

平成26年（ネ）第126号 大飯原発3，4号機運転差止請求控訴事件

一審原告 松田正 外184名

一審被告 関西電力株式会社

控訴審第46準備書面

（前回口頭弁論終結後、審査のこの上なく明白な不合理性が明らかになった）

2018年（平成30年）2月 日

名古屋高等裁判所金沢支部民事部第1部C1係 御中

一審原告ら訴訟代理人弁護士 島 田 広

同 弁護士 笠 原 一 浩

ほか

第1 これまで明らかになっていた一審被告による地盤調査の不合理性

1 一審被告による地盤調査

一審被告は、本件原発の基準地震動の策定にあたり、地盤の増幅特性を評価するために地下地質構造の調査を行い、浅部地盤については、PS検層、試掘坑弾性波探査、反射法地震探査の各調査を実施し、その結果、PS検層、試掘坑弾性波探査により敷地浅部に硬質な地盤が広がっていることを確認し、反射法地震探査によって、地層の極端な起伏等の地震の伝播に影響を与えるような特異な構造が認められないことを確認した、としている（一審被告準備書面（36）90～95頁、乙49の9～19頁）。

2 石井氏や芦田氏が指摘する不合理性

これにつき、いずれも我が国を代表する応用物理学者である石井吉徳氏（甲4

94, 545) や、芦田譲氏 (甲584) は、その意見書において

- (1) 一審被告の地震探査方法が、既に数十年前から石油探査等において行われている三次元探査ではなく、地下構造を十分読み取ることができない二次元探査であり、通常では考えられない不合理なものであること、
 - (2) 一審被告が提出した資料を前提としても、およそ本件原発の地盤は、一審被告が指摘するような単純なものではないこと
- 等を指摘している (第35準備書面や第43準備書面等)。

3 一審被告による反射法地震探査結果の評価に関し、これまで赤松純平氏が指摘していた問題点

また、反射法地震探査の結果の評価について、元京都大学防災研究所助教授赤松純平氏によって、同調査の結果を解析して得られた深度断面の図においては、横方向に広がる反射の層は水平ではなく、連続性に欠けていて回折波が見られることが指摘されたことは、既に述べたとおりである (一審原告ら控訴審第32準備書面11, 12頁, 甲478の3, 4, 10頁)。

第2 最新の赤松意見書によって明らかになった、より一層明白な不合理性

1 はじめに

そして、赤松純平氏が今年に入って公表した意見書は (甲586、なお甲587も参照)、一審被告による検討が、他の科学的知見を俟つまでもなく、自らが採用した科学的知見によってすら不合理になったことを明らかにした。

2 代表的問題点

甲586のうち、とりわけ18p以下を参照されたい (なお、以下の記述は甲586を基にしたが、一審被告の準備書面の番号や内容は、本訴訟に対応するように修正した。)

すなわち、一審被告は、「地盤の増幅特性（サイト特性）」について、準備書面（37）の175p以下において地盤構造の調査について記述し、176pの最後において「実際の本件発電所敷地の地盤の速度構造を精度よく評価していることを確認した」と主張する。

さらに、地震波の減衰および減衰定数（Q値とh）について、一審被告の同準備書面185pでは「実際に本件発電所周辺地域で発生した多くの地震からQ値を推定した最新の知見をもとにしたものである」と主張する。また一審被告が作成した甲588号証（乙155号証や甲469と同一のものであるが、今回は表紙と18～27pを提出する）27頁には、『佐藤・他(2007)、佐藤・山中(2010)の知見を基に、敷地内のPS検層結果から速度構造の不均質性と減衰定数の関係について着目して不均質強度を評価した結果から減衰定数は3%程度と考えられる。敷地内でのQ値測定を実施した結果、減衰定数は約3%程度以上となっている。⇒浅部の減衰定数を3%とする。』と記載されている。（ここまで甲586の18P参照）

しかし、一審被告は、『浅部の減衰定数を3%とする（甲588、27頁）』としているが、ここで言う浅部とは、ボーリング孔においてデータが得られた範囲であり、基準地震動評価モデルでは深さ180mまで $h=3\%$ （すなわち、S波のQ値、 $Q_s=16.67$ ）としている。それより深い層については、何の説明もなく $h=0.5\%$ （ $Q_s=100$ ）としている（図26参照）。そして、これらの Q_s は、S波速度や周波数に依らず一定としている。『速度構造の不均質性と減衰定数の関係に着目して不均質強度を評価した』としながら、周波数に依存しない一定値を使っていることは、不均質構造に起因する散乱減衰の波動理論に反している（ここまで同19P）

さらに、一審被告が計算した数値は、一審被告が採用した知見とすら矛盾するものである。

甲587のスライド17の右部分を参照されたい。同スライドの右部分のグラフ（不均質データのパワースペクトルとフィッティング結果）における縦軸の値と横軸の値の関係から、グラフの傾き α を読み取ることが一応可能といえるが、それに

よれば、傾き α の値は 1.02 である。

そうすると、同スライド 13 の式 (3)

$$\nu = (\alpha - 1) / 2$$

に従って計算すれば、Hurst 係数 $\nu = 0.01$ となるはずである。

ところが、同スライド 17 左部分においては何と、Hurst 係数 ν は、その 21 倍の 0.21 となっている。

その結果、式 (4) におけるガンマ関数¹は極端な過小評価となっている。これで、正確な Q 値を導き出せるはずがない。

もとより、一審被告の分析には後述のとおり他にも、

①必ずしも多いとはいえないデータから傾き α を高い精度で求められるか、

②また、佐藤・山中 (2010) と佐藤・他 (2007) とは、地盤の不均質性と減衰との関係等について大きく異なる見解を採っているため、その一方のみを採用するのが適切か、

等、種々の問題が存在する。(甲 586 の 18 - 19 p 参照)

これらも、一審被告の分析の不合理性を根拠づける重大な事実であるが、とりわけ上記の点は、一審被告が依拠した科学的知見にすら矛盾するものであり、不合理性を最も狭義に解釈する見解によってすら、明らかに不合理なものといえる。

¹ ガンマ関数 $\Gamma(z)$ は、実部が正となる複素数 z について、次の積分で定義される関数である。

$$\Gamma(z) = \int_0^{\infty} t^{z-1} e^{-t} dt \quad (\Re z > 0)$$

この積分は、ルジャンドルの定義にしたがって、第二種オイラー積分とも呼ばれる。

$\Gamma(0.21) = 4.36$ 、 $\Gamma(0.01) = 99.4$ となる。

一般の複素数 z については、解析接続もしくは次の無限乗積で定義される。

$$\Gamma(z) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^z n!}{\prod_{k=0}^n (z+k)}$$

3 その他の問題点（甲586の18P以下。甲586には他にも、一審被告の地盤調査に関する様々な問題点が書かれており、一審原告はこれらをいずれも援用するが、本書面では、特にQ値に絞って論じる。また、以下でいう「図〇〇」とは、甲586の末尾の図面を指す。）

前述のとおり甲588号証27頁には、『佐藤・他(2007)、佐藤・山中(2010)の知見を基に、敷地内のPS検層結果から速度構造の不均質性と減衰定数の関係について着目して不均質強度を評価した結果から減衰定数は3%程度と考えられる。敷地内でのQ値測定を実施した結果、減衰定数は約3%程度以上となっている。⇒浅部の減衰定数を3%とする。』と記載されている。

「速度構造の不均質性と減衰定数の関係」は、地震波の散乱減衰に関わる議論であり、減衰の大きさは散乱体（不均質）の大きさと波長の関係で規定される。一審被告は、ボーリング孔におけるPS検層のデータを解析して、不均質の統計的性質である「相関距離」や「ゆらぎの標準偏差」などから推測しているのであるが、その根拠とする上記2本の論文の論旨を逸脱した結論となっている。主な2点を下に挙げる。

(1)佐藤・山中(2010)は、新潟平野の主に土質堆積地盤～風化堆積岩など、S波速度の小さい深層地盤について、S波速度の不均質性と散乱減衰の関係を大胆な仮定の下に論じている。大飯サイトのような硬質な貫入岩に適用可能であるか、まず検証する必要がある。

(2)佐藤・他(2007)は、硬質岩盤における調査であるが、その「まとめ」に、『検討地点において実際に測定された深さ200m程度のPS検層結果に基づく地盤のランダム不均質モデル（相関距離14m程度）ではなく、より大きな2,000m程度の相関距離を持つモデルによるものであった。これは、リソスフェア（おもにS波速度4,000m/s程度の地殻）を対象にした知見と調和的で、比較的地表に近いS波速度2,000m/s程度の硬質地盤においても、地殻と同様に相関距離2,000m程度の地盤の

ランダムな不均質性が、周波数依存性のメカニズム（特に低周波数側）に寄与している可能性を示唆する（21～22 頁）』と記している。すなわち、大飯サイトのような硬質貫入岩層の散乱減衰の性質は、地震発生層である地殻と同じようであると指摘している。

そして、相関距離と減衰効果との関係について、(1)の佐藤・山中(2010)は、20m の場合最も効果が大きく、100m ではほとんどないとしているが、(2)の佐藤・他(2007)は、10m～100m 規模ではなく、2,000m 程度が効果が大きいと、全く逆の結果をだしている。一方のみを採用すべき合理的理由はなく、一審被告が一方のみを採用することが不合理であることは明らかである。

大飯の PS 検層の結果は、相関距離は 4.9m(O1-11 孔)、1.6m(O1-3 孔)[甲 5 8 8、22～23 頁]であり、この様な解析の中では最も短い。一審被告は、速度の小さい堆積地盤の例を挙げて大飯サイトの減衰量を大きく設定し、基準地震動を小さくしている。

また、『敷地内での Q 値測定を実施した』とあるが、測定の概念図（25 頁）と結果が示されているだけで、どのような測定と解析がされたのか、全く説明がない。解析方法についての若干の説明は、第 21 回審査会合（平成 25 年 9 月 18 日）の「資料 1-1」に見ることが出来る。解析手法と振幅分布の図を図 37 に引用する。振幅分布の図は、地表に震動源を置いたときの、地中の振幅分布で、波面の拡がりなどを補正した Q 値の効果のみを表した図と説明されている。図の左に、相対振幅の概略図があり、その傾き α から減衰係数を算出する。縦軸は地表からの深さであるので約 70m (EL0m) より深い場所の傾きが調査対象になる。観測された相対振幅の図では、振幅は P 波は 3～2.5、S 波は 4～3 と変化は大きくなく、傾きは明瞭ではない。

図 38 に相対振幅の図を横方向に拡大した図を示す。この図から、P 波の振幅は、70～100m で約 3.0 から約 2.5 へと減衰しているが、100～180m では逆に約 2.5 から約 2.7 へと増加している。また、S 波についても 70～120m で減衰しているが、120

～190m では増加しており、200～240m では概ね一定である。さらに、拡大した図では振幅は数値の「きざみ」幅が現われており、振幅は 0.1 の分解能も無いようである。このようなデータから減衰係数が正当に評価できるかはなほだ疑問である。このように、一審被告は、不確かなデータを恣意的に解釈して、減衰定数を大きく見積もり、基準地震動を過小評価している。

また前述のとおり一審被告は、『浅部の減衰定数を 3%とする(甲 5 8 8、27 頁)』としているが、ここで言う浅部とは、ボーリング孔においてデータが得られた範囲であり、基準地震動評価モデルでは深さ 180m まで $h=3\%$ (すなわち、S 波の $Q_s=16.67$) としている。それより深い層については、何の説明もなく $h=0.5\%$ ($Q_s=100$) としている(図 26 参照)。そして、これらの Q_s は、S 波速度や周波数に依らず一定としている。『速度構造の不均質性と減衰定数の関係に着目して不均質強度を評価した』としながら、周波数に依存しない一定値を使っていることは、不均質構造に起因する散乱減衰の波動理論に反している。

ところで、地盤構造モデルにおける Q 値の設定は、現在のところ確定した評価方法がない。たとえば、中央防災会議・東海地震に関する専門調査会は、「強震動評価のための試算」の Q 構造において、 $V_s > 3000\text{m/s}$ では平均的なものとして $Q = 100 \times f^{**0.7}$ (f : 周波数、 $**$: べき乗) を採用し、 $500\text{m/s} < V_s < 3000\text{m/s}$ の Q 値については、『この速度層に対する Q 値の解析例が少ない。一般的には、上記 ($V_s > 3000\text{m/s}$) の場合よりは小さいと考えられるが、ここでは、上記の平均的な Q 値と同じ、 $Q = 100 \times f^{**0.7}$ を用いる』としている。この考え方は、佐藤・等(2007)がまとめに述べている『リソスフェア(おもに S 波速度 4,000m/s 程度の地殻)を対象にした知見と調和的』との結論と整合する。専門調査会は、Q 値を的確に評価出来ない現状では、Q 値を大きく(減衰量を小さく)見積もって、地盤による増幅率が小さくならないよう安全側の評価をしているのである。Q 値が周波数のべき乗に依存しているから、特に高周波数帯域での増幅率が大きくなる。

一審被告の基準地震動評価モデルと中央防災会議のこの考え方に基づくモデルと

で、地盤増幅率がどの程度違うか試算してみる。一審被告は、伝播経路の減衰特性として $Q_s=50 \times f^{1.1}$ を用いている。この値も問題であるが、とりあえずこの値を用いることとし、基準地震動評価モデルと同じ速度構造で、下記のような異なる Q 値での計算結果を図 39 に示した。

(a) : 基準地震動評価モデル.すなわち、深さ 180m まで $h=3\%$ ($Q_s=16.67$)、180m 以深で $h=0.5\%$ ($Q_s=100$). Q 値は周波数に依存しない。(b) : 深さ 180m まで $h=3\%$ ($Q_s=16.67$)、180m 以深では $Q_s=50 \times f^{1.1}$ 。(c) : 全ての速度層で、 $Q_s=50 \times f^{1.1}$. 中央防災会議の考え方に従うモデル。

なお、増幅率の計算は、図 28 の計算と同じく、モデルの最下層に全ての周波数について振幅 1 の S 波が垂直に入射したとして、地表面での振幅をプロットしており、自由表面の影響による 2 倍の振幅増に、層構造による重複反射の影響が重なっている。図 39 から明らかなように、関電のモデル(a)に対し、180m 以深で周波数依存の Q 値を用いたモデル(b)の増幅率は、5Hz 付近から増加し、10Hz で 1.3 倍、20Hz で 1.8 倍大きい。さらに、中央防災会議の考え方によるモデル (c) は、5Hz 付近から増加し、10Hz で 1.5 倍、20Hz で 2.5 倍も大きい。すなわち、基準地震動評価モデルは、中央防災会議の考えに基づくモデルよりも、約 10Hz 以上の周波数域で、増幅率が半分以下である。その結果、この周波数帯域での基準地震動は、30～50%も過小評価されていることになる。これは、浅部だけでなく深さ 3km にわたって、周波数に依存しない減衰定数を根拠もなく用いているためである。この例は、速度構造だけでなく減衰構造についても、不確かさを考慮してモデルを構築することの重要性を示すものである。

4 小括

このように一審被告の計算には、複数の科学的知見があるにもかかわらず一方のみを採用する、不確かな値を確定的なものであるかのように扱う等、種々の問題がある。とりわけ、一審被告自身が引用した式と矛盾する値を記載するに至っては、

不合理的中でも最たるものである。

以上より、速やかに弁論を再開し、赤松証人を申請するよう、改めて要望する次第である。

以 上