理しつつ、これまでの指針の仕組み・役割を基本的に大きく変えず、本件「耐震設計審査指針」のみの高度化を図るのであれば、概ね、以下の項目が改訂指針に規定すべき最低限必要なものと考えられる。

1. 「指針策定（改訂）経緯等」・・・「はしがき／はじめに」に記述
2. 「本指針の位置付け」・・・設計方針の妥当性を評価するための判断基準
3. 「適用範囲」・・・指針対象原子炉施設の範囲、その他の原子力施設への言及等
4. 「用語の定義」・・・本指針の解釈・運用上必要と思われる用語の意義
5. 「基本方針」・・・「敷地ごとに策定される地震（力）が大きな事故の誘因とならない」ことを具現化する耐震安全性についての基本的な方針

6. 「地震時における施設の安全確保の考え方」・・・基本目標の取扱い等
7. 「耐震設計上の重要度分類」・・・「安全機能の重要度分類」との関係等
8. 「基準地震動の策定」・・・基準地震動策定の基本方針、設計用地震の選定、設計用応答スペクトルの評価等
9. 「耐震設計の基本方針」・・・耐震重要度分類ごとの要求性能、地震力の算定法、地震応答解析等
10. 「荷重の組合せと許容限界」・・・耐震設計方針妥当性評価のための荷重の組合せと許容限界
- (11. 「その他」・・・地盤支持機能、斜面崩壊、津波等の地震随件事象等)

すなわち、「耐震設計審査指針」は、“基本設計”段階における耐震設計に関する安全審査を行うに当たって、その設計方針の妥当性を評価するためのものであるから、原子力安全委員会自らによる2次審査及び行政庁による1次審査における判断のよりどころ（これを使って審査ができること）となることは当然のことながら、設置許可の申請を行おうとする者（電気事業者等）にとっても自らが申請する「原子炉施設の位置、構造及び設備」に関する“基本設計”のうちの「耐震設計方針の妥当性」についての安全審査を受けるために十分なだけの内容、めやすが得られるものであることが求められる。具体的には、

- ① 耐震設計を行うに当たっての基本方針をどうするのか。
- ② 原子炉施設を設置しようとする敷地に影響を及ぼしうる地震をどう調べたのか。そして、どの地震の影響がどれくらい大きいと判断したのか。
- ③ 影響が大きいと判断した地震による地震動はどう伝わると判断したのか。
- ④ 伝わってくる地震動は、原子炉施設にどのような力（設計用地震力）をもたらすと判断したのか。
- ⑤ 原子炉施設を耐震設計上の重要度に応じてどう区分する方針であるか。
- ⑥ 原子炉施設の区分ごとにどのような耐震性を有するよう設計する方針であるのか。
- ⑦ 施設の耐震設計方針の妥当性を評価するための荷重の組合せと許容限界についてはどのようにする方針なのか。
- (⑧ その他、地盤支持機能、斜面崩壊、津波等の地震随件事象等について、

基本設計上どう考慮するのか。)

以上の各項目についての妥当性が「原子炉設置の許可」段階での安全審査で確認されれば（お墨付きが得られれば）、その内容そのものが引き続き行われる詳細設計、工事方法（計画）の前提条件として確定することになるものである。

原子炉等規制法に基づく規制体系が多段階規制をとっているので、「原子炉設置の許可」段階では、詳細設計、工事方法（計画）等において、申請の内容が全て具現化されるか否かの確認は行えないこともあり、それについては後段規制の段階に委ねるという前提で、申請内容が具現化される技術的な見通しがあることをもって、その妥当性についての判断がなされることになる。

## 7. 民間・学協会規格等との関係について

「耐震設計審査指針」は、原子力安全委員会決定として策定されるものであるから、本来、民間・学協会において自主的に策定されている各種基準・規格類とは全く独立した形で策定されるべきものである。

また、「耐震設計審査指針」は、“基本設計”段階における耐震設計に関する安全審査を行うに当たって、その設計方針の妥当性を評価するためのものであるから、詳細設計や工事方法（計画）の段階を直接対象とはしておらず、さらに原子炉施設の一般的な耐震設計基準を指向したものでもない。

一方、民間・学協会においては、原子力安全委員会策定の「耐震設計審査指針」や行政庁による技術基準の内容を踏まえつつ、さらに詳細設計のレベルや設計の標準化の観点等も視野に入れた形で、自主的な指針類の整備がなされているとのことである。

原子力安全委員会としては、こうした民間・学協会規格等の存在・検討については常にその状況把握に努めつつも、自ら策定（改訂を含む。）する指針類の検討に当たっては、あくまでも原子力安全委員会自らがその責任において策定する審査指針であるという基本に基づき、これら民間・学協会規格等の存在・検討状況に直接影響を受けるものではなく、さらに、例えば原子力安全委員会が自ら規定すべき指針類の一部をこうした民間・学協会規格において定めるよう委ねるということも形式上取り得ないものと考えられる。

また、当然のことながら、これら民間・学協会規格等は、あくまでも自主的に策定され、その関係者間の申合せ的性格を持つものである。ここで、個別原子炉施設の設置許可申請者が、どのような民間・学協会規格に沿って

自らの申請書を作成するのは、まさに申請者の自由であることは言うまでもないが、その安全審査においては、申請者が用いた規格等についての妥当性についても個別安全審査の対象として十分考慮されることになるものである。

(現行指針類における参考記述)

・「発電用原子炉施設に関する安全設計審査指針」(1990)

設置(変更)許可申請に係る安全審査において、安全性確保の観点から設計の妥当性について判断する際の基礎を示すことを目的に定めたもの。

安全審査に当たって確認すべき安全設計の基本方針について定めたものであって、原子炉施設の一般的な設計基準を指向したものではない。

⇒ 指針2. 自然現象に対する設計上の考慮

1. 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その安全機能の重要度及び地震によって機能の喪失を起こした場合の安全上の影響を考慮して、耐震設計上の区分がなされるとともに、適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられる設計であること。

・「発電用原子炉施設に関する安全設計審査指針」解説

⇒ 指針2. 自然現象に対する設計上の考慮

「適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられる設計」については、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」において定めるところによる。

・「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」(1981)

⇒ 1. はしがき

本指針は、発電用原子炉施設の耐震設計に関する安全審査を行うに当たって、その設計方針の妥当性を評価するため、(中略)、地震学、地質学等の知見を工学的に判断して定めたものである。(中略)

なお、本指針は、今後さらに新たな知見と経験の蓄積によって、必要に応じて見直される必要がある。

2. 適用範囲(略)

3. 基本方針

発電用原子炉施設は想定されるいかなる地震力に対してもこれが大き事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有していなければならない。また、建物・構築物は原則として剛構造にするとともに、重要な建物・構築物は岩盤に支持させなければならない。

4. 耐震設計上の重要度分類

原子炉施設の耐震設計上の施設別重要度を、地震により発生する

可能性のある放射線による環境への影響の観点から、次のように分類する。

- (1) 機能上の分類 (略)                    A、B、C
- (2) クラス別施設 (略)                As、A、B、C

## 5. 耐震設計評価法

### (1) 方針

発電用原子炉施設は各クラス別に次に示す耐震設計に関する基本的な方針を満足していなければならない。

- ① Aクラスの各施設は、以下に示す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、Asクラスの各施設は、以下に示す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。
- ② Bクラスの各施設は、以下に示す静的地震力に耐えること。  
また共振のおそれのある施設については、その影響の検討も行うこと。
- ③ Cクラスの各施設は、以下に示す静的地震力に耐えること。
- ④ 上記各号において、上位の分類に属するものは、下位の分類に属するものの破損によって波及的破損が生じないこと。

### (2) 地震力の算定法

5.(1)で述べた設計用最強地震及び設計用限界地震による地震力並びに静的地震力の算定は以下に示す方法によらなければならない。(以下略)

### (3) 基準地震動の評価法

原子炉施設の耐震設計に用いる地震動は、敷地の解放基盤表面における地震動に基づいて評価しなければならない。

敷地の解放基盤表面において考慮する地震動(以下「基準地震動」という。)は、次の各号に定める考え方により策定されていなければならない。(以下略)

## 6. 荷重の組合せと許容限界

耐震安全性の設計方針の妥当性を評価するに際して検討すべき耐震設計に関する荷重の組合せと許容限界の基本的考え方は以下によらなければならない。(以下略)



## 地震・地震動ワーキンググループにおける検討状況整理表 (案)

\* [ ] 内は、意見が一致していないもの、もしくは、補足として事務局が追加したもの

検討項目に関連する資料及び報告された知見	主な論点 (○) と意見 (・)	分科会に報告すべき内容*
<p>○スラブ内地震の特性と評価方法</p> <p>①震震W第14-1号 「スラブ内地震の特性と評価法について」</p> <p>②震震W第15-3号 「スラブ内地震の特性に関する最新知見と評価方法について」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・スラブ内地震は、短周期レベルを強く励起し、その傾向には地域性がある。</li> <li>・スラブ内地震による地震動の評価法としては、サイト周辺の地震発生の様式や活動度をよく調査した上で、耐震設計上考慮するか否かを決定し、シナリオ地震を設定(位置、規模)し、サイトでの観測記録等をもとに耐専スペクトルに対する残差を求め、耐専スペクトルでシナリオ地震を評価した結果に上乘せする。</li> </ul> <p>③震震W第15-4号 「スラブ内地震の取り扱い方に関するメモ」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・スラブ内地震は、震源を特定できる地震として扱うべきである。その場合、海洋プレート内の浅い地震も含めて、何通りかの深さに、ある上限マグニチュードの震源断層面と震源特性をいくつか複数想定して、経験的手法及び断層モデルに基づく地震動評価を行い、すべてを包絡するような地震動を設定すべきではないか。</li> </ul>	<p>○指針で「スラブ内地震」を明示するか、しないか。</p> <p>○スラブ内地震を、震源を特定できない地震(地震調査委員会の方法)として扱うか、特定できる地震として扱うか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・スラブという言葉の意味はプレートテクトニクスで使われている意味に従うべきではないか。例えば、海洋プレート内の浅い地震も含めて「海洋プレート内の地震」とするなど。</li> <li>・スラブ内地震に関する現状の知見では、短周期の励起特性についての深さ依存性と地域依存性を明らかにできるところまで行っていない。これらが分離できるかという問題は今後の検討課題である。</li> <li>・スラブ内地震は、震源を特定できない地震であるが、耐震設計上、サイトから最短の位置に、ある規模の震源を置くとして取扱うことが可能ではないか。</li> <li>・地震調査委員会の検討では、これまでの地震を分類して、地域ごとに既往最大を上限としている。</li> <li>・純粋に地震テクトニクス等を考えて上限を設定できるかもしれないのではないか。</li> <li>・純粋に地震テクトニクス等を考えて、ある場所ではこれを超える地震は起こらないと言い切れるか?</li> <li>・スラブ内地震は、一律に震源を特定できない地震、震源を特定できる地震のいずれかに決めるのではなく、地域的に考えて判断すべきではないか。</li> </ul>	<p>[1] 個別のサイトに影響を及ぼしうるスラブ内地震の考慮にあたっては、震源をある程度特定しつつ、あるシナリオ地震を想定して地震動を評価すべきである。</p> <p>その場合、以下のようなシナリオ地震の想定方法の提案があった。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地震規模は、サイト近傍の領域に発生した過去の地震を考慮する。震源位置は、スラブの形状を考慮してサイトから最短距離のところに置く。地震動特性については、観測記録等を基に地域性を考慮した評価を実施する。</li> <li>・地震規模は、地震テクトニクス等を考えて、これ以上の地震は起きないと考えられるところまで想定する。震源は、過去に発生していない深さであっても、起こることが否定できないのであれば、それらも含めて複数想定する。評価方法は、距離減衰式などの経験的な手法と断層モデルによる手法を併用し、全てを包絡する地震動を設定する。</li> </ul>

検討項目に関連する資料及び報告された知見	主な論点 (○) と意見 (・)	分科会に報告すべき内容*
<p>○地震地体構造の定義と適用方法</p> <p>①震震W第13-3号 「地震地体構造について－「日本列島と周辺海域の地震地体構造区分」(垣見他2003)－」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地震地体構造区分というものは、地震の起こり方の地域性に基づいて日本列島を地域区分したもの。</li> <li>・歴史地震や活断層の分布の地域的な偏りを基に作られている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震地体構造に関する最新の知見を十分把握した上で地震動を作ることは重要であるが、表マップや新垣見マップのような最大地震規模だけに基づいた図を必ずしも使う必要はないのではないか。</li> <li>・地震の起こり方の地域性には、最大地震規模だけでなく、地震発生層の深さや活断層の成熟度に着目した区分など様々なものが考えられるので、それらの最新の知見を十分把握した上で地震動を評価する必要があるのではないか。</li> <li>・具体的なサイトにとっては、地震地体構造区分を機械的に適用するよりも、その付近の地震テクニクス(変動論に密着した地震発生論)を詳細に検討して地震を想定することのほうが重要である。</li> <li>・地震調査委員会が検討している、98断層に基づくシナリオ地震地図あるいは確率論的地震動予測地図が今年度中に完成するのであるから、そうした地図を活用した方がよいのではないか。</li> <li>・地震地体構造は、基準地震動を決める一つの材料になるのではないか。</li> <li>・活断層が明確でない地域の地震規模を決めるのには役立つかもしれない。</li> </ul>	<p>[2] 詳細な調査により歴史地震や活断層から想定される地震が十分な信頼性をもって評価されるのであれば、地震地体構造マップの最大地震規模に基づいた地震を別個に考慮せず、必要に応じ参考として活用すれば十分である。</p> <p>[3] 地震の起こり方の地域性には、最大地震規模だけでなく、地震発生層の深さや活断層の成熟度に着目した区分など様々なものが考えられるので、審査時点でのそれらの最新の知見を考慮して地震動を評価することが必要である。</p>

検討項目に関連する資料及び報告された知見	主な論点 (○) と意見 (・)	分科会に報告すべき内容*
<p>○地下の震源断層と地表の活断層あるいは地震断層との関係</p> <p>①震震W第 14-2-1 号 「地下の震源断層と地表の活断層あるいは地震断層との関係」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地表で認識される活断層の長さを特定できれば、それによって、地下の震源断層の長さを推定することが可能である。</li> </ul> <p>②震震W第 14-2-2 号 「断層長さ地震規模との関係式について」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 松田式 (1975) は震源断層の長さ地震規模との平均的な関係を示すものである。</li> </ul> <p>③震震W第 16-1 号 「活断層調査高度化に関する電気協会での検討状況について」</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 松田式 (1975) は、基となったデータに用いられている仮定条件等に留意する必要があるのではないかな。</li> <li>・ M6.8 から上の地震規模に対しては、活断層の長さを松田式 (1975) に使えば、地震規模を安全側に評価できるのではないかな。</li> <li>・ 短い活断層に松田式 (1975) を適用して地震規模を評価すると過小評価になる場合があるので注意が必要ではないかな。</li> <li>・ 短い断層に対しては、松田式を使わず、M7 クラスを予測することが必要ではないかな。</li> <li>・ セグメンテーションとグルーピングの問題が解決しないと、震源断層の長さを特定することはできないのではないかな。</li> <li>・ セグメンテーションは、一般的なルールを作ることは困難であり、サイトごとに取扱うべきではないかな。</li> <li>・ 地震調査委員会の検討では、セグメンテーションとグルーピングについて、ある一定のルールを採用しているので参考となるかもしれない。</li> <li>・ 短い断層が見つかった場合は、地下に、ある規模以上の地震を起こす可能性がある伏在断層が存在する可能性がある。</li> <li>・ 地震の規模は、地表の断層長さだけでなく地震発生層の深さを考慮したり、断層のタイプを考慮したりして決めるべきではないかな。</li> <li>・ 活断層の長さを決める際には、どの程度詳細な地質調査を行うかを考慮すべきであり、詳細な調査を行わない場合には保守的に評価すべきではないかな。</li> </ul>	<p>[4] 耐震設計上考慮する活断層の長さから地震規模を想定する際に経験式を適用する場合は、その基となっているデータやその仮定条件、適用結果の傾向などを踏まえ、地震規模を過小評価することがないようにする必要があります。</p> <p>[5] 活断層の長さを評価する際には、どの程度詳細な地質調査を行うかを考慮すべきであるが、もし詳細な調査を行わなかった場合、もしくは行っても必要な情報が得られなかった場合には、活断層の長さを過小評価することがないように、保守的に評価することが必要である。<sup>すべきである。</sup></p> <p>「保守的に評価する」の具体的内容については、以下の意見があった。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 短い活断層が見つかった場合にある一定の地震規模を考えるなど、一般的なルール付けをすべきである。</li> <li>・ 実際の審査の段階で個別に扱うべきことである。</li> </ul>

検討項目に関連する資料及び報告された知見	主な論点 (○) と意見 (・)	分科会に報告すべき内容*
<ul style="list-style-type: none"> <li>鳥取県西部地震により得られた知見を踏まえ、現行の調査手法を高度化するための検討が(社)日本電気協会において行われており、指針改訂に併せ、必要に応じて、さらに検討が行われる予定である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>調査結果をどのように判断するか、また、どのように評価に取り入れていくか、についての詳細は、個別審査において慎重に検討されるべきではないか。</li> <li>詳細な調査を行った結果、短い断層しかわからなかった場合に、調査手法の確度を考慮して、安全側にとどの程度までの規模を考えていかなければならないかということが重要なポイントではないか。</li> <li>電気協会の検討では、調査手法の確度等を考慮して、調査範囲と調査手法等を設定している。</li> <li>鳥取県西部地震によって生じた課題を認識し、その課題に対する検討を行う過程で得られた知見をもとに、調査手法に新たな要素を盛り込んでいくことは必要である。</li> </ul>	<p>[6] 調査手法については、探査技術の進歩を踏まえ、最新の知見を取り入れ、高度化していくことが重要である。</p>
<p>○鳥取県西部地震の震源地域を対象とした調査結果の整理</p> <p>①震震W第13-1-1号 「鳥取県西部地震の震源地域を対象とした調査結果の整理について－産業技術総合研究所の調査結果－」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>地形学的手法(リニアメントの分布等)、地質学的手法(断層破碎岩の分布・性状等)、その地域に最適な地球物理学的手法を総合することによって、鳥取県西部地震のような地震が発生する場所を予測(特定)することが可能となる道筋が示された。</li> </ul> <p>②震震W第13-1-2号 「鳥取県西部地震の震源地域を対象とした調査結果の整理について－産業技術総合研</p>	<p>○鳥取県西部地震のような地震を今後予測できるのか否か。また、その方法は。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>震源を特定できない地震規模とも関係するので、鳥取県西部地震を事前に予測できたかどうかは重要である。</li> <li>鳥取県西部地震を事前に予測できたかどうか議論するよりも、将来起こる可能性がある地震を設計でどのように想定するかという観点で検討した方がよいのではないか。</li> <li>Dランクのリニアメントについて詳細に調査を行えば、地震規模まで想定できるのではないか。</li> <li>地形学的手法(空中写真判読)のみでは十分ではないので、地質学的手法などと併せて検討することが重要である。</li> </ul>	<p>[7] 今後も起きることが否定できない鳥取県西部地震のような地震については、詳細な調査を実施することが重要な意味を持つ。</p> <p>将来起こる可能性のある地震としてどこまで予測できるかについては、意見に以下のような相違点があった。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>位置及び規模をある程度予測可能である</li> <li>位置はある程度予測できても規模まで予測するのは困難である</li> <li>位置及び規模ともに予測困難な場合も少なくない</li> </ul>

検討項目に関連する資料及び報告された知見	主な論点 (○) と意見 (・)	分科会に報告すべき内容*
<p>究所と土木学会の調査結果の比較一」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>断層地形の不明瞭な活断層の特徴を考慮した調査手法を用いれば、鳥取県西部地震の活断層を事前に抽出することが可能であった。</li> </ul> <p>③震震W第 16-1 号 「活断層調査高度化に関する電気協会での検討状況について」(再掲)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>鳥取県西部地震により得られた知見を踏まえ、現行の調査手法を高度化するための検討が(社)日本電気協会において行われており、指針改訂に併せ、必要に応じて、さらに検討が行われる予定である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>判読は解釈である以上、個人差を完全には排除できない。</li> <li>活断層以外の成因によるものを完全には排除できない。</li> <li>もし、鳥取県西部地震が発生していなかったら、事前に詳細な調査を実施したとしても、規模まで予測することは困難ではないか。</li> <li>鳥取県西部地震に関する議論は「後予知」に似ており、結果を知らない将来の地震に対しては見解が必ず割れて、予測できないと思われ、また、「大地震が起こらない」と結論することは至難であると思われるので、結局、限界地震として M7 クラスの直下地震を想定する必要性を強く示唆するのではないか。</li> <li>個別の断層が短い場合、詳細調査により地下の震源断層の範囲まで評価できる地域もありうるが、一般には必ずしも評価できるとは言えないのではないか。</li> <li>鳥取県西部地震によって生じた課題を認識し、その課題に対する検討を行う過程で得られた知見をもとに、調査手法に新たな要素を盛り込んでいくことは必要である。</li> </ul>	<p>[6] 調査手法については、探査技術の進歩を踏まえ、最新の知見を取り入れ、高度化していくことが重要である。 (再掲)</p>
<p>○震源を予め特定できる地震による地震動の想定における不確かさの取扱いに関する検討</p> <p>①震震W第 15-5 号 「震源を予め特定できる地震による地震動の想定について -断層モデルを用いた強震動予測-」(再掲)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>運動学的な断層モデルについては、断層</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>動力学的な研究から、決定論的に地震動の強さの上限がわかると、将来起こる可能性がある地震の想定に対して、非常に有用な情報を与えるのではないか。</li> <li>将来起こる可能性がある地震については、震源パラメータのばらつきを経験的データによって決めるしかない。そのばらつきに対して物理的なある種の拘束を見出すことは現段階では非常に難しいであろう。</li> </ul>	

検討項目に関連する資料及び報告された知見	主な論点 (○) と意見 (・)	分科会に報告すべき内容*
<p>パラメータの設定方法がレシピという形でほぼ確立されているので強震動予測に適用可能である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 動力学的な断層モデルについては、長周期 (2~20 秒) の地震動が再現できるようになりつつあるが、それより短周期の地震動の再現は今後の研究課題である。</li> </ul> <p>②震震W第 15-6 号 「震源を予め特定できる地震による地震動の不確定性に関する最新知見と評価方法について」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地震・地震動の評価モデル内には不確定性が存在する。</li> <li>・ 地震動を設定するまでに介在する様々な不確定性を陽に示した上で、それに対する意思決定のプロセスも陽に示していくことが重要である。</li> <li>・ 不確実さを工学上取り扱う方法として、ロジックツリーが提案されており、地震ハザード評価に応用されている。</li> </ul> <p>③震震W第 16-2 号 「地震ハザードの不確定性評価におけるロジックツリーの概要」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ JNES の地震ハザード不確定性評価における専門家意見の抽出・集約とロジックツリー作成手順を紹介し、専門家意見の抽出・集約に関する留意事項を示した。</li> <li>・ 米国の規制における具体的事例として、「不確定性と専門家判断活用に関するガイドンス」を紹介した。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 断層モデルを適用する場合には、調査を詳細に実施して震源パラメータ設定のためのデータを絞り込み、幅をなるべく狭くすることが重要ではないか。</li> <li>・ 断層モデルを適用する場合、不確定性の大きなマイクロのパラメータや、アスペリティ・破壊開始点の位置などは、安全サイドに設定すべきである。</li> <li>・ ロジックツリーは、不確定性を扱う際のひとつの考え方だと思うが、専門家の抽出方法、意見の取りまとめ役の選び方、そのまとめ方などにより、その客観性が課題になるのではないか。</li> <li>・ この手法が内包する様々なプロセスを、申請者が適切に実施することが現実的に可能であろうか。</li> <li>・ 不確定性を考慮する手法については、申請者が自らの知見や技術的能力を最大限に発揮して選定・実施するべきであり、その妥当性は個別の安全審査で判断されることになるのではないか。</li> <li>・ 不確定性を考慮する手法の事例は紹介されたが、それを確率論的評価という形で取り入れられた場合に審査を行う際の審査基準は示されていないのではないか。</li> <li>・ コンセンサス作りと意見の集約の過程で、専門家ひとりひとりの意見が別の形になってしまうことが有り得るので、このようなプロセスが、日本の文化に受け入れられるかという観点での検討が必要ではないか。</li> <li>・ 工学的な判断を専門家が行う過程では、頭の中でロジックツリーのようなプロセスを必ずとっているはずであり、そのプロセスを明らかにすることが重要</li> </ul>	<p>[8] 震源を予め特定できる地震による地震動の想定における不確かさについては、客観性・説明性を有する手法を用いて考慮することが必要である。</p> <p>補足：基準地震動評価に考慮する場合、確率論的な検討の位置付けは以下が考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地震ハザード解析結果をもとに頻度概念により確率論的に地震動を設定する。</li> <li>・ 確定論的に地震動を設定し、地震ハザード解析結果を参照して確率論的に補強する。</li> </ul> <p>[9] 不確実性を考慮する手法については、指針に記載されるものではなく、申請者が自らの知見や技術的能力を最大限に発揮して選定・実施されるべきであり、その妥当性は個別の安全審査で判断されることになる。 (なお、具体的な手法については、今後、ガイドラインという形での検討がなされる方向であるとの紹介があった。)</p>

検討項目に関連する資料及び報告された知見	主な論点 (○) と意見 (・)	分科会に報告すべき内容*
	<p>で、そうすることにより工学的な判断に対する説明性が高まるのではないか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・不確実性評価の体系的な方法を持つことの重要性、確率論的不確実性評価法の有効性や、体系的・組織的な不確実性評価法が持つ透明性と説得力の重要性について認識すべきではないか。</li> <li>・地震ハザード評価法として、確率分布論とロジックツリー技法を組合せた不確実性評価法が開発されつつあり、その成果を原子力施設の設計や既存施設の評価に反映することを目指すべきではないか。</li> <li>・指針に具体的な手法まで記載することはないが、不確実性について考慮することは記載する必要があるのではないか。また、ロジックツリーを用いた手法は、ひとつの合理的な方法の例として解説等に記載することが一案として考えられるのではないか。</li> <li>・不確実性の指針での取扱いについては別途検討すればよいのであって、その手法をどうするかは事業者の方で考えるべきではないか。</li> <li>・「震源を予め特定できる地震」について、「確率論的方法における不確実性（ばらつき）の取り扱い」に関する考え方の説明及び議論がまだなされていないので検討の必要がある。（例えば、不確かさの要因ごとに完全包絡をするのか、工学的判断を行う指標をどうするのか等について）</li> </ul>	

検討項目に関連する資料及び報告された知見	主な論点 (○) と意見 (・)	分科会に報告すべき内容*
<p>○最新の地震動評価法（上下方向地震動の応答スペクトルの評価法を含む）</p> <p>①震震W第 13-2 号 「最新の経験的地震動評価法について－基準地震動の合理的な策定方法－」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・解放基盤表面における水平および上下地震動は、地震基盤における水平地震動を共通として、これに水平動の地盤増幅率および上下動の地盤増幅率を乗じて求められる。</li> </ul> <p>②震震W第 15-5 号 「震源を予め特定できる地震による地震動の想定について－断層モデルを用いた強震動予測－」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・運動学的な断層モデルについては、断層パラメータの設定方法がレシピという形でほぼ確立されているので強震動予測に適用可能である。</li> <li>・動力学的な断層モデルについては、長周期（2～20 秒）の地震動が再現できるようになりつつあるが、それより短周期の地震動の再現は今後の研究課題である。</li> </ul>		<p>[10] 水平方向および上下方向の基準地震動の評価は、経験式による簡易法と断層モデルによる詳細法を必要に応じて併用することが必要である。断層モデルによる詳細法は、敷地に大きな影響を与える地震のうち、震源の破壊過程が及ぼす影響が大きな地震について用いるのが好ましい。</p>



添付：基準地震動策定のフローと検討項目（6項目）との関係

