

平成28年(ワ)第289号, 平成28年(ワ)第902号, 平成29年(ワ)第447号, 平成29年(ワ)第1281号, 平成30年(ワ)第1291号, 令和元年(ワ)第1270号, 令和2年(ワ)第1130号, 令和3年(ワ)第926号

原告 [REDACTED] 外

被告 四国電力株式会社

令和4年1月12日

準備書面 (29)

広島地方裁判所民事第2部 御中

被告訴訟代理人弁護士 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 井家武男



目次

1	はじめに	1
2	降下火砕物に対する本件3号機の安全裕度について	2
(1)	安全裕度評価の内容について	2
(2)	安全裕度評価の結果について	3
ア	非常用ディーゼル発電機の安全裕度について	3
イ	非常用ディーゼル発電機が機能喪失した場合の炉心冷却手段に係る安全裕度について	5
ウ	小括	7
3	安全裕度評価の保守性について	8
4	まとめ	9

本書面は、火山事象に係る本件3号機の安全確保対策について、主張を補充するものである。

1 はじめに

原子力事業者は、発電用原子炉施設における安全性の向上を図るため、原子炉施設全体の安全性について、自ら総合的な評価を定期的に行い、その結果を原子力規制委員会に届け出ることが求められている（原子炉等規制法¹43条の3の29）。被告は、この一環として、火山事象に対する更なる安全性の向上を図る観点から、設計上の想定である堆積厚さ15cmを超える降下火砕物を仮定した場合に、本件3号機にどの程度の耐性があるのかを確認するとともに、火山事象に対する安全確保対策の改善点を抽出することを目的とした評価（以下「安全裕度評価」という。）を行った²（乙588）。

降下火砕物による影響は、運用によって対応することが十分可能な事象であって、設計上の想定を超えたからといって本件3号機の非常用ディーゼル発電機の機能を直ちに喪失するものではないことは、被告準備書面（8）第4の1(3)（140頁以下）で述べたとおりであるが、安全裕度評価の結果によって、本件3号機が、降下火砕物の設計上の想定である堆積厚さ15cmを超える降下火砕物に対しても非常用ディーゼル発電機の機能を維持することが可能であること、仮に、非常用ディーゼル発電機が機能喪失するような降下火砕物に対しても、炉心の冷却を維持する安全確保対策が有効であること、し

1 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和32年法律第166号）

2 原子炉等規制法43条の3の29に定められる原子炉施設の安全性向上に係る評価は、定期事業者検査終了から6月を超えない時期に行い、遅滞なく原子力規制委員会に届け出ることとされている（実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則99条の3及び99条の4）。このため、被告が実施した火山事象に対する安全裕度評価についても、本件3号機の安全性に係る他の評価と総合した上で、然るべき時期に原子力規制委員会に届け出る予定である。

なお、原子力事業者が届け出た報告書については、原子力規制委員会のウェブページに掲載されることとなっている。

たがって、本件3号機が、降下火砕物の設計上の想定に対して十分な安全裕度を有していることを定量的に確認することができた。

以下では、安全裕度評価の結果を踏まえ、本件3号機が、降下火砕物の設計上の想定である堆積厚さに対して、十分な安全裕度を確保していることについて述べる。

2 降下火砕物に対する本件3号機の安全裕度について

(1) 安全裕度評価の内容について

被告は、本件発電所の敷地において、降下火砕物の設計上の想定である堆積厚さを保守的に15cmと評価しているが、安全裕度評価においては、設計上の想定である15cmを超える層厚を仮定し、本件発電所に堆積する降下火砕物の層厚（層厚に比例する気中降下火砕物濃度³を含む。）を増加させて、炉心冷却手段が機能を維持することができる限界層厚を評価した⁴（乙588（2頁））。

また、安全裕度評価では、保守的に降灰時には外部電源に期待しない、つまり、堆積層厚0cmで外部電源を喪失する事態を仮定した⁵（乙588（1頁））。

3 「原子力発電所の火山影響評価ガイド」（乙431、以下「火山ガイド」という。）に定める方法により算定される気中降下火砕物濃度をいう。

4 シミュレーションによる降下火砕物の粒形分布は、評価地点から遠方の火山を給源とするほど細粒分が多くなる傾向があり、火山ガイドに示された気中降下火砕物濃度の算定手法によると同じ層厚の場合には細粒分が多いほど気中降下火砕物濃度が高くなるため、今回の安全裕度評価のように層厚を増加させて限界を特定する場合、同じ層厚に対応する気中降下火砕物濃度が高い方が施設への影響は大きくなる。そして、本件発電所において発電所運用期間中の活動可能性を考慮すべき火山のうち最も遠方にある阿蘇についても、阿蘇から本件発電所の敷地向きの風を想定した上で、降下火砕物の層厚と気中降下火砕物濃度の関係を検討したところ、九重山よりも阿蘇を給源とする方が、同じ層厚に対する気中降下火砕物濃度は高くなった。このため、今回の安全裕度評価においては、阿蘇を給源とする降下火砕物の層厚と気中降下火砕物濃度の関係に基づき評価を行った（乙588（添1-13～添1-17頁））。

5 ただし、実際には、降灰があったからといって、直ちに外部電源が喪失するわけではないこと、電源の多様化を図り、本件3号機における電源供給の信頼性向上を図っていることは、被告準備書面（8）第4の1(2)イ（139頁以下）で述べたとおりである。

降下火砕物の影響によって炉心損傷に至り得るシナリオにおいて考慮すべき起回事象としては、外部電源を喪失する事象のほか、補機冷却水（炉心の冷却に必要な機器を冷却するための水）を喪失する事象や荷重による建屋の損傷が炉心損傷に直結する事象もあるが、補機冷却水を喪失する事象及び炉心損傷に直結する事象が発生し得る層厚は、原子炉建屋の限界層厚である70cmであり（つまり、層厚70cmを超える降灰がなければこれらの起回事象が生じない）、外部電源喪失に対して炉心冷却機能を維持することができる限界層厚（後記(2)のとおり70cm）を下回らないことから、外部電源を喪失する事象を起回事象とする炉心冷却機能の限界層厚によって、本件3号機の降下火砕物に対する安全裕度を確認することができる（乙588（9～12頁））。

(2) 安全裕度評価の結果について

本件3号機では、降下火砕物の影響によって外部電源が喪失した場合、非常用ディーゼル発電機が起動し、外部電源に替わって電力を供給し、炉心の冷却を継続することができる（乙13（8-1-358頁））。また、被告準備書面（8）第4の1(2)ア（イ）b（138頁以下）、被告準備書面（19）第2の3(2)イ（29頁）等で述べたとおり、仮に、非常用ディーゼル発電機の機能が喪失した場合でも、原子炉を冷却することができる手段を確保している。被告は、安全裕度評価によって、これらの原子炉を冷却するための手段が、以下のとおり、降下火砕物の設計上の想定である堆積厚さに対し、十分な安全裕度を有していることを確認した。

ア 非常用ディーゼル発電機の安全裕度について

非常用ディーゼル発電機の火山灰フィルタの機能維持に対する評価において、被告が、気中降下火砕物濃度 3.1 g/m^3 （堆積層厚15cm）に

対して十分に余裕を持って2系統とも維持できることを確認していることは被告準備書面(19)第2の3(21頁以下)において述べたとおりであるところ、2系統とも運転を維持する場合の限界層厚は19cmとなった(乙588(添6-5-1~添6-5-6頁))。また、仮に、降下火砕物の影響等により1系統目の非常用ディーゼル発電機が停止しても、もう1系統の非常用ディーゼル発電機を用いて問題なく電力供給を継続することが可能である(乙13(8-10-1頁))ところ、2系統のうち1系統に要員を集中的に配置して火山灰フィルタの取替え・清掃を行う運用とすることによって、降下火砕物の大気中濃度の限界濃度として、 15.4 g/m^3 (堆積層厚では約60cm相当)まで火山灰フィルタの性能を維持できることを確認した⁶(乙588(添10-1~添10-5頁))。

なお、高濃度の降灰状況下でも火山灰フィルタの取替え・清掃を行うことが可能であることも確認している(乙588(参1-1~参1-4頁))。

また、非常用ディーゼル発電機の降下火砕物の荷重に対する評価では、少なくとも45cmの降下火砕物の堆積にまで耐えられるとの結果であった。これは、後記3で述べるとおり、極めて厳しい条件で算定したものであるため、実際には、さらに大きな荷重にも耐えられると考えられるものの、今回の評価では、保守的に45cmの降下火砕物の堆積により非常用ディーゼル発電機が使用不可能となると評価した。(乙588(添6-

6 大気中濃度の算出に当たっては、保守的に小さなサイズの粒子についても凝集(単独では降下できないような小さな粒子が集合して降下できるようなサイズの塊になる現象)によらずに小さなサイズのままで24時間以内に全て降下することを前提としている(乙588(添12-2頁))。また、吸気消音器が下方向から吸気する構造であることについても考慮せず、保守的に大気中濃度のまま全ての粒径の火山灰を吸い込んで吸気フィルタに捕集されることを前提としている(乙588(添12-5頁))。

5 - 6 頁))

以上のことから、非常用ディーゼル発電機の限界層厚は45cmであり、降下火砕物の設計上の想定である堆積厚さ15cmを大幅に上回る降下火砕物に対しても機能を維持できることが確認できた。

イ 非常用ディーゼル発電機が機能喪失した場合の炉心冷却手段に係る安全裕度について

本件3号機においては、非常用ディーゼル発電機が機能喪失した場合であっても、電源を必要としないタービン動補助給水ポンプ⁷を用いて蒸気発生器へ給水することによって、継続的に炉心を冷却することが可能である。そして、この手段による原子炉の冷却がどの程度までの降下火砕物に対して機能維持が可能であるかを検討し、タービン動補助給水ポンプを格納している原子炉建屋については、堆積層厚で少なくとも70cmの降下火砕物の荷重に耐えられることを確認した(乙588(添6-1-74頁))。

また、蒸気発生器へ給水する際の水源となる2次系純水タンクは、降下火砕物の荷重による損傷を防止するため、屋根板部の除灰を行う必要があるところ、この除灰作業の要員として、火山事象発生に伴う参集要員を優先的に配員することで、74cmまでの降下火砕物の荷重に耐える

7 被告準備書面(8)第4の1(2)ア(イ)b(138頁以下)で述べたとおり、タービン動補助給水ポンプを稼働させるためには、水源からタービン動補助給水ポンプに給水を行う必要があるが、本件3号機においては、動力源がなくともタービン動補助給水ポンプに給水が可能な水源(電動あるいは内燃機関等の動力の介在を必要とせず、高低差を利用した水流によって給水が可能な水源)によって約17.1日間にわたって原子炉の冷却が可能であり、給水に動力源が必要な水源も含めれば約20.2日間にわたって原子炉の冷却が可能であることを確認している。加えて、本件3号機の水源のみならず本件1号機及び本件2号機に係る水源を活用すれば、動力源がなくとも給水が可能な水源を用いて合計約24.4日にわたって、給水に動力源が必要な水源も含めて用いれば合計約65.5日間にわたって本件3号機の原子炉を冷却し、安全を確保することができることを確認している。(乙294(18頁))

ことが可能である。すなわち、2次系純水タンクの限界層厚については、参集要員が除灰作業に従事し始めるタイミングやインターバル休憩の有無によってケース分けをして評価した結果、降灰開始前までに参集する参集要員を除灰作業に従事させ、最大10名（緊急時対応要員4名＋参集要員6名）が2班に分かれて交代で除灰作業を行い、インターバル休憩は行わないケース（以下では、乙588（添9－5頁）での分類に倣い「ケース2－2」という。）での限界層厚が74cmとなった（乙588（添9－1～添9－8頁））。そして、以下の検討から、「ケース2－2」は現実的なケースであり、十分対応が可能であることが確認できた。

九重山の噴火であれば、本件発電所の敷地で火山灰の降下が始まるのは、保守的に見積もっても噴火後約80分⁸であるところ（乙432（7頁））、過去の参集実績等から、1時間以内に15～20名程度の参集が期待できることから、「ケース2－2」で必要となる参集要員6名の確保は十分に可能である。例えば、令和2年1月12日の緊急呼出し⁹の際には、3連休の中日という悪条件にもかかわらず、18名が約1時間で本件発電所に参集している（乙588（添9－3頁））。さらに、本件発電所に常駐している緊急時対応要員、運転員といった要員は余裕を持った要員数を確保しているので、緊急時には、これらの要員の中から降下火

8 今回の安全裕度評価においては、火山の噴火から本件発電所への降灰が始まるまでの時間は、保守的に、設計時に想定した噴火地点、すなわち、九重山から伊方発電所までの距離と本件発電所方向への水平方向の最大風速から算出した降灰到達時間（80分）を用いたが、実際の事例である平成28年10月8日の阿蘇の噴火の際、本件発電所の敷地で降灰を確認したのは、噴火から約3時間後であった（乙588（7頁、添12－4頁））。

9 被告は、噴火が発生し、気象庁の降灰予報により、愛媛県への多量の降灰が予想された場合等において、降下火砕物に対する対応に着手することとしている（乙589）。令和2年1月12日の緊急呼出しの事例は、呼出しの対象を管理者に限定したものであり、一般社員を含む全所員を対象にしたものではないが、大規模な噴火により本件発電所の敷地に多量の降灰が予想される場合の緊急呼出しは、全所員を対象にしたものとなる。なお、同月25日の管理者を対象とした緊急呼出しの事例では、1時間以内に20名が参集した。

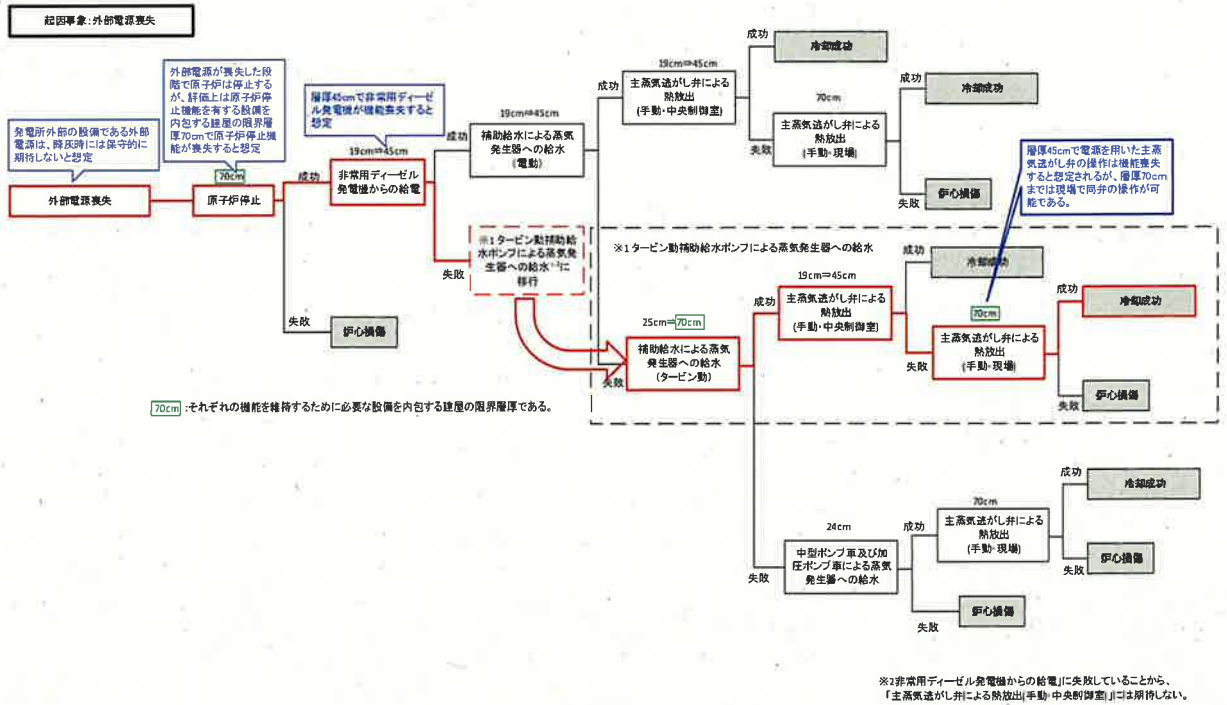
碎物の対応に当たる要員を確保することも可能である。また、除灰作業は、降灰が開始次第、開始するため、作業の負荷は小さく、適宜、要員の交替も可能であることから、インターバル休憩は必須ではない（乙588（添9-4頁））。したがって、ケース「2-2」での対応は十分可能である。

以上のことから、原子炉建屋の限界層厚70cmと2次系純水タンクの限界層厚74cmとを踏まえると、仮に、非常用ディーゼル発電機が2系統とも機能喪失した場合の炉心冷却手段、すなわち、タービン動補助給水ポンプを用いて炉心を冷却する手段の限界層厚は70cmであり、降下火碎物の設計上の想定である堆積厚さ15cmを大幅に上回る降下火碎物に対しても機能を維持できることが確認できた。（乙588（14頁））

ウ 小括

以上の安全裕度評価の結果を取りまとめたものが図1である。すなわち、今回の安全裕度評価によって、少なくとも、降下火碎物の堆積厚さ45cmまで非常用ディーゼル発電機は機能喪失しないこと、仮に、非常用ディーゼル発電機が2系統とも機能喪失した場合でも、降下火碎物の堆積厚さ70cmまでは、炉心を冷却する機能を維持し、本件3号機の安全性を確保できることが確認できた。

そして、上記の評価結果は、宇和盆地の火山灰データにおける過去約60万年間の既往最大の堆積層厚が、阿蘇4噴火等の巨大噴火も含め、約40cmである（乙590（51頁））ことを踏まえると、本件3号機の降下火碎物に対する安全確保対策が、巨大噴火に伴う既往最大の堆積層厚を上回るような噴火に対しても有効であることを意味している。

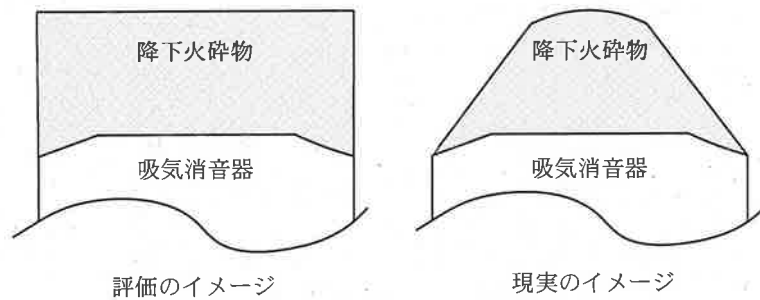


(乙588(添11-4)に加筆)

図1 降下火砕物事象に関するイベントツリー

3 安全裕度評価の保守性について

安全裕度評価においては、計算上の仮定を置く過程において一定の保守性が生じていることから、実耐力としての安全裕度は、上記の評価結果を上回ることになる。例えば、非常用ディーゼル発電機の堆積荷重の計算は、計算の簡便化のために、実現象としての降灰とは異なる堆積を仮定していること(図2)、手順書上、吸気消音器の上に堆積した降下火砕物の除灰の記載はないのでこれに期待していないが、現実にはそのまま放置しておくことはあり得ないことからすれば、実際の限界層厚は本評価で確認した限界層厚よりも大きい(乙588(添12-5頁))。



(乙588 (添12-5頁) から抜粋)

図2 吸気消音器上に堆積する降下火碎物のイメージ

さらに、安全裕度評価では原子炉建屋の最も弱い部位の限界層厚をもって原子炉建屋の限界層厚（本評価において確認した限界層厚70cmを与える層厚でもある。）としているが、その部位は、原子炉周辺補機棟の屋根の一部であり、仮にこれを損傷したとしても実際の安全性には影響しない部分である（乙588（添12-6頁））。

したがって、本件3号機の実耐力としての限界層厚は、本評価で確認した堆積層厚70cmよりも大きく、仮に、70cmを超えるような降下火碎物の堆積が生じて、本件3号機が直ちに安全性を損なうようなことはない。

4 まとめ

以上のとおり、安全裕度評価によって、本件3号機については、少なくとも、非常用ディーゼル発電機は降下火碎物の堆積厚さ45cmまで機能喪失しないし、仮に、非常用ディーゼル発電機が機能喪失した場合でも、堆積厚さ70cmまでは、原子炉の冷却を継続することが可能であり、降下火碎物の設計上の堆積厚さ15cmに対して十分な安全裕度を確保していることが確認できた。

すなわち、非常用ディーゼル発電機が機能喪失したとしても、本件3号機

の安全性が損なわれる具体的危険性に直結するわけではないし、本件3号機の炉心を冷却する手段については、降下火砕物の設計上の堆積厚さに対し、極めて大きな安全裕度を有しているのであるから、降下火砕物の設計上の想定が過小であり、降下火砕物の影響により非常用ディーゼル発電機が機能を喪失する可能性があるかのような原告らの主張（例えば、原告ら準備書面11第3の2（31頁以下）、同第3（ママ）の4（43頁以下）、原告ら準備書面34第2（11頁以下）等）は、被告の火山事象の影響評価の合理性を失わせるものでもなければ、本件3号機の安全性が損なわれ、原告らの人格権の侵害が生じる具体的危険性の存在を示すものにもなり得ない。

したがって、本件3号機は、降下火砕物に対する極めて高い安全性を確保しており、これを争う原告らの主張に理由はない。

以上