

耐震重要度分類について

1. 耐震重要度分類の基本的な考え方

指針改定案 3 は、基本的に原子力安全委員会の改訂案 VI.地震時における施設の安全確保の考え方、すなわち

・施設の供用期間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、**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**を踏まえている。耐震重要度分類については、安全重要度分類を踏まえ、地震力が外力であり各施設に共通かつ同時に作用するという特性を考慮して、以下のように明確化している。

- ①供用期間中にごくまれに発生するかもしれない地震動に対し、周辺の公衆に著しい放射線災害のリスクを与えないために必要な安全機能を有する重要な施設を**耐震クラス S**とする。
- ②重要な施設以外の施設についても、地震による環境への放射線影響を合理的に可能な限り低減する観点から、**耐震クラス A, B, C**に分類し、重要度に応じて設定される地震動（力）の強さに対し耐震性を保持することとした。

2. 重要な施設以外の施設の耐震重要度分類の考え方

- ①供用期間中に 1 回程度発生すると想定する地震動が、内的事象に起因する異常状態時に発生したとしても、敷地周辺公衆への過度の影響を防止するために必要な安全機能を有する施設のうち、**耐震クラス S 以外のものを耐震クラス A**とする。
- ②放射性物質を内蔵する施設、それに直接関係しその機能が喪失すると放射性物質が外部に放散する可能性のある施設等のうち、**耐震クラス S, A に属さないものを耐震クラス B**とする。
- ③その他一般産業施設と同等の耐震性を保持すればよい施設を**耐震クラス C**とする。

3. 各耐震クラスに該当する機能と主な施設

(1) 耐震クラス S

- ・原子炉を緊急に停止し、その停止状態を維持する機能（例：制御棒駆動系—スクラム機能）
- ・原子炉冷却材を保持する機能（例：原子炉冷却材圧力バウンダリ）
- ・原子炉停止後に炉心から残留熱を除去する機能（例：残留熱除去系及びその海水系）
- ・放射性物質の環境放出に対する最終障壁である原子炉格納容器
- ・使用済燃料の大量かつ著しい損傷を防止する機能（例：使用済燃料プール、貯蔵ラック）

(2) 耐震クラス A

- ・工学的安全施設が有する異常状態緩和機能（例：非常用炉心冷却系）
- ・使用済燃料プールに冷却水を補給する機能
- ・事故時のプラント状態の把握、異常状態の緩和に関する機能を有する施設のうち重要な機能

(3) 耐震クラス B

- ・放射性廃棄物内蔵施設（内蔵量の小さいもの、破損時の放射線影響が小さいものを除く）
- ・放射性廃棄物以外の放射性物質に関連する設備であって、その機能喪失時に過大な放射線被ばくの可能性があるもの

(4) 耐震クラス C

- ・内蔵量が少ないか又は破損時の放射線影響が小さい放射性物質内蔵設備
- ・放射線安全に関係しない施設

耐震設計審査指針の高度化案（取扱注意）

原子力安全委員会改訂案【Rev. 6+7】（平成16年5月25日） （注）ゴシック体はRev. 5からの変更箇所を表す。	改定案3（平成16年6月）	備考
<p>I. はじめに</p> <p>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、その耐震設計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。</p> <p>「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を改訂を行った。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、建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全面的見直しを行い、指針の内容の一層の明確化及び高度化を図ったものである、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。</p>	<p>I. はじめに</p> <p>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。</p> <p>「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を改訂を行った。昭和56年の改訂以来、20年以上が経過し、この間地震学及び地震工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、建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。</p>	<p>・表現の軽微修正等</p>
<p>II. 本指針の位置付け</p> <p>本指針は、「発電用軽水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。</p> <p>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。</p>	<p>II. 本指針の位置付け</p> <p>本指針は、「発電用軽水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「耐震設計上の区分」及び「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、発電用原子炉施設の設定許可申請に係る安全審査に当たって確認すべき耐震設計の基本方針について定めたものである。</p> <p>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。</p>	<p>・安全設計審査指針の表現との一層の整合</p>
<p>III. 適用範囲</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>III. 適用範囲</p> <p>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重要な建物・構築物が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。</p> <p>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。</p> <p>なお、設置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、その理由が妥当であればこれを排除するものではない。</p>	<p>・岩盤、剛構造の表現の削除</p> <p>・「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…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。」の記載について、「技術的な改良、進歩等」、「同等の耐震安全性」との表現により範囲を限定する必要はないと考え、従来指針の表現に合わせた。</p>
<p>IV. 用語の定義</p> <p>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。</p> <p>（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。）</p> <p>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」…</p>		
<p>V. 基本方針</p> <p>発電用原子炉施設（以下、「施設」という。）は、敷地ごとに適切にその敷地において適切な評価の下に設定（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。</p> <p>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。</p> <p>「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（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重要な施設が、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。</p>	<p>V. 基本方針</p> <p>発電用原子炉施設（以下、「施設」という。）は、その敷地において適切な評価の下に設定され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。</p> <p>すなわち、施設内の安全機能を有する構築物、系統及び機器が、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及び安全機能の重要度の観点から分類された耐震設計上の重要度分類に応じて設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。</p> <p>〔以下、書く場合には、「用語の定義」、あるいは見解ペーパー〕</p> <p>「大きな事故」とは、「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」にいう事故も含む事象で、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。</p>	<p>・原案の「大きな事故」の定義は、安全評価審査指針の「事故」の定義とほぼ同じであるが、安全評価審査指針の「事故」は内部事象のみを対象としており地震による事故を定義づけるにあたって、この定義を適用することは困難。</p> <p>・また、「大きな事故（の誘因）」は、立地審査指針にも使われているフレーズであり、定義の仕方によっては、指針間で「大きな事故」の意味が大きく異なってくるおそれがある。</p> <p>・「十分な耐震性を有している」は、VI以降で解説されるため、ここでの定義は不要と考える。</p>

原子力安全委員会改訂案【Rev. 6+7】（平成16年5月25日）
（注）ゴシック体はRev. 5からの変更箇所を表す。

改定案3（平成16年6月）

備考

<p>Ⅴ. 地震時における施設の安全確保の考え方</p> <p>【案-1】 この指針の基本方針である「その敷地において適切な評価の下に設定（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」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供用期間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。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設計されること。</p> <p>【案-2】 この指針の基本方針である「その敷地において適切な評価の下に設定（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」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。</p> <p>(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供用期間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。</p> <p>(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。</p>	<p>【下記斜体部分：旧Rev. の改訂案】</p>	<p>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。</p> <p>(1) 施設は、敷地ごとの特性からみて施設の寿命期間中に一度ならず発生する地震動を経験しても、炉心は損傷に至ることなく、かつ、通常運転に復帰できる状態で事象が収束されるよう設計されること。</p> <p>(2) 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期間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。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設計されること。</p>	<p>【代替案①：上記(2)を2つに分け、次のとおり(2)及び(3)とする。】</p>	<p>(2) 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。</p> <p>(3) 施設は、上記(2)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設計されること。</p>	<p>【代替案②：上記(2)を2つに分け、次のとおり(2)及び(3)とする。】</p>	<p>(2) 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。</p> <p>(3) 施設は、上記(2)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、十分な安全余裕を持つよう設計されること。</p>	<p>「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。</p>
--	----------------------------	---	---	--	---	--	--

<p>Ⅵ. 地震時における施設の安全確保の考え方</p> <p>（Ⅴとあわせて「基本方針」として一つの章にまとめるという考え方もある。その場合は、「Ⅸ 耐震設計の基本方針」が後で規定されていることから、表現としては「地震時における施設の安全確保の基本方針」とするのが良いと思われる。）</p> <p>【案-1】（案-4まで存在するがここでは案-1を例に検討する） 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、損傷すれば大きな事故の誘因となる可能性がある重要な施設（以下、「重要な施設」という）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供用期間中に極めてまれに発生するかもしれない地震動（以下、「基準地震動」という）を経験しても、安全機能が損なわれることなく、もって一般公衆に過度の放射線被ばくを及ぼすなどの放射線災害を防止する上で支障がなきよう十分な安全余裕を持って設計されること。 また、重要な施設を含む安全機能を有する施設は以外の施設であっても、放射線による環境への影響の観点で分類された重要度分類に応じた適切な地震力を定めそれに耐えるよう設計されること。</p> <p>（解説） 原子炉等規制法上の設置許可要件である「原子炉等の災害防止上支障のないものであること」は、基準地震動を経験しても、重要な施設の安全機能が損なわれなければならないことを達成するため、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の存在を可能な限り考慮し、十分な安全余裕を持つよう設計されることが重要である。 ここで、「十分な安全余裕を持つよう設計されること」とは、適用が適切と判断された規格基準を用いて設計されることで達成される。 ただし、安全余裕は、個々の施設の耐震設計のみならず、地震力以外の設計条件や製作・施工段階を含めた施設の完成結果として得られる余裕、及び施設間の相互関係や組合せなどを考慮した施設全体として得られる余裕も含めて考慮されるべきものであることに留意が必要である。したがって施設全体としての仕様が固まった段階で「十分な安全余裕」の妥当性を評価し、確認するのが望ましい。この確認の一つの手法として、地震時確率論的安全評価を活用することも考えられる。</p> <p>また、地震時安全確保の観点からは、災害防止の観点から設定された供用期間中に極めてまれに発生するかもしれない地震動であっても、その地震動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を合理的に可能な限り小さくすることは重要である。したがって、重要な施設を含む安全機能を有する施設は以外の施設であっても、その重要度に応じた適切な地震力を定めそれに耐えるよう設計されることが重要である。</p>	<p>【案-1】（案-4まで存在するがここでは案-1を例に検討する） 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、損傷すれば大きな事故の誘因となる可能性がある重要な施設（以下、「重要な施設」という）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供用期間中に極めてまれに発生するかもしれない地震動（以下、「基準地震動」という）を経験しても、安全機能が損なわれることなく、もって一般公衆に過度の放射線被ばくを及ぼすなどの放射線災害を防止する上で支障がなきよう十分な安全余裕を持って設計されること。 また、重要な施設を含む安全機能を有する施設は以外の施設であっても、放射線による環境への影響の観点で分類された重要度分類に応じた適切な地震力を定めそれに耐えるよう設計されること。</p>	<p>「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。</p>
--	--	--

原子力安全委員会改訂案【Rev. 6+7】（平成16年5月25日）
（注）ゴシック体はRev. 5からの変更箇所を表す。

改定案3（平成16年6月）

備考

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、次のように下記の（1）から（3）の3つに分類する。
（基本的には、「重要度分類審査指針」との整合を図ることとしつつ、さらに地震による同時破損の可能性等の耐震設計上の配慮の必要性を勘案し、「重要度分類審査指針」との相違点が明確になるよう規定することが適当である。）

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（PS）」及び「異常影響緩和系（MS）」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1

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

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（4）に分類する。

それぞれの分類に対する関連系の範囲と分類、二つ以上の安全機能を有する構築物、系統、機器、分離及び隔離の原則、異クラスの接続に対する考え方は、原則として「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」による。

（解説）

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（PS）」及び「異常影響緩和系（MS）」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S

枢要な施設として定義されるものであり、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（安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能を含む）
- ② 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止（原子炉停止系への作動信号の発生機能を含む）、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する構築物、系統及び機器
- ③ 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 原子炉格納容器（隔離弁を含む）
- ⑤ 使用済燃料を貯蔵するための設備（使用済燃料（貯蔵）ラックを含む。）

（解説）

「地震時における施設の安全確保の考え方」に基づき、基準地震動に対して一般公衆に過度の放射線被ばくを及ぼすなどの放射線災害を防止する上で必須のものを明確化し、耐震クラスSと位置付けることとした。

- ①は、地震時においてその破損により冷却材喪失及び炉心反応度制御喪失を引き起こすおそれのあるものであり、主にその構造面での機能維持が原子炉の緊急停止及び安全停止状態維持の大前提となるものである。
- ②及び③は、原子炉を緊急停止させ、かつ安全停止状態を維持するために必須のものである。
- ④は、放射性物質の放散に対する最終障壁としての原子炉格納容器であり、念のためSクラスとした。
- ⑤は、地震によって破損した場合に炉心と同様に一般公衆に対する過度の放射線被ばくを及ぼす可能性のある、使用済燃料を貯蔵する施設である。

- 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（原子炉停止系への作動信号の発生機能を含む）、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する（安全弁及び逃がし弁にあっては、その吹き止まり機能を含む）構築物、系統及び機器
- ③ 工学的安全施設のうち原子炉事故の際圧力障壁となり放射性物質の拡散を直接防ぎ原子炉格納容器（隔離弁を含む）
- ④ 使用済燃料を貯蔵するための設備（使用済燃料（貯蔵）ラックを含む。）
- ⑤ 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）
- ⑥ 地震時に重ね合わせて考慮すべき、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（安全弁及び逃がし弁にあっては、その吹き止まり機能を含む）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

原子力安全委員会改訂案からの変更点を以下に示す。○内の番号は原子力安全委員会改訂案の番号を示す。

- ① ⑥の安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能を、改定案3の①に含めた。
- ② 敷地周辺公衆の過度の放射線の影響を防止する構築物、系統及び機器（MS-1である炉心冷却機能、格納容器を除く放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能、特記すべき関連系）は耐震クラスAとした。
- ③ 工学的安全施設関連のものは耐震クラスAとした。
- ④ PS-2である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、系統及び機器は、該当するものがないので除外し、耐震クラスBとした。
- ⑤ 使用済燃料プール水が崩壊熱によって蒸発し、除熱機能が失われるまでは時間的余裕があり、対策が可能なので耐震クラスAとした。
- ⑥ 安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能は、改定案3の①に含めた。
- ⑦ 解説を参照

原子力安全委員会改訂案【Rev. 6+7】（平成16年5月25日）
 （注）ゴシック体はRev. 5からの変更箇所を表す。

改定案3（平成16年6月）

備考

	<p>(2) 耐震クラスA 耐震クラスSに属さない構築物、系統及び機器のうち、異常状態発生時に影響を緩和する機能を有しその影響、効果の大きい構築物、系統及び機器のうち耐震クラスSに属さない構築物、系統及び機器。 このクラスに含まれる構築物、系統及び機器を次に示す。</p> <p>① 工学的安全施設のうち耐震クラスSに属さない工学的安全施設構築物、系統及び機器 ② 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 ③ 事故時のプラント状態の把握、異常状態の緩和に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</p> <p>(解説) 「地震時における施設の安全確保の考え方」に基づき、重要な施設すなわち耐震クラスS以外の施設についても放射線による環境への影響の観点から耐震設計上の重要度を分類し、それに適して適切に設定した地震力に耐えるよう設計する必要がある。ここで耐震クラスAとしたのは、冷却材喪失事故等の異常状態発生時にその影響を緩和する機能を有するものであり、基準地震動に対する重要な施設とは位置付けられていないものの、安全重要度クラスMS-1及びMS-2のうち重要度の特に高い安全機能（ただし、地震時とは直接関連の無い制御室外からの安全停止機能は除く）を有するものである。</p>	
<p>(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。</p> <p>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。）</p> <p>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。）</p>	<p>(3) 耐震クラスB 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S、Aに比べ小さいもの。 このクラスに含まれる構築物、系統及び機器を次に示す。</p> <p>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S、Aに含まれるものを除く。）</p> <p>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S、Aに含まれるものを除く。）</p> <p>(解説) 耐震クラスS、Aには該当しないもののうち、重要度の高い安全機能を有するものとして安全重要度分類のクラス2に該当する施設を耐震クラスBとする。また、地震による荷重が原子炉施設全体に共通に負荷されることを踏まえ、安全重要度分類のクラス3に該当するものうち敷地外への過度の放射性物質の放出につながるおそれのある施設を耐震クラスBとする。</p>	
<p>(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。</p>	<p>(4) 耐震クラスC 上記耐震クラスS、A、B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。</p>	
<p>Ⅶ. 基準地震動の策定←「設計用地震動」が現行指針の「耐震設計に用いる地震動」と解釈すると、指針改定当時は「基準地震動」とは意味が異なっていた可能性があるため、現状では「基準地震動」とした。</p> <p>基準地震動は、安全上重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、敷地周辺の条件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基づき評価し、策定されなければならない。</p>	<p>Ⅶ. 地震動の策定</p> <p>1. 基準地震動の策定</p> <p>一般公衆に過度の放射線被ばくを及ぼすなど放射線災害防止上支障がなきよう設計するにあたり、重要な施設に適用する基準地震動（Ss）を以下の様に設定する。 基準地震動は、一種類を策定することとし、敷地周辺の事情及び地震学及び地震工学的見地から考慮される、施設の供用期間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基づき評価し、策定されなければならない。</p>	

原子力安全委員会改訂案【Rev. 6+7】（平成16年5月25日）
 （注）ゴシック体はRev. 5からの変更箇所を表す。

改定案3（平成16年6月）

備考

<p>（1）基準地震動策定の基本方針</p> <p>【案1-1】：前回と同様</p> <p>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。</p> <p>②基準地震動は、想定される敷地周辺の地震のうち、敷地に大きな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。</p> <p>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。</p>	<p>（1）基準地震動策定の基本方針</p> <p>①基準地震動（S_s）は、過去の地震の発生状況や活断層の分布状況を基に、地震の発生機構の検討を加え、最も影響の大きいものを想定する。</p> <p>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選定し、それらについて適切な手法を用いて地震動を評価し、敷地に最も大きな影響を及ぼす地震動を対象として策定する。</p> <p>（解説） ・地震の発生機構として、プレート境界地震、スラブ内地震、内陸地殻内地震に着目する。 ・S_sは地震動の不確定性に配慮し、過去に地震が発生していなくとも、地震の発生状況から発生のおそれのある地震を想定し、敷地に対して影響の大きな地震動を考慮することとする。</p>	
<p>【案2-1】：③を簡略化して①の後半とする。</p> <p>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。</p> <p>②【案1】に同じ。</p> <p>【案2-2】：【案2-1】の表現換え。</p> <p>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。</p> <p>②【案1】に同じ。</p>		
<p>【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。</p> <p>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。</p> <p>「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。</p> <p>②【案1】に同じ。</p> <p>【案3-2】：【案3-2】の表現換え</p> <p>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。</p> <p>「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。</p> <p>②【案1】に同じ。</p>	<p>③基準地震動（S_s）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。</p> <p>（解説または用語の定義） ・「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。</p>	

原子力安全委員会改訂案【Rev. 6+7】（平成16年5月25日）
 （注）ゴシック体はRev. 5からの変更箇所を表す。

改定案3（平成16年6月）

備考

<p>「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「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？）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>（・地震調査委員会の確率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）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 		
<p>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、敷地周辺の事情で異なる地震動の大きさと頻度の関係を考慮する。</p> <p>解説では、以下の事柄を記載するのはいかがか？</p> <p>（・確率的な見地から、「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、こ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）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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、最大加速度震幅、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的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？） 		
<p>②⑤基準地震動は、水平方向及び上下方向について評価する。</p> <p>解説では、以下の事柄を記載するのはいかがか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 	<p>④基準地震動は、水平方向及び上下方向について評価する。</p>	
<p>③⑥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。（「定義」については、J E A Gの記載、保安院案の記載にあるが、本当に適切か否かは今後検討が必要）</p> <p>解説では、以下の事柄を記載するのはいかがか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 		<p>・左記については（3）①に記載。</p>
<p>④⑦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変化を適切に評価し、それを基に定める。←現行指針にできる限り合わせた</p>		<p>・左記については（3）②に記載。</p>

原子力安全委員会改訂案【Rev. 6+7】（平成16年5月25日）
 （注）ゴシック体はRev. 5からの変更箇所を表す。

改定案3（平成16年6月）

備考

<p>(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。←「設計用地震」は「選定」に統一した</p> <p>(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。←「敷地周辺の地震」は「想定」に統一した</p> <p>解説では、以下の事柄を記載するのはいかがか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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、過去の地震の発生領域、規模、プレート形状等を参考に、震源のある程度特定しつつ想定すること。 <p>(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。</p> <p>(iii) 内陸地殻内地震のうち、地表に痕跡を残さず、事前の地震活動調査及び地質調査等によっても「震源を予め特定できない地震」については、上記(i)とは別途に考慮し、(3)で設計用応答スペクトルとして設定する。</p>	<p>(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。</p> <p>(i) 設計用地震は、プレート境界地震、スラブ内地震、内陸地殻内地震に大別し、これらの地震規模、震源位置等は、敷地周辺の地震活動、歴史地震資料、活断層調査を基に想定するものとする。</p> <p>(解説) ・スラブ内地震の想定に当たっては、過去の地震の発生状況、規模、プレート形状等を参考に、震源を特定して想定する。</p> <p>(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。</p> <p>(iii) 「震源を特定せずに想定する地震」については、上記(i)とは別途に考慮し、(3)で設計用応答スペクトルとして設定する。</p>	<p>・冒頭の文と(ii)をまとめた。</p>
<p>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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p>	<p>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、各種の歴史地震資料が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、詳細さに差があることに配慮する。</p>	<p>・冒頭の文と(ii)をまとめた。</p>
<p>③敷地に影響を与えるおそれのある活断層調査による地震を想定する際は以下を考慮すること。</p> <p>(i) 活断層調査は、敷地周辺に存在し、敷地に影響を与えるおそれのある活断層とは、5万年前以降に活動した可能性のある、もしくはもの、又は地震の再来期間が5万年未満の可能性のある活断層について、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ものをいう。</p> <p>(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。</p> <p>解説では、以下の事柄を記載するのはいかがか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 	<p>③基準地震動(Ss)の発生源となるおそれのある活断層については、活断層の規模、敷地からの距離、活動度、再来期間等について十分な調査結果に基づき適切に選定する。</p> <p>(解説) (i) 我が国で多数実施されているトレンチ調査結果に基づき、基準地震動(Ss)の発生源としては、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考慮する。</p>	
<p>(ii) (iii) 活断層群のヤ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方法は、現地における詳細な調査結果や専門家の知見を反映する基に適切に行う必要がある。</p> <p>(iii) (iv) 活断層の長さや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、これらとともに最新の知見を踏まえてその信頼性を十分確認の上、使用する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。</p> <p>(iv) 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。</p>	<p>(ii) 活断層による地震を想定する際には、十分な調査に基づき、活断層の長さ・単位変位量、グルーピング・セグメンテーションなどの評価を適切に行うとともに、併せて微小地震の発生状況、重力異常などの情報を適切に活用する。</p> <p>(iii) 活断層から地震規模を想定する場合に用いる経験式については、そのデータなどを十分留意する。</p> <p>(iv) 海域の活断層については、陸域の活断層の評価に準じて、適切な調査手法を用いて評価を行う。</p>	
<p>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。</p>		

原子力安全委員会改訂案【Rev. 6+7】（平成16年5月25日）
 （注）ゴシック体はRev. 5からの変更箇所を表す。

改定案3（平成16年6月）

備考

<p>(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。</p> <p>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、震源特性を反映した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。</p> <p>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。</p> <p>③ 「震源を予め特定できない地震」による地震動 「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。←電気協会の安全裕度確認地震動のスペクトル形状をイメージ</p>	<p>(3) 設計用地震動の評価 (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地震動を、水平方向及び上下方向について評価する。</p> <p>① 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） ・設計に用いる地震動は、地震波が伝播する過程で震源特性が大きくゆがめられることのない地震基盤において定義することが望ましいが、十分な地震観測記録に基づき、地震基盤より上部の地盤の影響を考慮した解放基盤表面の地震動を用いることができる。</p> <p>② 基準地震動は、地震動の諸特性を適切に評価し、それを基に定める。</p> <p>③ 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。</p> <p>④ 断層モデルによる地震動評価 震源が近く、地震動評価に必要な諸パラメータの設定が可能な地震については、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。</p> <p>⑤ 「震源を特定せずに想定する地震」による地震動 「震源を特定せずに想定する地震」については、過去の地表地震断層を伴わない地震の岩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。</p>	
<p>(4) 基準地震動 基準地震動は、(3) により評価される設計用地震動のうち、敷地に与える影響が最も大きいものを考慮し策定する。</p> <p>① 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变化が適切であると評価できるものでなければならない。</p> <p>② 基準地震動の策定に際しては、地震・地震動の不確かさを考慮して確率的地震ハザード評価の結果も参考とする。</p>	<p>2. 工学的見地から予測される地震動</p> <p>耐震クラスAはその耐震重要度から、基準地震動を適用する必要はないが、工学的見地から供用期間中に起こることを予期することが適切と考えられる地震動 (S_d) を適用することとする。S_dは以下を考慮して設定することとする。</p> <p>(1) S_dをもたらす地震</p> <p>① 歴史的証拠から過去において敷地又はその近傍に影響を与えたと考えられる地震が、近い将来再び起こり敷地及びその周辺に同様に影響を与えるおそれがあると考えられることは工学的見地から妥当と考えられることから、歴史的な地震資料に基づき、敷地又はその近傍に影響を与えたと考えられる地震を考慮する。</p> <p>② 古い地震資料には不備があるかもしれないことを考慮し、また、有史期間にはたまたま発生しなかった繰り返し期間の長い地震の生起を看過することがないよう、確実な地質学的証拠と工学的見地から活動度が高いと判断（A級活断層に属し、10,000年以前以降活動したもの、又は地震の再来期間が10,000年未満）され、かつ近い将来敷地に影響を与える恐れのある活断層による地震を考慮する。</p> <p>(2) S_dの設定 原則として基準地震動の設定方法に準じる。</p> <p>(解説) ・異常状態発生時に基準地震動 (S_s) より頻度が高い地震動が発生すると仮定することは工学的に妥当と考えられることから、耐震クラスAの施設に対してその安全機能を確保するために、基準地震動 (S_s) より発生頻度が高いと考えられる地震動 (S_d) を適用することとした。 ・過去の地震及び活動度の高い活断層による地震は、必ずしも供用期間中に再び発生する地震ではないが、明確な再来期間が求められない場合もあることから、供用期間中に発生するおそれがあることとし、S_dとした。</p>	
<p>IX. 耐震設計の基本方針</p> <p>(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。</p>	<p>IX. 耐震設計の基本方針</p> <p>(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。</p>	

原子力安全委員会改訂案【Rev. 6+7】（平成16年5月25日）
 （注）ゴシック体はRev. 5からの変更箇所を表す。

改定案3（平成16年6月）

備考

<p>①耐震クラスⅠの各施設は、次に掲げる地震力の大きさに応じた耐震性を有すること。</p> <p>(i) 施設の寿命期間中に一度ならず発生する地震動による地震力が作用しても、通常運転状態が維持され、又は、何らかの異常状態に陥った場合でも通常運転に復帰できる状態で事象が収束される設計であること。</p> <p>(ii) 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。</p> <p>(iii) 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。</p>	<p>①耐震クラスSの各施設は、次に掲げる耐震安全性を有すること。</p> <p>(i) 基準地震動により策定される動的地震力に対し、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。</p> <p>(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。</p> <p><u>(iii) S_1により策定される動的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よう設計されること。</u></p> <p>②耐震クラスAの各施設は、S_1により策定される動的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よう設計されること。</p>	<p>・「耐える」及び「安全機能維持」の表現について、J E A G等で要検討。</p> <p>（←ここは、VI. の規定振りに対応させる。）</p>										
<p>②耐震クラスⅡの各施設は、次に掲げる地震力の大きさに応じた耐震性を有すること。</p> <p>(i) 以下に示す静的地震力に十分耐える設計であること。</p> <p>(ii) 施設の寿命期間中に一度ならず発生する地震動による地震力が作用しても、通常運転状態が維持され、又は、何らかの異常状態に陥った場合でも通常運転に復帰できる状態で事象が収束される設計であること。</p> <p>耐震クラスⅡについては、「静的地震力1.5Ciと「設計用地震力のβ倍の地震力（0<β<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。</p>	<p>③耐震クラスB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、その影響の検討も行うこと。</p> <p>耐震クラスBについては、「静的地震力1.5Ciと「設計用地震力のβ倍の地震力（0<β<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。</p> <p>（解説） 耐震クラスBのうち共振のおそれのある施設についてその影響を検討するのは1/2S_1に相当する水平方向の地震動を対象とする。これは、一般的に施設は自重を支える必要性から上下方向には剛であり、さらに施設の地震時損傷は水平地震動が支配的なことによる。</p>											
<p>③耐震クラスⅢの各施設は、次に掲げる地震力の大きさに応じた耐震性を有すること。</p> <p>(i) 以下に示す静的地震力に十分耐える設計であること。</p> <p>(ii) 施設の寿命期間中に一度ならず発生する地震動による地震力が作用しても、通常運転状態が維持され、又は、何らかの異常状態に陥った場合でも通常運転に復帰できる状態で事象が収束される設計であること。</p>		<p>・耐震クラスCの施設については、一般施設と同等のため、特に方針を規定せずに、後段の「(2) ②静的地震力」への記載に留める。</p>										
<p>(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。</p>	<p>(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。</p>											
<p>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。</p>	<p>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（S_s）及び工学的見地から予測される地震動（S_d）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。</p>											
<p>②静的地震力 静的地震力の算定方法は以下による。</p> <p>(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。</p> <table border="0"> <tr> <td>耐震クラスⅠ</td> <td>3.0</td> </tr> <tr> <td>耐震クラスⅡ</td> <td>1.5</td> </tr> </table> <p>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CⅠ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、CⅠを省略してもよいか？）</p>	耐震クラスⅠ	3.0	耐震クラスⅡ	1.5	<p>② 静的地震力 静的地震力の算定方法は以下による。</p> <p>(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下記の層せん断力係数に当該層以上の重量を乗じて算定するものとする。</p> <table border="0"> <tr> <td>耐震クラスS, A</td> <td>3.0 CⅠ</td> </tr> <tr> <td>耐震クラスB</td> <td>1.5 CⅠ</td> </tr> <tr> <td>耐震クラスC</td> <td>1.0 CⅠ</td> </tr> </table> <p>ここに、層せん断力係数のCⅠは、標準せん断力係数を0.2とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値とする。</p>	耐震クラスS, A	3.0 CⅠ	耐震クラスB	1.5 CⅠ	耐震クラスC	1.0 CⅠ	<p>・建築基準法施行令第88条（地震力）はS66年から内容は変更されていないため、基本的には現行指針に新たに反映する事項はないと考える。 なお、式の表現や諸元の設定に関して建築基準法と異なる点※があることから、従来どおり審査指針として独自に記載すべきである。（その場合式・記号の説明等でそれなりのボリュームとなるため、従来どおり解説とするのが望ましい。）</p> <p>※ 標準せん断力係数C_0 『0.2』⇔『0.2以上』 地域係数Z 『1.0』⇔『1.0～0.7』 層せん断力係数$CⅠ$ 『$CⅠ=RⅠ·AⅠ·C_0$』⇔『$CⅠ=Z·RⅠ·AⅠ·C_0$』</p> <p>・後述の機器・配管系の地震力では、層せん断力係数を割り増して水平震度とみなすため、層せん断力係数の記載は必要である。</p> <p>・「最小地震力」は危険側の設計と誤解される恐れがあるため、現行指針のように$C_0=0.2$と具体的に示す方がよい。</p>
耐震クラスⅠ	3.0											
耐震クラスⅡ	1.5											
耐震クラスS, A	3.0 CⅠ											
耐震クラスB	1.5 CⅠ											
耐震クラスC	1.0 CⅠ											
<p>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J E A G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？）</p>	<p>耐震クラスS及びA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J E A Gに記載か？）</p>											

原子力安全委員会改訂案【Rev. 6+7】（平成16年5月25日）

（注）ゴシック体はRev. 5からの変更箇所を表す。

改定案3（平成16年6月）

備考

<p>(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J E A G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。</p>	<p>(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J E A G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。</p>	
<p>(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、基礎の浮き上が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) 基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。</p>	<p>(3) 地震応答解析 地震応答解析を行うに際しての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、適切な解析法を用いること。</p>	<p>・左記程度の記載に留めた方が良い。</p>
<p>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、地震の発生いかんにか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。</p>	<p>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地震と、地震の従属事象とし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、地震の発生いかんにか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S、A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B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C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。</p>	

原子力安全委員会改訂案【Rev. 6+7】（平成16年5月25日）
 （注）ゴシック体はRev. 5からの変更箇所を表す。

改定案3（平成16年6月）

備考

<p>XI. その他</p> <p>地震随伴事象等について、以下を考慮する。</p> <p>（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。</p> <p>（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。</p> <p>（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。</p>	<p>XI. その他</p> <p>地震随伴事象等について、以下を考慮する。</p> <p>（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。</p> <p>（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。</p> <p>（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。</p> <p>（4）建物・構築物については、当該建物・構築物の保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して重要度に応じた妥当な安全余裕を有していることを確認すること。</p>	<p>（4）について</p> <p>・建築基準法施行令第82条の4（保有水平耐力）はS56年から内容は変更されていないため、基本的には現行指針に新たに反映する事項はないと考える。</p> <p>・もともと保有水平耐力を含めた静的地震力を適用することにより、一般産業施設の設計との連続性が保たれ説明性が高まっていたという側面もあるため、最低限従来の記載は残すべき。記載位置は暫定。（従来どおり解説に書くのが望ましいと考える）</p>
---	--	---

2004.6

耐震クラス A に適用する地震動 (S_A) の設定の考え方について1. S_A 地震動策定の考え方

- 耐震クラス A はその耐震重要度から「枢要な施設」に適用される基準地震動 (S_s) を適用する必要はなく、工学的見地から施設の供用期間中に起こることを予期することが適切と考えられる地震動 S_A が適用される。
- 地震動 S_A の設定に際しては、現行指針の基準地震動 S_1 の策定の考え方（基準地震動 S_1 の対象となる設計用最強地震：①歴史地震、②活動度が A 級の活断層のうち 1 万年前以降に活動したもの又は再来期間が 1 万年以内のもの）に準じることとしている。
- すなわち、一義的には、我が国の歴史資料から過去 500～1000 年程度の歴史地震資料が保存されていることから、施設の供用期間（50～60 年程度）内に「起こることを予期することが適切」とする地震としては、歴史地震を考慮しておけばよい、との工学的判断に基づいていると考えられる。
- しかしながら、歴史地震資料の保存程度は地域によりバラツキがあること、さらに、活動度の高い活断層であってもその再来周期は 1000 年オーダーであり、たまたま有史期間に発生しなかった地震を看過することがないよう、歴史地震を補完する意味合いで活動度の高い活断層を考慮しているものと考えられる。
- これらについて、現行指針（解説）では「大地震は一般に同一地域で繰り返し起こると認められているので、基本的には設計用最強地震のマグニチュードは敷地あるいはその近傍に影響を与えた過去の地震によって定められるものと考えられる。なお、古い地震資料には不備があるかもしれないことを考慮し、また、有史期間にはたまたま発生しなかった繰り返し期間の長い地震の生起を看過することがないよう、確実な地質学的証拠と工学的判断に基づいて近い将来敷地に影響を与えるおそれのある活動度の高い活断層による地震を考慮に入れることとする」と記述されている。

2. 国内の活断層の再来周期に関する調査結果

- 震震 W 第 4-4 号「活断層の評価法」では、トレンチ調査の結果得られた、活断層の再来周期についてとりまとめられている。これによると、活動度の高い活断層（A 級）の再来期間はデータの幅を考慮しても全て 1 万年以内であるとともに、平均的には 2000 年程度となっている。
- したがって、活動度の高い活断層について 1 万年前以降に活動したもの、又は、再来期間が 1 万年以内の活断層について、施設の供用期間内に起こることを予期することが適切、との観点からは安全側の設定であると考えられる。

- なお、活動度が相対的に低い、B 級、C 級活断層の平均的な再来期間は各々 6000 年程度、14000 年程度であり、これらについては「**枢要な施設**」には該当しない耐震クラス A の施設の設計としては工学的見地から考慮する必要はない、とする現行指針に準じる考え方は合理的であると考えられる。
- B 級、C 級活断層であっても最終活動時期と再来期間の関係から近い将来活動する可能性が A 級活断層より高い場合があることも否定できないが、「**枢要な施設**」は耐震設計上考慮すべき B 級、C 級活断層に対しても安全性が保たれることから上記考え方の合理性が否定されるものではない。

3. まとめ

- 以上のように、**S_A地震動**（現行指針の **S1 地震動**）策定においては、工学的見地から対象となる地震を選定しており、「1 万年という数字に理学的根拠がない」、「理学的には 2 種類の地震動を定められない」との意見があるが、ここで設定する地震動は、本来、その根拠を理学に求める性格ではないことに留意する必要がある。
- そのような観点で、「工学的見地から施設の供用期間中に起こることを予期することが適切と考えられる」地震動として、現行の **S1 地震動**はその工学的妥当性が認められるものであり、**S_A地震動**として現行の **S1 地震動**の考え方を踏襲することとする。

以上

活断層の評価法

1. はじめに

現行の耐震設計審査指針においては、耐震設計に用いる基準地震動は、その強さの程度に応じ、2種類の地震動 S1、S2 を選定するものとされている。

基準地震動 S1 をもたらす地震（「設計用最強地震」という）としては、歴史地震、活動度の高い活断層による地震を想定する。

基準地震動 S2 をもたらす地震（「設計用限界地震」という）としては、地震地体構造上想定される地震、活動度の低い活断層による地震及び直下地震（指針により M=6.5）を想定する。

本資料では、設計用最強地震、設計用限界地震の対象となる地震のうち、特に活断層に起因する地震に着目し、活断層の調査・評価手法等について検討する。

2. 活断層の調査・評価

「原子力発電所の地質、地盤に関する安全審査の手引き」（原子炉安全専門審査会、1978）では敷地周辺の地質について下記のとおり、記載されている。

- 敷地の中心から少なくとも半径 30km の範囲の陸地について、既存の地形図、地質図及び地質に関する文献等を参考とし、必要に応じて航空写真判読、地表踏査等を加えて作成された原縮尺 20 万分の 1 以上の地質図並びにこれに基づく地質説明が適切かつ妥当であると評価できなければならない。
- 敷地周辺の地質構造において、顕著な断層または褶曲構造の存在が認められるときは、その活動性について十分安全側の評価がなされなければならない。

活断層の調査の具体的手法については、後述する「原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601-1987）」に詳述されている。

活断層の調査・評価と基準地震動の関係については、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（解説含む）」で、以下のように記載されており、活断層の活動度（A～C 級）、評価期間（1 万年、5 万年）により、基準地震動 S1、S2 のいずれか、あるいは耐震設計上考慮しない、として検討されることとなる。

さらに、基準地震動 S1 の発生源としては、微小地震との関係について着目するよう記述されている。

(指針)

基準地震動は、その強さの程度に応じ2種類の地震動 S1 及び S2 を選定するものとする。

(i) 上記基準地震動 S1 をもたらす地震(「設計用最強地震」という。)としては、歴史的資料から過去において敷地又はその近傍に影響を与えたと考えられる地震が再び起こり、敷地及びその周辺に同様の影響を与えるおそれのある地震及び近い将来敷地に影響を与えるおそれのある活動度の高い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。

(ii) 上記基準地震動 S2 をもたらす地震(「設計用限界地震」という。)としては、地震学的見地に立脚し設計用最強地震を上回る地震について、過去の地震の発生状況、敷地周辺の活断層の性質及び地震地体構造に基づき工学的見地からの検討を加え、最も影響の大きいものを想定する。

活断層評価の具体的事項については、下記のとおり、主として解説に記載されている。

○ 「活断層」とは第四紀(約180万年前以降)に活動した断層であって、将来も活動する可能性のある断層をいう。活断層の認定は地形学的及び地質学的調査並びに地震観測資料等によって求めるものとする。

○ 活断層の評価について

活断層によって発生すると考える地震は活断層の活動度によって、基準地震動 S1 又は基準地震動 S2 を敷地基盤に与える地震に分類されるが、それぞれ活断層を評価するに際しての判断の基準のめやすは、以下による。

1. 基準地震動 S1 の発生源としては、以下の事項を評価上考慮する。

(i) 歴史資料により、過去に地震を発生したと推定されるもの

(ii) A級活断層に属し、10,000年以前以降活動したもの、又は地震の再来期間が10,000年未満のもの

(iii) 微小地震の観測により、断層の現在の活動性が顕著に認められるもの

2. 基準地震動 S2 の発生源としては、以下の事項を評価上考慮する。

(i) 上記1.(ii)を除きA級活断層に属するもの

(ii) B及びC級活断層に属し、50,000年前以降活動したもの、又は地震の再来期間が50,000年未満のもの

3. (1) 地震の再来期間 (R年) は、歴史資料及び地震地体構造的な考慮に基づいて推定するが、わが国の内陸における活断層については、

$$R = \frac{10^{(0.6M-1)}}{S}$$

R : 再来期間 (年)

M : マグニチュード

S : 平均変位速度 (mm/年)

によって推定することができる。

(2) 上記A, B及びC級活断層の分類は、次の平均変位速度により判断する。

A級	$1 < S$	S : 平均変位速度 (mm/年)
B級	$0.1 \leq S < 1$	
C級	$S < 0.1$	

「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987」では「第2章 地震と基準地震動」の2.2「考慮すべき活断層による地震」として、以下のように記載されている。

さらに詳細な活断層の調査・評価の考え方については、「原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG4601-1987)」に記載されている。評価の考え方については、第2章「地震と基準地震動」2.2.2「活断層」に下記のとおり記述されている。

考慮すべき活断層による地震

活断層の性質 (発生する地震の規模や頻度等) は断層ごとに著しい差異があり、すべての活断層を等しく考慮に入れることは実際的でない。例えば、今後活動する可能性があるとはいえ、大地震発生の可能性が極めて低い活断層に対して、再びそれが発生することを予期するのは、工学的見地からは必ずしも適切とはいえない。したがって、活断層を考慮する場合には、その活動度を評価しその大小に応じた考慮を行う必要がある。

活断層によって発生すると考えられる地震は、活動度によって基準地震動S1の発生源又は基準地震動S2の発生源に分類されるが、それぞれ活断層を評価するに際しての判断の基準の目安は、次による。

(以下 指針とほぼ同様の記載)

3.2.2 広域調査の中で、活断層評価のための広域調査について、文献調査、地形・リニアメント調査、地表地質調査、海底地質調査の各々について手法が詳述されている。

3. 活断層の評価期間に関する検討

(1) 検討目的

上述のとおり、調査結果に基づき、耐震設計上考慮する活断層を決定する上で、1万年、5万年等の評価期間が重要な位置付けにある。これらの評価期間については、地質学的見地に工学的な判断を加味し、決定されたものと考えられる。現行指針策定以降、トレンチ調査等が多数実施されてきている。ここでは、トレンチ調査等によって再来期間等の活動履歴が求められている活断層について、平均変位速度と再来期間との関係及び再来期間の頻度分布について、文献調査に基づき整理した。

(2) 検討結果

トレンチ調査等（表-1）によって求められた再来期間と別途求められた平均変位速度との関係を図-1に、再来期間の頻度分布を図-2に示す。

検討の結果、平均変位速度と再来期間には相関関係が認められ、活動度が大きい活断層ほど再来期間が小さくなる傾向があること（図-1）、トレンチ調査結果によれば、再来期間は概ね5,000年以下であり、全てのものが40,000年以下となっていることが分かった（図-1、図-2）。

また、再来期間の統計処理を行った結果、A級活断層の再来期間は平均値で約2,200年、B級活断層で約5,900年、C級活断層で約13,600年となっている。

（表-2）

以上

表-1 トレンチ調査結果

〔歴史地震名〕断層名(地区)	長さ(km)	断層型	活動度	平均変位速度 (m/1000年)	最新活動年	再来期間(年)	文献	掘削年
[濃尾地震]								
根尾谷地震断層	31	左ずれ	A	2.0-3.0	1891年10月	2700	15	1997
梅原地震断層	26	左ずれ	B,C	-	1891年10月	5000-20000	1	1981
温見地震断層	16	左ずれ	B,C	-	1891年10月	2300-2400	26	2000
[陸羽地震]								
千屋地震断層	36	逆	B	0.8-1.0	1896年8月	3500	1	1982
川舟地震断層	6	逆	B,C	-	1896年8月	5650-27400	4	1989
[北丹後地震]								
山田地震断層	5	左ずれ	B	0.16	1927年3月	4500以上	8	1985
郷村地震断層	15	左ずれ	B	0.5	1927年3月	6000以上	3	1985
[北伊豆地震]								
丹那地震断層	30	左ずれ	A	1.0-2.0	1930年11月	700-1500	1,2	1982,1985
[鳥取地震]								
鹿野地震断層	8	右ずれ	C	-	1943年9月	4000-8000	1	1987
[三河地震]								
深溝地震断層	17	逆	C	0.05-0.08	1945年1月	20000-30000	19	1998
[兵庫県南部地震]								
野島地震断層	10.5	逆	B	0.7-0.9	1995年	1700-2000	10	1995
平山断層	9	逆	A	1.0	2000-4000年前	2000-4000	6	-
三浦半島北断層群	12.5	右ずれ	A	0.4-5.0	1200年-1400年前	1000-2500	13	1996
武山断層	9+	右ずれ	A	1.0	2000年-2200年前	1000-3000	22	1997
三浦半島南断層群	3.7+	右ずれ	B	0.8	20000年-22000年前	20000以上	29	2000
南下浦断層	1.9+	右ずれ	B	-	6100年以前	6100以上	29	2000
引橋断層	13	逆	A	約3.0	2800年-2900年前	3000	16	1995,1996
国府津-松田断層								
糸魚川-静岡構造線活断層系								
牛伏寺断層	7	左ずれ	A	7.6-9.6	AD762またはAD841	625-1184	14	1988,1990
大沢断層	3	左ずれ	A	-	1200年前	4000-5000	2	1983
岡谷断層	3.5	左ずれ	A	-	2200-2300年前	2000-5000	2	1983
松本盆地東縁断層	36	逆	A	3	AD500-AD1200	1200以上	10	1996
下葛木断層	4	逆	A	1.0-2.0	1200年前以前	3000-4000以下	10	1995
白州断層	10	逆	B	0.2	6600年-7100年前	4000以上	23	1998
下内井断層	12	逆	B	0.5-1.2	1400年-2400年前	2500-7000	23	1998
市之瀬断層群	8	逆	B	0.4-0.5	4100年-6100年前	3500-6000	23	1998
富士川断層系	20	逆	A	7	1000-2100年前	1500-1900	25	-
大宮断層	6	正	A	3.0-6.0	3000年前	17000以下	10	1996
芝川断層	10	逆	A	2.0-2.3	2900-4500年	3000-4000	13	1996
長野盆地西縁断層帯	40	逆	A	1.7以上	1847年5月	950	14	1988
荒舟断層	6	逆	B	-	1847年5月	2300	5	1988
阿寺断層	80	左ずれ	A	2.0-5.0	1586年	1800-2100	14	1981,1985
萩原断層	13	左ずれ	A	-	3300年-3400年前	3100-3500	11	1994
跡津川断層	60	右ずれ	A	2.0-3.0	1858年	1100-5100	1	1982
関谷断層	30	逆	A	1.0-2.0	7世紀以降	3700-8000	26	2000
山崎断層系	26	左ずれ	A	1.0	AD868	2000	13	1996
三木断層		左ずれ	A	-	1700年-2450年前	1700以上	29	2000
有馬-高槻構造線活断層系		右ずれ	A	1.5	1596年	2400	10	1995
中央構造線		右ずれ	A	5.0	AD885-AD1235	1200-3400	22	1984,1988,1998
父尾断層	22	右ずれ	A	-	6000年前以降	6000以下	7	1990
紀淡海峡	30	右ずれ	B	0.8-1.0	3000年前	5500-6000	21	-
川上断層西部	21	右ずれ	B	0.1-0.2以上	AD990-AD1649	3500-4000	22	1998
伊予灘	37	右ずれ	B	-	2900以降	2500-3300	26	-
六甲断層帯	35	右ずれ	A	1.0	1596年	1200	23	-
五助橋断層	14	右ずれ	B	0.85	1597年	6000	24	1998
養老断層	30	逆	A	2.0	1586年	1500	21	1998
桑名断層	18	逆	A	1.6以上	AD1586	1400-1700	21	1998
琵琶湖西岸活断層系	55	逆	A	1.5	2500-2800	4000-6000	18	1998
花折断層	57	右ずれ	B	-	-	-	28	1992
北部	27	右ずれ	-	-	1100年前以降	-	26	1996,2000
南部	30	右ずれ	-	-	1500年-2500年前	4500-6300	29	2000
別府地溝南縁断層帯	29	逆	A	1.2-5.5	2300年前	1100-3300	29	2000
府内断層	31	逆	A	6.3以下	1596年	1200-3100	29	-
別府湾断層帯	28	逆	B	0.1	2000年-3400年前	7000-8000	30	-
別府湾北縁断層帯	5+	逆	A	1.5-1.7	12C以降	1000-1900	26	1999
鳥越断層群	50以上	逆	B	0.33-1.0	950年-2060年前	6270-8140	20	1998
福島盆地西縁断層帯	20	逆	B	0.7-1.1	2090-3700年前	3000-4000	29	2000
白石断層	18	逆	B	0.6以下	1C中頃-4C中頃	2000以上	18	1998
金剛断層	22	逆	B	0.5	700年-1350年前	2650以下	15	-
上松-清内路峠断層	40	逆	B	0.5	2000年-7400年前	5000-7000	21	1996
日奈久断層南部	21	右ずれ	B	0.5	1900年-3300年前	5000	22	1998
猿投山北断層	30	逆	B	0.4-0.5	4630年-5870年前	7130-8370	20	1997
月岡断層帯	6.4	逆	B	0.3-0.5	5950年-6600年前	6000-10000	29	2000
櫛形山地断層帯加治川断層	40	逆	B	0.4	1611年	2700-4300	8	1989
会津断層系	25	逆	B	0.23-0.75	2000年前	4000以下	22	1997,1999
森本-富樫断層	24	不明	B	0.2-0.6	AD1703-2850年前	2000-3000	24	-
鶴川地溝帯南縁断層	37	逆	B	0.37-0.44	4000年前	3800-23000	20	-
花巻断層帯	15	逆	B	0.1-0.6	1854年	2000以上	21	1998
木津川断層	23.5	右ずれ	B	0.25	6300年-22000年前	4000-17000	13	1996
布田川断層帯	33	逆	B	0.1-0.4	AD1020-AD1410	4000-6000	13	1996
鈴鹿東縁断層帯	26	正	B	0.2	7世紀(AD679)	12000	13	1996
水鏡断層系	16.5+	逆	B	0.2	7800年-8800年前	7000-9000	20	1998
渡島大野断層	12	逆	B	0.2	6000年前以降	20000以下	8	1990
盛岡断層群	21	逆	B	0.11-0.27	1500年-1600年前	5000	22	1998,1999
立川断層	18	逆	B	0.15-0.21	2000年前	7500-10000	22	1997,1998
双葉断層	20	左ずれ	B	0.12-0.18	2000-7000年前	9000-11500	20	1998
菊川断層	20	右ずれ	B	0.1-0.17	9000年前	15000	12	1984,1995
岩国断層帯	9	逆	B	0.11	4000年-10000年前	5000-6000	29	2000
当別断層	4	逆	B	0.16	2500年前以降	12000	29	2000
セグメントa								
セグメントb								
布引山地東縁断層帯(北部)	27	逆	B	0.1	22000年前以降	25000以下	22	1998
標本断層	20	逆	B	0.1	古墳時代(4世紀)以降	30000-35000	26	1996,2000
長尾断層	20-24	正	B	0.1	700-6300年	5800-9500	29	1998,2000
出水断層帯	25	右ずれ	B	-	1596年	1500-2000	10	1995,1996
淡路島東岸断層帯	30	左ずれ	B	-	2500年前以降	5200以上	8	1999
御母衣断層系	20	左ずれ	B	-	840年前以降	4400-6300以下	8	1990
白川断層	60	逆	B	-	-	-	10	1995
三尾河断層	10	逆	B	-	2300年前	8000	17	-
伊那谷断層帯	15	逆	B	-	2500年前以降	2000	29	2000
岩間断層	17	右ずれ	C	0.08-0.14	4150年前	1800以上	13	1996
観音寺断層	2.5	逆	C	0.04-0.14以上	2200年前	8500	20	1998
高山-大原断層帯	13	右ずれ	C	0.05-0.12	12000年-25000年前	10000-36000	22	1998
小倉東断層	18.5	左ずれ	C	0.04-0.07	3600年-6500年前	9250-23200	22	1998
勸修寺断層	29	左ずれ	C	0.02-0.05	16000年-5000年前	15000-26000	13	1996
雨滝-釜戸断層系	5	左ずれ	C	-	2000年-6300年前	7500-10000	24	1998
養国断層系								
西山断層系								
仲禪寺断層								

文献(再来期間の引用文献)

- 1:活断層研究3(1986);活断層研究会
- 2:活断層研究5(1988);活断層研究会
- 3:活断層研究6(1989);活断層研究会
- 4:電力中央研究所報告U22(1991);電力中央研究所
- 5:地震予知連絡会44(1990);地震予知連絡会
- 6:日本第四紀学会講演要旨集12(1982);日本第四紀学会
- 7:日本地質学会第98年大会講演要旨集(1991);日本地質学会
- 8:活断層研究11(1993);活断層研究会
- 9:活断層研究13(1995);活断層研究会
- 10:平成7年度活断層研究調査概要報告書(1996);工業技術院地質調査所
- 11:日本地震学会講演予稿集(1995);日本地震学会
- 12:平成8年度活断層研究調査概要報告書(1997);工業技術院地質調査所
- 13:平成7年度・平成8年度地震調査研究交付金成果報告会予稿集(1997);科学技術庁
- 14:長期的な地震発生確率の評価手法及びその適用例について(1998);長期確率評価手法検討分科会
- 15:地球惑星科学関連学会1998年合同大会予稿集(1998)
- 16:神橋・国府津-松田断層帯の調査結果と評価について(1998);地震調査研究推進本部地震調査委員会
- 17:地震47(1994);鈴木ほか
- 18:平成9年度活断層-古地震研究調査概要報告書(1998);工業技術院地質調査所
- 19:日本地震学会講演予稿集(1998);日本地震学会
- 20:第2回活断層調査成果報告会予稿集(1998);科学技術庁
- 21:平成10年度活断層-古地震研究調査概要報告書(1999);工業技術院地質調査所
- 22:第3回活断層調査成果報告会予稿集(1999);科学技術庁
- 23:地球惑星科学関連学会1999年合同大会予稿集(1999)
- 24:日本地震学会講演要旨集1999年度秋季大会(1999)
- 25:富士川河口断層帯の調査結果と評価について(1998);地震調査研究推進本部地震調査委員会
- 26:活断層-古地震研究報告 第1号(2001);産総研,地質調査総合センター
- 27:地震51(1998);吉岡ほか
- 28:活断層研究16(1997);活断層研究会
- 29:活断層調査および堆積平野地下構造調査成果報告会(2001);文部科学省
- 30:活断層研究20(2001);活断層研究会

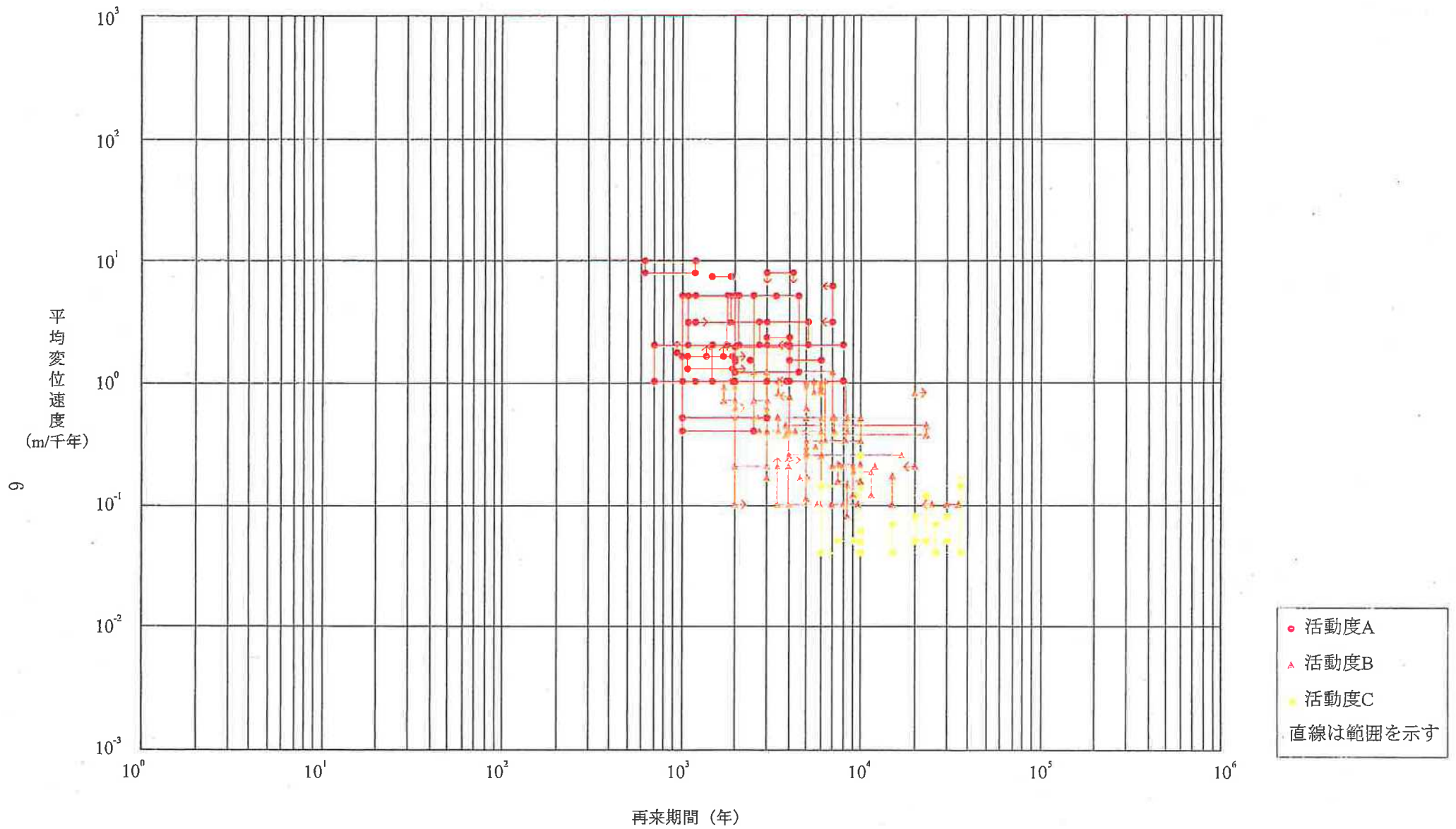


図-1 平均変位速度と再来期間との関係 (トレンチ調査結果による)

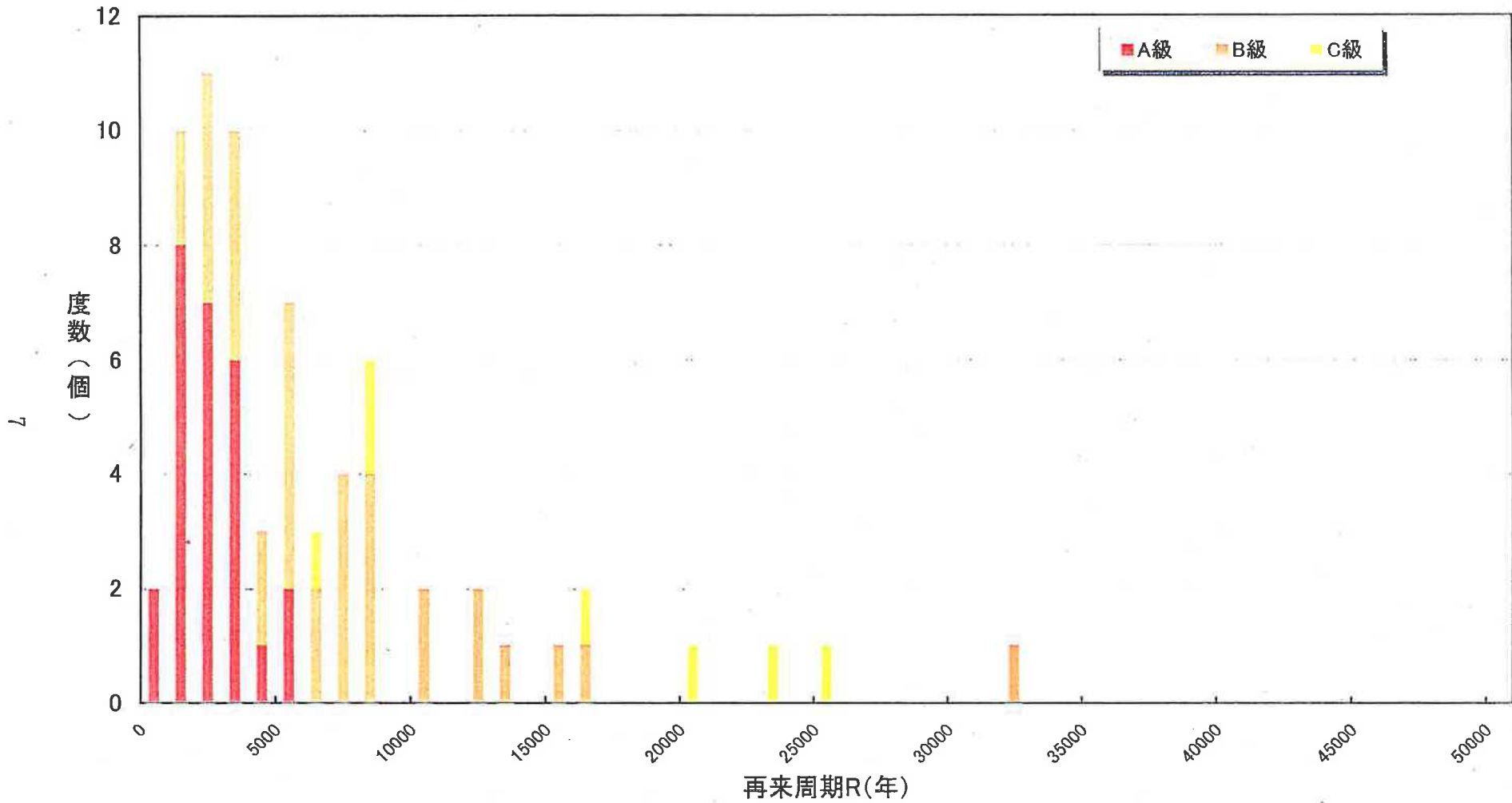


図-2 再来期間のヒストグラム(トレンチ調査結果による)

表-2 再来期間の統計処理結果 (対数正規分布※1)

活動度 (級)	標本数	平均値 (年)	標準偏差 r
A	26	2,213	1.635
B	35	5,901	1.981
C	7	13,584	1.764
A~C	68	4,419	2.332
50000年は何σか (A~C級) →			2.865

※1 対数正規分布の平均値及び標準偏差は常数に直したものである。

したがって、 $N \times r$ 値は、平均値 \times (標準偏差)^Nで計算される。

※2 統計処理にあたっては、再来周期の下限値及び上限値が明らかなデータのみを用いた。

①重要度分類等

別紙表「各耐震クラスの設備の設計方針の概要（適用される地震力と許容限界）」を参照。

②地震動の策定（Sd：基本地震動、Ss：特定地震動）

- ・「震源を特定しない地震」による地震動を考慮（Ss）

詳細な調査を実施しても確認できない、考慮すべき活断層が存在する可能性を考慮した地震動を基準地震動に加えるとの考えを明確化し、過去の地震断層を伴わない地震の震源近傍の観測記録を基に、「最低限考慮すべき地震動」として、全国一律のスペクトルを規定することとする。

- ・鉛直方向の動的地震力を考慮（Sd 及び Ss）

近年の鉛直方向地震動の観測記録の蓄積や、地震応答解析技術の進歩等を踏まえ、従前の鉛直地震力の評価法に加え、鉛直方向の基準地震動の評価や、応答解析を基にした鉛直方向の地震力の評価を定めることとする。

- ・断層モデルによる地震動評価（Sd 及び Ss）

近年の断層モデルによる強震動評価法の進展を踏まえ、従前の標準応答スペクトルによる地震動評価に加え、断層モデルに基づく地震動評価についても定めることとする。

③安全余裕（確率論的評価）

「見解」ペーパーを含めて対処

各耐震クラス施設の設計方針の概要（適用される地震力）

	動的地震力				静的地震力		
	Sd* ¹ より小	Sd* ¹	Ss* ²	Ss* ² より大	1.0Ci	1.5Ci	3.0Ci
耐震Ⅰクラス (現行の A 及び As クラス)	—	弾性範囲	機能維持の確認 (塑性域の応答 を許容)	安全余裕* ³ (設計方針 で要求)	—	—	弾性範囲* ⁶
耐震Ⅱクラス (現行の B クラス)	1/2Sd に対して 弾性範囲* ⁴	—* ⁵	—* ⁵	—	—	弾性範囲* ⁶	—
耐震Ⅲクラス (現行の C クラス)	—	—* ⁵	—* ⁵	—	弾性範囲* ⁶	—	—

- * 1 基本地震動 Sd：供用期間中、(工学的見地から) 発生することを予期するのが適切と考えられる地震による地震動
- * 2 特定地震動 Ss：供用期間中、極めて稀に発生することを考慮するのが適切と考えられる地震による地震動
- * 3 地震動の設定における不確実性及び施設の耐力の不確実性を考慮して、安全余裕を持った設計方針とすることを要求
- * 4 共振の可能性のある設備について実施
- * 5 必要に応じて(異クラス接続の扱い、直接・間接支持構造物の扱い、波及的な影響の防止など) 上位クラスの施設に適用される地震動により機能維持を確認する。
- * 6 機器及び配管については、20%割増