

副本

平成29年(ラ)第63号

抗告人 [REDACTED] 外3名

相手方 四国電力株式会社

平成29年10月4日

補充書

広島高等裁判所第2部 御中

相手方訴訟代理人弁護士 田代



同弁護士 松繁



同弁護士 川本賢



同弁護士 水野絵里奈



同弁護士 福田浩



同弁護士 井家武



目 次

1 敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の地震動評価におけるアスペリティの応力降下量の不確かさ考慮について	1
(1) 相手方が考慮した応力降下量の不確かさの水準は、聴取会の結論を踏まえた妥当なものであることについて	2
(2) 新潟県中越沖地震を踏まえても、相手方が考慮した応力降下量の不確かさとして設定した値は、保守的で妥当であることについて	5
(3) 新潟県中越沖地震の震源特性は、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）とは異なる特徴を有していることについて	13
2 海洋プレート内地震の地震動評価における地震規模について	19
3 本件3号機の安全性確保の考え方について	24
(1) 「基準地震動を超えたものを想定した基準」について	24
(2) 本件における判断の対象について	29
4 非常用ディーゼル発電機への降下火碎物の影響に係る規則等の改正の状況及び相手方の対応の状況について	33
(1) 非常用ディーゼル発電機への降下火碎物の影響に係る規則等の改正の状況について	33
(2) 本件3号機の非常用ディーゼル発電機の火山灰対策工事の概要について	34

本書面は、平成29年9月13日の第2回審尋での議論を踏まえ、相手方の主張の補充を行うものである。

1 敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の地震動評価におけるアスペリティの応力降下量の不確かさ考慮について

相手方が敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の地震動評価において考慮したアスペリティの応力降下量の不確かさに関し、御庁からは、(a)地震・津波に関する意見聴取会（以下「聴取会」という。）の結果等を踏まえても、相手方が考慮した不確かさ、すなわち1.5倍又は20 MPaの大きい方を用いることが妥当であるとの統一的な見解がないのではないかという点、(b)相手方は、逆断層の短周期レベルが大きくなるという佐藤（2010）¹の知見を基に、逆断層の新潟県中越沖地震と横ずれ断層の敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）とでは震源特性が違う旨の主張をしているが、佐藤（2010）の知見は強震動予測レシピ²にも採用されておらず、地震学会でもまだ受け入れられていないのではないかという点、(c)相手方が設定したアスペリティの応力降下量は、宮腰ほか（2015）³に示されている新潟県中越沖地震のアスペリティの応力降下量の最大値よりもやや小さくなってしまい、相手方の設定したアスペリティの応力降下量について、もう少し大きめに設定した方が保守的かつ妥当ではないかという点、について指摘がなされた。

相手方の認識については、第2回審尋で回答したところではあるが、相手

1 「逆断層と横ずれ断層の違いを考慮した日本の地殻内地震の短周期レベルのスケーリング則」佐藤智美、日本建築学会構造系論文集、第75巻、第651号、923-932、2010.

2 震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）（地震調査委員会）

3 「強震動記録を用いた震源インバージョンに基づく国内の内陸地殻内地震の震源パラメータのスケーリング則の再検討」宮腰研・入倉孝次郎・釜江克宏、日本地震工学会論文集、15-7、141-156、2015.

方としては、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の地震動評価におけるアスペリティの応力降下量の不確かさの考慮は、妥当なものであると考えていることから、以下、(1)において、上記(a)の指摘を踏まえ、相手方が考慮した応力降下量の不確かさの水準は、聴取会の結論を踏まえた妥当なものであることについて、(2)において、上記(c)の指摘を踏まえ、新潟県中越沖地震を踏まえても、相手方が考慮した応力降下量の不確かさとして設定した値は、保守的で妥当であることについて、(3)において、上記(b)の指摘を踏まえ、新潟県中越沖地震の震源特性は、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）とは異なる特徴を有していることについて、それぞれ述べる。

(1) 相手方が考慮した応力降下量の不確かさの水準は、聴取会の結論を踏まえた妥当なものであることについて

ア アスペリティの応力降下量の不確かさとして、どの程度の水準を確保すべきかについては、聴取会において専門家らによる議論が行われたことはこれまでにも述べたとおりであるが（抗告理由書（地震動関係）に対する答弁書第3の2(4)ア（96頁以下）、再度の求釈明事項に対する釈明書第2の2(3)（15頁以下）），御庁からは、①一旦は20MPaで取りまとめ案ができたものの、根拠が十分なのかという疑問が呈されて、引き続き根拠が明示できるように検討がされるようになったこと、②その後、この件について地震ガイド⁴や強震動予測レシピでも触れられておらず、地震学会でも統一的な見解が示されていないことについて指摘がなされた。

事実関係としては、御庁のご指摘のとおりではあるが、以下に述べる

4 基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド（原子力規制委員会、平成25年6月）

とおり、聴取会は、アスペリティの応力降下量の不確かさとして、1.5倍又は20 MPaの大きい方を考慮するという結論に至っているといえるので、これを原子力発電所の地震動評価に用いることは妥当である。

イ まず、①についてであるが、御庁から指摘があったのは、聴取会の第7回会合において、山中浩明氏から「応力降下量の話ですけれども、1.5倍というはある種の不確かさを考えた上積みというので理解できますが、20 MPaという数字が出てきたというのが私はちょっと根拠が見えなかった。それで、多分2ページの下の方に書いてあることだと思いますが、もう少しこの具体的な数値が出てきた根拠を書かれた方がよろしいのではないかと思います。」との発言があり、これを受けた小林耐震安全審査室長から「分かりました。根拠らしきものを20か25かというようなことでいろいろ議論したんですけども、その辺、できるだけ根拠について書けるようにしたいと思います。」と回答した（甲F25（37頁））ことを指すものと理解しており、この点については、第2回審尋期日でも回答したとおり、相手方としても、そうしたやり取りがあったことを否定するつもりはない。しかし、山中浩明氏の発言は、さらなる議論が必要であるとの認識を示したものではなく、20 MPaという水準に理解を示した上で、資料上、根拠が明確に読み取れなかつたので、これを明示しておいてほしいという要望又は明示しておいてはどうかという提案を述べたものであり、聴取会が第7回で終了することも踏まえれば、その具体的な記載は事務局に一任する趣旨であった（その程度の資料の体裁上の要望・提言であった）と考えられ、小林耐震安全審査室長の発言も、聴取会での議論の結果として20 MPaとの結論に至ったとの認識のもと、その経緯を踏まえて根拠を明確にする意向を

示したものである。

その後、山中浩明氏の上記発言を踏まえた修正が行われた資料が成案として公表される機会はなかったが、聴取会の委員でもあった釜江克宏氏は、平成26年10月に開催された京都大学原子炉実験所主催の第3回原子力安全基盤科学研究シンポジウムにおいて、「新規制基準で求められる基準地震動 S s - 地震動評価における不確かさとその評価ー」と題する発表を行い、その中で、考慮すべき不確かさの1つとして、聴取会の結果を引用する形で「応力降下量については平均値の1.5倍又は20 MPaの大きい方（短周期レベルの不確かさ）」を挙げている（乙418（19枚目））。また、聴取会の事務局をしていた原子力安全・保安院の業務を引き継いだ原子力規制委員会においても、事実上、新潟県中越沖地震の知見を踏まえた応力降下量の不確かさの考慮としては、1.5倍又は20 MPaの大きい方を採用することを是として審査が進められている（乙13（14～18頁））。

以上を踏まえれば、アスペリティの応力降下量の不確かさとして、1.5倍又は20 MPaの大きい方を考慮するというのが、聴取会の結論として統一的な見解が示されたものであるといえる。

ウ 次に②についてであるが、地震ガイドは、原子力規制委員会の審査において活用されるものであるところ、今後、新たな知見が得られた場合などにも迅速な対応ができるよう、あまり詳細な事項にまで具体的な記載を行うことは望ましくないので、アスペリティの応力降下量の不確かさについて、具体的な水準を記載していないと考えられる。また、強震動予測レシピは、「最もあり得る地震と強震動を評価するための方法論」（乙354（1頁））であり、原子力発電所の地震動評価においてどの

程度の不確かさを考慮するかという観点で策定されたものではないので、アスペリティの応力降下量の不確かさをどの程度まで考慮すべきか、ということが記載されることはそもそも想定されない。地震学会においても、原子力発電所の地震動評価で考慮すべき不確かさの水準について、統一的な見解を示すような動きはないし、だからこそ、原子力安全・保安院は聴取会を開催して専門家による議論の場を設ける必要があったといえる。

したがって、強震動予測レシピや地震学会において統一された見解が示されていないからといって、1.5倍又は20 MPaの大きい方を考慮するという水準が合理性に欠けるものと認識するのは適切ではない。

エ こうした状況を踏まえれば、アスペリティの応力降下量について、1.5倍又は20 MPaの大きい方を採用するという不確かさの考慮は、原子力発電所の地震動評価においてどのような不確かさを考慮するべきか議論するという目的を明確に持ち、地震動に関する複数の専門家が参加して議論を重ねた聴取会の結論として得られたものである。そして、現時点では、聴取会で示された「1.5倍又は20 MPaの大きい方を採用する」という水準こそが、原子力発電所で用いるべきアスペリティの応力降下量の不確かさに関する専門家らによる唯一の統一的な見解であると考えられるのであるから、これを相手方が地震動評価に用いることは合理的かつ妥当である。

- (2) 新潟県中越沖地震を踏まえても、相手方が考慮した応力降下量の不確かさとして設定した値は、保守的で妥当であることについて
ア 相手方が、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の地震動評価におけるアスペリティの応力降下量について、1.5倍又は20 MPa

の大きい方を不確かさとして考慮したこと、すなわち、壇ほか（2011）⁵を用いるケースでは20.0 MPaを、Fujii and Matsuurra（2000）⁶を用いるケースでは21.6 MPaをそれぞれ不確かさとして考慮したことについて、御序から、宮腰ほか（2015）の表4（乙256（147頁））記載の新潟県中越沖地震の応力降下量の最大値（23.7 MPa）に比してやや小さいことを踏まえ、もう少し大きい方が保守的かつ妥当な評価ではないかとの指摘があった。

他のパラメータが同じ場合に、アスペリティの応力降下量をさらに大きくすれば、地震動も大きくなることが予想されることは、ご指摘のとおりであるが、相手方が、不確かさとして考慮したアスペリティの応力降下量は、適切な保守性を考慮したものであり、新潟県中越沖地震の応力降下量を踏まえても、妥当な評価であると考えている。この点について、以下、相手方の主張を補充する。

イ 宮腰ほか（2015）では、アスペリティの面積、応力降下量等のパラメータを比較するにあたって、2つの方法が用いられている。すなわち、震源インバージョン解析で得られた断層面上での不均質すべり分布に基づいて断層破壊領域、アスペリティ領域等を抽出する方法（以下「震源インバージョン法」という。）及び経験的グリーン関数法を用いた強震動評価によって推定された強震動生成領域から設定する方法（以下「フォワードモデリング法」という。）が用いられている。

5 「長大横ずれ断層による内陸地震の平均動的応力降下量の推定と強震動予測のためのアスペリティモデルの設定方法への応用」壇一男・具典淑・入江紀嘉・アルズペイマサマン・石井やよい、日本建築学会構造系論文集、第670号、2041-2050、2011.

6 「Regional difference in scaling laws for large earthquakes and its tectonic implication」 Fujii, Y. and M. Matsuurra, Pure and Applied Geophysics, Vol. 157, 2283-2302, 2000.

震源インバージョン法は、得られた観測記録に基づいて断層のすべり量の大きい領域（アスペリティ領域）を求め、断層モデルを設定する手法であり、観測記録からある程度自動的に断層モデルが導かれる。一方、フォワードモデリング法は、断層面、アスペリティの位置、面積等を設定した断層モデルの作成とその断層モデルから解析的に得られる計算波形が観測記録と整合するかどうかの確認とを繰り返し、これらが整合するまで試行錯誤的に断層モデルを設定し直す作業を行うことにより震源断層モデルを設定する手法であるが、最初の手順として断層モデルを設定することになるので、断層長さ、断層面積、アスペリティの面積等については、ある程度、研究者の作為が加わることになる。

そして、断層モデルを設定するにあたり、アスペリティ面積を大きく設定するということは、短周期側の大きなエネルギーを放出する領域を広くとるということであるから、例えば、同じ応力降下量を持つアスペリティで、面積が小さいアスペリティと大きいアスペリティとでは、当然、大きい面積を持つアスペリティの方が、地震動評価としては保守的な結果となる。このため、あるアスペリティ面積とあるアスペリティ応力降下量で1つの地震動レベルを再現できる場合、アスペリティ面積をそれより小さくするのであれば、応力降下量は大きくしないと計算される地震動レベルは実際よりも小さくなるし、逆に、アスペリティ面積をそれより大きくするのであれば、応力降下量を小さくしないと計算される地震動レベルは実際よりも大きくなる。すなわち、アスペリティの応力降下量は、アスペリティ面積に反比例する（実際のところ、強震動予

測レシピに従うと、断層幅が飽和する領域（入倉・三宅（2001）⁷の関係式を用いる第2ステージの領域）において、アスペリティ面積とアスペリティ応力降下量は反比例する。新潟県中越沖地震の地震モーメントも断層幅が飽和する領域に該当する⁸（乙419）。）ことから、フォワードモデリング法によりアスペリティの応力降下量を求める場合、その値は、研究者がアスペリティ面積をどのように設定するかに大きく影響を受けることになる。例えば、全体の断層面積は同じとすれば、より小さいアスペリティ面積を設定すれば、観測記録と整合させるために必ずアスペリティの応力降下量を大きくすることが必要となる。

宮腰ほか（2015）の表4に新潟県中越沖地震のアスペリティの応力降下量として記載されている23.7 MPaという値は、倉橋ほか（2008）⁹（表4のReference No. 40）から引用されたものである（乙256（147頁））ところ、倉橋ほか（2008）は、フォワードモデリング法によりアスペリティ面積等のパラメータを設定しており、そのアスペリティ面積比¹⁰は12～13%程度と推定される¹¹

7 「シナリオ地震の強震動予測」入倉孝次郎・三宅弘恵、地学雑誌、Vol. 110, 849–875, 2001.

8 第2ステージに該当するのは、 $M_0 = 7.5 \times 10^{18}$ (N·m) 以上 $M_0 = 1.8 \times 10^{20}$ (N·m) 以下の地震である（乙354（5頁））ところ、新潟県中越沖地震は $M_0 = 9.3 \times 10^{18}$ (N·m) である（乙419）。

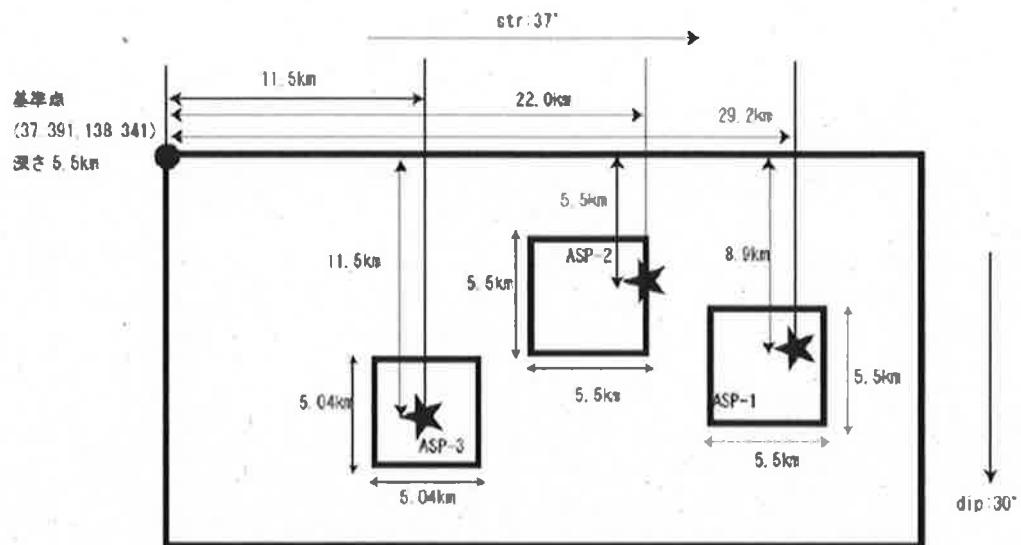
9 「経験的グリーン関数法を用いた2007年新潟県中越沖地震の震源モデルの構築（南東傾斜モデル）」倉橋獎・正木和明・宮腰研・入倉孝次郎、日本地球惑星科学連合2008年大会予稿集, S146-P017, 2008.

10 震源断層全体の面積に対するアスペリティの総面積の比

11 倉橋ほか（2008）における新潟県中越沖地震の断層モデルのアスペリティ面積比については、倉橋ほか（2008）には具体的な数値が公開されていない（乙420）ものの、倉橋ほか（2008）の著者らが新潟県中越沖地震を対象として公開している資料（入倉ほか（2008））に具体的な断層モデルが図示されている（乙421（30枚目））ため、それに基づき相手方が震源断層の長さ及び幅並びにアスペリティの長さ及び幅を読み取り、面積比の計算を行った。その結果、震源断層の長さは36～37 km、同幅は18～19 kmと推定され、図中に示されているアスペリティの長さ及び幅も踏まえて計算すると、アスペリティ面積比は12～13%程度と推定される。

(図1)。このアスペリティ面積比は、強震動予測レシピに示されている内陸地震におけるアスペリティ面積比を平均22%とする知見及び15~27%とする知見(乙354(10頁))と比較して小さく設定されている。つまり、倉橋ほか(2008)では、アスペリティ面積を小さくすることにより、アスペリティの応力降下量が実現象よりも大きく設定されている可能性が考えられる。現に、宮腰ほか(2015)の表4において、倉橋ほか(2008)とともに引用されている山本・竹中(2009)¹²(表4のReference No. 41)におけるアスペリティ面積比は、強震動予測レシピが示す知見とも整合的な20%と設定されているところ、アスペリティの応力降下量は14.8~19.5 MPaとなっている(乙422(56~57頁))。

12 「経験的グリーン関数法を用いた2007年新潟県中越沖地震の震源モデル化」山本容雄・竹中博士, 地震2, 62, pp. 27-59, 2009.



(入倉ほか (2008)¹³より)

図1 倉橋ほか (2008) における新潟県中越沖地震の断層モデル

また、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の地震動評価のうち、アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮したケースで設定しているアスペリティ面積比とアスペリティの応力降下量との関係を見てみると、壇ほか (2011) を用いたケースではアスペリティ面積比 27.9 %、アスペリティの応力降下量 20.0 MPa となり、Fujii and Matsuurra (2000) 及び入倉・三宅 (2001) を用いたケースではそれぞれ 21.5%¹⁴、21.6 MPa である（乙1

13 「2007年新潟県中越沖地震の強震動－なぜ柏崎刈羽原子力発電所は想定以上の破壊的強震動に襲われたのか？－」入倉孝次郎・香川敬生・宮腰研・倉橋獎, http://www.kojiro-irikura.jp/pdf/cyuetu_080319.pdf, 2008年3月19日再修正版.

14 強震動予測レシピでは、円形破壊面を仮定することが適當ではない場合にアスペリティ面積比として約 22 %を用いる方法が示されているが、アスペリティ面積比を 22 %として、強震動予測レシピの (21-1) 式を用いてアスペリティの応力降下量を計算すると 14.1 MPa となる。一方、強震動予測レシピで示される 14.4 MPa というアスペリティの応力降下量の値は、Somerville et al. (1999) による詳細なアスペリティ面積比の値 21.5 %を用いて計算されたものである（乙423(4-3頁)）。相手方は、Fujii and Matsuurra (2000) 及び入倉・三

1 (6-5-7 6~6-5-9 3 頁))。これに対し、倉橋ほか (2008) による新潟県中越沖地震のアスペリティ面積比は 12~13% 程度、アスペリティの応力降下量は最大で 23.7 MPa となっている。

相手方による敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）のアスペリティの設定は、アスペリティの応力降下量の値こそ倉橋ほか (2008) による新潟県中越沖地震の最大値と比べてやや小さいものの、アスペリティ面積比は 2 倍程度大きく設定している（つまり、短周期側の大きなエネルギーを放出する面積が大きい）ので、アスペリティ全体のエネルギーとしては、新潟県中越沖地震のアスペリティと比較しても十分に大きくなっている。地震動評価の観点からも保守的なものとなっているといえる。敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の地震動評価においては、アスペリティ面積比として比較的大きめの固定値 (21.5% 又は 27.9%) を用いていることに鑑みれば、アスペリティの応力降下量の不確かさとして 20.0 MPa を下限値として設定することは合理的な設定で、アスペリティの応力降下量として、保守性に欠けるものではない。

ウ そして、他のパラメータが全く同じであれば、アスペリティの応力降下量が大きい方が、強い地震波を放出することは事実であるが、アスペリティと敷地との距離、位置関係等によっても地震動の影響が異なってくるし、上記のように、アスペリティ全体、断層全体を見た場合には、アスペリティの応力降下量が若干小さくとも、アスペリティ面積が大き

宅 (2001) を用いたケースでは、アスペリティの応力降下量として、強震動予測レシピで示され、かつ、より保守的な値である 14.4 MPa を用いているので、アスペリティ面積比についても、整合性のある 21.5% を用いている。

く、放出されるエネルギーが全体として大きい方が地震動の影響がより大きくなる場合もある。

したがって、設定したアスペリティの応力降下量の妥当性を既往の知見と比較するにあたっては、特定の知見（断層モデル）に示された1つのアスペリティの値のみに捉われるのはなく、複数のアスペリティが設定されている場合には他のアスペリティの応力降下量を、複数の知見がある場合には他の知見を踏まえ、さらに、アスペリティ面積比やアスペリティと敷地との距離、位置関係等も考慮して、その妥当性を判断する必要がある。

宮腰ほか（2015）の表3及び表4に示されている新潟県中越沖地震のアスペリティの応力降下量でいうと、表3では19.5 MPa、表4では倉橋ほか（2008）の最大で23.7 MPa、山本・竹中（2009）の最大で19.5 MPaであり、倉橋ほか（2008）及び山本・竹中（2009）の平均値としては19.9 MPaとなっている。

相手方が敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）で設定したアスペリティの応力降下量（20.0 MPa又は21.6 MPa）は、倉橋ほか（2008）の最大値をやや下回るもの、他の評価結果も含めて比較をすれば、新潟県中越沖地震におけるアスペリティの応力降下量と概ね同レベルの水準となっている。

さらに、相手方は、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）のアスペリティを保守的に断層上面、すなわち、より敷地に近い位置に配置している（倉橋ほか（2008）の断層モデルを見ると、新潟県中越沖地震のアスペリティはやや深めに位置している）ことも考慮すれば、地震動評価の観点において、相手方の設定したアスペリティの応力降下量

は十分に保守性を有し、妥当なものとなっている。

(3) 新潟県中越沖地震の震源特性は、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）とは異なる特徴を有していることについて

ア 御庁から指摘のあった佐藤（2010）の知見を踏まえずとも、相手方が、応力降下量の不確かさを適切に考慮していることは、上記(1)及び(2)で述べたとおりである。

一方、御庁からは、相手方が、佐藤（2010）において逆断層の方が横ずれ断層よりも短周期レベルが大きくなるとの知見が示されている旨主張した点について、佐藤（2010）は強震動予測レシピでも採用されていないなどとして、その信頼性に疑問があるかのような指摘がなされた。

佐藤（2010）の知見については、通説とまでいえる段階ではないかもしれないが、強震動予測レシピにおいて、Fujii and Matsuur（2000）による応力降下量は横ずれ断層を対象として導出されたものであることなどが留意点として挙げられている（乙354（12頁））。ことからも、断層型によって応力降下量に違いが生じ得るということは一般的な知見とされていることが窺えるところであり、相手方としては、佐藤（2010）についても、こうした知見を裏付けるものの一つとして、信頼性のある知見であると考えている。この点は措くとしても、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）と新潟県中越沖地震の震源断層とでは、その特性（震源特性）に違いがあるのであるから、アスペリティの応力降下量の大きさを比較する場合、単純に比較をするのではなく、それぞれの震源特性の違いを分析・考慮した上で比較をする必要がある。以下では、敷地前面海域の断層群（中央構

造線断層帶) と新潟県中越沖地震の震源断層との震源特性の相違点として、新潟県中越沖地震が地表断層を伴わない地震であり、アスペリティの応力降下量が大きくなる傾向のあるタイプの地震であったことについて述べる。

イ 宮腰ほか（2015）で引用され、新潟県中越沖地震のアスペリティの応力降下量を最大で 23.7 MPa と設定した倉橋ほか（2008）の共著者である入倉孝次郎氏は、新潟県中越沖地震について、「アスペリティの応力降下量は $20 \sim 24 \text{ MPa}$ で、最近の他の地震のアスペリティの応力降下量に比べてやや大きめである。これは、地表断層を伴わない地震の傾向に対応する。」と述べている（乙421（38枚目））。これは、地表断層を伴わない地震、すなわち、震源断層の破壊が地表まで到達しない断層の地震動が、地表に破壊が達する断層と比べて地震動レベルが大きいことを指摘するものである。こうした知見は、Siet al. (2012)¹⁵ およびKagawa et al. (2004)¹⁶ でも指摘されている。

Siet al. (2012) は、1999年台湾集集地震で得られた観測記録に基づき、地震に伴う地表変位量と強震動（応答スペクトル）の関係について検討を行い、地表変位量が大きいほど周期0.8秒程度までの短周期地震動が小さくなることを指摘しており、浅部地盤の破壊による摩擦損失に起因するものであると推察している（乙424）。

15 「Inverse Correlation between Surface Slip and Strong Ground Motion」 Hongjun Si · Kazuki Koketsu · Hiroe Miyake · Rami Ibrahim, American Geophysical Union, Fall Meeting, S21B-2473, 2012.

16 「Differences in ground motion and fault rupture process between the surface and buried rupture earthquakes」 Takao Kagawa · Kojiro Irikura · Paul G. Somerville, Earth Planets Space, 56, 3–14, 2004.

図2, 図3)。

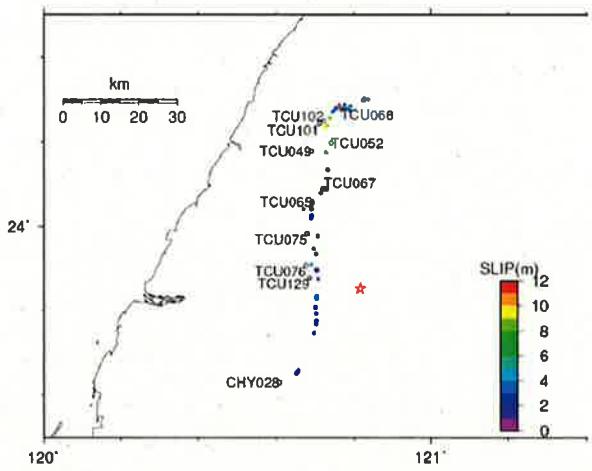


Figure 1. Slip distributions of surface rupture and the strong motion observation stations along the surface rupture. Color bar shows the value of the slip.

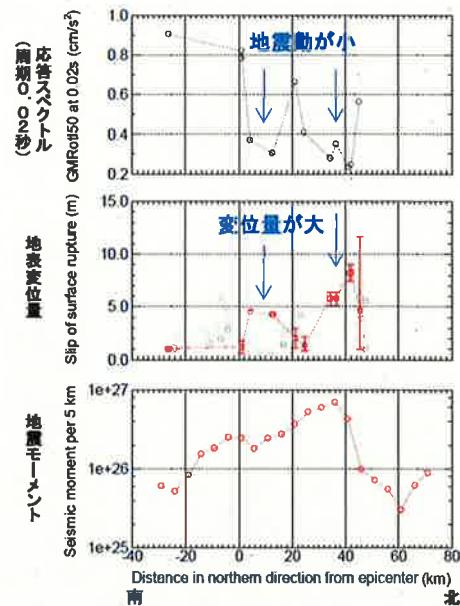


Figure 2. Plots of the response spectra at a period of 0.02s [upper panel], the surface slips and their average [middle panel], the moment release along the fault length [lowest panel], respectively. Zero show the location of the epicenter.

(S i e t a l. (2012) より (一部加筆))

図2 地表変位量と応答スペクトルの関係

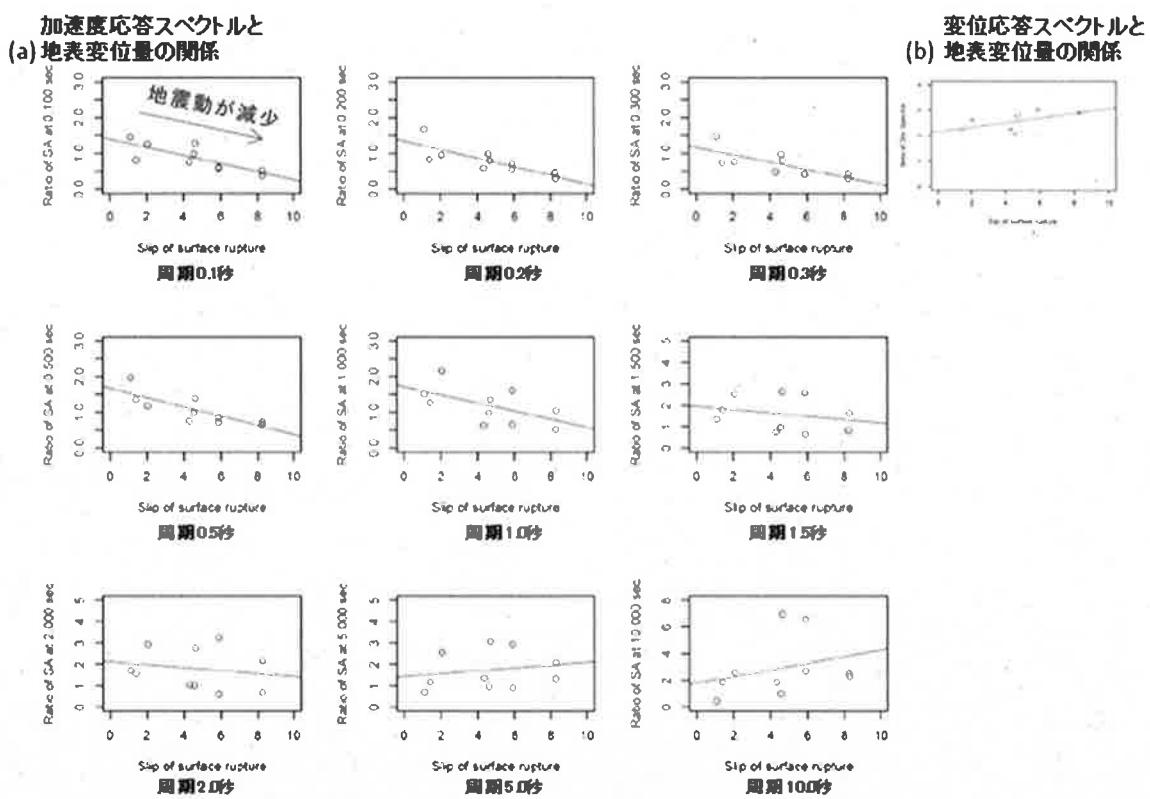


Figure 4. Plots of ratio of response spectra [Panels (a)], and the decay of displacement spectra [Panel (b)] relative to the slip of the surface rupture.

(S i e t a l . (2 0 1 2) より (一部加筆))

図3 地表変位量と応答スペクトルの関係（周期帯ごとに表示）

また, Kagawa et al. (2004) は, 破壊が地中に留まる断層（以下「地中断層」という。）と地表に破壊が到達する断層（以下「地表断層」という。）との地震動の特徴について検討を行い, 地中断層による地震動は, 周期 1 秒付近において平均的な地震動よりも 1.5 倍程度大きく, 地表断層による地震動は, 同じ周期帯において平均的な地震動よりも 1.5 倍程度小さいこと（図4）, 地中断層による地震の破壊領域が地表断層の破壊領域の 1.5 倍程度小さく（つまり, 2 / 3 程度であり）, 地中断層の応力降下量が地表断層の応力降下量よりも 2 倍程度大きいこと（表1）を指摘している（乙425）。

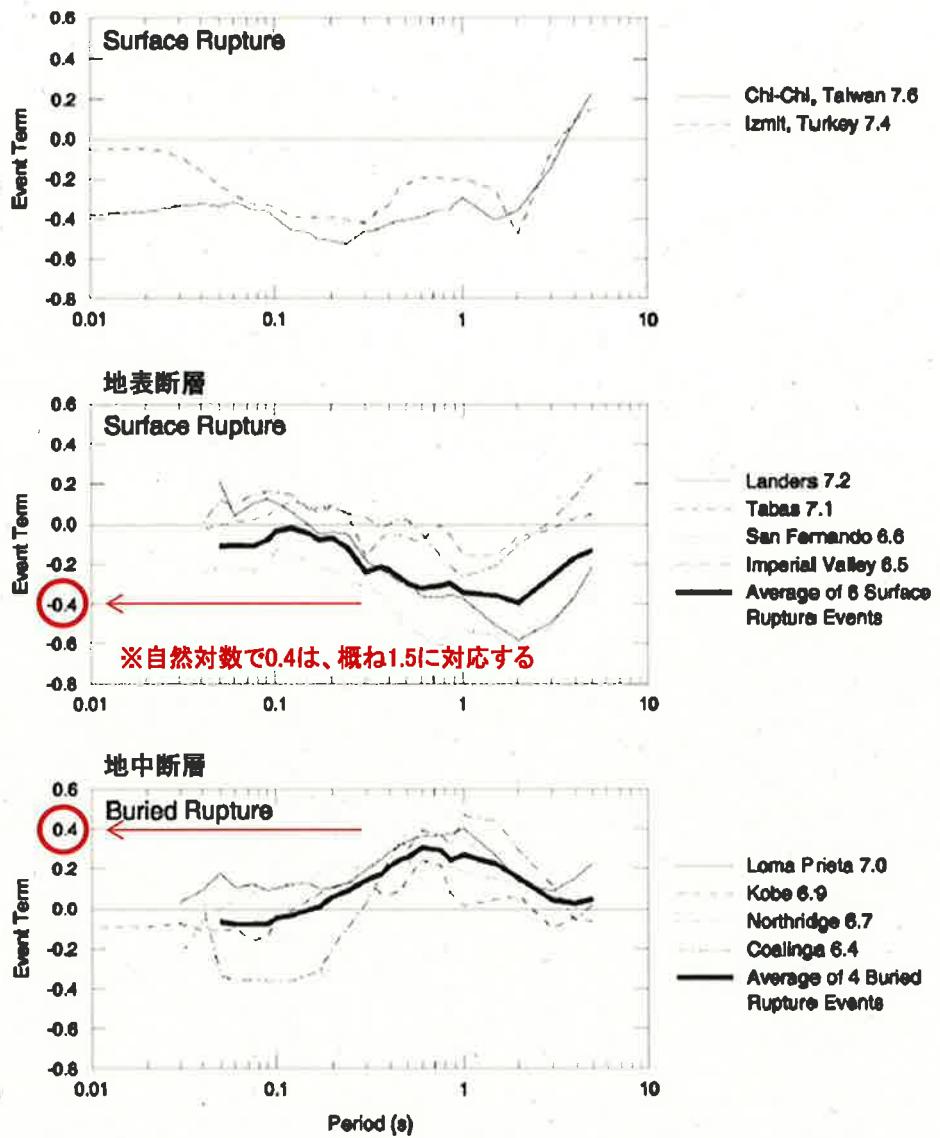


Fig. 1. Ratio of response spectra of recorded ground motions to that of an empirical attenuation relationship for the cases of surface rupture earthquake (top and center) and buried rupture earthquake (bottom). The zero line represents the level of the empirical attenuation relationship. Lines above the zero line indicate an event's ground motion exceeding the model.

(Kagawa et al. (2004) より（一部加筆）)

相手方注：0.0のラインは、距離減衰式による水準（平均）を示し、そのラインより上のラインは平均を上回る地震応答があったこと、下回れば平均を下回る地震応答があったことを示す。

図4 距離減衰式による応答スペクトルと観測記録との応答スペクトルの比

表1 断層の破壊領域、応力降下量、アスペリティ面積比の関係

Table 3. Scaling relations for the whole ruptures: rupture area A_0 versus M_0 , stress drop $\Delta\sigma_0$, and the ratio of the combined asperity area to the fault area A_a/A_0 .

		断層の破壊領域 A_0	応力降下量 $\Delta\sigma_0$	アスペリティ面積比 A_a/A_0
	All Faults	$2.40 \times 10^{-15} M_0^{2/3}$ (0.25)	$2.9 \pm 2.3 \text{ MPa}$	0.22 ± 0.07
地表断層	Faults with Surface Break and Shallow Asperities	$2.97 \times 10^{-15} M_0^{2/3}$ (0.25)	$2.1 \pm 1.7 \text{ MPa}$	0.22 ± 0.07
地中斷層	Faults without Surface Break and Shallow Asperities	$2.03 \times 10^{-15} M_0^{2/3}$ (0.23)	$3.7 \pm 3.0 \text{ MPa}$	0.20 ± 0.08

↓ 1.5倍程度小さい ↓ 2倍程度大きい

(Kagawa et al. (2004) より (一部加筆))

新潟県中越沖地震は、海底地形だけでなく地下構造も含めて詳細な海域調査を実施すれば、事前に震源を特定できる地震ではある(乙186)ものの、地震に伴う海底のずれ（地表への破壊の到達）は確認できなかった（乙426）ことから、地中斷層による地震の特徴を有し、地中斷層の特徴（震源特性）として大きな応力降下量となった可能性が考えられる。

これに対し、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）は、過去の地震活動に伴って地表及び海底に明瞭な活断層が表れており、これが活動したときには地表断層としての特徴を有すると考えられることから、新潟県中越沖地震とは状況が全く異なり、新潟県中越沖地震のような震源特性は有していないと考えられる。

ウ 以上のとおり、新潟県中越沖地震の震源断層は、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）と異なり、地震動が大きくなる特性を有していたと考えられる。したがって、両者のアスペリティの応力降下量の値を単純に比較して、アスペリティの応力降下量の不確かさとして考慮する

値の下限を20 MPaとすることが妥当であるか判断するのは適切とはいえない。

2 海洋プレート内地震の地震動評価における地震規模について

- (1) 第2回審尋では、海洋プレート内地震の地震規模について、御庁から、相手方の評価は強震動予測レシピ1.3.1(b)に示されている海洋プレート内地震（スラブ内地震）の震源断層の地震規模の求め方（乙354(20頁)）とは整合していないのではないかとの指摘があった。

強震動予測レシピに海洋プレート内地震（スラブ内地震）の特性化震源モデルの設定方法が示されるようになったのは、平成28年6月の強震動予測レシピの改訂時のことであるのに対し（乙427(4頁), 乙38, 乙173），本件3号機に係る原子炉設置変更許可がなされたのは平成27年7月15日であることから、そもそも、相手方の海洋プレート内地震の評価は、強震動予測レシピを参照したものではないが、結果的に、現行の強震動予測レシピとも整合的なものになっている。この点について、以下、相手方の主張を敷衍して述べる。

- (2) 現行の強震動予測レシピ1.3.1(b)では、震源断層の地震規模（地震モーメント M_0 ）について、「長期評価が行われた場合には、その評価を利用することが望ましい。」とされ、その上で、「当面は過去の地震や確率論的地震動予測地図の地震活動モデルに基づいて設定されることが想定される。」との方針が示されている。ここでいう「長期評価」は、本件発電所に影響を与える地震として想定される領域（安芸灘～伊予灘～豊後水道）についていえば、地震調査委員会（2004）¹⁷（乙183）が該

17 「日向灘および南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価」 地震調査委員会, 2004.

当し、「確率論的地震動予測地図」は、同領域における海洋プレート内地震の最大マグニチュードを示している予測地図（2014）¹⁸（乙263）が該当するといえる。

強震動予測レシピ1.3.1(b)は、地震規模の設定にあたっては「長期評価が行われている場合は長期評価を行い、長期評価が行われていない場合は過去の地震や確率論的地震動予測地図を用いて地震規模を設定すること」を基本方針とする趣旨であると解される。この点、本件発電所に影響を及ぼすと考えられる海洋プレート内地震が発生する領域に関する長期評価としては、地震調査委員会（2004）が公表されているのであるから、本件発電所における海洋プレート内地震の評価では、地震調査委員会（2004）を用いて評価を行うことが、強震動予測レシピと整合する評価方法ということになる。

そして、地震調査委員会（2004）は、安芸灘～伊予灘～豊後水道の海洋プレート内地震について、過去の地震の発生状況から、M6.7～M7.4の規模の大地震が発生する可能性を指摘している（乙183（1頁、4頁））。このため、本件発電所の地震動評価では、M6.7～M7.4規模の地震を想定することが強震動予測レシピと整合する評価ということになるが、再度の求釈明事項に対する釈明書第2の5（28頁以下）で述べたとおり、地震調査委員会（2004）が根拠として用いた過去の地震の地震規模（乙183の表2（6頁））については、その算出方法が海洋プレート内地震（スラブ内地震）の特性を踏まえたものになっておらず、そのまま、大規模な海洋プレート内地震（スラブ内地震）の評価に用いる

18 「全国地震動予測地図2014年版～全国の地震動ハザードを概観して～」 地震調査委員会、2014.

と、地震規模を過大に評価するおそれがある（乙389（226頁），乙391（6頁））ので、適切ではない。このため、相手方は、海洋プレート内地震（スラブ内地震）及び歴史地震の評価手法の特性を踏まえて、安芸灘～伊予灘～豊後水道の領域における歴史地震の地震規模を再評価した知見（神田ほか（2008）¹⁹，高橋ほか（2008）²⁰等）を参照するなどして、適切な地震規模に再評価した（乙391）。その結果、地震調査委員会（2004）が根拠として用いた過去の地震の地震規模はM6.7～M7.0²¹となった。そして、検討用地震としては、本件発電所への影響の観点から1649年安芸・伊予の地震（M6.9）を選定したが、地震調査委員会（2004）で示された最大規模の地震である1854年伊予西部の地震の地震規模（M7.0）を考慮して、基本震源モデルの地震規模をM7.0と設定しているのであり（乙11（6-5-30頁，6-5-33頁），相手方の評価は強震動予測レシピと整合的であるといえる。さらには、不確かさの考慮として地震規模をM7.2やM7.4とするケースについても評価を行い（原審債務者答弁書「債務者の主張」第7の2(3)(工)b（162頁以下），乙11（6-5-34頁）），保守性も考慮しており、地震調査委員会（2004）において示された地震規模（再評価を行う前の地震規模）と比較しても過小となるものではない。

19 「豊後水道近傍で発生した歴史的被害地震の地震規模」神田克久・武村雅之・高橋利昌・浅野彰洋・大内泰志・川崎真治・宇佐美龍夫, 地震, 2, 60, 225-242, 2008.

20 「17世紀以降に芸予地域に発生した被害地震の地震規模」高橋利昌・浅野彰洋・大内泰志・川崎真治・武村雅之・神田克久・宇佐美龍夫, 地震, 2, 60, 193-217, 2008.

21 再評価前後の値は次のとおり（再評価前は地震調査委員会（2004）の値，乙183（6頁）値，再評価後は乙391（12頁）の値）。1649年の地震：再評価前M7.0→再評価後M6.9, 1686年の地震：再評価前M7.2→再評価後M6.9, 1854年の地震：再評価前M7.4→再評価後M7.0, 1857年の地震：再評価前M7.3→再評価後M6.8, 1905年の地震：再評価前M7.2→再評価後M6.7, 2011年の地震：再評価前M6.7→再評価後M6.7

- (3) 仮に、長期評価が行われていないとした場合、強震動予測レシピでは、「過去の地震」又は「確率論的地震動予測地図」に基づいて設定することが想定されているところ、相手方による海洋プレート内地震の地震規模の設定が「過去の地震」に基づくものであることは、原審債務者答弁書「債務者の主張」第7の2(3)イ(ア)a(121頁以下), 同e(136頁以下), 同(イ)(138頁以下)及び同(エ)b(162頁以下)で述べたとおりであり、地震規模については、相手方の評価において既往最大となる1854年伊予西部の地震の地震規模(M7.0)を基本震源モデルに設定している(乙11(6-5-33頁))。したがって、「過去の地震」との関係においても、相手方の評価は強震動予測レシピと整合的である。
- (4) 一方、確率論的地震動予測地図、すなわち、予測地図(2014)では、安芸灘～伊予灘～豊後水道に該当する領域(予測地図(2014)の図5.2.3-6の赤字の3で示された領域(乙263(119頁)))における海洋プレート内地震の最大マグニチュードが8.0とされている(予測地図(2014)の表5.2.3-1のNo.3(乙263(120頁)))が、これを踏まえた評価を行うことは適切ではない。すなわち、予測地図において、安芸灘～伊予灘～豊後水道に該当する領域でM8.0という最大マグニチュードが示されるようになったのは、予測地図(2013)²²の検討モデルとして示されたものが最初であり、その根拠は「1911.06.15 奄美大島近海と同程度の地震が発生し得ると仮定」したものとされた(乙181(57頁))。予測地図(2014)における地震活動モデルの評価は、予測地図(2013)の検討モデルと同じとされている

22 「今後の地震動ハザード評価に関する検討～2013年における検討結果～」 地震調査委員会, 2013.

(予測地図(2014)の表4.1-1における安芸灘の欄(乙263(20頁)))ことから、予測地図(2014)における最大マグニチュードの設定根拠も、予測地図(2013)と同じと考えられる²³が、1911年の奄美大島近海の地震は、最近の研究ではプレート間地震と評価されていることなどから、本件発電所の敷地に影響を及ぼす海洋プレート内地震として想定されるものではない(原審債務者準備書面(5)第2の3(3)(83頁以下))。この点、地震調査委員会が作成している冊子「日本の地震活動」でも、従前は1911年の奄美大島近海の地震を海洋プレート内地震とする見解が有力とされていたが、現在公開されている改訂版ドラフトでは、この記載が変更されており、同地震をプレート間地震とする見解が有力であるとの考えを示している(乙428(7頁))。

また、仮に、予測地図(2014)がM8.0とした根拠が正当なものであったとしても、予測地図(2014)で想定されるモデルは、80km

23 もっとも、予測地図(2014)の表5.2.3-1では、安芸灘～伊予灘～豊後水道の領域に該当する領域3における最大マグニチュード(M8.0)の設定根拠が「長期評価(安芸灘～伊予灘～豊後水道)」とされている(乙263(120頁))が、長期評価、すなわち、地震調査委員会(2004)の安芸灘～伊予灘～豊後水道の領域で想定される地震規模はM6.7～M7.4であり、予測地図(2014)の記載と地震調査委員会(2004)の記載とが整合していない。また、予測地図(2014)は従来のモデル化における安芸灘～伊予灘～豊後水道の海洋プレート内地震に係る最大マグニチュードをM7.4とし、その設定根拠をM8.0と同じく「長期評価(安芸灘～伊予灘～豊後水道)」としている(乙429(408頁))。M8.0とM7.4の設定根拠が同じというのは不自然であり、設定根拠としてはいずれかが誤りであることも考えられるところ、最大マグニチュードをM8.0とすることが地震調査委員会(2004)と整合しないことは、上記のとおりであるのに対し、M7.4は地震調査委員会(2004)とも整合的である。さらには、長期評価における地震規模の値は、予測地図(2017)の手引・解説編において、2017年1月現在の長期評価の値として、安芸灘～伊予灘～豊後水道のプレート内地震については、従前どおりM6.7～M7.4であることが示されている(乙430(35頁))。

以上を踏まえれば、予測地図(2014)の表5.2.3-1における設定根拠の記載が適切であるとは考え難いことから、正しくは、予測地図(2013)と同様に「1911.06.15 奄美大島近海と同程度の地震が発生し得ると仮定」とされるべきところ、誤って記載されたものと思われる。

× 80 km の矩形断層面であって、こうしたモデルを本件発電所の敷地周辺のフィリピン海プレートに想定することが現実的ではなく、本件発電所において M 8.0 を前提とした地震動評価を行うことが適切でないことについては、抗告理由書（地震動関係）に対する答弁書第 5 の 2 (125 頁以下) 及び裁判所の釈明事項に対する釈明書第 1 の 2 (13 頁以下) で述べたとおりである。

(5) 以上のとおり、相手方は、海洋プレート内地震の評価において、安芸灘～伊予灘～豊後水道の領域に関する長期評価(地震調査委員会(2004))を踏まえ、同領域における歴史地震の地震規模を再評価した知見を考慮した上で評価された最大の地震規模 (M 7.0) を基本震源モデルに設定し、不確かさの考慮として、長期評価に示される地震の地震規模を再評価する前の最大の地震規模 (M 7.4) も考慮している。さらには、過去の地震に基づく観点においても、相手方が評価した地震規模は既往最大 (M 7.0) を基本震源モデルとして考慮したものとなっている。このように、相手方の海洋プレート内地震の評価における地震規模の設定は、長期評価を利用し、かつ、過去の地震を踏まえたものであり、強震動予測レシピとも整合的なものとなっている²⁴。

3 本件 3 号機の安全性確保の考え方について

(1) 「基準地震動を超えたものを想定した基準」について

ア 第 2 回審尋では、相手方が、再度の求釈明事項に対する釈明書において、新規制基準における基準地震動を超える地震動も踏まえた要求の例

24 相手方は、海洋プレート内地震のパラメータ設定においても、海洋プレート内地震の特徴を踏まえて設定された箇谷ほか (2006) 等を用いている (乙 11 (6-5-95 ~ 6-5-99 頁))。この点においても、強震動予測レシピと整合的である。

として挙げた設置許可基準規則²⁵43条2項3号、同条3項7号等に関し、御庁は、これらの規定が、基準地震動を超える地震動を想定した趣旨のものであることが明確に規定されているところがあれば示すよう求めた。これに対し、相手方は、設置許可基準規則43条2項3号及び同条3項7号には、共通要因によって設計基準事故対処設備の安全機能等と同時に損なわれるおそれがないよう適切な措置を講じることが規定されていることから、基準地震動を超える地震動を想定した趣旨が読み取れる旨の説明を行った。この点について、御庁からは、それ以上の記載はないことを確認する趣旨の発言等があったことを踏まえ、以下、上記説明の補足を行うとともに、相手方の主張を補充する。

イ 設置許可基準規則には、重大事故等対処設備が「基準地震動を超える地震動」に耐えられることを明文で記載された要求はないが、設置許可基準規則43条2項3号及び同条3項7号では、それぞれ常設重大事故防止設備及び可搬型重大事故等対処設備について、共通要因によって機能が損なわれるおそれがないよう適切な措置を講じたものであることが求められており、地震動は「共通要因」のひとつである（設置許可基準規則解釈2条3項）。そして、ここでいう「適切な措置を講じたもの」とは、可能な限り多様性を考慮したものとされている（設置許可基準規則解釈²⁶43条4項）。

これに対し、特定重大事故等対処施設について規定する設置許可基準規則解釈39条4項では、「設計基準における措置とは性質の異なる対

25 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（原子力規制委員会、平成25年6月）

26 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（原子力規制委員会、平成25年6月）

策（多様性）を講じること等により、基準地震動を一定程度超える地震動に対して頑健性を高めること」を求めている。現時点では、相手方は本件3号機に特定重大事故等対処施設を設置していないが²⁷、同規定は、多様性を持たせることが、基準地震動を超える地震動に対して頑健性を高める手段の一つであることを示している。

したがって、設置許可基準規則43条2項3号及び同3項7号、すなわち、常設重大事故防止設備及び可搬型重大事故等対処設備が共通要因によって設計基準事故対処設備の安全機能等と同時に損なわれるおそれがないよう適切な措置を講じることを求める規定は、設置許可基準規則解釈43条4項及び同39条4号を併せ読めば、常設重大事故防止設備及び可搬型重大事故等対処設備に多様性を持たせることで、基準地震動を超える地震動に対して頑健性を高めるよう求める趣旨のものであると解される。

ウ また、重大事故等対策においては、可搬型設備による対策が基本となっている。この理由について、原子力規制委員会は、「常設設備を設置する場合には設計する際に必ず設計上の想定を定めなければならないため、設計上の想定を超えた場合の効果が限定される可能性があるため、常設設備による対策に依存しすぎると想定を超えた事象に対処することが困難になる可能性がある」のに対して、可搬型設備は、柔軟な対応が

27 設置許可基準規則解釈39条4項が対象としている特定重大事故等対処施設については、第2回審尋でも説明したとおり、相手方は、平成28年1月14日に同施設に係る原子炉設置変更許可申請をし、現在、原子力規制委員会において審査が行われているところであり、現時点では設置されていない。特定重大事故等対処施設は、重大事故等対策を講じた上で、さらに安全性・信頼性を向上させるためのバックアップ対策として求められているものであり、その設置については、新規制基準に適合するための工事計画認可の日から5年を経過するまでの間は適用が猶予されている（原審債務者準備書面（9）第2の5（12頁以下））。

可能であること、そして、「常設設備に比べると、経験則的に耐震上優れた特性が認められる」ことを理由に挙げている(乙250(154頁))。つまり、常設設備を設置する場合には、設計上の想定を定めて耐震設計を行う必要があるので、常設の重大事故等対処設備について基準地震動を超える地震動を基に耐震設計をしたとしても、その設計上の想定をさらに上回る地震動が発生する可能性は残り、結局のところ、想定を超えた事象について十分に対応できない可能性があるのに対し、可搬型設備については、経験則的に耐震上の優れた特性がある、すなわち、基準地震動を超える地震動にも十分に耐え得る耐震性を有していることが、重大事故等対策に用いられる大きな理由となっているのである。

もっとも、可搬型重大事故等対処設備については、経験則だけでなく、加振試験などによる耐震評価によっても、高い耐震性を有することが確認されている。実際、相手方が用いる可搬型重大事故等対処設備についても、基準地震動を入力した際に設備の設置場所において発生する加速度を超える加速度で加振しても、転倒せず、可搬型設備の機能が維持されることを確認している。例えば、可搬型設備のうち、車両型設備の評価結果(乙59)を見ると、保管場所①の中型ポンプ車については、基準地震動を入力した際に発生する最大加速度(設計用地震力最大床加速度)が水平で1.37Gのところ、これの2倍近い加速度(加振台の最大加速度で2.54G)で加振したとしても、転倒せず、機能を維持することができる、つまり、基準地震動を大幅に超える地震動に対しても耐震安全性を確保できる²⁸ことが分かる(乙59(資13別添3-3-1

28 加振試験の結果は、基準地震動を入力した際に設備の設置場所において発生する加速度を超える加速度に耐えられることを確認したものであって、どの加速度まで耐えられるか

39頁))。

工 また、可搬型重大事故等対処設備については、地震、津波その他の自然現象等の条件を考慮した上で、常設重大事故等対処設備と異なる保管場所に保管すること（分散配置）が求められている（設置許可基準規則43条3項5号）。この要求の趣旨は、大規模損壊を招く、想定を大幅に超える自然現象や故意による大型航空機の衝突があったとしても、同時に故障する事がないような措置を求めるものとされている（乙250（161頁））。つまり、可搬型重大事故等対処設備について分散配置が要求されている設置許可基準規則43条3項5号についても、分散配置をすることで基準地震動を超える地震動への対処を可能とするよう求める規定であると解される。

オ さらに、技術的能力基準²⁹III 2. 1【解釈】3は、設置許可基準規則45～57条に掲げる設備を用いた対策について、「大規模な自然災害を想定した手順等を整備すること」を求めている（乙431（36～37頁））。ここでいう「大規模な自然災害」は、「設置許可基準規則で想定する自然現象を超える大規模な自然災害」のことであり（乙250（159頁））、「設置許可基準規則で想定する自然現象」は、地震動といえば基準地震動にほかならない。つまり、技術的能力基準は、設置許可基準規則45～57条に掲げる設備を用いた重大事故等対策について、基準地震動を超える地震動にも対処可能であることを求

という限界値を確認したものではない。したがって、上記の加振試験の結果は、実力としては「加振台の最大加速度」に示す値以上の加速度に十分耐え得ることを示すものとなっている。

29 実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準（原子力規制委員会、平成25年6月）

める規定であるといえる。

力 以上のことから、新規制基準は、重大事故等対策において、基準地震動を超える地震動の発生をも考慮した規定となっており、福島第一原子力発電所事故の教訓を十分に反映しているといえる。この点については、IAEAの専門家チームによる評価によても、福島第一原子力発電所事故の教訓を新たな規制の枠組みに迅速かつ実効的に反映させている旨の評価がなされているところである（乙432）。

(2) 本件における判断の対象について

ア 第2回審尋において、合理的に予測される範囲を超えた自然災害への対応について議論がなされ、御庁からは、「4層防護の段階で基準地震動を超えたものを想定した基準が設定されているかどうかということ、それを設定していないとしたら合理性に欠けるかどうか、そういうことが判断の対象になると、こういうことになりますか。」との質問が、抗告人ら及び相手方に対してなされた。

新規制基準において基準地震動を超えたものをも想定した基準が設けられていることは、相手方が第2回審尋でも回答したとおりであるが、その点はさておき、本件における判断の対象は、本来、抗告人らの人格権を侵害する具体的危険性があるか否かであり、その観点からは、仮に、現在の新規制基準に「4層防護の段階で基準地震動を超えたものを想定した基準」が設定されていないことのみをもって直ちに差止め要件を充足することにはならないので、以下、念のため主張を補充する。

イ 相手方は、本件発電所の基準地震動について、本件発電所の敷地周辺において詳細な地質・地質構造に係る調査を行い、自然的立地条件を十分に把握した上で、全てのセグメントの連動を考慮し、より長い断層を

想定し、さらに、必要に応じて不確かさを組み合わせるなどして、保守的な評価となるよう不確かさを考慮することなどにより、科学的、技術的見地から十分に保守的な想定を行っている。そして、現在の基準地震動は、福島第一原子力発電所事故を踏まえ、自然現象に対する対策を強化する観点から、従来よりも、不確かさの考慮などについてより慎重な検討を行い、平成18年の耐震設計審査指針の改訂の際に再評価した基準地震動を、より大きなものに見直したものであることから、相手方が策定した基準地震動を超える地震動が発生することはまず考えられない。

（原審債務者答弁書「債務者の主張」第7の2(3)（119頁以下）、原審債務者準備書面（5）等）

さらに、安全上重要な設備については、基準地震動に対して耐震安全上の余裕を有していることから、仮に、基準地震動を超える地震動が発生したとしても、直ちにその機能が喪失し、本件3号機の安全性が損なわれるわけではない（原審債務者答弁書「債務者の主張」第7の2(4)ウ（202頁以下））。この点については、福島第一原子力発電所事故の後に実施したストレステストにおいても、当時の基準地震動（最大加速度570ガル）に対して少なくとも1.50倍の裕度があることを確認している（乙14）。現在の基準地震動（最大加速度650ガル）に対するストレステストは実施していないものの、前回のストレステスト実施後にも、耐震性向上工事を行っており（乙57、乙433），現在の基準地震動に対しても相応の耐震安全上の余裕を確保していることは明らかである。また、財団法人原子力発電技術機構（当時）による原子力発電施設耐震信頼性実証試験においても、原子力発電所が基準地震動を超える地震動に対して十分な耐震安全性の余裕があることが確認されて

いる（乙64、乙65）。原子力発電所に基準地震動による地震力よりも大きな地震力が荷重として加わったとしても、余裕の範囲に収まる限り、基本的な安全機能が維持される、つまり、安全性は確保されることについては、原子力規制委員会も認めるところである（乙250（235頁以下））。設置許可基準規則4条3項では、「耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要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（以下「基準地震動による地震力」という。）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。」とされ、「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に、基準地震動に対する設計基準対象施設の設計にあたって、「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、「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・・・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」が求められている（設置許可基準規則の解釈別記2の6一）。そして、本件3号機の耐震設計が、設置許可基準規則の上記要求を踏まえたものになっていることについては、原子力規制委員会の審査において確認がなされている（乙13（24～27頁））。

ウ 福島第一原子力発電所事故が、従前の想定を大きく上回る津波により

発生したことを踏まえれば、科学的、技術的知見を踏まえて十分に保守的な想定を行っていたとしても、これを超える地震動が発生する可能性を完全に否定することはできない。また、福島第一原子力発電所では、事故防止に係る安全確保対策で用いる安全上重要な設備が機能を喪失した場合に対する備えが十分でなかったことから、事故の拡大を抑制することができず、放射性物質の放出が拡大した。こうした教訓を踏まえれば、基準地震動を超える地震動が生じ得ることを想定し、対策を講じることは、原子炉施設の安全を確保する上で重要であることは確かではある。しかしながら、上記イのとおり、基準地震動を超える地震動が発生し、それが原因となって安全性が損なわれる事態に至る可能性は極めて低い。そうであれば、仮に、基準地震動を超える地震動が発生することを前提とした「4層防護の段階で基準地震動を超えたものを想定した基準」が欠けるとしても、そのことのみによって直ちに抗告人らの人格権を侵害する具体的危険性（福島第一原子力発電所事故のような深刻な事故を二度と起こさないという観点からは、福島第一原子力発電所事故のような深刻な事故が起き得る具体的危険性）があることにはならない。

工 したがって、本件において、新規制基準に「4層防護の段階で基準地震動を超えたものを想定した基準」が設定されているかどうかということが、一つの判断材料になり得ることは否定しないが、それのみを判断の対象とするのは妥当ではなく、抗告人らの人格権を侵害する具体的危険性があるかどうかという観点から、本件3号機の安全性についての判断がなされるべきであると考える。

4 非常用ディーゼル発電機への降下火碎物の影響に係る規則等の改正の状況 及び相手方の対応の状況について

(1) 非常用ディーゼル発電機への降下火碎物の影響に係る規則等の改正の状況について

降下火碎物の大気中濃度に対する影響評価に係る規制要求等については、平成29年9月20日開催の原子力規制委員会において、規則等の改正案が示され、非常用ディーゼル発電機については、火山現象による影響が発生又は発生するおそれがある場合に、機能を維持するための対策、体制の整備を求め、これを保安規定に記載することを求める実用炉規則³⁰等の改正案が示された（乙434）。

また、火山ガイド³¹について、非常用ディーゼル発電機の降下火碎物の大気中濃度に係る影響評価において用いるべき「原子力発電所の火山影響評価ガイドに示す手法を用いて求めた気中降下火碎物濃度」（従前の降下火碎物の影響評価に関する検討チーム等において議論された「参考濃度」に概ね相当するもの。以下「気中降下火碎物濃度」という。）の設定方法を規定する改正案が示された。この火山ガイドの改正案において示された気中降下火碎物濃度の設定方法は、これまでの原子力規制委員会、降下火碎物の影響評価に関する検討チームにおいて議論された降灰継続時間を仮定して堆積量から推定する手法及び数値シミュレーションにより推定する手法（甲G11）を踏襲して、いずれかの手法を用いて設定するとしたるものであり（乙434（別紙2-2の9～16頁）），理論的手法による降下火碎物の大気中濃度の設定は、現時点においては非常に不確かさが大きく

30 実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則（昭和53年通商産業省令第77号）

31 原子力発電所の火山影響評価ガイド（平成25年6月原子力規制委員会決定）

困難なところ、総合的判断として、降下火碎物の粒径の大小に関わらず同時に降灰が起こると仮定するなどした、実際の降灰現象と比較して非常に保守的な値となる手法とされている（乙434（別紙2-2の11頁、同13頁））。

これらの規則等の改正案については、平成29年9月20日開催の原子力規制委員会において了承されたうえ（乙435），同年9月21日から同年10月20日までの間パブリックコメントに付されている。また、今後の予定として、同年11月頃の原子力規制委員会において、パブリックコメントで示された意見に対する考え方を示すとともに、規則等の最終的な改正案を示す方針が示されている（乙434（3頁））。

ちなみに、規則等の改正案においては、改正後の規制等の実施にあたっては、経過措置として、施行から約1年後までは適用しないこととされている（乙434（2頁））。

(2) 本件3号機の非常用ディーゼル発電機の火山灰対策工事の概要について
再度の求釈明事項に対する釈明書第2の6(2)（35頁以下）で述べたと
おり、相手方は、本件3号機において、本年10月3日から開始した定期
検査による停止期間中に、非常用ディーゼル発電機の吸気消音器に着脱可
能な火山灰フィルタの設置工事を実施するなどして、気中降下火碎物濃度
として想定される数g/m³オーダーの降下火碎物の濃度に対しても非常用
ディーゼル発電機2系統を同時に機能維持できるよう対策を行う（乙43
6）。

具体的には、火山灰フィルタは、筐体の中に、カートリッジ式フィルタ
の挿入機構を持つものであり、降下火碎物の影響が予想される場合には、
筐体ごと非常用ディーゼル発電機の吸気消音器に接続する構造とする。火

火山灰フィルタは、常時、非常用ディーゼル発電機の吸気消音器の架台（作業足場）上、非常用ディーゼル発電機の吸気消音器の周囲に設置し、使用時には、架台上を人力で移動させて非常用ディーゼル発電機の吸気消音器に接続することができ（火山灰フィルタの取付用ガイドレールを設置することから、容易に移動させることができる。），架台はグレーチングであることから、架台を通して吸気することができる。（以上、図5、図6）

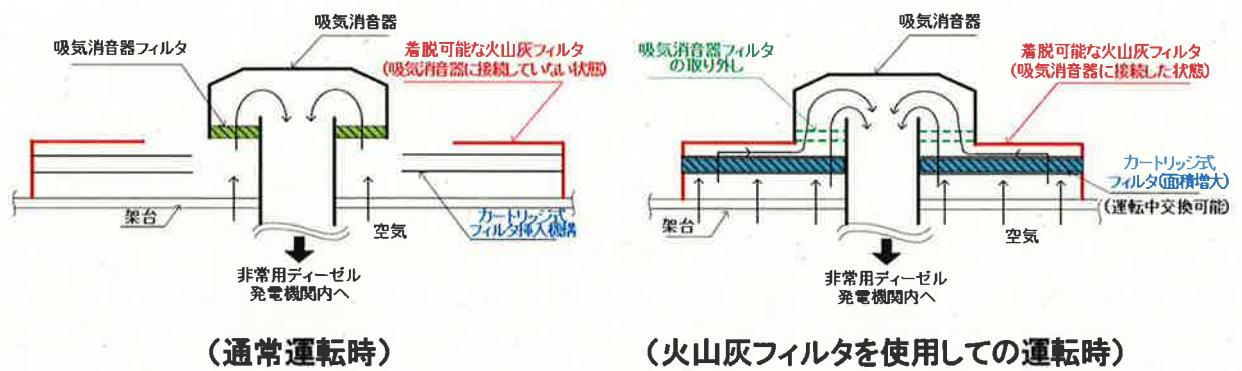


図5 火山灰フィルタを通した吸気の仕組みのイメージ

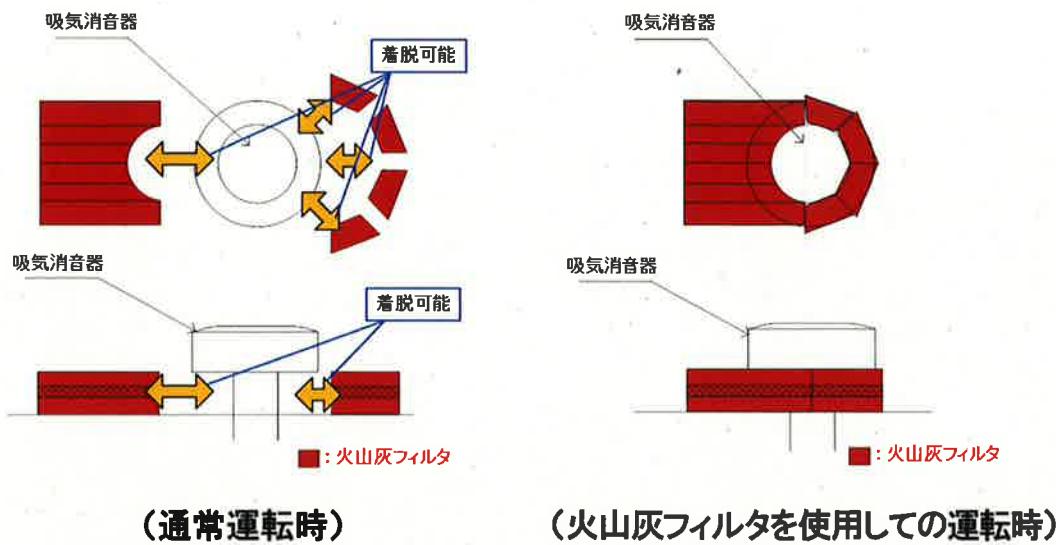


図 6 火山灰フィルタの着脱のイメージ

今回の火山灰対策工事において取り付ける火山灰フィルタは、従来よりも、容易にフィルタ部分を交換することができる構造としている。つまり、従来から吸気消音器に取り付けられているフィルタは、取り外し、取り付けの際に、吸気フィルタの下側からフィルタを固定するボルトの付け外しを行う必要があったが、今回新たに設置する火山灰フィルタに装着されるカートリッジ式フィルタは、ボルト等で固定されておらず、そのまま筐体から横方向に引き抜く、あるいは筐体に挿入することで、容易に取り外し、取り付けができる。したがって、フィルタの取り外し、取り付けに要する時間はわずかとなり、従来と比較してフィルタの交換に要する時間を短縮することができる（図 7）。

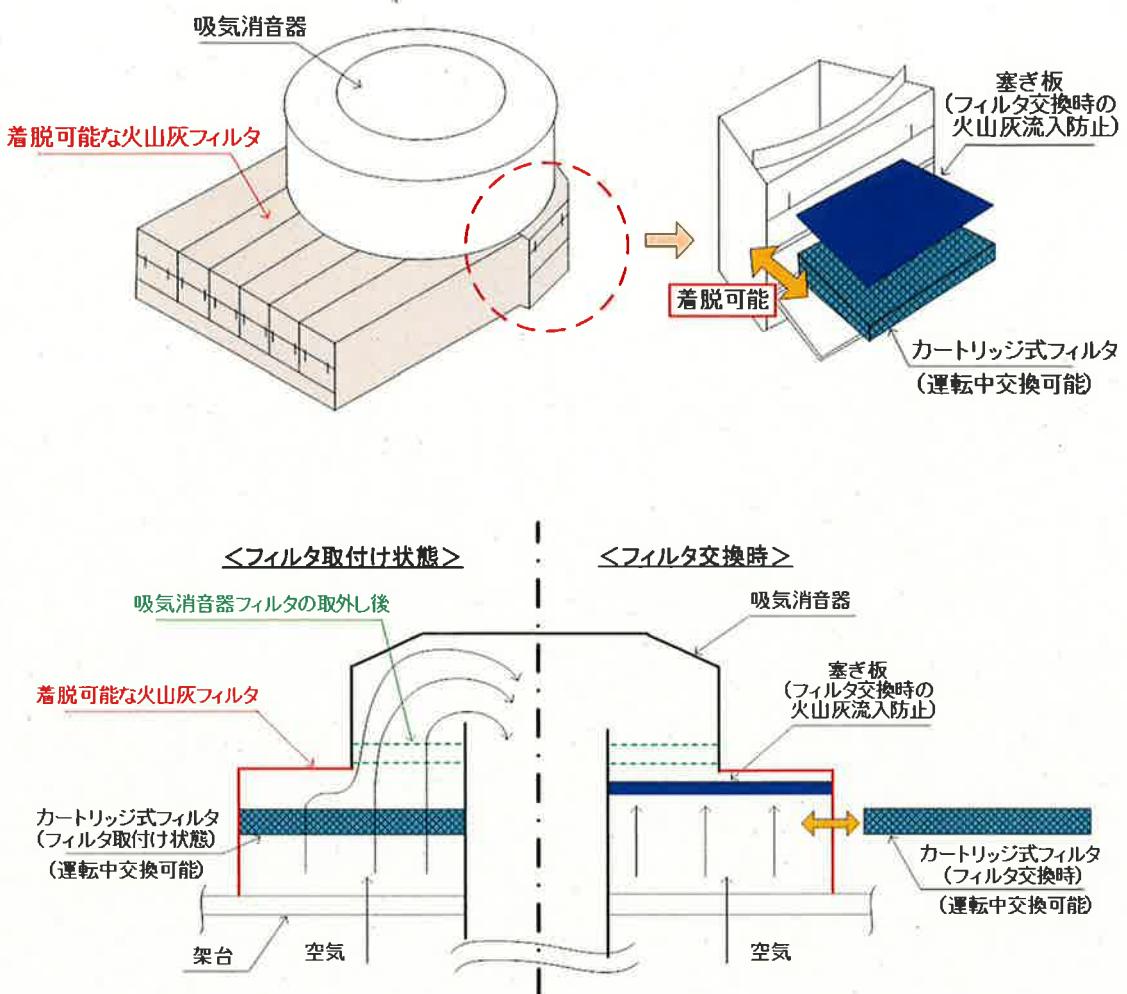


図7 カートリッジ式フィルタ交換のイメージ

また、カートリッジ式フィルタは、複数枚に分割して火山灰フィルタに装着されており、非常用ディーゼル発電機の運転を継続しながら、順次、交換を行うことができる（図7）。カートリッジ式フィルタの交換中に、仮に一部のカートリッジ式フィルタが閉塞（ここでいうカートリッジ式フィルタの閉塞とは、非常用ディーゼル発電機が十分に機能維持できる吸気風量を確保できなくなるおそれのあるところ（即時抗告理由書（火山）に対する答弁書（25頁）、乙346（2頁））まで閉塞が進んだ状態を指す。）するような高い降下火碎物濃度となったとしても、時間差をもって交換している残り

のカートリッジ式フィルタが機能を維持できる限り、火山灰フィルタ全体としてより高い濃度に対応することが可能である。

さらに、この火山灰フィルタの設計に際しては、フィルタ表面積についても、従来のフィルタと比較して増大させることとしている。フィルタ表面積を増大させることで、降下火碎物による閉塞までの時間が長くなり、上記のカートリッジ式フィルタ交換作業時間に対して余裕を持って対応することができる。例えば、フィルタ表面積を2倍とすると、その効果だけで従来のフィルタと比較して、降下火碎物の大気中濃度に対して2倍の裕度を持つことができる。

上記のとおり、今回の非常用ディーゼル発電機の火山灰対策は、カートリッジ式フィルタの採用による交換作業の容易化(フィルタ交換時間の短縮)、運転継続中のカートリッジ式フィルタの順次取換え及びフィルタ表面積の拡大(閉塞に対する時間的余裕)の3つの要素が相まって、空中降下火碎物濃度として想定されるような数 g/m^3 オーダーの濃度で降下火碎物を大気中濃度のまま全量吸い込んでフィルタに捕集されると仮定したとしても、非常用ディーゼル発電機の機能を十分維持できるよう基本設計を行ったものであり、現在、作業上の効率性と閉塞に対する時間的余裕の増大をバランス良く実現できる最適な組み合わせについて、詳細設計を行っているところである。詳細設計の確定後、火山灰フィルタの製作を行い、本年12月末頃までに設置が完了する予定である。

なお、火山灰フィルタの着脱、カートリッジ式フィルタの交換作業等、降灰時に必要な作業の体制、手順等については、今後、保安規定への記載等、適切に改正後の規則等への対応を行う。

以上