

令和5年（ウ）第1号 島根原発2号機運転差止仮処分申立事件

島根原発2号機運転差止仮処分申立事件

債権者 ██████████ 外3名

債務者 中国電力株式会社

準備書面（6）

2023（令和5）年10月31日

広島高等裁判所 松江支部 御中

債権者ら代理人弁護士 妻 波 俊 一 郎

同 河 合 弘 之

同 甫 守 一 樹

同 水 野 彰 子

ほか

本準備書面は、国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 地震防災研究領域領域長である野津厚氏の意見書（甲127）に基づいて、島根原発が「震源が敷地に極めて近い場合」に該当することについて、従前の主張を補充するものである。

第1 島根原発は「震源が敷地に極めて近い場合」に該当する

1 地震ガイドの定め

- (1) 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）の5頁では、「震源が敷地に極めて近い場合の地震動評価においては、地表に変位を伴う断層全体（地表地震断層から震源断層までの断層全体）を考慮した上で、震源モデルの形状及び位置の妥当性、敷地及びそこに設置する施設との位置関係、並びに震源特性パラメータの設定の妥当性について詳細に検討されていることを確認する」と規定されている。
- (2) ここで、「地表に変位を伴う断層全体（地表地震断層から震源断層までの断層全体）を考慮」するとは、例えば深さ2 km程度以深の深部断層だけを考えるのではなく、深さ0 km～2 km程度の浅部断層を含めた断層全体を考慮するという意味である。すなわち、表1に示す通り、地震ガイドにおいては、「震源が敷地に極めて近い場合」には浅部断層の考慮を求めている一方で、それ以外の場合は浅部断層の考慮を求めている。
- (3) これは、図1の概念図からも直感的にわかるように、震源が敷地に極めて近くない場合（図1上）は、浅部断層と深部断層から敷地までの距離に決定的な違いはないため、浅部断層で生成された地震波と深部断層で生成された地震波が敷地に到達するまでに減衰する程度に決定的な違いはなく、もともと震源で生成される地震波の大部分は深部断層で生成されることも併せて考慮すると、敷地に到達する地震波の大部分は深部断層に由来するものとなり、浅部断層の影響を無視したとしてもそれほどの不都合は無いのに対し、震源が敷地に極めて近い場合（図1下）は、深部断層で生成される地震波は敷地に到達するまでに減衰するのに対し、浅部断層で生成される地震波は、距離が近い分、あまり減衰せずに敷地に到達することになり、仮に浅部断層で生成される地震波の割合は小さかったとしても、敷地に到達する地震波の中で浅部断層に由来する地震波が大きな割合を占める可能性があり、これを無視することは不都合であるためである。
- (4) 地震ガイドにおいて「震源が敷地に極めて近い場合」に限り浅部断層の考

慮を求めていることから、地震ガイドにおける「震源が敷地に極めて近い場合」とは「浅部断層の影響が無視できない場合」に他ならないことがわかる。

- (5) そこで、島根原発が宍道断層に対して、浅部断層の影響が無視できる場合に該当するかを以下に検討する。

表1 地震ガイドにおける浅部断層の取扱

震源と敷地との関係	浅部断層の考慮の要否
震源が敷地に極めて近い場合	浅部断層の考慮を求めている
上記以外の場合	浅部断層の考慮を求めている

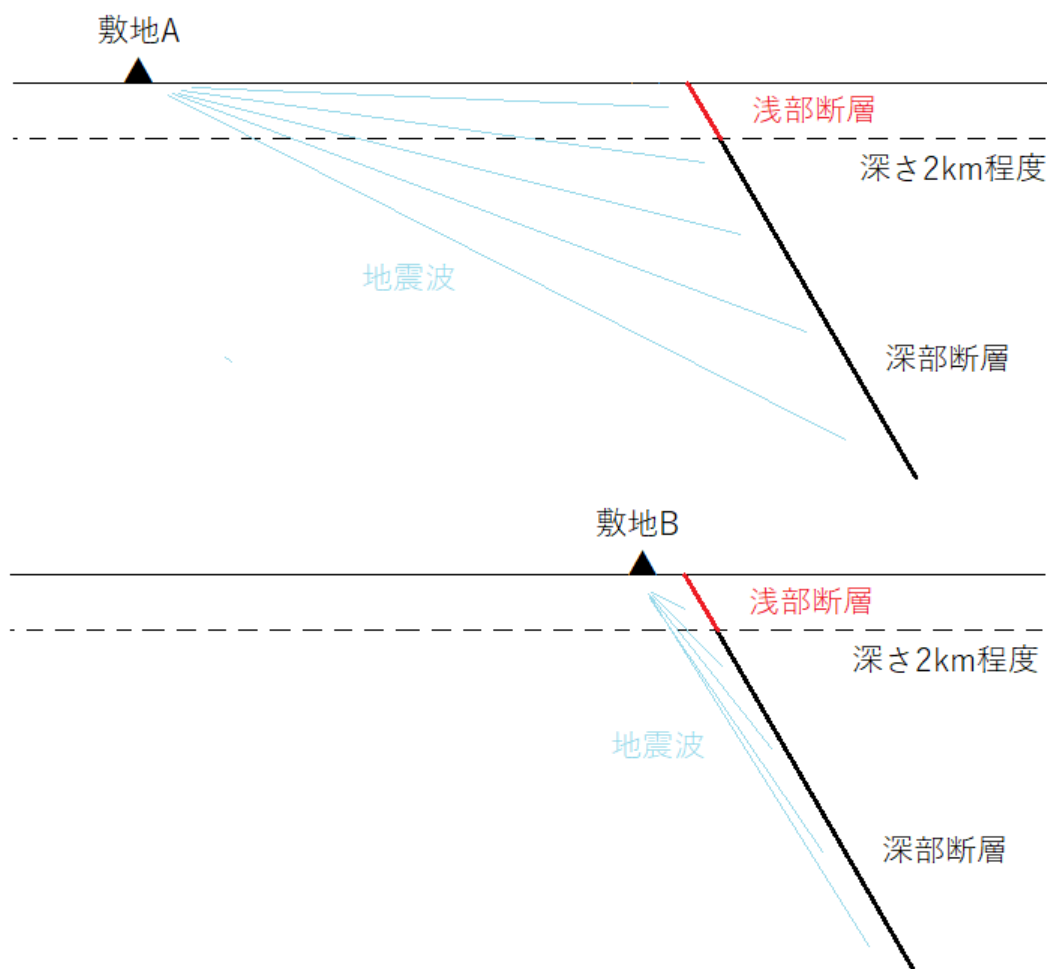


図1 震源が敷地に極めて近い場合（上）とそうでない場合（下）の浅部断層の影響度合いの概念図

2 島根原発は「震源が敷地に極めて近い場合」に該当する

- (1) 図2に島根原発と宍道断層とのおよその位置関係を示す。これはほぼ西側から見た断面図である。債務者が原子力規制委員会に提出した基準地震動策定に係る資料(乙101)では、図に黒線で示すアスペリティを含む2km以深の深部断層から短周期の地震波が生じることを想定しているが、図に赤線で示す「浅部断層」も短周期の地震波を出す可能性がある。
- (2) そして、浅部断層は図からわかるように、原発の敷地に極めて近いから、浅部断層で生成される短周期の地震波が、距離が近い分、原子力発電所に大きな影響を及ぼす恐れがある。したがって、島根原発は宍道断層に対して「浅部断層の影響が無視できない場合」すなわち「震源が敷地に極めて近い場合」に該当することがわかる。

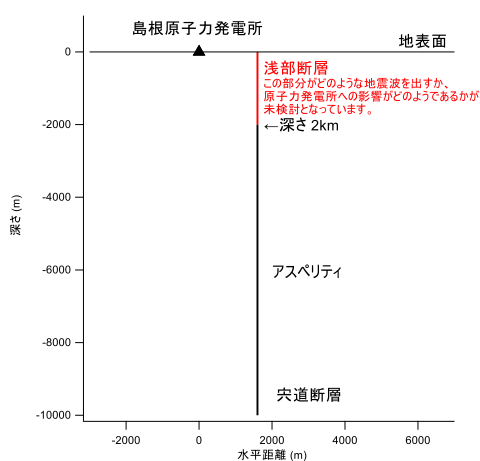


図2 島根原発と宍道断層とのおよその位置関係
(ほぼ南側から見た断面図)

- (3) 債務者が基準地震動の策定において浅部断層から生じる短周期の地震波を考慮に入れていないところを見ると、地震時に浅部断層が短周期の地震波を生じないと期待しているのかもしれない。もちろん結果的にそうなれば良いが、原子力発電所のような重要施設の耐震性の検討は、そのような楽観的な見通しの下に進めるべきでは無い。

宍道断層は地表で変位が観測されている活断層であるから、過去には深部断層だけでなく浅部断層も断層運動が生じたことは間違いない。断層運動が生じればそれに伴い短周期の地震波が生じる恐れがあるので（後述）、その検討を行うべきである。

第2 アスペリティの上端深さと敷地での地震動の関係

- 1 試みに、宍道断層について、アスペリティ上端深さと敷地での地震動の短周期レベルの関係を検討してみる。ここで対象とするのは短周期の地震波である。浅部断層が長周期のみならず短周期の地震波を出す可能性について考慮することは地震ガイドで求められている。

このことは地震ガイド5頁に「浅部における断層のずれの進展の不均質性が地震動評価へ及ぼす影響を検討する」と書かれていることからわかる（下線債権者ら）。

要は、強震動の専門家の間では、断層面上におけるすべり（ずれ）の不均質性が短周期地震動の成因となることは常識であり、すべりの不均質性の影響を考えるとということは、短周期地震動の生成を考えるとということとほとんど同義だからである。すべりの不均質性が短周期地震波を生むことについては様々な研究者により述べられており、例えば小山¹は「周期が数分の一から数十分の一秒の短周期地震波は...もともと断層面上の不均質領域（断層パッチ）のランダムな破壊に依存していると考えられている」と述べている。

¹ 小山順二(1987), 短周期地震波の方位依存性, 地震2, 第40巻, pp.397-404.

2 「浅部断層の存在する地表から深さ2 km付近までの岩盤は、大きな応力のため込むほど強度が大きくないので、強い地震波を放射するような断層破壊が発生しない」と楽観的に考えてしまう場合も多いが、これだけでは定性的な検討であり十分に科学的な検討とは言えない。

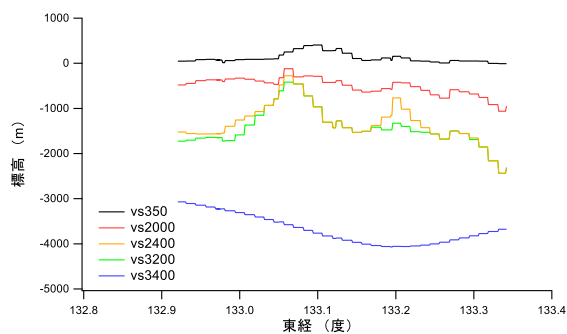


図3 宍道断層に沿ったS波速度構造
(全国1次地下構造モデル(暫定版)²に基づく)

3 図3は全国1次地下構造モデル(暫定版)¹に基づき、宍道断層に沿い、S波速度350 m/s、2000 m/s、2400 m/s、3200 m/s、3400 m/sの各地層の上端深度をプロットしたものである。この図から、地震基盤に相当するS波速度3200 m/sの極めて堅固な岩盤が深さ500 m付近まで迫っている箇所もあり、この深さでは岩盤が大きな応力をため込む可能性があり、その応力が解放されることにより、強い地震波を放射するような断層破壊が発生する可能性がある。

² 全国1次地下構造モデル(暫定版), https://www.jishin.go.jp/evaluation/seismic_hazard_map/lpshm/12_choshuki_dat/.

- 4 岩盤がどの程度の応力をため込むことができるかに関しては、既往の岩石実験の結果に基づいて岩盤の強度 $|\tau|$ （単位は MPa）を推定するための式として Byerlee の式³⁴がある。

$$|\tau| = \begin{cases} 50 + 0.6\sigma_n & \sigma_n > 200\text{MPa} \\ 0.85\sigma_n & \sigma_n < 200\text{MPa} \end{cases}$$

上記の σ_n は断層面に対して垂直な方向の応力である（単位は MPa）。岩盤の密度を 2500 kg/m^3 とすれば、深さ 1000 m における鉛直方向の有効応力（水圧の分を差し引いた応力のこと） σ_v' は 14.7 MPa 程度となる。応力が等方的であることを仮定し、 σ_n も 14.7 MPa 程度であるとすれば、岩盤の強度 $|\tau|$ は 12.5 MPa 程度となる。

つまり、深さ 1000 m 付近の岩盤は 12.5 MPa 程度の応力をため込むことができるのであり、「浅部断層の存在する地表から深さ 2 km 付近までの岩盤は、大きな応力をため込むほど強度が大きくないので、強い地震波を放射するような断層破壊が発生しない」と楽観的に考えることは誤りであることがわかる。

仮に 12.5 MPa のせん断応力が地震時にすべて解放されれば、応力降下量は 12.5 MPa となり、債務者が「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の策定において考慮しているアスペリティの応力降下量と同程度の値となる。すなわち、深さ 1000 m 付近でアスペリティの破壊が生じたとしても不思議ではない。深さ 500 m においても、同様に考えれば、 6.2 MPa 程度の応力降下量を伴う破壊が生じることは考えられ、この値は債務者が「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の策定において考慮している宍道断層全体の平

³ Byerlee, J.D. (1978), Friction of rock, Pure and Applied Geophysics, Vol.116, pp.615-626.

⁴ Lay, T. and Wallace, T.C. (1995), Modern Global Seismology, Academic Press.

均応力降下量よりはるかに大きい値である。

- 5 そこで、ここでは、宍道断層について、アスペリティ上端深さは少なくとも1 km程度まで浅くなる可能性があり、さらに保守性を踏まえると0.5 km程度まで浅くなる可能性があると考え、アスペリティ上端深さを2 kmよりも浅くしていき、敷地での地震動の短周期レベルの2 kmの場合に対する比を計算してみた。

結果を図4に示す。アスペリティ上端深さが浅くなるにつれて、短周期レベルは大きくなっていき、アスペリティ上端深さが1 kmの場合は短周期レベルが2 kmの場合の1.3倍程度、アスペリティ上端深さが0.5 kmの場合は短周期レベルが2 kmの場合の1.6倍程度となることがわかる。

このように、アスペリティ上端深さが浅くなるにつれて、敷地での地震動の短周期レベルが大きくなり、より大きい地震動が作用する。すなわち、島根原発は「浅部断層の影響が無視できない場合」すなわち「震源が敷地に極めて近い場合」に該当することがわかる。参考までに断層から10 km離れた地点についても計算しているが、浅部断層の影響は小さい。

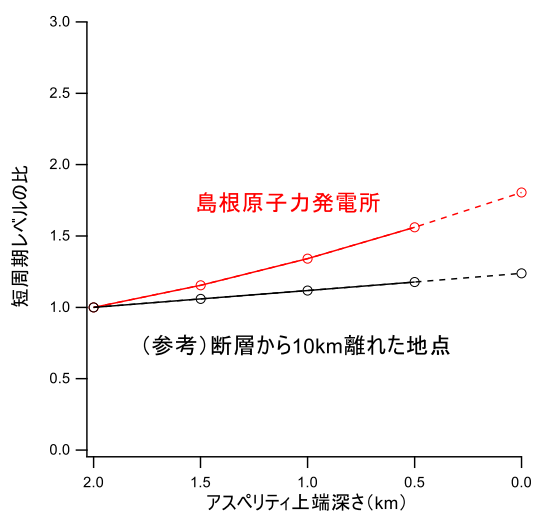


図4 宍道断層についてアスペリティ上端深さと敷地での地震動の短周期レベルの比（上端深さが2 kmの場合に対する比）

第3 債務者が実施している野津（2006）を用いた検討について

債務者は、深部断層（深さ2 km以上）に係る短周期側の地震動評価において遠地項のみを考慮しているところ、中間項および近地項の影響を考慮したとしても短周期側の地震動評価が過小評価となっていないことを野津（2006）⁵の方法を用いて確認したとしているが、これはあくまでも深部断層

⁵ 野津厚（2006），統計的グリーン関数法に近地項と中間項を導入するための簡便な方法，第12回日本地震工学シンポジウム論文集，pp.190-193.

(深さ 2 k m以上) の影響について考慮したものであり、浅部断層の影響について検討していないのであるから、これをもって震源が敷地に極めて近い場合の影響の検討ができているとはいえない。

以 上