

平成28年(ワ)289号 伊方原発運転差止等請求事件 外

原告 〇〇〇〇 外

被告 四国電力株式会社

準備書面48

(震源を特定して策定する基準地震動要約)

広島地方裁判所 民事第2部 御中

令和4年3月 7日

原告ら訴訟代理人弁護士	能	勢	顯	男		
同	弁護士	胡	田	敢		
同	弁護士	前	川	哲	明	
同	弁護士	竹	森	雅	泰	
同	弁護士	橋	本	貴	司	
同	弁護士	村	上	朋	矢	
同	弁護士	松	岡	幸	輝	
同	弁護士	河	合	弘	之	

外

第1 内陸地殻内地震，基準地震動の評価

1 応答スペクトルに基づく地震動評価について

応答スペクトルに基づく地震動評価において，被告は，解析ケースとして，480km，130km，54kmのケースに69kmケースを加え，これに不確かさを考慮して，①54km鉛直，②54km北傾斜，③69km鉛直，④69km北傾斜，⑤130km鉛直，⑥130km北傾斜，⑦480km鉛直，⑧480km北傾斜の8ケースを解析している。解析の手法としては，上②④⑥～⑧については耐専式を，①③⑤については，耐専式を排除してその他の距離減衰式を適用している。

(1) ばらつきの問題について

ア 松田式のばらつきについて

応答スペクトルに基づく地震動評価に際して，被告は，まず，地震規模を松田式によって断層の長さから算出しているが，松田式自体大まかな傾向を数式にしたものにすぎず，ばらつきが大きい。

イ 応答スペクトル手法に基づく地震動評価のばらつきについて

応答スペクトル手法に基づく地震動評価は，過去の地震で観測された地震規模・震源距離等のデータを分析して帰納的に周期ごとの加速度が算出できる計算式を作り，この計算式に将来発生することを想定する地震の地震規模・震源距離等を代入し地震動を求める手法であるが，それ自体に倍半分程度のばらつきが内在している。

ウ 小括

そのため，応答スペクトル手法に基づく地震動評価には，ア，イの二つのばらつきの問題があるから，基準地震動の策定に際しては，少なくとも，2倍程度のばらつきを考慮すべきである。しかし，被告は，基準地震動の策定に際して，それらのばらつきを考慮しておらず，原子力規制委員会もそのばらつきの問題を審査しなかったのは，地震ガイド3.2.3(2)項，3.3(1)項，基準規則4条3項に適合しない。

(2)耐専式の排除について

ア 耐専式排除の理由について

被告は、前述の①③⑤のケースにおいて、耐専式を排除しているが、その理由として、震源距離が近く、耐専スペクトルの検証データが少ない範囲であること、内陸補正をしてもその他の9つの距離減衰式との乖離が大きいこと、断層モデルの数値との対比等を挙げている。ちなみに耐専式を①に適用すると約750ガル、③に適用すると約900ガル、⑤に適用すると約750ガル、の数値となる。

イ 極近距離の耐震式の適用結果は、近年の観測結果とも整合すること

耐専式の適用結果は、2000年鳥取県西部地震(M7.3)における賀祥ダム(等価震源距離6km)での観測記録や、トルコ・コジャエリ地震におけるSAKARYA観測点(M8.1 等価震源距離22km)での観測記録とかなりよく整合し(甲B61・27頁)、台湾集集地震におけるTCU071観測点での観測記録とも十分整合する(甲B66(乙136)・10頁)。

ウ 耐専式以外の他の距離減衰式について

耐専式以外の他の距離減衰式は、震源断層の不均一さを表現できないモデルが多いこと、近時の極近距離の地震観測データと対比すると過小評価になっている可能性があること、ばらつきが大きいといった欠点もある。

エ 小括

応答スペクトルに基づく手法は、耐専式をはじめとする様々な手法があるが、それぞれ長所・短所を有している。そのため、単純に多くの手法の数値が一致するか否か、という対比でその採否を決するのではなく、実際の観測データとも対比して明らかに観測値との乖離が大きく適用できないといった事情がない限りは、安全の観点からは、大きい方の数値を採用すべきであるし、断層モデルとの対比も同様である。①③⑤において、被告が耐専式を排除し、原子力規制委員会もそれを是認したのは、地震ガイド3.3.1(1)

①1), 基準規則4条3項に適合しない。

2 断層モデルを用いた手法による地震動評価について

(1) ばらつき, 距離減衰の問題について

ア スケーリング則のばらつきについて

被告は, スケーリング則に「壇他」, 「Fujii&Matsuura」, 「入倉三宅」を用いている。これらのスケールリング則は, いずれも, 震源断層の面積と地震モーメントとの関係や, 地震モーメントと短周期レベルとの関係など, 主要な部分に経験式が用いられているが, それらの経験式は過去の観測データの回帰により求められている。

当然, 元になった過去の観測データ自体には, 大きなばらつきが存在していることから, スケーリング則にもばらつきは必然的に内在する。

イ 経験的グリーン関数について

被告は, 中央構造線断層帯から発生する内陸地殻内地震とはまったく性質が異なる, スラブ内地震1つだけを要素地震として採用しているが, もともと距離も性質も異なる地震によって, 適正に減衰できるのか疑義がある。

ウ 小括

被告は, 断層モデルを用いた手法による地震動評価に際して, スケーリング則のばらつきを考慮せず, 原子力規制委員会もそのばらつきの問題を審査しなかったのは, 地震ガイド3. 2. 3 (2) 項, 基準規則4条3項に適合せず, 距離減衰に際して, スラブ内地震1つのみを要素地震として経験的グリーン関数を適用したのは, 地震ガイド3. 3. 2 (1) 項, 基準規則4条3項に適合しない。

(2) 震源特性パラメータの設定について

ア 「壇他」について

(ア) 「壇他」のパラメータの特徴について

「壇他」のパラメータは, 日本の9地震と海外の13地震のデータ(甲

B72・2045頁表1)等の統計に基づいて作られている。そして、統計等により、平均的応力降下量を一律34bar,アスペリティ応力降下量を一律122barと固定した上で、パラメータを設定しているのが特徴である。

(イ) 海外データの利用について

日本における内陸地殻内地震と海外（特に北米大陸）の内陸地殻内地震とを対比すると、「同じ地震モーメントに対して、アスペリティで占められている面積はほぼ等しいが、日本の地震の破壊面積は小さく、平均すべり量は大きい」とされ、その性質に差異がある。

(ウ) 検証されていないこと

「壇他」を初めとする長大な横ずれ断層に対する強震動評価の現時点での体系は、仮定が多く、実際の強震記録によって検証されていない。少なくとも、日本では、内陸の長大断層から発生した地震による強震記録は全く存在しない。

(エ) 応力降下量について

「壇他」に引用されている Irie et al. (2010)では、 W_{max} （断層幅）=15kmと仮定してシミュレーションにより各地震の平均動的応力降下量が算出されている。

しかし、「壇他」で用いられている $W=(15/18)W_{rup}$ という関係式からは、国内9地震の平均断層幅は12kmとなるが、平均動的応力降下量と W_{max} は反比例する関係にあることから、平均応力降下量は43barとしなければ壇他(2011)のスケーリング則と矛盾することとなる。

国内地震用の平均動的応力降下量4.3MPaとアスペリティ面積比22%を採用すると、アスペリティ動的応力降下量 $\Delta\sigma_a=4.3/1.22=19.5MPa$ となり、基準地震動の評価に当たっては、

基本ケースとして少なくともこの程度の値を考えるべきである。しかし、被告は「壇他」により 12.2 MPa を採用している。

(オ) 平均すべり量の問題について

「壇他」では、長大断層について平均すべり量はほぼ 300 cm で一定になる旨の結論を導くことになっており、本件では、 2.62 メートル程度しか考慮がされていない(甲B72・2048頁)。しかし、平均すべり量は、断層が連動しても変わらないという考え方と、断層の連動が長くなれば大きくなるという考え方があり、中央構造線活断層帯がそのどちらなのかは明確ではない(甲B26)。どちらの見解もあり得る以上は、認識論的不確定性の問題として、より大きな地震動評価をもたらす方法が採用されなければならない。そして、平均すべり量が低く見積もられると、地震モーメントに対する評価も過小になる。

(カ) まとめ

「壇他」には、(イ)～(オ)のような問題があり、そのまま適用することには問題がある。

イ Fujii&Matsuura について

(ア) 応力降下量について

「Fujii&Matsuura」を適用する際、被告は平均応力降下量を 3.1 MPa 、アスペリティ応力降下量を 14.4 MPa を固定するスケーリング則を用いている。

しかし、その数値は $W=15\text{ km}$ と設定する等、いくつかの不適切な条件下で導出された値であり、国内9地震の平均断層幅 12.0 km とも、本件原発の「 $480\text{ km}\cdot 90$ 度」の基本ケースの平均断層幅 12.2 km とも異なっているため、前述の「壇他」と同様に、平均応力降下量の過小評価の問題が生ずる。

(イ) 検証を経ていないこと

Fujii&Matsuuraも、長大断層について、十分な検証を経ておらず、その信頼性は確認されていないという点は、「壇他」と同様である。

ウ 入倉・三宅について

入倉他を事前予測に用いるときは、正確に震源断層を設定をすることが困難であることから、過小評価のおそれがある旨指摘されている。

その解消手段として、専門家の中には、地震発生層の上端・下端等の数値を余裕を持って設定すべきという意見、推本のレシピも、「レシピ(ア)」ではなく、「レシピ(イ)」または震源断層を少し修正する「レシピ(イ)」の地震動評価を行うべきである、という意見がある。

しかし、被告は、そのような考慮をしていない。

エ 小括

よって、被告の震源特性パラメータの設定、地震動評価には問題があり、原子力規制委員会もそれらの点を看過したのは、地震ガイド3.2.3(2)項、基準規則4条3項に適合しない。

(3) 不確かさの考慮について

被告は、不確かさの考慮として、基本ケースのほかに①傾斜角、②アスペリティ位置、③破壊伝播速度、④応力降下量、の4つの要素を単独で考慮している。

ア アスペリティ応力降下量について

被告は、アスペリティ応力降下量の不確かさ考慮として、1.5倍若しくは20MPaのいずれか大きい方という基準を用いている。

藤原広行氏は、アスペリティ応力降下量に係る不確かさの考慮について、1.5倍若しくは25MPaのいずれか大きいほうを採用するという考え方を提案している(甲B149)。

更に、新潟県中越沖地震のアスペリティ応力降下量については、23.7MPaとする知見も示されている。

よって、不確かさの考慮としては、基本ケースの1.5倍又は2.5MPaという数値を取るべきであり、基本ケースのアスペリティ応力降下量を約20MPaとすべきであるとする、不確かさの考慮としては、その1.5倍の約30MPa程度を前提とすべきことになる。アスペリティ応力降下量を約30MPaとすると、それだけで、地震動は870ガル程度となる。

イ アスペリティの位置について

被告は、480km等の長大な断層のケースにおいて、アスペリティ（SMGA）の配置を、区分したセグメントごとにほぼ均一に配置したケースしか取り上げていない。しかし、実際の長大な震源断層の地震の場合には、なんらかの片寄りがあることが多い。

アスペリティの位置を地震発生前に確定させることは極めて困難であるため、原子力発電所のような重要施設の基準地震動の策定においては、アスペリティを断層面の発電所に近い部分に偏在させたケースは当然考慮すべきである。

ウ 重畳考慮について

専門家の中にも不確かさを重ね合わせて考える必要があるとの意見があること、特に①傾斜角（北傾斜）については、不確かさではなく基本モデルにも織り込むべき内容であること、②アスペリティ平面位置は、敷地前面に存在しないという知見自体が明確ではないこと、③破壊伝播速度も平均値の知見はあっても、それ以上の数値が出る地質学的根拠が被告主張からは明確ではないこと、特にこれらについては、重畳的に考慮されるべきである。

エ 小括

被告による不確かさの考慮に関する評価及び原子力規制委員会の審査は、アスペリティ応力降下量の設定、アスペリティの位置の設定の点において、地震ガイド3.3.3(2)①1)、基準規則4条3項に適合せず、不確かさの組み合わせをしていない点で、地震ガイド3.3.3(2)②1)、基準規

則4条3項に適合しない。

第2 プレート間地震について

1 被告の評価について

被告は、プレート間地震については、検討用地震として、南海トラフM9.0の巨大地震を選定し、応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルに基づく手法で地震動評価を行っている。

(1) 応答スペクトルに基づく地震動評価について

被告は、地震規模をMw8.3とし、耐専式により最大加速度約100ガルを算出している。

2012年内閣府検討会が、2011年東北地方太平洋地震において距離減衰式から求められる、地震規模であるパラメーターをMwは8.2～8.3程度であるとしているのは、断層最短距離を用いる距離減衰式である司・翠川(1999)を用いて解析した結果である(乙161, 3頁)。

海溝型巨大地震の地震動距離減衰特性については、断層最短距離を用いる場合、Mw9クラスの東北地震による地震動最大値の強さはMw8クラスのそれと同程度であり、Mwに対する飽和現象が見られるが、等価震源距離を用いる場合、同様な現象は確認できない、との研究があることから、等価震源距離を用いる耐専式において、地震規模をMw8.3として地震動を策定するのは誤っている。

被告が、耐専式を用いるに際して、Mwに対する飽和現象を前提として地震規模Mw8.3というパラメータ設定をし、原子力規制委員会もこれを認めたのは、地震ガイド3.3.2(1)項①、規則の解釈第4条別記2、基準規則4条3項に適合しない。

(2) 他のプレート間地震の観測値と対比して過小であること

被告は、断層モデルに基づく手法で最大加速度約180ガルを算出している。平成23年3月11日発生した東北地方太平洋沖地震のMwは9.0であっ

たが、原子力発電所におけるはざとり波は、女川原発で636ガル(東西方向)、福島第一原発で675ガル(東西方向)であった。

内閣府検討会の想定する南海トラフ巨大地震における、震源断層面から伊方原発敷地までの断層最短距離は、35kmである(甲B90, 51頁参照)のに対し、東北地方太平洋沖地震における太平洋プレート上面から福島第1原発、女川原発までの距離が約60kmであるから、震源断層面から伊方原発敷地までの断層最短距離は、太平洋プレート上面から福島第1原発、女川原発までの距離の約5分の3となる。地震動は、概算で距離の二乗に反比例するから、距離が5分の3であれば、地震動は概ね2.77倍となる。

被告は、震源特性、伝播特性を主張するが、南海トラフのプレート間地震の近代的な地震動観測記録は皆無であり、いわゆる平均値を算出する地震動評価では、安全性を担保できない。

(3) SPGAモデルについて

野津氏は、内閣府のSMGAモデルを出発点とし、伊方原発からプレート境界までの距離を被告の主張に合わせて41kmと仮定して、東北地方太平洋沖地震の再現に成功したSPGAの中で最も強力なSPGA4を伊方原発直下に配置する等したところ、最大加速度は約1900ガル、最大速度は約138cm/sになると算出している(計算の詳細は甲98野津意見書28頁参照)。

原子力発電所の基準地震動の策定に際しては、保守的な評価も適用されるべきである。

第3 海洋プレート内地震について

1 被告の評価について

被告は、海洋プレート内地震の震源モデルとしては、1649安芸・伊予の地震(M6.9)を検討用地震としつつ、敷地真下にM7.0を仮定した地震動評価を行い、不確かさの考慮として①芸予地震の知見を反映したモデル(アスペリティの位置、傾斜角55度)、②アスペリティを断層上端に配置、③M7.2、

④共益断層の考慮（M7.4）をあげている。

そして、応答スペクトルに基づく地震動評価では、④で約200ガル、断層モデルを用いた手法による地震動評価では、④で約300ガルの数字を算出している。

2 地震規模について

地震規模は、推本に記載されているM8.0程度までは、少なくとも想定すべきであり、そこまで想定しなかった被告の評価及びこれを看過した原子力規制委員会の審査は、地震ガイド3.2.3(3)、基準規則4条3項に適合しない。

3 他の原発との対比

東北電力は、女川原発の基準地震動評価に際して、海洋プレート内地震（スラブ内地震）の地震規模M7.5、地震動1000ガルという数字を算出している。

伊方原発からフィリピン海プレートまでの距離は、女川原発から太平洋プレートまでの距離よりも短く（スラブ内地震の場合、東北電力は、女川原発からの等価震源距離は72km、被告は、伊方原発からの等価震源距離を46～48kmとしている）、震源特性、伝播特性を考慮しても、同種の地震でありながら、女川原発の地震動評価の1/3以下の数字にしかならないのは、不合理である。