

## Ⅱ 耐震安全性評価の基本方針

## II 耐震安全性評価の基本方針

耐震安全性評価の基本方針を以下に示す。

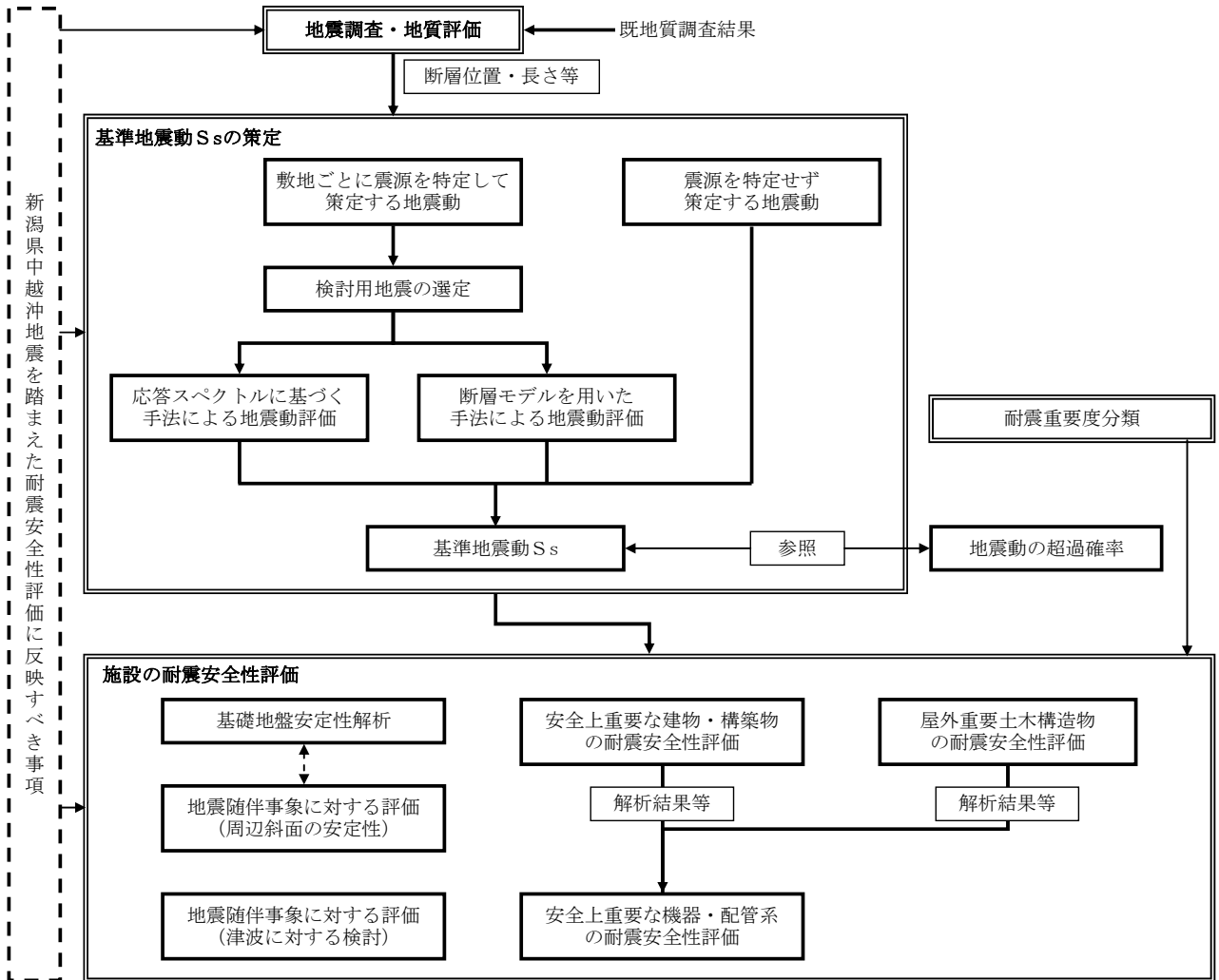
- 1) 耐震安全性評価は，新耐震指針に照らした基準地震動  $S_s$  に対する，耐震安全上重要な施設の安全機能の保持の観点から行う。
- 2) 評価対象施設は，新耐震指針による S クラスの施設を対象とする。  
なお，S クラスの施設に波及的破損を生じさせるおそれのある B クラスおよび C クラスの施設については，S クラス施設への波及的影響の評価の対象とする。
- 3) 基準地震動  $S_s$  は，新耐震指針に則り，「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」および「震源を特定せず策定する地震動」を考慮して策定する。
- 4) 施設に作用する地震力の算定，発生値の算定，安全機能の評価等に用いる地震応答解析手法，解析モデル，評価基準値等については，従来の評価実績，最新の知見および規格・基準等を考慮する。また，施設運用上の管理値や実測値などについても考慮する。
- 5) 耐震安全性評価は，平成 19 年 7 月 16 日に発生した平成 19 年新潟県中越沖地震に伴い，保安院より通知された「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に反映すべき事項（中間取りまとめ）について（通知）」（平成 19・12・26 原院第 6 号 平成 19 年 12 月 27 日）および「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」（平成 20・08・29 原院第 10 号 平成 20 年 9 月 4 日）の知見を適切に反映する。

本報告における評価対象を第 II -1 表に，耐震安全性評価の全体検討フローを第 II -1 図に示す。

また，5)のうち，新潟県中越沖地震から得られた知見について，今回の評価に反映した内容を第 II -2 表に示す。

第Ⅱ-1表 伊方発電所3号機における評価対象

施設等の区分	評価対象設備
基礎地盤	原子炉建屋基礎地盤
建物・構築物	原子炉建屋，原子炉補助建屋
機器・配管系	原子炉本体，原子炉冷却系統設備，計測制御系統設備，燃料設備，放射線管理設備，原子炉格納施設，附帯設備
屋外重要土木構造物	海水ピットポンプ室（海水ポンプ基礎），海水管ダクト
地震随伴事象	周辺斜面，津波



第 II -1 図 耐震安全性評価全体検討フロー

第Ⅱ-2表 新潟県中越沖地震から得られた知見の反映内容（1／6）

「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に反映すべき事項（中間取りまとめ）について（通知）」（平成19・12・26原院第6号）の内容		反 映 状 況
1	(1) 検討用地震は、地震発生様式等に着眼した分類により選定することとするが、選定に当たっては、必要に応じ、「ひずみ集中帯」のような構造帯に係わる地震についても考慮すること。	敷地周辺で発生すると考えられる地震を、内陸地殻内地震、プレート間地震および海洋プレート内地震に分類した上で、検討用地震を選定している。 伊方発電所周辺は「日本海東縁部ひずみ集中帯」や「新潟－神戸ひずみ集中帯」のような構造帯には該当しない。
	(2) 活断層による地震動の評価に当たっては、活断層に関する調査（変動地形学的調査、地質調査、音波探査、重力探査、反射法探査など）の結果に基づき、巨視的・微視的断層パラメーターとそれらの不確かさを考慮して震源断層モデルを設定すること。	活断層による地震である「敷地前面海域の断層群による地震」の地震動評価に当たっては、変動地形学的調査、地表地質調査、海上音波探査、重力測定、屈折法地震探査等の各種調査結果等に基づき巨視的・微視的断層パラメーターを設定している。 また、断層パラメーターの不確かさについては、アスペリティの位置、破壊開始点の位置、断層傾斜角、応力降下量等を考慮している。
	(3) 断層モデルを用いて地震動を評価する際には、地下構造探査データに基づき、適切な地下構造モデルを構築し、地盤の非線形効果の評価が必要な場合にはこれも含めて評価を行うこと。	敷地地盤の調査結果並びに地震観測記録に基づき検討した地下構造モデルを用いている。 また、敷地地盤は硬質岩盤であるため、地盤の非線形効果は考慮していない。
	(4) 敷地に比較的近い地震による地震動の評価に当たっては、経験的グリーン関数法及びハイブリッド合成法による評価を重視すること。	地震発生様式ごとに選定した検討用地震について、経験的グリーン関数法およびハイブリッド合成法による地震動評価を行っている。

第Ⅱ-2表 新潟県中越沖地震から得られた知見の反映内容（2／6）

「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に反映すべき事項（中間取りまとめ）について（通知）」（平成19・12・26原院第6号）の内容		反 映 状 況
1	<p>(5) 孤立した短い活断層による地震の想定に当たっては、当該地域の地震発生層、活断層の性質等を考慮して想定するものとするが、少なくともマグニチュード6.8相当の地震規模を想定すること。</p> <p>なお、詳細な調査によりマグニチュード6.8以上の地震が起こらないことが明らかな場合は、調査結果に基づき適切な地震規模を想定すること。</p>	<p>孤立した短い活断層については、敷地周辺の地震発生層や活断層の性質を考慮のうえ、マグニチュード6.8相当の地震規模を想定している。</p>
	<p>(6) 柏崎刈羽原子力発電所の原子炉建屋基礎版上で観測された地震動の重要性に鑑み、この観測地震動を踏まえ、各サイトの地盤特性、建屋や機器などの機能や実耐力、振動特性の実態なども考慮した耐震安全性の評価を、最終報告において行うこととする。その具体的な事項については今後さらに検討し、原子力安全・保安院より改めて提示する。</p>	<p>「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」（平成20・08・29原院第10号 平成20年9月4日）に基づき、耐震安全性の評価を実施している。</p> <p>（第Ⅱ-2表（4/6）,（5/6）,（6/6）参照）</p>
2	<p>(1) 海域の地層の年代の評価に当たっては、化石、テフラ、海水準変動などの根拠に基づき決定すること。地質層序を海底地質図などの既存文献の層序と比較する場合は、文献の層序が客観的な根拠に基づいたものであることを確認すること。</p>	<p>海域の地層の年代の評価に当たっては、海水準変動に基づき決定するのみならず、文献に示されている、同一海域で実施された海上ボーリング試料や、沿岸部で実施したボーリング試料を基に決定された年代（C14年代およびテフラ分析）に基づいている。</p>
	<p>(2) 褶曲構造の評価に当たっては、断層関連褶曲の考え方を適用して地下の断層を推定するとともに、褶曲構造の形成・発達時期は背斜構造両翼の地層の変形パターンに基づいて判断すること。</p>	<p>敷地周辺は横ずれ断層地域であり、新潟県中越沖地震の発生領域で一般的な逆断層地域とは異なるため、いわゆる断層関連褶曲の概念を直接的には適用できない。</p> <p>なお、小規模な活撓曲については評価している。</p>

第Ⅱ-2表 新潟県中越沖地震から得られた知見の反映内容（3／6）

「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に反映すべき事項（中間取りまとめ）について（通知）」（平成19・12・26原院第6号）の内容		反 映 状 況
2	(3) 活断層や活構造の評価に際しては、断層及び褶曲の連続性を考慮して評価を実施すること。その際、それらの地表のトレースはしばしば断続、屈曲、ステップあるいは分岐することに留意すること。	中央構造線断層帯やF-21断層の評価では、断層トレースが屈曲、ステップさらには分岐することを考慮の上評価している。
	(4) 活断層や活構造の評価に際し、最終間氷期に形成された地形面や地層に変位・変形が認められないことをもって後期更新世以降の活動性を否定する場合には、その根拠を明確にすること。	伊予灘海域の中央構造線断層帯では、海水準変動を基にした最終氷期の地形面、さらには年代測定結果、火山灰分析結果等を基に評価を行っており、後期更新世以降の活動性を確認している。 宇和海のF-21断層では、音波探査記録におけるプログラデーションパターン、ボーリング試料における年代測定結果および火山灰分析結果等を基に後期更新世の地層を認定し、後期更新世以降の活動性を評価している。 陸域では、後期更新世以降の活動性を評価するのに適した堆積層が分布しない場合には、安全評価上、後期更新世以降の活動の可能性があると評価している。
	(5) 変動地形学的調査等による活断層や活構造の評価に当たっては、当該地域の地形の発達過程を十分考慮すること。	敷地周辺の中古生層の地質分布・地質構造の配置を把握した上で、海水準変動等の概念も加え、地形発達過程を考慮している。
	(6) 断層の形状等については、適切な探査技術等による調査結果をもとに地下構造等を把握して適切に評価すること。	断層の地下形状については、各種の探査技術（シングルチャンネル音波探査、マルチチャンネル音波探査、屈折法地震探査、航空重力測定等）を駆使して、さらには変動地形も考慮した評価を行っている。
3	(1) 解放基盤表面が原子炉建屋等の基礎版位置に比較して深い場合は、地盤の地質構造、速度構造、増幅特性等に留意し、原子炉建屋等への入力地震動を適切に評価すること。	解放基盤表面は建屋基礎版位置と同等のレベルであるため、基準地震動Ssを建屋基礎底面レベルに直接入力している。

第Ⅱ-2表 新潟県中越沖地震から得られた知見の反映内容（4／6）

「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」（平成20・08・29原院第10号）の内容		反 映 状 況	
1	1)	<p>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ーの不確かさを考慮した評価を行うこと。</p>	<p>調査結果等に基づき設定した基本的な震源モデルに加え、震源モデルのパラメーターについて不確かさを考慮した震源モデルによる評価を実施している。</p> <p>不確かさを考慮した各パラメーターについては、敷地に与える影響を検討し、その程度を踏まえた上で震源モデルに考慮している。</p>
	2)	<p>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こと。</p>	<p>下記に示す(1)および(2)の場合において、それぞれ地下構造特性による影響を考慮している。</p>
	(1)	<p>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こと。</p>	<p>応答スペクトルに基づく地震動評価において、海洋プレート内地震については、地震観測記録と Noda et al. (2002)の方法による比較検討を行い、補正係数を設定し評価を実施している。内陸地殻内地震およびプレート間地震については観測記録が得られていないことから補正をしていない。</p>
	(2)	<p>①経験的グリーン関数法を用いる場合</p> <p>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こと。</p>	<p>当サイトにおいて、震源位置、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適切な地震観測記録が得られていることから、それを要素地震として、経験的グリーン関数法による評価を実施している。</p>



第Ⅱ-2表 新潟県中越沖地震から得られた知見の反映内容（5／6）

「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」（平成20・08・29原院第10号）の内容			反 映 状 況
1	2)	(3) ②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こと。 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こと。	断層モデルを用いた手法による地震動評価では、経験的グリーン関数法および理論的手法を用いたハイブリッド合成法による評価を実施している。
	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こと。	基準地震動 $S_s$ は、上記の震源特性および地下構造特性を考慮した地震動に基づき策定している。

第Ⅱ-2表 新潟県中越沖地震から得られた知見の反映内容（6／6）

「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」（平成20・08・29原院第10号）の内容		反 映 状 況	
2	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。	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で評価を実施している。
	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こと。	振動特性の異なる構造物から構成されている原子炉建屋は、構造物ごとに独立した軸を有する多軸モデルとし、各軸が床等により接続されている部分に柔性を考慮した地震応答解析モデルとしている。