

甲第
108
号証

意見書

平成 26(2014)年 2 月 19 日

住所： 〒279-0021

千葉県浦安市富岡 1-19-7

電話： 0739-72-2491、090-1793-4404

氏名： 藤原 節男(ふじわらせつお)

(元 PWR 原子力発電所設計技術者)

生年月日：昭和 24(1949)年 4 月 2 日生 (64 歳)

(自署) 藤原 節男

甲
B
第
118
号証

第 1 意見書作成の経緯

原告弁護士より、下記事項について意見書の作成を求められた。

記

伊方原子力発電所の北 5 ～ 8 km にある中央構造線の地震により、同発電所において、少なくとも 1000 ガル、2000 ガル以上もあり得る加速度、ならびに少なくとも 6 強、あるいは 7 の震度の地震動が起き、また、6 ～ 10m の高さの津波が発生した時、同発電所においてどのような事故が起きる危険があるか。

第 2 結論

- ① 原子力発電所は、1000 万点あまりの部品によって構成されている極めて複雑な構造物なので、上記地震動により、配管等が損傷され、メルトダウン、メルトスルーに至る危険がある。
- ② 四国電力の「制御棒挿入性評価における応答倍率法の適用」には根本的な問題があり、上記地震動によって制御棒挿入不能、または制御棒挿入時間制限(2.2 秒)の超過となる危険がある。
- ③ 毎秒約 7 km の P 波で地震を検知し、制御棒の挿入が始まって、毎秒約 3 km の S 波が到達するまでに 1 秒程度の時間しかないため、S 波が到達した時、制御棒の挿入は完了していない。耐震設計上、原子炉建屋は S クラスだが、タービン建屋は通常の建築物と同じ C クラスなので、原子炉建屋が倒壊等を免れたとしても、タービン建屋は倒壊等を免れないし、少なくとも、両建屋をつなぐ 2 次系冷却水配管等の損傷は免れることができない。その結果、原子炉の 2 次系冷却ができなくなってしまう。利

用できる緊急炉心冷却装置(ECCS)は、制御棒挿入が完了した出力停止後の原子炉崩壊熱を冷却する能力しかない。制御棒挿入が完了しない出力中原子炉の冷却には能力不足である。したがって、メルトダウン、メルトスルーに至る危険がある。

- ④ 海水ポンプの海面からの高さは1、2号炉が T.P +5.0m、3号炉が T.P +4.5mなので、6～10mの津波によって海水ポンプが冠水して海水ポンプの機能が喪失し、原子炉の冷却、非常用ディーゼル発電機等の冷却ができなくなり、メルトダウン、メルトスルーに至る危険がある。
- ⑤ 3号炉では、津波の最高水位を T.P +3.5mと想定した上で、津波の影響を考慮した最低水位を T.P -3.02mと想定し、海水取水可能水位 T.P -3.39mとの間に 0.37mの余裕があるとしているが、6～10mの津波だと、海水取水可能水位を超える水位低下となり、海水ポンプが機能を喪失して、上記④同様のメルトダウン、メルトスルーに至る危険がある。

第3 上記意見の理由

① 上記①の理由

原子力発電所は、1000 万点あまりの部品によって構成されている極めて複雑な構造物(注)なので、品質マネジメントシステムを、部品及びそれを総合した機器、設備のすみずみまでに浸透させることができない。不適合(故障)再発防止対策等の処置が全てに行き渡っているとは限らない。したがって、設計地震加速度以下の地震でも、機器設備が健全とは限らない。不適合品の配管等が損傷され、メルトダウン、メルトスルーに至る危険がある。まして、上記地震動のように設計地震加速度以上の地震に遭遇した場合には、適合品質の配管等ですら損傷され、原子炉システムの機能不全により、メルトダウン、メルトスルーに至る危険がある。

(注)

出典1：業界紙 Rimse (Research Institute for Mathematics and Science Education) 2012年9月創刊号「(財)理数教育研究所設立記念講演 in 東京」の14ページ目 <http://www.rimse.or.jp/report/pdf/Rimse01.pdf>

出典2：原子力委員会定例会議[平成18年6月27日(火)]における講演資料[日本原子力研究開発機構システム計算科学センター中島憲宏「原子力機構におけるシミュレーション研究」]の2ページ目

<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siryo2006/siryo25/siryo22.pdf>

② 上記②の理由

「制御棒挿入性評価における応答倍率法の適用」の根本的な問題点につ

いて、添付資料 1 にて説明する。制御棒が原子炉設置変更許可申請書添付十安全解析での前提となる制御棒挿入時間(2.2 秒)以内に挿入できないと、原子炉出力状態にある原子炉を冷却することになり、設備能力が足りなくなる。これを ATWS(Anticipated Transient Without Scram: スクラム失敗を伴う予期された過渡事象)という。制御棒挿入遅延が長引くと、炉心溶融(メルトダウン、メルトスルー)になる可能性がある。

添付資料 1 記載の問題六点とその結論を、以下に摘記する。

【制御棒挿入性評価における応答倍率法の適用の根本的な問題点】

◎ 応答倍率法の適用では、鉛直動(縦振動)を考慮していない問題点

制御棒と燃料集合体に鉛直動(縦振動)地震が加震されると、制御棒は自由落下状態で上下振動し、燃料集合体は原子炉容器に固定された状態で上下振動することになる。このため、制御棒と燃料集合体の相互間に振動位相のずれが生じ、燃料集合体の構成要素である制御棒ガイドシムプル(制御棒案内管)内の冷却材が増える状態、つまり、制御棒が一時的に引き抜かれる現象が生じる。制御棒が引き抜かれ、制御棒挿入時間が伸びる現象は、全体の制御棒挿入時間に加算しなければならない。多度津工学試験所での加振試験では、実際の地震が 3 次元加震されることによる制御棒挿入時間増加が考慮されていない。このため、設置許可変更申請書安全評価上の制御棒挿入時間制限(2.2 秒)の超過となる危険性がある。

◎ 制御棒挿入試験(加振台)で使う地震入力波、解析で使う地震入力波が、特定の代表地震波(時刻歴震動が同じ)である問題点

実際の地震波は、鉛直動(縦振動)を伴う速度波形のいびつな複合地震波(三次元)であり、時刻歴震動は多種多様である。また、制御棒挿入関連機器(ドライブライン)構成要素は、制御棒、制御棒駆動機構、上部炉心支持構造物、燃料集合体(制御棒ガイドシムプル…制御棒案内管)、下部炉心支持構造物である。それぞれの機器に重力加速度、地震加速度(三次元)が加わった時、それぞれの機器が持っている固有振動数モードが異なるため、各種地震波での共振領域はそれぞれ異なる。したがって、特定の代表地震波(水平二次元)実験のみで、伊方 3 号の制御棒挿入性が適切に模擬されるとは、到底考えられない。

◎ 今回の伊方原子力発電所基準地震動Ssでの制御棒挿入時間は、直線外挿の評価であり、直線内挿の評価ではない問題点

四国電力は「遅れ時間が直線的に増加する範囲」と主張するが、実験科学的に証明されているとは言えない。つまり、線型推定する場合に、直線内挿の評価では実験科学的に証明された推定範囲に属するが、

直線外挿の評価の場合には単なる予想、推測範囲でしかない。特に、比例幅が大きくなると予想の確実性も低くなる。1000ガル、2000ガル以上もあり得る加速度の場合には、「遅れ時間が直線的に増加する範囲」とは、とても言えない。そのうえ「ドライプライン」製作公差(挿入遅れ方向)も、燃料集合体内での燃料棒滑り現象も考慮が必要である。製作公差、非線形の振動および滑り現象を考慮すると、その予想がさらに不確かなものとなる。

◎ 挿入性評価基準値(2.2 秒)を超過している問題点

「伊方発電所3号機制御棒挿入性の評価における応答倍率法の適用性」の5ページ目に記載の基準地震動 S_s 時の評価基準値は 2.50 秒、通常運転時の挿入時間は 1.87 秒である。原子炉設置許可申請書添付十での安全解析前提条件となる制御棒挿入時間 2.2 秒との整合性がない。安全解析での制御棒挿入時間が 2.2 秒なら、基準地震動 S_s 時の評価基準値も 2.2 秒でなければならない。2.2 秒を守れるか否かは、実規模加震時制御棒挿入試験で安全確認する以外はない。低加速度での試験からの外挿計算(推測)、鉛直動(縦振動)を含まない多度津試験からのコンピュータ外挿では、安全確認は不可能である。基準地震動 S_s の評価基準値 2.50 秒を見直ししないならば、新基準地震動時の評価基準挿入時間(2.50 秒)と各種事故とを重ね合わせた安全解析が必要である。つまり、安全解析の前提条件(評価基準値 2.2 秒)を変更し、評価基準値 2.50 秒にして、改めて安全解析が必要となる。

◎ 応答倍率法の問題点

地震における応答倍率法とは、時刻歴震動において鉛直動(縦震動)と横震動(X-Y 水平震動)の最大値が別々の時刻に現れた場合に、代表震動最大値を決定する方法である。この場合、縦震動と横震動の最大値の単純和を分母として自乗和平方根を分子して代表震動最大値を決定する。

「伊方発電所3号機制御棒挿入性の評価における応答倍率法の適用性」の5ページ目ではこの手法を制御棒挿入性の評価に適用している。最初に述べたように、鉛直(縦)震動による制御棒挿入時間の遅れのメカニズム(制御棒浮き上がり)は、横震動による制御棒挿入時間の遅れのメカニズム(摩擦抗力)とは、全く違っている。独立して発生する制御棒遅れ時間である。これは、上述の地震における応答倍率法を借用するのではなく、独立して加算すべき遅れ時間となる。

◎ 炉安審「制御棒挿入に係る安全余裕検討部会」審査委員の問題点

審査委員はいずれも原子力推進組織(原子カムラ)の職員であって、利益相反関係にあることから、その審査の信用性についての問題がある。

③ 上記③の理由

毎秒約7kmのP波で地震を検知し、制御棒の挿入が始まって、毎秒約3kmのS波が到達するまでに1秒程度の時間しかない。高知大学岡村教授の意見書によると、P波の秒速が約7km、S波の秒速が約3kmとのことなので、5kmの距離だとすると、P波の到達時間は0.71秒、S波の到達時間は1.67秒となり、P波到達後S波が到達するまでの時間は0.96秒となる。8kmの距離だとすると、P波の到達時間は1.14秒、S波の到達時間は2.67秒、P波到達後S波が到達するまでの時間は1.53秒となる。S波が到達した時、制御棒の挿入(「スクラム信号により制御棒を支持しているラッチが開くまでの時間0.3秒」+「設計挿入時間2.2秒」=2.5秒)は完了していない。

耐震設計上、原子炉建屋はSクラスだが、タービン建屋は一般建築物と同じCクラスなので、設計地震動の加速度では、原子炉建屋が倒壊等を免れたとしても、タービン建屋は倒壊等を免れないし、少なくとも、両建屋をつなぐ2次系冷却水配管等の損傷は免れることができない。その結果、主給水ポンプから蒸気発生器への給水、および蒸気を蒸気発生器からタービン建屋にある復水器まで送ることが不可能となり、原子炉の2次系冷却ができなくなってしまう。利用できる緊急炉心冷却装置(ECCS)は、給水源である燃料取替用水タンク容量、安全系ポンプでの給水流量とも、制御棒挿入が完了した出力停止後の原子炉崩壊熱を冷却する能力しかない。制御棒挿入が完了しない出力中原子炉の冷却には能力不足である。冷却能力不足の場合には、原子炉が過熱状態となり、加圧器安全弁が作動して、原子炉冷却系の冷却材が次第に喪失する。そのうち、原子炉容器から冷却材がなくなり、メルトダウン、メルトスルーに至る危険がある。

④ 上記④の理由

海水ポンプの海面からの高さは1、2号炉がT.P +5.0m、3号炉がT.P +4.5mなので、6～10mの津波によって海水ポンプが冠水して海水ポンプの機能が喪失し、原子炉の冷却、非常用ディーゼル発電機等の冷却ができなくなる。被告準備書面(3)において、四国電力は、敷地高さであるT.P +10mを超えない限り、防潮堤などにより、海水ポンプを設置しているピットへは下部から海水が浸入することはない構造となっていると主張しているが、3.11の際、女川原発で海水を取り入れる地下のトンネルやケーブルなどを通す建屋の貫通部を通じて海水が入り込み、原子

炉建屋の地下が浸水し、海水ポンプや非常用ディーゼル発電機も停止したことが、国際原子力事象評価尺度（INES）レベル2の事故として、2013年7月10日、原子力規制委員会によって最終評価されている（注）。伊方原子力発電所においても、海水を取り入れる地下のトンネルやケーブルなどを通す原子炉建屋貫通部を通じて海水が入り込み、原子炉建屋が浸水して、海水ポンプや非常用ディーゼル発電機も停止する可能性は否定できない。したがって、メルトダウン、メルトスルーに至る危険がある。

（注）国際原子力事象評価尺度（INES）レベル2の出典：

「原子力施設等の事故・トラブルに係る INES（国際原子力・放射線事象評価尺度）評価について」平成25年7月10日原子力規制庁
http://www.nsr.go.jp/committee/kisei/data/0014_04.pdf
の3ページ目。

⑤ 上記⑤の理由

3号炉では、津波の最高水位を T.P+3.5m と想定した上で、津波の影響を考慮した最低水位を T.P-3.02m と想定し、海水取水可能水位 T.P-3.39m との間に 0.37m の余裕があるとしているが、6～10m の津波だと、海水取水可能水位を超える水位低下となる。被告準備書面(3)において、四国電力は、水位の低下により一時的に取水が不可能となる事態が生じたとしても、水位が回復すれば、取水は再開されると主張しているが、海水ポンプは、一度吸水口から空気が混入すると、ポンプインペラ(回転翼)が空回り状態となり、長時間故障して空気を抜く操作をしないかぎり取水再開ができなくなると推測できる。したがって、海水ポンプが機能を喪失して、上記④同様のメルトダウン、メルトスルーに至る危険がある。

なお、四国電力は、追加安全対策として、電源車、消防自動車、可搬型消防ポンプ、水中ポンプ、ホイールローダ等を設置することとしている。だが、これらは自動機器ではなく、人間が介在してはじめて駆動する機器であるため地震、津波等の事故状態では通路など接近性の問題、ヒューマンエラーが介在する問題がある。また、台風、大雪等気象条件の組み合わせを考えると、とても事故を防げる装置とは言えない。

第4 学歴・職歴

私の学歴・職歴は、以下のとおりです。

昭和 47(1972)年 3月 大阪大学工学部原子力工学科卒業

昭和 47(1972)年 4月 三菱原子力工業株式会社(注)に入社、PWR(加圧水型原子炉)原子力発電所設計技術者として従事
(注) 平成 7(1995)年 1月、三菱重工業株式会社と合併

平成 12(2000)年 7月 日本原子力研究所東海研究所に研究員として派遣

平成 17(2005)年 4月 独立行政法人原子力安全基盤機構検査業務部の調査役兼検査員に従事。

平成 22(2010)年 3月 独立行政法人原子力安全基盤機構検査業務部を定年退職。

制御棒挿入性評価における応答倍率法の適用の根本的な問題点

はじめに：

新規制基準【実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（平成二十五年六月二十八日原子力規制委員会規則第六号）】（注7）第三十六条（反応度制御系統及び原子炉停止系統）の3には「運転時の異常な過渡変化時の高温状態においても原子炉停止系統のうち少なくとも一つは、燃料要素の許容損傷限界を超えることなく発電用原子炉を未臨界に移行し、及び未臨界を維持できること」との規定がある。この規定は、福島原発事故以前の安全設計審査指針と同じ規定である。四国電力は、この安全設計審査指針規定を満足していることを説明するために「伊方発電所3号機制御棒挿入性の評価における応答倍率法の適用性」（注4）を作成した。この資料には、次の「4. まとめ」がある。本書においては、論評を加え、この「4. まとめ」がまちがっており、直下型地震動で、制御棒挿入不能または、安全評価上の制御棒挿入時間制限(2.2秒)の超過となる危険性があることを説明する。

……引用開始(31 ページ)……

4. まとめ

制御棒挿入時間遅れと地震力には一定の相関性があり、ある入力レベル範囲までは線形関係にあるので、応答倍率法でも概略評価は可能と考える。また、制御棒挿入性に関して、JNES 文献等より鉛直動の影響は余りないと考える。

……引用終了(31 ページ)……

1. 応答倍率法の適用では、鉛直動(縦振動)を考慮していない問題点

「伊方発電所3号機制御棒挿入性の評価における応答倍率法の適用性」（注4）には、以下の記述がある。

————引用開始(1ページ目)————

制御棒の挿入時間遅れは、構成要素の様々な非線形挙動の影響を受けるものではあるが、地震時の制御棒挿入性評価で重要な地震外力による抗力は、燃料集合体等の地震時応答変位量に依存し、燃料集合体等の地震時応答変位量はある範囲までは地震力に比例することから、地震による挿入遅れ時間と地震力には相関性があると考えられる。

「平成17年度原子力施設等の耐震性評価技術に関する試験及び調査機器耐力その2（PWR制御棒挿入性）に係る報告書（平成18年8月原子力安全基盤機構）」（以下、「JNES文献」という。）によれば、制御棒の挿入性については、地震入力レベルがある範囲までは遅れ時間が直線的に増加する

傾向が確認されている。したがって、地震入力レベルに対し遅れ時間が直線的に増加する範囲であれば、遅れ時間を比例倍することで概略評価可能と考える。

伊方3号機の既往評価結果（工認時の耐震計算書：基準地震動S2 [最大加速度値：473ガル]）における制御棒挿入解析より、S2地震時の燃料集合体の応答変位は約30mmである。

中間報告における基準地震動Ss（最大加速度値：570ガル [基準地震動S2の約1.2倍]）に対する評価では、JNES文献データから、地震入力レベルに対して遅れ時間が直線的に増加する範囲であると判断し、地震による挿入遅れ時間に応答比を乗じて挿入時間を評価している。

・挿入時間の計算方法

挿入時間 = (通常時の落下時間) + (地震による遅れ時間) × 応答比

なお、制御棒挿入経路には、制御棒クラスタ駆動装置、制御棒クラスタ案内管および燃料集合体が存在するため、それらの機器の中で最大の応答比を求め、評価している。

-----引用終了(2ページ目)-----

この記述では、伊方発電所の実機(および模擬)試験において、鉛直動(縦振動)試験をしていないことを示している。制御棒と燃料集合体に鉛直動(縦振動)地震が加震されると、制御棒は自由落下状態で上下振動し、燃料集合体は原子炉容器に固定された状態で上下振動することになる。このため、制御棒と燃料集合体の相互間に振動位相のずれが生じ、燃料集合体の構成要素である制御棒ガイドシンプル(制御棒案内管)内の冷却材が増える状態、つまり、制御棒が一時的に引き抜かれる現象が生じる。制御棒が引き抜かれ、制御棒挿入時間が伸びる現象は、全体の制御棒挿入時間に加算しなければならない。しかるに「JNES 文献」に報告されている「PWR 制御棒挿入性に係る試験」は、多度津工学試験所での水平加振試験であり、鉛直動(縦振動)試験を考慮していない。また、多度津工学試験所での加振試験装置は、3次元と言っているが、振動台が平面内しか加振できない。すなわち、X-Z 平面もしくは X-Y 平面しか加振できない。実際の地震動は、回転もある、3次元振動である。多度津工学試験所での加振試験が、実際の地震動と同等とは、けっして言えない。すなわち、多度津工学試験所での加振試験(X-Y 平面)では、制御棒と燃料集合体に鉛直動(縦振動)を考慮していない。したがって、多度津工学試験所での加振試験では、実際の地震が3次元加震されることによる制御棒挿入時間増加が考慮されていないことになる。このため、設置許可変更申請書安全評価上の制御棒挿入時間制限(2.2 秒)の超過となる危険性がある。ちなみに、原発仕様の3次元振動台実験施設は、兵庫県三木市にある実大三次元震動破壊実験施設(E-ディフェンス)があるのみ。しかし、E

ーディフェンスでは、これまで、PWR 制御棒挿入時間測定試験は実施していない。

なお「伊方発電所3号機制御棒挿入性の評価における応答倍率法の適用性」(注4)の5ページ末尾に「鉛直地震力が制御棒挿入性に与える影響は、解析および試験から水平地震力に比べ十分小さいと考えられる」との文言がある。

また、PWR 原子力発電所制御棒挿入性試験に関する報告書「平成17年度原子力施設等の耐震性評価技術に関する試験及び調査機器耐力その2(原子力安全基盤機構)」(注1)でも、鉛直動の影響は余りないとしている。

しかし、上述のとおり、鉛直地震力が大加速度である実験を実施した事実もなく、制御棒が一時的に引き抜かれ、制御棒挿入時間が伸びる現象を考慮しているわけでもないため、この「鉛直動の影響は余りない」とする文言を証明する根拠は、まったく薄弱である。

2. 制御棒挿入試験(加振台)で使う地震入力波、解析で使う地震入力波が、特定の代表地震波(時刻歴震動が同じ)である問題点

実際の地震波は、鉛直動(縦振動)を伴う速度波形のいびつな複合地震波(三次元)であり、時刻歴震動は多種多様である。また、制御棒挿入関連機器(ドライブライン)構成要素は、制御棒、制御棒駆動機構、上部炉心支持構造物、燃料集合体(制御棒ガイドシンプル…制御棒案内管)、下部炉心支持構造物である。それぞれの機器に重力加速度、地震加速度(三次元)が加わった時、それぞれの機器が持っている固有振動数モードが異なるため、各種地震波での共振領域はそれぞれ異なる。したがって、特定の代表地震波(水平二次元)実験のみで、伊方3号の制御棒挿入性が適切に模擬されるとは、到底考えられない。

3. 今回の伊方原子力発電所基準地震動Ssでの制御棒挿入時間は、直線外挿の評価であり、直線内挿の評価ではない問題点

四国電力は「遅れ時間が直線的に増加する範囲」と主張するが、実験科学的に証明されているとは言えない。つまり、線型推定する場合に、直線内挿(解説1)の評価では実験科学的に証明された推定範囲に属するが、直線外挿(解説2)の評価の場合には単なる予想、推測範囲でしかない。特に、比例幅が大きくなると予想の確実性も低くなる。1000ガル、2000ガル以上もあり得る加速度の場合には、「遅れ時間が直線的に増加する範囲」とは、とても言えない。そのうえ「ドライブライン」製作公差(挿入遅れ方向)も、燃料集合体内での燃料棒滑り現象も考慮が必要。製作公差、非線形の振動および滑り現象を考慮すると、その予想がさらに不確かなものとなる。

(解説 1) 直線内挿：ある既知の数値データ列を基にして、そのデータ列の各区間の範囲内を埋める数値を求めること、またはそのような関数を与えること。またその手法を内挿法（補間法）という。内挿するためには、各区間の範囲内で成り立つと期待される関数と境界での振舞い（境界条件）を決めることが必要である。最も一般的で容易に適用できるものは、一次関数（直線）による内挿（直線内挿）である。

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%86%85%E6%8C%BF>

(解説 2) 直線外挿：数値データの無い範囲（外側）の値を推定する。最も簡単なものは、一次関数（直線）による外挿（直線外挿）である。

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%A4%96%E6%8C%BF>

4. 挿入性評価基準値(2.2 秒)を超過している問題点

「伊方発電所 3 号機制御棒挿入性の評価における応答倍率法の適用性」(注 4) の 5 ページ目に記載の基準地震動 S_s 時の評価基準値は 2.50 秒、通常運転時の挿入時間は 1.87 秒である。原子炉設置許可申請書添付十での安全解析前提条件となる制御棒挿入時間 2.2 秒との整合性がない。安全解析での制御棒挿入時間が 2.2 秒なら、基準地震動 S_s 時の評価基準値も 2.2 秒でなければならない。2.2 秒を守れるか否かは、実規模加震時制御棒挿入試験で安全確認する以外はない。低加速度での試験からの外挿計算(推測)、鉛直動(縦振動)を含まない多度津試験からのコンピュータ外挿では、安全確認は不可能である。基準地震動 S_s の評価基準値 2.50 秒を見直ししないならば、新基準地震動時の評価基準挿入時間(2.50 秒)と各種事故とを重ね合わせた安全解析が必要。つまり、安全解析の前提条件(評価基準値 2.2 秒)を変更し、評価基準値 2.50 秒にして、改めて安全解析が必要となる。

5. 応答倍率法の問題点

地震における応答倍率法とは、時刻歴震動において鉛直動(縦震動)と横震動(X-Y 水平震動)の最大値が別々の時刻に現れた場合に、代表震動最大値を決定する方法である。この場合、縦震動と横震動の最大値の単純和を分母として自乗和平方根を分子して代表震動最大値を決定する。「伊方発電所 3 号機制御棒挿入性の評価における応答倍率法の適用性」(注 4) の 5 ページ目ではこの手法を制御棒挿入性の評価に適用している。本書の問題点 1. に述べたように、鉛直(縦)震動による制御棒挿入時間の遅れのメカニズム(制御棒浮き上がり)は、横震動による制御棒挿入時間の遅れのメカニズム(摩擦抗力)とは、全く違っている。独立して発生する制御棒遅れ時間である。これは、上述の地震における応答倍率法を借用するのではなく、独立して加算すべき遅れ時間となる。ちなみに、「伊

方発電所3号機制御棒挿入性の評価における応答倍率法の適用性」(注4)の5ページ目でのS2地震動による遅れ時間が0.1秒で、Ss地震動による遅れ時間は、応答倍率法ではS2地震動の1.555倍となっている。この応答倍率法の式でもとのS2地震動による遅れ時間を計算すると、応答比は、 $\sqrt{(1.33)^2 + (0.29)^2} / (1.33 + 0.29) = 0.84$ 倍となる。同じS2地震動なので、遅れ時間応答比は1.00倍となるべき計算結果が、応答倍率法を適用すると0.84倍なのである。これにより、「制御棒挿入性の評価における応答倍率法の適用性」がまちがっていることを証明したことになる。「地震における応答倍率法」を制御棒挿入時間予想に借用するのはまちがいである。

6. 炉安審「制御棒挿入に係る安全余裕検討部会」審査委員の問題点

審査委員はつぎのとおりであり、いずれも原子力推進組織(原子カムラ)の職員であって、利益相反関係にあることから、その審査の信用性についての問題がある。

岩村 公道 日本原子力研究開発機構
岡本 孝司 東京大学大学院
可児 吉男 日本原子力研究開発機構
木口 高志 原子力安全基盤機構
竹田 敏一 大阪大学大学院
更田 豊志 日本原子力研究開発機構

【主な論文リスト】

(注1) 平成17(2005)年度原子力施設等の耐震性評価技術に関する試験及び調査機器耐力その2

平成18(2006)年8月原子力安全基盤機構作成

(注2) 発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針(新耐震指針)決定(平成18(2006)年9月19日)⇒耐震バックチェック

http://www.pref.fukushima.jp/nuclear/old/info/pdf_files/100805-12.pdf

(注3) 原子力発電所の耐震安全性の確保に向けての原子力安全・保安院の対応(平成19(2007)年8月27日)

(注4) 伊方発電所3号機制御棒挿入性の評価における応答倍率法の適用性

平成 21(2008)年 12 月付け

<http://etelmtsv.pref.ehime.jp/info/HOUDOU/h21/o211228/3/3-4.pdf>

(注 5) ストレステスト報告添付資料 4、制御棒挿入時間

<http://www.meti.go.jp/press/2011/11/20111114003/20111114003-6.pdf>

(注 6) 「制御棒挿入による原子炉緊急停止に係る安全余裕に関する検討について」について

http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/anzen/sonota/kettei/20090330_D15.pdf

(注 7)

新規制基準【実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則
(平成二十五年六月二十八日原子力規制委員会規則第六号)】

<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H25/H25F31901000006.html>

(反応度制御系統及び原子炉停止系統)

第三十六条 発電用原子炉施設には、反応度制御系統を施設しなければならない。

- 2 反応度制御系統は、二つ以上の独立した制御棒、液体制御材その他の反応度を制御する系統を有するものであり、かつ、計画的な出力変化に伴う反応度変化を燃料要素の許容損傷限界を超えることなく制御できる能力を有するものでなければならない。
- 3 原子炉停止系統は、次の能力を有するものでなければならない。
 - 一 通常運転時の高温状態において、二つ以上の独立した系統がそれぞれ発電用原子炉を未臨界に移行し、及び未臨界を維持できるものであり、かつ、運転時の異常な過渡変化時の高温状態においても原子炉停止系統のうち少なくとも一つは、燃料要素の許容損傷限界を超えることなく発電用原子炉を未臨界に移行し、及び未臨界を維持できること。この場合において、非常用炉心冷却設備その他の発電用原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合に作動する設備の作動に伴って注入される液体制御材による反応度値を加えることができる。
 - 二 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における低温状態において、少なくとも一つは、発電用原子炉を未臨界に移行し、及び未臨界を維持できること。
 - 三 一次冷却材喪失その他の設計基準事故時において、少なくとも一つは、発電用原子炉を未臨界へ移行することができ、かつ、少なくとも一つは、

発電用原子炉を未臨界に維持できること。この場合において、非常用炉心冷却設備その他の発電用原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合に作動する設備の作動に伴って注入される液体制御材による反応度値を加えることができる。

四 制御棒を用いる場合にあつては、反応度値の最も大きな制御棒一本が固着した場合においても第一号から第三号までの規定に適合すること。

4 制御棒の最大反応度値及び反応度添加率は、想定される反応度投入事象（発電用原子炉に反応度が異常に投入される事象をいう。）に対して原子炉冷却材圧力バウンダリを破損せず、かつ、炉心の冷却機能を損なうような炉心、炉心支持構造物及び原子炉压力容器内部構造物の損壊を起こさないものでなければならない。

5 制御棒、液体制御材その他の反応度を制御する設備は、通常運転時における圧力、温度及び放射線に起因する最も厳しい条件において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。