

各ワーキンググループにおける検討状況等の比較

15.11.7

基本WGの検討結果(中間報告)の項目 [項目名称は、「農分第6-4号」の「1. 検討状況」による。]	関連するワーキンググループにおける検討項目			各ワーキンググループにおける検討状況の概要		保安院 (案)
	分類			施設ワーキンググループ	地震・地震動ワーキンググループ	
	基本	施設	地震・地震動			
2. 「指針」の姿について ・ 基本目標を達成するために満足されることが必要な性能要求とこれを満足するための方法の一般原則までを規定する。 ・ 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。	○			2. 耐震設計(審査指針)の枠組み		性能規定化、民間指針とのすみ分け、その認証などに関連した指針体系化分科会の検討を紹介して欲しい。また、保安院の動向も含めて国としての見解が必要である。 安全目標専門部会やリスク・インフォームド型規制に関する検討など、関連する検討内容について説明して欲しい。(鈴木安全委員より分科会で紹介する旨発言あり)
3. 「指針」の目標と性能要求 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、敷地周辺の事情でさまざな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護施設も含めて必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設計されること。 目標Ⅱ：施設の設計裕度により、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。	○			1. 地震時安全確保の考え方 2. 耐震設計(審査指針)の枠組み 4. 確率論的手法と決定論的手法の関係 5. 考慮すべき事故の考え方 9. 設計用地震力の考え方		目標Ⅱを「B. 考慮事項等」とした。 設計用地震動の数は一種類(従前の基準地震動S2相当)とする。 基準地震動の持つ意味と基準地震動を超える地震動が万一発生した場合の安全性(安全裕度)を明確化することを「B. 考慮事項等」とした。
3.2 基本目標が達成されているために満足されるべき性能の構成 目標Ⅰ：安全機能を有する構造物、系統及び機器は、安全機能の重要度及び地震によって機能の喪失を起こした場合の安全上の影響を考慮して、耐震設計上の区分がなされるとともに、その区分に適切と考えられる設計用地震力が加わっても機能を失わない	○			2. 耐震設計(審査指針)の枠組み		最終的な目標が大衆の被ばく線量をいかに小さくするかということであるなら、唯一の地震動を設定すればよい。 設計で想定した地震動を超えた場合の残存リスクを評価する必要がある。その位置付けとしては、アクシデント・マネジメント対応とする場合と、指針でその評価と許容すべきリスクを規定する場合が考えられる。
						目標Ⅱを「B. 考慮事項等」とした。

基本WGの検討結果(中間報告)の項目 [項目名称は、「震分第6-4号」の「1. 検討状況」による。]	関連するワーキンググループにおける検討項目			各ワーキンググループにおける検討状況の概要		保安院(案)	
	分	類		項 目	施設ワーキンググループ		地震・地震動ワーキンググループ
	基本	施設	地震・動				
<p>設計であることを踏まえて、以下のことが規定する。</p> <p>1) 基本目標の達成の観点から適切な、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、</p> <p>2) 基本目標の達成の観点から適切な、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、</p> <p>3) 基本目標の達成の観点から適切な、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する方法</p> <p>目標II：運転開始前に実施される地震PSAの結果を、公衆リスクを指標として定められる安全目標を参考に定められる性能指標と比較する</p>							
<p>4. 耐震重要度の区分のあり方</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に基づく分類は「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、重要度指針という。）で規定されている。 <p>(案1)</p> <ul style="list-style-type: none"> 重要度指針では、重要度はそれぞれの構築物、系統及び機器が機能喪失を起こした場合の安全上の影響を考慮して定めるとされているから、両者の機器等の区分の論理は同じと考えられる。そこで、耐震重要度の区分も、重要度指針の規定に準じて、以下の3クラスの分類を用いるのが適切である。 <p>耐震クラス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のある構築物、系統および機器（PS-1 分類）ならびに、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加圧を防止し、敷地周辺への過度の影響を防止する構築物、系統および機器。安全上必須なその他の構築物、系統および機器（MS-1 分類）</p> <p>耐震クラス2：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直ちに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、系統および機器（PS-2）、ならびにこれらの構築物、系統および機器の損傷また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、系統および機器（MS-2）</p> <p>耐震クラス3：その損傷または故障が異常時の起因事象になるPS-1、PS-2以外の構築物、系統および機器及び原子炉冷却材中の放射能濃度を道徳的に支障のない程度に低く抑えるための構築物、系統および機器（PS-3）ならびに運転時の異</p>	○	○	6. 耐震重要度分類の基本的考え方	<p><u>耐震重要度分類と安全重要度分類の整合性に関しては大きな矛盾はない。(案3と整合)</u></p> <p>より詳細に確認すべきである。 (2つの重要度分類の整合性に関して意見が完全に一致してはいない。)</p> <p>事務局として2つの重要度分類を今後も持ち続けるのかどうか方針を決めるべきである。</p>	<p><u>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」を有する施設のみを規定すればよいとし、「特に重要な安全機能」を有する施設を安全クラス、それ以外の施設をノンクラスとする。</u></p> <p><u>なお、安全クラスとノンクラスの区分の考え方を議論した上で、ノンクラスの細区分は民間規格で行う。</u></p>		
	○		2. 耐震設計(審査指針)の枠組み				

基本WGの検討結果(中間報告)の項目 [項目名称は、「震分第6-4号」の「1. 検討状況」による。]	関連するワーキンググループにおける検討項目			各ワーキンググループにおける検討状況の概要		保安院 (案)
	分類			施設ワーキンググループ	地震・地震動ワーキンググループ	
	基本	施設	地震・地震動			
<p>常な過渡変化があってもMS-1、MS-2とあいまって事象を緩和する構築物、系統および機器及び異常対応に必要な構築物、系統および機器 (MS-3)</p> <p>(案2)</p> <ul style="list-style-type: none"> 耐震重要度については、重要度指針のクラス1を耐震クラス1、クラス2及び3を耐震クラス2とすることが基本目標を達成する観点から適切(ただし、「使用済み燃料貯蔵」に関する安全機能は耐震クラス1とする)という意見も考慮に値する代替案とされた。 <p>(案3)</p> <ul style="list-style-type: none"> 重要度分類指針は耐震重要度分類と今日に至るまで並立してきたことにはそれなりの理由があることから、耐震重要度分類は現行通りとする。 なお、重要度指針を用いて耐震重要度分類を行う際には、次のような耐震設計特有の事項について留意する必要がある、としておくことが適切である。 <ol style="list-style-type: none"> 異常の発生防止機能と影響緩和機能との区別はしない。 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、系統及び機器を収納・支持する機能(建物・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基準地震動に対して、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。 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基準地震動に対して、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。 重要度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、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、上位の重要度をもつものとする。 耐震設計上重要な設備の耐震重要度分類の検討には、地震PSAの知見も用いる。 						<p>耐震設計上重要な設備の耐震重要度分類には、地震PSAの知見も参照する。(各施設の条件付き損傷確率)</p>
<p>5. 基準地震動の設定のあり方</p> <ul style="list-style-type: none"> 敷地周辺の事情で定まる地震動の大きさと超過確率の最も確からしい関係(確率論的地震ハザード)に基づき、基準地震動を設定する。 	○	○	17. 基準地震動の考え方	<p>現行のS1とS2の概念を明確化させ、その概念を変える必要があるか、最新の知見を踏まえて議論すべきである。</p> <p>基準地震動の定義位置について、「解放基礎表面」という用語を国際的十分理解が得られるような用語に変えるべきである。</p>	<p>「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手法について今後とも検討が必要として、「B. 考慮事項等」とした。</p> <p>基準地震動は工学基礎面で設定する。</p>	
	○		2. 耐震設計(審査指針)の枠組み			

基本WGの検討結果(中間報告)の項目 [項目名称は、「震分第6-4号」の「1. 検討状況」による。]	関連するワーキンググループにおける検討項目			各ワーキンググループにおける検討状況の概要		保安院 (案)
	分	類	項 目	施設ワーキンググループ	地震・地震動ワーキンググループ	
	基本	施設 地震・動				
	○		4. 確率論的手法と決定論的手法の関係			
		○	18. 基地地震動の策定法		<p>現行のS2の評価に関して、スラブ内地震の考慮など最新の地震学の知見を盛り込む必要がある。</p> <p>地震動のばらつきをどこまで考慮すれば安全上問題がないかを、施設の方まで含めて考える必要がある。</p> <p>震源が特定できない地震の震源近傍での地震動レベルを観測記録から決めるには、まだデータの裏づけが不十分。</p> <p>最新の地震動評価法として、断層モデルによる地震動評価法は取り入れる必要がある。ただし、様々な手法があり、その特徴を十分に考慮して手法を選定する必要がある。</p>	<p>スラブ内地震は地域性、伝播経路の影響、地震発生機構等を考慮した地震動を評価できるよう長期的に検討。</p>
		○	19. 設計用地震の区分と想定すべき地震		<p>歴史地震の評価については、データ(被害分布から推定した震源の位置、規模など)の不確実性に対して注意が必要である。</p> <p>活断層の評価については、活断層を認識できる現状のレベルの確認した上で、どこまで基準に盛り込めるかを検討する必要がある。</p> <p>現行のS1、S2の評価では、それぞれ1万年、5万年前以降活動した活断層を対象としているが、地震学的にそれで十分か疑問である。</p> <p>地震地体構造という概念が、現在の地震学に受け入れられるか、また安全審査に必要かどうか疑問である。</p> <p>起こった地震がわかっているから、リニアメント、活褶曲が見つかり、その震源が特定できるが、現実的に地震が起こる前に、リニアメント、活褶曲が活動的かどうかは評価が難しく、そう簡単に震源や地震規模が特定できるとは言えない。</p>	<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> <p>5万年以降活動した活断層による地震を考慮する。</p> <p>地震地体構造の今後の取扱いについては、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」及び「活断層による地震」に基づき行う際、<u>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る。</u></p>
		○	20. 地震発生の確率論的評価			
		○	21. 地震動の確率論的評価		地震調査研究推進本部地震調査委員会	

基本WGの検討結果(中間報告)の項目 [項目名称は、「発分第6-4号」の「1. 検討状況」による。]	関連するワーキンググループにおける検討項目			各ワーキンググループにおける検討状況の概要		保安院 (案)
	分	類	項 目	施設ワーキンググループ	地震・地震動ワーキンググループ	
	基本	施設				
					の確率論的地震動予測値図とある地点の地震動を評価することとは、目的が異なるものであることに留意すべきである。	<p><u>現行の「地質・地盤に関する安全審査の手引き」の内容を指針の一部とする。</u></p>
		○	22. 地質調査に関する基本的要求事項		<p>鳥取県西部地震について、現在の最高水準の調査法によって活断層の存在を特定できたのか、それとも従来の手法でもそれが可能なかというのは非常に重要なことなので、明確に示してもらいたい。</p> <p>また、震源が特定できる地震として扱ってよいかどうか判定するには、地下深部の構造調査と地表での調査結果を併せて検討する必要がある。</p>	
<p>6. 設計用地震力の設定のあり方</p> <ul style="list-style-type: none"> 耐震安全の基本的目標を達成するため各耐震クラスの機器等の設計評価に使用する適切な設計地震力は、以下のように定める。 (案1) 耐震クラス1の構築物、系統、機器は上に定められた基準地震動の地震力を設計用地震力として用いること。 耐震クラス2のそれらについては、耐震クラス1の設計用地震力をα倍($\alpha < 1$)して求めた地震力を設計用地震力として用いること。 耐震クラス3のそれらは一般施設の強度設計に用いられる基準に従うこと。 <p>(案2)</p> <ul style="list-style-type: none"> 特に議論なし。今後、耐震重要度分類の方針が確定してから、さらに検討を深める。 <p>(案3)</p> <ul style="list-style-type: none"> 特に議論なし。今後、耐震重要度分類の方針が確定してから、さらに検討を深める。 		○	○	9. 設計用地震力の考え方	<p><u>地震ハザードから設計用スペクトルを設定することは可能であり、設計用地震力を安全目標との関連で設定すべきである。</u>(少数意見)</p> <p>基準地震動の算定法については、新構造形式、新立地様式と適合する必要がある。 (第四紀層立地、免震制振構造の採用：やや長周期帯を考慮した基準地震動の設定が必要。)</p> <p>静的地震力については、Aクラスの施設に対して余裕度を確保する上で果たしてきた役割は大きい。(肯定的な意見)</p> <p>静的地震力の割り増し(一般施設に対してAクラスで3倍)に対して、確率論的な根拠で設定することが望ましい。(少数意見)</p>	<p><u>安全クラスの施設に適用される地震力は、動的地震力(水平・上下)とする。</u>水平地震力と上下地震力は適切に組合せる。</p>
	○			2. 耐震設計(審査指針)の枠組み		
<p>7. 地震荷重と他の荷重の組み合わせ</p> <ul style="list-style-type: none"> 通常運転時、運転時の異常な過渡変化時並びに事故時に生じるそれぞれの荷重及び地震によって引き起こされるプラント状態による荷重で地震動と同時性を有する荷重を組み合わせる。 ただし、これらのうち、同時に作用する確率が事象の発生頻度、荷重の継続時間及び雑時的変化を考慮して、リスク抑制の観点から考慮する必要のないほど小さい場合にはそうした組み合わせを考慮する必要がない。 		○		12. 荷重の組み合わせの基本的要求事項	<p>地震荷重と他の荷重の組合せは現行と同じ。</p>	
	○			2. 耐震設計(審査指針)の枠組み		

基本WGの検討結果(中間報告)の項目 [項目名称は、「影分第6-4号」の「1. 検討状況」による。]	関連するワーキンググループにおける検討項目			各ワーキンググループにおける検討状況の概要		保安院 (案)
	分	類	項 目	施設ワーキンググループ	地震・地震動ワーキンググループ	
	基本	施設 地震・動				
8. 適切な耐震性を有していることの確認法 ・ 各クラスの構造物、設備、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は、 <u>構造物等が有する安全機能が適切な信頼度で維持できる応力・ひずみ・変形、あるいは動的機能維持加速度・荷重・変位等を許容限界として定め、それが属するクラスに選定された設計用地震力により生じる応力・変形がその範囲内にあることをもって確認する。</u>			13. 許容限界の基本的要求事項	<u>設計手法、手順はなるべく弾性設計に準じたものとすべきであるが、実挙動を反映した許容限界に立脚した施設の設計を考えると重要であり、塑性領域をも考慮した設計を想定する必要がある。</u>		許容限界の考え方は基本的に現行と同じ。
	○		2. 耐震設計(審査指針)の枠組み			
	○		3. 確率論的安全評価			
9. 支持地盤の健全性、地震時随伴事象への配慮 ・ 現在の「指針」に明確な規定がないけれども、実際には耐震設計の審査の一部として行なわれている「支持地盤は支持する建物・構造物に適用される基準地震動に対して支持機能を損なわないこと」、「基準地震動の発生に伴う地すべり、斜面の崩壊及び津波等の可能性の検討を行い、施設の安全確保に支障がないこと」の確認は、この際、明文化することが適切ではないかとの意見が出された。		○	○	23. 地震時随伴事象	津波を地震の随伴事象として含めるかどうか、含める場合にはどう扱うべきかを議論すべき。 安全委員会として、指針に津波評価が必要であれば議論すればいいし、詳細設計の中で評価すればいいのであれば、早急に議論する必要はない。 津波の評価は高さだけでなく、砂移動の影響等についても考慮すべきである。	
10. 新立地様式への適用 ・ 現行指針の剛構造・岩着規定は削除し、第四紀層地盤立地、免震制振構造の施設の審査にも適用可能とする内容とするようにしておくことは指針の枠組みという観点から適切である。		○	○	15. 第四紀層地盤立地	<u>第四紀層地盤立地については取り入れるべきである。(多数意見)</u> ただし、その採用に際して、現行の第三紀層地盤立地(岩盤立地)に固執してきた理由をまとめる必要がある。 また、液状化判定法やそれに用いるデータの信頼性に留意する必要がある。 「第四紀層」という時代区分ではその物性に差があることから、用語を用いる場合は、補足的に物性による定義付けをすべきである。	
		○	○	16. 免震構造、制振構造	(免震構造の採用に関しては、否定的な意見はなかった。) <u>制振に関しては、免震ほど技術の蓄積はないが、今後の技術の進捗により取り込めるような形をこしたい。</u>	
	○			7. 新立地様式		
11. 地震に起因するリスクが大きくないことの確認	○			1. 地震時安全確保の考え方		

基本WGの検討結果(中間報告)の項目 [項目名称は、「震分第6-4号」の「1. 検討状況」による。]	関連するワーキンググループにおける検討項目			各ワーキンググループにおける検討状況の概要		保安院(案)
	分	類	項 目	施設ワーキンググループ	地震・地震動ワーキンググループ	
	基本	施設 地震・ 動				
<ul style="list-style-type: none"> 現在の安全目標案は、安全目標の適用について、個別の施設に対する規制等、より踏み込んだ適用は将来のことであるとして、まずは審査指針や技術基準類の整備・改訂など、規制活動の合理性、整合性等の判断の参考とするとしている。しかしながら、目標IIの達成を判断するためには、地震PSAを実施して当該施設の耐震安全性の妥当性を安全目標を参考に確認することが適切である。 地震PSAを実施するためには、受け入れ可能な共通の地震PSA手法が必要であり、地震PSA実施手順書が民間規格として制定されているべきである。その上で、この項には、受け入れ可能な地震PSAの条件として、民間規格として制定される実施手順書によった、品質の保証されたものであるべきとの記載がなされるべきである。 	○		3. 確率論的安全評価			
<p>12. 運転管理に係る考慮事項</p> <ul style="list-style-type: none"> 運転管理作業中に地震に遭遇したことを想定した教育・訓練の実施、事故時操作マニュアルへの地震を経験した場合の処置の仕方の記載及び地震に誘発された事故に対するアクシデントマネジメントのあり方の検討については予め保安規定等に定めておくことが必要ではないかとの意見が提出されたが、「指針」における後続規制に対する要請のまとめ方の一般的原則をどうするか議論が定まっていないこともあり、深い検討はまだ行われていない。 	○		8. 運転管理に係る考慮事項			
その他		○	14. 構造信頼性の確率論的評価	<p>限界状態設計法については、安全性のレベルを定量化することにより、性能規定を明確に表せることができるなどの利点があり、それを取り込む形での指針の改訂が必要である。(少数意見)</p> <p>安全性のレベルを定量的に評価することは方向性として必要であり、限界状態設計法の理念は理解できるが、原子力以外の分野で十分成熟した手法ではないこと、安全性の定量化が難しいような支配的な評価要因があることなどから、設計体系の中に取り入れるのは無理で、時期尚早ではないか、補助的な手法として参考とするのは良い。(多数は否定的な意見)</p> <p>設計は基本的に確定論的に行うものとし、諸条件の設定根拠として確率論的概念を積極的に用い、設計後の詳細な確率論的評価をしやすいように整備する。</p>		<p>構造信頼性の確率論的評価については、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・協会規格が整備された場合には、これを活用することが考えられるとして、「B. 考慮事項等」とした。</p> <p>なお、その活用の際には、安全目標の設定と地震ハザード曲線の精度向上が不可欠としている。</p>

*波線部は、各WGの検討状況のうち、基本WGの検討結果と一致する部分

*下線部は、保安院(案)のうち、基本WG中間報告、各WGの検討状況に該当する内容が無い部分

第 11 回地震・地震動ワーキンググループにおける資料「震震W第 11-1 号」に関する意見等

委員名 (発言順)	意見等	回答内容等
阿部委員	<p>地表地震断層が確認できない場合には、地震断層が地表に現れていない場合と地震断層が地表に現れているにもかかわらず調査精度が劣っていて確認できない場合もあると考えられるが、調査精度を地表地震断層の出現率にどのように反映しているのか。</p>	
石田委員	<p>ある断層のうち一部で地表地震断層が現れた場合は、地表地震断層の出現率としては、どのように取り扱うのか。</p>	
石橋委員 大竹主査代理	<p>地表地震断層の出現率は地盤を半無限弾性体と仮定している Okada (1985) の方法により地表の最大相対変位が 5 cm を超える場合の確率としているが、現実には、地震基盤から地表までの地盤は半無限弾性体ではなく、地表の最大相対変位 5 cm といってもある幅があることを考慮すると、最大相対変位が 5 cm を超えたとしても、現実的には、地表地震断層としてほとんど検出できないのではないのか。</p> <p>2000 年鳥取県西部地震は、事前に震源が特定できるとされているが、地震の発生前に普通に調査する場合は、活断層として認識できないのではないのか。</p> <p>これらのことを考慮すると、全体的に地表地震断層の出現率が大きすぎるのではないのか。</p> <p>武村 (1998) の結果と (地表の最大相対変位が) 5 cm を超える場合の地震断層の出現率についてはまだ検討の余地があるのではないのか。</p>	

委員名 (発言順)	意見等	回答内容等
翠川委員 大竹主査代理	地震動シミュレーションでは、断層パラメータのバラツキを考慮しているが、破壊開始点については1通りしか検討されていないのはなぜか。このような理論的な計算を行ったのは、距離減衰式などの経験式ではフォワードディレクティビティが正確に評価できないことが大きな理由であるならば、ユニラテラル (unilateral) なケースも計算した方がより適切ではないのか。	
翠川委員	80 km×40 kmの任意の領域の大きさは物理的にはどのような意味があるのか。領域の大きさが変わると検討結果に影響するのではないか。	
石田委員	G-R式の係数は地域によって異なるので、全国を対象としたG-R式を、任意の領域として取り出した80 km×40 kmの領域にそのまま適用するのは問題があるのではないか。	
石田委員	G-R式を任意の領域に適用する場合、Mmax は地域によって異なるので、全国一律の値を適用するのは問題があるのではないか。	
大竹主査代理	地震断層の出現率の検討にあたっては、地表の相対変位を基準値とするのではなく、ひずみを基準値とするべきである。	