

守的な評価をしているとして、武村式による試算結果を検討しても、大飯発電所の基準地震動を見直す必要はないと判断した。

[v] 以上によれば、武村式を用いた試算結果により、最新の科学的・技術的知見を踏まえて適切なものとして策定されるべき基準地震動（設置許可基準規則解釈別記2第4条5項）の地震動評価の当否を論じることができないことは明らかである。

(h) 相手方らの主張に対する検討

① 相手方らは、入倉・三宅式と武村式に同一の断層面積を与えた場合、地震モーメントは4倍も異なる結果となり、入倉・三宅式を用いると過小評価となると主張する。

しかし、入倉・三宅式、武村式等の関係式に入力される断層長さ、震源断層面積は、各関係式の成り立ちに応じたものでなければならない。そして、入倉・三宅式の妥当性を実際の地震の観測・解析結果によって検証するのであれば、同関係式が前提としている、地中での実際の断層運動を捉えた、不均質なすべり分布を伴うモデルを用いなければならない。

また、入倉・三宅式を他の関係式と比較するに当たっては、上記の点を適切に考慮すべきであり、そのような考慮をすることなく、各関係式に、断層の長さ等について単純に同一の数値を与えたときの比較結果に差異が生じたからといって、そのことのみから当該関係式が過小評価（又は過大評価）をもたらすものであると結論づけることはできない。

むしろ、入倉・三宅式は、熊本地震を含む近時の内陸地殻内地震の震源断層面の不均質なすべり分布を伴う解析を通じて、その合理性が検証されている。

したがって、相手方らの主張を採用することができない。

② 相手方らは、中央防災会議の「東南海、南海地震等に関する専門調査会」が入倉・三宅式を採用せず、武村式に近い結果となる独自の式を採用したことが重視されるべきであると主張する。

しかし、この方法は、レシピの「(イ)の方法」と同じく、松田式等を用いて長期評価の断層長さから地震規模(地震モーメント)を求める方法であるところ(甲126,乙376)、中央防災会議は、18の断層帯(甲126)の地震を想定し、断層の長さ・幅は既往の知見を参照するなど、詳細な現地調査等に基づかない簡易な方法で設定した上で、断層帯ごとに同一の値を各関係式に与え、これを18断層帯で一括して行い、比較している。

他方、抗告人は、本件各原子力発電所の地震動評価において、周辺で詳細な調査を行い、その結果をもとに震源として考慮する活断層の長さや幅を評価していることから、レシピの「(ア)の方法」により震源断層面積や地震モーメントを求めているのであり、抗告人が中央防災会議の方法ではなく「(ア)の方法」を参照していることは合理的であるといえる。

したがって、中央防災会議において独自の式が用いられているからといって、入倉・三宅式の信頼性に問題があるとはいえず、相手方らの主張を採用することができない。

b 応答スペクトルに基づく地震動評価結果との比較

抗告人が、応答スペクトルに基づく地震動評価において、断層モデルを用いた手法と同様に保守的に条件設定した上で、さらに耐専式で内陸補正係数を用いずに地震動評価を行い、その結果得られた各応答スペクトルを全て上回るように基準地震動 $S_s - 1$ を設定することで十分大きな値となるように設定していることを考慮すると、断層モデルを用いた手法に基づく地震動評価の応答スペクトルが大半の周期で基準地震動 $S_s - 1$ の応答スペクトルに届かないとしても、断層モデルを用いた手法に基づく基準地震動の評価が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。

c アスぺリティの応力降下量の設定

(a) 地震調査研究推進本部において、平成28年6月、断層長さが概ね80kmを超え、断層幅と平均すべり量が飽和する活断層に対応できるように震源断層を特

定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）（乙20）の内容を見直し、改訂をした（乙327、「全国地震動予測地図2016年版」の概要）。以下、改訂後のレシピ（甲267）を「改訂レシピ」という。

改訂レシピでは、その記載内容が一部変更され、地震モーメントが $1.8 \times 10^{20} \text{N} \cdot \text{m}$ を上回る地震については、断層面積と地震モーメントの関係についてMurotani et al.（2015）の関係式が採用されることとなった。

なお、改訂レシピも、改訂前のレシピと同様に、地震モーメントが $7.5 \times 10^{18} \text{N} \cdot \text{m}$ 以下の地震には、「 $\Delta \sigma = (7/16) \times M_0 / R^3$ 」の関係式（以下「円形クラックの式」という。）を適用している。

(b) レシピは、震源断層全体の応力降下量やアスペリティの応力降下量を求める方法として、アスペリティの形状を円形のもの（円形破壊面）と仮定し、等価半径（円形破壊面の面積と等価となる半径）を求めた上で算出する方法（乙20、付録3-10頁の（20-2）式、付録3-11頁の（21-2）式）を提案している。

他方、レシピは、アスペリティの総面積について、「震源断層の長さが震源断層の幅に比べて十分に大きい長大な断層」の場合には「震源断層全体の面積が大きくなるほど・・・過大評価となる傾向にある」ことから、「円形破壊面を仮定することは必ずしも適当でないことが指摘されて」いるとしている（乙20、付録3-9頁）。ちなみに、レシピは、「最近の研究成果から、内陸地震によるアスペリティ総面積の占める割合は、断層総面積の平均22%（Somerville et al., 1999）、15%～27%（宮腰・他, 2001）であり、拘束条件にはならないが、こうした値も参照しておく必要がある」として、アスペリティの総面積の比率（アスペリティ面積比）に関する知見を示している（乙20、付録3-9頁）。

(c) レシピは、そのような「震源断層の長さが震源断層の幅に比べて十分に大きい長大な断層」の場合について、まず、アスペリティの面積（ S_a ）を、Somerville et al., 1999）に示された、震源断層全体の面積（ S ）に対するアスペリティの総面積の比率（アスペリティ面積比（ S_a / S ））約22%から推定する

方法があるとしている（乙20，付録3-9頁）。

震源断層全体の応力降下量（ $\Delta\sigma$ ）について，Fujii&Matsu'ura（2000）により3.1MPaと設定し，アスペリティの応力降下量（ $\Delta\sigma_a$ ）について，Madariaga（1979）の関係式（ $\Delta\sigma_a = (S/S_a) \cdot \Delta\sigma$ ）により算定するとの方法を示している（乙20，付録3-10～3-11頁）。

以上については，改訂レシピにおいても同じである（甲267・10～12頁）。

(d) その上で，改訂レシピでは，上記の「震源断層の長さが震源断層の幅に比べて十分に大きい長大な断層」の場合の算定方法に関して，「円形破壊面を仮定せずアスペリティ面積比を22%，静的応力降下量を3.1MPaとする取扱いは，暫定的に，断層幅と平均すべり量とが飽和する目安となる $M_o = 1.8 \times 10^{20}$ を上回る断層の地震を対象とする。断層幅のみが飽和するような規模の地震に対する設定方法については，今後の研究成果に応じて改良される可能性がある」との註記を加えた（甲267，12頁）。

(e) 地震調査研究本部は，改訂レシピについて，「表記の誤り等を訂正」した修正版を公表した（乙370，「震源断層を特定した地震の強震動予測手法『レシピ』12月修正版，以下，改訂レシピと区別して用いる場合は「修正版レシピ」という。）。

この修正版レシピでは，Fujii&Matsu'ura（2000）による3.1MPaの取扱いについて，以下のとおり，改訂レシピでの記載（甲267・12頁）がより正確なものに改められた（乙370・12頁）。

「* 円形破壊面を仮定せずアスペリティ面積比を22%，静的応力降下量を3.1MPaとする取扱いは，暫定的に，以下のいずれかの断層の地震を対象とする。

- (i) 断層幅と平均すべり量とが飽和する目安となる $M_o = 1.8 \times 10^{20}$ （N・m）を上回る断層
- (ii) $M_o = 1.8 \times 10^{20}$ （N・m）を上回らない場合でも，アスペリティ面積比が大きくなったり背景領域の応力降下量が負になるなど，非現実

的なパラメータ設定になり、円形クラックの式を用いてアスペリティの大きさを決めることが困難な断層等

なお、断層幅のみが飽和するような規模の地震に対する設定方法に関しては、今後の研究成果に応じて改良される可能性がある。」

上記(i)が、相手方らのいう「双方飽和断層」に当たり、上記(ii)が相手方らのいう「一方飽和断層」に当たる。

(f) FO-A～FO-B～熊川断層の地震モーメントは $5.03 \times 10^{19} \text{N}\cdot\text{m}$ であり、上記(ii)の「 $M_0 = 1.8 \times 10^{20} \text{ (N}\cdot\text{m)}$ を上回らない場合」にあたる。そして、FO-A～FO-B～熊川断層は、評価上、断層幅が1.5kmなのに対して断層長さが63.4kmの「震源断層の長さが震源断層の幅に比べて十分に大きい長大な断層」であり、円形破壊面を仮定して算出するとアスペリティの総面積の比率が37%という過大な値になる（既往知見では20～30%に分布）のであり、上記(ii)の「アスペリティ面積比が大きく・・・なるなど、非現実的なパラメータ設定になり、円形クラックの式を用いてアスペリティの大きさを決めることが困難な断層」に当たるといえる。

以上によれば、抗告人がFO-A～FO-B～熊川断層についてアスペリティ面積比22%、震源断層全体の応力降下量3.1MPaとしたことは、最新のレシピである修正版レシピの記載に準拠したものであるといえる。

(g) 相手方らは、Fujii&Matsuyura(2000)を用いない方法でアスペリティの応力降下量を計算すると、14.1MPaから19.0MPaに大きくなったことなどから、本件各原子力発電所の基準地震動の見直しは不可避であると主張するが、下記①、②のとおり、同主張を採用することができない。

① レシピは、震源断層全体の応力降下量及びアスペリティの応力降下量を求める方法として、

[i] アスペリティの形状を円形のもの（円形破壊面）と仮定し、等価半径（円形破壊面の面積と等価となる半径）を求めた上で算出する方法（乙370・11頁

の(21-2)式, 12頁の(22-2)式)を提案するとともに(以下「前者の算定方法」という。),

[ii] 「震源断層の長さが震源断層の幅に比べて十分に大きい長大な断層」の場合, 「円形破壊面を仮定することは必ずしも適当ではないことが指摘されて」いることから, まず, アスペリティの面積(S_a)を, 震源断層全体の面積(S)に対するアスペリティの総面積の比率(アスペリティ面積比(S_a/S))約22%から推定した上で(同10頁), 震源断層全体の応力降下量($\Delta\sigma$)について, Fuji&Matsu'ura(2000)により3.1MPaと設定し, アスペリティの応力降下量($\Delta\sigma_a$)について, Madariaga(1979)の関係式($\Delta\sigma_a = (S/S_a) \cdot \Delta\sigma$)により算定する方法(同11~12頁)を提案(以下「後者の算定方法」という。)している。

すなわち, 震源断層全体の応力降下量及びアスペリティの応力降下量を算定するに当たって, レシピは, 震源断層の長さ・幅に応じて, 上記各方法のいずれかの方法により両者の応力降下量を算定すべきことを示している(平成28年6月の改訂前のレシピ, 改訂レシピ, 修正版レシピのいずれも同様である。)

そうであるところ, 相手方は, 震源断層全体の応力降下量については, 前者の算定方法を採用しておきながら, アスペリティの応力降下量については, この方法によらずに後者の算定方法で算定しており, レシピに依拠しない方法で算定している。

その結果, アスペリティの応力降下量の算定結果(19.0MPa)は, 原告人の算定結果(11.4MPa)と異なるものになっている。

相手方も, この算定結果の不一致は, 「原告人が断層総面積とアスペリティの面積比に『22%』を採用していないことが原因である」として, 原告人が, 相手方の方法と異なり, 震源断層全体の応力降下量及びアスペリティの応力降下量の両方について前者の方法で計算している点が, 計算結果の相違の理由であることを自認している。

相手方らは、前者の算定方法と後者の算定方法を混在させて計算している根拠として、改訂レシピが、「アスペリティ面積比を22%、静的応力降下量を3.1MPaとする取扱い」は、暫定的に、双方飽和断層の地震（地震モーメントが $M_0=1.8 \times 10^{20}$ (N·m)を上回る地震）を対象とすることとした趣旨は、アスペリティ面積比と静的応力降下量の両方の取扱いを同時にする場合の趣旨であり、双方飽和断層でなければアスペリティ面積比22%を採用できないという趣旨ではないと主張するが、相手方らのいう「一方飽和断層」についても、震源断層全体の応力降下量は円形破壊面を仮定して求めつつ、アスペリティの応力降下量は円形破壊面を仮定せずにアスペリティ面積比22%を用いて求めるような方法は、レシピでは提案されていないから、相手方らの主張を採用することができない。

② Fujii&Matsu'ura (2000) を用いず、レシピないし改訂レシピにおいて長大な断層でない断層のアスペリティの応力降下量を求める方法として示されている、壇ほか(2001)の関係式等によって算定すると、次のとおり、FO-A～FO-B～熊川断層のアスペリティ面積比(S_a/S)は30%超となるどころ、アスペリティの応力降下量($\Delta\sigma_a$)は11.4MPaとなり、長大な断層として評価した場合よりもかえって小さな値となる。

[i] 震源断層の長さが震源断層の幅に比べて十分に大きい長大な断層として取扱う場合

$$\Delta\sigma_a = (S/S_a) \cdot \Delta\sigma \quad \text{改訂レシピ (21-1) 式}$$

この関係式に、

$$\text{アスペリティ面積比} \quad S_a/S = 22\%$$

$$\text{震源断層全体の応力降下量} \quad \Delta\sigma = 3.1\text{MPa}$$

をそれぞれ与えると、 $\Delta\sigma_a = 14.1\text{MPa}$ となる。

[ii] 震源断層の長さが震源断層の幅に比べて十分に大きい長大な断層ではない断層として取扱う場合

$$\Delta\sigma_a = (7/16) \cdot M_0 / (r^2 \cdot R) \quad \text{改訂レシピ (21-2) 式}$$

この関係式に、

地震モーメント $M_0 = 5.03 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m}$ (乙139, 73頁)

アスペリティ面積の等価半径 $r = 10.51 \text{km}$

アスペリティ面積 (S_a) の等価半径 (r) は、改訂レシピ (13) 式 ($r = (7\pi/4) \cdot \{M_0 / (A \cdot R)\} \cdot \beta^2$) から求める。短周期レベル (A) として $1.96 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m/s}^2$ (乙139, 73頁参照), S 波速度 (β) として, $\beta = 3.6 \text{km/s}$ (乙139, 73頁) を与えている。

断層面積 S に対する等価半径 $R = 17.40 \text{km}$

断層面積 (S) に対する等価半径 (R) は、レシピの $R = (S/\pi)^{1/2}$ (甲267, 11頁) から求め、断層面積 (S) は 951km^2 としている (乙139, 73頁)。

をそれぞれ与えると、 $\Delta \sigma_a = 11.4 \text{MPa}$ となる。

以上のとおり、 $FO-A \sim FO-B \sim$ 熊川断層について、相手方らの主張するおりにレシピにおける長大な断層と評価しない場合、アスペリティの応力降下量はかえって小さくなるから、この点からみても、抗告人が策定した基準地震動が妥当性を欠くとはいえない。

(h) 以上によれば、抗告人の $FO-A \sim FO-B \sim$ 熊川断層の地震動評価におけるアスペリティの応力降下量の設定が不合理であるとはいえない。

(i) したがって、相手方らの主張を採用することができない。

d 統計的グリーン関数法

統計的グリーン関数法と経験的グリーン関数法とは、いずれも信頼性の高い手法として一般に用いられている。

このことは、地震ガイドでも「経験的グリーン関数法、統計的グリーン関数法、ハイブリッド法以外の手法を用いる場合には、その手法の妥当性が示されていることを確認する」(I 3.3.2 (4)) と規定されており、統計的グリーン関数法についてはその合理性が前提とされていることから裏付けられる。

したがって、相手方らの主張を採用することができない。

e 標準偏差 (σ) からのばらつきの考慮

相手方らが援用するばらつき評価の検討（山田雅行ほかの「強震動予測レシピに基づく予測結果のばらつき評価の検討～逆断層と横ずれ断層の比較～」，甲148の3，乙165）は，「森本・富樫断層帯をモデルとした仮想の断層（逆断層，横ずれ断層）」を対象に，①アスペリティの位置，②アスペリティの強度（平均すべり量の比），③アスペリティの強度（短周期レベル），④破壊伝播速度，⑤破壊開始点の各パラメータに，一様分布，正規分布等で表される統計学的なばらつきを与え，レシピとは異なる「地震調査委員会：森本・富樫断層帯の地震を想定した強震動評価について」の方法の一部を用いた強震動予測結果について，どの程度のばらつきが生じるかを評価したものである。

そうすると，上記検討は，抗告人が地震動評価に用いた断層モデルと異なるモデルを用いており，パラメータのばらつきの設定方法も，抗告人が詳細な調査や既往の研究をもとに設定しているのに対し，上記は統計学的なばらつきをもとにしており，抗告人の採用した方法とは異なるものであるから，上記検討結果をもって，本件各原子力発電所の基準地震動の策定の妥当性の判断に影響を及ぼすものとはいえない。

また，上記検討で対象とされたパラメータは，前記①ないし⑤であるところ，②アスペリティの強度（平均すべり量）以外は，抗告人は，断層モデルを用いた手法による地震動評価において，その評価が大きくなるように設定している。すなわち，全ての地震動評価ケースにおいて，①アスペリティ位置を発電所敷地近くに配置し，⑤破壊開始点は，発電所敷地での地震動が大きくなるように断層やアスペリティの下端に複数配置して評価しており，さらに，不確かさの考慮として，③アスペリティの強度（短周期レベル）については平成19年新潟県中越沖地震の知見を踏まえて短周期の地震動レベルを1.5倍とし，④破壊伝播速度を大きく評価している。

また、抗告人が地震動評価で考慮していない②アスペリティの強度（平均すべり量）のばらつきについては、上記検討において、地震動予測結果にほとんど影響を与えないことが示されている。

そうすると、上記検討は、抗告人の地震動評価が不合理であることを裏付けるものとはいえない。

したがって、相手方の主張を採用することができない。

ウ 不確かさの評価について

(ア) 相手方の主張

a 断層モデルを用いた手法に基づく地震動評価における不確かさの評価について

不確かさを考慮したパラメータ（短周期の地震動レベル、断層傾斜角、すべり角、破壊伝播速度、アスペリティの配置、破壊開始点）について、不確かさの考慮として抽出すべきパラメータが他にないことの合理的な説明がなされていない。

b 不確かさの考慮方法について

抗告人は、不確かさを考慮したとして複数のケースを設定しているが、これらの不確かさを重複させるべきである。

c 短周期レベルの地震動について

地震ガイドにおいて、アスペリティの応力降下量（短周期レベル）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を確認するとされている。

平成19年新潟県中越沖地震による柏崎刈羽原子力発電所の地震動が平均の1.5倍程度の短周期レベルを記録したことを踏まえると、地震ガイドは短周期レベルを原則的に1.5倍とすることを求めていると解すべきである。

d 不確かさ及びばらつきの考慮について

地震ガイドは、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において、不確かさの考慮を求めているが、それとは別の

条項において、経験式が有するばらつきの考慮を求めている。そうすると、不確かさの考慮とばらつきの考慮は別の概念であって、不確かさを考慮したからばらつきを考慮しなくて良いということにはならない。

(イ) 検討

a 断層モデルを用いた手法に基づく地震動評価における不確かさの評価について

抗告人は、地震ガイドにおいて「震源モデルの不確かさ（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、解釈の違いによる不確かさ）を考慮する場合には、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パラメータについて分析し、その結果を地震動評価に反映させることが必要である」（I 3.3.3 (2)①1))と規定されていることを受け、それらのパラメータについて、各種の詳細な調査や既往の知見に基づいて保守的な条件設定を行い、またその不確かさを考慮している。

すなわち、震源断層の長さ、幅（地震発生層の上端深さ・下端深さ）等については、前記のとおり、各種の詳細な調査と既往の知見をもとに、不確かさを考慮して保守的に条件を設定し、アスペリティの面積、応力降下量、破壊伝播速度等については、レシピア既往の知見を参照して設定し、これらを基本ケースとして設定した。その上で、抗告人は、短周期の地震動レベル、断層傾斜角、すべり角、破壊伝播速度、アスペリティの配置、破壊開始点について、各種の詳細な調査と既往の知見を踏まえ、（一部については科学的・技術的知見から合理的に考慮できる範囲を超えて）さらに不確かさを考慮して、より保守的な条件設定を行った。

このように、抗告人は、新規制基準の要求事項を踏まえつつ、各種の調査結果や既往の科学的・技術的知見も参照しながら、パラメータの設定や不確かさの考慮を行っている。

したがって、相手方らの主張を採用することができない。

b 不確かさの考慮方法について

(a) 新規制基準の設置許可基準規則解釈において「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」（設置許可基準規則解釈別記2第4条5項2号⑤）と規定されている。

(b) 抗告人は、本件各原子力発電所敷地周辺の地震発生状況や敷地周辺の活断層の分布状況等について詳細な調査を実施した上で、本件各原子力発電所の検討用地震としてFO-A～FO-B～熊川断層及び上林川断層を選定した。

そして、これらの断層による地震を評価するための震源断層モデルを設定する際には、この地質・地質構造の調査結果に加え、本件各原子力発電所敷地及び敷地周辺の地下構造の調査・評価結果も考慮して、本件各原子力発電所敷地の地震動に大きな影響を与える地震の規模、震源からの距離、強震動を発生させるアスペリティの配置等について、「基本ケース」の設定段階から十分安全側に評価した。

すなわち、FO-A～FO-B～熊川断層について、震源断層長さを長く、断層幅を広く評価し、震源断層面積から算定される地震の規模（地震モーメント）をより大きく評価した。地震動は震源からの距離に応じて減衰しながら伝播していくところ、発電所敷地から震源断層までの距離をより近く評価することにより、より地震動が大きくなるよう安全側に考慮した。

また、①強震動を発生させるアスペリティについて、断層の存在が明確に否定できる区間を除いた発電所敷地に最も近い位置に配置し、②破壊開始点について、発電所敷地における地震動が大きくなるよう、破壊が発電所敷地に向かって近づ

いてくるようなケースを含め、複数のケースを設定して評価した。

(c) 本件各原子力発電所の地域特性を考慮した上で、自然現象として起こり得る不確かさの種類を選定し、科学的な根拠に基づいてその不確かさの幅（数値）を設定して評価した。

すなわち、平成19年新潟県中越沖地震の知見を踏まえ「③短周期の地震動レベルを1.5倍にするケース」、FO-A～FO-B～熊川断層は、横ずれ断層であるものの、縦ずれの変位が含まれることから「④断層傾斜角を75度にするケース」及び「⑤すべり角を30度にするケース」、既往の研究におけるばらつきを考慮して「⑥破壊伝播速度を 0.72β から 0.87β に引き上げるケース」、強震動を発生させるアスペリティの配置について「⑦アスペリティを敷地近傍に一塊にして配置するケース」の各ケースについて、追加的に検討した。

この追加的な検討を行うに際しては、①アスペリティの配置及び②破壊開始点を含めて、事前の詳細な調査や経験式（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パラメータ（認識論的な不確かさ）と、地震発生後の分析等では把握できるが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）なパラメータ（偶然的な不確かさ）に分類し、その重畳を含めた評価を行った。

その際、地震発生前におおよそ把握できるパラメータの全てが地震動を大きくする方向にばらついて「基本ケース」を大きく上回る地震動レベルとなることは現実の現象としては考えにくいことから、地震発生前におおよそ把握できるパラメータについては、各々独立して検討することとした。

具体的には、③短周期の地震動レベル、④断層傾斜角、⑤すべり角、⑥破壊伝播速度については、いずれも事前の詳細な調査や経験式（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り、これらの複数のパラメータが同時に、地震動を大きくする方へ極端にばらつくことは

考えにくいことから、これらのパラメータについては、各々独立して不確かさを考慮して検討を行った。

これに対し、①アスペリティの配置及び②破壊開始点については、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）なパラメータ（偶然的な不確かさ）であることから、「基本ケース」と同様に発電所敷地における地震動が大きくなるように設定して、③ないし⑥と重畳させて評価した。

なお、⑦アスペリティの一塊の配置については、アスペリティは震源断層面におけるすべり量が大きな領域であって、断層の存在が明確に否定できる区間内に存在することや、その区間を挟んで並ぶ複数の断層のアスペリティが一方の断層に寄せられて存在することはなく、現実には生じ得るとは考えられないため独立して検討し、②破壊開始点と重畳させて評価した。

(d) 安全側の評価により作成された「基本ケース」の地震動レベルは、既に平均的なレベルよりもかなり大きなものとなっており、地震発生前におおよそ把握できるパラメータ（認識論的な不確かさ）の全てが地震動を大きくする方向にばらついて、「基本ケース」を大きく上回る地震動レベルとなることは、現実の現象としては考えにくい。

また、抗告人による不確かさの考慮の考え方を含む地震動評価については、原子力規制委員会により新規制基準への適合性が認められている。さらには、抗告人の地震動評価の結果得られた基準地震動の年超過確率は極めて低い値となっている。このように、抗告人の地震動評価は、科学的に合理的で十分なものであるといえる。

以上によれば、全ての不確かさを重畳させる必要があるとはいえないし、不確かさを重畳として考慮することについて前記のとおり対応したことが不合理であるとはいえない。

(e) したがって、相手方らの主張を採用することができない。

c. 短周期レベルの地震動について

地震ガイドの当該部分は、「アスペリティの応力降下量（短周期レベル）については、新潟県中越沖地震を踏まえて設定されていることを確認する」（I 3.3.2(4)①2))と規定しており、平成19年新潟県中越沖地震の知見を踏まえるべきことを求めているが、相手方らのいうように、短周期レベルを1.5倍という一定倍率で大きくすることまで求めているわけではない。

抗告人は、平成19年新潟県中越沖地震の知見について、地震ガイドが、他方において、「特に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」（I 3.3.3(2)①1))として応力降下量についての不確かさの考慮を求めていることを受け、本件各原子力発電所周辺の若狭湾地域では前述した震源特性に係る平成19年新潟県中越沖地震のような知見はないものの、不確かさを考慮するケースの一つとして、短周期の地震動レベルを基本ケースの1.5倍とするケースを設定した。

このように、抗告人は平成19年新潟県中越沖地震の知見を踏まえて本件各原子力発電所の基準地震動を評価しており、相手方らの主張するような地震ガイド違反はない。原子力規制委員会も、この点について、新規制基準適合性を確認している。

したがって、相手方らの主張を採用することができない。

d. 不確かさ及びばらつきの考慮について

「経験式が有するばらつき」（I 3.2.3(2))とは、経験式の基となった地震に関するデータのばらつきのことであり、そのデータは、各地震が発生した地域の地域性（震源特性、伝播特性、地盤の増幅特性（サイト特性））が現れたものであり、データのばらつきは、地震の「標準的・平均的な姿」に各地域の地域性が反映された結果に他ならないといえる。

抗告人は、本件原子力発電所の基準地震動の策定において、詳細な調査結果を踏まえて敷地周辺の地域性を把握した上で、保守的な条件でパラメータを設定し、さらに不確かさを考慮して地震動評価を行っている。原子力規制委員会も、この点について、新規制基準適合性を確認している。

したがって、相手方らの主張を採用することができない。

(13) 震源を特定せず策定する地震動について

ア 相手方らの主張

(ア) 16倍問題について

「震源を特定せず策定する地震動」は、最大Mw6.5の地震を引き起こす断層面が原子力発電所近傍にあると仮定して評価するものであるから、Mw5.7であった平成16年北海道留萌支庁南部地震の規模を16倍とする地震を想定すべき（16倍問題）である。

(イ) 2000ガル問題について

地域地盤環境研究所は、平成16年北海道留萌支庁南部地震について「面的地震動評価」を実施しており（甲68）、その結果によれば、抗告人が参照した観測点の観測記録1127ガルを超える2000ガルの地震動が別の地点で発生した可能性があり、さらに、Mw5.7の地震であっても、解放基盤表面の加速度は1080ガル（ $609 \times 2000 / 1127 = 1080.74$ ）である。

(ウ) 原子力安全基盤機構の報告書（甲131）について

上記報告書では、Mj6.5の横ずれ断層が活動した場合、敷地近傍で最大1340.6ガルの地震動を生じうるとされており、抗告人が策定した最大加速度620ガルの「震源を特定せず策定する地震動」が過小であることは明らかである。

イ 検討

(ア) 16倍問題について

a 昭和56年耐震設計審査指針では、マグニチュード6.5程度以下の地震で

あれば地表地震断層が出現しないこともあることを踏まえ、マグニチュード6.5の直下地震といった一定規模の「地震」を想定して地震動を設定していたが、平成18年耐震設計審査指針では、そのように「地震」を想定してするのではなく、直接「地震動」を設定することとされた。

これは、平成18年耐震設計審査指針の制定の際に、兵庫県南部地震等の震源過程の研究により、アスペリティが浅いときには地表地震断層が出現するが、アスペリティが深いときには地表地震断層が出現しないとの新たな知見が得られており、活断層を事前に特定できるかどうかを「地震」の規模で規定するのは問題があるとの指摘がなされたことによるものである。

すなわち、同じ規模の「地震」でも、アスペリティの位置が浅いと、地表地震断層が出現し、地震動も大きくなるが、アスペリティの位置が深いと、地表地震断層は出現せず、地震動も大きくなることが分かってきた。そこで、平成18年耐震設計審査指針では、「震源を特定せず策定する地震動」として、マグニチュード6.5の直下地震といった一定規模の「地震」を想定してそこから地震動を評価するのではなく、直接「地震動」のレベルから算定することとされ、具体的には、震源と活断層を関連付けることが困難な内陸地殻内地震について、地震動の観測記録を収集し、それを基にして地震動を策定することとされた（乙167）。

新規制基準も、平成18年耐震設計審査指針のこのような考え方を承継しており、一定規模の「地震」を想定して地震動を評価するのではなく、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基にして、直接「地震動」のレベルから「震源を特定せず策定する地震動」を策定し、その妥当性について、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としている。

b 以上の経緯のもとで、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」と規定している（設置許可基準規則解釈別記2第4条5項3号）。

上記規定は、震源と活断層を関連付けることができず、地震の規模及び位置を事前に想定できないことから、実際に観測された観測記録に基づいて、発電所敷地の地盤物性（すなわち「地盤の増幅特性（サイト特性）」）を加味した地震動レベルを設定するものといえる。

原子力規制委員会は、『震源を特定せず策定する地震動』の策定に当たっては、その規模及び位置は事前に想定できないことから、マグニチュードや震源距離を規定する方法ではなく、国内外の震源近傍の強震観測記録に基づいて地震動レベルを直接設定することとしており、仮想的な地震動を評価することを要求しているものではありません」（乙40）と説明している。

c. 相手方らは、震源を特定せず策定する地震動は、一定の規模以下の震源断層面については、原子力発電所敷地周辺の詳細な調査によっても発見できない可能性があるとの認識を前提に、その規模をMw6.5と定め、最大Mw6.5の地震を引き起こす断層面が当該原子力発電所近傍にあると仮定して、その断層面が活動したときの地震動を考慮して定めるべきであると主張する。

しかし、地震ガイドは、検討対象地震の選定について、「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を検討対象地震として適切に選定し、それらの地震時に得られた震源近傍における観測記録を適切かつ十分に収集していることを確認する」（4.2.1(1)）、「検討対象地震の選定においては、地震規模のスケーリング（スケーリング則が不連続となる地震規模）の観点から、『地表地震断層が出現しない可能性がある地震』を適切に選定していることを確認する」（4.2.1(2)）とした上で、その「地表地震断層が出現しない可能性がある

地震」について、「断層破壊領域が地震発生層の内部に留まり、国内においてどこでも発生すると考えられる地震で、震源の位置も規模もわからない地震として地震学的検討から全国共通に考慮すべき地震（震源の位置も規模も推定できない地震（ M_w 6.5未満の地震））であり、震源近傍において強震動が観測された地震を対象とする」（4.2.1の解説(1)）と解説している。

また、地震ガイドでは、「検討対象地震」の選定について、「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」とともに、必要に応じて「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」についても検討を加え、必要に応じて選定することとされている（4.2.1(3)）。

そうすると、地震ガイドは、「震源を特定せず策定する地震動」の策定に当たり、震源の位置も規模も推定できない地震として M_w 6.5「未満」の地震の観測記録を収集することを求めているのであって、相手方らのいうように、地震の規模を M_w 6.5という一定値にする（ M_w 6.5より小さいものは M_w 6.5に引き上げる）ことを求めているものではない。

したがって、相手方らの主張を採用することができない。

(イ) 2000ガル問題について

a 相手方らの援用する地域地盤環境研究所の平成16年北海道留萌支庁南部地震に関する報告書（乙168、「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」）は、平成16年北海道留萌支庁南部地震における強震動について検討したMaeda and Sasatani（2009）に基づく震源モデルを用いて面的地震動評価を行った上、その震源モデルのうち、すべり角、破壊開始点の条件を仮想的に変更して評価したものである。相手方らが援用する「S2破壊」は、「破壊開始点を変えた場合」の検討事例の一つに該当する。

b 上記報告書は、「震源域近傍の留萌周辺における詳細な3次元地盤構造モデ

ルがないため、ここでの地盤構造モデルはHKD020の1次元地盤構造モデル (Maeda and Sasatani, 2009) を参照し、表2.2-1に示す地盤構造モデルを3次元地盤構造モデルに拡張した」(乙168, 2-2頁) としている。

地表面の揺れの大きさは、地盤の増幅特性 (サイト特性)、すなわち地盤構造 (速度構造) により大きな影響を受けるところ、上記報告書では、表2.2-1 (乙168, 2-5頁) に示された単一の地盤構造モデル (表中の「Vp」はP波速度, 「Vs」はS波速度, 「Density」は密度, 「Depth」は深さを表す) を、HKD020 (港町観測点) 以外の地盤構造 (速度構造) を調査することなく、20km四方 (乙168, 2-2頁) という広域に拡張して、面的地震動評価を行っている。

そうすると、上記報告書は「震源断層モデルを用いて地震観測点以外の震源域内での地震動を再現解析」しているとはいえない。

○ 上記報告書も、「本検討ではHKD020の観測記録を上回るPGV (最大速度) が他の地点で得られている」と記載する一方、「ただし、検討ではHKD020の地盤構造モデルを仮定して、それを3次元的に拡張していることに注意が必要である」(乙168, 4-1頁) と記載し、上記報告書に示された数値には客観的なデータの裏付けがないことを認めている。

d 以上のとおり、上記報告書で用いられた地盤構造モデル (Maeda and Sasatani (2009)。乙168, 2-2頁) においては、現地での詳細な調査結果が反映されているとはいえない。

他方、上記報告書の後に発表された佐藤浩章ほか「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、HKD020 (港町観測点) においてPS検層等の詳細な調査を実施し、上記報告書とは異なる地盤構造モデルが提案されており (乙166, 6頁, 表1。表2.2-1 [乙168, 2-5頁] と異なる数値となっている。), この地盤構造モデルを基にして抗告人が行った「震源を

特定せず策定する地震動」の評価に対し、原子力規制委員会は新規制基準適合性を認めている。

e 以上によれば、相手方が援用する「最大加速度2000ガル」の試算条件から、平成16年北海道留萌支庁南部地震の「最大加速度が2000ガル以上であった可能性がある」ものと認めることはできない。

したがって、相手方の主張を採用することができない。

(ウ) 原子力安全基盤機構の報告書(甲131)について

a 相手方は、原子力安全基盤機構の報告書(「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)」。甲131, 乙169)を援用し、上記報告書に横ずれ断層モデルによる加速度応答値の分布を示す複数の表から「1340.6」との数値を取り上げ、「JNES報告書によれば、Mj6.5の横ずれ断層が活動した場合、震源近傍で最大1340.6ガルの地震動が生じ得る」と主張する。

b 上記報告書は、地震動と年超過確率の関係を評価する目的の下、仮想の断層モデルに種々の仮定的条件を与えて解析による計算値を算出し、その結果を考察の対象としたものである。

そうすると、本件各原子力発電所の地震動評価とは、断層モデルや条件を異にしているから、上記報告書における計算値が本件各原子力発電所の地震動評価に適用されるものとはいえない。例えば、相手方が援用する算定例は、アスペリティの上限深さが2kmに設定されたものであるが、これに対し、本件各原子力発電所周辺での地震発生層は、保守的に余裕を見て評価した場合でも上限深さを3kmとすべきであるから、条件が異なるといえる。

c 上記報告書には、中部・近畿地方における、震源を特定しにくい地震による地震動の年超過確率の解析結果が示されている(乙169, 付2.1-12頁)。これによると、最大加速度1340.6ガルの地震動は、年超過確率が 10^{-6} よりもさ

らに小さい確率となり、現実にはまず考えられないものといえる。

ウ 以上によれば、上記報告書の記載から本件各原子力発電所敷地における「震源地を特定せずに策定する地震動」が過小であると認めることはできない。

エ したがって、相手方らの主張を採用することができない。

(14) 応答スペクトルの包絡線について

ア 相手方らの主張

「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」(甲85)(昭和56年耐震設計審査指針)では基準地震動は振幅包絡線で定めることとされていたのであるから、本件各原子力発電所の基準地震動は、抗告人が策定した基準地震動 $S_s - 1$ ～ $S_s - 7$ の全ての応答スペクトルを包絡した線でなければならない。

イ 検討

(ア) 地震動(時々刻々の地盤の揺れ)について、横軸に時間、縦軸に振幅や加速度等をとって表したものが時刻歴波形であり、縦軸に振幅をとった時刻歴波形において、地震動の振幅を包み込むように引かれた曲線が振幅包絡線である。振幅包絡線とは、応答スペクトルを包絡する線のことではない。

また、昭和56年耐震設計審査指針は、基準地震動の策定において、既往の知見により得られた地震動の振幅の時間経過に伴う変化を示した振幅包絡線に沿った時刻歴波形を作成することを求めていたにすぎず、地震動評価によって策定した複数の基準地震動の応答スペクトルを包絡させることを要求していたものではない。

(イ) 抗告人は、地震動評価に当たり、基本ケースの段階から保守的な条件を設定し、さらに不確かさを考慮して地震動評価を行い、基準地震動 $S_s - 1$ ～ $S_s - 7$ の応答スペクトルを作成しており、それらの応答スペクトルをさらに包絡するような応答スペクトルを作成する必要があるとはいえない。

なお、抗告人は、新規制基準下での基準地震動の策定においても、振幅包絡線

の経時的変化を考慮して時刻歴波形を作成している（乙76）。

（ウ） したがって、相手方らの主張を採用することができない。

（15） 基準地震動の年超過確率について

ア 相手方らの主張

人類が有している地震のデータは、詳細なもので過去20年余り、概括的なものでも過去千数百年程度であるから、1万年や10万年に一度の地震を評価することはできない。また、基準地震動の年超過確率の算定根拠が明らかでなく、算定者の恣意が入り込むおそれ大きい。

イ 検討

（ア） 前記のとおり、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、その策定に当たり、標準委員会・発電炉専門部会の下に地震PSA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、検討された結果、取りまとめられたものである。

また、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、実施基準は、地震ハザードの解析手法として地震ガイドに採用されている。

この点につき、原子力規制委員会は、実施基準の信頼性に関して、「国内の地震ハザード評価では、地震調査研究推進本部（地震本部）により、各地域の海域を含む活断層の地震活動性や地震動の評価に基づく地震ハザードマップが公表され、広く一般防災に活用されるとともに、原子力分野でも地震本部の情報・データ及び評価手法等を活用し、これと整合を図っています。地震本部のプロジェクトで評価している地震ハザードは、地震・地震動の情報や評価手法から見て、世界的な標準以上の広域かつ詳細な評価といえます。」とした上で、「日本原子力学会の

確率論的安全評価実施基準における地震ハザード評価は、地震本部のデータや手法との整合を取りながら、サイト近傍の評価や不確実さ評価手法をより詳細化したものであり、評価データやプロセスの透明性・説明性を明確化するよう規定されています。」と評価している（乙110）。

以上のとおり、実施基準は、学識者、実務者の長年にわたる議論と公正な手続きを経て作成されたものであり、原子力規制委員会も、新規制基準に係る審査基準に採用するなど、その信頼性が認められている。

（イ） 実施基準は、確率論的リスク評価（PRA）に関する国際的な調査をもとに策定されたものである。

すなわち、各国でPRAの技術開発及び事例適用、応用研究が進められてきた結果、PRAは、安全評価手法として安全設計・運転管理・安全規制等の広い分野における意思決定プロセスを支援する効果的な手段と認識されるようになっていく。地震PRAを含む外的事象のPRAについて、米国では、原子力規制委員会（NRC）が作成したNUREG-1150（1990年最終版発行）で代表プラント評価が実施され、1991年のNRCの要求によって、外的事象に対する個別プラント評価（IPEEE）が実施されており、2003年には米国原子力学会（ANS）から外的事象のPRA標準（ANSI/ANS-58.21-2003）が公表されている。日本原子力学会は、地震PRAを実施する場合の考え方、満足すべき要件及び具体的な方法について調査検討を行い、関連する分野の専門家の意見を踏まえて、地震PRAの実施基準を策定している（甲142、i頁、まえがき）。

（ウ） 抗告人が本件各原子力発電所における基準地震動の年超過確率の算出に当たって参照している確率論的地震ハザード評価手法は、国際原子力機関（IAEA）が定める安全基準類のうち確率論的地震ハザード評価の指針を規定しているSSG-9や、米国において確率論的地震ハザード評価に当たっての手順等を取りまとめた米国電力研究所（EPRI）の報告書（EPRI30020000709）において採

用されている算定手法と基本的に合致したものである（乙170）。

（エ） 新規制基準においては、地震動評価の基本的な考え方は平成18年耐震設計審査指針から変わっていないものの、平成17年8月16日の宮城県沖地震、平成19年能登半島地震、平成19年新潟県中越沖地震、東北地方太平洋沖地震による知見等が反映されているし、地震動評価における地震波の伝播特性や地盤の増幅特性（サイト特性）の考慮も十分になされている。

（オ） 本件各原子力発電所の基準地震動は、原子力規制委員会の審査を経たものであるところ、抗告人は、その審査において原子力規制委員会により確認された科学的知見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ているし、原子力規制委員会もその相当性を確認している。

（カ） 以上によれば、基準地震動の年超過確率の算定に関する新規制基準や地震ガイドの定めが不合理であるとはいえないし、抗告人の行った上記算定が不合理であるともいえない。

（キ） したがって、相手方らの主張を採用することができない。

4 地震に対する安全確保対策（耐震安全性）

(1) 新規制基準における基本方針及び設置許可基準規則等

ア 設置許可基準規則4条1項は、設計基準対象施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならないと規定し、同条2項は、前項の地震力は、地震の発生によって生ずるおそれがある設計基準対象施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならないと規定し、同条3項は、耐震重要施設は、その供用中に当該耐震施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（基準地震動による地震力）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならないと規定している。

イ 設置許可基準規則解釈別記2第4条2項は、設計基準対象施設について、耐震重要度に応じ、Sクラス、Bクラス、Cクラスの耐震重要度分類に分類することを求めている。

そのうち、耐震重要度分類Sクラスの施設である耐震重要施設（同規則解釈別記1第3条1項）について、設置許可基準規則4条3項は、「基準地震動による地震力」に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない」ことを求めている。

また、設置許可基準規則解釈は、「安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない」ことを満たすため、建物・構築物については、「常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動による地震力との組合せに対して、当該建物・構築物が構造物全体としての変形能力（終局耐力時の変形）について十分な余裕を有し、建物・構築物の終局耐力に対し妥当な安全余裕を有していること」を求め、また、機器・配管系については、「通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び事故時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動による地震力を組み合わせた荷重条件に対して、その施設に要求される機能を保持すること。なお、上記により求められる荷重により塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、その施設に要求される機能に影響を及ぼさないこと」等を求めている（設置許可基準規則解釈別記2第4条6項1号）。

ウ 設置許可基準規則及び同規則解釈は、上記のような基準地震動に対する耐震安全性評価に加えて、弾性設計用地震動及び静的地震力に対する耐震安全性評価を行うことも求めている（設置許可基準規則4条1項及び2項、同規則解釈別記2第4条1項ないし3項）。

弾性設計用地震動は、発電用原子炉施設が地震力に対して耐えるために、ある地震力に対して建物・構築物及び機器・配管系がおおむね弾性範囲になるように設計する際に用いる地震動をいい、基準地震動との応答スペクトルの比率の値が、目安として0.5を下回らないような値で、工学的判断に基づいて設定する（設置許可基準規則解釈別記2第4条4項1号）。

また、静的地震力は、発電用原子炉施設に作用する地震力を一定の力（静的な力）として考え、その地震力に対して建物・構築物及び機器・配管系がおおむね弾性範囲になるように設計する際に用いる地震力をいい、一般建築物の設計に適用される地震層せん断力係数 C_i に耐震重要度分類に応じた所定の係数等を用いて算定する（同条4項2号）。そして、これらの地震動及び地震力に対する「許容限界」の評価においては、必ずしも厳密な弾性限界ではなく、局部的に弾性限界を超える場合を容認しつつも「施設全体としておおむね弾性範囲に留まり得ること」を求めている（同条1項）。

エ 弾性設計用地震動及び静的地震力は、耐震重要施設以外の耐震安全性評価にも用いられている。具体的には、耐震重要度分類Bクラスの設計基準対象施設であって共振のおそれのあるものについて、弾性設計用地震動に2分の1を乗じたもので評価することを求めており（同条3項2号，乙31，124頁），また，全ての設計基準対象施設について，静的地震力に対する評価を求めている（同条3項）。

(2) 抗告人の対応

ア 基準地震動等に対する耐震安全性評価

(ア) 基準地震動に対する耐震安全性評価

抗告人は、上記の要求事項を踏まえ、本件各原子力発電所の設備のうち、原子炉の安全性を確保するために重要な役割を果たす「安全上重要な施設・設備」について、耐震重要施設として耐震重要度分類Sクラスに分類した。

その上で、この「安全上重要な施設・設備」について基準地震動に対する耐震安全性評価を行い、基準地震動による地震力が各設備に作用した際の評価値（建物・構築物の耐震壁のせん断ひずみや機器・配管系に生じる応力値等）を算出して、これが評価基準値を下回ることを確認した。

a 耐震安全性評価における解析

抗告人は、基準地震動 $S_s - 1 \sim S_s - 7$ に対する耐震安全性評価において、地震応答解析及び応力解析を行い、その結果得られた評価値が、基準・規格等に基づいて定められている評価基準値を超えないことを確認した。

地震応答解析とは、地震動に対して構造物がどのように揺れるかを評価するために、構造物を適切なモデル（解析モデル）に置き換え、このモデルに地震動を入力して、地震動によって構造物に作用する地震力（荷重）を求める解析方法をいう。また、応力解析とは、地震応答解析により得られた構造物に作用する地震力（荷重）によって、当該構造物を構成する各部位に作用する単位面積当たりの力（応力）を求める解析方法をいう。このような解析を各耐震重要施設について行い、評価値（建物・構築物の耐震壁のせん断ひずみや機器・配管系に生じる応力値等）が評価基準値を超えないことをもって、耐震重要施設の耐震安全性を確認するものである。

b 建物・構築物の解析

建物・構築物については、日本電気協会が策定した民間規格である「原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601-1987）」（乙177、以下「JEAG4601-1987」という。）に定める手法を用いて解析を行った。

具体的には、構成部位ごとに質量・剛性・減衰を考慮して、水平2方向及び鉛直方向の方向ごとに適切な解析モデル（1次元質点系モデル）を構築し、各モデルの方向に対応する基準地震動を入力するなどして解析を行った。

本件各原子力発電所の原子炉建屋、補助一般建屋、中間建屋、ディーゼル建屋及び燃料取替用水タンク建屋について、基準地震動 $S_s - 1 \sim S_s - 7$ による解析を行った結果、各建屋のせん断ひずみの最大値（評価値）は、いずれもJEAG4601-1987に定める評価基準値 2.0×10^{-3} を下回っており、各建屋が基準地震動に対して耐震安全性を有することが確認された。

c 機器・配管系の解析

抗告人は、機器・配管系については、各機器等の振動性状に応じて1次元又は3次元の解析モデルを構築し、この解析モデルに水平2方向及び鉛直方向の方向ごとに基準地震動を入力するなどして解析を行い、算出された評価値が評価基準値を超えないことを確認する、構造強度評価を行った。

また、抗告人は、上記の構造強度評価に加えて、ポンプ、制御棒等の動的機器については、地震により発生する加速度又は荷重に対して、当該設備が要求される機能（例えば、ポンプであれば、所定の送水機能が確保されていること。）を保持すること（動的機能維持）を確認する、動的機能維持評価も行った。

本件各原子力発電所の安全上重要な機器・配管系について、構造強度評価及び動的機能維持評価を行った結果、発生応力値等（評価値）は、いずれも評価基準値（許容値）を下回っており、本件各原子力発電所の安全上重要な機器・配管系が、基準地震動に対して機能が損なわれない（耐震安全性を有する）ことを確認した。

（イ） 弾性設計用地震動及び静的地震力に対する耐震安全性評価

抗告人は、弾性設計用地震動及び静的地震力に対する耐震安全性評価についても、JEAG4601-1987及び「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編（JEAG4601・補-1984）」（乙178、以下「JEAG4601-1984」という。）に定める手法を用いている。

抗告人は、弾性設計用地震動に対する耐震安全性評価において、弾性設計用地震動を入力した際の評価値が弾性設計用の評価基準値を下回ることを確認した。

また、抗告人は、静的地震力に対する耐震安全性評価においては、弾性設計用地震動に対する耐震安全性評価と異なり、耐震重要度分類に応じた所定の係数等を用いて算定される静的地震力を入力して応力解析を行うことで評価値を算出し、これが弾性設計に係る評価基準値を下回ることを確認した。評価基準値は、弾性設計用地震動による地震力に対する耐震安全性評価におけるものと同じである。

（ウ） 耐震安全性評価結果を踏まえた耐震補強工事

原告人は、新規制基準施行に伴い、本件各原子力発電所の新たな基準地震動（最大加速度700ガル）を策定したが、その策定に伴って耐震補強が必要となるもの等について、平成25年から、本件各原子力発電所の配管サポート類、原子炉補機冷却水冷却器（原子炉補機冷却水クーラ）等、合計約830箇所及び補強工事を実施しており、これらの工事は、平成27年秋に完了している（乙247）。

なお、原告人は、耐震バックチェックの実施に際して本件各原子力発電所の基準地震動 S_s （最大加速度550ガル）を策定したときにも、平成20年から21年にかけて、本件各原子力発電所の配管サポート類約50箇所について補強工事を実施している（乙248、乙249）。

イ 耐震安全上の余裕の存在

前記のとおり、原告人は、本件各原子力発電所の各耐震重要施設について、地震応答解析及び応力解析を行い、これによって得られた評価値が評価基準値を下回ることを確認しているが、この耐震安全性評価においては、3つの耐震余裕が存在する。

すなわち、評価値の評価基準値に対する余裕（以下「①の耐震余裕」という。）に加えて、下記のとおり、評価基準値自体が、実際に機器等が機能喪失する限界値に対して余裕（以下「②の耐震余裕」という。）を持った値に設定されており、評価値を計算する過程においても、計算結果が保守的なものとなるよう、計算条件の設定等で余裕（以下「③の耐震余裕」という。）を持たせていることが認められる。

（ア） 評価基準値自体の持つ余裕（②の耐震余裕）

a 原告人は、本件各原子力発電所の耐震安全性評価に用いている評価基準値を、日本電気協会が策定した民間規格であるJEAG4601-1987（乙177）及びJEAG4601-1984（乙178）に基づいて設定している。