

試験研究用原子炉施設耐震性安全性評価妥当性確認WG(第1回)における主なコメントの整理(案)  
 ~京都大学原子炉実験所研究用原子炉(KUR)~

平成21年7月31日

確認の主なポイント		コメント	WG等における回答
0. 共通事項		<ul style="list-style-type: none"> <li>・【WG(第1回)】『地震動の超過確率』(資料1-5-1 P.7)は、本WGの評価に含めるのか。</li> </ul>	→【事務局】京都大学からは最終報告により報告される予定になっている。WGでは本ポイントに追加し、「参照」程度の確認と考えている。 なお、このほかにも重要と思われる内容については、ポイントに追加する予定である。
1. 地質・地質構造	① 陸域 中央構造線断層帯 上町断層帯 ② 海域 大阪湾断層帯		
2. 基準地震動 Ss	① 内陸地殻内地震の想定と地震動評価 ② プレート間地震の想定と地震動評価 ③ 震源を特定せず策定する地震動 ④ 基準地震動 Ss の算定結果	【応答スペクトル法】 ・【WG(第1回)】応答スペクトルに基づいた地震動評価法には、Noda et al. (2002)を用いており、その選定理由としては、『地震観測記録を用いて諸特性(地域特性等)が考慮できる』ことをあげているが、実際に地震観測記録を用いて諸特性を考慮したのか。	→【京都大学】地盤のせん断波速度の違いについて、耐専スペクトルでは $V_s=700\text{m/s}$ の地盤と想定され、本サイトでの解放基盤は $V_s=2000\text{m/s}$ 程度の地盤となっている。 耐専スペクトルの妥当性を、サイトでの地震観測記録で検討することは、非常に重要なことと考えているが、残念ながら、耐専スペクトルの妥当性を評価出来るような観測記録が得られていない。 本検討では、地盤構造の違い等の地域性を考慮に入れ検討を行ったとご理解下さい。
3. 原子炉建屋への入力地震動	解放基盤表面で定義された基準地震動を、表層地盤までのモデルで次元波動論による等価線形解析法により引き上げ、入力地震動を評価		

確認の主なポイント	コメント	WG 等における回答	
<p>4. 施設の耐震 安全性評価 ① 建物・構築物 原子炉建屋</p>	<p>地震応答解析モデル</p> <p>水平方向: SR モデル、底面 水平ばね及び回 転ばねのみ考 慮、</p> <p>鉛直方向: FEM 立体モデル、 地盤鉛直方向・軸 ばね考慮</p> <p>建屋減衰: RC 3%</p> <p>コンクリート強度: 設計基準強度</p> <p>基礎底面地盤ばね に基礎浮上りによる 幾何学的非線形性 考慮</p> <p>評価基準: 耐震壁の最大応 答せん断ひずみ</p>	<p>【地盤-建物連成モデル】</p> <p>・【WG(第1回)】表層部地盤(せん断波 速度 <math>V_s=200\text{m/s}\sim 300\text{m/s}</math> 程度)が非 線形領域に入った場合、建屋SR(スウ エイ・ロッキング)モデルのばね定数の 評価方法については、単純にせん断 波速度から算定しているのか、非線形 になったあるひずみレベルでばね定 数を算定しているか。</p> <p>・【WG(第1回)】建屋の耐力評価時に用 いたコンクリート強度をどのように設定 したか。</p>	<p>→【京都大学】基準地震動の地盤増幅につい ては、等価線形解析により地盤の非線形性 (せん断剛性低下率 <math>G/G_0\sim</math>せん断歪み <math>\gamma</math> の関係、減衰定数 <math>h\sim</math>せん断歪み <math>\gamma</math> の関 係)を適切に考慮したもとなっている。 また、建屋と地盤の相互作用を考慮した応 答解析に用いる動的地盤ばね(複素ばね) は、容積法によって、建屋と地盤との境界部 での地盤ばねの力と変形の関係から求め、 地盤パラメータは、等価線形化解析に用 いた地盤パラメータとしている。 基礎底部付近での非線形化された地盤の影 響は、地震応答解析モデルの動的地盤ばね によって反映されており、地盤の等価減衰 定数は非常に大きな値(水平:40%程度、回 転:23%程度)となっている。</p> <p>→【京都大学】設計基準強度で評価を行って いる。なお、実際には 10 年程度の間隔で、健 全性調査(コンクリートの強度試験及びひび 割れ調査、並びに、鉄筋等の発錆状況の調 査)を実施し、設計基準強度(<math>18\text{N/mm}^2</math>)を上 回ることを確認している。</p>

確認の主なポイント		コメント	WG 等における回答
原子炉建屋 屋根版	地震応答解析モデル 水平・鉛直方向: FEM 立体モデル、 鉛直方向は地盤 鉛直ばね及び建 屋軸剛性考慮 評価基準: 鉄筋を考慮した許 容応力度の確認		
② 機器・配管系		<p>・【WG(第1回)】評価結果には、余裕度の少ない箇所がある。 地震動の応答スペクトルから、上下方向のサポート周りが厳しい状況にあると想定される。 原因として、上下方向のサポートを普通に設計した場合の固有周波数の領域(7~10Hz 位)と、床応答(上下方向)ある周波数帯において共振し、ピークの値となる場合がある場合があるが、如何か(床応答の程度が不明ため)。</p>	<p>→【京都大学】新耐震指針は上下方向の地震動についても、適切に考慮するよう規定され、建屋屋根版については大きな応力を発生している。 機器・配管系の詳細については、施設・構造サブワーキンググループ時に資料を提示し、説明する予定としている。</p> <p>〔従前は、静的な解析で水平方向の1/2程度であったが、現状は、動的な解析時も、上下方向と水平方向の地震動が同時に作用するような検討を要し、屋根版は固有振動数の関係で、評価基準値に対して余裕の少ない結果となっている。配管サポートに関しても、上下方向の地震動による影響はあると想定している。〕</p>
生体遮へい体			
制御棒及び 制御棒駆動装置、		<p>・【WG(第1回)】地震時における制御棒の挿入性については、地震時変形をどのように考えているのか。</p>	<p>→【京都大学】制御棒(長さ: 6.6m 程度)は、炉頂部と燃料層部での2点でピン支持的な固定となっている。 制御棒自体の固有振動数は約3Hz程度で、原子炉建屋の固有振動数(3~4Hz)に近く、制御棒の応答値は大きくなり、静的な力として考えた場合は、大きな変形となるが、応力的には弾性限界内にある。 また、制御棒は20galの加速度を感知し、0.6秒で落下する機構となっているため、地震動により最大振幅となる前に、制御棒は落下するようになっている。 なお、計算上では、塑性変形して残留変形が残らないことは確認しているが、今後、静的な実験等により変形に対して検討をしていきたい。</p>
一次冷却水系 配管			

確認の主なポイント		コメント	WG 等における回答
	床応答スペクトル  水平・鉛直方向地震力の組合せ方法  地震応答解析法及び応力評価手法		