

で、その結果を総合的に評価し、活断層の位置、形状、活動性等を明らかにしていることから、設置許可基準規則解釈別記2に適合することを確認した（乙14の2）。

(4) 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の評価

抗告人は、本件各原子力発電所周辺の地域特性（「震源特性」、「伝播特性」、「地盤の増幅特性（サイト特性）」）を踏まえ、各検討用地震（FO-A～FO-B～熊川断層による地震、及び上林川断層による地震）について、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の評価として、「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基づく地震動評価」を行った。

ア 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」は、地震の規模と震源から敷地までの距離との関係式から地震が発生したときの敷地における地震動の応答スペクトルを求める手法により行う地震動評価である。

(ア) 「耐専式」について

a 設置許可基準規則等

設置許可基準規則解釈は、検討用地震ごとに、適切な手法を用いて応答スペクトルを評価のうえ、それらを基に設計用応答スペクトルを設定し、これに対して、地震の規模及び震源距離等に基づき地震動の継続時間及び振幅包絡線の経時的変化等の地震動特性を適切に考慮して地震動評価を行うことを求めている（同規則解釈別記2第4条5項2号④i））。

この点について、「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」（地震ガイド）は、①応答スペクトルに基づく地震動評価における経験式（距離減衰式）の選定について、用いられている地震記録の地震規模、震源距離等から、適用条件、適用範囲について検討した上で、経験式（距離減衰式）が適切に選定されていること、及び、適切なパラメータを設定し、震源断層の拡がりや不均質性等が適切

に考慮されていること、②地盤の増幅特性（サイト特性）の評価について、距離減衰式の特徴を踏まえて適切に評価されていることを求めている（I 3.3.1 (1)）。

b 抗告人の対応（乙76）

(a) 「耐専式」の採用

① 設置許可基準規則等の要求事項を踏まえ、抗告人は、応答スペクトルに基づく地震動評価において必要となる距離減衰式（地震の規模と震源からの距離との関係から地震動の大きさを経験的に求める手法）について、「岩盤における設計用地震動評価手法（耐専スペクトル）について」（甲60）における「耐専式」を用いることとした。

② 耐専式は、日本電気協会の原子力発電耐震専門部会で審議され、取りまとめられた式であり、本件各原子力発電所敷地地盤と同様の岩盤上の20年間の地震記録（水平成分214個、上下成分107個）を統計的に分析すること（回帰分析）により得られた算定式である。

③ 耐専式は、上記部会において、平成11年に策定されて以降、観測データを用いて適用性の検証、確認が継続的に行われている。

また、独立行政法人原子力安全基盤機構においても、「平成18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 活断層及び地震動特性に関する調査・解析に係る報告書」（乙156）において、平成18年に発生した地震の観測記録と耐専式による評価結果との比較によってその適用性が確認されるなど、耐専式は、実際に発生した地震によりその適用性が確認された、信頼性を有する地震動評価手法である。

なお、日本電気協会による最新の「原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601-2015）」（乙244、以下「JEAG4601-2015」という。）は、「新規制基準との整合や2007年新潟県中越沖地震及び2011年東北地方太平洋沖地震等から得られ

た知見等を反映して」(乙244, 『原子力発電所耐震設計技術指針』について) 改定されているが, この改訂後のJEAG4601-2015においても, 耐専式の見直しはなされておらず(乙244, 乙245), 平成23年東北地方太平洋沖地震や福島第一原子力発電所事故を経ても, 耐専式が信頼性を認められていることが示されている。

④ 耐専式は, 地震の規模(マグニチュード,  $M$ ), 等価震源距離( $X_{eq}$ )及び評価地点の地盤のP波速度・S波速度から, 評価地点の水平方向及び鉛直方向の地震動の応答スペクトルを評価するものである。

耐専式では, 地震の規模と等価震源距離が与えられると, 特定の8つの周期に対する応答値が算定され, 8つの周期とその周期に対する応答値を, 横軸に周期をとったグラフ上に書き出し, それら8つの点を線で結ぶことにより, 応答スペクトルが求められる。

上記応答スペクトルに, 評価地点の地盤のP波速度・S波速度を考慮して地盤増幅率を乗じることで, 評価地点の岩盤の固さに応じた応答スペクトルに補正される。すなわち, 耐専式で地震動を評価する際には, 評価地点の地域性を踏まえて地震動評価を行うことが予定されている。

⑤ 耐専式では, 震源から敷地までの距離として等価震源距離を用いている。等価震源距離とは, 震源断層面の各部から放出され敷地に到達する地震波のエネルギーの総計が, 特定の1点(点震源)から放出されたものと仮定した場合に到達するエネルギーと等しくなるときの点震源から敷地までの距離をいう。実際は広がりをもった震源断層面から放出された地震波を, ある1つの震源(点震源)から放出されるものと仮想することにより, 等価震源距離という1つの数値の中で, 震源断層面の広がりやアスペリティ分布の効果をも考慮することができる。

⑥ 耐専式においては, その開発に当たって基礎とされた地震観測記録群に, 等価震源距離が「極近距離」よりも著しく短い場合のデータは含まれていない。

また、等価震源距離が「極近距離」より著しく短い場合は、等価震源距離が短くなるにつれて、実際の地震動に比べて大きな評価結果が得られる傾向があるとされている。そのため、耐専式を用いることが適当ではない場合がある。

これを本件各原子力発電所の地震動評価についてみると、上林川断層は「極近距離」以上の等価震源距離がある一方、FO-A～FO-B～熊川断層は「極近距離」より若干短く（乙139）、大きな評価結果になる可能性があった（乙98の2、「大飯発電所地震動評価について」）。

しかし、抗告人は、「極近距離」からの乖離の程度が小さいこともあり、保守的に評価する観点から、上林川断層のみならず、FO-A～FO-B～熊川断層についても耐専式を適用することとした（乙139）。

そして、本件各原子力発電所敷地においては、地表面付近にS波速度2.2 km/s程度の硬質な岩盤が広がっており、原子炉格納施設直下に解放基盤表面を設定していることから、耐専式で用意されているS波速度2.2 km/sの場合の評価方法を用いることとした。

⑦ 耐専式は、評価地点の地盤のP波速度・S波速度を考慮して地盤増幅率を乗じることで、評価地点の岩盤の固さに応じた応答スペクトルに補正されるようになっており、評価地点の地域性を踏まえて地震動評価を行うことが予定されている。

抗告人は、地盤の増幅特性（サイト特性）について、上記調査に基づいて、本件各原子力発電所敷地の解放基盤表面のP波速度及びS波速度をそれぞれ約4300 m/s、約2200 m/sと評価するとともに、地震波の局所的な集中を生じさせるような特異な地下の速度構造がなく、耐専式で得られる評価結果を補正する必要がないことを確認した。

抗告人は、伝播特性について、上記調査に基づいて、影響の大きい幾何減衰には地域性がなく、また、内部減衰に関する本件各原子力発電所敷地周辺を含む若

狭湾付近の媒質（岩石等）に固有の値（Q値）は、既往の研究成果から50 f と、国内における平均的な値であったことから、耐専式で得られる評価結果を補正する必要がないことを確認した。

(b) 条件設定

① 地震の規模

抗告人は、地震の規模（マグニチュード，M）は、詳細な調査に基づいて断層の長さを把握した上で、断層の長さから地震の規模を導き出す関係式（後記松田式）に長さの値を入力して評価した。

抗告人は、前記のとおり、断層の長さについて、起こりうる不確かさを織り込んで保守的に評価した上、地震の規模を評価した。

その結果、FO-A～FO-B～熊川断層による地震の規模は、FO-A～FO-B断層（2連動）が長さ35 kmでマグニチュード7.4であったところ、3連動する設定とし、長さ63.4 kmとしたことでマグニチュード7.8とした。

また、上林川断層による地震の規模は、文献等で記載されている活断層の長さ約26 kmの場合でマグニチュード7.2であったところ、その長さを約39.5 kmと評価することによりマグニチュード7.5とした。

② 等価震源距離

抗告人は、等価震源距離について、次のとおり、断層の上端（地震発生層の上端）の深さやアスペリティの配置、断層傾斜角等を保守的に条件設定することで、等価震源距離が短くなり、地震動が大きくなるように評価した。

[i] 断層の上端（地震発生層の上端）の深さ

抗告人は、断層の上端（地震発生層の上端）の深さについて、地下構造の調査結果から深さ4 km程度であると評価していたが、原子力規制委員会における議論も踏まえ、より浅く（保守的に）深さ3 kmと設定することで、震源断層面が発電所敷地により近づく設定とした（下端深さは1.8 kmと設定し、これにより断層の

幅は15kmとした)。

[ii] アスペリティの配置

震源断層面において周囲よりもすべり量が大きく、強い揺れが生起される部分(アスペリティ)の配置については、断層面の中央付近に設定することが基本とされている。

しかし、抗告人は、FO-A～FO-B～熊川断層及び上林川断層のいずれについても、調査に基づいてその位置を把握し、断層の長さと同幅(上端深さ及び下端深さ)を保守的に評価した上で、アスペリティ位置を地震の発生前に正確に特定するのは困難であることを考慮し、等価震源距離が短く(発電所敷地に近く)なるよう、断層面のうち本件各原子力発電所敷地に近い位置にアスペリティを配置した。

そのうち、本件各原子力発電所敷地に近いFO-A～FO-B～熊川断層について、FO-A～FO-B断層と熊川断層の間の断層の存在が確認されていない区間(約15km)についてもアスペリティを設定することとし、本件各原子力発電所敷地に最も近い位置にアスペリティを配置した(乙139)。

[iii] 断層傾斜角

抗告人は、断層傾斜角について、FO-A～FO-B～熊川断層、上林川断層のいずれも、断層面がほぼ鉛直で地震時のずれ方向は水平方向が主である「横ずれ断層」と評価し、断層傾斜角は鉛直(水平面から90度下向き)と評価し、これを「基本ケース」として設定した。

しかし、断層傾斜角が鉛直から多少傾斜する可能性も考えられ、特に震源断層が本件各原子力発電所敷地に近い場合には、これらの不確かさが本件各原子力発電所敷地での地震動に影響する可能性があることから、抗告人は、本件各原子力発電所敷地に近いFO-A～FO-B～熊川断層の断層傾斜角について、保守的な観点から不確かさを想定することとした。

具体的には、断層傾斜角について、評価結果の鉛直（水平面から90度下向き）から、水平面から75度下向きにしたケースを、FO-A～FO-B～熊川断層において更に不確かさを考慮するケースの一つとして設定した。震源断層面を本件各原子力発電所敷地に近くなる方向に傾けることで等価震源距離は短くなり、保守的な条件設定となる。

#### [iv] 等価震源距離の評価

以上の条件設定により、等価震源距離は、FO-A～FO-B～熊川断層について、基本ケースで20.2km、アスペリティを一塊にしたケースで19.7km（アスペリティ正方形）、19.5km（アスペリティ長方形）、断層傾斜角を75度にしたケースで18.6km、上林川断層について19.9kmとなり、抗告人は、これらを地震動評価に用いることとした。

#### ③ 内陸補正係数

耐専式の元データとなった地震には、プレート間地震、海洋プレート内地震、内陸地殻内地震のデータが含まれているが、そのうち、本件各原子力発電所に影響するものとして抗告人が対象としている内陸地殻内地震による地震動は、地震の規模の割に、地震動、特に短周期側の揺れが小さめであるとの知見が得られているため、耐専式をそのまま適用すると、実際の地震動の観測記録の方が小さく、耐専式による評価結果は過大評価となる。

そこで、内陸地殻内地震について耐専式を用いる場合には、短周期側を0.6倍にする内陸補正係数を乗じて補正する（小さくする）こととされている（乙34、「原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601-2008）」）。

本件各原子力発電所に影響を与える、若狭湾周辺地域で発生する地震は内陸地殻内地震であることから、本来この内陸補正係数を用いることができるところ、抗告人は、内陸補正係数を乗じないことで地震動を大きく見積もり、保守的な地震動評価を行っている。

(c) 本件各原子力発電所の「応答スペクトルに基づく地震動評価」

① 抗告人は、前記のとおり、調査と既往の知見に基づいて保守的にパラメータを設定した。

② 抗告人は、以上の設定をもとに、本件各原子力発電所について耐専式を用いて応答スペクトルに基づく地震動評価を行い、それらの評価結果（応答スペクトル）を踏まえて基準地震動  $S_{s-1}$  の応答スペクトルを策定した。

なお、抗告人は、「応答スペクトルに基づく地震動評価」の結果から、本件各原子力発電所の基準地震動  $S_{s-1}$  の応答スペクトルを作成するに当たっては、これらの評価結果から更に余裕を持たせた。例えば、FO-A～FO-B～熊川断層による地震の各ケースのうち、最大の地震動評価結果となった断層傾斜角75度ケースと比べると、基準地震動  $S_{s-1}$  の加速度は、水平方向では短周期側で約1.1～1.3倍、長周期側（横軸の右寄り）で約1.3～2.5倍、鉛直方向では短周期側で約1.3～1.5倍、長周期側で約1.6～2.3倍となっている（乙108）。

c 原子力規制委員会による審査

原子力規制委員会は、抗告人が行った本件各原子力発電所の「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」（「応答スペクトルに基づく地震動評価」及び後記「断層モデルを用いた手法に基づく地震動評価」）について、検討用地震ごとに不確かさを考慮して策定しているとして、設置許可基準規則解釈別記2に適合することを確認した（乙14の2）。

(イ) 「松田式」について

a 設置許可基準規則等

地震ガイドは、「震源特性パラメータの設定」に関して、「震源モデルの長さ又は面積、あるいは1回の活動による変位量と地震規模を関連づける経験式を用いて地震規模を設定する場合には、経験式の適用範囲が十分に検討されていること



を確認する。その際、経験式は平均値としての地震規模を与えるものであることから、経験式が有するばらつきも考慮されている必要がある」としている（I 3. 2. 3 (2)）。

b 抗告人の対応（乙76）

(a) 松田式とは、松田時彦東京大学名誉教授が「活断層から発生する地震の規模と周期について」（1975年）（乙94）で提案した、活断層長さLと地震のマグニチュードMとの関係を表す経験式である。松田式を用いることで、活断層の長さからその活断層が起こす地震の規模を求めることができる。

耐専式は、地震の規模（マグニチュード）、等価震源距離、及び地震動評価地点における地震波（P波、S波）の速度から地震動の応答スペクトルを評価する手法であり、その適用には地震の規模（マグニチュード）の想定が必要となる。

抗告人は、この地震の規模（マグニチュード）を、松田式を用いて断層長さから求めた。

松田式は、地震調査研究推進本部の「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（『レシピ』）」（乙20）においても、地震の規模を求めるための関係式として引用されており（乙20、付録3-5頁、(d)、地震規模〔地震モーメント $M_0$ 〕）、活断層と地震の規模との関係式として信頼性を有するものである。抗告人は、各種調査を行って「震源断層の長さ」を評価し、「震源断層の長さ」Lから松田式を用いてマグニチュードMを求めた。

(b) 抗告人は、松田式を適用するに当たり、松田式の基となった14地震について、最新の知見に基づいて見直されたマグニチュードMの値を基に改めて自ら検証を行っており、これら14地震のデータが松田式に良く整合していることを確認した（乙95）。

(c) 本件各原子力発電所の敷地周辺地域は、活断層の発達過程が未成熟な地域ではなく、地表地震断層を調査することにより震源断層を把握することができる

地域であると認められる（乙142～144，乙241）。そこで，抗告人は，耐専式による評価を行うに当たって必要となる地震の規模について，断層の長さから松田式を用いて評価することが相当であると判断した。

○ 原子力規制委員会による審査

原子力規制委員会は，抗告人が行った「応答スペクトルに基づく地震動評価」について，断層長さからマグニチュードを求める際に松田式を用いた点も含め，設置許可基準規則解釈別記2に適合することを確認した（乙14の2）。

イ 断層モデルを用いた手法に基づく地震動評価について

（ア） 設置許可基準規則等

断層モデルを用いた手法に基づく地震動評価について，設置許可基準規則解釈は，検討用地震ごとに，適切な手法を用いて震源特性パラメータを設定し，地震動評価を行うことを求めている（同規則解釈別記2第4条5項2号④ii）。

地震ガイドは，まず，震源モデルの設定について，震源断層のパラメータは，活断層調査結果等に基づき，地震調査研究推進本部による「震源断層を特定した地震の強震動予測手法」等の最新の研究成果を考慮し設定されていること，アスペリティの位置が活断層調査等によって設定できる場合は，その根拠が示されていること，根拠がない場合は，敷地への影響を考慮して安全側に設定されていること，アスペリティの応力降下量（短周期レベル）については，平成19年新潟県中越沖地震を踏まえて設定されていること等を確認するとしている（I3.3.2(4)①②）。

地震動計算において統計的グリーン関数法等を用いる場合について，震源から評価地点までの地震波の伝播特性，地震基盤からの増幅特性が地盤調査結果等に基づき評価されていることを確認するとしている（I3.3.2(4)③1）。

（イ） 抗告人の対応（乙76）

a 抗告人が用いた手法

(a) 評価許可基準規則等の要求事項を踏まえ、抗告人は、本件各原子力発電所について断層モデルを用いた手法に基づく地震動評価を行った。評価に当たっては、統計的グリーン関数法等を用いることとした。

統計的グリーン関数法とは、震源断層をモデル化した上で小さな区画（要素）に分割し、その要素ごとのずれ（要素地震）による地震波によって生じる、評価地点（の解放基盤表面）での小さな地震動（要素地震による地震動）を、震源断層面上で発生した要素地震の地震波が次々に到達することによる時間差を考慮して重ね合わせることで、震源断層の「ずれ全体」による評価地点での地震動を評価する手法である。

(b) 抗告人は、地震ガイドに例示された地震調査研究推進本部の「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（『レシピ』）」（乙20）を参照して、震源断層パラメータを設定し、震源断層をモデル化した。

その上で、要素地震による評価地点での地震動は、モデル化した震源断層（の要素）から発せられる地震波に、震源断層面から評価地点地下の地震基盤までの伝播特性と、地震基盤から評価地点（の解放基盤表面）までの増幅特性（サイト特性）を乗じて設定するものであることから、抗告人は、下記のとおり、地震波の伝播特性と地盤の増幅特性（サイト特性）を評価し、これらを用いて地震動評価を行った。

上記レシピは、多数のパラメータが、パラメータ間の関係式を用いて設定されている、一連の地震動評価手法であるが、このレシピは、実際の地震動を精度よく再現できるものとして、その信頼性が確認されている（乙20、付録3-1、乙16、乙78）。

#### b 震源断層のモデル化（震源断層パラメータの設定）

(a) 抗告人は、上記「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（『レシピ』）」（乙20）を参照して、震源断層パラメータを設定した（乙76、乙13

9)。

(b) 具体的には、以下のとおり、各種パラメータ間の関係式に基づいて震源断層パラメータを設定した。

#### ① 断層面積 (S)

震源となる断層の長さ (L)、及び断層の幅 (W) (地震発生層の上端深さから下端深さまでの幅) から、断層面積 (S) を求めた。

耐専式における設定と同様に、断層の長さについては、FO-A~FO-B~熊川断層については3連動を前提として63.4 kmと設定し、上林川断層については39.5 kmと設定した。

断層の幅については、FO-A~FO-B~熊川断層及び上林川断層のいずれについても、地震発生層の上端深さを3 km、下端深さを18 kmと設定し、断層の幅は15 kmと設定とした。

この結果、断層面積は、FO-A~FO-B~熊川断層は951 km<sup>2</sup>、上林川断層は592.5 km<sup>2</sup>となった(乙76, 乙139)。

#### ② 地震モーメント (M<sub>0</sub>)

上記レシピに示された入倉孝次郎・三宅弘恵(2001)(乙158)で提案されている断層面積と地震モーメント (M<sub>0</sub>) の関係式(入倉・三宅式)により、前記①の断層面積から地震モーメント (M<sub>0</sub>) を求めたところ、FO-A~FO-B~熊川断層については $5.03 \times 10^{19} \text{ N} \cdot \text{m}$ 、上林川断層については $1.95 \times 10^{19} \text{ N} \cdot \text{m}$ となった(乙139)。なお、FO-A~FO-B~熊川断層については、後記のとおり、断層傾斜角を75度にしたケースを設定しているところ、その場合の地震モーメント (M<sub>0</sub>) は、 $5.59 \times 10^{19} \text{ N} \cdot \text{m}$ となった〔乙139〕。

#### ③ 短周期レベル (A)

上記レシピに示された壇ほか(2001)で提案されている地震モーメント (M<sub>0</sub>) と短周期レベル (A) との関係式により、前記②の地震モーメント (M

o) から短周期レベルを求めたところ、FO-A～FO-B～熊川断層については $1.96 \times 10^{19} \text{ N} \cdot \text{m/s}$ 、上林川断層については $1.43 \times 10^{19} \text{ N} \cdot \text{m/s}$ となった(乙139)。

なお、平成19年新潟県中越沖地震の短周期レベルが平均的な短周期レベルの1.5倍であったとの新たな知見については、このような現象がこれまで他の地震において一般的に見られたものではないこと、本件各原子力発電所敷地周辺では「標準的・平均的な姿」よりも大きくなる地域性が存する可能性を示すデータは特段得られていないことから、当該知見については、これを基本ケースとする必要はなく、別途不確かさとして考慮するのが適切であると判断し、短周期の地震動レベルを1.5倍とするケースも設定することとした。

#### ④ アスペリティ面積 (S<sub>a</sub>)

上記レシピに示された壇ほか(2001)等で提案されている関係式により、前記③の短周期レベルからアスペリティ面積(S<sub>a</sub>)を求めた。

ただし、上記関係式では、断層が長大で面積が大きくなるほど、既往の調査・研究成果と比較してアスペリティ面積が過大評価となる傾向にあるとされているところ(乙20、付録3-8、(b)、短周期レベルAとアスペリティの総面積S<sub>a</sub>)、FO-A～FO-B～熊川断層については、上記関係式による算定の結果、アスペリティ面積比(震源断層全体に占めるアスペリティの面積)が30%を超えたため、中央防災会議においてアスペリティの総面積は断層総面積の20～30%に分布するとの知見が示されていることを考慮し、上記レシピに示されたSomerville et al. (1999)で提案されている知見により、アスペリティ面積比を22%としてアスペリティ面積を求めた(乙139)。

#### ⑤ 震源断層全体の応力降下量 (Δσ)

上記レシピに示されたEshelby(1957)等で提案されている関係式により、前記④のアスペリティ面積から震源断層全体の応力降下量(Δσ)を求めた。

ただし、FO-A～FO-B～熊川断層については、前記④のとおり長大な断層であることから、レシピに示されたFujii&Matsu'ura (2000)で提案されている知見により、震源断層全体の応力降下量を3.1MPaとした(乙139)。

⑥ アスペリティの応力降下量 ( $\Delta\sigma_a$ )

上記レシピに示されたMadariaga (1979)で提案されている関係式により、震源断層面積(S)に占めるアスペリティ面積( $S_a$ )の割合( $S_a/S$ )と、前記⑤の震源断層全体の応力降下量( $\Delta\sigma$ )から、アスペリティの応力降下量( $\Delta\sigma_a$ )を求めた(乙139)。

その際、抗告人は、アスペリティが複数ある場合の各アスペリティの応力降下量は、レシピにおいて、「アスペリティが複数ある場合には、特にその震源域の詳しい情報がない限り、各アスペリティの応力降下量はアスペリティ全体の応力降下量に一致し、すべて等しいと仮定する」(乙20, 付録3-10, (d), 震源断層全体及びアスペリティの静的応力降下量と実行応力及び背景領域の実効応力)とされていることを踏まえ、各アスペリティとも同じ値に設定した。

⑦ 破壊伝播速度 ( $V_r$ )

破壊伝播速度( $V_r$ )は、断層の破壊開始点から始まったずれ(破壊)が震源断層面上を広がっていく速さのことである。標準的には、S波速度 $\beta$ の0.72倍( $0.72\beta$ )とされているため、抗告人は、本件各原子力発電所の地震動評価においても $0.72\beta$ としている(乙139)。

この点、破壊伝播速度が大きくなると、断層の破壊が震源断層面上でより速く広がるため、より短い時間に多くの地震波が敷地に到達することとなり、敷地での地震動も一般的には大きくなる。そこで、抗告人は、破壊伝播速度の不確かさも考慮することとし、既往の研究による、過去の地震における破壊伝播速度の不確かさも考慮して、 $\beta$ の0.87倍( $0.87\beta$ )としたケースを設定した(乙139)。

(c) 抗告人は、前記(b)のとおり、各種パラメータ間の関係式に基づいて震源断層パラメータを設定したほか、以下に挙げる震源断層パラメータを設定した。

#### ① アスペリティの配置

抗告人は、アスペリティの位置を地震の発生前に正確に特定するのは困難であることから、保守的な観点から、FO-A～FO-B～熊川断層、上林川断層のいずれについても、アスペリティを本件各原子力発電所敷地に近い位置で、かつ断層の上端に配置することで、より大きな地震動を想定することとした(乙139)。

その上で、抗告人は、FO-A～FO-B～熊川断層について、原子力規制委員会の議論も踏まえ、不確かさを考慮したケースの1つとして、アスペリティを一塊に寄せ集め、正方形又は長方形にしたケースも設定することとした(乙139)。

#### ② 破壊開始点

震源断層面の破壊については、一度に全ての領域が破壊されるのではなく、ある点から時間の経過とともに、次第に破壊が断層面上を広がっていく。破壊開始点とは、この一連の破壊が始まる位置のことをいう。

破壊開始点については、地震の発生前に位置を予測することが難しいとされており、また、地震動の評価地点(原子力発電所敷地)から見て、遠い方から近い方に破壊が進行していく場合に評価地点での地震動が大きくなるとされている。

そこで、抗告人は、破壊開始点を、断層の端やアスペリティの端といった本件各原子力発電所敷地から遠い位置に置くなど、複数の位置(FO-A～FO-B～熊川断層について5箇所ないし9箇所、上林川断層について6箇所)に設定した(乙139)。

#### ③ 断層傾斜角及びすべり角

断層傾斜角とは、震源断層面と水平面とのなす角度の小さい方をいう。すべり

角とは、震源断層の上盤側の、下盤側に対する相対的なずれの方向をいう（断層の走向から断層面に沿って反時計回りの角度で示す。）。

抗告人は、FO-A～FO-B～熊川断層は、地質調査の結果、断層傾斜角は鉛直（水平面から90度下向き）としており、すべり角（断層のずれの方向）は水平（0度）とした（乙139）。

ただし、断層傾斜角は鉛直から多少傾斜する可能性があり、また、すべり角（断層のずれの方向）についても断層面の傾きや広域応力場の向きによって水平から多少傾斜する可能性が考えられ、特に震源断層が原子力発電所敷地に近い場合には、これらの不確かさが原子力発電所敷地での地震動に影響する可能性があるため、抗告人は、本件各原子力発電所敷地に近いFO-A～FO-B～熊川断層の断層傾斜角とすべり角について、不確かさを考慮したケースとして、断層傾斜角を水平面から75度下向きにしたケース、すべり角を30度上向きにしたケースを設定した（乙139）。

#### c 地震波の伝播特性、地盤の増幅特性（サイト特性）の評価

地震波の伝播特性のうちの幾何減衰について、調査により評価した震源断層の位置に基づき敷地との距離から評価するとともに、内部減衰について、既往の文献をもとにQ値を50fと設定した。地盤の増幅特性（サイト特性）について、調査結果から、本件各原子力発電所敷地及び敷地周辺の地盤の速度構造を把握するとともに、局所的に地震波の集中をもたらすような特異な構造が見られないことを確認した（乙139）。

#### d 地震動評価

(a) 前記bにより震源断層をモデル化し、前記cにより地震波の伝播特性と地盤の増幅特性（サイト特性）を設定した上で、これらをもとに、抗告人は、統計的グリーン関数法等を用いて「断層モデルを用いた手法に基づく地震動評価」を行った。



震源断層パラメータについて様々な不確かさを考慮することとした結果、本件各原子力発電所敷地に近いFO-A～FO-B～熊川断層による地震については、56のケースを設定して評価した。また上林川断層による地震についても18のケースを設定して評価した（乙16，乙108）。

(b) 抗告人は、以上の地震動評価結果（FO-A～FO-B～熊川断層による地震について全56ケース，上林川断層による地震について全18ケース）のうち、基準地震動 $S_s-1$ の応答スペクトルを一部周期帯で上回った4つのケースについて、それぞれ基準地震動 $S_s-2$ ～ $S_s-5$ として策定した（乙76，乙139）。

(ウ) 原子力規制委員会による審査

原子力規制委員会は、抗告人が行った本件各原子力発電所の「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」（前記アの「応答スペクトルに基づく地震動評価」及び上記「断層モデルを用いた手法に基づく地震動評価」）について、検討用地震ごとに不確かさを考慮して策定しているとして、設置許可基準規則解釈別記2に適合することを確認した（乙14の2）。

ウ 不確かさの考慮について

(ア) 設置許可基準規則等

設置許可基準規則解釈は、基準地震動の策定過程に伴う各種の不確かさ（震源断層の長さ、地震発生層の上端深さ・下端深さ、断層傾斜角、アスペリティの位置・大きさ、応力降下量、破壊開始点等の不確かさ、並びにそれらに係る考え方及び解釈の違いによる不確かさ）については、敷地における地震動評価に大きな影響を与えると考えられる支配的なパラメータについて分析した上で、必要に応じて不確かさを組み合わせるなど適切な手法を用いて考慮することを求めている（同規則解釈別記2第4条5項2号⑤）。

また、地震ガイドは、不確かさの考慮について、アスペリティの位置・応力降

下量や破壊開始点の設定等が重要であり、震源モデルの不確かさとして適切に評価されていることを確認すること、また、震源特性（震源モデル）、伝播特性（地殻・上部マントル構造）、サイト特性（深部・浅部地下構造）における各種の不確かさが含まれるため、これらの不確かさ要因を偶然的不確かさと認識論的不確かさに分類して、分析が適切になされていることを確認することを求めている（I 3.3.3(2)）。

(イ) 抗告人の対応（乙76）

a 抗告人は、基準地震動の策定において、地震の「標準的・平均的な姿」の分析結果から構築された信頼性のある関係式や手法を用いているものの、地震等の自然現象にばらつきがあることを考慮し、上記関係式や手法を本件各原子力発電所に適用するに当たり、調査結果を踏まえ、敷地周辺の地域性を把握し、起こりうる不確かさを考慮した上で、保守的な条件設定により基準地震動を策定し、これにより自然現象のばらつきに対応した。

b 抗告人は、応答スペクトルに基づく地震動評価で用いた耐専式と、断層モデルを用いた手法に基づく地震動評価で参照した「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（『レシピ』）」（乙20）における、地震動評価に大きな影響を与え得るパラメータについて不確かさを考慮し、それぞれ評価を行った。

応答スペクトルに基づく地震動評価では、地震規模と等価震源距離を用いて地震動評価を行うところ、地震規模の設定（松田式）に影響する断層の長さ（①）、等価震源距離に影響する地震発生層（震源断層面）の上端深さ（②）、アスペリティの位置（③）、断層傾斜角（④）が、地震動評価に大きな影響を与え得るため、これらについて不確かさを考慮した評価を行った。

断層モデルを用いた手法に基づく地震動評価では、地震モーメント（⑤）の設定に影響する断層の長さ、地震発生層の上端・下端深さ（断層の幅）、断層傾斜角（傾斜により断層の幅が広がる）や、応力降下量（⑥）、短周期の地震動レベル

(⑦)、アスペリティの位置、破壊開始点の位置(⑧)、すべり角(⑨)、破壊伝播速度(⑩)等が、地震動評価に大きな影響を与えるため、これらについて不確かさを考慮した評価を行った。

○ 応答スペクトルに基づく地震動評価においては、断層の長さ(①)について、それに基づいて設定される地震の規模がより大きくなるよう、詳細な調査に基づき、より長く評価した。また、等価震源距離がより短い(近い)設定となるよう、地震発生層の上端深さ(②)について、調査に基づき、より浅く評価するとともに、アスペリティの位置(③)については、詳細な調査によってもその位置を事前に特定することはできないことから、本件各原子力発電所敷地により近い位置に設定した。

抗告人は、更に、震源として考慮する活断層のうちFO-A～FO-B～熊川断層については、アスペリティの位置(③)について、現実に起こるとは想定し難いような配置として、アスペリティを一塊に集めるケースを設定するとともに、等価震源距離の設定に影響する断層傾斜角(④)について、詳細な調査と既往の知見から鉛直(90度)と評価していたものを、原子力発電所敷地に近づくよう、あえて75度に傾斜させるケースを設定した(乙78, 乙108)。

d 断層モデルを用いた手法に基づく地震動評価において、断層の長さ(①)、地震発生層の上端深さ(②)・下端深さ(断層の幅)について、詳細な調査に基づき保守的に評価して、震源断層面積をより広く設定し、また本件各原子力発電所敷地により近い位置になるように設定した。

地震モーメント(⑤)、応力降下量(⑥)、短周期の地震動レベル(⑦)等について、前記のとおり、断層の長さや幅を保守的に設定したことにより、震源断層の面積は大きくなり、断層の面積に基づいて算定される地震モーメント、応力降下量、短周期の地震動レベル等も、これに合わせて保守的な値となった。

アスペリティの位置(③)、破壊開始点の位置(⑧)については、調査によって

もその位置を事前に把握することは困難であるため、アスペリティを原子力発電所敷地により近い位置に設定するとともに、破壊開始点については、原子力発電所敷地に地震波が短い時間でより多く重なり合うように、震源断層面又はアスペリティの下端に複数配置した。

抗告人は、更に、短周期の地震動レベル(⑦)について、平成19年新潟県中越沖地震で得られた知見を踏まえ、1.5倍とする、断層傾斜角(④)について、調査と既往の知見から鉛直(90度)と評価していたものを、75度に傾斜させることで、震源断層を更に広く、かつ、本件各原子力発電所敷地に更に近い位置になるようにする、アスペリティの位置(③)について、現実には起こるとは想定し難いような配置として、アスペリティを一塊に集めるケースを設定した。

その上で、抗告人は、「断層モデルを用いた手法に基づく地震動評価」において大きな影響を与え得るパラメータのうち、断層傾斜角(④)、短周期の地震動レベル(⑦)、すべり角(⑨)、破壊伝播速度(⑩)については、それぞれ独立して不確かさを考慮することとした。

すなわち、上記各パラメータは、その性質上、事前の詳細な調査や、地震に関する過去のデータによる経験則等から地震発生前におおよそ把握できるものであるが、上記各パラメータについて、既に相当な保守性を持たせた値、場合によっては科学的・専門技術的知見から合理的に考慮できる範囲を超えた値を設定して不確かさの考慮を行っているため、これらの複数のパラメータが同時に基本ケースを超えて大きな値になることは考えにくいことから、それぞれ独立して考慮することとした。

これに対し、アスペリティの位置(③)、破壊開始点の位置(⑧)については、性質上、地震発生後の分析等により初めて把握できるものであり、地震発生前の把握が困難(事前の詳細な調査等からは特定が困難)なもの(偶然的な不確かさ)であることから、不確かさを重畳させて考慮することとした(乙16、乙7

8, 乙108, 乙139)。

(ウ) 原子力規制委員会による審査

原子力規制委員会は、不確かさを考慮して行った抗告人の地震動評価について、設置許可基準規則解釈別記2に適合することを確認した(乙14の2)。

(5) 「震源を特定せずに策定する地震動」の評価

ア 設置許可基準規則等

(ア) 設置許可基準規則解釈は、「震源を特定せず策定する地震動」について、震源と活断層を関連づ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し、これらを基に、各種の不確かさを考慮して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、また、その妥当性については、申請時における最新の科学的・技術的知見を踏まえて個別に確認することと、その際には、地表に明瞭な痕跡を示さない震源断層に起因する震源近傍の地震動について、確率論的な評価等、各種の不確かさを考慮した評価を参考とすることを求めている(同規則解釈別記2第4条5項3号)。

(イ) 地震ガイドは、観測記録の収集に関して、「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」と「事前に活断層の存在が指摘されていなかった地域において発生し、地表付近に一部の痕跡が確認された地震」を対象とすることとして、収集対象となる16の内陸地殻内地震を例示している(I4.2.1)。

イ 抗告人の対応(乙76)

抗告人は、設置許可基準規則等の要求事項を踏まえ、「震源を特定せず策定する地震動」について、次のとおり評価を行った。

(ア) 加藤研一ほか「震源を事前に特定できない内陸地殻内地震による地震動レベル」(2004)(甲64)で示されている応答スペクトルについて検討した。

加藤研一ほか「震源を事前に特定できない内陸地殻内地震による地震動レベル」(2004)では、日本や米国のカリフォルニアで発生した内陸地殻内地震を対象

に、文献調査、空中写真判読によるリニアメント調査、地表踏査等の詳細な地質学的調査によってもなお、震源位置と地震規模を前もって特定できなかつたと考えられる地震を選定し、選定された地震の震源近傍の観測記録等を概ね上回るような地震動の応答スペクトルが示されている。

本件各原子力発電所敷地の地盤はS波速度2.2km/sであるところ、「震源を事前に特定できない内陸地殻内地震による地震動レベル」(2004)では、S波速度2.2km/s以上の地盤についての「地震基盤」の応答スペクトルが設定されていることから、抗告人は、この応答スペクトルを採用することとした。

(イ) 抗告人は、地震ガイドに例示されている16地震について、下記のとおり検討した。

a 地震ガイドに例示された16地震(乙33, 8頁の表-1)は、兵庫県南部地震を契機として強震動観測網が整備されて以降に国内で発生した内陸地殻内地震から、原子力規制委員会及び多数の専門家による検討の結果、最新の科学的・技術的知見に照らして、「震源を特定せず策定する地震動」において考慮すべき地震動として選定されたものである。

b 抗告人は、地震ガイドに示された「事前に活断層の存在が指摘されていなかった地域において発生し、地表付近に一部の痕跡が確認された地震」と「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」の区別に従い、上記16地震のうち、Mw6.5以上の2地震とMw6.5未満の14地震とに分けて検討を行った。

c Mw6.5以上の地震として、地震ガイドは、平成20年岩手・宮城内陸地震と平成12年鳥取県西部地震を示している。

抗告人は、地震ガイドにおいて、「活断層や地表地震断層の出現要因の可能性として、地域によって活断層の成熟度が異なること、上部に軟岩や火山岩、堆積層が厚く分布する場合や地質体の違い等の地域差がある」ことを考慮して個別に検討する必要があるとされている(I4.2.1解説(2))ことを踏まえ、これらの地震の震源

域周辺と本件各原子力発電所敷地周辺の地域性等を比較するなどした。

その結果、本件各原子力発電所敷地周辺において、平成12年鳥取県西部地震と同規模の地震を発生させる活断層を事前に見出せないことは考えにくいと評価したものの、原子力規制委員会における議論も踏まえ、抗告人は、平成12年鳥取県西部地震の観測記録を採用することとした。そして、平成12年鳥取県西部地震の観測記録は、複数の地点で観測されているが、抗告人は、震源近傍に位置する賀祥ダムでの地震動の観測記録を用いることとした。

賀祥ダムが設置されている地盤は、S波速度が1.2～1.3 km/sと速く十分な固さがあるが、本件各原子力発電所敷地の解放基盤表面は、S波速度が2.2 km/sと賀祥ダムよりも更に速く固い地盤である。このため、仮に本件各原子力発電所敷地近傍で同様の地震が発生した場合でも、地震波の増幅の程度は賀祥ダムの地盤よりも本件各原子力発電所敷地の地盤の方が小さくなり、その結果、本件各原子力発電所敷地の解放基盤表面で観測される揺れは、この賀祥ダムでの観測記録よりも小さい揺れになると考えられる。

しかし、抗告人は、保守的な観点から、地震動がより大きくなる条件とするために、賀祥ダムにおける観測記録について、地盤の特性による補正等を行わず、観測記録をそのまま用いて応答スペクトルを設定した。

すなわち、設置許可基準規則解釈では、観測記録をもとに、「敷地の地盤物性に応じた応答スペクトルを設定」することが求められている（同規則解釈別記2第4条5項3号）。これは、観測記録から表層の軟らかい地盤の影響を取り除いた上で、原子力発電所敷地の解放基盤表面相当の岩盤での揺れに補正する作業等、観測記録が得られた地盤と原子力発電所敷地の地盤との間における増幅特性（サイト特性）の差異を踏まえた地震動の補正作業を行うことを要求するものと解されるが、抗告人は、前記のとおり、保守的な観点から、あえて補正を実施しないこととした。

d 上記16地震のうち、Mw6.5未満の14地震については、これらの地震の震

源近傍における観測記録のうち、地盤が著しく軟らかいと考えられる地盤上の記録を、表層の観測点を除外するための「はぎとり解析」の精度の観点から除外し、95の観測記録を抽出した。

そして、これらの観測記録のうち、加藤研一ほか「震源を事前に特定できない内陸地殻内地震による地震動レベル」（2004）の応答スペクトルとの比較において、特に影響が大きいと考えられ、かつ、はぎとり解析により、観測点において地下の岩盤面（基盤面）における地震動を推定するために必要な精度の高い地盤情報が得られている記録は、平成16年北海道留萌支庁南部地震のみであったことから、平成16年北海道留萌支庁南部地震の記録を採用することとした。

平成16年北海道留萌支庁南部地震では、震源近傍の比較的軟弱な地盤の地表面上に地震計が設置されたHKD020（港町観測点）における観測記録があるが、佐藤浩章ほか「物理探査・室内試験に基づく2004年留萌支庁南部の地震によるK-NET港町観測点（HKD20）の基盤地震動とサイト特性評価（2013）」（乙166）では、同観測点におけるボーリング調査やPS検層の結果をもとに、地表から解放基盤表面と評価できる固さを有する岩盤面（基盤面）の深さ（地下41m）までの地下構造を検討・評価した上で、同観測点の基盤面（S波速度938m/s）における地震動の推定がなされていた（最大加速度は、水平方向585ガル、鉛直方向296ガル）。

評価に当たって、抗告人は、佐藤浩章ほか「物理探査・室内試験に基づく2004年留萌支庁南部の地震によるK-NET港町観測点（HKD20）の基盤地震動とサイト特性評価（2013）」において、震源近傍の観測点における地下構造や地震動の推定について十分検討されていたことに鑑み、上記で推定された地震動を採用することとした。

そうすると、本件各原子力発電所敷地の解放基盤表面（S波速度2.2km/s）は、HKD020（港町観測点）の基盤面（S波速度938m/s）に比べて地震波の伝播速度



が速く、固い地盤であるため、仮に本件各原子力発電所敷地近傍で同様の地震が発生した場合でも、地震波の増幅の程度はHKD020（港町観測点）の地盤よりも本件各原子力発電所敷地の地盤の方が小さくなり、その結果、本件各原子力発電所敷地の解放基盤表面で観測される揺れは、このHKD020（港町観測点）での観測記録よりも小さい揺れになると考えられる。

しかし、抗告人は、より保守的に評価するため、HKD020（港町観測点）の基盤面において推定された地震動を、地盤の特性により補正等することなく採用することとした。

その上で、抗告人は、HKD020（港町観測点）の地下構造（地震波の減衰）についての不確かさを考慮して、基盤面から地表までの間の減衰をより大きく、すなわち基盤面における地震動をより大きく評価し（最大加速度は、水平方向609ガル、鉛直方向306ガルとした）、さらに、この地震動の評価結果を保守的により大きく（最大加速度を、水平方向を609ガルから620ガルに、鉛直方向306ガルから320ガルに）して、本件各原子力発電所の「震源を特定せず策定する地震動」として評価し、応答スペクトルを設定した（乙139）。

（ウ） 抗告人は、以上のように設定した応答スペクトルのうち、加藤研一ほか「震源を事前に特定できない内陸地殻内地震による地震動レベル」（2004）（甲64）による応答スペクトルは、水平・鉛直方向ともに、全周期帯で基準地震動 $S_s - 1$ の応答スペクトルを下回ったことから採用しなかった。

また、基準地震動 $S_s - 1$ の応答スペクトルを一部の周期帯で上回った平成12年鳥取県西部地震及び平成16年北海道留萌支庁南部地震による応答スペクトルについては、前者を基準地震動 $S_s - 6$ とし、後者を基準地震動 $S_s - 7$ として、それぞれ本件各原子力発電所の「震源を特定せず策定する地震動」として策定した。

以上について、抗告人が、日本原子力学会の「原子力発電所の地震を起因とし

た確率論的安全評価実施基準：2007」（以下「実施基準」という。）の方法に基づいて本件各原子力発電所の基準地震動の年超過確率を参照したところ、基準地震動  $S_s - 6$  及び  $S_s - 7$  の年超過確率は  $10^{-4} \sim 10^{-5}$  程度となった（乙170）。

ウ 原子力規制委員会による審査

原子力規制委員会は、抗告人による本件各原子力発電所の「震源を特定せず策定する地震動」の評価について、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審査し、各種の不確かさ及び敷地の地盤物性を考慮して策定しているとして、設置許可基準規則解釈別記2に適合することを確認した（乙14の2）。

(6) 基準地震動の策定

ア 抗告人は、上記「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」の評価結果を総合し、最も厳しい評価結果となったものを採用して、本件各原子力発電所の基準地震動（ $S_s - 1 \sim S_s - 7$ ）を策定した。策定した基準地震動の応答スペクトルのうち、最大加速度は、水平方向が基準地震動  $S_s - 1$  の700ガル、鉛直方向が基準地震動  $S_s - 6$  の485ガルである（乙76）。

イ なお、基準地震動（ $S_s - 1 \sim S_s - 7$ ）の具体的数値は次のとおりである（乙76）。

(ア)  $S_s - 1$

a NS方向 700ガル

b EW方向 700ガル

c UD方向 467ガル

(イ)  $S_s - 2$

a NS方向 376ガル

b EW方向 248ガル

c UD方向 334ガル

(ウ) S<sub>s</sub>-3

a NS方向 396ガル

b EW方向 240ガル

c UD方向 313ガル

(エ) S<sub>s</sub>-4

a NS方向 255ガル

b EW方向 205ガル

c UD方向 218ガル

(オ) S<sub>s</sub>-5

a NS方向 180ガル

b EW方向 374ガル

c UD方向 320ガル

(カ) S<sub>s</sub>-6

a NS方向 528ガル

b EW方向 531ガル

c UD方向 485ガル

(キ) S<sub>s</sub>-7

a NS方向 620ガル

b EW方向 620ガル

c UD方向 320ガル

(7) 基準地震動の年超過確率

ア 設置許可基準規則等

設置許可基準規則解釈は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」について、それぞれが対応する超過確率を参

照し、それぞれ策定された地震動の応答スペクトルがどの程度の超過確率に相当するかを把握することとしている（同規則解釈別記2第4条5項4号）。

地震ガイドは、超過確率を参照する際には、基準地震動の応答スペクトルと地震ハザード解析による一様ハザードスペクトルを比較するとともに、当該結果の妥当性を確認すること等として、一様ハザードスペクトルの作成について、日本原子力学会の「原子力発電所の地震を起因とした確率論的安全評価実施基準：2007」（実施基準）を例示している（I 6.1及び6.2）。

イ 抗告人の対応（乙76）

（ア） 抗告人は、設置許可基準規則等の要求事項を踏まえ、適宜、実施基準を用いて本件各原子力発電所の基準地震動の年超過確率を参照した（乙170）。

a 実施基準は、日本原子力学会の標準委員会が、原子力発電所の安全性と信頼性を確保してその技術水準の維持・向上を図る観点から、原子力発電所の設計・建設・運転・廃止活動において実現すべき技術のあり方を定めた原子力標準の一つであり、その策定に当たっては、標準委員会・発電炉専門部会の下に地震P S A分科会が設置され、さらに地震ハザード評価作業会等の作業会が設けられて、検討の結果、取りまとめられたものである。

これらの委員会、専門部会、分科会、作業会にはそれぞれ学界の有識者・産業界の専門的技術者等が数十名規模で参集し、約3年にわたる議論を重ね、さらには、関係者の意見をパブリックコメントを通じて聴取するなどして、公平、公正、公開の原則を維持しながら審議が行われた。

b 原子力規制委員会は、有識者による検討とパブリックコメントを経た上で地震ガイドを策定しているところ、前記aの実施基準を、地震ハザードの解析手法として地震ガイドに採用し（I 6.1解説(1)）、その信頼性を認めている。

（イ） 抗告人は、以下の手順により、本件各原子力発電所の基準地震動の年超過確率を参照した。

a 本件各原子力発電所の敷地に将来影響を及ぼす可能性のある地震の発生について、地震発生様式を考慮し、対象とする地震の位置、規模、発生頻度が事前ほどの程度特定して設定できるかに応じて特定震源モデルと領域震源モデルに分類し、各々の地震の規模、発生頻度等を設定することにより、震源モデルを設定する。

b 本件各原子力発電所の周辺地域の震源特性や地震動の伝播特性を考慮して、特定の位置で特定の規模の地震が発生した場合に本件各原子力発電所で生じる地震動強さの確率分布を評価するための地震動伝播モデルを設定する。

c 上記モデル設定において選定した本件各原子力発電所の地震ハザード評価に大きな影響を与える不確かさの要因によって分岐するロジックツリーを作成する。

d 上記ロジックツリーを用いて地震ハザード曲線群を算出し、その結果をもとに一様ハザードスペクトルを作成する。

e 上記一様ハザードスペクトルを基準地震動の応答スペクトルと比較することによって、基準地震動の年超過確率を確認する。

f 本件各原子力発電所の一様ハザードスペクトルと、基準地震動  $S_s - 1$  の応答スペクトルを比較したところ、 $S_s - 1$  の年超過確率は、短周期側では  $10^{-4} \sim 10^{-5}$  程度、長周期側では  $10^{-5} \sim 10^{-6}$  程度となった。

また、基準地震動  $S_s - 6$  及び  $S_s - 7$  の応答スペクトルと比較したところ、それらの年超過確率は、 $10^{-4} \sim 10^{-6}$  程度となった（乙16，乙170，乙171）。

#### ウ 原子力規制委員会による審査

原子力規制委員会は、抗告人の地震ハザード評価に基づく一様ハザードスペクトルの作成、基準地震動の年超過確率の参照結果に関して、新規制基準適合性を確認した（乙14の2）。

#### (8) まとめ

以上によれば、抗告人は、本件各原子力発電所の「基準地震動策定」に関する

新規制基準適合性について、新規制基準の策定内容を含めて、不合理な点がないことを、相当の根拠及び資料に基づいて疎明したものと見える。

そこで、相手方らの主張について次に検討する。

(9) 基準地震動の策定方法についての基準の定めについて

ア 相手方らの主張

新規制基準では、基準地震動の策定方法を抽象的に定めるのみで、「適切に」、「適切な」という文言が頻出するが、何が「適切」かについての判断は原子力事業者に委ねられている。

基準地震動の策定過程に伴う不確かさの考慮についても、考慮する方法を具体的に定めずに「適切に」考慮せよとするのみで、具体的な考慮方法は原子力事業者任せられているから、「有効な基準」とはいえない。

イ 検討

原子炉等規制法は、発電用原子炉施設の安全性審査が、高度の科学的・技術的内容にかかわる判断であることを考慮して、審査の主体である原子力規制委員会に対し、審査の判断基準である新規制基準の策定を委任したものと見える。

設置許可基準規則等の新規制基準において「適切」という文言が使用されているのは、原子力規制委員会の委員が、その有する高度の科学的・技術的な専門的知見に基づいて、判断の基準の策定とともに、同基準適合性の判断を、上記専門的知見に基づいて行使することを規定したものと見えるから、不合理であるとはいえない。

したがって、相手方らの主張を採用することができない。

(10) 基準地震動策定の限界について

ア 相手方らの主張

自然現象を扱う科学の本質的な限界として、地震の予知・予測は著しく困難である。

抗告人が基準地震動を策定する際に用いた手法は、限られた調査結果に基づく