

平成15年9月26日

指針検討に係わる実質的課題と見解

項 目

1. 岩盤立地を要求事項としないこと
2. 地震時の安全確保
3. 安全上の要求事項
4. 耐震重要度分類の検討
5. 耐震重要度分類と安全重要度分類の関係
6. 設計用地震力の考え方
7. 活断層の評価期間
8. 活断層のセグメンテーション
9. 地質調査の高度化
10. 松田式(1975)の妥当性
11. 地震地体構造上想定する地震の想定方法
12. スラブ内地震の考慮の仕方
13. 位相特性の考え方
14. 地震動の不確定性への配慮
15. 震源を事前に特定できない地震の考え方
16. 静的地震力の取り扱い
17. 荷重の組合せの考え方
18. 安全上適切と認められる応答解析法及び応力評価法
19. 許容限界、終局耐力の考え方

- ・「※」を付した内容はコメント、その他記載内容は補正事項。
- ・保留(検討中)の内容は、意向性が決り次第、再度打合せを行う。
- ・特に全体の哲學(P.3)、静的地震力(P.2)は検討中の課題を詳しく記載すること。
- ・本見解に至る経緯について説明願いたい。事務局で整理と今後作成可能なものは、最終の見解のみの説明だけで済ませたい。是時二の見解に至る経緯の説明が必要。

課 題	岩盤立地を要求事項としないこと
議論の要点	<p>岩盤は、一般的に重量構造物を支持するのに十分な耐力。 岩盤における地震動特性は比較的、解明容易。 原子炉施設の第四紀層地盤立地に関する研究が進展。</p>
見 解	<p>原子力発電所の立地多様化を目的として実施された「高耐震構造立地技術確証試験 第四紀層地盤立地技術方式に関する調査 (NUPEC)」、「原子力発電所の立地多様化技術 (土木学会)」により一定の条件を満たす第四紀洪積層の密な砂・れき・堆積層であれば第四紀層地盤立地は十分成立性があると判断。 地震動の評価技術も岩盤から第四紀層地盤への増幅を考慮した解析を実施することで評価可能。</p> <p>・ 足切条件として岩盤立地も要請事項とする必要はない。 → 第四紀層地盤を念頭に「岩盤立地に関する必要な事項」の記載は考えていない。 但し「岩盤立地」という概念を勘案。</p> <p>・ 地質調査に関するJFAGは改訂予定</p> <p>・ 地質立地に関する安全審査の事項は、プラクティスに関する内容が含まれているので、性能規定化の観点から廃止する。</p> <p>・ 今後 新基礎などが採用された場合、別途要請事項が必要になることを考慮し、整理する。</p>
今後の検討方向	<p>従来、地震時に岩盤支持で求められていた安全機能（地震時の支持力、滑り、沈下）を整理し、これと同等の安全機能を要求する。</p>
参 考	<p>「再処理施設安全審査指針」、「金属製乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵施設のための安全審査指針」には岩盤立地は要求されていない。</p>

課 題	地震時の安全確保
議論の要点	地震時の安全確保をどうとらえるか
見 解	<p>原子炉施設の安全確保の目的は、放射性物質に係る放射線障害の潜在的危険性を顕在化させないことである。</p> <p>敷地における限界的な地震動を仮定しても周辺公衆に著しい放射線障害を与えないようにすることが原則である。しかしながら地震力は、全ての施設に同等に同時に作用する（以下、共通要因事象）という特性を踏まえ、限界的な地震動の発生を仮定しても、周辺公衆に著しい放射線障害を与えないように、原子炉災害を防止する観点から必要な安全上の機能を維持させることが現時点で最も現実的な方策であると考え。</p> <p>この考え方にに基づき限界的な地震動に対し安全上果たすべき機能を抽出する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・限界的な地震動を定義。 ・規格(基準)の「目標Ⅰ」に相当 → 性能規定化。 <p>※ ASクラスに静的地震力を適用する場合は、検討中。 (本資料は静的地震力をASクラスに適用し、検討し作成している。但し、その場合はP.1617の章)参照。</p> <p>※ ASクラスに静的地震力を適用する場合は、機能維持という性能規定とどう整合しているかが課題。</p>
今後の検討方向	
参 考	

課 題	安全上の要求機能
議論の要点	地震時の安全確保で要求する機能の明確化
見 解	<p>限界的な地震動に対し、果たすべき安全上の機能は以下のとおりであると考えられる。</p> <p>地震時に周辺公衆に著しい放射線障害を与えないようにするためには、地震力は、共通要因事象という特性を踏まえた上で、炉心及び使用済燃料内の大量の放射性物質を放出するような事態を防止することである。そのためには以下の機能が必要である。</p> <ol style="list-style-type: none"> ①原子炉冷却を可能にするための、原子炉冷却材を保持する機能 ②地震発生時に緊急に原子炉の核反応を停止しかつその状態を維持する機能 ③原子炉停止後にも放出される崩壊熱を除去するための機能で、最終的には海水に熱を放出する機能までを含む ④冷却材喪失事故後相当長期間にわたり周辺公衆への放射性物質の放出を最終的に防止する機能 ⑤使用済燃料内の放射性物質の外部放出を防止するために、燃料の大量かつ著しい損傷を防止する機能 <p>まとめると以下のようなになる。</p> <ol style="list-style-type: none"> ①原子炉冷却材圧力バウンダリー機能 ②地震発生時に緊急かつ安全に原子炉を停止させる機能 ③原子炉停止後の最終除熱機能 ④原子炉格納容器バウンダリー機能 ⑤使用済燃料の大量かつ著しい損傷を防止する機能 <p>※全体、哲学は 検討中</p>
今後の検討方向	<p>審査指針に記載すべき「地震時の安全確保」に関して要求する機能を明確にする。</p> <p>※記載すべき機能を明確にする必要がある。→具体的リスト等の検討中</p>
参 考	

課 題	耐震重要度分類の検討
議論の要点	地震時の安全確保の考え方に立脚した耐震重要度分類の考え方の整理
見 解	<p>限界的な地震動に対して機能維持すべき「特に重要な安全機能」を有する施設を安全クラスとする。</p> <p>それ以外の施設をノンクラスとする。</p> <p>「特に重要な安全機能」とは、以下のとおりとする。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 原子炉冷却材圧力バウンダリー機能 ② 地震発生時に緊急かつ安全に原子炉を停止させ維持する機能 ③ 原子炉停止後の最終除熱機能 ④ 原子炉格納容器バウンダリー機能 ⑤ 使用済燃料の大量かつ著しい損傷を防止する機能 <p>ノンクラス施設については、民間規格の中で従来のA, B, Cに区分する。A, B, Cの各施設に対応する地震力も民間規格とする。</p> <p><i>* クラス1が一部ノンクラスに分類されることは検討中。いつまで終わるかは未定。</i></p>
今後の検討方向	<p>指針に記載すべき地震時の安全機能と耐震重要度分類の定義を検討する。具体的な耐震重要度の検討はJ E A Gにて行う。</p> <p>安全機能の重要度分類との関連及び安全重要度クラス1の一部の施設が耐震重要度分類ではノンクラスとなることについてはその妥当性を検討する。</p>
参 考	

課 題	耐震重要度分類と安全重要度分類との関係
議論の要点	安全重要度分類と耐震設計上の重要度分類の明確化
見 解	<p>指針では耐震重要度分類において、「安全クラスの機能」と「ノンクラス」を規定する。</p> <p>ノンクラスの詳細はJ E A Gで規定する。安全クラスとJ E A Gで詳細化される耐震重要度分類全体は、地震力は、共通要因事象という特性を踏まえれば整合することを明確にする。</p> <p>・現行どおり)</p>
今後の検討方向	安全上の機能に着目し安全重要度分類から共通要因事象を考慮した耐震重要度分類を検討する。詳細はJ E A Gにて検討する。
参 考	<p>現行の安全重要度分類と耐震重要度分類の対応関係を比較検討した。その結果、基本的には安全重要度分類のクラス1, 2, 3は各々耐震重要度のクラスA (Asを含む) B, Cと対応している。一方地震荷重が共通要因事象という特性を有していることを考慮して、必要に応じて耐震重要度を上げている。したがって地震時の安全性を確保する観点からは両分類に不整合は無いと判断できる。</p>

課 題	設計用地震力の考え方
議論の要点	指針で規定する地震力の位置付け
見 解	<p>地震時の安全確保の観点から地震動を規定する。</p> <p>これは、地震時において拡大性のある事故（炉心損傷）を起こさないため、耐震安全上特に重要な施設の安全機能の維持を評価するための限界的な地震動である。</p> <p>※「3 安全上の要件事項」に合める？</p>
今後の検討方向	
参 考	

課 題	活断層の評価期間
議論の要点	指針制定後、多数のトレンチ調査等が実施され活断層に関する知見が集積。S1については、工学的な見地から検討。
見 解	<p>国内の多数のトレンチ調査結果によっても、再来期間が5万年を超える活断層は存在しないことから、S2として考慮する活断層の評価期間を5万年としていることは妥当と判断。</p> <p>同トレンチ調査結果から、S1として考慮する活断層～S2として考慮する活断層の区分（1万年、活動度A級）について、厳密に境界を設定することは困難であっても、工学的には妥当と判断。</p> <p>これらについて、トレンチ調査結果に基づく活断層の再来期間の分布状況等を考慮した確率的検討によっても妥当であることを確認。</p> <p>・S2を指針に、S1はJEAGに規定する。</p> <p>S1:過去の地震(2万以内(約)、活断層(0~1万年)) } 科学的に決定する S2:過去の地震(2万以内(約)、活断層(0~5万年)) } 科学的に規定する</p> <p>・S1は工学的に S2は科学的に決定</p> <p>* 概念図を添付して説明を分かりやすくしてほしい?</p>
今後の検討方向	5万年について変更する必要はないと認識。S1（A級、1万年）については、指針で規定せず、JEAGで規定する。
参 考	

課 題	活断層のセグメンテーション
議論の要点	<p>活断層の連続については、「明確な証拠がない場合には安全側に考慮」とのポジション</p> <p>地震研究推進本部等の評価結果は原子力の評価を超える場合もあり、原子力の評価の妥当性を問われるケースがある。</p>
見 解	<p>断層の連続に関する評価は、断層の形態、性状などに関するデータの質・量に応じて合理的に検討されるべき。</p> <p>具体的には、断層の屈曲、分岐などの幾何学的要素、変位センス、変位速度などの地質構造的要素、古地震の破壊区間、活動間隔、最新活動時からの経過時間などの活動履歴に関する要素などによる評価が可能（土木学会新立地部会断層活動性分科会でとりまとめを実施：下記参照）。</p> <p>地震研究推進本部などによる検討結果についても、活断層としての定義の違い、ベースとなるデータの質、量などを吟味した上で、原子力として判断すべき。</p> <p style="margin-left: 40px;">※ 地震調査研究推進本部の検討とはりつけないことも明確に表明する。</p>
今後の検討方向	<p>セグメンテーションのルールを一般化することは困難であり、原則として個別断層（群）毎に評価。</p>
参 考	<p>平成 10 年度～平成 14 年度にかけて、土木学会新立地部会断層活動性分科会では糸魚川～静岡構造線をケーススタディとして、断層のセグメンテーションの考え方のとりまとめを実施。同成果は土木学会報告書として平成 15 年下期出版予定。</p>

課 題	地質調査の高度化
議論の要点	地質調査範囲の妥当性 鳥取県西部地震を踏まえた地質調査
見 解	<p>最低限考慮する地震動を考慮すれば、30km 範囲については、現行の JEAG 規定内容で問題はないと認識。</p> <p>地震動に大きく影響を与える可能性のある敷地近傍については、空中写真判読、地表踏査に加え、震源断層の存在の可能性を勘察し、反射探査、トレンチ調査等、鳥取県西部地震で実施した調査と同程度の調査を実施する必要があると認識。</p>
今後の検討方向	
参 考	

課 題	松田式(1975)の妥当性
議論の要点	松田式(1975)は古い M-L 関係式の最近の知見である、松田式(1998)、武村(1998)、Wells and Coppersmith(1994)との関係
見 解	<p>松田式(1975)は、測地学的なデータも活用して活断層長さLを決めているため、その活断層長さLは震源断層に対応すると考えられる。</p> <p>松田式(1975)は、武村(1998)、Wells and Coppersmith(1994)における同様な関係式との比較検討を実施した結果、日本国内あるいは世界中の地殻内地震に基づき導き出されている震源断層の長さLと地震規模の関係と良く整合している。</p> <p>一方、最近の知見である松田式(1998)は、1回の地震で地表に表れる地震断層の長さとの関係を求めており、両者で断層長さの評価は異なっている。</p> <p>現行の地質調査法に従って評価された活断層は、地下の震源断層が繰り返し活動した結果を地表から確認しているもので、震源断層に対応する。</p> <p>よって、第一義的にLからMを求める場合は、松田式(1975)で支障ないと判断。</p> <p style="text-align: center;">×省略</p>
今後の検討方向	地表地震断層と地殻内の震源断層との関連や、地表に断層が現れるメカニズムの解明や、過去の地震と活断層との関連について検討する必要がある。
参 考	活断層が敷地に近い場合は、別途、断層モデルによる地震動評価等の検討が必要。

課 題	地震地体構造上想定する地震の評価方法
議論の要点	<p>地震地体構造という概念が現在の地震学的に受け入れられるか 設計用地震を想定する上で想定される最大地震規模と発生位置に関する知見は重要 基準地震動を策定するにあたって地震地体構造をどのように評価すべきか。</p>
見 解	<p>① 現行指針では、地震地体構造上考慮する地震の上限規模を想定する際に、地震地体構造マップを参照するだけでなく、その元データである過去の地震、活断層に遡って検討が行われ、また、最新知見も適宜考慮している。</p> <p>② 地震地体構造の地震学上の位置づけはともかく、設計用地震を評価する上で想定される最大地震規模と発生位置に関する知見は重要</p> <p>③ 地震地体構造の今後の扱いについては、設計用地震動の設定における「震源を特定できる地震」の位置や規模の想定を、「過去の地震」および「活断層による地震」に基づき行う際に、関連知見の不足やデータベースの不十分さを補うために参照する関連研究成果の一つとして位置づけ</p> <p>※ S_{20}の地震の考慮法として次項 P.10と統合する。</p>
今後の検討方向	<p>今後の地震学の進展により、評価地点近傍で更に詳細な地震の発生機構等が解明できる可能性もある。このことを考慮し、地震地体構造上想定する地震の評価方法は機能性化しておく。</p> <p>また、「地震地体構造」なる言葉があたかも理学的見地から地震が想定できるとの誤解を与えているのであれば指針上の表現を工夫する必要がある。理学的知見には立脚しているが、耐震設計を実施する上で安全性を更に向上させるため地震工学的に想定しているものである。</p>
参 考	<p>現行指針に基づく地震地体構造の評価では、「表マップ(1980)」が多く用いられているが、その後のより細分化された「萩原マップ(1991)」および「垣見マップ(1994)」、「垣見マップ(2003)」との上限規模の比較からみても矛盾はない。よって、新しい「垣見マップ」も、基準地震動の策定に使用可能。</p>

課 題	スラブ内地震の考慮の仕方
議論の要点	地震発生機構別（プレート境界地震、内陸地震、スラブ内地震等）による地震動評価手法が確立していないが、スラブ内地震を基準地震動を策定するにあたってどのように評価するべきか。
見 解	スラブ内地震は地域性を示すため、サイト毎に観測記録等をもとにした評価を行う。
今後の検討方向	耐専スペクトルに深さのパラメータ等を追加するなどしてスラブ内地震の評価方法を検討。また、長期的には、スラブ内地震の地域性、伝播経路の影響、地震発生機構（ダウンディップコンプレッション、ダウンディップエクステンション）等を考慮して地震動を評価できるよう検討。 耐専スペクトルに深さのパラメータ等を追加する（但し、現状でも可能）
参 考	

課 題	位相特性の考え方
議論の要点	基準地震動の策定にあたり、位相特性を考慮すべきではないか。
見 解	<p>原子力施設は、厚い生体遮へい壁など有するため剛性が高く、実質的に弾性応答をする。弾性応答では、地震動強さは応答スペクトルに一对一で比例する。よって、基準地震動は設計用応答スペクトルのレベルを満足することが重要であり、位相による影響は小さい。</p> <p>なお、断層モデルによる地震動評価を実施した場合は、震源の特性を含んでいることから、位相特性を別途考慮する必要はなく、計算された地震動をそのまま用いることが可能。</p> <p style="text-align: center;">※省略</p>
今後の検討方向	今後、岩盤立地によらない第四紀層立地や、免震構造等を導入する場合には、より塑性域に入った応答になることも予測されるため、位相特性を考慮した基準地震動について検討する必要がある。
参 考	

課 題	<p style="text-align: center;">現行指針に対する原子力地震動の不確実性への配慮 地震動の不確実性への配慮</p>
議論の要点	<p>自然現象である地震動には不確実性が伴う 不確実性を保守的に考慮すると設計用地震動を超えることがありうる 設計では種々の耐震安全余裕が見込まれている</p>
見 解	<p>① 設計用地震の選定に当たって諸元を厳しめに設定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・敷地に影響のある過去の地震を選定し、被害記録を基に異論のある場合も考慮して諸元を設定 ・活断層長さの評価に当たって確実な地質学的証拠が得られない場合は保守的に評価 ・地震調査から敷地で起きる可能性が低い地震も考慮し、更に無条件に直下地震を考慮 <p>② 地震動の策定に当たってバラツキに配慮</p> <ul style="list-style-type: none"> ・敷地で考慮する地震の地震動強さを全てカバーするように設計用地震動を策定 <p>③ 地震応答解析、許容値等の保守性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地震応答解析モデルは実現象に対して概ね安全側であることを確認して設定 ・床応答スペクトルを周期領域に1割拡幅して使用 ・許容値も試験値に対して使用状態を考慮し安全側に設定 <p>④ 安全に係わるシステム、施設の構成を評価した地震 PSA によっても耐震安全性を確認</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地震 PSA では安全に係わるシステム、施設の構成を評価でき、地震動や耐力等の不確実性を考慮。 ・代表炉の地震 PSA 評価結果から CDF は 10^{-4} / 炉年以下である。 <p>※ 本内容は「今後の検討方向」に記載すべきではないか？</p>
今後の検討方向	<p>耐震試験データの充実 限界状態設計法の原子力施設への適用 確率評価モデルの精緻化</p>
参 考	<p>電気協会 原子力発電耐震設計特別調査委員会にて原子力施設の総合耐震安全性を検討したところ、現状の設計を実施することにより中央値で少なくとも約2倍の余裕を確認</p>

課 題	震源を事前に特定できない地震の考え方
議論の要点	現行指針による直下地震の設定は間違っていたのか 震源を事前に特定できる地震と特定できない地震の区別
見 解	<p>① 原子炉設置の際には詳細な地震調査が実施され、同調査によって震源を特定できる地震は耐震設計上考慮される。</p> <p>② 現行指針による直下地震の位置づけについては、原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601-1987 日本電気協会）に「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たと仮定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であるとの観点から設定されている。」とある。</p> <p>③ ②から、現行の直下地震は、耐震設計上の歯止めの地震動を与えるため M6.5 の地震を仮想したものと理解できる。</p> <p>④ 今回、「震源を事前に特定できない地震の地震動」は、上記の考え方を発展させ、原子力施設の建設に当たって敷地周辺において実施される詳細な調査によっても震源を事前に特定できない地震に対して、震源近傍で得られた複数の観測記録のほぼ上限レベルを与えた地震動強さとしている。</p> <p>⑤ これは仮想の地震から地震動を与えるのではなく、耐震設計上の最低規定を意図して地震動強さを直接設定したもの。</p> <p>⑥ したがって、現行指針の考え方を踏まえ、最新の知見を取り入れ、発展させた高度化である。</p> <p>⑦ ここでいう「震源を事前に特定できない地震」は原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601-1987 日本電気協会）等によって敷地周辺で実施される詳細な地質調査によっても震源と活断層を関連づけることが困難な内陸地殻内地震である。</p> <p>※ JNES の検討成果は記載がないの？</p>
今後の検討方向	評価地点毎に地震発生様式などの地震学的知見に基づく評価の実施
参 考	<p>地震調査研究推進本部（2002）は「震源を予め特定しにくい地震（地表に痕跡を残さない地震）」を以下のように定義している。</p> <p>グループ3：海溝型地震として扱おうとしているプレート境界で発生する地震の内大地震以外の地震</p> <p>グループ4：沈み込むプレート内の地震</p> <p>グループ5：陸域のプレート内で発生する地震のうち震源を予め特定しにくい地震</p> <p>ここでいう「震源を事前に特定できない地震」はグループ5に属する。</p> <p>※ 推本との関係は記載がない。</p>

課 題	静的地震力の取扱い（一般建物の耐震設計との整合性）
議論の要点	静的地震力を適用することの可否
見 解	<p>最低規定としての地震力を与えるものとして静的地震力を用いる。</p> <p>また、地震被害との関連が明確な従来の静的地震力を、耐震設計の簡便性、建築基準法での取扱い*を考慮し、継続して適用する。</p> <p>耐震重要度分類に応じた係数及び必要保有水平耐力については従来との連続性を考慮して同じとする。</p> <p>*： 建築基準法改定において、設計者が構造設計方法を選択できるようになったが、現行の層せん断力による1次設計も認めている。</p> <p>※ 検討中（保安部と協議中）。</p>
今後の検討方向	静的地震力を用いることを審査指針に記載する。但し、指針で定義される限界的な地震動と静的地震力の位置付け及び取扱いについて検討する。
参 考	

課 題	荷重の組合せの考え方
議論の要点	地震荷重と他の事象による荷重の組合せの考え方
見 解	<p>地震荷重と他の事象による荷重の組合せの基本的な考え方は以下のように基本的に現行と同じ。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 原則として、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。 2) 地震によって引き起こされる事象（地震の従属事象）による荷重は地震荷重との組合せを考慮する。 3) 地震の発生いかんにかかわらず生ずる事象（地震とは独立事象）による荷重と地震荷重との組合せについては、双方の事象の発生頻度、当該事象による荷重の継続時間及び継時的変化を考慮して確率的に判断する。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。 <p>・現行どおり</p>
今後の検討方向	上記基本的な考え方を審査指針に記載し、具体的な荷重の組合せはJ E A Gにて行う。
参 考	

課 題	安全上適切と認められる応答解析法及び応力評価法
議論の要点	応答解析法及び応力評価法の信頼性
見 解	<p>応答解析法及び応力解析法については、下記に示すように試験等により実証・確認された十分信頼性が高い解析法が用いられている。</p> <p>1) 応答解析法は、^{物理的振動特性に担保をいれて}スペクトルモーダル解析法又は時刻歴応答解析法が一般的に用いられている。これらの解析法は設備の振動性状を模擬できる解析法として信頼性が高く、実績がある。また、応力解析法は、1次冷却設備や原子炉格納容器のように設備の重要度が高いものは、詳細解析法であるシェル理論又は有限要素法を用いている。また、一般補機類のように形状が単純な設備に対しては、標準化された解析法が用いられている。</p> <p>2) これらの解析法を用いて設計を行った設備は、多度津や民間の振動台での振動試験結果と比較検討され、応答解析法や応力解析法が妥当なものであることが実証されている。また、設計に用いる解析ソフトは、一般理論に基づいて作成された汎用のものが用いられており信頼性も高く、適宜ダブルチェックされている。</p> <p>現行どおり</p> <p>* 本資料は特段必要ではない(センサ等には「ら」ない) のではないか?</p>
今後の検討方向	十分な信頼性を有する解析法及び評価法を使用する旨を審査指針に記載し、具体的な解析法及び評価法の内容はJ E A Gに記載する。
参 考	

課 題	許容限界、終局耐力の考え方
議論の要点	許容限界の考え方は基本的に現行と同じ
見 解	<p>現行審査指針の考え方を踏襲し以下を基本とする。</p> <p>1) 建物・構築物、系統及び機器に要求される安全機能の性質は多様であるので、設計上の制限は、その安全機能の性質に応じた合理的なもの（応力・応力度、歪、変形など）を用いる。</p> <p>2) 動的安全機能の評価は、原則として試験・実験に基づく評価法を用いるものとする。</p> <p>・入力側が現行どおりならば、本項目も現行どおり。 但し、入力が大きければ、空荷の領域も活用できるようにする必要がある。</p>
今後の検討方向	<p>一部の設備についてはより合理的な条件での設計評価が可能となるよう研究が進行中であることから、これらの成果も取り入れられるような形で性能規定化されることが適当であると考えられる。</p> <p>許容限界の詳細はJ E A Gにて検討を行う。</p>
参 考	

関係者限り
取扱い注意

10/10 打合せ
保原院 資料

平成 15 年 9 月 2 日

10 16

地震・地震動WG コメント回答状況

X 資料は 10/15(水)まで 10/16(木)開催地震動WG 終了後 X倉GLに コメントの回答状況等について説明予定

回	コメント	発言者	コメント回答及び対応状況
第 1 回	S ₁ と S ₂ の定義について 諸外国での地震動の設定の事例	入倉グループリーダー 衣笠委員、入倉グループリーダー	指針骨格で検討済み、 既に資料あり 今後の検討状況 を以て待機
第 2 回	震震W第 2 - 1 号の今後の課題の項目の追加 震震W第 2 - 2 号の資料の修正 女川原子力発電所の審査時において、一関-石越撓曲線を S ₁ または S ₂ 地震動の震源として評価が行われたのか。	阿部委員 衣笠委員、平野委員 衣笠委員	第 3 回で回答済。(震震W 3 - 3 号) 第 3 回で回答済。(震震W 3 - 4 号) 平成 14 年 6 月 28 日、衣笠委員へ説明し、ご了解済。
第 3 回	S ₂ の想定として、歴史地震と活断層の他に地震発生論とかテクトニクスを考慮して検討する。 S ₁ と S ₂ を切り分けするのもしないのか。	石橋委員 入倉グループリーダー	分科会での 指針骨格で検討済み
第 4 回	再来期間というより「評価期間」を用いるのか。言葉の使い方を検討せよ。 震震W第 4 - 2 号の資料の修正 地震地体構造という概念は如何か。マップの上限値にも疑問がある。 スラブ内地震という言葉の定義をせよ。	入倉グループリーダー、阿部委員、石橋委員、衣笠委員、小島委員 大竹委員、石橋委員、佃委員 石橋委員 石橋委員	起草作業にて反映済 資料として修正 分科会での 指針骨格で検討済み 起草作業にて反映済
第 5 回	断層モデルの手法の整理	翠川委員	第 7 回で回答済。(震震W 7 - 1 号)

回	コメント	発言者	コメント回答
第6回	津波に関する追加資料 津波と地殻変動の複合 砂移動について 海底地すべりについて コメント回答として資料をとりまとめるのは現時点では困難	石橋委員、阿部委員 佃委員 衣笠委員 大竹主査代理	第7回で回答済。(震震W7-1号) 平成15年3月12日、佃委員へ説明し、ご了解済。 平成15年3月18日、衣笠委員へ説明し、ご了解済。
第7回	震震W第7-1号コメント回答P3 包括波形の重ね合わせによる評価法の特徴を記入 「震源深さや地盤種別」→「地震種別」 再処理ユーティリティ施設でのゴムの変位について 床免震と機器免震について 再処理ユーティリティ施設の指針について キャスク建屋についての文章の修正	翠川委員 石橋委員 衣笠委員 阿部委員 青山主査	第8回で回答済。(震震W8-1号) 第8回で回答済。(震震W8-1号) 第8回で回答済。(震震W8-1号) 第8回で回答済。(震震W8-1号)
第8回	道路橋示方書「変位の検討について」如何。 安全委員会としての「安全目標」、「指針の体系化」、「リスクインフォームド規制」の流れの中で耐震指針の考え方。	衣笠委員 入倉グループリーダー、阿部委員、大竹委員、平野委員	「分科会で回答予定」(鈴木安全委員)
第9回	上下動(P47)上下方向設計用減衰定数の設定根拠。 上下動の三次元的な検討の是非。 SRS法と時刻歴の比較 水平、上下の関連の記録の検証が行われているのか。 鳥取県MT法の直交方向の検討如何。	翠川委員 大竹主査代理 入倉グループリーダー 大竹主査代理	

回	コメント	発言者	コメント回答
第10回	<p>Coyote Lake と Morgan Hill 地震では近くに断層があったのでは。</p> <p>地表地震断層と震源断層はサイズが一致しない(1943の鳥取の例)ので地震動レベルを間違える恐れがある。日本で議論になるMjを6.8とか7.0にして、たとえ米国では震源が特定できたデータとしてもそれを用いて地震動レベルを決めるというやり方もある。</p> <p>Mj6.8以上ならば震源は推定できると言い切れるか疑問がある。理由としては、スケールリング則による濃尾地震のプロットによってしきい値が変わってくること、また、地質の専門家の間でも意見が異なることである。</p> <p>地震発生層Wによってローカリティーを出せないか。</p>	<p>衣笠委員 Mj6.2 へては</p> <p>石橋委員 日活 8km - 13km 写り</p> <p>石橋委員</p> <p>小島委員</p>	<p>日本はMj6.8未満の地震しかなく、入力は1.5メートル以内</p> <p>Mj6.8レベルの地震動を</p> <p>コオヤク 1.5メートル以内</p> <p>と [redacted] 4.0 程度</p> <p>震源も事前には特定できない地震動 (不明)</p> <p>+ 濃尾地震も事前には特定できない地震動 (不明)</p> <p>で [redacted] 程度とする</p>

・衣笠委員の意見のとおり Coyote Lake地震とMorgan Hill地震は事前には震源が特定できるが、
 MW≦6.2であり、スケールリング則よりすると、一般的には「事前には震源が特定できない地震」なので
 今回の、特定できず、ものとしている。

[redacted] ガリ-70
 [redacted] ガリ-70

・日活で8km、工本学会13kmで判読可能、東方延長は不明なので、立地の際は詳細調査を行うとの事(例 柏崎川村「気比の谷断層」)。

・震害W10-2号の資料の構成を再度整理し説明する。

耐震設計審査指針の骨格(素案)

主な構成事項	要旨とその説明	指針高度化にあたっての検討項目
	<p>(耐震設計審査指針の高度化の基本方針(案)を作成するにあたっての前提)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 本指針は、性能規定化を目指すものとする。 ・ 耐震設計の基本的な考えを記載し、詳細な設計方法・条件などの仕様は民間規格で規定するものとする。なお、民間規格は本指針で要求する性能との項目上の対応、必要な技術的事項について具体的な手法や仕様を示され、その技術的妥当性が証明されていること。 	<p>2 耐震設計審査指針の枠組み (今後の検討課題)</p> <ul style="list-style-type: none"> ー 民間規格とのすみ分け ー 後段規制との関係
1 はしがき		
2 適用範囲	<ul style="list-style-type: none"> ・ 陸上の原子力施設に適用するものとするが、陸上以外の原子力施設に対しても基本的な考え方は参考となるものとする。 ・ 本指針に適合しない場合があっても、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>7 新立地様式</p> <ul style="list-style-type: none"> ー 人工島式海上立地の評価法 ー 地下立地の評価法
3 基本方針	<p>(地震時安全確保の考え方)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 基本的目標を以下のように設定する。 <p style="margin-left: 20px;">目標Ⅰ：原子炉施設は、敷地周辺の特性からみて寿命中に一度ならず発生する地震動を経験しても事故を起こさないように設計、建設、運転及び保守を行わなければならないのは当然のことであるが、敷地周辺の事情できまる地震動の大きさと頻度の関係を踏まえて、地震学的見地から見て施設の寿命中には極めて稀には起きるかもしれない地震動を基準地震動とし、この発生を仮定しても安全防护施設を含めて重要な安全機能は損なわれず、周辺の公衆に放射線災害を与えないように設計されること。</p> <p style="margin-left: 20px;">目標Ⅱ：施設的设计裕度により、この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それによる公衆の放射線災害のリスクが小さいこと。</p> <p>(耐震安全性評価に伴う満足されるべき性能)</p> <p style="margin-left: 20px;">目標Ⅰ：基本目標の達成の観点から、安全機能を有する構築物、系統及び機器の地震荷重に対する応答及び耐性の特徴も考慮に入れた安全上の重要度に応じた耐震設計上の区分のあり方、これらの区分ごとの設計評価に使用する設計用地震力の選定のあり方、また、これらの構築物、系統及び機器が対応する設計用地震力に対して耐震性を有することを確認</p>	<p>1 地震時安全確保の考え方</p> <p>3 確率論的安全評価</p> <p>4 確率論的手法と決定論的手法の関係 (今後の検討課題)</p> <ul style="list-style-type: none"> ー 耐震安全性評価

耐震設計審査指針の骨格(素案)

2003.10.7 事務局内 ver. 7

主な構成事項	要旨とその説明	指針高度化にあたっての 検討項目
	<p>する方法を規定。</p> <p>目標Ⅱ：詳細設計終了後又は建設完了時の適切な時期に、確率論的地震安全評価などにより耐震安全性評価を行い、耐震設計の適切さを自主的に確認する。これは、民間規格として制定される実施手順書によって品質の保証されたものとする。</p> <p>(新立地方式等への適用)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 現行指針の剛構造・岩盤支持規定は削除し、第四紀層地盤立地、免震、制振構造の適用も可能とする。 <p>(地震時随件事象への配慮)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 基礎地盤、周辺斜面及び津波等の検討を行い、施設の安全確保に支障がないことの確認を行う。 	<p>—自主的实施または規制要求</p> <p>15 第四紀層地盤立地</p> <p>16 免震構造、制振構造</p> <p>23 地震随件事象</p>
<p>4 耐震設計上の重要度分類</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 原子炉施設の安全機能を有する構築物、系統及び機器の安全機能の重要度分類は、「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、重要度指針)で規定されている。 ・ 重要度指針では、構築物、系統及び機器を、その有する安全機能の重要度に応じて、それぞれクラス1～3に分類しているが、耐震重要度にあたっては以下の考え方が示されている。 <ol style="list-style-type: none"> (1) 重要度指針のクラス1を耐震クラス1、重要度指針のクラス2を耐震クラス2、重要度指針のクラス3を耐震クラス3とし、3種類の耐震クラスを設定するという考え方 (2) 重要度指針のクラス1を耐震クラス1、重要度指針のクラス2、3を耐震クラス2として2種類の耐震クラスを設定するという考え方 (3) 耐震設計上の特有の観点も反映すべきであり、重要度指針と全く一致する必要はないと考え、現行通りとする考え方 ・ 以下のような耐震設計特有の事項については、重要度指針の記載に係わらず、別に定める。 <ol style="list-style-type: none"> (1) 異常の発生防止機能と影響緩和機能との区別はしない。 (2) 重要度指針でいう「当該系の機能遂行に直接必要となる関連系以外の関連系」のうち、系統 	<p>6 耐震重要度分類の基本的考え方</p> <ul style="list-style-type: none"> —重要度指針との関係 —耐震重要度分類方針(2～4分類) —基準地震動との関係 <p>3 確率論的安全評価</p> <ul style="list-style-type: none"> —地震 PSA の知見の指針への取入れ方

耐震設計審査指針の骨格(素案)

2003.10.7 事務局内 ver. 7

主な構成事項	要旨とその説明	指針高度化にあたっての 検討項目
	<p>及び機器を収納・支持する機能（構築物、系統及び機器の支持構造物）については、当該関連系統・機器の耐震設計に用いられる設計用地震動に対して、安全機能（支持機能）を損なわないことの確認を行うものとする。</p> <p>(3) 建物・構築物、系統及び機器間の相互影響については、上位の耐震クラスに適用される設計用地震動に対して、それぞれ要求される安全機能が損なわれないことの確認を行う。</p> <p>(4) クラスの異なる系統及び機器が構造的に連続している場合には、その地震時挙動が上位の耐震機能に影響を与える範囲まで、上位のクラスの重要度をもつものとする。</p> <p>(5) 耐震設計上重要な設備の耐震重要度分類には、地震 PSA の知見も用いる。</p>	<p>(今後の検討課題)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 代表プラントに対する地震 PSA の実施と、耐震重要度分類への知見の反映
<p>5 耐震設計 評価法</p>	<p>耐震設計評価法は以下の組合せが示されている。</p> <p>(組合せⅠ)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 耐震クラス1の構築物、系統、機器については設計用水平・上下方向地震動による地震応答解析から求める設計用地震荷重と、同時に作用する他の荷重を組合せて施設に生じる応力・変形等を算定し、要求される安全機能の健全性が損なわれないことの確認を行う。 ・ 耐震クラス2に対応する設計用水平・上下方向地震動としては、耐震クラス1に適用される設計用地震動の周期ごとの振幅をα倍とした地震動とする。地震力の算定、荷重の組合せと応力等の算定、許容状態との比較と安全機能の確認についてはクラス1と同様とする。なお、上下方向には静的地震力も適用する。 ・ 耐震クラス3は一般施設と同等以上の耐震性を有するものとする。 <p>(組合せⅡ)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 耐震クラス1は、組合せⅠと同じ ・ 耐震クラス2は、設計用応答スペクトルを地震力スペクトルを見なし、それを1/3にしたものを用いて弾性設計する。(上下方向地震力は考慮しない) 	<p>9 設計用地震力の考え方</p> <ul style="list-style-type: none"> —動的水平地震力適用範囲 —動的上下地震力適用範囲 —静的地震力の扱い

耐震設計審査指針の骨格(素案)

2003.10.7 事務局内 ver. 7

主な構成事項	要旨とその説明	指針高度化にあたっての 検討項目
	<p>(組合せⅢ)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 水平方向地震力は現行通り ・ 上下方向地震力は、Asクラスは動的地震力、Aクラスは動的及び静的地震力、Bクラスは共振の恐れのあるものは影響検討 	
<p>6 設計用地震・地震動の設定 (1) 設計用地震の設定</p>	<p>(設計用地震の設定)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 耐震設計では、敷地周辺の地震発生域を調べ、敷地に大きな影響を及ぼすと予想される地震動を対象とするので、これらをもたらし震源を特定する必要がある。 ・ プレート境界地震、スラブ内地震、内陸地殻内地震に区分し、これらの地震の想定は歴史地震資料、活断層調査、地震地体構造マップを用いて行う。 ・ 設計用地震としては、歴史地震資料、活断層調査、地震地体構造マップに基づく「震源を予め特定できる地震」と、これらに加え、「震源を予め特定できない地震」とを考慮する必要がある。 <p>(歴史地震資料)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 古文書等に基づく過去の被害地震をデータベース化した各種の歴史地震カタログを、最新の地震考古学の知見と併せて活用することが重要である。 ・ 震源評価に当たっては、地域特性を考慮し、統計・確率モデルとして取り扱うことも重要である。また、繰り返し生起が認められる地震について着目する必要がある。 <p>(活断層調査)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 「地質・地盤に関する安全審査の手引き」に従い、入念な調査を行う必要がある。 <p>(地震地体構造マップ)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 地震地体構造的検討については、地質学、地震学等の最新知見を反映した多くのマップが提案されているので、歴史地震資料、活断層調査を補うために参照する。 <p>(「震源を予め特定できない地震」)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 地表付近での活断層の痕跡や過去の地震発生の履歴がなく、「地質・地盤に関する安全審査の手引き」による調査でも発見できない、陸域の浅い地殻内で発生する地震、震源を予め特定で 	<p>19 設計用地震の区分と想定すべき地震</p> <p>20 地震発生の確率論的評価</p> <p>22 地質調査に関する基本的要求事項</p>

耐震設計審査指針の骨格(素案)

2003.10.7 事務局内 ver. 7

主な構成事項	要旨とその説明	指針高度化にあたっての 検討項目
	<p>きない地震を考慮する必要がある。この種の地震の規模、発生場所、発生頻度等に関する地震学・地震工学の最新知見、観測記録や統計・確率モデル等を反映し、地震諸元を設定することが重要である。</p>	
<p>(2) 設計用地震動の策定</p>	<p>(設計用地震動とその定義位置及びその種類)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 設計用地震動は、水平動及び上下動について規定する。 ・ 設計用地震動は、その特性を表す応答スペクトルと、それにフィッティングさせた時刻歴波形で規定する。 ・ 設計用地震動は、解放基盤表面（概ね第三紀層及びそれ以前の堅牢な岩盤であって著しい風化を受けていない基盤面上の表層や構造物がないものと仮定した上で、基盤面に著しい高低差がなく相当な広がりがある基盤表面）で設定するという考え方と、国際的に通用する地震基盤で設定するという考え方がある。 ・ 設計用地震動の数については、現行通り2種類、区分することなく1種類、維持基準用を加えて3種類という考え方がある。 ・ 「震源を予め特定できる地震」による地震動の想定に当たっては、敷地における地震動とその超過確率の関係による確率論的評価も必要である。 <p>(距離減衰式による地震動)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 設計用地震動は、データベースに基づく震源特性を反映した距離減衰式を用いた応答スペクトルに基づいて評価する必要がある。 <p>(断層モデルによる地震動)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 震源が近い場合には、断層モデルを用いた地震動特性評価を行うこと、その際、必要な周波数特性を考慮する等の知見に基づくこと。 <p>(「震源を予め特定できない地震」)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 「地質・地盤に関する安全審査の手引き」により調査を行っても発見できない地震、すなわち「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観測記録のデ 	<p>17 基準地震動の考え方 18 基準地震動の算定法 21 地震動の確率論的評価 (今後の検討課題)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 設計用地震動の定義位置の設定 <p>15 第四紀層地盤立地 16 免震構造、制振構造</p>

耐震設計審査指針の骨格(素案)

2003.10.7 事務局内 ver. 7

主な構成事項	要旨とその説明	指針高度化にあたっての 検討項目
	<p>データベースに基づいた地震動としての評価と断層モデルにより得られた地震動算定結果による年発生頻度の概念を導入した確率論的評価が必要である。</p> <p>(時刻歴波形の作成)</p> <ul style="list-style-type: none"> 時刻歴波形の継続時間及び包絡関数については、データベースに基づいた経験式を用い、周波数特性の経時変化(位相特性)も考慮すること。さらに、敷地での地震観測記録を参考にする場合もある。 	
7 荷重の組合せ	<ul style="list-style-type: none"> 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。 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。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て確率的に判断する。 	<p>5 考慮すべき事故の考え方</p> <p>12 荷重の組合せの基本的要求事項</p>
8 許容限界	<ul style="list-style-type: none"> 建物、構築物、系統及び機器に要求される安全機能の性質は多様であるので、設計上の制限は、その安全機能の性質に応じた合理的なもの(応力・応力度、歪、変形など)を用いる。動的安全機能の評価については、原則として試験・実験に基づく評価法を用いる。 支持機能、重要な安全機能への二次的影響、基礎地盤や周辺斜面の安定性など、特別な安全機能の評価については、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(変形の発生、破断、支持機能維持など)を用いる。 	<p>13 許容限界の基本的要求事項</p> <ul style="list-style-type: none"> —安全機能維持限界 —支持機能維持限界
(その他)	<p>(構造信頼性の確率論的評価)</p> <ul style="list-style-type: none"> 安全目標を入力として構造物、機器、設備の強さと基準地震動とを決定する方法を規定した学会規格が整備された場合には、これを受け入れることが考えられる。 	<p>14 構造信頼性の確率論的評価</p>