

ブログ

伊方3号の審査書確定を受けて

原子力規制委員会は2015年7月15日、本会議で伊方3号の審査書（原子炉設置変更認可書または再稼働のための基本設計認可書）を確定させました。

3,464件の意見のうち5件は私の意見ですが、原子力規制委員会の回答（「考え方」）は下記の通り、実にひどいものでした。むしろ、原子力規制委員会・規制庁の地震動解析に関する無知、不勉強を知り、唖然とし、恐ろしくなるほどです。「私の意見」、「原子力規制委員会の考え方」、「考え方への私のコメント」を記載しますので、ご覧ください。

7月15日は、くしくも、戦争法案が衆議院特別委員会で強硬採決された日と重なりました。憲法違反の戦争法案を強硬採決した安倍政権、憲法に保障された人格権を侵害する原発再稼働、そのための審査書を確定させた原子力規制委員会、二つの憲法違反の政治的行為が同じ日に行われたのです。二つとも何としても阻止しなければ、この日本は恐ろしい結末を迎えてしまいます。

- <意見1> -----

「d. 応答スペクトルに基づく地震動評価については、敷地が敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）から約8kmと断層近傍にあることから、検討ケース毎に距離や地震規模の適用性を吟味し、Noda et al.(2002)の方法等の距離減衰式を採用した。」(p.15)としているが、耐専スペクトルの適用性については、最近の震源近傍での地震観測記録との整合性、日本電気協会での耐専スペクトルの見直し作業、さらに、他原発での適用例等も踏まえて再検討し、審査をやり直すべきである。

「敷地前面海域69km北傾斜ケース」(気象庁マグニチュードM7.9, 等価震源距離 $X_{eq}=20.4\text{km}$)に対する耐専スペクトルが申請時の基準地震動 $Ss-1$ (570ガル)を超えたために $Ss-1H$ が650ガルへ引き上げられた。ところが、敷地前面海域54km鉛直基本ケース(M7.7, $X_{eq}=14.4\text{km}$)および69km鉛直基本ケース(M7.9, $X_{eq}=15.5\text{km}$)については「耐専スペクトルの検証データがない範囲であり、内陸補正をしてもその他距離減衰式と大きくかい離する」(四国電力, 第156回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合資料1-1, p.15(2014.11.7))との理由で適用外にされている。これらは内陸補正をしない場合には伊方3号のクリフェッジ(855ガル)を超えるため、採用されなかつた可能性がある。このような配慮をしている限り、「規制当局への国民の信頼は回復されない」と認識すべきである。

たとえば、関西電力の高浜3, 4号では「FO-A-FO-B 断層 (M7.4, $X_{eq}=16.4\text{km}$: 傾斜角75度のケース)」および「FO-A-FO-B断層と熊川断層の連動 (M7.8, $X_{eq}=16.1\text{km}$ 程度 : 傾斜角75度のケース)」について耐専スペクトル(内陸補正なし)で評価している。これらは、伊方3号における敷地前面海域54kmおよび69kmの基本ケースと極めて接近しており、伊方3号の場合に耐専スペクトルを適用できないとする理由は成立たない。四国電力は「断層モデルによる評価結果や他の距離減衰式とのかい離があまりに大きいものについては、耐専スペクトルを適用することはできないと判断」したと主張しているが、かい離が大きいかどうかは判断の基準にならない。現に、関西電力の高浜3, 4号の場合、断層モデルによる地震動評価結果は耐専スペクトルの1/2-1/3にすぎず、大きくかい離しているが、そのまま適用し、基準地震動を引き上げている(関西電力, 第63回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合, 資料3-2(2013.12.25))。このかい離は断層モデルにおける地震動の過小評価を示唆しているのであって、耐専スペクトルが過大評価なのではない。原子力規制委員会は高浜3, 4号におけるこのような耐専スペクトルの適用について、「平成21年に旧原子力安全委員会で行われた『応答スペクトルに基づく地震動評価』に関する専門家との意見交換会において、耐専スペクトルの適用性の検討が行われ、それまでの国内外の震源近傍の観測記録による適用性が報告されています。これを踏まえ申請者は、FO-A-FO-B-熊川断層による地震の応答スペクトルに基づく地震動評価において、地震規模、震源距離等から、Noda et al.(2002)の方法を適用しています。」と高浜3, 4号審査書へのパブリックコメント回答（「考え方」2015.2.12）で記している。この考え方に基づけば、伊方3号における敷地前面海域54kmや69kmの基本ケースについても耐専スペクトルを適用するのが妥当だということになる。

さらに、原子力規制委員会、規制庁は、現在の耐専スペクトルには震源近傍の地震観測記録が反映されておらず、日本電気協会で見直し作業が進行中であると認識しており、本来であれば、改訂された耐専スペクトルを適用すべきはあるが、少なくとも、敷地前面海域54kmや69kmの基本ケースに対して現在の耐専スペクトルを適用すべきである。

また、耐専スペクトルは平均像を示すだけであり、偶然変動を無視している。たとえば、どの地震に対しても距離減衰式を求める際に通常は「倍半分」以上のバラツキが見られ、耐専スペクトルの内陸地殻内地震に関する元データを評価すれば「倍半分」をはるかに超えるばらつきが見られる。後者には震源特性や伝播経路特性の違いによるバラツキが含まれるとは言え、これらを除いた偶然変動の大きさは前者の「倍半分」程度だと考えられる。したがって、耐

専スペクトルに対して2倍の余裕を見込むのが保守的な評価と言え、これを考慮して基準地震動を作成し直すべきである。

[原子力規制委員会の考え方]

平成21年に旧原子力安全委員会で行われた「応答スペクトルに基づく地震動評価」に関する専門家との意見交換会において、Noda et al.(2002)の方法の適用性の検討が行われ、それまでの国内外の震源近傍の観測記録による適用性が報告されています。

申請者は、検討ケース毎にマグニチュードと等価震源距離との関係でNoda et al.(2002)の方法の極近距離からの乖離から適用性を吟味しています。断層長さ約54kmのケースは、鉛直断層については、Noda et al.(2002)の方法の極近距離から大きく乖離しているためNoda et al.(2002)の方法の適用範囲外ですが、北傾斜断層等のケースについては乖離が小さいため、Noda et al.(2002)の方法により評価を実施していることを審査で確認しています。Noda et al.(2002)の方法の適用性については、他の原発についても同様の視点で確認しています。

なお、今後新たな知見が得られた場合には、必要に応じて発電所の安全性への影響について検討することとなります。

(コメント)

昨年の市民団体との交渉で、原子力規制庁は「平成21年に旧原子力安全委員会で行われた『応答スペクトルに基づく地震動評価』に関する専門家との意見交換会」を知らなかった。市民団体から指摘されて初めて勉強し直したのであろうが、原子力規制庁はその意味を理解できていない。この「意見交換会」では、M7クラスの地震観測記録で「極近距離から大きく乖離している」でも耐専スペクトルがよく合っていることが確認されていたのである。「他の原発についても同様の視点で確認している」というが、高浜3, 4号では「極近距離から大きく乖離している」でも耐専スペクトルを適用している。これらを具体的に指摘しているにもかかわらず、原子力規制委員会は一切無視を決め込んでいる。また、「耐専スペクトルが最近の地震データに基づいて見直し中だ」というのは原子力規制庁の情報である。そこまでつかんでいながら、それにも一切触れないとは何事だろうか。「今後新たな知見が得られた場合には」と言い訳をしているが、現時点でも、すでに十分な知見がそろっているはずである。原子力規制庁はなぜその現実を見ようとしないのであろうか。

-<意見2>-----

「2004年北海道留萌支庁南部地震については、佐藤ほか (2013) でボーリング調査等による精度の高い地盤情報を基に基盤地震動が推定されており、これに不確かさを考慮した地震動を、震源を特定せず策定する地震動として採用した。」(p.18)とあるが、震源近傍における地震計設置不足を補う観点が欠落しており、また、地震観測記録がごく最近に限られているなど地震観測記録の時間的空間的限界を補う観点が欠落している。地震観測記録の不足をいかに補うべきかについて十分検討した上で審査をやり直すべきである。

留萌地震についていえば、最大の「不確かさ」は震源近傍に設置された地震計が少なく、また、震源を特定して策定する地震動においては検討されている破壊開始点の不確かさなどが検討されていない。この点では、(財)地域地盤環境研究所による解析結果を取り入れるべきである。同研究所は「震源を特定せず策定する地震動に関する計算業務報告書」(2011.3)の中で、北海道留萌支庁南部地震の再現モデルを構築し、断層最短距離15km 以内の仮想地表観測点での地震動を解析している。これは地震計の設置不足を補う解析と言える。この地震ではHKD020 地点の地表地震計で1,127 ガル(EW)、536 ガル(NS) の地震動が観測されているが、他の仮想地表観測点では約1,300 ガル(EW)、約1,700 ガル(NS) の地震動が解析されている。また、震源断層をそのままにして、破壊開始点やすべり角など破壊の不確かさを補う解析も行っている。その結果、アスペリティ下端中央から破壊が始まつた場合には、約2,000 ガル(EW)、約1,050 ガル(NS) の地震動が起こるとの解析結果が出されている。これらは仮想地表観測点での地震動評価結果であるため、解放基盤表面はぎとり波に換算しなければならないが、単純に比例計算すれば、川内原発の620 ガルの基準地震動Ss-2 が1.8 倍 (EW) の1,100 ガルにもなりうる。これは伊方3号のクリフエッジ (855ガル) を超えている。

また、原子力安全基盤機構JNESは「震源を特定しにくい地震による地震動の検討に関する報告書(平成16 年度)」(2005.6)の中で、国内地震データに合わせて独自の断層モデルを構築し、震源近傍の地震動評価を行っている。その結果、横ずれ断層によるM6.5の地震において、震源近傍の地震基盤 (せん断波速度Vs = 2600m/s) 表面で1,340.4ガルの地震動になるとしている。JNESは2014年3月に原子力規制庁に統合されており、原子力規制庁もこの事実を確認している。原子力規制庁は当初、「旧JNESが試算した地震動は、地震動評価の際に参考する基準地震動の超過確率が、どの程度の大きさの超過確率になるか確認する目的で、厳しいパラメータを設定して評価した結果であり、試算した地震動をそのまま震源を特定せず策定する地震動として用いるために試算したものでないことから、今回の評価では検討の対象にしていません。」(川内1・2号の審査書(案)パブコメ回答(「考え方」)、第23回原子力規制委員会資料1 (2014.9.10)) としていたが、2015年1月16日の市民団体との話合いの中で、北海道留萌支庁南部地震M6.1

の地震動とJNESによる縦ずれ断層M6.0ないしM6.5の地震動評価（最大値）が良くあつてることを認め、「JNESの断層モデルは厳しい条件を設定した現実離れした地震動評価ではなく、厳しいというのは言い過ぎであり、訂正すべきだ」という指摘に同意している。その結果、高浜3・4号の審査書(案)パブコメ回答（「考え方」）では「厳しい」という文字が削除され、1,340.4ガルの地震動を採用しない理由がなくなった。原子力規制庁は、1月16日の話し合いの際、さらに踏み込んで、「実際の発電所の評価などに適用すべきかどうか、地震のモデルとしての再現性という点で妥当かどうかを専門家も含めて改めて検討する必要がある。」と発言していた。その1ヶ月後に出されたパブコメ回答では、この発言について何も触れていないが、原子力規制委員会はJNESの断層モデルの再現性について専門家を含めて改めて検討すべきであり、1,340.4ガルの地震動を「震源を特定せず策定する地震動」による基準地震動として取り入れるべきである。そうすれば、伊方3号炉の855ガルのクリフエッジを大きく超えており、伊方3号炉の耐震安全性は保障されていないことになる。

[原子力規制委員会の考え方（その1）]

「震源を特定せず策定する地震動」では震源と活断層を関連づけることが困難な内陸地殻内地震について得られた震源近傍における観測記録を基に評価・策定されるものとしており、観測事実に基づいた地震動評価であり、断層モデルを介在させずに策定するものです。2004年北海道留萌支庁南部地震の知見を踏まえた地震動の評価に当たっては、地上で観測された記録から、地下構造の影響を考慮するためのはぎとり解析を行い、減衰定数を安全側に設定する等により、裕度をもって策定されていることを審査で確認しています。地震観測記録がごく最近に限られているのは、現在のような観測網が全国的に整備されたのが1995年兵庫県南部地震以降であることによります。なお、今後新たな知見が得られた場合には、必要に応じて発電所の安全性への影響について検討することとなります。

(コメント)

原子力規制委員会は「地震観測記録がごく最近に限られているのは、現在のような観測網が全国的に整備されたのが1995年兵庫県南部地震以降であることによります。」と認めながら、地震観測記録の不足を科学技術的に補う手段があるにもかかわらず、それを用いようとしていない。「なぜ用いないのか」と聞いていてもその説明がない！「今後新たな知見が得られた場合には、必要に応じて発電所の安全性への影響について検討することとなります。」と言うが、それでは遅いのではないか。それがフクシマの教訓ではないのか。

[原子力規制委員会の考え方（その2）]

震源を特定せず策定する地震動については、震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における観測記録を収集・検討し、原子力発電所の敷地の地盤物性に応じた応答スペクトルを設定して策定することを要求しています。

評価に当たっては、観測記録を収集し評価することを要求しています。旧独立行政法人原子力安全基盤機構が試算した地震動は、地震動評価の際に参照する基準地震動の超過確率が、どの程度の大きさの超過確率になるか確認する目的でパラメータを設定して評価した結果であり、試算した地震動をそのまま震源を特定せず策定する地震動として用いるために試算したものではないことから、検討の対象にしていません。

(コメント)

原子力規制庁は、2015年1月16日の市民団体との話し合いの場で、「実際の発電所の評価などに適用すべきかどうか、地震のモデルとしての再現性という点で妥当かどうかを専門家も含めて改めて検討する必要がある。」と発言していました。これについては今後も無視すると言うことであろうか。無責任すぎる！自らの発言には責任を持つべきであろう！

-<意見3>-—————

「本発電所敷地内で得られた地震観測記録のうち、比較的規模の大きい内陸地殻内地震により得られた地震観測記録の応答スペクトルとNoda et al. (2002) の方法により推定した応答スペクトルとの比をとって增幅特性の検討をした結果、顕著な増幅はない。」(p.11)としているが、振幅の大きな内陸地殻内地震に関する観測記録が存在し、それに基づいて增幅特性について判断したかのような印象を与えるため、記述を改めるべきである。

申請書類pp.6(3)-7-5-19~21に記載されているとおり、伊方原発敷地内地震観測記録のうち比較的振幅の大きな地震はすべて海洋プレート内地震であり、内陸地殻内地震について振幅の大きな記録は得られていない。「比較的規模の大きい内陸地殻内地震より得られた」振幅の小さな地震観測記録に基づいて振幅の大きな内陸地殻内地震に対しても「顕著な増幅はない」と断言したかのように読める。「振幅の比較的大きな内陸地殻内地震観測記録が存在しないため、そのような振幅の大きな内陸地殻内地震に対する増幅特性については判断できなかった。」と記述し直すべきである。

「本発電所敷地内で得られた地震観測記録を、地震波の到来方向別に比較検討した結果、增幅特性が異なるような傾向はない。」(p.11)としているが、この判断も、内陸地殻内地震の規模をM2程度にまで広げて検討した結果にすぎず、上記申請書類pp.6(3)-7-5-19~21でも「地震規模が小さく耐専スペクトルの適用範囲外であるため観測値と予測値との整合性が悪く断定的な評価はできない」としており、審査書案は踏み込みすぎている。少なくとも、「M2程度の地震観測記録に限ってみれば地震波の到来方向に增幅特性が異なる傾向は見られなかったが、観測地震波の地震規模が小さすぎるため断言はできない。」と記述し直すべきである。

[原子力規制委員会の考え方]

解釈別記2では、敷地及び敷地周辺の地下構造（深部・浅部）が地震動の伝播特性に与える影響を検討するため、敷地及び敷地周辺における地層の傾斜、断層及び褶曲構造等の地質構造を評価するとともに、地震基盤の位置及び形状、岩相・岩質の不均一性並びに地震波速度構造等の地下構造及び地盤の減衰特性を評価することを求めています。敷地内における弾性波探査、PS検層及びオフセットVSP探査結果、観測記録に基づく地震波の到来方向ごとの分析等により、地下深部までほぼ水平な反射面がみられること、褶曲構造は認められないことから、申請者が本発電所の速度構造は水平成層かつ均質と評価していること、S波速度約2.6km/sの堅固な岩盤が十分な拡がりと深さをもっていることから、標高+10mの位置に解放基盤表面が設定されていることを審査で確認しています。また、ご指摘の観測記録の振幅については、敷地地盤が硬いためにNoda et al.(2002)の方法による評価値よりも小さいですが、明瞭な記録が得られており、増幅特性の検討には支障がないことを審査で確認しています。

(コメント)

観測記録の振幅は震源特性に大きく依存し、M2程度の地震とM7クラス以上の地震とでは震源特性が大きく異なる可能性がある。また、M7クラス以上の地震で非常に大きな地震波が伝播する場合には、伝播経路自身が非線形特性を示すため、増幅特性が異なってくる。これを無視して微小地震観測から増幅特性を推測するのは危険である。原子力規制委員会は四国電力よりも踏み込んで誤った判断を下したのではないだろうか。

-<意見4>-----

「f. 断層モデルを用いた手法による地震動評価における震源特性パラメータのうち、地震モーメントについては、壇ほか(2011)の手法を基本として、断層面積等から求めた。断層長さ約480km及び約130kmについては、Fujii and Matsu'ura(2000)の手法、断層長さ約54kmについては、入倉・三宅(2001)の手法でも設定した。」(p.15)としているが、これらの断層モデルの間に深刻な食い違いが含まれており、断層モデルのレシピを国内地震観測記録に沿って抜本的に再構築してから適用すべきであり、審査を抜本的にやり直すべきである。

たとえば、四国電力は「480kmと130kmモデルでは、Fujii and Matsu'ura(2000)から設定した地震規模の方が保守的となっている。逆に54kmモデルでは、入倉・三宅(2001)よりも壇・他(2011)の方が保守的である。本検討では、同一の断層に対して異なる長さの地震動を評価するため、壇・他(2011)を基本とし、スケーリング則の違いを不確かさとして評価することは適切と考える。」(四国電力「伊方発電所 中央構造線断層帯 地震動評価と基準地震動の策定 (コメント回答)」第138回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合、資料4, p.41(2014.9.12)) しているが、これら3つの断層モデルにおける違いは回帰した地震データの違いにある。

Fujii-Matsu'ura(2000)や壇ほか(2011)では、中規模の飽和断層に関する地震データは国内の地震データを用いている。具体的に言えば、武村(1998)は佐藤編著による「日本の地震断層パラメータ・ハンドブック」(1989)で体系的に整理された国内地震データのうち33の内陸地殻内地震を用いてS-M0関係式を導いており、Fujii-Matsu'ura(2000)や壇ほか(2011)も中規模地震についてはこれを用いている。ただし、長大な断層による地震データについては、Fujii-Matsu'ura(2000)はScholz(2002)の地震データを用い、壇ほか(2011)はMurotani et al.(2010)の地震データを用いている。他方、入倉・三宅(2001)は、(a) Somerville et al.(1999)による15地震(米カリフォルニア10地震、米アイダホ1地震、カナダ2地震、イラン1地震、日本1地震で、ほとんどが北米大陸の地震)、(b) Miyakoshi(2001 私信)のデータセット、および(c)Wells and Coppersmith(1994)による244地震(半数近くは米の地震、1割程度が日本の地震)の3種類の地震データを用いている。これら(a)～(c)のデータ数は多いが、M6.8程度以上の飽和断層に関するデータの大半は(c)のデータである。入倉・三宅(2001)自身が述べているように、この北米中心のデータにおける震源断層の幅は16.6kmであり、武村の用いた国内地震データの断層幅13kmより広い。断層長さと地震規模の関係式はいずれの地震データにおいても大差がないことから、主な違いは断層幅にある。つまり、同一の断層長さまたは地震規模でも、北米中心のデータでは、国内データと比べて、より広い断層幅、したがってより広い断層面積になっている。逆に言えば、同じ断層面積に対して、入倉・三宅(2001)の手法では武村(1998)の手法、したがって、Fujii-Matsu'ura(2000)や壇ほか(2011)より地震規模がかなり小さくなるのである。

四国電力および原子力規制委員会・原子力規制庁は、敷地前面海域54kmの同じ震源断層に対して地震モーメントの評価結果が、壇ほか(2011)やFujii-Matsu'ura(2000)の手法と入倉・三宅(2001)の手法とで大きく食い違うという事実を認めながら、その原因が元データの違いにあることについて触れるのを一貫して避けている。断層面積Sと地震規模

Mo（地震モーメント）の関係式を導くための基礎データが違うのであるから、結果として得られるS-Mo関係式に大きな食い違いがあるのは避けられない。国内の震源断層に対する地震動評価は国内の地震データに基づいて構築された断層モデルによるべきである。でなければ、断層幅が狭く、断層面積の小さい国内の震源断層から発せられる地震動を過小評価することになる。断層モデルの抱えている、この根本問題について、原子力規制委員会・原子力規制庁として改めて十分検討すべきであり、その検討結果に基づいて、伊方3号だけでなく、川内1・2号や高浜3・4号など他の原発についても審査をやり直すべきである。

【原子力規制委員会の考え方】

申請者は、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）を検討用地震として選定し、壇ほか（2011）や地震調査研究推進本部地震調査委員会による「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（2009）」（以下「レシピ」という。）に基づき震源モデル及び震源特性パラメータを設定し、応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価を実施しています。また、地震動評価に影響が大きいと考えられるパラメータの不確かさを考慮し、更に必要に応じて不確かさを組み合わせた評価を行っています。

審査の過程において、規制委員会は、当該断層群が長大であるため、部分破壊も考慮するとともに、スケーリング則の適用性に関する検討を求め、申請者は次のように示しています。部分破壊については、断層長さ約130km及び約54kmを断層長さ約480kmケースに加えて基本震源モデルとして設定しています。スケーリング則については、部分破壊を含めて適用可能かつ同一基準で評価できる点から、壇ほか（2011）の手法を基本としています。また、スケーリング則の適用性を検討して、断層長さ約480km及び約130kmについては、Fujii and Matsu'ura(2000)の手法、断層長さ約54kmについては、レシピに基づき入倉・三宅(2001)の手法をそれぞれ選択・適用した評価を行っています。なお、壇ほか（2011）及びFujii and Matsu'ura(2000)における関係式は、地震モーメントと断層面積などの理論的関係式に数値実験で得られた係数を採用したものです。

（コメント）

「地震モーメントと断層面積などの理論的関係式に数値実験で得られた係数を採用したもの」だと説明していること自体が問題である。この回答を書いた担当者は、壇ほか（2011）、Fujii and Matsu'ura(2000)および入倉・三宅（2001）の原論文を全く理解しておらず、おそらく読んでもいないのであろう。これらはいずれも「地震モーメントと断層面積などの理論的関係式」に地震データを当てはめて理論的関係式の係数を求める。入倉・三宅(2001)はスケーリング則から理論的関係式の構造を定めており、数値実験は行っていない。数値実験（シミュレーション解析）を行っているのは、壇ほか（2011）とFujii and Matsu'ura(2000)だが、これは理論的関係式の構造を導出するためであって、その係数を求めるためではない。係数を求める際には地震データに理論式を当てはめている。問題はどの地震データに当てはめるかによって、係数が全く異なるということである。

原子力規制委員会はこの基本を全く理解していない。こんな低レベルの知識で地震動解析の審査を行っていることが、今回の「考え方」で図らずも暴露されたと言える。これは実に恐ろしいことだ！

-<意見5>-----

「f. 断層モデルを用いた手法による地震動評価における震源特性パラメータのうち、地震モーメントについては、壇ほか(2011)の手法を基本として、断層面積等から求めた。・・・また、壇ほか(2011)の手法では、平均応力降下量は3.4MPa、アスペリティの応力降下量は12.2MPaとした。」(pp.15-16)としているが、四国電力は壇ほか(2011)の適用法を間違っており、審査をやり直すべきである。

壇ほか(2011)の用いたS-Mo関係式 $Mo=\Delta\sigma SW_{max}/c$, $c=0.5+2exp(-L/W_{max})$ における断層平均応力降下量 $\Delta\sigma$ の設定根拠はIrie et al.(2010)による断層幅 W_{max} を15kmと設定して行った動力学的断層破壊シミュレーション結果である。壇ほか(2011)は、これをそのまま、国内9地震と海外の長大断層による13地震の計22の地震データに適用し、得られた22個の平均動的応力降下量の幾何平均を取って、 $\Delta\sigma=3.4MPa$ としている。しかし、480kmモデルでは断層幅が12.7kmとかなり小さく、右横ずれ断層の367kmに限れば12.2kmと一層小さくなる。このため、本来なら断層幅をこのように狭くしてシミュレーション実験をやり直した結果を用いるべきだが、シミュレーション結果（cとL/Wmaxの関係）がそれほど変わらないと仮定して、 $W_{max}=15km$, $\Delta\sigma=3.4MPa$ として得られる壇ほか(2011)のS-Mo関係式 $Mo=3.4\times15S/(0.5+2exp(-S/15/15))$ にほぼ合うように、 $W_{max}=12km$ として $\Delta\sigma$ を求め直すと、3.4MPaから4.3MPaに大きくしなければならない。ところが、四国電力が行ったように、断層平均応力降下量を3.4MPaとしたまま、断層幅だけを12.7kmに変え、 $Mo=3.4\times12.7S/(0.5+2exp(-S/12.7/12.7))$ として地震モーメントを求めるとき、壇らの関係式に断層面積を代入して得られる6.25E+20Nmではなく、5.30E+20Nmと小さくなってしまう（審査書（案）では「断層面積等から求めた」とあるが、正確には「断層面積と断層幅から求めた」である。）。断層幅と $\Delta\sigma$ の値はセットであり、断層幅だけを変えて適用する、このような適用法は明らかに間違っている。断層幅を480kmモデルの12.7km（うち367km部分は12.2km）とするのであれば、断層幅12km程度に対応させて、応力降下量も4.3MPa程度へ引き上げるべきである。このように、四国電力が壇ほか(2011)の手法を誤って適用

し、応力降下量を3.4MPaと小さく設定していることについて事実関係を認め、審査をやり直すべきである。また、壇ほか(2011)は22の地震データに適用して得られる平均動的応力降下量の平均を求める際に「幾何平均」を用いているが、「算術平均」を取るべきであり、そうすれば3.4MPaではなく、4.3MPaになる。この応力降下量が断層幅15kmに対する応力降下量だとすれば、壇ほか(2011)のS-Mo関係式は $Mo=4.3\times 15S / (0.5+2\exp(-S/15/15))$ になるべきである。ここから断層幅を12kmなどへ短くする場合には応力降下量をさらに大きく設定し直さなければならない。この点も含めて、審査をやり直すべきである。

[原子力規制委員会の考え方]

壇ほか(2011)で提案されている設定方法に仮定されている断層形状・断層幅とその適用性については、断層モデルの設定において、壇ほか(2011)で設定されるパラメータ等は断層幅が15kmとは異なるとしても、基本震源モデルによる設定値に大きな影響がなく、地震動評価上、応答スペクトルにほとんど差が出ないことを審査で確認しています。また、壇ほか(2011)の手法における平均応力降下量とアスペリティの応力降下量は、先駆的に定めていることが特徴であるとされており、既定値として与えることを提案しているものです。申請者は地震動評価における不確かさとして、アスペリティの応力降下量を20MPaとした場合を評価しており、保守的な地震動評価となっていることを審査で確認しています。

(コメント)

原子力規制委員会は「断層幅が15kmとは異なるとしても、基本震源モデルによる設定値に大きな影響がなく、地震動評価上、応答スペクトルにほとんど差が出ない」と主張しているが、断層幅が15kmと12km程度とでは断層面積が大きく異なる。より小さな断層面積から同じ地震エネルギーが発生することを考慮すれば、より大きな地震動が発生するのが自然である。壇ほか(2011)の元になったIrie et al.(2010)では断層幅15kmでシミュレーション解析をしており、そこから得られた震源パラメータ間の構造式を断層幅12km程度の地震データに当てはめたのが壇ほか(2011)であり、これをそのまま採用したのが四国電力である。断層幅と応力降下量は一体の関係であり、断層幅だけを15kmから12kmに変えて応力降下量を変えずに構造式を用いると地震モーメントは過小評価される。この問題点を地震データに則して具体的に指摘したにもかかわらず、この指摘自体を原子力規制委員会・規制庁は理解できなかったのであろう。おそらく、原論文を理解せず、読んでもいないからであろう。こんな「審査」でいいのだろうか？