

基準地震動Ssに対する制御棒挿入性に係る議論の状況について

1 地震応答解析の信頼性

| No. | 回 | 質問・指摘事項 | 質問に対する回答 | 備考 |
|-----|----------|--|---|------------------------|
| 1 | 32 33 | 基準地震動Ssに対する燃料集合体のたわみ量を、29.6mmと評価しているが、不確定性はどの程度含まれているのか。 非常に複雑な構造をした燃料集合体を解析する場合、最終的には、計算値の不確定さはどの程度含まれるのか。(第32回) | 不確かさを定量的に示すのは困難である。 ただし、評価基準値40mmに対する安全余裕が、10.4mmしかないという訳ではなく、計算の様々な段階で余裕が含まれている。 なお、中越沖地震を受けた7号機では、最大相対変位が生じる随分前に、制御棒の挿入は完了してしまっていることから、かなりの余裕があると推測される。(第32, 33回) | 設備小委 33-4-2 p. 5 |
| 2 | 32 33 | 基準地震動に対して制御棒挿入時間を評価する地震応答解析の計算コードの信頼性は、どのくらいあるのか。また、このコードは実験的に検証されているのか。(第32回) | 計算コードは長年の使用実績があり、国では実物大モデルでの信頼性実証試験(大型実証試験)を行い、解析結果と比較してモデルの検証を行って信頼性が高いことを確認している。なお、東京電力はこのモデルを適用している。(第32, 33回) | |
| 3 | 32 33 | 大型機器解析モデルと炉内構造物解析モデルへの入力地震動とその伝播が同じであるならば、両モデルに共通の部分の計算値は、どの程度一致するのか。その値から、解析の「不確定さ」を考える上での指標が得られると考える。(第32回) | 2つの解析モデルの共通部位における「せん断力」と「モーメント」の最大値には、耐震安全性評価に有意な影響を与える差は、殆ど見られない。(第33回) | 設備小委 33-4-2 p. 3 |
| 4 | 33 | 燃料集合体モデルは、その剛性をチャンネルボックスのみでもたせ、燃料棒等は質量のみを考慮しているが、振動特性は十分模擬できているのか。また、実験的に明らかになっているのか。 | 振動特性は、模擬できている。このことは、国の実証試験でも明らかになっている。実際に、チャンネルボックスの板厚、ウォーターロッドの管の厚さ等を基に、燃料集合体の断面2次モーメントを計算した結果、99%は、チャンネルボックスの剛性によるものだった。 | 設備小委 33-4-2 p. 5 |

| No. | 回 | 質問・指摘事項 | 質問に対する回答 | 備考 |
|-----|----|---|--|----|
| 5 | 34 | 大型実証試験は、常温・常圧の満水状態だが、実際のBWRでは、炉心の軸方向に水が流動している、かつボイド率も軸方向・半径方向に分布している。しかも、高温・高圧水の粘性・比重、その状態での金属間の摩擦係数は、常温・常圧とは異なってくるが、どのように評価しているのか。 | 実機におけるボイド率の分布は、チャンネルボックス内部で生じ、燃料集合体内部水の重量にバラツキが生じることになるが、モデルに含まれる燃料本体と排除水の重さに比べかなり小さいので、ボイド率を1/2もしくは「ゼロ」にしても、燃料集合体の固有周期・変位に与える影響は殆どない。 | |

2 大型実証試験結果における相対変位のバラツキ

| No. | 回 | 質問・指摘事項 | 質問に対する回答 | 備考 |
|-----|----|--|--|-----------------------|
| 6 | 34 | サンプル数をもっと増やせば、統計的にはバラツキは広がるはずだから、そのバラツキを安全評価に反映させなければいけない。 この測定点は、ランダムにバラついているように見えるから、隣り合った集合体の隙間が、減る可能性は否定できないのではないか。 | 耐震安全性評価における減衰定数は、実証試験で得られている下限値よりも厳しい数値である。そのため、実機において全炉心の最大変位が多少バラつくとしても、耐震安全性評価の値が、それよりも安全側に出ることは間違いなく、実証試験のバラツキ±2mm程度を、評価値にそのまま適用するまでもない。 | |
| 7 | 34 | 隣り合う燃料集合体の応答変位が異なった場合、例えば、ある1つの集合体中央部は20mm変位して、隣の集合体中央部が15mmしか変位しなかった場合、制御棒の入る隙間が、それだけ狭まることになるが、解析ではその点を考慮したのか。 | 実証試験の報告書において、ファイバースコープにより燃料集合体間の隙間を監視しながら行った振動実験で、隙間は閉塞されることなく、ある程度維持されながら揺れていることが、確認されている。 | |
| 8 | 34 | 1箇所の観察結果から、燃料集合体同士の隙間が潰れていないとするは、おかしいのでないか。実験でも、隣り合っているところの最大変位がズレており、10%くらいのバラツキがあると考えたべきではないか。 | バラツキがあった時に制御棒は入らなくなるのかと言うと、地震は交番荷重なので、制御棒は、揺れながら入る。また、最大相対変位の発生は、スクラム信号より後であり、その時点では、制御棒は入ってしまっているので、安全側に余裕がある。 | 設備小委 34-3 p. 16 |

| No. | 回 | 質問・指摘事項 | 質問に対する回答 | 備考 |
|-----|----------|---|---|----|
| 9 | 34 | サンプル数を多く取れば、バラツキは大きくなるはずで、実炉心での照射履歴を考慮すれば、バラツキは更に大きくなると考えた方が合理的である。バラツキは大きくなるが、隙間は小さくならない、との結論は、炉心位置における応答変位分布データ、ファイバースコープでの観察結果からは引き出せないと思う。 | 燃料集合体の振動特性はチャンネルボックスで決まるが、照射が進んでも、チャンネルボックスのヤング率はほとんど変わらないので、固有周期の計算式からしても、照射履歴の違いにより揺れ方が変わるということはない。 | |
| 10 | 35 34 | バラツキを見込んだたわみ量で評価しても問題ないが、裕度が少ないのではないかと、それでも、バラツキを見込まないたわみ量で評価をするのか。(第35回) | 耐震安全性評価は、決められた方法で計算された値が、評価基準値を満足するか否かを判断する。制御棒挿入性については、40mm-29.6mmの差が安全余裕だと主張しているわけではなく、40mm以内であることが評価結果であり、10.何mmの余裕だと言うつもりはない。(第34回) | |
| 11 | 35 | バラツキを考慮し、仮に大きく見積もったとしても、制御棒挿入性に問題のないことは、異論がないと思うが、バラツキを見込んで評価したらどうかという質問に対し、算出値そのままの評価する、と言うだけでは納得できない。 | 耐震安全性評価は、仮想の地震動を用いて長年実績のある技術的に妥当な手法、あるいは工学的判断の積み重ねで計算された結果を評価基準値と比較し安全性を判定する全体のプロセスで制度化された行為なので、その算出結果に余分なものを加えることはしない。 | |
| 12 | 35 | 実証実験で、10%くらいズレるという結果が出ているにもかかわらず、それを敢えて算出値に反映させないとする理由がよく分からない。 | 耐震安全性評価の減衰定数にも、安全側の配慮が含まれているので、算出値29.6mmに何か足さなければいけない根拠も見出し難い。 | |
| 13 | 35 | 試験で生じたバラツキが、解析の数値計算で得られないならば、そのバラツキを評価に加味することは、それこそ得られている知見ではないか。そのような安全側に評価していくべきものを、計算プロセスにおいて上手く取り入れられない部分に関しては、安全性を見込んで加味しても、何ら問題ないのではないかと。 | 評価基準値は、バラツキのある幾つかのデータを処理した規格・基準値を基に、決められたものである。 一方で、実際に強制的に揺らした時の変位量は20mmで±2mm程度のバラツキはあった。その分を評価基準値から下げた検討は、社内的にはあり得るかと思う。 | |

3 スクラム仕様値と評価基準値の関係

| No. | 回 | 質問・指摘事項 | 質問に対する回答 | 備考 |
|-----|----|--|--|---|
| 14 | 32 | 実証試験結果のグラフから、最大応答変位が、もう10, 15mmくらい変位した場合、通常のスクラム仕様値である挿入時間3.5秒を満足するとは断定できないと思う。それを確認するために、燃料集合体を50mm、60mmたわませるような試験の実施計画はあるか。 | 現時点では、他の事業者も含めて、計画があるか否かの具体的なところ把握はしていない。 | 設備小委 32-3-1 p. 108、 35-4 p. 2 |
| 15 | 33 | 他の機器や配管系ならば、評価基準値自体に保守性が含まれているので、それを下回れば問題ないと言える。ところが、制御棒挿入性の評価基準値は実験データであり、何の保守性もない。そのため、実証されている40mm以上でも「スクラム仕様値を満足すると推定できる」と言っても、説得力がない。40mm以上の実証実験を行い、データを取得しては如何か。 | 40mm以上のデータを得るための試験を実施した方が良い、との指摘に対しては、賛同するが、今日、明日簡単に試験できるものではないために、今すぐ、結果を示すことができない。 | |
| 16 | 33 | 制御棒挿入のスクラム仕様値である3.5秒は、ギリギリの基準なのか、それとも目安なのか。 | 3.5秒という値は、直接地震の事象とは関係がなく、プラントの過度現象によって決まる数値で、安全解析で問題ないことが確認できた設計値である。そのため、地震時にこれ以下で入らなければならないという値ではなく、他に評価する基準がないので、基準値としているのが実態である。 | |