

発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針及び関連の指針類に 反映させるべき事項について（とりまとめ）

平成24年3月14日
原子力安全基準・指針専門部会
地震・津波関連指針等検討小委員会

1. 検討の経緯

地震・津波関連指針等検討小委員会は、平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震（以下「東北地方太平洋沖地震」という。）及びそれに伴う津波等に係る知見並びに東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故の教訓を踏まえ、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（平成18年9月19日原子力安全委員会決定、以下「耐震設計審査指針」という。）及び関連の指針類に反映させるべき事項について検討を行うことを目的として、平成23年6月22日に原子力安全基準・指針専門部会の下に設置され、同年7月から平成24年3月まで検討を行った。

その結果として、現在までに得られた知見や教訓を踏まえて、耐震設計審査指針の改訂案及び同指針の運用・解釈を明確にすることを目的とした「発電用原子炉施設の耐震安全性に関する安全審査の手引き（平成22年12月20日原子力安全委員会了承）」の改訂案をとりまとめた。

2. 検討項目

（1）耐震設計審査指針及び関連の指針類に反映させるべき事項

これまでに蓄積された知見や、東北地方太平洋沖地震及びそれに伴う津波等に係る知見並びに事故の教訓を踏まえ、耐震設計審査指針及び関連の指針類における当面の改訂内容並びに長期的な改訂の方向性及びその改訂内容について検討した。

（2）その他、重要と認められる事項

耐震設計審査指針及び関連の指針類の見直しに関して、その他重要と認められる事項について検討を行った。

3. 検討の進め方

当小委員会は、耐震設計審査指針等の見直しの具体的検討に先立ち、地震調査研究推進本部、中央防災会議、国土交通省等の他機関での検討状況を踏まえつつ当面の検討内容並びに進め方について検討を行い、「地震・津波関連指針等検討小委員会における検討方針について」を作成し、同方針に沿って以下のとおり検討を進めた。

○発電用原子炉施設の耐震安全性の確保の観点から、東北地方太平洋沖地震及びそれに伴う津波等の観測記録や得られた知見を踏まえて検討を行うことが重要であるため、国内外の様々な最新の研究成果や調査結果等について当小委員会構成員が説明し、これらを踏まえて検討を行った。

- 地震調査研究推進本部、中央防災会議、国土交通省や関連する学協会等では、東北地方太平洋沖地震及びそれに伴う津波等の要因の分析や各種の研究等が実施され、それらを踏まえて地震・津波対策等に関する様々な検討が実施されている。検討に当たっては、これらの他機関から説明を受け、検討を行った。
- 東北地方太平洋沖地震及びそれに伴う津波等の原子力施設に対する影響を正確に把握する必要性から、原子力安全・保安院及び原子炉設置者等から説明を受けるとともに、今回の津波の被害を受けた東北電力株式会社女川原子力発電所の現地調査を行った。
- これまでの耐震バックチェックで得られた経験、知見を踏まえ検討を行った。

4. 検討結果

別紙1に「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（改訂案）」及び別紙2に「発電用原子炉施設の耐震安全性に関する安全審査の手引き（改訂案）」を添付する。また、以下に耐震設計審査指針等の見直しの主なポイントを示す。

4. 1 名称変更について

現行の耐震設計審査指針において、津波については地震随件事象として取り扱ってきた。今般、津波については、耐震設計審査指針の中で別途、独立した項目立てを行い、津波評価に必要な規定を設けることとしたことから、耐震設計審査指針の名称を内容に即したものとすることとし、地震及び津波に対する安全設計の審査指針であることが明示的になるよう「発電用原子炉施設に関する地震・津波に対する安全設計審査指針」（以下「地震・津波審査指針」という。）に改めるべきとした。また、同指針の名称の変更に伴い、「発電用原子炉施設の耐震安全性に関する安全審査の手引き」を「発電用原子炉施設に関する地震・津波に対する安全審査の手引き」（以下「手引き」という。）に改めるべきとした。

4. 2 地震動評価について

地震動評価については、地震調査研究推進本部における東北地方太平洋沖地震等に係る検討状況を聴取するとともに、マグニチュード(M)9.0の地震が想定できなかった理由等について検討し、それらを踏まえて地震動評価をする上で必要な耐震設計審査指針等の見直しについて検討を行った。一方、東北地方太平洋沖地震等の発生を受けて、国内外において様々な調査研究が行われているが、これら調査研究は研究途上にあり、地震の発生機構等も十分に解明されていない状況にある。このことから、耐震設計審査指針等における具体的な見直し事項は必ずしもすべてが明確となっていないが、現時点で得られた知見等を踏まえ、可能な範囲で見直しを行った。

(1) プレート間地震及び海洋プレート内地震に係る規定

現行の耐震設計審査指針は内陸地殻内地震に係る規定が主体であるが、東北地方太平洋沖地震等に関する現状の知見を踏まえ、プレート間地震及び海洋プレート内

地震における震源領域や地震規模等の不確かさ（ばらつき）の考慮についても明示的に規定する必要があることから、地震・津波審査指針及び手引きにおいて、当該規定を追加すべきとした。

（２）プレート境界で発生した巨大地震の世界の事例の考慮について

基準地震動 S_s の策定に関しては、沈み込みプレート境界では過去の事例の有無や場所に関わらず巨大地震の発生が否定できないことを踏まえ、地震・津波審査指針及び手引きにおいて、地震発生機構やテクトニクス背景が類似のプレート境界で発生した巨大地震の世界事例を地震動評価において考慮するための規定を追加すべきとした。

（３）地殻変動の考慮

地殻変動については、耐震バックチェックにおいて既に考慮がされてきた。しかしながら、手引きにおいて地盤の支持性能の評価に必要な事項が規定されているものの、東北地方太平洋沖地震のような巨大な地震に伴って発生する可能性があると思定される地殻変動による施設の安全性確認については必ずしも明確には規定されていない。地殻変動は地震現象に伴う重要な現象であり、津波評価及び地盤の安定性評価をする上で考慮すべき重要な事項であるとの観点から、地震・津波審査指針の基本方針において、地殻変動の考慮を明確に位置づけるとともに、地盤の支持性能の評価に係る事項を規定すべきとした。

（４）多種多様な地震像の検討

東北地方太平洋沖地震の発生後、東日本を中心に多くの余震や誘発地震が発生している。特に巨大な地震後においては、多種多様な地震をイメージすることが必要との指摘がなされ、検討用地震の選定にあたって、これをどのように反映をさせるか等について議論が行われ、以下の点が主要な論点となった。

①余震や誘発地震に関して、一つの地震の揺れが収まった後に発生する地震（地震の連続発生）の考慮については、基準地震動 S_s に影響がないことから、それぞれ個別の地震動として検討されるべきであるとの意見があった。また、施設的设计においては、策定された地震動を連続で入力し、解析することが可能であり、繰り返し荷重として施設的设计において考慮されるべき事項であるとの意見があった。その際、地盤や施設の非線形応答の永久ひずみ（変形）を考慮した検討の必要性等が今後の課題である。

②地震の連続発生で検討の必要があるものは、基準地震動 S_s に影響が考えられるケースである。現時点では、同じ地震発生様式における連動等は考慮されているが、ある地震の継続時間中にその地震がトリガー（何らかの物理的因果関係がある）となって別の地震が発生することは考慮されていない。このため、異なる地震発生様式の地震がほぼ同時（応力が伝播する時間遅れを考慮）に発生する可能性を考慮すべきかどうかについて検討した。

上記のケースの事例としては、海外での事例としてプレート間地震とプレート内地震の同時発生（2009年サモア沖地震）がある。また、プレート内地震やプレート間地震がトリガーとなって内陸地殻内地震の発生が起りえるか等について検討を行い、起こらないという積極的理由はなく、検討することは必要との意見があった。一方、確率的には非常に小さいと考えられる事象を考慮することは過大な要求にならないかとの趣旨の意見もあった。

東北地方太平洋沖地震を踏まえると、多種多様な地震像を検討することは重要ではあるが、地震発生に伴う応力伝播によって、異なる発生様式の地震の発生の検討は、科学的知見に基づいて発生可能性を検討し、検討結果を踏まえて評価を行う必要がある。

上記の論点をはじめ、異なる意見もある中で、東北地方太平洋沖地震等の知見を踏まえると、様々な地震像を検討することは重要であるとの観点から、手引きにおいて、地震発生に伴う応力伝播によって、異なる発生様式の地震が発生する可能性について、科学的知見に基づき検討することを規定すべきとした。

（5）活断層認定における不確かさの考慮

これまでの安全審査や耐震バックチェックを踏まえた課題として、活断層の認定に係る判断について議論がなされた。その結果、手引きにおいて、活断層の認定における不確かさ（ばらつき）の考慮について追加規定することとした。なお、本検討のポイントについては「4. 4 耐震設計審査指針等の運用について」に記載した。

（6）活断層の認定における応力場の検討の留意事項

現行の手引きにおいては、後期更新世の地形面や地層が分布しない場合には、さらに古い年代の地形及び地質、地質構造、応力場等を総合的に検討し活断層の認定を行う必要があるとの規定がされている。

東北地方太平洋沖地震及びその後の誘発地震や地殻変動等の知見並びに耐震バックチェックでの課題等を踏まえ、手引きにおいて、活断層の認定における応力場の検討の留意事項を規定することとした。なお、本検討のポイントについては「4. 4 耐震設計審査指針等の運用について」に記載した。

4. 3 津波評価について

（1）津波評価に係る項目立て

現行の耐震設計審査指針において、津波は地震随件事象として取り扱ってきたが、世界の津波事例や津波の発生機構等から考えると、プレート境界で大きなすべりにより強い揺れと大きな津波を生成する地震や海溝近傍で発生し強い揺れを伴わないが大きな津波を生成する津波地震、海域の地殻内地震に加えて、火山の山体崩壊、地すべり等が大きな津波の発生要因となっていることから、地震・津波審査指針及

び手引きにおいて、地震随件事象として取り扱うのではなく、別途、独立した項目立てを行い、津波評価に必要な規定を設けるべきとした。

(2) 基準津波の策定

地震・津波審査指針及び手引きにおいては、施設の安全設計において基準とする津波の策定及びそれに対する安全設計方針について規定することとし、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り、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切な津波を基準津波とした。検討にあたっては、中央防災会議、地震調査研究推進本部、国土交通省の検討の内容や、世界の津波事例、津波の発生機構等を踏まえ検討を進めた。

東北地方太平洋沖地震に伴う津波は従来想定を大きく上回り、甚大な被害を生じさせた。地震・津波審査指針及び手引きにおいて、今後は、最新の知見に基づき、十分な不確かさ（ばらつき）を考慮していくべきであるとした。また、地震動評価が活断層調査等に基づいて行われるのに対し、敷地周辺の津波痕跡調査等だけでは必ずしも最大規模の津波を想定できるとは限らないこと等を踏まえ、地震・津波審査指針及び手引きにおいて、基準津波は、津波の発生機構を踏まえて最大規模の津波を発生させる波源を考慮し、津波の伝播の影響等を検討した上で施設に大きな影響を与えるおそれがあるものとして策定すべきとした。その際、津波波源の設定は、国内及び世界の津波事例を踏まえ、その発生機構やテクトニクス背景の類似性を考慮した上で検討を行うことを基本とすべきとした。また、設定した津波波源から計算される津波高を超える痕跡が敷地周辺にないことを確認すべきとした。

(3) 津波に係る調査

手引きにおいて、津波の発生要因に係る調査、波源モデルの設定等に必要な調査、敷地周辺に来襲した可能性のある津波に係る調査、津波の伝播経路に係る調査及び砂移動の評価に必要な調査を規定すべきとした。

(4) 津波に対する安全性評価

地震・津波審査指針及び手引きにおいて、基準津波に対して、施設設置位置（敷地高さ※）や津波に対する防御施設の設置等により敷地に津波を浸入させないことを基本とし、安全性評価の確認事項や評価に際しての留意事項等について規定すべきとした。

なお、機能上、海水の流入を防ぐことが困難な取水、放水施設の開口部等からの敷地内の浸水は、施設の安全機能が影響を受けない範囲とすることが必要である。

※「敷地高さ」とは、原子炉の設置の許可の申請書に記載された敷地造成高等をいう。

(5) 浸水に対する考慮

自然科学の観点からは、最新の知見を踏まえ、科学的合理性を持って策定された基準津波を超える津波が原子力発電所に来襲する可能性は否定できない。その場合

においても、周辺公衆に対し、放射線被ばくによる災害を及ぼすことのリスクを抑えるよう措置されなければならないとした。

基準津波を超えた場合についての具体的検討については、別途、原子力安全委員会において検討が行われ、「発電用軽水型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策について（想定を超える津波に対する原子炉施設の安全確保の基本的考え方）（平成24年3月12日原子力安全委員会）」としてまとめられた。

なお、当小委員会において、地震・津波審査指針の範囲外ではあるが、津波が敷地に浸入した場合に対する検討を行う上で重要な以下の指摘がなされた。

○敷地に浸入した場合の津波挙動を把握するためのシミュレーションを行い、津波が施設（建屋だけでなく、周辺の設備/機器も含む。）に及ぼす波力（押し波・引き波）や、津波が敷地に浸入した場合の浸入経路、浸水深、継続時間、漂流物の衝突による影響等を評価し、津波が敷地に浸入した場合であっても、津波によって直接的・間接的に施設の安全機能が重大な影響を受けるおそれがないよう適切な設計上の考慮をすることが必要である。その際、以下の点に留意する必要がある。

- ・津波による建物への影響を検討する上では、浸水深、流速、波力等を見積もることが重要であり、津波が来襲した際の写真や映像解析、漂流物の挙動等の情報の活用が有効である。
- ・津波高が施設設置位置（敷地高さ）を超えた場合に、施設の安全機能上重要な設備・機器等がそれ以外の設備・機器等により波及的影響を受けて破損することのないよう適切な設計上の考慮をすることが必要である。
- ・可燃物漏えい等による発火や引火が生じないよう設計上の考慮をすることが必要である。

4. 4 耐震設計審査指針等の運用について

耐震設計審査指針等の見直しに当たっては、東北地方太平洋沖地震及びそれに伴う津波等に係る知見並びに東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故の教訓を踏まえた検討に加え、これまでの安全審査や耐震バックチェックでの問題点、課題等についても議論した。

特に耐震バックチェックの状況を踏まえると、原子炉設置者の調査結果の審議の中で、データの不確実性の評価に多大な時間を要することにより施設側の対応が遅れてしまうことの問題や、東北地方太平洋沖地震により誘発されたと考えられる内陸地殻内地震に伴う地表地震断層と耐震バックチェックでの耐震設計上考慮する活断層の認定に関しての問題等を取り上げた。

- (1) 活断層調査においては、必要な調査を行っても、活断層の存否や断層長さ等についての不確かさが残ることから、確からしさをもって判断ができない場合がある。このため耐震バックチェックでは、耐震設計上考慮する活断層の認定の確認、判断

の過程において、専門家の指摘に対する原子炉設置者の対応に時間を要する場合や専門家の意見が一致しない等によって、議論に相当の時間を要してきた。

重要なことは“施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切な地震動”を策定することであり、活断層の認定における不確かさが明確に示され、それらの不確かさが地震動評価において検討されることが重要である。

上記のことから、活断層の認定における不確かさ（ばらつき）の考慮として、手引きにおいて、「耐震設計上考慮する活断層の認定には、必要な調査を行っても不確かさ（ばらつき）が存在する。活断層の認定に当たっては、不確かさを考慮した判断を行うこと。」を追加規定すべきとした。なお、過剰な不確かさが見積もられることのおそれがあること等、運用面で懸念があるが、これに関しては、当然、見積もられる不確かさは科学的根拠を持って示されるべきものである。

(2) 東北地方太平洋沖地震の発生以降、東北地方から関東地方等では、従来、顕著な地震活動がほとんど観測されていなかった地域において地震活動が活発化し、東日本では起こりにくいとされてきた正断層型の地震も多く発生するようになった。この一例として福島県浜通りにおいては、文献に井戸沢断層および湯ノ岳断層として示された地域でM7.0の地震が発生し、地表地震断層が出現した。このうち、湯ノ岳断層は耐震バックチェックにおいて、詳細な地質調査は実施せず、断層を横断する地形面の状況と断層破碎部の性状に基づいて、その当時の応力場との関係等から活動性の評価を行い、耐震設計上考慮する活断層ではないと判断されていた。

このような状況を受けて、原子力安全委員会は、「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報告に係る原子力安全・保安院における検討に際しての意見の追加」（平成23年4月28日原子力安全委員会決定）をもって、原子力安全・保安院に対し、バックチェックの確認を行うに当たり、これまで示してきた意見に加え、活断層評価の再確認等を要請した。

東京電力株式会社は、原子力安全・保安院の指示に基づき、湯ノ岳断層について、ボーリング調査、トレンチ調査等の詳細な地質調査を実施した結果、あらためて後期更新世以降の活動を認め、湯ノ岳断層は耐震設計上考慮すべき活断層であったと再評価した。

今後は、地震・津波審査指針及び手引きの趣旨を酌んで、これまで以上に認定根拠の本質に立ち返った総合的な検討を行うことで、判断に誤り等がないようにすることが重要である。

また、上記を踏まえ、応力場に基づく検討の考え方について議論がされ、東北地方太平洋沖地震等から得られた教訓を明確にしておく必要があるとの観点から、手引きにおいて、「応力場は、近傍で発生した地震等により大きく変化する可能性があることを考慮すること。」を追加規定すべきとした。

5. 今後の課題と意見

当小委員会は、耐震設計審査指針等の見直しにあたって、地震動評価や津波評価に関

する事項について検討を行ってきた。検討の過程においては、東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故を踏まえ、専門委員の専門分野や当小委員会の所掌の範囲外の意見も多くあった。こうした意見については、今後の原子力安全をより一層高めるためにも貴重なものと考え、ここにとりまとめておくこととした。今後、これらの意見を参考に検討がなされることが望まれる。

○地震・津波審査指針の既設原子炉施設への適用について

従来、耐震設計審査指針等は、新設の原子炉設置（変更）許可申請に対する安全審査を対象に適用がされてきた。原子力発電所の安全確保は、常に最新の知見を踏まえて見直されるべきであり、今後、地震・津波審査指針等は新設のみならず、既設の原子力発電所にも適用がされるべきである。特に原子炉運転中に審査を行う場合には、速やかな対応が求められる。場合によっては、原子炉を停止して必要な対応を取ることも考慮する等、適切な適用のあり方を考える必要がある。

○地震の継続時間や繰り返し地震動の考慮

東北地方太平洋沖地震は、地震の継続時間が長かった。また、本震後も比較的規模の大きな余震が繰り返された。耐震安全性評価においては、こうした長時間の揺れや繰り返し地震動に対する施設・設備の影響を考慮する必要があると考える。その際、地盤や施設の非線形応答の永久ひずみ（変形）を考慮した検討の必要等が今後の課題である。

○耐震設計上の重要度分類について

- ・地震・津波審査指針では、施設の耐震設計に関する基本的な方針として、耐震設計上の重要度分類が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を規定している。津波や周辺斜面の崩壊に対しても同様の規定を適用することの必要性を検討する必要がある。また、原子炉施設以外の施設がSクラス施設に及ぼす影響について検討する必要がある。特に、今回の事故において、地震動による外部電源喪失が重要な要因となっていることから外部電源受電施設等の耐震安全性に関する抜本的対策が不可欠である。
- ・耐震設計上の重要度分類指針の見直しの必要がある。また、津波に対する施設・設備の重要度分類を規定することも必要である。

○地震、津波観測網の整備

地震観測に関しては、一定の整備がされているが、津波観測は十分ではない。気象庁の緊急情報に頼らず、自ら観測網を構築することで、プラントの特徴にあわせて整備（専用にチューニング）した緊急警報システムが可能となる。

地震・津波等の情報収集設備等の整備は、どのような外力が作用したか等、正確な情報を得るために必要である。また、リアルタイムに観測し、地震や津波を早期に察知することは、運転員の備え等に有効である。さらに、施設内の地震観測点を増やすことは、その後の被害状況の把握等にも有効であり、他機関との連携に加え、

原子炉設置者自らが、地震及び津波の観測網を整備し、必要な体制等を構築することが重要である。

○海溝沿いの調査について

海溝沿いの調査については、調査対象地域が広く、また、深海の調査等については、調査機器も限られている。耐震バックチェックでは、原子力安全・保安院が海上音波探査を実施している例もあり、国も調査に関与すべきである。

○敷地地盤の不同沈下の予測と対策

敷地地盤の不同沈下が地震後の救援・復旧活動（特に緊急車両の通行）を阻害しないように、不同沈下の予測や対策等に関する実状を調査し、その妥当性を検討して、必要な対策を講ずることが必要である。

○3次元解析の積極的取入れ

今後、より高度な科学的な見地からの安全性評価のために、地盤構造や施設の形状をより忠実に表現することができ、そのことによって地盤や施設の非線形特性の影響についてもより客観的・合理的な評価が可能となる3次元解析を積極的に取り入れるべきである。

○Q A集の作成

地震・津波審査指針及び手引きの運用に関して、Q A集を作成する必要がある。

○地震・津波以外の自然現象の考慮

地震・津波以外の自然現象として火山等に対する検討を今後実施していく必要がある。

6. まとめ

現在、国内外において東北地方太平洋沖地震及びそれに伴う津波等に関する様々な調査研究が行われている。また、東北電力株式会社女川原子力発電所や東京電力株式会社福島第一原子力発電所では、上記地震の観測記録が基準地震動 S_s を上回り、安全上重要な施設の損傷の有無などについても現在調査が進められている。地震・津波審査指針及び手引きの見直しは、これらの研究成果や調査結果を踏まえ、継続的に行う必要がある。また、国及び原子炉設置者は、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ことが必要であり、こうした取り組みを日々継続していくことが肝要である。

現在、原子力安全規制体制について見直しが進められており、今後、技術基準等が整備されていくものと考えられる。その際には、既設原子力発電所への適用のあり方を含め、耐震設計審査指針等の改訂案及びその検討過程で整理・抽出された課題等について、その時点における最新の知見を踏まえて反映し、的確な安全規制体制の確立がなされることが望まれる。

地震・津波関連指針等検討小委員会における検討の経過

会合名	開催日	主な検討事項
第1回	平成23年7月12日	地震調査研究推進本部(東北地方太平洋沖地震等の概要)、原子力安全・保安院(福島第一原子力発電所事故状況)の検討状況の聴取、小委員会の進め方の検討
第2回	平成23年8月3日	中央防災会議(東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会)、土木学会の検討状況の聴取、小委員会の進め方の検討
第3回	平成23年8月25日	陸域及び海域における津波調査の現状と課題等について検討
第4回	平成23年9月13日	国土交通省(設計津波の水位の設定方法等)の検討状況の聴取、大間原子力発電所等(津波、山体崩壊等の評価)の検討事例の聴取
第18回 基準部会*	平成23年9月15日	小委員会における検討状況の報告
第5回	平成23年10月7日	女川原子力発電所における地震、津波評価の検討状況及び津波被害評価等の聴取
第6回	平成23年10月21日	保安院における福島第一・第二の被災状況、地震動評価、津波調査等に関する検討状況の聴取
第7回	平成23年11月7日	津波評価に関する検討、東北地方太平洋沖地震等の現状の研究結果等について検討
現地調査	平成23年11月8日	女川原子力発電所の現地調査
第8回	平成23年12月2日	津波挙動の被害予測手法の検討、津波評価及び地震動評価に関する検討、耐震設計審査指針(事務局素案)の検討
第9回	平成23年12月12日	地震調査研究推進本部の検討状況の聴取、津波評価及び地震動評価に関する検討、耐震設計審査指針(改訂案)の検討
第10回	平成23年12月16日	津波評価に関する検討、耐震設計審査指針(改訂案)の検討
第11回	平成23年12月26日	津波評価及び地震動評価に関する検討、耐震設計審査指針(改訂案)の検討
第19回 基準部会*	平成23年12月28日	小委員会における検討状況の報告
第12回	平成24年1月30日	津波評価及び地震動評価に関する検討、耐震設計審査指針(改訂案)及び手引き(改訂案)の検討
第13回	平成24年2月16日	地震動評価に関する検討、耐震設計審査指針(改訂案)及び手引き(改訂案)の検討
第14回	平成24年2月29日	耐震設計審査指針(改訂案)及び手引き(改訂案)の検討、とりまとめ
第20回 基準部会*	平成24年3月14日	小委員会における検討結果の報告

* : 原子力安全基準・指針専門部会

地震・津波関連指針等検討小委員会構成員

(平成 24 年 3 月 14 日現在)

- ◎ 入倉孝次郎 愛知工業大学客員教授
- 海野 徳仁 国立大学法人東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター教授
- 岡村 行信 独立行政法人産業技術総合研究所活断層・地震研究センター長
- 奥村 晃史 国立大学法人広島大学大学院文学研究科教授
- 釜江 克宏 国立大学法人京都大学原子炉実験所附属安全原子力システム研究センター教授
- 川瀬 博 国立大学法人京都大学防災研究所教授
- 京谷 孝史 国立大学法人東北大学大学院工学研究科土木工学専攻教授
- 隈元 崇 国立大学法人岡山大学大学院自然科学研究科准教授
- 越村 俊一 国立大学法人東北大学大学院工学研究科附属災害制御研究センター准教授
- 古関 潤一 国立大学法人東京大学生産技術研究所教授
- 酒井 慎一 国立大学法人東京大学地震研究所観測開発基盤センター准教授
- 高橋 智幸 関西大学社会安全学部安全マネジメント学科教授
- 谷 和夫 国立大学法人横浜国立大学大学院都市イノベーション研究院教授
- 谷岡勇市郎 国立大学法人北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター教授
- 徳山 英一 国立大学法人東京大学大気海洋研究所教授
- 山岡 耕春 国立大学法人名古屋大学大学院環境学研究科教授
- 米山 望 国立大学法人京都大学防災研究所准教授

◎…主査、○…主査代理

発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（改訂案）

平成 24 年 3 月 14 日
地震・津波関連指針等検討小委員会

改訂案	耐震設計審査指針（平成 18 年 9 月 19 日）
<p>○<u>発電用原子炉施設に関する地震・津波に対する安全設計審査指針</u></p> <p>I. はしがき</p> <p>本指針は、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。以下同じ。）に係る安全審査のうち、<u>耐震安全設計方針及び津波に対する安全設計方針</u>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。</p> <p>従前の「<u>発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（平成 18 年 9 月 19 日原子力安全委員会決定。以下「平成 18 年指針」という。）</u>」は、昭和 53 年 9 月に当時の原子力委員会が定めたものに基づき、昭和 56 年 7 月に、原子力安全委員会が、当時の知見に基づいて静的地震力の算定法等について見直して改訂し（以下「<u>昭和 56 年指針</u>」という。）、また、平成 13 年 3 月に一部を改訂、さらに平成 18 年 9 月 19 日に、<u>昭和 56 年指針策定以降の地震学及び地震工学に関する新たな知見の蓄積並びに発電用軽水型原子炉施設の耐震設計技術の著しい改良及び進歩を反映し、全面的に見直したものであった。</u></p> <p>このたびは、平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震及びそれに伴う津波の発生等並びに東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故から得られた知見・教訓を踏まえて、平成 18 年指針の一部改訂を行い、併せて、名称を「発電</p>	<p>○<u>発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針</u></p> <p>平成 18 年 9 月 19 日 原子力安全委員会決定</p> <p>1. はしがき</p> <p>本指針は、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。以下同じ。）に係る安全審査のうち、<u>耐震安全性の確保の観点から耐震設計方針</u>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。</p> <p>従前の「<u>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 20 日原子力安全委員会決定、平成 13 年 3 月 29 日一部改訂。以下、「旧指針」という。）</u>」は、昭和 53 年 9 月に当時の原子力委員会が定めたものに基づき、昭和 56 年 7 月に、原子力安全委員会が、当時の知見に基づいて静的地震力の算定法等について見直して改訂を行い、さらに平成 13 年 3 月に一部改訂したものであった。</p> <p>このたびは、昭和 56 年の旧指針策定以降現在までにおける地震学及び地震工学に関する新たな知見の蓄積並びに発電用軽水型原子炉施設の耐震設計技術の著しい改良及び進歩を反映し、<u>旧指針を全面的に見直したものである。</u></p>

用原子炉施設に関する地震・津波に対する安全設計審査指針」に改めた。

なお、本指針は、今後の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ように見直される必要がある。

II. 適用範囲

本指針は、発電用軽水型原子炉施設（以下「施設」という。）に適用される。

しかし、これ以外の原子炉施設及びその他の原子力関係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、許可申請の内容の一部が本指針に適合しない場合であっても、それが技術的な改良、進歩等を反映したものであって、本指針を満足した場合と同様又はそれを上回る耐震安全性及び津波に対する安全性が確保し得ると判断される場合は、これを排除するものではない。

III. 基本方針

耐震設計上重要な施設は、敷地周辺の地質・地質構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から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り、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切な、地震動による地震力、及び地震発生に伴う地殻変動に対して、その安全機能が損なわれないように設計されなければならない。さらに、施設は、地震により発生する可能性のある環境への放射線による影響の観点からなされる耐震設計上の区分ごとに、適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられるように設計されなければならない。

また、施設は、そ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り、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切な津波に対

なお、本指針は、今後の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ように見直される必要がある。

2. 適用範囲

本指針は、発電用軽水型原子炉施設（以下「施設」という。）に適用される。

しかし、これ以外の原子炉施設及びその他の原子力関係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、許可申請の内容の一部が本指針に適合しない場合であっても、それが技術的な改良、進歩等を反映したものであって、本指針を満足した場合と同様又はそれを上回る耐震安全性が確保し得ると判断される場合は、これを排除するものではない。

3. 基本方針

耐震設計上重要な施設は、敷地周辺の地質・地質構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から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り、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切な地震動による地震力に対して、その安全機能が損なわれないように設計されなければならない。さらに、施設は、地震により発生する可能性のある環境への放射線による影響の観点からなされる耐震設計上の区分ごとに、適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられるように設計されなければならない。

して、その安全機能が損なわれることがないように設計されなければならない。

さらに、建物・構築物は、十分な支持性能をもつ地盤に設置されなければならない。

(解説)

i. 基本方針について

(1) 耐震設計における地震動の策定について

耐震設計においては、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り、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切な地震動を適切に策定し、この地震動を前提とした耐震設計を行うことにより、地震に起因する外乱によって周辺の公衆に対し、著しい放射線被ばくのリスクを与えないようにすることを基本とすべきである。

これは、昭和56年指針の「基本方針」における「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」との規定が耐震設計に求めているものと同等の考え方である。

(2) 地震動の策定に係る「残余のリスク」の存在について

(略)

(3) 津波に対する安全性について

津波に対する施設の安全性確保においては、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考えられる津波を適切に策定し、この津波を前提とした安全対策を行うことにより、津波に起因する外乱によって周辺の公衆に対し、著しい放射線被ばくのリスクを与えな

また、建物・構築物は、十分な支持性能をもつ地盤に設置されなければならない。

(解説)

I. 基本方針について

(1) 耐震設計における地震動の策定について

耐震設計においては、「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り、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切な地震動」を適切に策定し、この地震動を前提とした耐震設計を行うことにより、地震に起因する外乱によって周辺の公衆に対し、著しい放射線被ばくのリスクを与えないようにすることを基本とすべきである。

これは、旧指針の「基本方針」における「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」との規定が耐震設計に求めているものと同等の考え方である。

(2) 「残余のリスク」の存在について

(略)

いようにすることを基本とすべきである。

また、自然科学の観点からは、策定された津波を超える津波が施設に
来襲する可能性は否定できない。その場合においても、周辺の公衆に対
し、放射線被ばくによる災害を及ぼすことのリスクを抑えるよう措置さ
れなければならない。

IV. 耐震安全設計方針

1. 耐震設計上の重要度分類

(略)

2. 基準地震動の策定

施設の耐震設計において基準とする地震動は、敷地周辺の地質・地質構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から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り、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切なものとして策定しなければならない。(以下、この地震動を「基準地震動 Ss」という。)

基準地震動 Ss は、以下の方針により策定することとする。

(1) (略)

(2) 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」は、以下の方針により策定することとする。

- ① 内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震について、敷地に大きな影響を与えると予想される地震（以下「検討用地震」という。）を、複数選定すること。

4. 耐震設計上の重要度分類

(略)

5. 基準地震動の策定

施設の耐震設計において基準とする地震動は、敷地周辺の地質・地質構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から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り、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切なものとして策定しなければならない。(以下、この地震動を「基準地震動 Ss」という。)

基準地震動 Ss は、以下の方針により策定することとする。

(1) (略)

(2) 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」は、以下の方針により策定することとする。

- ① 敷地周辺の活断層の性質、過去及び現在の地震発生状況等を考慮し、さらに地震発生様式等による地震の分類を行ったうえで、敷地に大きな影響を与えると予想される地震（以下、「検討用地震」という。）を、複

② 上記①の内陸地殻内地震に関しては、次に示す事項を考慮すること。

- i) 耐震設計上考慮する活断層としては、後期更新世以降の活動が否定できないものとする。なお、その認定に際しては最終間氷期の地層又は地形面に断層による変位・変形が認められるか否かによることができる。
- ii) 活断層の位置・形状・活動性等を明らかにするため、敷地からの距離に応じて、地形学・地質学・地球物理学的手法等を総合した十分な活断層調査を行うこと。

③ 上記①のプレート間地震及び海洋プレート内地震に関しては、国内のみならず世界で起きた大規模な地震を踏まえ、地震の発生機構やテクトニクス的背景の類似性を考慮した上で震源領域の設定を行うこと。

④ 上記①で選定した検討用地震ごとに、次に示す i) の応答スペクトルに基づく地震動評価及び ii) の断層モデルを用いた手法による地震動評価の双方を実施し、それぞれによる基準地震動 S_s を策定する。なお、地震動評価に当たっては、地震発生様式、地震波伝播経路等に応じた諸特性（その地域における特性を含む。）を十分に考慮することとする。

i) ~ ii) (略)

⑤ 上記④の基準地震動 S_s の策定過程に伴う不確かさ（ばらつき）については、適切な手法を用いて考慮することとする。

(3) (略)

数選定すること。

② 上記①の「敷地周辺の活断層の性質」に関しては、次に示す事項を考慮すること。

- i) 耐震設計上考慮する活断層としては、後期更新世以降の活動が否定できないものとする。なお、その認定に際しては最終間氷期の地層又は地形面に断層による変位・変形が認められるか否かによることができる。
- ii) 活断層の位置・形状・活動性等を明らかにするため、敷地からの距離に応じて、地形学・地質学・地球物理学的手法等を総合した十分な活断層調査を行うこと。

③ 上記①で選定した検討用地震ごとに、次に示す i) の応答スペクトルに基づく地震動評価及び ii) の断層モデルを用いた手法による地震動評価の双方を実施し、それぞれによる基準地震動 S_s を策定する。なお、地震動評価に当たっては、地震発生様式、地震波伝播経路等に応じた諸特性（その地域における特性を含む。）を十分に考慮することとする。

i) ~ ii) (略)

④ 上記③の基準地震動 S_s の策定過程に伴う不確かさ（ばらつき）については、適切な手法を用いて考慮することとする。

(3) (略)

(解説)

ii. 基準地震動 S_s の策定について

(1) 基準地震動 S_s の性格について

昭和 56 年指針においては、基準地震動に関して、地震動 S_1 及び地震動 S_2 の 2 種類を策定することとしていたが、平成 18 年指針においてはこの双方の策定方針を統合し、基準地震動 S_s として、検討用地震の選定、地震動評価等について高度化を図ったものである。

この基準地震動 S_s は、施設の耐震安全性を確保するための耐震設計の前提となる地震動であり、その策定に当たっては、個別の安全審査時における最新の知見に照らして、その妥当性が十分確認されなければならない。

(2) (略)

(3) 基準地震動 S_s の策定方針について

① (略)

② 内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震とは、以下をいう。

i) 内陸地殻内地震

「内陸地殻内地震」とは、陸のプレートの上部地殻地震発生層に生じる地震をいい、海岸のやや沖合で起こるものを含む。

ii) プレート間地震

「プレート間地震」とは、相接する二つのプレートの境界面で発生する地震をいう。

iii) 海洋プレート内地震

「海洋プレート内地震」とは、沈み込む（沈み込んだ）海洋プレ

(解説)

II. 基準地震動 S_s の策定について

(1) 基準地震動 S_s の性格について

旧指針においては、基準地震動に関して、地震動 S_1 及び地震動 S_2 の 2 種類を策定することとしていたが、今次改訂においてはこの双方の策定方針を統合し、基準地震動 S_s として、検討用地震の選定、地震動評価等について高度化を図ったものである。

この基準地震動 S_s は、施設の耐震安全性を確保するための耐震設計の前提となる地震動であり、その策定に当たっては、個別の安全審査時における最新の知見に照らして、その妥当性が十分確認されなければならない。

(2) (略)

(3) 基準地震動 S_s の策定方針について

① (略)

② 検討用地震は、次に示す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。

i) 内陸地殻内地震

「内陸地殻内地震」とは、陸のプレートの上部地殻地震発生層に生じる地震をいい、海岸のやや沖合で起こるものを含む。

ii) プレート間地震

「プレート間地震」とは、相接する二つのプレートの境界面で発生する地震をいう。

iii) 海洋プレート内地震

「海洋プレート内地震」とは、沈み込む（沈み込んだ）海洋プレ

ート内部で発生する地震をいい、海溝軸付近ないしそのやや沖合で発生する「沈み込む海洋プレート内の地震」と、海溝軸付近から陸側で発生する「沈み込んだ海洋プレート内の地震（スラブ内地震）」の2種類に分けられる。

③～⑧ （略）

(4) 震源として想定する断層等の評価について

① 震源として想定する断層及び震源領域に関する評価を行うための基本となる調査は、敷地からの距離に応じ、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を適切に組み合わせて十分な精度で実施することとする。特に、敷地近傍においては、精度の高い詳細な調査を行う必要がある。なお、敷地近傍の範囲は、「震源を特定せず策定する地震動」として策定される基準地震動 S_s との関係等を十分考慮して、適切に設定することとする。

② 断層の性状については、それぞれの地域に応じ、地下構造等を把握して適切に評価すべきである。なお、断層が不明瞭な地域において断層の性状から地震を想定する場合には、特段の留意が必要である。

③ 経験式を用いて断層の長さ等から地震規模を想定する際には、その経験式の特徴等を踏まえ、地震規模を適切に評価することとする。

④ 内陸地殻内地震については、震源として想定する断層の形状評価を含めた震源特性パラメータの設定に必要な情報が十分得られなかった場合には、その震源特性の設定に当たって不確かさの考慮を適切に行うこととする。

ート内部で発生する地震をいい、海溝軸付近ないしそのやや沖合で発生する「沈み込む海洋プレート内の地震」と、海溝軸付近から陸側で発生する「沈み込んだ海洋プレート内の地震（スラブ内地震）」の2種類に分けられる。

③～⑧ （略）

(4) 震源として想定する断層の評価について

① 活断層調査は、震源として想定する断層に関する評価を行うための基本となるものであるので、敷地からの距離に応じ、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を適切に組み合わせて十分な調査を実施することとする。特に、敷地近傍においては、精度の高い詳細な調査を行う必要がある。なお、敷地近傍の範囲は、「震源を特定せず策定する地震動」として策定される基準地震動 S_s との関係等を十分考慮して、適切に設定することとする。

② 地震活動に関連した活褶曲、活撓曲等については、活断層と同様に上記①の調査の対象とし、その性状に応じて震源として想定する断層の評価に考慮する。

③ 断層の性状については、それぞれの地域に応じ、地下構造等を把握して適切に評価すべきである。なお、断層が不明瞭な地域において断層の性状から地震を想定する場合には、特段の留意が必要である。

④ 経験式を用いて断層の長さ等から地震規模を想定する際には、その経験式の特徴等を踏まえ、地震規模を適切に評価することとする。

⑤ 活断層調査によっても、震源として想定する断層の形状評価を含めた震源特性パラメータの設定に必要な情報が十分得られなかった場合には、その震源特性の設定に当たって不確かさの考慮を適切に行うこととする。

⑤ 地震活動に関連した活褶曲、活撓曲等については、活断層と同様に上記①の調査の対象とし、その性状に応じて震源として想定する断層の評価に考慮する。

⑥ プレート間地震については、プレート形状、すべり欠損分布等を踏まえ、不確かさ（ばらつき）を考慮して震源領域、すべり量分布等を適切に設定することとする。

⑦ 海洋プレート内地震については、震源領域周辺の過去の地震履歴、地震活動、プレート形状等を踏まえ、不確かさ（ばらつき）を考慮して震源領域、地震規模等を適切に設定することとする。

3. 耐震設計方針

(略)

(解説)

iii. 耐震設計方針について

(1) 弾性設計用地震動 S_d の設定の必要性について

昭和 56 年指針においては、基準地震動について、施設の建物・構築物及び機器・配管系の重要度に相応し、地震動 S_1 及び地震動 S_2 の 2 種類に区分して策定することとしていたが、平成 18 年指針においては基準地震動 S_s のみを策定することとした。

施設の耐震安全性を確保するための耐震設計の考え方においては、この基準地震動 S_s による地震力に対して、耐震安全上重要な施設の安全機能が保持されることが基本である。さらに、この基準地震動 S_s に対する施設の安全機能の保持をより高い精度で確認するために、工学的な観点から基準地震動 S_s と密接に関連付けられる弾性設計用地震動 S_d の設定

6. 耐震設計方針

(略)

(解説)

iii. 耐震設計方針について

(1) 弾性設計用地震動 S_d の設定の必要性について

旧指針においては、基準地震動について、施設の建物・構築物及び機器・配管系の重要度に相応し、地震動 S_1 及び地震動 S_2 の 2 種類に区分して策定することとしていたが、今次改訂においては基準地震動 S_s のみを策定することとした。

施設の耐震安全性を確保するための耐震設計の考え方においては、この基準地震動 S_s による地震力に対して、耐震安全上重要な施設の安全機能が保持されることが基本である。さらに、この基準地震動 S_s に対する施設の安全機能の保持をより高い精度で確認するために、工学的な観点から基準地震動 S_s と密接に関連付けられる弾性設計用地震動 S_d の設定

についても合わせて規定することとしたものである。

(2) 弾性設計用地震動 S_d の設定について

本指針の IV. 3. の耐震設計方針で規定した「地震力に対して耐える」ということは、ある地震力に対して施設全体として概ね弾性範囲の設計がなされるということを意味する。この場合、弾性範囲の設計とは、施設を弾性体とみなして応力解析を行い、施設各部の応力を許容限界以下に留めることをいう。なお、ここでいう許容限界とは、必ずしも厳密な弾性限界ではなく、局部的に弾性限界を超える場合を容認しつつも施設全体として概ね弾性範囲に留まり得ることで十分である。

Sクラスの各施設は弾性設計用地震動 S_d による「地震力に耐える」ことを求めているが、この弾性設計用地震動 S_d は工学的判断に基づいて設定するものである。弾性限界状態は、地震動が施設に及ぼす影響及び施設の状態を明確に評価することが可能な状態であり、施設が全体的に弾性設計用地震動 S_d による地震力に対して概ね弾性限界状態に留まることを把握することによって、基準地震動 S_s による地震力に対する施設の安全機能保持の把握を確実なものとする。すなわち、弾性設計用地震動 S_d は、昭和 56 年指針における基準地震動 S_1 が耐震設計上果たしてきた役割の一部を担うことになる。

弾性設計用地震動 S_d は、施設、もしくはその構成単位ごとに安全機能限界と弾性限界に対する入力荷重の比率を考慮して、工学的判断から求められる係数を基準地震動 S_s に乗じて設定することとする。ここで、当該係数の設定に当たっては、基準地震動 S_s の策定の際に参照した超過確率を参考とすることができる。

この弾性設計用地震動 S_d の具体的な設定値及び設定根拠について、個別申請ごとに、十分に明らかにすることが必要である。

についても合わせて規定することとしたものである。

(2) 弾性設計用地震動 S_d の設定について

本指針の 6. の耐震設計方針で規定した「地震力に対して耐える」ということは、ある地震力に対して施設全体として概ね弾性範囲の設計がなされるということを意味する。この場合、弾性範囲の設計とは、施設を弾性体とみなして応力解析を行い、施設各部の応力を許容限界以下に留めることをいう。なお、ここでいう許容限界とは、必ずしも厳密な弾性限界ではなく、局部的に弾性限界を超える場合を容認しつつも施設全体として概ね弾性範囲に留まり得ることで十分である。

Sクラスの各施設は弾性設計用地震動 S_d による「地震力に耐える」ことを求めているが、この弾性設計用地震動 S_d は工学的判断に基づいて設定するものである。弾性限界状態は、地震動が施設に及ぼす影響及び施設の状態を明確に評価することが可能な状態であり、施設が全体的に弾性設計用地震動 S_d による地震力に対して概ね弾性限界状態に留まることを把握することによって、基準地震動 S_s による地震力に対する施設の安全機能保持の把握を確実なものとする。すなわち、弾性設計用地震動 S_d は、旧指針における基準地震動 S_1 が耐震設計上果たしてきた役割の一部を担うことになる。

弾性設計用地震動 S_d は、施設、もしくはその構成単位ごとに安全機能限界と弾性限界に対する入力荷重の比率を考慮して、工学的判断から求められる係数を基準地震動 S_s に乗じて設定することとする。ここで、当該係数の設定に当たっては、基準地震動 S_s の策定の際に参照した超過確率を参考とすることができる。

この弾性設計用地震動 S_d の具体的な設定値及び設定根拠について、個別申請ごとに、十分に明らかにすることが必要である。

なお、弾性設計用地震動 S_d と基準地震動 S_s の応答スペクトルの比率 (S_d/S_s) の値は、弾性設計用地震動 S_d に求められる性格上、ある程度以上の大きさであるべきであり、めやすとして、0.5 を下回らないような値で求められることが望ましい。

また、弾性設計用地震動 S_d は、施設を構成する要素ごとに、それらの耐震設計上考慮すべき特性の差異を踏まえて個別に設定することができる。

なお、Bクラスの施設について、「共振のおそれのある施設については、その影響についての検討を行うこと」としたが、この検討に用いる地震動に関しては、弾性設計用地震動 S_d に2分の1を乗じたものとすることができる。

(3) ~ (4) (略)

4. 荷重の組合せと許容限界

(略)

(解説)

IV. 荷重の組合せと許容限界について

(略)

5. 地盤の支持性能

建物・構築物は、想定される地震力並びに地震発生に伴う地殻変動及び断層変位に対して、施設の安全機能が重大な影響を受けるおそれがないよう十分な

なお、弾性設計用地震動 S_d と基準地震動 S_s の応答スペクトルの比率 (S_d/S_s) の値は、弾性設計用地震動 S_d に求められる性格上、ある程度以上の大きさであるべきであり、めやすとして、0.5 を下回らないような値で求められることが望ましい。

また、弾性設計用地震動 S_d は、施設を構成する要素ごとに、それらの耐震設計上考慮すべき特性の差異を踏まえて個別に設定することができる。

なお、Bクラスの施設について、「共振のおそれのある施設については、その影響についての検討を行うこと」としたが、この検討に用いる地震動に関しては、弾性設計用地震動 S_d に2分の1を乗じたものとすることができる。

(3) ~ (4) (略)

7. 荷重の組合せと許容限界

(略)

(解説)

iv. 荷重の組合せと許容限界について

(略)

支持性能をもつ地盤に設置されなければならない。

6. 周辺斜面に対する考慮

施設は、その周辺斜面で地震時に想定しうる崩壊等によっても、施設の安全機能が重大な影響を受けるおそれがないよう設計されなければならない。

V. 津波に対する安全設計方針

1. 基準津波の策定

津波に対する施設の安全設計において基準とする津波は、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り、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切な津波（以下「基準津波」という。）として、発生要因及び不確かさ（ばらつき）を考慮した上で策定しなければならない。

(解説)

v. 基準津波の策定について

(1) 基準津波の性格について

基準津波は、施設の安全性を確保するための津波対策の前提となる津

8. 地震随件事象に対する考慮

施設は、地震随件事象について、次に示す事項を十分考慮したうえで設計されなければならない。

(1) 施設の周辺斜面で地震時に想定しうる崩壊等によっても、施設の安全機能が重大な影響を受けるおそれがないこと。

(2) 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して想定することが適切な津波によっても、施設の安全機能が重大な影響を受けるおそれがないこと。

波であり、人工構造物の影響を受けない敷地沿岸域に入射する時刻歴波形とする。また、その策定に当たっては、個別の安全審査時における最新の知見に照らして、その妥当性が十分確認されなければならない。

(2) 基準津波の策定方針について

① 津波を発生させる要因として、以下により発生する津波を考慮するものとする。

- ・プレート間地震
- ・海洋プレート内地震
- ・海域の活断層による地殻内地震
- ・地すべり、斜面崩壊
- ・火山現象（噴火、山体崩壊、カルデラ陥没等）
- ・上記の組合せ

② プレート形状、すべり欠損分布、断層形状、地形・地質並びに火山の位置等から考えられる適切な規模の津波波源を考慮すること。この場合、国内のみならず世界で起きた大規模な津波事例を踏まえ、津波の発生機構やテクトニクス的背景の類似性を考慮した上で検討を行うこと。また、遠地津波に対しても、国内のみならず世界での事例を踏まえ、検討を行うこと。

③ プレート間地震については、地震発生域の深さの下限から海溝軸までが震源域となる地震を考慮すること。

④ 他の地域において発生した大規模な津波の沖合での水位変化が観測されている場合は、津波の発生機構やテクトニクス的背景の類似性を考慮した上で、その水位変化を入力することにより得られる津波について検討すること。

⑤ 基準津波は、敷地周辺における津波堆積物等の地質学的証拠や歴史記録等から推定される津波高及び浸水域を上回っていなければならない。

い。

⑥ 「基準津波の策定の過程に伴う不確かさ（ばらつき）」の考慮に当たっては、基準津波の策定に及ぼす影響が大きいと考えられる不確かさ（ばらつき）の要因及びその大きさの程度を十分踏まえつつ、適切な手法を用いることとする。

⑦ 基準津波の策定に当たって必要な調査や評価を行う際は、既往の資料等について、それらの精度に対する十分な考慮を行い、参照することとする。なお、既往の評価と異なる結果を得た場合には、その根拠を明示しなければならない。

2. 津波に対する設計方針

基準津波によっても、施設の安全機能が重大な影響を受けるおそれがないこと。

(解説)

vi. 津波に対する設計方針について

施設の安全機能が重大な影響を受けるおそれがないこととは、施設設置位置（敷地高さ）や津波に対する防御施設の設置等により敷地に津波を浸入させないことを基本とする。また、水位低下や砂移動に対しても必要な取水を確保できなければならないことをいう。

発電用原子炉施設の耐震安全性に関する安全審査の手引き（改訂案）

平成 24 年 3 月 14 日
地震・津波関連指針等検討小委員会

改訂案	安全審査の手引き（平成 22 年 12 月 20 日）
<p>○<u>発電用原子炉施設に関する地震・津波に対する安全審査の手引き</u></p> <p>I. まえがき</p> <p><u>発電用原子炉施設に関する地震・津波に対する安全審査の手引き</u>（以下「手引き」という。）は、「<u>発電用原子炉施設に関する地震・津波に対する安全設計審査指針</u>」（以下「<u>地震・津波審査指針</u>」という。）の運用・解釈を明確にすることを目的としている。</p> <p>従前の「<u>発電用原子炉施設の耐震安全性に関する安全審査の手引き</u>（以下「平成 22 年手引き」という。）」は、「原子力発電所の地質、地盤に関する安全審査の手引き（昭和 53 年 8 月 23 日原子炉安全専門審査会）」を平成 22 年 12 月に全面改訂したものであり、<u>それまでの安全審査の経験及び最新の知見を踏まえ、敷地周辺の地質・地質構造等の調査、基準地震動の策定、建物・構築物の地盤の支持性能に関する調査と評価、地震随件事象に対する考慮に関する調査と評価に係る事項等について、「活断層等に関する安全審査の手引き（平成 20 年 6 月 20 日原子力安全委員会了承）」に規定した事項も含め、取りまとめたものである。</u></p> <p><u>このたびは、平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震及びそれに伴う津波の発生等並びに東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故から得られた知</u></p>	<p>○<u>発電用原子炉施設の耐震安全性に関する安全審査の手引き</u></p> <p>平成 22 年 12 月 20 日 原子力安全委員会了承</p> <p>I. まえがき</p> <p><u>発電用原子炉施設の耐震安全性に関する安全審査の手引きは、平成 18 年 9 月 19 日に改訂した「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。）の運用・解釈を明確にすることを目的としている。</u></p> <p><u>本手引きは、「原子力発電所の地質、地盤に関する安全審査の手引き（昭和 53 年 8 月 23 日原子炉安全専門審査会）」を全面改訂したものであり、これまでの安全審査の経験及び最新の知見を踏まえ、敷地周辺の地質・地質構造等の調査、基準地震動の策定、建物・構築物の地盤の支持性能に関する調査と評価、地震随件事象に対する考慮に関する調査と評価に係る事項等について、「活断層等に関する安全審査の手引き（平成 20 年 6 月 20 日原子力安全委員会了承）」に規定した事項も含め、取りまとめたものである。</u></p>

見・教訓を踏まえて、平成 22 年手引きの一部改訂を行ったものである。特に「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（平成 18 年 9 月 19 日原子力安全委員会決定）で地震随伴事象として取り扱っていた津波に関しては、世界の津波事例や津波の発生機構等を考慮すると、プレート境界で大きなすべりにより強い揺れと大きな津波を生成する地震や海溝近傍で発生し強い揺れを伴わないが大きな津波を生成する津波地震及び海域の地殻内地震に加えて、火山の山体崩壊、地すべり等が大きな津波の発生要因となっていることから、津波評価に必要な規定を充実した。また、名称を「発電用原子炉施設の耐震安全性に関する安全審査の手引き」から「発電用原子炉施設に関する地震・津波に対する安全審査の手引き」に改めた。

なお、耐震設計上の重要度分類、耐震設計方針及び荷重の組合せと許容限界については、地震・津波審査指針に必要な事項が規定されていることから手引きには規定していない。

安全審査においては、これまでに蓄積された知識・技術を用いるとともに、関連する新しい知見・技術が年々蓄積・向上している状況を踏まえ、その取入れに最大限の努力を払わなければならない。また、手引きは、今後の新しい知見・技術と経験の蓄積に応じて、適宜見直される必要がある。

II. 用語の定義

手引きにおける用語の定義及び用法については、原則として地震・津波審査指針における用語の定義及び用法にしたがうこととし、さらに以下によるものとする。

(1) ～ (4) (略)

なお、耐震設計上の重要度分類、耐震設計方針及び荷重の組合せと許容限界については、耐震設計審査指針に必要な事項が規定されていることから本手引きには規定していない。

安全審査においては、これまでに蓄積された知識・技術を用いるとともに、関連する新しい知見・技術が年々蓄積・向上している状況を踏まえ、その取入れに最大限の努力を払わなければならない。また、本手引きは、今後の新しい知見・技術と経験の蓄積に応じて、適宜見直される必要がある。

II. 用語の定義

本手引きにおける用語の定義及び用法については、原則として耐震設計審査指針における用語の定義及び用法にしたがうこととし、さらに以下によるものとする。

(1) ～ (4) (略)

Ⅲ. 耐震安全設計方針

i. 敷地周辺の地質・地質構造等の調査

敷地周辺（敷地を含む。以下同じ。）の地質・地質構造等の調査は、目的に応じて適切に行う必要がある。本章では、主として「1. 敷地周辺の活断層調査」に敷地ごとに震源を特定して策定する地震動を評価するための活断層調査を、「2. 敷地周辺の地質・地質構造の調査及び地盤調査」に基準地震動 S_s の策定における地震波の伝播特性等の把握のための調査、建物・構築物の地盤の支持性能及び施設の周辺斜面の安全性を評価するための調査に関する事項を規定する。

1. 敷地周辺の活断層調査

1. 1 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

既存文献の調査、変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学的調査については、次に示す各事項の内容を満足していなければならない。

(1) 既存文献の調査については、敷地中心から概ね 100km 以内を対象に、地震活動、歴史地震、測地資料、津波、活断層、変動地形、地質・地質構造、地球物理学的調査研究等に関する文献・地図等を、調査地域の地形・地質等の特性及び敷地からの距離に応じて収集・整理し、当該地域で発生した、あるいは発生する可能性のある地震について、活断層の性質や地震発生様式等を把握すること。なお、100km 以遠であっても遠方の長大活断層等による敷地への影響が考えられる場合には、これを含め調査すること。

(2) ~ (3) (略)

Ⅲ. 敷地周辺の地質・地質構造等の調査

敷地周辺（敷地を含む。以下同じ。）の地質・地質構造等の調査は、目的に応じて適切に行う必要がある。本章では、主として「1. 敷地周辺の活断層調査」に敷地ごとに震源を特定して策定する地震動を評価するための活断層調査及び津波に対する安全性を評価するための調査に関する事項を、「2. 敷地周辺の地質・地質構造の調査及び地盤調査」に基準地震動 S_s の策定における地震波の伝播特性等の把握のための調査、建物・構築物の地盤の支持性能及び施設の周辺斜面の安全性を評価するための調査に関する事項を規定する。

1. 敷地周辺の活断層調査

1. 1 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

既存文献の調査、変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学的調査については、次に示す各事項の内容を満足していなければならない。

(1) 既存文献の調査については、敷地中心から概ね 100km 以内を対象に、地震活動、歴史地震、測地資料、津波、活断層、変動地形、地質構造、地球物理学的調査研究等に関する文献・地図等を、調査地域の地形・地質等の特性及び敷地からの距離に応じて収集・整理し、当該地域で発生した、あるいは発生する可能性のある地震について、活断層の性質や地震発生様式等を把握すること。なお、100km 以遠であっても遠方の長大活断層等による敷地への影響が考えられる場合には、これを含め調査すること。

(2) ~ (3) (略)

(解説)

1. 1 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
(略)

1. 2 陸域・海域の特性を踏まえた調査

(1) 内陸地殻内地震に係る調査

内陸地殻内地震に係る調査については、次に示す各事項の内容を満足していなければならない。

① 半径 30km 範囲の陸域の調査

a) 空中写真判読から、活断層、活褶曲、活撓曲、広域的な地形面の変位・変形を認定する場合には、地形発達過程を考慮し、その認定の根拠を明らかにすること。

b) 広域的な地形面の変位・変形から、地下に伏在する活断層や褶曲の存在が想定される場合には、変動地形学的調査・地表地質調査・地球物理学的調査によって、その位置・形状を推定し、その根拠を明らかにすること。

c) 陸域で活断層の存在が推定された場合、その存在及び形状を確認するため、トレンチ調査、ボーリング調査等の地表地質調査を実施すること。また、必要に応じて深層ボーリングを実施すること。当該活断層から発生する地震の規模を推定するため、活断層の活動区間や変位量を適切に評価すること。

d) トレンチ調査等は、後期更新世以降の断層活動を確認する最も信頼できる手法のひとつであり、適切な掘削場所の選定が重要である。このため、トレンチ調査により活断層を確認できない場合には、その位置選定が適切であったかを検討し、検討結果を明らかにすること。

e) 段丘面等の高度分布から、後期更新世以降の累積的な変動が明らかでない

(解説)

1. 1 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
(略)

1. 2 陸域・海域の特性を踏まえた調査

(1) 内陸地殻内地震に係る調査

内陸地殻内地震に係る調査については、次に示す各事項の内容を満足していなければならない。

① 半径 30km 範囲の陸域の調査

i) 空中写真判読から、活断層、活褶曲、活撓曲、広域的な地形面の変位・変形を認定する場合には、地形発達過程を考慮し、その認定の根拠を明らかにすること。

ii) 広域的な地形面の変位・変形から、地下に伏在する活断層や褶曲の存在が想定される場合には、変動地形学的調査・地表地質調査・地球物理学的調査によって、その位置・形状を推定し、その根拠を明らかにすること。

iii) 陸域で活断層の存在が推定された場合、その存在及び形状を確認するため、トレンチ調査、ボーリング調査等の地表地質調査を実施すること。また、必要に応じて深層ボーリングを実施すること。当該活断層から発生する地震の規模を推定するため、活断層の活動区間や変位量を適切に評価すること。

iv) トレンチ調査等は、後期更新世以降の断層活動を確認する最も信頼できる手法のひとつであり、適切な掘削場所の選定が重要である。このため、トレンチ調査により活断層を確認できない場合には、その位置選定が適切であったかを検討し、検討結果を明らかにすること。

v) 段丘面等の高度分布から、後期更新世以降の累積的な変動が明らかでない

域においては、累積的な変動の様式や広がりをもとに沿岸域に活断層が推定される場合がある。このような場合には、適切な調査技術を組み合わせた十分な調査を実施し、地下深部に至る活断層の形状を推定すること。

② 半径 30km 範囲の海域の調査

a) 海域においては、適切な各種の調査技術を組み合わせた十分な調査を実施し、広域的な海底地形と海底地質構造から深部の活断層を含め活断層の位置・形状を推定し、その根拠を明らかにすること。

b) 海域は基本的には堆積場である場合が多く、海底地形及び地層の変形を広域的に明らかにすること。

c) 海底下の地層の年代を十分な信頼性をもって決定すること。

(2) プレート間地震に係る調査

(略)

(解説)

1. 2 陸域・海域の特性を踏まえた調査

(1) 内陸地殻内地震に係る調査

① 半径 30km 範囲の陸域の調査

a) 活断層の存在が推定される場所に連続する自然露頭がある場合を除き、自然露頭調査のみによって活断層の存在を否定することはできない。このため、活断層が推定される場所においてトレンチ調査を行うことが重要である。それが困難な場合には、十分な数量の群列ボーリングやその他の地層確認調査を実施し、活断層や地層の変形帯の全体像を把握することが望ましい。

b) 鮮新世・更新世の累積的な褶曲運動が推定される地域では、地質構造の詳細な調査を行い、その性状に応じ地下の活断層の推定に努める必要

域においては、累積的な変動の様式や広がりをもとに沿岸域に活断層が推定される場合がある。このような場合には、適切な調査技術を組み合わせた十分な調査を実施し、地下深部に至る活断層の形状を推定すること。

② 半径 30km 範囲の海域の調査

i) 海域においては、適切な各種の調査技術を組み合わせた十分な調査を実施し、広域的な海底地形と海底地質構造から深部の活断層を含め活断層の位置・形状を推定し、その根拠を明らかにすること。

ii) 海域は基本的には堆積場である場合が多く、海底地形及び地層の変形を広域的に明らかにすること。

iii) 海底下の地層の年代を十分な信頼性をもって決定すること。

(2) プレート間地震に係る調査

(略)

(解説)

1. 2 陸域・海域の特性を踏まえた調査

(1) 内陸地殻内地震に係る調査

① 半径 30km 範囲の陸域の調査

i) 活断層の存在が推定される場所に連続する自然露頭がある場合を除き、自然露頭調査のみによって活断層の存在を否定することはできない。このため、活断層が推定される場所においてトレンチ調査を行うことが重要である。それが困難な場合には、十分な数量の群列ボーリングやその他の地層確認調査を実施し、活断層や地層の変形帯の全体像を把握することが望ましい。

ii) 鮮新世・更新世の累積的な褶曲運動が推定される地域では、地質構造の詳細な調査を行い、その性状に応じ地下の活断層の推定に努める必要

がある。

c) トレンチ調査においては、活断層が新期堆積物で覆われていることもあるので、適切な掘削深度をとり、堆積物の変形に注意すること。

d) 活断層の活動性を評価する場合には、調査地点の代表性に注意すること。

② 半径 30km 範囲の海域の調査

a) 調査地域の特性に応じ十分な精度を有する測深調査により、詳細な海底地形図を作成し、変動地形学的な検討を行うことが必要である。また、測深調査では判別が困難な海底面の微細変動地形については、これを把握するための適切な手法での調査を実施することが望ましい。

b) 海底下の浅部構造が明瞭に把握できる探査法を使用することを基本とする。さらに、必要に応じて深部構造を明瞭に把握できる適切な探査法を使用することが望ましい。

後期更新世以降の地層の変形を確実にとらえるため、調査地域の特性に応じて、十分な精度を有し、明瞭な反射面が得られる探査法を採用することが望ましい。

c) 反射断面の層序区分は断面の交点全てで矛盾なく行う必要がある。

d) 海域の活断層の活動性を確認する必要がある場合には、海底ボーリング等により海底地質試料を採取し、堆積層の年代を特定することが必要である。この場合、同等の詳細さを持つ既存文献（海水準変動曲線等）との合理的な対比を用いることもできる。

e) 陸域と海域の境界部においては、適切な調査により、陸域と海域を連続させた地形及び地下構造を把握することが望ましい。これが行えない

がある。

iii) トレンチ調査においては、活断層が新期堆積物で覆われていることもあるので、適切な掘削深度をとり、堆積物の変形に注意すること。

iv) 活断層の活動性を評価する場合には、調査地点の代表性に注意すること。

② 半径 30km 範囲の海域の調査

i) 調査地域の特性に応じ十分な精度を有する測深調査により、詳細な海底地形図を作成し、変動地形学的な検討を行うことが必要である。また、測深調査では判別が困難な海底面の微細変動地形については、これを把握するための適切な手法での調査を実施することが望ましい。

ii) 海底下の浅部構造が明瞭に把握できる探査法を使用することを基本とする。さらに、必要に応じて深部構造を明瞭に把握できる適切な探査法を使用することが望ましい。

後期更新世以降の地層の変形を確実にとらえるため、調査地域の特性に応じて、十分な精度を有し、明瞭な反射面が得られる探査法を採用することが望ましい。

iii) 反射断面の層序区分は断面の交点全てで矛盾なく行う必要がある。

iv) 海域の活断層の活動性を確認する必要がある場合には、海底ボーリング等により海底地質試料を採取し、堆積層の年代を特定することが必要である。この場合、同等の詳細さを持つ既存文献（海水準変動曲線等）との合理的な対比を用いることもできる。

v) 海底及び沿岸域における地すべりは津波の発生に寄与しうることから、地すべりの分布やその規模等に関するデータを取得することが望ましい。

vi) 陸域と海域の境界部においては、適切な調査により、陸域と海域を連続させた地形及び地下構造を把握することが望ましい。これが行えない

場合には、境界部の連続地下構造評価の妥当性とその根拠を明示する必要がある。

③ 耐震設計上考慮する活断層の認定やそれ以降の地震動評価において、活断層の性状をできるだけ正確に把握することが必要であり、調査段階において次の点を踏まえつつデータを整備することが望ましい。

a) 活断層の三次元構造を把握することが重要であり、必要に応じて三次元弾性波探査等適切な探査法を使用すること。

b) 露頭において観察される断層面の傾斜は、必ずしも地下深部の断層面の傾斜と同一ではないこと。

c) 弾性波探査により得られた反射面の解釈では、物質境界（異なる地層同士が接している境界）が、現在の力学境界（両側の相対的なずれ・変位によって歪みを解消している境界）とは必ずしも一致しない場合があること。

d) 断層モデルに係る地震動評価に資する観点から、

- ・ アスペリティの位置の推定には、活断層に沿った変位量（平均変位速度）の変化に関する情報が有効であること。
- ・ 破壊開始点の推定には、活断層の分岐形状等の地表形態に注目すること。

(2) プレート間地震に係る調査

地震性地殻変動の累積によって形成された海成段丘面の高度分布や歴史記録等を詳細に検討し、震源領域の推定のため、次の点に留意することが望ましい。

① 沖積平野の干潟や湿地が発達する場所において、湿地堆積物中に砂層が含まれる場合には、その砂が海岸から運搬されたものかどうかを確認するとともに、堆積構造や水平的な広がりから、津波堆積物かどうかを

場合には、境界部の連続地下構造評価の妥当性とその根拠を明示する必要がある。

③ 耐震設計上考慮する活断層の認定やそれ以降の地震動評価において、活断層の性状をできるだけ正確に把握することが必要であり、調査段階において次の点を踏まえつつデータを整備することが望ましい。

i) 活断層の三次元構造を把握することが重要であり、必要に応じて三次元弾性波探査等適切な探査法を使用すること。

ii) 露頭において観察される断層面の傾斜は、必ずしも地下深部の断層面の傾斜と同一ではないこと。

iii) 弾性波探査により得られた反射面の解釈では、物質境界（異なる地層同士が接している境界）が、現在の力学境界（両側の相対的なずれ・変位によって歪みを解消している境界）とは必ずしも一致しない場合があること。

iv) 断層モデルに係る地震動評価に資する観点から、

- ・ アスペリティの位置の推定には、活断層に沿った変位量（平均変位速度）の変化に関する情報が有効であること。
- ・ 破壊開始点の推定には、活断層の分岐形状等の地表形態に注目すること。

(2) プレート間地震に係る調査

地震性地殻変動の累積によって形成された海成段丘面の高度分布や歴史記録等を詳細に検討し、震源領域の推定のため、次の点に留意することが望ましい。

① 沖積平野の干潟や湿地が発達する場所において、湿地堆積物中に砂層が含まれる場合には、その砂が海岸から運搬されたものかどうかを確認するとともに、堆積構造や水平的な広がりから、津波堆積物かどうかを

判断すること。

- ② 巨大地震や津波の規模の評価において、津波堆積物の時代を特定し、津波遡上高（海岸から内陸へ津波がかけ上がる高さ）とその空間的分布を活用すること。
- ③ 津波波源の位置等に関する情報が含まれていないか、海底地形図と弾性波探査記録を検討すること。

判断すること。

- ・ 巨大地震や津波の規模の評価において、津波堆積物の時代を特定し、津波遡上高（海岸から内陸へ津波がかけ上がる高さ）とその空間的分布を活用すること。
- ・ 津波波源の位置等に関する情報が含まれていないか、海底地形図と弾性波探査記を検討すること。

1. 3 耐震設計上考慮する活断層の認定

耐震設計上考慮する活断層の認定については、次に示す各事項の内容を満足していなければならない。

(1) 耐震設計上考慮する活断層の認定については、調査結果の精度や信頼性を考慮した安全側の判断を行うこと。その根拠となる地形面の変位・変形は変動地形学的調査により、その根拠となる地層の変位・変形は地表地質調査及び地球物理学的調査により、それぞれ認定すること。

いずれかの調査手法によって、耐震設計上考慮する活断層が存在する可能性が推定される場合は、他の手法の調査結果も考慮し、安全側の判断を行うこと。

(2) 後期更新世以降の累積的な地殻変動が否定できず、適切な地殻変動モデルによっても、断層運動が原因であることが否定できない場合には、これらの原因となる耐震設計上考慮する活断層を適切に想定すること。

(3) 地球物理学的調査によって得られる地下の断層の位置や形状は、変動地形学的調査、地表地質調査によって想定される地表の活断層や広域的な変位・変形の特徴と相互に矛盾のない合理的な説明ができること。

1. 3 耐震設計上考慮する活断層の認定

耐震設計上考慮する活断層の認定については、次に示す各事項の内容を満足していなければならない。

(1) 耐震設計上考慮する活断層の認定については、調査結果の精度や信頼性を考慮した安全側の判断を行うこと。その根拠となる地形面の変位・変形は変動地形学的調査により、その根拠となる地層の変位・変形は地表地質調査及び地球物理学的調査により、それぞれ認定すること。

いずれかの調査手法によって、耐震設計上考慮する活断層が存在する可能性が推定される場合は、他の手法の調査結果も考慮し、安全側の判断を行うこと。

(2) 後期更新世以降の累積的な地殻変動が否定できず、適切な地殻変動モデルによっても、断層運動が原因であることが否定できない場合には、これらの原因となる耐震設計上考慮する活断層を適切に想定すること。

(3) 地球物理学的調査によって得られる地下の断層の位置や形状は、変動地形学的調査、地表地質調査によって想定される地表の活断層や広域的な変位・変形の特徴と相互に矛盾のない合理的な説明ができること。

(4) 耐震設計上考慮する活断層の認定においては、一貫した認定の考え方により、適切な判断を行うこと。

(5) 耐震設計上考慮する活断層の認定においては、認定の考え方、認定した根拠及び認定根拠の情報の信頼性等を示すこと。

(解説)

1. 3 耐震設計上考慮する活断層の認定

(1) 半径 30km 範囲の耐震設計上考慮する活断層の認定に当たっては、すべての調査方法で活断層の存在が必ず確認されるとは限らないので、いずれかの調査手法によって、耐震設計上考慮する活断層が存在する可能性が推定される場合は、その認定根拠の本質に立ち返って総合的に検討する必要がある。

(2) 基盤岩からなる山地内の河谷屈曲等が発達する場所、海食台等侵食作用が卓越する場所等については、堆積物の年代により断層運動の時代を特定できない場合でも活断層の存在する可能性を総合的に検討する必要がある。

(3) 顕著な海岸隆起によって累積的な変位が認められる地域では、弾性波探査によって断層が確認されない場合でも、これを合理的に説明する適切な地形発達過程を検討する必要がある。

また、海底に顕著な変動地形が認められる場合にも、それを合理的に説明できる活断層を想定する必要がある。

(4) 耐震設計上考慮する活断層の認定においては、一貫した認定の考え方により、適切な判断を行うこと。

(5) 耐震設計上考慮する活断層の認定においては、認定の考え方、認定した根拠及び認定根拠の情報の信頼性等を示すこと。

(解説)

1. 3 耐震設計上考慮する活断層の認定

(1) 半径 30km 範囲の耐震設計上考慮する活断層の認定に当たっては、すべての調査方法で活断層の存在が必ず確認されるとは限らないので、いずれかの調査手法で相当程度の確からしさをもって認定できる場合は、その認定根拠の本質に立ち返って総合的に検討する必要がある。

(2) 基盤岩からなる山地内の河谷屈曲等が発達する場所、海食台等侵食作用が卓越する場所等については、堆積物の年代により断層運動の時代を特定できない場合でも活断層の存在する可能性を総合的に検討する必要がある。

(3) 顕著な海岸隆起によって累積的な変位が認められる地域では、弾性波探査によって断層が確認されない場合でも、これを合理的に説明する適切な地形発達過程を検討する必要がある。

また、海底に顕著な変動地形が認められる場合にも、それを合理的に説明できる活断層を想定する必要がある。

(4) 後期更新世以降の地層が局所的に急傾斜している場所については、その地下の比較的浅いところに活断層の存在する可能性を検討する必要がある。

また、広域的な隆起等の変動についての要因を活断層によらないものと判断する際には、その理由を明確にする必要がある。

(5) 後期更新世の地形面や地層が十分に分布しない場合には、さらに古い年代の地形、地質・地質構造及び応力場等を総合的に検討し、耐震設計上考慮する活断層の認定を行う必要がある。なお、応力場は、近傍で発生した地震等により大きく変化する可能性があることを考慮すること。

(6) 厚い沖積層が分布する地域や、個々の変動地形が短いか又は不明瞭な地域等のように、活断層を見つけ出すことが困難な特性を持つ地域においては、そのことを念頭においた慎重な検討を行うこと。

(7) 不確かさの考慮

耐震設計上考慮する活断層の認定には、必要な調査を行っても不確かさ(ばらつき)が存在する。活断層の認定に当たっては、不確かさを考慮した判断を行うこと。

2. 敷地周辺の地質・地質構造の調査及び地盤調査

敷地周辺の地質・地質構造、地下構造及び地盤物性等を把握するため、敷地周辺の地質・地質構造の調査及び地盤調査については、次に示す各事項の内容を満足していなければならない。

(4) 後期更新世以降の地層が局所的に急傾斜している場所については、その地下の比較的浅いところに活断層の存在する可能性を検討する必要がある。

また、広域的な隆起等の変動についての要因を活断層によらないものと判断する際には、その理由を明確にする必要がある。

(5) 後期更新世の地形面や地層が分布しない場合には、さらに古い年代の地形及び地質、地質構造、応力場等を総合的に検討し、耐震設計上考慮する活断層の認定を行う必要がある。

(6) 厚い沖積層が分布する地域や、個々の変動地形が短いか又は不明瞭な地域等のように、活断層を見つけ出すことが困難な特性を持つ地域においては、そのことを念頭においた慎重な検討を行うことが望ましい。

2. 敷地周辺の地質・地質構造の調査及び地盤調査

敷地周辺の地質・地質構造、地下構造及び地盤物性等を把握するため、敷地周辺の地質・地質構造の調査及び地盤調査については、次に示す各事項の内容を満足していなければならない。

(1) 敷地周辺の調査

敷地周辺の調査は、地域特性や敷地からの距離に応じて、既存文献の調査、既存の坑井データの収集・分析、地震観測記録の分析、地表踏査、ボーリング調査、二次元あるいは三次元の物理探査（弾性波探査、電気探査、検層、微動探査、重力探査等）、トレンチ調査等を適切な手順と組合せで実施すること。

(2) 施設の位置における調査

(略)

(解説)

2. 敷地周辺の地質・地質構造の調査及び地盤調査

(1) ～ (3) (略)

(4) 建物・構築物の地盤の支持性能の評価に必要な調査について

① 敷地の地表地質調査においては、断層及び地すべり面の存否確認とその分布・形状、活動性、性状等を調査する必要がある。また、施設に影響を及ぼすおそれのある変動地形や地すべり地形が認められる場合には、詳細に調査を行う必要がある。

②～④ (略)

⑤ (略)

a) ボーリング調査は、建物・構築物の基礎底面を含む必要な範囲について、適切な深度と本数で実施する必要がある。

b) 試掘坑は、原則として建物・構築物の基礎底面以浅で互いに直交する横坑とし、基礎幅以上の適切な長さとする必要がある。

c) 原位置試験（サウンディング、原位置岩盤試験）は、地質や地盤の性

(1) 敷地周辺の調査

敷地周辺の調査は、地域特性や敷地からの距離に応じて、既存文献の調査、既存の坑井データの収集・分析、地震観測記録の分析、地表地質調査、ボーリング調査、二次元あるいは三次元の物理探査（弾性波探査、電気探査、検層、微動探査、重力探査等）、トレンチ調査等を適切な手順と組合せで実施すること。

(2) 施設の位置における調査

(略)

(解説)

2. 敷地周辺の地質・地質構造の調査及び地盤調査

(1) ～ (3) (略)

(4) 建物・構築物の地盤の支持性能の評価に必要な調査について

① 敷地の地質調査においては、断層及び地すべり面の存否確認とその分布・形状、活動性、性状等を調査する必要がある。また、施設に影響を及ぼすおそれのある変動地形や地すべり地形が認められる場合には、詳細に調査を行う必要がある。

②～④ (略)

⑤ (略)

i) ボーリング調査は、建物・構築物の基礎底面を含む必要な範囲について、適切な深度と本数で実施する必要がある。

ii) 試掘坑は、原則として建物・構築物の基礎底面以浅で互いに直交する横坑とし、基礎幅以上の適切な長さとする必要がある。

iii) 原位置試験（サウンディング、原位置岩盤試験）は、地質や地盤の性

状を考慮し、試掘坑等の適切な位置で行う必要がある。

d) 室内及び原位置で行う調査や試験は、最新の知見に基づいて実施する必要がある。特に、試験条件は、対象とする地盤の特性を考慮して設定する必要がある。

e) 必要に応じ、最新の手法を用いた高解像物理探査を実施し、試掘坑調査及びボーリング調査等により得られた情報と統合し、敷地内の地盤構造を三次元的に把握することが望ましい。

状を考慮し、試掘坑等の適切な位置で行う必要がある。

iv) 室内及び原位置で行う調査や試験は、最新の知見に基づいて実施する必要がある。特に、試験条件は、対象とする地盤の特性を考慮して設定する必要がある。

v) 必要に応じ、最新の手法を用いた高解像物理探査を実施し、試掘坑調査及びボーリング調査等により得られた情報と統合し、敷地内の地盤構造を三次元的に把握することが望ましい。

ii. 基準地震動の策定

1. 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

1. 1 検討用地震の選定

(1) 震源として想定する断層の形状等の評価

震源として想定する断層の形状等の評価においては、次に示す各事項の内容を満足していなければならない。

① 内陸地殻内地震においては、複数の連続する活断層や近接した複数の活断層が連動して、より規模の大きな地震を引き起こすことも考慮して、既存文献の調査、変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学的調査の結果に基づき起震断層を設定すること。

また、長大な活断層（群）において、破壊の開始点とアスペリティとの位置関係等によって、一括放出型地震（起震断層全体の活動による地震）よりも分割放出型地震（起震断層を構成する一部の活断層の活動による地震）の方が敷地に大きな影響を及ぼす可能性がある場合には、分割放出型地震に対応する活断層（群）から構成される活動区間を設定すること。

② プレート間地震においては、プレート形状、すべり欠損分布等を踏まえ、不確かさ（ばらつき）を考慮して震源領域、すべり量分布等を適切に設定す

IV. 基準地震動の策定

1. 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

1. 1 検討用地震の選定

(1) 震源として想定する断層の形状等の評価

震源として想定する断層の形状等の評価においては、次に示す各事項の内容を満足していなければならない。

① 内陸地殻内地震においては、複数の連続する活断層や近接して分岐、並走する複数の活断層が連動してより規模の大きな地震を引き起こすことも考慮して、既存文献の調査、変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学的調査の結果に基づき起震断層を設定すること。

また、長大な活断層（群）において、破壊の開始点とアスペリティとの位置関係等によって、一括放出型地震（起震断層全体の活動による地震）よりも分割放出型地震（起震断層を構成する一部の活断層の活動による地震）の方が敷地に大きな影響を及ぼす可能性がある場合には、分割放出型地震に対応する活断層（群）から構成される活動区間を設定すること。

② プレート間地震においては、隣り合う震源領域が連動して、より規模の大きな地震を引き起こすことがあるため、震源領域の最大規模の連動を適切に

ること。また、隣り合う震源領域が連動して、より規模の大きな地震を引き起こすことがあるため、震源領域の最大規模の連動を適切に考慮すること。

さらに、破壊の開始点とアスペリティとの位置関係等によって、震源領域の最大規模の連動よりも震源領域の単独活動や隣接する一部の震源領域の連動の方が敷地に大きな影響を及ぼす可能性がある場合には、震源領域の単独活動や一部の連動を考慮すること。

③ 海洋プレート内地震においては、テクトニクス的背景を考慮した上で、震源領域を設定すること。

④ 地震発生に伴う応力伝播によって異なる発生様式の地震が発生する可能性について検討すること。

(2) 震源特性パラメータの設定

震源特性パラメータの設定に当たっては、最新の知見を十分に考慮・反映するとともに、次に示す各事項の内容を満足していなければならない。

① 内陸地殻内地震の起震断層、活動区間及びプレート間地震の震源領域に対応する震源特性パラメータは、既存文献の調査、変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学的調査の結果を踏まえ適切に設定すること。

② 震源断層モデルの長さ又は面積、あるいは単位変位量（1回の活動による変位量）と地震規模を関連づける経験式を用いて地震規模を設定する場合には、経験式の適用範囲を十分に検討して行うこと。その際、経験式は平均値としての地震規模を与えるものであることから、その不確かさ（ばらつき）も考慮する必要がある。

③ プレート間地震及び海洋プレート内地震の規模の設定においては、敷地周辺において過去に発生した地震の規模、すべり量、震源領域の広がり等に関する地形・地質学的、地震学的及び測地学的な直接・間接的な情報を可能な限り活用すること。

考慮すること。

また、破壊の開始点とアスペリティとの位置関係等によって、震源領域の最大規模の連動よりも震源領域の単独活動や隣接する一部の震源領域の連動の方が敷地に大きな影響を及ぼす可能性がある場合には、震源領域の単独活動や一部の連動を考慮すること。

③ 海洋プレート内地震においては、地震の発生様式が地域によって異なることに留意して、震源領域を設定すること。

(2) 震源特性パラメータの設定

震源特性パラメータの設定に当たっては、最新の知見を十分に考慮・反映するとともに、次に示す各事項の内容を満足していなければならない。

① 内陸地殻内地震の起震断層、活動区間及びプレート間地震の震源領域に対応する震源特性パラメータは、既存文献の調査、変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学的調査の結果を踏まえ適切に設定すること。

② 震源断層モデルの長さ又は面積、あるいは単位変位量（1回の活動による変位量）と地震規模を関連づける経験式を用いて地震規模を設定する場合には、経験式の適用範囲を十分に検討して行うこと。

③ プレート間地震及び海洋プレート内地震の規模の設定においては、敷地周辺において過去に発生した地震の規模、すべり量、震源領域の広がり等に関する地形・地質学的、地震学的及び測地学的な直接・間接的な情報を可能な限り活用すること。

④ 長大な活断層による地震や孤立した短い活断層による地震の規模は、最新の知見を十分に考慮して設定すること。

(解説)

1. 1 検討用地震の選定

(1) 震源として想定する断層の形状等の評価

① 内陸地殻内地震における起震断層及び活動区間は、既存文献の調査、変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学的調査の結果の信頼度(確からしさ)や精度等を考慮し、地形発達過程、地質構造、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設定する必要がある。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(測地・測量データ)等の地球物理学的データを考慮して設定する必要がある。

② プレート間地震における震源領域は、分岐断層を含む断層の三次元形状、海底地質構造並びに海底の変動地形学的証拠、海岸の隆起・沈降等の変動地形学的証拠、重力異常・地震波速度構造・微小地震分布・発震機構解分布・地震時及び地震間の地殻変動等の地球物理学的データを十分に考慮して設定する必要がある。また、震源領域の最大規模の連動は、地震や津波の観測記録及び歴史記録、津波堆積物等の地質学的証拠等に基づいて設定する必要がある。

③ プレート間地震については、地震発生域の深さの下限から海溝軸までが震源域となる地震(断層幅が飽和するような地震)を考慮すること。その際、テクトニクス背景を考慮して、深部における低周波地震・微動の発生域までを深さの下限として設定すること。

④ 海洋プレート内地震については、地震の発生機構が太平洋プレート内と

④ 長大な活断層による地震や孤立した短い活断層による地震の規模は、最新の知見を十分に考慮して設定すること。

(解説)

1. 1 検討用地震の選定

(1) 震源として想定する断層の形状等の評価

① 内陸地殻内地震における起震断層及び活動区間は、既存文献の調査、変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学的調査の結果の信頼度(確からしさ)や精度等を考慮し、地形発達過程、地質構造、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設定する必要がある。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(測地・測量データ)等の地球物理学的データを考慮して設定する必要がある。

② プレート間地震における震源領域は、分岐断層を含む断層の三次元形状、海底地質構造並びに海底の変動地形学的証拠、海岸の隆起・沈降等の変動地形学的証拠、重力異常・地震波速度構造・微小地震分布・発震機構解分布・地震時及び地震間の地殻変動等の地球物理学的データを十分に考慮して設定する必要がある。また、震源領域の最大規模の連動は、地震や津波の観測記録及び歴史記録、津波堆積物等の地質学的証拠等に基づいて設定する必要がある。

③ 海洋プレート内地震については、地震の発生様式が太平洋プレート内と

フィリピン海プレート内で異なること等を踏まえ、過去に発生した海洋プレート内地震の地域特性を考慮して、震源領域を設定する必要がある。

⑤ 巨大地震は沈み込みプレート境界では過去の事例の有無や場所に関わらずその発生を否定できないこと及び地震の発生域と規模は過去の事例によるだけではそれを超えるものが発生する可能性を否定したことにはならないこと等から、過去に国内のみならず世界で起きた大規模な事例を踏まえ、地震の発生機構やテクトニクスの背景の類似性を考慮した上で、検討を行うこと。

⑥ 起震断層、活動区間や震源領域の連動の評価においては、活断層やプレート間地震及び海洋プレート内地震の震源領域に関する調査研究に加え、断層の三次元形状や断層間相互作用に関する最新の知見の収集に努め、評価手法の高度化を図ることが望ましい。

⑦ 起震断層、活動区間や震源領域の活動性は、既存文献の調査、変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学的調査の結果に基づく平均変位速度、単位変位量及び活動間隔により推定する必要がある。

(2) 震源特性パラメータの設定

① 既存文献の調査、変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学的調査によって得られた個々のデータや結果については、信頼度、精度、空間代表性等を評価し、震源特性パラメータの設定に反映させる必要がある。空間代表性は、震源特性パラメータの設定に大きな影響を与えることから、個々のデータについて慎重に検討して評価する必要がある。

② 長大な活断層の地震規模の設定においては、世界の長大な活断層帯や海溝周辺で発生した地震のデータを含む経験式や、断層の連動時の地震規模推定に関する様々なモデルと、既存文献の調査、変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学的調査の結果を比較し、検討対象の震源断層に最も

フィリピン海プレート内で異なること等を踏まえ、過去に発生した海洋プレート内地震の地域特性を考慮して、震源領域を設定する必要がある。

④ 起震断層、活動区間や震源領域の連動の評価においては、活断層やプレート間地震及び海洋プレート内地震の震源領域に関する調査研究に加え、断層の三次元形状や断層間相互作用に関する最新の知見の収集に努め、評価手法の高度化を図ることが望ましい。

⑤ 起震断層、活動区間や震源領域の活動性は、既存文献の調査、変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学的調査の結果に基づく平均変位速度、単位変位量及び活動間隔により推定する必要がある。

(2) 震源特性パラメータの設定

① 既存文献の調査、変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学的調査によって得られた個々のデータや結果については、信頼度、精度、空間代表性等を評価し、震源特性パラメータの設定に反映させる必要がある。空間代表性は、震源特性パラメータの設定に大きな影響を与えることから、個々のデータについて慎重に検討して評価する必要がある。

② 長大な活断層の地震規模の設定においては、世界の長大な活断層帯や海溝周辺で発生した地震のデータを含む経験式や、断層の連動時の地震規模推定に関する様々なモデルと、既存文献の調査、変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学的調査の結果を比較し、検討対象の震源断層に最も

適切と判断される経験式やモデルを適用する必要がある。

- ③ 孤立した短い活断層については、地表で認められる活断層の長さが必ずしも震源断層の長さを示さない可能性があることから、対象地域での地震発生層の厚さ、地震発生機構、応力場等に関する最新の知見を十分に考慮して、その地域において発生する地震の規模を設定する必要がある。

1. 2 地震動評価

地震動評価においては、次に示す各事項の内容を満足していなければならない。

(1) ~ (2) (略)

(3) 不確かさ (ばらつき) の考慮

不確かさ (ばらつき) を考慮した地震動評価においては、震源断層モデルの不確かさ (ばらつき) を考慮したパラメータについて、その設定の考え方を明確にすること。

(解説)

1. 2 地震動評価

(1) ~ (2) (略)

(3) 不確かさ (ばらつき) の考慮

震源断層モデルの不確かさ (ばらつき) を考慮する場合には、敷地における地震動評価に大きな影響を与えると考えられる支配的なパラメータについて分析し、その結果を地震動評価に反映させることが必要である。特に、断層モデルを用いた手法による地震動評価では、アスペリティの位

適切と判断される経験式やモデルを適用する必要がある。

- ③ 孤立した短い活断層については、地表で認められる活断層の長さが必ずしも震源断層の長さを示さない可能性があることから、対象地域での地震発生層の厚さ、地震発生機構、応力場等に関する最新の知見を十分に考慮して、その地域において発生する震の規模を設定する必要がある。

1. 2 地震動評価

地震動評価においては、次に示す各事項の内容を満足していなければならない。

(1) ~ (2) (略)

(3) 不確かさ (ばらつき) の考慮

不確かさ (ばらつき) を考慮した地震動評価においては、震源断層モデルの不確かさ (ばらつき) を考慮したパラメータについて、その設定の考え方を明確にすること。

(解説)

1. 2 地震動評価

(1) ~ (2) (略)

(3) 不確かさ (ばらつき) の考慮

震源断層モデルの不確かさ (ばらつき) を考慮する場合には、敷地における地震動評価に大きな影響を与えると考えられる支配的なパラメータについて分析し、その結果を地震動評価に反映させることが必要である。特に、断層モデルを用いた手法による地震動評価では、アスペリティの位

置・応力降下量や破壊開始点の設定等が重要であることに留意すること。	置・応力降下量や破壊開始点の設定等が重要であることに留意すること。
<p>2. 震源を特定せず策定する地震動 (略)</p>	<p>2. 震源を特定せず策定する地震動 (略)</p>
<p>(解説) 2. 震源を特定せず策定する地震動 (略)</p>	<p>(解説) 2. 震源を特定せず策定する地震動 (略)</p>
<p>3. 基準地震動の評価 (略)</p>	<p>3. 基準地震動の評価 (略)</p>
<p>(解説) 3. 基準地震動の評価 (略)</p>	<p>(解説) 3. 基準地震動の評価 (略)</p>
<p>4. 入力地震動 (略)</p>	<p>4. 入力地震動 (略)</p>
<p>(解説) 4. 入力地震動 (略)</p>	<p>(解説) 4. 入力地震動 (略)</p>
<p><u>iii. 建物・構築物の地盤の支持性能の評価</u> 建物・構築物が設置される地盤は、想定される地震力、地震発生に伴う地殻変</p>	<p><u>V. 建物・構築物の地盤の支持性能の評価</u> 建物・構築物が設置される地盤は、想定される地震力及び地震発生に伴う断層</p>

動及び断層変位に対して十分な支持性能をもつ必要がある。

建物・構築物の地盤の支持性能の評価においては、次に示す各事項の内容を満足していなければならない。ただし、耐震設計上考慮する活断層の露頭が確認された場合、その直上に耐震設計上の重要度分類Sクラスの建物・構築物を設置することは想定していないことから、本章に規定する事項については適用しない。

(解説)

iii. 建物・構築物の地盤の支持性能の評価

上記ただし書については、耐震設計上の重要度分類Sクラスの建物・構築物の真下に耐震設計上考慮する活断層の露頭が確認される場合、その活断層の将来の活動によって地盤の支持性能に重大な影響を与えるような断層変位が地表にも生じる可能性を否定できないことから、そのような場所における当該建物・構築物の設置は想定していないという趣旨である。なお、地震を発生させる断層（主断層）と構造的に関係する副断層についても 上記ただし書を適用する。

1. 建物・構築物の地盤の支持性能の評価の考え方

(1) 建物・構築物の地盤の支持性能は、施設の耐震設計上の重要度に応じて地盤モデル、地盤パラメータ、地震力、地震発生に伴う地殻変動及び断層変位を適切に設定し、解析により評価すること。

(2) (略)

(解説)

1. 建物・構築物の地盤の支持性能の評価の考え方

(1) ~ (3) (略)

変位に対して十分な支持性能をもつ必要がある。

建物・構築物の地盤の支持性能の評価においては、次に示す各事項の内容を満足していなければならない。ただし、耐震設計上考慮する活断層の露頭が確認された場合、その直上に耐震設計上の重要度分類Sクラスの建物・構築物を設置することは想定していないことから、本章に規定する事項については適用しない。

(解説)

上記ただし書については、耐震設計上の重要度分類Sクラスの建物・構築物の真下に耐震設計上考慮する活断層の露頭が確認される場合、その活断層の将来の活動によって地盤の支持性能に重大な影響を与えるような断層変位が地表にも生じる可能性を否定できないことから、そのような場所における当該建物・構築物の設置は想定していないという趣旨である。なお、地震を発生させる断層（主断層）と構造的に関係する副断層についても、上記ただし書を適用する。

1. 建物・構築物の地盤の支持性能の評価の考え方

(1) 建物・構築物の地盤の支持性能は、施設の耐震設計上の重要度に応じて地盤モデル、地盤パラメータ、地震力及び地震発生に伴う断層変位を適切に設定し、解析により評価すること。

(2) (略)

(解説)

1. 建物・構築物の地盤の支持性能の評価の考え方

(1) ~ (3) (略)

(4) 地震発生に伴う地殻変動及び断層変位に対する評価に当たっては、その地殻変動及び断層変位により建物・構築物が設置される地盤に生じる変位・変形を数値計算等によって評価する必要がある。その際、過去に生じた地形面や地層の変位・変形に関するデータ及び地殻変動量を活用することにより、数値計算等の妥当性が確認されていることが望ましい。

なお、調査・試験によって適切なデータが得られていない場合にあっては、不確かさ（ばらつき）を考慮してパラメータが設定されていること及びその設定の考え方を明確にすることが必要である。

2. 建物・構築物が設置される地盤のモデル化

(略)

(解説)

2. 建物・構築物が設置される地盤のモデル化

(略)

3. 建物・構築物の地盤の支持性能の評価の方法

建物・構築物の地盤の支持性能の評価に当たっては、地盤の変位・変形、地盤要素の応力やひずみの状態等を考慮して、地盤の支持力、地盤内のすべり、建物・構築物基礎の沈下及び傾斜等について、解析の結果に基づき評価すること。

(解説)

3. 建物・構築物の地盤の支持性能の評価の方法

(1) ~ (3) (略)

(4) 地震発生に伴う断層変位に対する評価に当たっては、その断層変位により建物・構築物が設置される地盤に生じる変位・変形を数値計算等によって評価する必要がある。その際、過去に生じた地形面や地層の変位・変形に関するデータを活用することにより、数値計算等の妥当性が確認されていることが望ましい。

なお、調査・試験によって適切なデータが得られていない場合にあっては、不確かさ（ばらつき）を考慮してパラメータが設定されていること及びその設定の考え方を明確にすることが必要である。

2. 建物・構築物が設置される地盤のモデル化

(略)

(解説)

2. 建物・構築物が設置される地盤のモデル化

(略)

3. 建物・構築物の地盤の支持性能の評価の方法

建物・構築物の地盤の支持性能の評価に当たっては、地盤の変位・変形、地盤要素の応力やひずみの状態等を考慮して、地盤の支持力、地盤内のすべり、建物・構築物基礎の沈下及び傾斜等について、解析の結果に基づき評価すること。

(解説)

3. 建物・構築物の地盤の支持性能の評価の方法

(1) ~ (3) (略)

<p>(4) 地震発生に伴う<u>地殻変動及び断層変位</u>に対する建物・構築物の地盤の支持性能の評価においては、地盤の鉛直断面内の変位が施設に及ぼす影響のほか、断層変位に横ずれ成分がある場合には、水平面内の変形が施設に及ぼす影響も評価する必要がある。</p> <p>(5) (略)</p>	<p>(4) 地震発生に伴う断層変位に対する建物・構築物の地盤の支持性能の評価においては、地盤の鉛直断面内の変位が施設に及ぼす影響のほか、断層変位に横ずれ成分がある場合には、水平面内の変形が施設に及ぼす影響も評価する必要がある。</p> <p>(5) (略)</p>
<p>iv. 周辺斜面に対する考慮</p> <p>施設の周辺斜面の安全性に関しては、解析結果に基づき、地質・地盤の構造、地盤等級区分、液状化の可能性等を考慮して、すべり安全率等により評価すること。この際、評価に用いる地盤モデル、地盤パラメータや地震力の設定等は、「<u>III. iii. 建物・構築物の地盤の支持性能の評価</u>」に準じて行うこと。</p>	<p>VI. 地震随件事象に対する考慮</p> <p><u>地震随件事象については、次に示す各事項の内容を満足していなければならない。</u></p> <p>1. 施設の周辺斜面の安全性の評価</p> <p>施設の周辺斜面の安全性に関しては、解析結果に基づき、地質・地盤の構造、地盤等級区分、液状化の可能性等を考慮して、すべり安全率等により評価すること。この際、評価に用いる地盤モデル、地盤パラメータや地震力の設定等は、「<u>V. 建物・構築物の地盤の支持性能の評価</u>」に準じて行うこと。</p>
<p>(解説)</p> <p>iv. 周辺斜面に対する考慮</p> <p>(1) ~ (2) (略)</p>	<p>(解説)</p> <p>1. 施設の周辺斜面の安全性の評価</p> <p>(1) ~ (2) (略)</p>

IV. 津波に対する安全設計方針

i. 基準津波の策定

1. 津波の発生要因

津波を発生させる要因として、プレート間地震、海洋プレート内地震及び海域の活断層による地殻内地震、並びに津波を発生させる可能性のあるその他の事象を考慮すること。

(解説)

1. 津波の発生要因

(1) プレート間地震では、津波を発生させる要因として、以下の事象を考慮すること。

① プレート境界での大きなすべりにより強い揺れと大きな津波を生成する地震

② プレート境界（海溝近傍）でのゆっくりとした大きなすべりにより強い揺れは伴わないが大きな津波を生成する津波地震

③ 上記①、②の同時発生

(2) 海洋プレート内地震では、津波を発生させる要因として、海溝軸の外側で発生する地震を考慮すること。

(3) その他津波を発生させる要因として、地すべり、斜面崩壊の要因となる事象（地震、火山現象、豪雨等）を適切に考慮すること。また、活断層が少ない地域においても、過去に地すべりや斜面崩壊が発生したことを示す地形や地質構造が見られる場合には、地すべりや斜面崩壊による津波の発生を適切に考慮すること。

(4) 地震の連動、地震と地すべり等の組合せについても考慮すること。

2. 基準津波の策定

(1) 基準津波は、IV. i. 1. の発生要因を考慮した波源モデルに基づき、津波の伝播の影響等を踏まえた津波（以下「検討用津波」という。）を複数作成して検討した上で、安全側の評価となるよう策定すること。

(2) 基準津波の策定に当たっては、最新の知見に基づき、十分な不確かさ（ばらつき）を考慮すること。

(解説)

2. 基準津波の策定

(1) 基準津波は、水位変動、流速、砂移動等を考えた上で、人工構造物の影響を受けない敷地沿岸域に入射する時刻歴波形として複数選定されるものとする。

(2) 検討用津波の波源及び波源モデルの設定に当たっては、以下の点を考慮すること。

① プレート形状、すべり欠損分布、断層形状、地形・地質並びに火山の位置等から考えられる適切な規模の津波波源を考慮すること。その際には、以下に掲げる事項に留意する必要があることから、過去に国内のみならず世界で起きた大規模な津波事例を踏まえ、津波の発生機構やテクtonクスの背景の類似性を考慮した上で、検討を行うこと。

a) 津波堆積物の調査は、調査範囲や場所に限界もあり、調査を行っても津波堆積物が確認されない場合があること。また、津波堆積物調査から得られる津波堆積物の分布域及び分布高度は、実際の浸水域及び

浸水高・遡上高より小さいこと。

b) 津波の規模の想定は、津波に係る直接的な調査だけでは限界があること。

c) 大規模な津波を発生させる巨大地震や津波地震は、沈み込みプレート境界では、過去の事例の有無や場所に関わらずその発生を否定できないこと。

d) 地震や津波の発生域と規模は、過去の事例によるだけではそれを超えるものが発生する可能性を否定したことにはならないこと。

② プレート間地震については、地震発生域の深さの下限から海溝軸までが震源域となる地震（断層幅が飽和するような地震）を考慮すること。その際、テクトニクス的背景を考慮して、深部における低周波地震・微動の発生域までを深さの下限として設定すること。

③ 遠地津波に対しても、国内のみならず世界の事例を踏まえ、検討を行うこと。その際、遠地津波は海面の振動継続時間や周期が長いこと、後続波が大きく増幅する可能性があること等を踏まえ、適切な再現時間を検討すること。

④ 津波波源のモデル化に当たっては、各種パラメータの不確かさ（ばらつき）及びすべりの不均一性等を考慮すること。特に、地震時のすべり量の大きさは津波波源の規模に大きな影響を与えるため、適切に設定すること。また、複数の震源が連動して破壊が広範囲に及ぶことが想定される場合には、震源ごとの破壊開始時間の違い及び継続時間を考慮すること。

⑤ 津波の再現時間はエッジ波（陸棚波）等の効果を考慮し十分長く設定すること。

⑥ 山体崩壊や海底の地すべり等メカニズム自体が解明されていないものについては、モデルの選定に当たって十分な検討を行うこと。

(3) 検討用津波に加え、他の地域において発生した大規模な津波の沖合での水位変化が観測されている場合には、津波の発生機構やテクトニクス的背景の類似性を考慮した上で、その水位変化を入力することにより得られる津波についても検討すること。その際、入力する水位変化が観測された海域における地形の影響を考慮する必要がある場合には、適切に補正すること。

(4) 複数の検討用津波から基準津波を選定する際には、その規模が、敷地周辺における津波堆積物等の地質学的証拠や歴史記録等から推定される津波の規模を超えることを確認すること。なお、歴史記録については、震源像が明らかにできない場合であっても規模が大きかったと考えられるものについて十分に考慮すること。

ii. 津波に係る調査

津波に対する安全性を評価するために必要な調査は、「Ⅲ. i. 1. 敷地周辺の活断層調査」の「1. 1 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」及び「1. 2 陸域・海域の特性を踏まえた調査」に掲げた調査に加え、次に示す各事項の内容を満足していなければならない。

1. 津波の発生要因に係る調査及び波源モデルの設定等に必要な調査

(1) 調査の範囲

- ① 広範囲の文献調査に基づいて必要な情報を収集し、津波の波源となる可能性のある領域を特定し、必要に応じて野外調査を実施すること。
- ② 遠地津波も含めた過去の津波来襲実績を踏まえ、施設に影響を与えるお

それがある津波を把握するために必要な調査範囲を設定すること。その際、地震動評価のための調査範囲より相当広くなることに注意が必要である。

- ③ 津波の発生機構に応じ、特に詳細に調査すべき場所を適切に設定すること。

(2) 海域の活断層による地殻内地震、プレート間地震、海洋プレート内地震に関する調査

- ① 地震動評価のための調査（特に、断層及びプレートの形状、地震時のすべり量、断層の位置、震源領域の広がり等に関する地形・地質学的調査、地震学的調査及び地球物理学的調査等）に加え、プレート間のすべり欠損の時空間分布に係る調査を行うこと。また、過去に敷地周辺に津波を来襲させた可能性のある海域の地殻内地震について、断層のずれにより海底面に生じた1回当たりの変形や変位量に係る検討を行うこと。

- ② 発生機構やテクトニクス背景が類似のプレート境界で過去に発生した国内及び世界の津波の事例について調査すること。

(3) 火山現象、地すべり、斜面崩壊に関する調査

- ① 過去に敷地周辺に津波を来襲させた可能性のある火山現象（噴火、山体崩壊、カルデラ陥没等）、地すべり及び斜面崩壊の痕跡、分布、規模等について調査を行うこと。なお、海域の斜面崩壊や地すべり等の痕跡調査に当たっては、調査目的に応じて複数の調査技術を用いて広域的概査から局地的精査を段階的に実施し、斜面崩壊や地すべり等の分布、規模、発生時期等の検討を種々の解析手法を用いて行うこと。

- ② 国内及び世界で過去に発生した火山現象、地すべり及び斜面崩壊を要因とする津波の事例について調査すること。

2. 敷地周辺に來襲した可能性のある津波に係る調査

(1) 津波の観測記録、古文書等に記された歴史記録、伝承、考古学的調査の資料等の既存文献等の調査・分析により、敷地周辺において過去に來襲した可能性のある津波の発生時期、規模、要因等について、できるだけ過去にさかのぼって把握すること。

(2) 敷地周辺における津波堆積物調査、地震時の地殻変動に関する調査等により津波の痕跡に係る調査を行い、その発生時期、規模（津波高、浸水域等）について把握すること。

3. 津波の伝播経路に係る調査

津波波源から敷地周辺までの津波伝播範囲における陸域及び海域の地形に関する資料等の調査を行うこと。

4. 砂移動の評価に必要な調査

津波による砂移動の評価を行うための底質（砂の粒径や比重、水平及び鉛直分布等）に関する資料等の調査を行うこと。なお、底質に関して公開されている資料等が存在しない場合は自ら調査等を行うこと。

.....
(解説)

.....
2. 敷地周辺に來襲した可能性のある津波に係る調査

.....
(1) 歴史記録や伝承の信頼性については、複数の専門家による客観的な評価を参照すること。

.....
(2) 津波堆積物の調査においては、地形の形成過程や周辺の堆積物の分布条

件に応じて適切な手法を組み合わせる行うこと。また、深海底の崩壊堆積物（地震性タービダイト）についても資料等の調査を行うこと。

3. 津波の伝播経路に係る調査

(1) エッジ波（陸棚波）の発生も考慮して、調査対象とする津波伝播範囲は十分広域にとること。

(2) 浅海域の地形は敷地に来襲する津波への影響が大きいため、詳細な調査を行うこと。

(3) 公開されている資料等が存在しない場合や精度が不十分である場合は必要な範囲で測深等を行うこと。

(4) 信頼性が高い重要な津波痕跡がある場合は、波源から痕跡までの範囲についても信頼性の高い地形情報を得ること。なお、発生当時の地形が現在と異なる場合は当時の地形を調査すること。

iii. 津波に対する安全性の評価

1. 陸域及び海域の地形データ、構造物等を考慮し、基準津波による水位変動（水位上昇・水位低下）及び砂移動等について適切に評価し、基準津波によって施設の安全機能が重大な影響を受けるおそれがないことを確認すること。

2. 敷地周辺に河川がある場合には、河口から津波が遡上することにより施設の安全機能が重大な影響を受けるおそれがないことを確認すること。

2. 津波に対する安全性の評価

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して想定することが適切な津波（以下「想定津波」という。）による水位変動及び砂移動等について、妥当性を確認した数値計算等を用いて適切に評価し、施設の安全機能が重大な影響を受けるおそれがないことを確認すること。

(解説)

iii. 津波に対する安全性の評価

1. 基準津波による施設の安全性評価

(1) 基準津波によって施設の安全機能が重大な影響を受けるおそれがないことについて、主に以下を確認すること。

- ① 水位上昇については、施設設置位置（敷地高さ）や津波に対する防御施設の設置等により敷地に津波を浸入させないこと。また、開口部等から施設に津波が浸入しないこと。
- ② 水位低下については、必要な時間、取水が確保できること。
- ③ 砂移動については、取水口等の閉塞によって取水の妨げにならないこと。

(2) (1) の確認に当たっては、次に示す各事項に留意しなければならない。

- ① 港湾内の局所的な津波による海面の固有振動の励起を適切に評価すること。
- ② 地震により陸域の沈降が想定される場合には、想定される地震の震源モデルから算定される地殻変動量を考慮すること。
- ③ 台風等による高潮発生時に津波が来襲する場合を考慮すること。
- ④ 津波に対する防御施設等に関しては、その構造に応じ、侵食や洗掘に対する抵抗性、すべりや転倒に対する安定性を評価（波力、地震力を考慮）し、浸水防御性能が損なわれること等がないことを確認すること。

iv. 数値計算等に係る留意事項

1. 基準津波の策定、波源のモデル化、水位変動及び砂移動の評価等に当たっては、妥当性を確認した数値計算等を用いること。

(解説)

2. 津波に対する安全性の評価

(1) 数値計算等の妥当性の検討においては、敷地周辺に到達したと考えられる既往津波の再現性を確認する必要がある。

(2) 津波波源を規定する各パラメータは、想定津波において種々の不確かさ（ばらつき）が存在することから、合理的な範囲で幅を持たせる必要がある。

(3) 既往津波の調査、想定津波の設定、数値計算法、パラメータスタディ、津波波源の不均一性、設計津波水位及び砂移動の評価等については、最新の知見を十分に反映させる必要がある。

2. 津波による砂移動、山体崩壊や斜面崩壊による津波波源のモデル化等評価方法が確立していないものについては、複数の方法を用いて総合的に評価すること等により最適化を図り、安全側の判断を行うこと。

3. 数値計算等に当たっては、IV. ii. の調査結果に基づき、現地の実態と精度よく合致した陸域及び海域の地形データを作成すること。特に、敷地周辺の浅い海域での地形条件を精度良く再現することが重要である。

(解説)

iv. 数値計算等に係る留意事項

数値計算等の妥当性の検討においては、敷地周辺に来襲したと考えられる既往最大の津波（信頼性のあるデータを有するもの）の再現性を確認する必要がある。なお、再性の確認に使用する津波の痕跡が存在する場所において、その周辺における津波発生当時の地形が現在と異なる場合には、その差異を適切に考慮すること。

V. 調査に関する信頼性等

(略)

i. 調査に関する信頼性

(略)

(解説)

i. 調査に関する信頼性

(略)

VII. 調査に関する信頼性等

(略)

1. 調査に関する信頼性

(略)

(解説)

1. 調査に関する信頼性

(略)

<p>ii. 調査結果の表示 (略)</p> <p>(解説)</p> <p>ii. 調査結果の表示 (略)</p>	<p>2. 調査結果の表示 (略)</p> <p>(解説)</p> <p>2. 調査結果の表示 (略)</p>
<p>VI. 地震動の策定に係る「残余のリスク」について</p> <p>地震動の策定に係る「残余のリスク」の存在を客観的に認識し、合理的に実行可能な方策により耐震安全性向上を目指す観点から、「残余のリスク」に対する定量的な評価の試行的実施を進めつつ、知見の取得に努め、設計体系の高度化や設計段階以降における活用を図ることが有効である。また、「残余のリスク」について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も意義がある。</p> <p>(解説)</p> <p>VI. 地震動の策定に係る「残余のリスク」について</p> <p>地震・津波審査指針では、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、超過確率を安全審査において参照することとしている。これについては、最新の知見に基づく確率論的地震ハザード解析による超過確率別スペクトルが参考情報となり得る。</p> <p>なお、「参照」とは、基準地震動 S_s の策定に関して、その超過確率を原子炉の設置許可申請書に明記し、安全審査の参考情報として活用することである。</p>	<p>VIII. 「残余のリスク」について</p> <p>「残余のリスク」の存在を客観的に認識し、合理的に実行可能な方策により耐震安全性向上を目指す観点から、「残余のリスク」に対する定量的な評価の試行的実施を進めつつ、知見の取得に努め、設計体系の高度化や設計段階以降における活用を図ることが有効である。また、「残余のリスク」について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も意義がある。</p> <p>(解説)</p> <p>VIII. 「残余のリスク」について</p> <p>耐震設計審査指針では、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、超過確率を安全審査において参照することとしている。これについては、最新の知見に基づく確率論的地震ハザード解析による超過確率別スペクトルが参考情報となり得る。</p> <p>なお、「参照」とは、基準地震動 S_s の策定に関して、その超過確率を原子炉の設置許可申請書に明記し、安全審査の参考情報として活用することである。</p>