

原子力規制庁 地震・津波研究部門、地震・津波審査部門

## これまでの外部専門家からのご意見に対する対応方針

令和2年7月28日

## 第1、2回検討チーム会合における主なご意見と対応方針(1)

No.	論点	会合	ご意見の概要	対応方針
1	① 基本方針	第1回	<ul style="list-style-type: none"> <li>・基準地震動Ssの中で震源を特定せず策定する地震動では観測記録の2σをカバーして考えている。また、年超過確率も<math>10^{-4}</math>~<math>10^{-5}</math>レベルであることから、そのような地震が発生する可能性はかなり低いので、そのような地震動に対しては、フェールセーフ、代替施設、危機管理をトータルで考えることを検討して欲しい。(久田先生)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・耐震設計における基準地震動の設定の考え方、地震動の年超過確率、免震構造の優位性、耐震構造と免震構造の関係、フェールセーフ等の安全対策の考え方等を踏まえた設計の基本的な考え方について、<u>頂いたご意見を踏まえ、今後、検討チーム会合とは別に規則・解釈への反映を検討する。</u></li> </ul>
1a	① 基本方針	第2回	<ul style="list-style-type: none"> <li>・基準地震動Ssの策定過程におけるばらつきについて、長周期地震動を検討する場合、これまでの短周期地震動と同様に想定すると相当なばらつきとなる。可能性として、超過確率が限りなくゼロに近いものも出てきて、今の免震の技術での対応は出来なくなることが考えられる。</li> <li>・そのため、地震動のばらつきだけを考慮するのではなく、建物の位置づけや特性、フェールセーフ等の安全対策等をトータルに考えて検討して欲しい。(久田先生)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・対象とする施設の位置づけや特性等を踏まえ、許容限界を超過する場合に対しても多重性、多様性、複数の施設または機能の併用等、トータルでの安全機能の保持による設計の基本的な考え方について、頂いたご意見を踏まえ、今後、検討チーム会合とは別に規則・解釈への反映を検討する。</li> </ul>
2	② 免震構造の設計に用いる基準地震動	第1回	<ul style="list-style-type: none"> <li>・資料2の「2.3基準地震動に十分な継続時間を有していること」について具体的にはどのような判断基準で考えるのか。(古屋先生)</li> <li>・基本的には断層モデル波を使い、模擬波と整合しながらやれば良いと思う。なお、余震や誘発地震への配慮も必要ではないか。(久田先生)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現行の耐震設計に適用している基準地震動の設定方法を踏襲するが長周期地震動の生成に影響を及ぼす因子に配慮した設定を行う方向とし、<u>検討チーム会合においてガイドへの反映を検討する。</u>例えば、以下の様な事項を検討することで考える。</li> <li>+基準地震動の策定方法には、震源を特定して策定する地震動として応答スペクトルによる評価と断層モデルによる評価がある。両者の模擬地震動の継続時間を比較することで、継続時間の妥当性を評価すること。</li> <li>+地震動の継続時間を評価する上で重要な長周期成分に大きく影響を及ぼすパラメータ(断層の長さ、地下深部構造等)を抽出し、これらのパラメータを十分に吟味した上で、最も継続時間が長くなるものを検討すること。</li> <li>+<u>サイト特有のローカルな影響の可能性も踏まえ、サイトにおける観測記録やシミュレーション解析により、その影響についても確認すること。</u></li> </ul>
3	③ 免震構造の設計に関する基本事項 許容限界	第1回	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「履歴ダンパーについての規制側の考え方に十分な安全余裕を有すること」という表現があるが、安全余裕について、何らかの定量的な指標を定めることで審査上も設計上も明確になるものと考ええる。(古屋先生)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・履歴ダンパーの地震時の計測結果や実験データ、指針類を参考に、現状の履歴ダンパーが保持する性能等を踏まえ、設計上の安全余裕の考え方について、<u>検討チーム会合においてガイドへの反映を検討する。</u></li> </ul>
3a	③ 免震構造の設計に関する基本事項 許容限界	第2回	<ul style="list-style-type: none"> <li>・履歴系ダンパーの累積損傷度の評価法にある安全係数の様に、他の装置においても安全余裕度として数値でとらえて欲しいが、各装置で大きく異なることが無いようにしなければならない。(菊地先生)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・免震装置の安全余裕度については、ご説明頂いた資料やご意見を踏まえ、今後、検討チーム会合とは別に安全研究等での知見収集を検討する。</li> </ul>

## 第1、2回検討チーム会合における主なご意見と対応方針(2)

No.	論点	会合	ご意見の概要	対応方針
3b	③ 免震構造の設計に関する基本事項 許容限界	第2回	<ul style="list-style-type: none"> <li>・積層ゴムのひずみ指標による評価の適用性については、精度の面で、まだ実験データが少なく、更なるデータの蓄積が必要である。(菊地先生)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ひずみ指標による評価の現状を踏まえ、その適用にあたっては、実験等により妥当性を確認することを前提として、装置メーカー等の見解も含め検討チーム会合においてガイドへの反映を検討する。</li> </ul>
4	③ 免震構造の設計に関する基本事項 他施設・設備への影響等	第1回	<ul style="list-style-type: none"> <li>・基準地震動<math>S_s</math>は、年超過確率が<math>10^{-4} \sim 10^{-5}</math>と一般建築物に比べて厳しい条件になっているが、東北地方太平洋沖地震においても免震構造の効果があることは実証されており、原子力発電所施設においても、建屋・構築物の種類や特性によっては採用されるべきものがあると考えられる。(久田先生)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・対象とする建物の種類や特性に応じた要求性能を踏まえ、設計用の地震力の大きさや評価基準等の安全性担保の考え方について、<u>頂いたご意見を踏まえ、今後、検討チーム会合とは別に規則・解釈への反映を検討する。</u></li> </ul>
5	③ 免震構造の設計に関する基本事項 他施設・設備への影響等	第1回	<ul style="list-style-type: none"> <li>・資料3p3に「設計上、フェールセーフ機構に期待する場合の他設備等への影響」と記述があるが、具体的にフェールセーフをどう考えるのか。(久田先生)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・免震構造を採用する建物の仕様や特性によってはフェールセーフの適用の可能性が考えられ、審査ガイドのドラフトにおいてはフェールセーフが設置される場合の留意点を記載している。</li> <li>・一般建築物では過去に周辺擁壁との緩衝材によるフェールセーフの適用事例があったが、積層ゴム変位の評価が可能となった後は、クリアランスで対応する等の設計が主流となっている。なお、フェールセーフを設ける場合には、衝突時の建屋の応答解析による評価が必要となる。</li> <li>・<u>上記を踏まえ、フェールセーフの適用について、検討チーム会合においてガイドへの反映を検討する。</u></li> </ul>
5a	③ 免震構造の設計に関する基本事項 他施設・設備への影響等	第2回	<ul style="list-style-type: none"> <li>・建物が擁壁に衝突すると上部構造に過大な応答加速度が生じ、機器の損傷が危惧されるため、擁壁への衝突を前提とした設計はすべきではない。(菊地先生)</li> <li>・想定外の地震動に対してはフェールセーフ等の安全対策の検討も必要である。(久田先生)</li> <li>・鉛直支持性能の喪失により即座に機能喪失につながるから鉛直荷重を支持するアイソレータ(積層ゴム、すべり支承)に関してフェールセーフ等の対策を確保する必要がある。(古屋先生)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・設計上考慮するレベルにおいては、擁壁への衝突等のフェールセーフを前提とした設計は採用しないことを基本とすること及び設計を上回るレベルに対して即座に機能喪失しないような配慮としての積層ゴムの荷重支持能力喪失防止に係る措置の取り扱いについては検討チーム会合においてガイドへの反映を検討する。</li> <li>・また、フェールセーフを設置することによる機器等への影響を十分に確認する場合の扱いについても併せてガイドへの反映を検討する。</li> </ul>

## 第1、2回検討チーム会合における主なご意見と対応方針(3)

No.	論点	会合	ご意見の概要	対応方針
6	④ 免震装置の品質管理(地震後の維持管理)に関する基本方針	第1回	<ul style="list-style-type: none"> <li>資料3p4に応急点検は目視にて行うとあるが、付録にもあるとおり超高層建築物にはヘルスマモニタリングが採用されてきており、原子力発電所施設においても同様な考えは必要だと考える。(久田先生)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>今回の検討では、免震構造の機能維持を確認する1つの手段として、地震観測をあげている。具体的な方法等は、運用上の取り扱いとなるが、基本的な方針はヘルスマモニタリングと同様と考えており、一般構造物での適用実績等も含め検討チーム会合においてガイドへの反映を検討する。</li> </ul>
7	④ 免震装置の品質管理(地震後の維持管理)に関する基本方針	第1回	<ul style="list-style-type: none"> <li>弾塑性ダンパーは大きな地震を受けると形状が変わるため、目視だけでなく減衰という視点で確認する必要がある。(古屋先生)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地震後の維持管理について、メーカー等の知見や既往の性能試験等を参考に減衰の観点でも確認する方向で検討チーム会合においてガイドへの反映を検討する。</li> <li>第1回会合配布資料の付録p13で事例を紹介しているが、弾塑性ダンパーについては、罫書き・地震観測(ヘルスマモニタリング)等で、変形・繰返回数をチェックすることで品質管理することも考えられる。一般構造物での適用実績等も含めガイドへの反映を検討する。</li> </ul>
8	④ 免震装置の品質管理(地震後の維持管理)に関する基本方針	第1回	<ul style="list-style-type: none"> <li>資料3p4に品質管理について別置き試験体設置の要求がある。一般建築では別置き試験体の設置は減っているが、原子力の規制としては要求するのか。また、試験体の大きさは縮小試験体、または実物大のどちらを考えているのか。(菊地先生)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子力発電所施設の重要性、建物の規模、設計条件や設置条件等を踏まえ、原子力発電所施設内における別置き試験体の必要性について、検討チーム会合においてガイドへの反映を検討する。</li> </ul>
9	その他	第1回	<ul style="list-style-type: none"> <li>対象をSクラスとしているが、他のクラスへの適用性はどの様に考えるのか。(菊地先生)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>審査ガイドのドラフトでは、Sクラス設備の間接支持構造物を主な対象としているが、下位クラスの構造物においても準用可能と考えている。</li> <li>但し、Bクラスへ適用する場合には、別途、弾性設計用地震動1/2Sdに対する検討が必要となる。</li> <li>Cクラスへ適用する場合は、一般建築物での認定と整合する必要がある。</li> <li>これらについては、検討チーム会合においてガイドへの反映を検討する。</li> </ul>
10	その他	第1回	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉛直方向の地震動に係る免震層の影響については、積層ゴムがG4(ゴム種記号、せん断弾性率0.392N/mm<sup>2</sup>)等になり、鉛直固有振動数が10Hzと低くなっても、それによって機器が損傷するレベルにはならないと思う。免震層により地震動の入力条件が随分と変わるので、機器への影響について確認が必要である。(古屋先生)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉛直方向における耐震構造と免震構造の応答特性の相違等を踏まえるとともに、ロッキングによる影響も踏まえて応答挙動が適切に評価されていることを確認する方向で検討チーム会合においてガイドへの反映を検討する。</li> </ul>