

「原子力安全基盤機構における検討から、設計に用いる地震動を大きく超えるような地震動（Ss の 2 倍を超える約 1,560 ガルの地震動）に対して、許認可上の許容時間（2.2 秒）程度で制御棒が全挿入される」と言ったのは、安全委員会の久木田委員長代理による質問に答えた保安院の回答である（本資料4頁参照）。「S s の 2 倍」という表現は、基盤機構の試験自体ではなく、試験結果に基づく実機の解析結果を指している。その場合、挿入時間は 2.2 秒ではなく 3.26 秒なので保安院の主張は虚偽となる。

それ以前のストレステスト関連では、関電も保安院も「2.2 秒程度」とは言わず、単に「全挿入」と言っていた。保安院が久木田質問への回答で虚偽を用いてまで自らを正当化したようだ。

■経過

- ・ 2011年10月28日：関電より大飯3号に関する報告書を提出。
耐震関係は添付5－（1）
- ・ 2012年2月13日：原子力安全・保安院より審査書
⇒安全委員会検討会で検討。
- ・ 2012年3月7日付で安全委・久木田委員長代理より質問
「制御棒挿入性についての検討結果を示すこと」。
- ・ これに対する原子力安全・保安院の回答が3月13日付総検第5－3号7頁に掲載。
<http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/senmon/shidai/hatsudensougou/hatsudensougou005/siryu3.pdf>
- ・ この保安院回答は、大飯3・4号差止裁判の中で次のように引用されている。
仮処分（関電）：乙25号7頁
行政訴訟（国）：乙14号7頁（同時に、乙9号として上記審査書も）

■総検第5－3号7頁の久木田質問に対する保安院回答

- ・ 「制御棒挿入性については、今回の評価において関西電力より、耐震裕度が十分に大きいことのデータとして以下が示されている。
原子力安全基盤機構の機器耐力試験では、大規模加振条件下で制御棒挿入試験が実施された。それによれば、実機サイトの S2 包絡波（473gal）の 3.3 倍までの実験を行い、許認可上の許容時間（2.2 秒）程度で問題なく挿入されることが確認されている」。
- ・ 「当院は、許容値である挿入時間そのものが余裕を持った設定であることを踏まえた上で、上記の原子力安全基盤機構における検討から、設計に用いる地震動を大きく超えるような地震動（Ss の 2 倍を超える約 1,560 ガルの地震動）に対して、許認可上の許容時間（2.2 秒）程度で制御棒が全挿入されると共に・・・制御棒挿入性評価においては相当の耐震裕度が存在するものと考えている（添付1）」。
（注）関電よりのデータとしている最初の文章の「許認可上の許容時間（2.2 秒）程度」は、関電の報告書には見あたらない。「当院は」の中では、S 2 ではなく S s を取り上げているので、大飯3・4号の実機条件を問題にしている。この場合は、試験自体ではなく、試験に基づく J N E S の解析結果に基づいている。

■関電のストレステスト報告書と保安院の審査書の記述

◆関電の2011年10月28日付報告書—添付5－（1）

A. 「3. 機器・配管系の耐震裕度評価」 (添付5一(1)一3)

「(1)評価概要

Sクラスの設備ならびに、BCクラス設備のうち、その破損がSクラス設備に波及的破損を生じさせ、燃料の重大な損傷に関係し得るおそれがある設備を対象とした構造強度評価結果から耐震裕度を評価する。また、Sクラス設備のうち、ポンプ、弁および制御棒等の地震時の動的機能が要求される機器については動的機能維持評価結果から耐震裕度を評価する。ただし、今回の評価に影響を及ぼさないと考えられる設備(Sクラス設備を含む)あるいは、設備の構成部位間の裕度の関係やこれまでの評価実績に基づく工学的判断により、耐震裕度が大きいことが明らかな設備については耐震裕度評価を省略する。

B. 「クリフエッジ評価において耐震裕度を算定しない設備について」 (添付5一(1)一9)

「以下の設備については、

- ① 地震により安全機能の喪失に至ることが極めて考えにくい(2.支持構造物、3.クレーン、4.原子炉トリップ遮断器)
- ② 安全機能を失うまでの裕度という観点で耐震裕度が相当あり、少なくとも既往の知見等から2倍以上の裕度が存在することが明らかである(1.制御棒挿入性および関連する設備、2.支持構造物)

の理由により、今回のクリフエッジ評価において、結果に影響を及ぼすことはないことから、裕度評価対象外とした。

1. 制御棒挿入性および関連する設備

制御棒挿入維持の機能に関しては多度津の大型振動台の加振限界である3.3S2までの実験を実施し、それら実験結果に基づく実機条件での解析を行い、制御棒が全挿入されること、挿入経路の各設備(制御棒駆動装置、制御棒クラスター案内管、燃料集合体)について、構造強度面での耐力評価で余裕の非常に大きいことが示されている。(以下(1)を参照)

また、制御棒挿入時間の評価基準値は、安全解析の計算条件に用いている制御棒挿入時間を流用しているものであるが、安全解析における判断基準(燃料棒被覆管最高温度、最小DNBR)に達するまで制御棒挿入が遅れると仮定した場合の解析評価により、相当の余裕があることが、原子力安全委員会原子炉安全専門審査会(以下「原安委炉安審」という。)における検討で示されている。(以下(2)を参照)

(後略)

(1)JNES 機器耐力試験

平成17年度JNES機器耐力試験(PWR制御棒挿入試験)において、大規模加振条件下で制御棒挿入試験を実施しており、実機サイトのS2包絡波(473gal)の3.3倍までの条件でも制御棒が正常に挿入され、挿入経路の構造健全性についても以下のとおり問題ないことが確認されている。

(2)原安委炉安審における制御棒挿入にかかる安全余裕の検討

原安委炉安審の「制御棒挿入に係る安全余裕検討部会」において、制御棒挿入による原子炉緊急停止に係る安全余裕明確化の検討が行われている。検討では制御棒挿入時間を変えた感度解析によ

り余裕を評価しており、安全解析上の制限値(燃料棒被覆管最高温度 1200℃、最小 DNBR1.45)に到達するのは 2 ループプラント(安全解析の想定条件 1.8 秒)は 9 秒程度、3 ループ型プラント(同 1.8 秒)は 7 秒程度、4 ループ型プラント(同 2.2 秒)は 11 秒程度であった。

◆原子力安全・保安院の審査書（2012.2.13） 19～20頁

<http://www.meti.go.jp/press/2011/02/20120213001/20120213001-3.pdf>

「(2) 検討対象設備について

関西電力は、評価対象とする建屋、系統、機器（以下「設備等」という。）を、燃料の重大な損傷に係わる耐震 S クラス設備及びその他のクラスの設備等とし、各起因事象に直接関係する設備等に加え、フロントライン系（各イベントツリーの安全機能の達成に直接必要な緩和機能）及びサポート系（フロントライン系を機能させるために必要な電源や冷却水等を供給する機能）のそれぞれに必要な設備等を抽出したとしている。

なお、耐震 S クラスの設備等のうち、「支持構造物」、「クレーン」及び「原子炉トリップ遮断器」については、地震により安全機能の喪失に至ることが極めて考えにくいこと、また、「制御棒挿入性及び関連する設備」及び「支持構造物」については、安全機能を失うまでの耐震裕度について、既往の知見等から少なくとも 2 倍以上の裕度が存在することが明らかであることから、これらの設備については、ストレステスト結果に影響を及ぼすことはないとし、裕度評価の対象外としたとしている。

当院は、全ての耐震 S クラス設備等、緊急安全対策等で整備された設備及び機能を期待する下位クラス設備等の中から、燃料の重大な損傷に係わる設備等が裕度評価の対象として選定されているか、一部の耐震 S クラス設備等を対象外としていることは適切かということについて、その妥当性を確認した。

具体的には、耐震裕度評価における対象設備の選定の考え方、選定プロセスの妥当性を確認した上で、全ての耐震 S クラス設備等、緊急安全対策等で整備された設備及び機能を期待する下位クラス設備等について、損傷モード（構造的な損傷、機能的な損傷等）、Ss に対して発生する応力等の値、許容値等を確認した。また、耐震裕度評価の対象外とされた耐震 S クラス設備については、対象外として扱う具体的な理由と根拠が妥当であることを確認した。その結果は以下のとおりである。

◎ 耐震裕度評価の対象外とされた耐震 S クラス設備等については、地震の揺れに伴う荷重や変形等が安全機能喪失に直接に結びつくものではなく、かつ、安全機能の喪失や波及的影響の発生に至るまでに大きな余裕がありストレステストの結果に影響を及ぼさないことを、既往の試験や解析の成果等によって確認した。詳細は以下のとおりである。なお、安全機能の喪失や波及的影響の発生に至るまでの余裕が 2 倍の Ss 以上あれば、後述（「5. 2 クリフエッジの特定」）のとおりクリフエッジとして特定した設備の耐震裕度である 1.8 倍の Ss を上回っていることから、ストレステストの結果に影響を及ぼさないものとして扱った。

○ 「制御棒挿入性及び関連する設備」については、既往の制御棒挿入試験や実機条件での解析結果を基に、設計に用いる地震動を大きく超えるような地震動 (Ss の 2 倍を超える約 1,560 ガルの地震動) に対して制御棒が全挿入されること、挿入経路の設備（制御棒駆動装置、制御棒クラス案内管、燃料集合体）について構造強度面での耐力評価に大きな余裕（Ss の 3 倍を超える約 2,100 ガル以上の地震動に対する発生応力が許容値以内）があること等が確認されている。

(注) 上記の関電報告書及び保安院審査書では、Ss の 2 倍を超える 1560 ガルでは「制御棒が全挿入される」というところまでしか言っていない。2.2 秒程度という言葉は見あたらない。

2. 制御棒挿入性について

制御棒挿入性についての検討結果を示すこと。

回答.

制御棒挿入性については、今回の評価において関西電力より、耐震裕度が十分に大きいことのデータとして以下が示されている。

- ・ 原子力安全基盤機構の機器耐力試験では、大規模加振条件下で制御棒挿入試験が実施された。それによれば、実機サイトの S_2 包絡波（473gal）の 3.3 倍までの実験を行い、許認可上の許容時間（2.2 秒）程度で問題なく挿入されることが確認されている。

また、限界を求めるための実機条件での解析結果から、 S_2 包絡波の 6.0 倍の地震条件において大幅に挿入時間が遅れるものの、制御棒が全挿入されることが確認されている。

一方、挿入経路の各設備（制御棒駆動装置、制御棒クラスタ案内管、燃料集合体）については、実機条件での解析により、構造強度面で非常に大きい裕度が確認されている。

- ・ 地震時制御棒挿入時間の許容値は、設置許可申請における安全解析の計算条件に用いた制御棒挿入時間が用いられている。

この挿入時間に関する検討の一例として、原子力安全委員会原子炉安全専門審査会は、安全解析における判断基準（燃料棒被覆管最高温度、最小 DNBR）に達する制御棒挿入遅れ時間を評価しており、4 ループプラントで 11 秒まで問題がないことが示されており、耐震評価の許容値である挿入時間 2.2 秒については、この許容値そのものに相当の余裕があるものと考えられる。

当院は、許容値である挿入時間そのものが余裕を持った設定であることを踏まえた上で、上記の原子力安全基盤機構における検討から、設計に用いる地震動を大きく超えるような地震動 (S_s の 2 倍を超える約 1,560 ガルの地震動) に対して、許認可上の許容時間（2.2 秒）程度で制御棒が全挿入されると共に、挿入経路の設備（制御棒駆動装置、制御棒クラスタ案内管、燃料集合体）について、構造強度面での耐力評価に大きな余裕 (S_s の 3 倍を超える約 2,100 ガル以上の地震動に対する発生応力が許容値以内) があり、制御棒挿入性評価においては相当の耐震裕度が存在するものと考えている（添付—1）。

なお、関西電力は、大飯 3、4 号機の耐震バックチェックにおける制御棒挿入性評価を進めていたところ、その評価が完了したとしており、その結果については、許容値 2.2 秒に対して 1.88 秒（地震による遅れ時間 0.23 秒）で挿入されるとしている（添付—2）。また、JNES における試験・解析結果（添付—3）から、挿入遅れ時間が地震動に対して線形に増加する傾向にあることを踏まえると、 S_s に対する地震による遅れ時間（0.23 秒）は許容遅れ時間（0.55 秒）に対して十分な余裕があるものと考えている。