

平成24年(ワ)第3671号、平成25年(ワ)第3946号、平成27年
(ワ)第287号、平成28年(ワ)第79号、平成29年(ワ)第408号、
平成30年(ワ)第878号、令和3年(ワ)第3509号
大飯原子力発電所運転差止等請求事件

原告 竹本修三 外3444名

被告 関西電力株式会社 外1名

準 備 書 面 (4 3)

令和7年9月5日

京都地方裁判所第6民事部合議はB係 御中

被告訴訟代理人 弁護士 小 原 正 敏



弁護士 田 中 宏



弁護士 西 出 智 幸

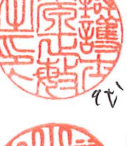


弁護士 神 原 浩



弁護士 原 井 大 介



弁護士	森		拓	也		
弁護士	辰	田		淳		
弁護士	坂	井	俊	介		
弁護士	畑	井	雅	史		
弁護士	井	上	大	成		
弁護士	山	内	喜	明		
弁護士	谷		健	太	郎	
弁護士	酒	見	康	史		
弁護士	中	室		祐		
弁護士	持	田	陽	一		
弁護士	山	本	真	珠	子	

弁護士 高 山 裕 輔



弁護士 富 野 聡 史



目 次

第 1 章	はじめに	9
第 2 章	地下構造モデルの策定について	10
第 1	地下構造モデルの策定に関する基本的事項、関連する原告の主張について (被告準備書面(27)、同(32))	10
1	はじめに	10
2	水平成層構造の内容	10
	(1) 新規規制基準の内容	10
	(2) 地盤物性が地震波に与える影響	12
	(3) 地震波の増幅と水平成層構造	14
3	各種調査結果を評価する際に留意すべき事項	24
	(1) はじめに	24
	(2) 硬岩により構成される地盤の調査結果を評価する際の一般的留意事項	24
	(3) 地質調査の結果	30
	(4) P S 検層の結果	33
	(5) 試掘坑弾性波探査の結果	35
	(6) 反射法地震探査及び屈折法解析の結果	36
	(7) 単点微動観測の結果	38
	(8) 微動アレイ観測等により得られた位相速度を目的関数としたインバー ジョン解析	39
	(9) オフセット VSP 探査等を利用した弾性波トモグラフィ解析の実施	41
	(10) 小括	42
4	澤田意見書及び小島意見書に基づく被告の主張	42
	(1) はじめに	42

(2) 地質調査について	43
(3) P S 検層について	45
(4) 試掘坑弾性波探査について	47
(5) 単点微動観測について	50
(6) 反射法地震探査について	51
(7) 微動アレイ探査及び地震波干渉法の観測結果を目的関数としたインバージョン解析並びに同解析に基づいた地下構造モデルの策定について...	57
(8) オフセット VSP 探査等を利用した弾性波トモグラフィー解析について	59
(9) 地表における地震観測結果について	64
(10) 小括	65
第2 本件発電所の地下構造モデル策定について	65
1 本件発電所敷地における各調査の結果（被告準備書面（17）、同（22））	65
(1) 地下構造に関する調査の全体像	65
(2) 地質調査による地質構造の把握	66
ア 地質調査の結果	66
イ 岩盤を構成する岩石の種類	70
ウ 岩盤の分類	73
エ 調査結果に関する被告の評価	76
(3) 各種物理探査による地下構造の把握	77
ア P S 検層及び試掘坑弾性波探査の結果	77
イ 単点微動観測の結果	79
ウ 反射法地震探査及び屈折法解析の結果	81
エ オフセット VSP 探査及び弾性波トモグラフィー解析の結果	85
オ 微動アレイ探査及び地震波干渉法の結果	86

カ インバージョン解析及び地下構造モデルの策定	88
(4) 地質調査及び各種物理探査に関する総合的評価	92
2 原子力規制委員会の評価	94
3 地下構造モデル策定等に関する原告らの主張及び赤松氏の意見の分類	96
4 原告らの主張に対する反論	97
(1) 本件発電所敷地の地下構造が成層かつ均質とは認められず、被告の設定した基準地震動が過小評価となっている旨の原告らの主張に対する反論	97
ア 本件発電所敷地の地盤には表層及び深部に低速度層が存在する旨の原告らの主張に対する反論	97
イ 本件発電所敷地には西から東への系統的な速度低下が存在する旨の原告らの主張に対する反論（被告準備書面（28）16～19頁）	141
ウ 本件発電所敷地の地盤は不整形な沈降構造を有しており、波線集中による増幅が生じる旨の原告らの主張に対する反論	147
エ 三次元反射法地震探査を行わなければ、地下構造を水平かつ成層と判断することはできないとする旨の原告らの主張に対する反論（被告準備書面（22）30頁）	162
(2) 被告が策定した本件発電所の地下構造モデルが不合理であるとの原告らの主張に対する反論	166
ア インバージョン解析と地下構造モデルの策定に関する原告らの主張に対する反論	166
イ 減衰定数の設定が不合理である旨の原告らの主張に対する反論	185
(3) その他の原告らの主張に対する反論	207
ア 地質断面図の作成が恣意的である旨の原告らの主張に対する反論	207
イ 岩盤の堅硬度合い等に関する原告らの主張に対する反論	218
ウ 被告が行った調査に関する原告らの主張に対する反論	226

第3 小括	242
第3章 地盤安定性評価について	242
第1 地盤安定性評価に関する基本的事項について（被告準備書面（30））	242
1 はじめに	242
2 基礎地盤の安定性評価に係る規制内容について	243
3 被告における基礎地盤の安定性評価について	249
ア すべり安全率（ F_s ）の算定方法	255
イ 「すべり面上のせん断抵抗力の和」の算定	256
ウ 「すべり面上のせん断力の和」の算定	259
エ すべり安全率（ F_s ）の算定	259
第2 本件発電所の地盤安定性評価について（被告準備書面（30））	259
1 本件発電所敷地における地盤安定性評価の内容について	259
2 原子力規制委員会の評価について	262
3 本人尋問の結果に対する被告の主張	263
4 原告らの主張に対する反論	263
（1）すべり安全率算定フローに関する原告らの主張	263
ア すべり安全率算定フローに従っていないとの主張について（被告準備書面（30）33～38頁）	263
イ 強度判定	273
（2）基準地震動により基礎地盤にせん断破壊が生ずるとの原告らの主張（被告準備書面（30）24～27頁）	276
（3）地盤調査結果を無視した前提を置いているとの原告らの主張（被告準備書面（30）28～31頁）	279
（4）すべり安全率の算定に用いるせん断強度に関する原告らの主張（被告準備書面（30）28～31頁）	283
（5）応力再配分等の検討要否について（被告準備書面（34）6～7頁）	285

(6) 引張強度の設定に関する原告らの主張（被告準備書面（30）31～33 頁、39頁）	291
(7) 異方性に関する原告らの主張（被告準備書面（30）39～40頁） ..	295
(8) 想定すべり面とモビライズド面の向きが一致していないとの原告らの 主張（被告準備書面（30）27～28頁）	299
第3 小括	300
第4章 その他の原告らの主張及び赤松氏の見解について	300
第1 地震動の増幅に関する原告らの主張に対する反論（被告準備書面（32）6 ～7頁、同（37）6～7頁）	300
第2 若狭地域の地震の特徴に関する原告らの主張に対する反論	305
第3 大阪北部地震・熊本地震に関する原告らの主張に対する反論	312
1 大阪北部地震の観測記録を基にした検討に関する原告らの主張について（被 告準備書面（23）14～21頁、同（28）44～46頁）	312
2 熊本地震を補正した地震動との比較に関する原告らの主張について（被告準 備書面（26）4～11頁、同（33）12～14頁、同（40）14～15頁） ..	317
第4 入倉・三宅式（地震モーメント（ M_0 ）と震源断層面積（ S ）の関係式）に 関する原告らの主張に対する反論（被告準備書面（25）10～23頁、同（3 3）5～12頁、同（40）13～14頁）	318
第5 ディレクティビティ効果に関する原告らの主張に対する反論（被告準備書 面（26）11～12頁、同（33）14～16頁、同（40）15～16頁）	319
第6 おつきあい断層に関する原告らの主張に対する反論（被告準備書面（2 6）12～13頁、同（33）16頁、同（40）16頁）	319
第5章 結語	320

第1章 はじめに

本事件においては、原告らが被告関西電力（以下、単に「被告」という）の策定した地下構造モデル及び被告の地盤安定性評価等に関して、赤松純平氏（以下、「赤松氏」といい、「原告ら」に含まれる）の意見書を中心として多岐にわたって主張を展開し、被告もそれに対する反論を行ってきた後に、赤松氏の本人尋問が行われた。そこで、本書面においては、地下構造モデルの策定及び地盤安定性評価等に関する従前の被告の主張を整理した上で、大飯発電所3号機及び4号機（以下、「本件発電所」という）の原告らの主張に対する従前の被告の反論を整理するとともに、赤松氏の本人尋問を踏まえた被告の主張を述べる。具体的には、第2章では、まず基準地震動の評価を目的として策定される地下構造モデルに係る新規制基準の内容及び地下構造モデル策定にあたっての基本的な留意事項を説明し（第1）、次に本件発電所における地下構造モデルの内容及び当該モデルに対する原子力規制委員会の評価について述べた上で、赤松氏の本人尋問を踏まえた原告ら及び赤松氏の主張に対する被告の反論を述べる（第2）。また、第3章では、まず地盤安定性評価に係る新規制基準の内容及び本事件で特に議論となった被告におけるすべり安全率算定の考え方について説明し（第1）、次に本件発電所における地盤安定性の評価内容及び原子力規制委員会の評価内容について述べた上で、赤松氏の本人尋問を踏まえた原告ら及び赤松氏の主張に対する被告の反論を述べる（第2）。そして、最後に第4章では、上記第2、第3章に含まれるもの以外の原告らの主張に対する被告の反論を述べる。

なお、赤松氏は、大津地方裁判所に係属中の被告の原子力発電所の差止めを求める訴訟（平成25年（ワ）第696号。以下、「別件大津訴訟」という）において、本事件における尋問と同様の論点に係る証人尋問において証言を行っている。本書面では、本事件において述べられた赤松氏の意見の趣旨を明確にするにあたり、また、赤松氏の意見が信用性、合理性に欠けることを指摘するにあたり、本事件における赤松氏の供述に加え、必要に応じ別件大津訴訟の尋問における赤松氏の証言も引用することをあらかじめ述べておく。

第2章 地下構造モデルの策定について

第1 地下構造モデルの策定に関する基本的事項、関連する原告の主張について (被告準備書面¹ (27)、同 (32))

1 はじめに

ここではまず、地下構造モデルの作成に関する新規制基準の内容を概観した上で、本件発電所の地下構造モデルの策定に関するこれまでの被告の主張につき、必要に応じて関連する原告らの主張に触れつつ整理して述べる。

2 水平成層構造の内容

(1) 新規制基準の内容

一般に、地震による地盤の揺れ（地震動）は、震源においてどのような破壊が起こったか（震源特性）、生じた地震波がどのように伝わってきたか（伝播経路特性）及び対象地点近傍の地盤構造によって地震波がどのような影響を受けたか（地盤の増幅特性（サイト特性））という3つの特性によって決定され则认为られている（丙321、247頁）。そのうちの地盤の増幅特性（サイト特性）は、対象地点の地盤の構成によって異なるとされており、それゆえ、設置許可基準規則解釈²別記2第4条5項4号及び地震ガイド³I.3.3.2(4)⑤には以下のとおり記載され、基準地震動策定にあたって、適切に地下構造評価を行うことが求められている。

【設置許可基準規則解釈別記2第4条5項4号】

「地震動評価においては、適用する評価手法に必要な特性データ

¹ 他の準備書面の略称もこの例による。

² 正式には、「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」（丙6）である。

³ 正式には、「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」（丙27）である。

に留意の上、地震波の伝播特性⁴に係る次に示す事項を考慮すること。

①敷地及び敷地周辺の地下構造（深部・浅部地盤構造）が地震波の伝播特性に与える影響を検討するため、敷地及び敷地周辺における地層の傾斜、断層及び褶曲構造等の地質構造を評価するとともに、地震基盤の位置及び形状、岩相・岩質の不均一性並びに地震波速度構造等の地下構造及び地盤の減衰特性を評価すること。なお、評価の過程において、地下構造が成層かつ均質と認められる場合を除き、三次元的な地下構造により検討すること。

②上記①の評価の実施に当たって必要な敷地及び敷地周辺の調査については、地域特性及び既往文献の調査、既存データの収集・分析、地震観測記録の分析、地質調査、ボーリング調査並びに二次元又は三次元の物理探査等を適切な手順と組合せで実施すること」

【地震ガイドⅠ.3.3.2(4)⑤】

「3）地下構造モデルの設定においては、地下構造（深部・浅部地下構造）が地震波の伝播特性に与える影響を検討するため、地層の傾斜、断層、褶曲構造等の地質構造を評価するとともに、地震発生層の上端深さ、地震基盤・解放基盤の位置や形状、地下構造の三次元不整形性、地震波速度構造等の地下構造及び地盤の減衰特性が適切に評価されていることを確認する。

4）地震基盤までの三次元地下構造モデルの設定に当たっては、地震観測記録（鉛直アレイ地震動観測や水平アレイ地震動観測記録）、微動アレイ探査、重力探査、深層ボーリング、二次元あるいは三次元の適切な物理探査（反射法・屈折法地震探査）等のデータに基づき、ジョ

⁴ ここでは、地盤の増幅特性（サイト特性）も含めて、地震波の伝播特性と呼んでいる（被告準備書面（3）17頁脚注9）。地震ガイドでも同様。

イントインバージョン解析手法など客観的・合理的な手段によってモデルが評価されていることを確認する。なお、地下構造の評価の過程において、地下構造が水平成層構造と認められる場合を除き、三次元的な地下構造により検討されていることを確認する。

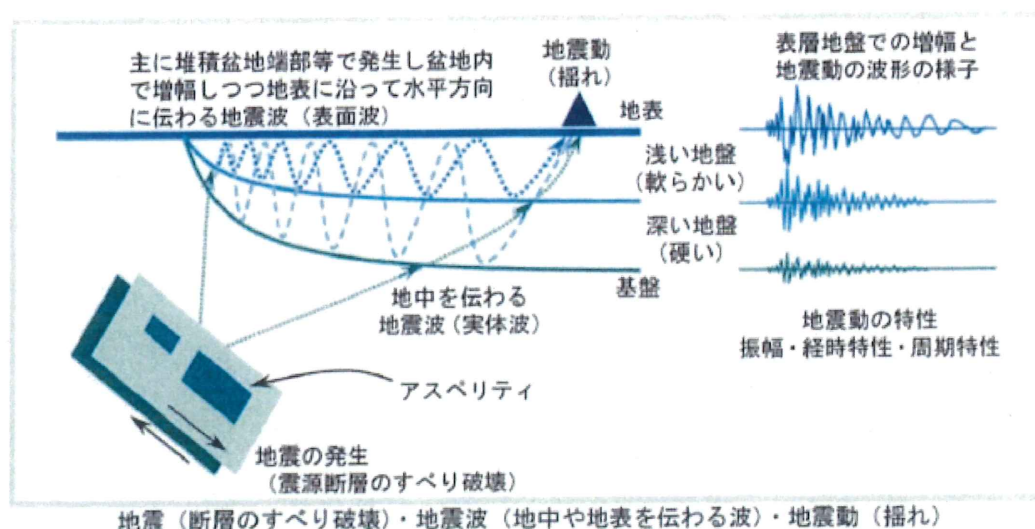
5) 特に、敷地及び敷地近傍においては鉛直アレイ地震動観測や水平アレイ地震動観測記録、及び物理探査データ等を追加して三次元地下構造モデルを詳細化するとともに、地震観測記録のシミュレーションによってモデルを修正するなど高精度化が図られていることを確認する。この場合、適切な地震観測記録がない場合も含めて、作成された三次元地下構造モデルの精度が地震動評価へ与える影響について、適切に検討されていることを確認する(信頼性の高い地震動評価が目的であるため、地下構造モデルの精度に囚われすぎないことに留意する。)」

なお、三次元的な地下構造の検討が必要な場合について、設置許可基準規則解釈別記2においては「地下構造が成層かつ均質と認められる場合を除き」との記載がなされ、地震ガイドにおいては「地下構造が水平成層構造と認められる場合を除き」との記載がなされているところ、これらは実質的に同義であると解されるため、本書面においては、特に断らない限り、両者を区別せず、両者を指して「水平成層構造」の表現を用いる。また、本書面において「速度構造」という表現を用いる場合があるが、特に断らない限り、設置許可基準規則解釈別記2及び地震ガイドで用いている「地下構造」と同じ意味で「速度構造」という表現を用いる。

(2) 地盤物性が地震波に与える影響

震源で生じた地震波は、震源を中心に地中を放射状に伝播し、地表面に達する。地震波は、伝播経路や媒体である地盤特性等によって複雑に変化

し、地表における各々の地点ごとに、それぞれ異なった固有の地震動となる（図表1）。これは、地震波のみならず、光や電波などの一般的な波は、均質な媒質の中ではまっすぐに伝播するが、均質ではなく、物理的性質が場所によって異なる媒質では、波は折れ曲がって伝播することになるところ、地震波も伝播の過程において媒質、つまり地下の地盤の不均質性の影響等を受けることによるものである。



（丙 341、3 頁）

図表1 地震波の生成、伝播過程と地震動のイメージ

地盤の増幅特性（サイト特性）は、主に地盤における地震波の伝播速度の分布、すなわち地盤の速度構造が関係するとされ、地盤の弾性波速度は、媒質の密度⁵及び弾性定数⁶という地盤物性と密接に関連しており、概して深さとともに速くなるとされている（丙 339、3 頁）。これは、深度が増加するにつれて、媒質の密度や弾性定数が変化することに起因するものであり、地盤を構成する岩石の種類を問わず、一般的にみられる傾向である。

⁵ 媒質の密度とは、地盤の単位容積当たりの質量をいう。

⁶ 弾性定数とは、地盤の応力に対する変形のしにくさを表す物性値をいう。

(3) 地震波の増幅と水平成層構造

ア 地震波が地盤中を下方から上方に伝播する過程においては、相対的に速度が速い媒質から遅い媒質に地震波が透過することで、地震波の速度は遅くなり、地震波の波長は短くなるが、波の1波長が持つエネルギーの総量は変わらないため、媒質の速度の低下に応じて地震波の振幅が増大することになる（図表2）。

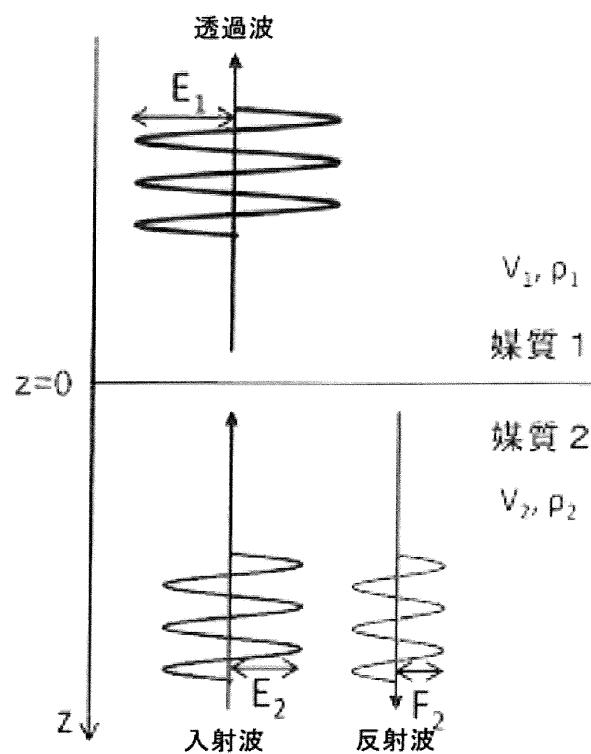


図1 境界面に垂直入射した波の反射・透過

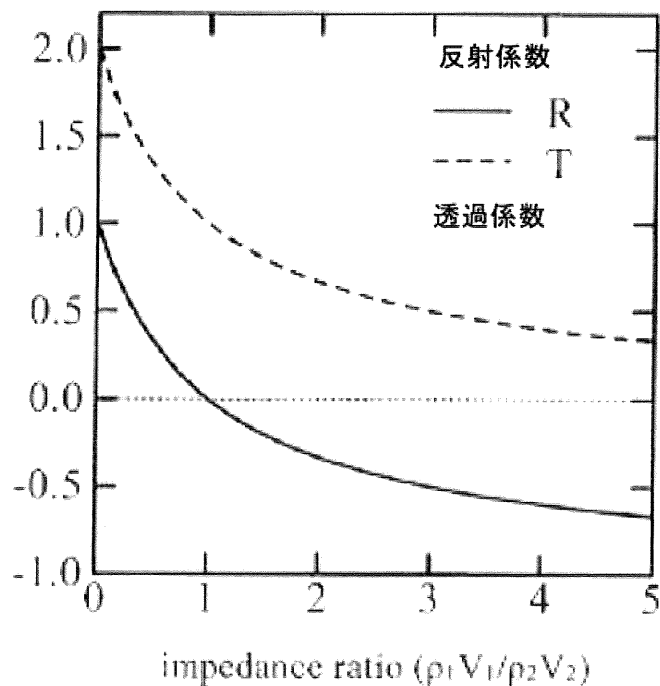
（丙 342、113 頁に一部加筆）

図表2 地震波の反射・透過のイメージ

地震波の透過係数（地震波がある媒質に入射し透過する際の入射前の振幅と透過後の振幅の関係を表す係数）は、減衰定数が同じであればイ

インピーダンス比（入射前後の媒質の密度と弾性波速度の積の比）のみの関数とされている。図表 3 は、インピーダンス比と反射・透過係数の関係を表したグラフであり、点線で示されたグラフ（T）が透過係数を表している。かかるグラフからは、弾性波速度が相対的に速い媒質から遅い媒質に地震波が入射した場合には、通常、弾性波速度が速い媒質の方がインピーダンスの数値は大きくなることから、インピーダンス比は 1 未満となるため、透過係数は 1 を超える値となる（透過波の振幅が増幅すること、またこれとは逆に、弾性波速度が相対的に遅い媒質から速い媒質に地震波が入射した場合には、インピーダンス比は 1 を超える値となるため、透過係数は 1 未満となる（透過波の振幅が減衰する）ことが分かる。なお、媒質同士の物性に差がない場合には、インピーダンス比はちょうど 1 となり、透過係数も 1 となるため、透過波の増幅や減衰は生じないこととなる。（丙 342、113～114 頁）⁷

⁷ なお、図表 3 の実線で示されたグラフ（R）は、反射係数（地震波がある媒質に入射し反射する際の入射波と反射波の振幅の関係を表す係数）を表している。かかるグラフからは、弾性波速度が相対的に速い媒質から遅い媒質に地震波が入射した場合には、通常、インピーダンス比は 1 未満となるため、反射係数は正の値となる（反射波と入射波の位相が合致し、共振作用により振幅が増幅すること、またこれとは逆に、弾性波速度が相対的に遅い媒質から速い媒質に地震波が入射した場合には、インピーダンス比は 1 を超える値となるため、反射係数は負の値となる（反射波と入射波の位相が反転し、波が互いに打ち消し合うことにより振幅が減衰する）ことが分かる。なお、媒質同士の物性に差がない場合には、インピーダンス比はちょうど 1 となり、反射係数は 0 となるため、反射波は生じないこととなる。（丙 342、113～114 頁）



(丙 342、113 頁に一部加筆)

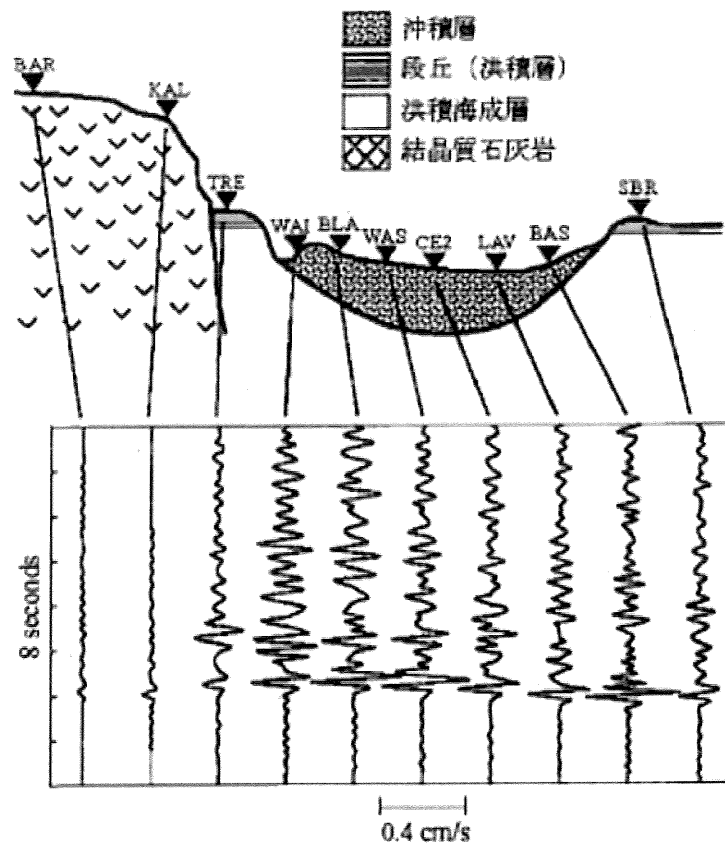
図表 3 インピーダンス比と反射・透過係数の関係

上記（２）で述べたとおり、地盤の弾性波速度は、概して深さとともに速くなるため、地震基盤に入射した地震波は地表に近づくにしたがって振幅が増大する。こうした現象は、程度の差はあるものの、どのような地盤においても一般的に生じる現象である（丙 339、3 頁）。

かかる現象のみに着目すると、媒質内の一部に弾性波速度が低下し透過波の振幅が増大する部分が存在しても、当該低速度部分を通過した後再び弾性波速度が高い地盤を通過するのであれば、その際の透過係数は 1 以下となり透過波の振幅は減少する。そのため、媒質内の速度の不均質性があってもそれだけで振幅の増大に大きく寄与することはない、地表面に至るまでの深度に応じた弾性波速度の大きな変化が地表面までの振幅の変化の主要因となる。

なお、表層に軟弱地盤が存在する地域では、地震波が表層の軟弱地盤

内で何度も反射を繰り返すことにより地震波が増幅することが知られている（丙 343、6 頁）。しかし、本件発電所は堆積層等で構成されるような軟弱地盤ではなく、表層を除去し、火成岩を主体とする硬岩に岩着して設置されているため、反射による地震波の増幅現象を考慮する必要はない（図表 4。本件発電所の敷地は、同図でいえば BAR や KAL に相当する）。

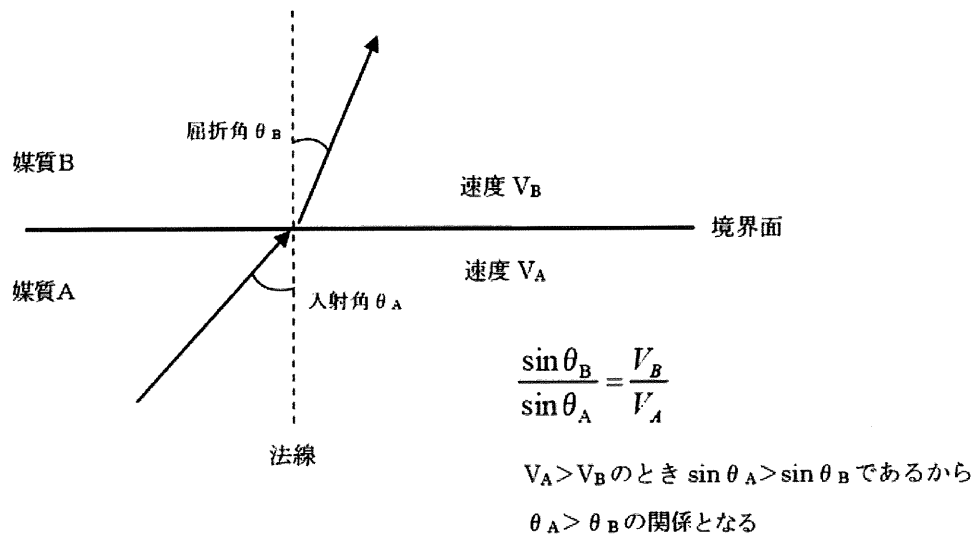


（丙 343、6 頁）

図表 4 地震動増幅の観測例

イ 地震波を含む一般的な波には、速度が均質な媒質の中ではまっすぐに伝播するが、地盤の速度が変化する境界（速度境界）を透過する際には折れ曲がって（屈折して）伝播するという性質がある。このとき、2 つの媒質中の進行波の伝播速度と入射角・屈折角との間には一定の物理法則

(スネルの法則) が存在する (図表 5)。



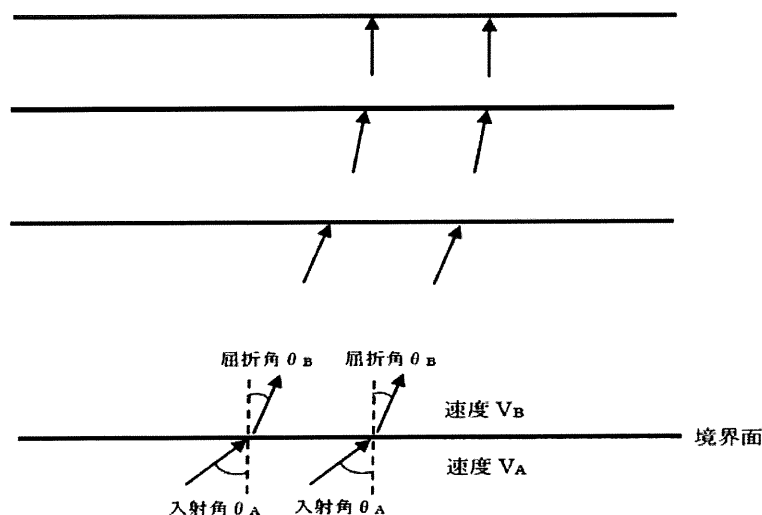
(丙 339、3 頁)

図表 5 スネルの法則

スネルの法則 ($\sin \theta_B / \sin \theta_A = V_B / V_A$) によれば、ある媒質 A から相対的に速度の遅い媒質 B に地震波が入射される際には、屈折角の角度 (θ_B) は入射角の角度 (θ_A) より小さくなり、逆に、媒質 A よりも媒質 B の方が相対的に速度が速ければ、屈折角の角度 (θ_B) は入射角の角度 (θ_A) よりも大きくなる。そして、媒質 A と媒質 B の速度の差が小さくなればなるほど、屈折角の角度 (θ_B) と入射波の角度 (θ_A) の差も小さくなるため、地震波は速度境界で大きく屈折することなく、直進に近い進路で伝播する。(丙 339、3 頁)

震源断層から放射された地震波が地震基盤面に入射する際には、直下地震のようにほぼ鉛直に入射する場合を除き、ある程度の入射角を有するが、上記 (2) で述べたとおり、一般に地盤の速度は深さとともに速くなるため、上部の地層では浅いほど速度が遅くなり、それに応じて屈折角も小さくなっていく。そのため、地震波は地表に向かって次第に鉛

直に近い角度に変化していくことになる。地盤の速度構造が水平成層構造である場合には、地盤の速度境界で屈折した地震波は、スネルの法則に従って同じ屈折角で平行に伝播するため、波の重なり合いが生じることはない（図表 6、丙 339、4 頁）。

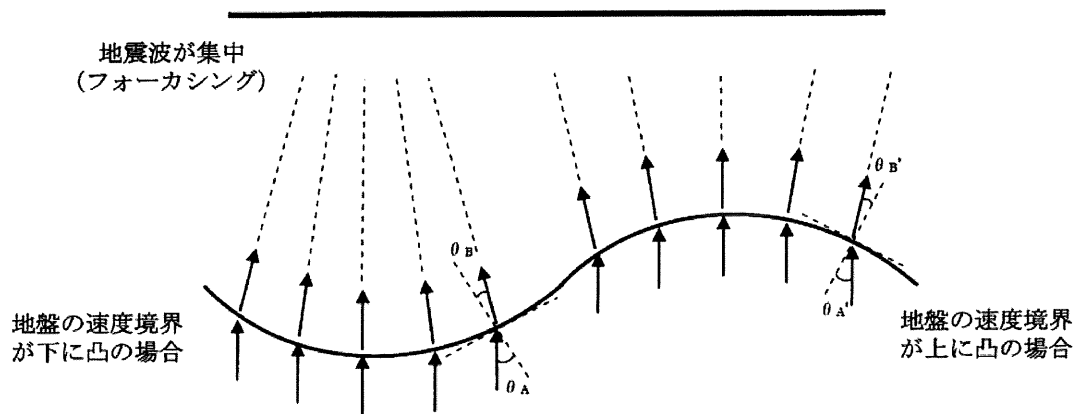


（丙 339、4 頁）

図表 6 水平成層構造とみなせる地盤を地震波が伝播する場合の模式図

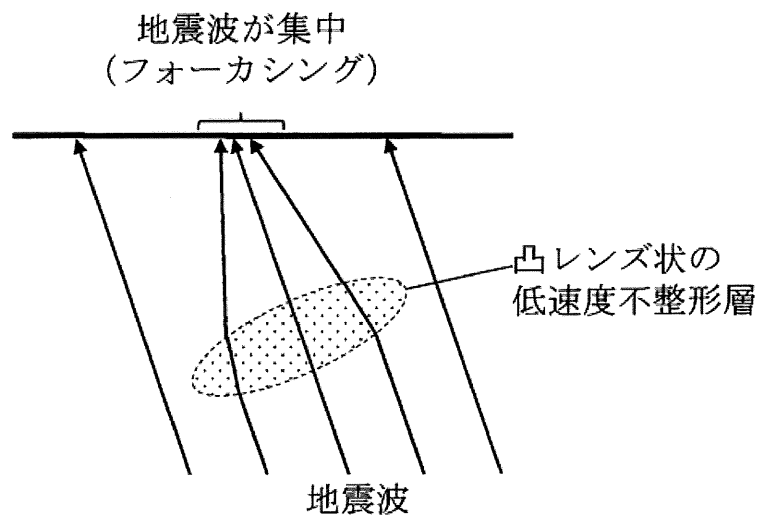
ウ 地盤の速度境界の形状に不整形性が存在し、かつ、速度境界における速度差が大きいため、水平成層構造の速度構造とはみなせない地盤では、特定の地点に地震波が集中して重なり合う現象が生じ、その結果、特定の地震波到来方向の地震波が増幅することがある。

例えば、地盤の速度構造の不整形が下に凸の形状をなしており、これにより複数の地震波が重なり合うように屈折する場合（図表 7）、あるいは、レンズのような形状をした低速度層が存在し、いわゆるレンズの焦点効果を発生させるような角度で地震波が入射した場合（図表 8）には、地表面付近で地震波が集中して増幅する現象が生じる可能性がある（丙 339、4 頁）。



(丙 339、5 頁)

図表 7 地盤の速度構造の不整形が下に凸の形状をなしている場合のイメージ



(丙 339、5 頁)

図表 8 レンズのような形状をした低速度層が存在する場合のイメージ

ただし、このような現象は、地盤の速度境界の形状に下に凸やレンズのような不整形性が存在するだけで生じるものではなく、速度境界における速度差が大きいため、速度境界における入射角の角度と屈折角の角度の差が大きくなる場合に限って生じる。スネルの法則によれば、速度

境界における速度差が小さい場合には地震波は大きく屈折することなく、直進に近い進路で伝播するため、仮に地盤の形状に不整形が存在したとしても、それによる地震波の集中が発生しないからである。

エ 上記（２）のとおり、地盤の弾性波速度は、媒質の密度及び弾性定数という地盤物性と密接に関連しており、これらの地盤物性は概して深さとともに増加する傾向があるとされる。他方で、水平方向では、地形や地質が大きく変化しない限り、地盤物性の変化は深度方向に比べて小さいことが一般的である。そのため、地震波の集中を発生させるような特殊な不整形が存在せず、自然の地盤であれば当然に存在するような細かな不整形に留まる限りは、地盤の不整形による増幅効果よりも鉛直方向の地盤物性の変化に起因する増幅効果が支配的となる。

基準地震動策定のための地下構造モデル策定の場面に限らず、様々な分野での地震動評価における地下構造のモデル化にあたっては、上記の地盤物性の特性に基づき、まずは地層を水平成層に近似したモデルを作成して、当該モデルを用いた地震動評価がなされている（丙 339、5 頁）。このような成層構造が水平方向に無限に広がっていると仮定するモデルを一次元モデルといい、鉛直方向から入射した実体波の増幅特性の計算において、多くの場合、十分に実用的なモデル化方法となっている（丙 342、104 頁）。

このような地盤増幅特性に関する一般理論や地下構造のモデル化手法を踏まえ、三次元的な地下構造の検討が必要な場合について、設置許可基準規則解釈別記 2 においては「地下構造が成層かつ均質と認められる場合を除き」との記載がなされ、地震ガイドにおいては「地下構造が水平成層構造と認められる場合を除き」との記載がなされた。すなわち、これらは地震波の伝播や増幅等に顕著な影響を与えるような「不整形な地下構造が存在する場合」を指す趣旨と考えられる。

オ このことは、地震学の専門家らによる、発電用軽水型原子炉施設の地震・津波に関わる新安全設計基準に関する検討チームにおける議論の経過にも表れている。

すなわち、設置許可基準規則や地震ガイドは、当該検討チームにおける地震学の専門家らによる会合（計 13 回）での議論を踏まえて策定されたものであるところ、その第 4 回会合において提示された「発電用軽水型原子炉施設の地震及び津波に関わる新安全設計基準」の骨子素案の中の「②特に、不整形な地下構造が存在する場合には三次元的な地下構造を把握すること」との記載（丙 344、8 頁）に対して、徳山センター長から「逆の表現で『構造・地層の物性が均一と認められない場合を除いてはすること』と、そういうふうな表現に変えたほうが、それは全ての表現にも適用するべきだと思うんですけども、そういう表現にしていかがでしょうか」との意見が出され（丙 345、30～32 頁）⁸、これを受けて、第 5 回会合資料では「②①の過程において、地下構造が成層かつ均質と認められない場合、三次元的な地下構造を把握すること」（丙 346、7 頁）と記載が変更された。その後、当該記載に対して特に大きな異論はなく、同記載を踏襲して設置許可基準規則解釈別記 2 第 4 条 5 項 4 号①なお書きに「地下構造が成層かつ均質と認められる場合を除き、三次元的な地下構造により検討すること」と、ほぼ同旨の記載が置かれたのである。（本項における傍点は引用者による）

カ この点に関して、原告らは、地震ガイド等の文言について、「文理上明

⁸ 徳山センター長の発言は、「構造・地層の物性が均一と認められない場合を除いてはすること」と二重否定の表現が用いられているため、結果的に、「構造・地層の物性が均一と認められる場合はすること」と同義になり、骨子素案（不整形な地下構造が認められる場合はすること）とは表現のみならず意味が逆転してしまっているが、発言の前後の文脈やその後の変更結果に鑑みると、同長の発言は、「構造・地層の物性が均一と認められない場合はすること」あるいは「構造・地層の物性が均一と認められる場合を除いてはすること」という表現を用いるべき、との趣旨を述べた発言であることは明らかである。

らかなとおり、被告関西電力の解釈は2つの点で明文に反する。1つ、恣意的に原則と例外を逆転させる解釈であること・・・2つ、文言にない『顕著な』という要件を加重しようとしていること。『顕著な』影響がある場合に限り三次元的な地下構造の検討が必要であるとの解釈は、規則やガイドの趣旨を完全に没却せしめるものである」と主張している（原告ら第86準備書面12～14頁）。

まずもって、被告の主張内容は、地震ガイド等に記載されている水平成層構造をどのように解釈するかという問題であって、原告らの言う原則と例外を逆転させるような解釈を示しているわけではない。一口に水平成層構造といっても、そもそも完全なる水平で均一な地盤など自然に存在するものではなく、殊に、火成岩を主体とする硬岩で構成された地盤においては、堆積岩を主体とする軟岩で構成された地盤のように地層境界に沿って速度境界が形成されるものではない⁹。そのため、基準地震動策定のために必要となる地下構造モデルの策定に際しては、水平成層構造に該当するかどうかをどのように判断すべきかが問題となる。

そして、かかる判断を行うにあたっては、上記検討チームでの議論の経過が重要であり、被告はその議論を参照し、水平成層構造が不整形な地下構造と対比して議論されていた経過を踏まえて、水平成層構造とは不整形な地下構造が認められない状況を指すものと解釈すべきであると主張するものであり、原告らの上記批判は当たらない。

また、原告らは、「顕著」という文言が地震ガイドに記載されているかどうかを重視しているが、被告は「地下構造が成層かつ均質と認められる場合を除き」などの文言を地盤増幅特性に関する一般理論や地下構造のモデル化手法を踏まえて解釈すると、地震波の伝播や増幅等に顕著な

⁹ 「火成岩」等の、岩盤を構成する岩石の種類については、下記第2の1（2）イを参照。

影響を与えるような「不整形な地下構造が存在する場合」を指す趣旨と考えられ、地震等基準検討チームにおける議論経過にもそのことが現れていると主張しているのであり、「顕著」という文言の有無によってかかる解釈の合理性が左右されるものではない。

なお、この点に関連して、原告らは、「議論の過程でどのような意見が出ようが、最終的に決定された文章に従って解釈すべきことは当然のことである」旨主張する（原告ら第86準備書面13頁）が、被告は、地震等基準検討チームでの議論の経過も踏まえて水平成層構造について合理的に解釈しているものであり、原告らの批判は当たらない。

（以上につき、被告準備書面（32）9～11頁）

3 各種調査結果を評価する際に留意すべき事項

（1）はじめに

下記第2で述べるとおり、被告は、本件発電所敷地の地下構造を把握するため、敷地及び敷地周辺で各種調査を実施している。以下では、被告が実施した各種調査結果を評価するにあたって留意すべき事項について述べる。

（2）硬岩により構成される地盤の調査結果を評価する際の一般的留意事項

ア 一般的に、土や軟岩により構成される地盤の地盤物性が土・岩石の成分及び圧密・固結の程度により影響を受けるとされることは対照的に、硬岩により構成される地盤では、割れ目及び破碎帯が地盤物性に影響を与えるとされる（丙340、2頁）。

もっとも、硬岩は、地表付近では風化の影響が大きいものの、深部に向かうにしたがって新鮮な状態を維持し、封圧により密着しているという特性がみられるため、地下深部では割れ目や破碎帯の影響は低減し、

地表付近におけるほど割れ目や破碎帯の存在が力学的弱点にはならないとされる（丙 340、2 頁、甲 506、529～530 頁）。そのため、地下浅部の地盤を評価するにあたっては、割れ目や破碎帯の影響に着目する必要があるが、地下深部の場合には、割れ目や破碎帯の存否よりも、むしろ、深度による地盤物性の変化（例えば、弾性波速度の漸増等）に着目すべきことになる¹⁰。

イ 割れ目や破碎帯による影響を評価するにあたっては、地震波の波長の大きさと比較した場合の割れ目や破碎帯のスケールが重要な意味を持つ。割れ目や破碎帯は、その密度、連続性及び性状等に細かな不均質性を有しており、どのスケールで見るのかによって、かかる不均質性による地盤物性への影響の大きさは異なってくる。このようにどのスケールで見るのかにより地盤物性が異なることを寸法効果（スケールファクター）といい、割れ目や破碎帯による不均質性の影響を評価するにあたっては、寸法効果を考慮する必要がある。（丙 340、2 頁）

一般的に、地震波が不均質性を有する媒質を伝播する場合には、地震波の波長の大きさと不均質性のスケールの関係により、地震波が不均質性に大きな影響を受けるかどうかが変わることが知られており、不均質性のスケールが地震波の波長よりも十分に小さい場合には、地震波は不均質性による影響を受けず、不均質性を含む媒質全体を等価な均質媒質とみなすことができるとされる（丙 348、210～211 頁）¹¹。そのため、地

¹⁰ 被告準備書面（3）、同（13）、同（17）、同（22）で述べたとおり、被告は、地下浅部と地下深部とで調査対象に応じて調査手法（主に地下浅部を調査対象とする場合にはP S検層等、主に地下深部を調査対象とする場合には微動アレイ観測等）を使い分けている。

¹¹ 地震波が伝播する媒質の大きさが地震波の増幅の程度に多大な影響を与えることは、4 分の 1 波長則という物理法則が確立していることからよく理解できる。すなわち、4 分の 1 波長則とは、波の増幅が卓越する周期に関する物理法則であり、これによれば、波は、その波長の（2 分の 1 や 4 分の 3 ではなく）4 分の 1 の厚さの媒質を通過する場合に、共振現象が発生し、最も増幅が大きくなるとされる。4 分の 1 波長則は、そもそも媒質が波の波長に対して一定以

震波の波長よりも十分に小さい規模の不均質性は、地震波の増幅に大きな影響を与えるものではない。本件発電所を例に挙げると、S波速度約2.2km/s程度の岩盤の中で数値に若干のばらつきが認められるが、当該地盤を周波数10Hzの地震波が通過する場合には、地震波の1波長は約220mとなる（丙339、10頁）。仮に当該地盤の中に数m程度の規模で低速度部分が存在したとしても、1波長約220mに対して僅かな規模の低速度部分に過ぎないため、かかる低速度部分が地震波の増幅に与える影響は極めて小さいものとなる。

各種調査は、その手法に応じて把握できる不均質性のスケールに違いがあるため、各種調査結果を評価するにあたっては、寸法効果を適切に考慮しなければならない。下記で詳述するが、例えば、P S 検層のサスペンション法では細かな割れ目等の影響による弾性波速度の違いまで捉えることが可能であるが、屈折法解析等のより大きなスケールで地盤物性を把握する調査手法で弾性波速度を捉えた場合には、細かな割れ目のない部分を含めた全体的な弾性波速度が把握できる（丙340、2頁）。小さなスケールの調査結果により地下構造モデルを評価した場合には、地震動評価上適切な寸法効果が考慮されないため、地震波の増幅に寄与しない細かな弾性波速度の違いを地下構造モデルに反映させることとなる。

原告らは、被告の寸法効果に係る主張は「地盤の性質は大雑把にとらえればよい」ものであると論難し、P S 検層等の調査結果の細かな数値のばらつきを強調しているが（原告ら第86準備書面14頁）、これは上記の被告の主張を理解しないものである（被告準備書面（32）11頁）。

また、上記に関して、赤松氏は、補充尋問で裁判官より、澤田意見書

上の規模を有している場合に、どの程度の規模であれば増幅が最も大きくなるかという点に着目した法則であるものの、媒質の大きさによって波の増幅が影響を受けるという点については、本文で述べた考え方と軌を一にする法則といえる。

の「仮に破碎帯等による数 m～数 10m 程度の不整形が存在するとしても、地震波の波長が十分長い ($V_s=2.2\text{km/s}$ の場合、例えば周波数 10Hz で波長 220m) ことから、地震増幅特性に及ぼす影響はほとんどないと考えられる」という記載（丙 339、10 頁）について、同氏の意見の有無を確認されたところ、「定性的なことを言ってるだけで、実際に計算してはいないですね。それで、具体的に計算した例、もう古い計算例ですけども、それはあります。それで行きますと、波長と、それから、こういうくぼみの形の大きさ等の関係でどれぐらいになるかということを経験的に計算したのがありまして、そういうので見ると、今おっしゃったような定性的なことを言っただけでは今は済まない、そういう結果が数値的には出てますので、その考えは、基準地震動が幾らであるかという数値計算をする場合には見過ごしてはいけないことだと思います」と供述した（赤松氏 反対尋問調書 98～99 頁）。従前より原告らは、赤松氏が独自に行った各種の検討によれば、周波数によって本件発電所の敷地地盤における地震波の増幅は、被告の地盤モデルに比べ、より増幅する可能性があることが明らかであるにもかかわらず、被告は定性的な反論に終始しているなど主張しており（原告ら第 8 6 準備書面 14～17 頁、同第 9 3 準備書面 14～25 頁）、上記供述も同様の趣旨でなされたものと考えられる。

加えて、反対尋問後に原告らから提出された原告ら第 1 1 3 準備書面では、上記補充尋問を受けて「被告は、地震波は波長が長いので薄い低速度帯があっても『寸法効果』により増幅は起きないと主張する。被告の上記主張は、定量的、実証的主張でなく、定性的、印象的主張で失当であって、適合判断に不合理な点がないことの『立証』と呼ぶには値しない」とした上で、結論として「赤松意見は・・・低速度帯の存在によって、被告関電が基準地震動の策定に用いている低速度層の存在を無視する地盤モデル(関電モデル)よりも、周波数によって 1.2～2 倍以上の増

幅の可能性があることが明らかにした」など（原告ら第113準備書面2～4頁）、ここでも従前と同旨の主張がなされている。

以上の主張によれば、原告ら及び赤松氏は、赤松氏が行った各種モデルより検討した結果からすると、本件発電所の敷地地盤における地震波の増幅については、被告の地下構造モデルよりも数倍以上の地震動の増幅が生じる可能性が認められる一方で、被告は、これらのモデルに依拠した原告らの主張に対する具体的な反論を行っていないと言いたいようである。

しかしながら、このような原告らの主張は、結局被告の行った本件発電所の敷地地盤の評価及び地下構造モデルの策定方法について正解せずに行われたものであり、失当である。

すなわち、赤松氏は、本件発電所の敷地地盤において「低速度層（帯）の存在」を前提とするモデルに依拠した検討を行っているところ、被告は、本件発電所の敷地地盤について、各種の物理探査結果をあわせ見れば、原告らが主張するような低速度層の存在は認められないと評価しているものであり、「薄い低速度帯があっても『寸法効果』により増幅は起きない」（原告ら第113準備書面2頁）などと主張しているのではない。この点については、赤松氏が批判する小島・澤田両意見書（丙339及び340）における、被告の物理探査結果に関する評価への見解も同様である。これに対し、赤松氏の各モデルは本件発電所の敷地地盤に「低速度層（帯）の存在」を仮定し、それに依拠した上で検討を行っている。このような赤松氏の検討は、被告の評価及び主張の内容を正解していないばかりか、被告の地盤に対する評価とは異なる前提に立つものであるから、被告の主張に対する反論として成立していない。

さらに赤松氏は、自身の策定する各モデルの検討にあたり、本件発電所敷地地盤において被告が行った各種物理探査結果を何ら踏まえず、特

定の調査結果の更に一部分だけを捉えてモデルの前提設定を行っている。例えば、赤松氏は「深部薄層モデル」の一環として、関電モデル（被告が策定した地盤モデル）の上部を 01-3 孔及び 01-11 孔のサスペンション法による P S 検層の結果に置き換えたモデルを作成しているところ（原告ら第 8 7 準備書面、8～10 頁、甲 655 の 2、17～18 頁）、当該モデルは、大飯発電所 3 号機建屋から数百メートル離れた各ボーリング孔（01-3 及び 01-11 孔）において測定された局所的な速度低下部のみを捉えて（その一方で、局所的な速度上昇部については何ら指摘することなく）、それらの速度低下部が本件発電所の敷地地盤において水平に層状の広がりをもって存在していることを前提とし、被告地下構造モデルの一部改変を行っているものである。すなわち、赤松氏が被告地下構造モデルから置き換えた部分は、敷地地盤のうち各ボーリング孔内で測定された局所的な低速度部分のみを捉えて、敷地地盤全体に水平に広がりをもつ低速度「層」があると評価していることになる。しかしながら、被告は各ボーリング孔での測定結果はもちろんのこと、その他の各種の調査結果等を総合的に勘案し、赤松氏が前提とするような低速度層がないと評価した上で地下構造モデルを策定しているのである。赤松氏は、被告の行った各種調査全体を踏まえずに、単に個別の調査結果の特定の側面から現場の状況に反する仮定を置いた上で、被告の評価を批判しているにすぎない（なお、赤松氏が行った各種モデル検討に対する反論は、下記第 2 の 4（1）ア（エ）、同（2）ア（ウ）～（エ）においてそれぞれ詳述する）。

以上のとおり、赤松氏の各検討モデルは、個別の物理探査結果における局所的な速度低下部の値のみを取り上げて、その他の調査結果を何ら踏まえずに、その速度値が本件発電所の敷地地盤の全体に広がりをもっていると仮定したものである。そのようなモデルによる検討に基づいた

原告らの主張は、被告の評価とも小島・澤田両意見書の内容とも前提を異にする主張であり、反論としてもそもそも成立していないと言わざるを得ない。

よって、原告らによる、被告が定性的な反論に終始している等の主張には理由がない。

(3) 地質調査の結果

ア 被告は、本件発電所において、既往文献の調査、既存データの収集・分析、地表地質調査、ボーリング調査及び試掘坑調査等の調査を実施し、地質構造上、本件発電所の敷地の地下に堅硬な岩盤が、著しい高低差がなく、ほぼ水平に広がっていることを確認している。また、被告は、本件発電所の敷地の地下に広がる地盤の評価を、電研式岩盤分類の手法¹²（丙 307、101 頁、甲 506、544～545 頁）を基本とした一定の考え方（「岩盤分類の考え方」）に基づいて行っている。

イ 原告らは、電研式岩盤分類の手法に関して、基準が抽象的・定性的であり、試験者の技量・経験等の主観による個人差が含まれる面も否定できないため、岩盤の物性評価の客観的な指標として R. Q. D. 及び最大コア長が重要であるかのように主張している（原告ら第 6 7 準備書面 11～19 頁）。

R. Q. D. (Rock Quality Designation) は、岩盤の割れ目の量を示す指数であり、ボーリングで掘削し、採取できた岩石の試料（コア）1m 中に含まれる 10cm 以上の棒状のコアの長さの総和（cm）の割合で示される。R. Q. D. は、客観的に測定可能な指数ではあるものの、岩盤の割れ目の量のみを示す指数であるため、電研式岩盤分類の手法では考慮されている

¹² 電研式岩盤分類の手法の具体的な内容については、下記第 2 の 1 (2) ウを参照。

割れ目の量以外の要素（例えば、ハンマーによる打診音、打撃による剥脱の有無・程度、亀裂・節理¹³等の密着度、風化・変質の有無・程度、剥落面における粘土質物質の有無等）が全く考慮されておらず、岩盤状態の一側面を捉えるための手法に留まる。

また、R. Q. D. は、ボーリングコア¹⁴を観察して得られる指数である関係上、ボーリングコアの採取時に応力解放や人為的・機械的な外力等によって割れ目が発生する可能性を排除できないため、ボーリングコアの採取時に発生した割れ目であるかどうか判然としない場合には、保守的に自然の割れ目であるとみなして、R. Q. D. の算定を行うことが一般的である（丙 349 の 2、15 頁）。この場合の R. Q. D. の数値は、地山¹⁵内の実際の岩盤状態よりも著しく低くなる場合がある。

このような R. Q. D. の特性を踏まえ、被告は、本件発電所敷地の地質の評価にあたっては、電研式岩盤分類の手法を基本とした一定の考え方を主たる評価基準として利用し、R. Q. D. は参考数値として扱うに留めている。R. Q. D. の数値と表裏の関係にある最大コア長についても、同様である。

電研式岩盤分類は、地質の評価にあたって広く一般的に利用されている手法であり、判定の個人差をなくすために指標の細分化や定量化が図られていることに加え、分類が簡単で直観的に使いやすいこともあり、国内では、同分類あるいはこれを修正した分類が広く用いられている（甲 506、544 頁、丙 350、106 頁）。また、小島意見書においても、被告が、本件発電所敷地の地盤の岩盤分類を、電研式岩盤分類の基本的な考え方に基づいて実施したことは適切であると評価されている（丙 340、2

¹³ 節理とは、岩体に発達した規則性のある割れ目のうち、両側にずれが見られないものをいう。

¹⁴ ボーリングコアとは、ボーリング調査で地層から抜き取った円柱状の試料をいう。

¹⁵ 地山とは、盛り土・表土・堆積物に対し、それらに隠されている自然のままの地盤をいう。

頁)。以上に照らしても、電研式岩盤分類の手法を論難する原告らの主張は、的を射たものではない。

ウ また、原告らは、「RQD の値が小さいということは不連続面が多いということであり、それだけ地震波速度が遅くなるということである」と主張している（原告ら第67準備書面15頁）。原告らの主張は、赤松氏が意見書で引用し（甲510、9頁）、原告らが書証として提出している杉本卓司氏が作成したR. Q. D. の数値とP波速度の関係性を示す「RQDと弾性波速度」（1979）（以下、「杉本（1979）」という。甲508）という文献の知見を前提にしたものと考えられる。しかし、原告らが引用する杉本（1979）においても、「RQD の値はボーリングの掘削機種、口径、技術者の能力等によって大きく異なる」と述べられているように（甲508、91頁）、R. Q. D. の数値の信頼性はボーリングコアの採取状況等によって異なり、R. Q. D. のこのような特性を考慮することなく、R. Q. D. の数値とP波速度の相関関係を強調して低速度層が存在すると主張することに合理性はない。

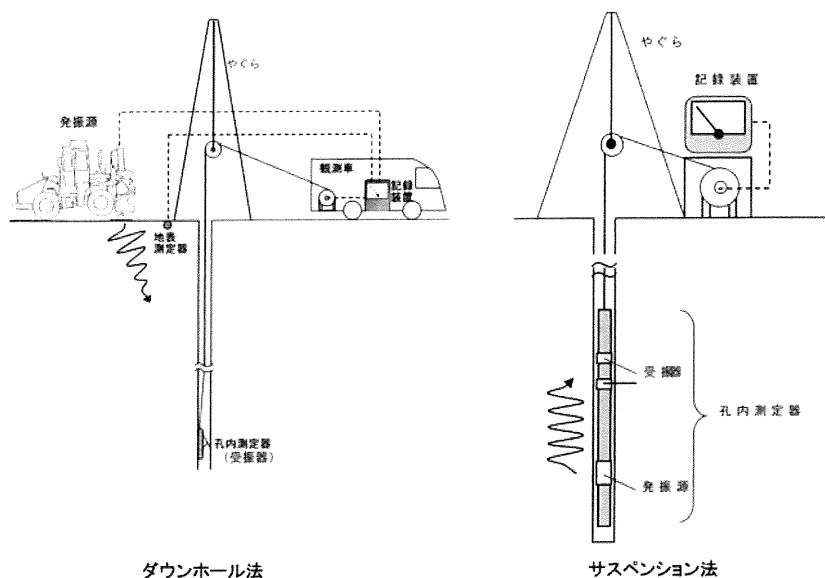
さらに、R. Q. D. の数値とP波速度に何かしらの相関関係を見い出せるとしても、いかなる場合に、どの程度のレベルでその関係が妥当するかは明らかではなく、杉本（1979）においても、「RQD の値と弾性波速度値を細部にわたって対比しても、変化が多く且つ精度のうえからもあまり意味がない。こゝでは掘進長10m以上の区間にわたり同一な岩石が連続している場合のみを対象として両者（引用者注：R. Q. D. の値と弾性波速度）の対比を試みた」（甲508、91頁）、「今後多くの資料が得られれば、より精度の高い結論に達することが出来るものと期待される」（同95頁）と述べられるなど、同論文もR. Q. D. の数値とP波速度を細部にわたって対比することの意義が乏しいことを認めている。

なお、そもそもP波速度に関しては、ボーリング孔でPS検層を実施することにより、地山内のP波速度を直接測定することが可能であり、

不可避的な推定の限界を内包する R. Q. D. の数値を用いた間接的な推定に比して、より精度が高い、実際の地山の状態に即した結果を得ることができる。そのため、あえて原告らが主張する手法で P 波速度を推定する必要性も合理性も認められない。

(4) P S 検層の結果

ア P S 検層とは、縦方向に掘削したボーリング孔内で、人工的に発生させた弾性波（P 波・S 波）が地盤内を伝播する状況を観測、解析し、深さ方向の速度構造を把握する調査手法である（被告準備書面（17）10～11 頁）。P S 検層には、ダウンホール法とサスペンション法という手法があり（図表 9）、ダウンホール法は、地上に設けた発振源から発生させた弾性波をボーリング孔内の受振器で観測し、各深度における P 波・S 波の速度を測定する方法である。他方、サスペンション法は、ボーリング孔内に設けた発振源から発生させた弾性波をボーリング孔内の受振器で観測し、各深度における P 波・S 波の速度を測定する方法である（丙 340、4 頁）。両者の手法の違いからも明らかなとおり、サスペンション法は、ダウンホール法に比べてより細かい地盤物性を把握する手法といえる。



図表 9 ダウンホール法及びサスペンション法のイメージ

イ PS 検層のうち、特にサスペンション法は、用いる震源の周波数が 1kHz 又はそれ以上の高周波数であり、孔壁を伝播する弾性波の波長が短いために、孔壁の割れ目等の影響を受けやすく、データのばらつきがより大きくなるという特徴を有する（丙 339、7 頁）。そのため、サスペンション法においては、1m 規模の割れ目等による地盤物性のばらつきが調査結果として把握されることになるが、そのような細かなばらつきについても評価に加えるか否かは、寸法効果も考慮した上で判断する必要がある（丙 340、4～5 頁）。

上記（2）イで述べたとおり、一般的に、不均質性のスケールが地震波の波長の大きさよりも十分に小さい場合には、不均質性を含む媒質全体を等価な均質媒質とみなすことができると考えられているため、地震波の波長の大きさと比較すれば、サスペンション法で把握される細かなばらつきが地震波の増幅に大きな影響を与えないことは明らかである。

このことは、「01-11 は表層部分を除き、-100m までは平均的に $V_s = 2.2\text{km/s}$ 、100m～130m では $V_s = 2\text{km/s}$ 程度とやや低下しているが、この程

度の速度低下では地盤増幅特性に与える影響はほとんどない」(丙 339、7 頁)、「地震波が数 10Hz 以下を主成分とすることを踏まえると、波長の短いサスペンション法は必ずしもダウンホール方式(振動数 60Hz、 $V_s 2200\text{m/s}$ とすると波長 37m) に比べ優れた方法とは言えない」(丙 339、39 頁、注 9) との澤田意見書の記載、「1m 規模よりも十分に長い波長の地震波を考慮する地盤モデルのスケールから見れば局所的なばらつきである」(丙 340、5 頁) との小島意見書の記載によっても裏付けられる。

ウ また、P S 検層は、ボーリング孔を利用して実施する調査であるという特性上、1 つの P S 検層結果が示すのはあくまで当該ボーリング孔という 1 地点における鉛直方向の速度構造に過ぎず(丙 339、9 頁)、当該地点で低速度部分が確認されたからといって当然にその水平方向にも低速度部分が広がっているという事実を示すものではない。そのため、P S 検層は地盤の弾性波速度を直接確認できる手法として重要な位置付けではあるものの、P S 検層のみで発電所敷地地盤の速度構造の全体像が把握できるものではないことに留意する必要がある。

(5) 試掘坑弾性波探査の結果

試掘坑弾性波探査とは、横方向に掘削した試掘坑内で人工的に発生させた弾性波(P 波・S 波)が地盤内を伝播する状況を観測、解析し、水平方向の速度構造を把握する調査手法である(被告準備書面(17)11 頁)。試掘坑弾性波探査には、1 つの試掘坑内に発振器と受振器を設置し、地震波の屈折波を利用して試掘坑の壁面における弾性波速度を測定する屈折法探査、及び、発振器を設置した試掘坑とは別の試掘坑内に受振器を設置し、2 つの試掘坑の坑間における弾性波速度を測定する坑間弾性波探査がある。

上記(2)アで述べたとおり、硬岩により構成される地盤では、地表付近では割れ目及び破碎帯における風化の影響が大きくなる傾向にあるため、

試掘坑における地盤¹⁶も風化の影響が比較的大きく出ていることが想定される上、試掘坑においては応力解放や掘削によるゆるみの影響も考えられることから、見た目以上に弾性波速度が低下していることも考えられる（丙 340、5 頁）。

また、試掘坑弾性波探査は、一定の標高（本件発電所では E. L. +4m）で水平方向に掘削した試掘坑内で実施するものであるため、当該標高で低速度部分が確認されたからといって当然にその鉛直方向（本件発電所の解放基盤表面 E. L. 0m 以深が地下構造モデルの対象）にも低速度部分が広がっている事実を示すものではない（丙 340、5 頁）。試掘坑弾性波探査は、地盤の弾性波速度を直接確認できる手法として重要な位置付けではあるものの、試掘坑弾性波探査のみで本件発電所敷地の地下の速度構造の全体像が把握できるものではないことに留意する必要がある。

（6）反射法地震探査及び屈折法解析の結果

ア 反射法地震探査とは、発振器で地表面から人工的に弾性波を発し、受振器で地層からの反射波を観測、解析して、弾性波を含む地盤物性が変化する境界面の位置、構造を把握する調査手法であり、屈折法解析とは、発振器で地表面から人工的に波を発し、受振器で地層からの屈折波を観測、解析して、弾性波が伝わる速度が変化する境界面の位置、構造を把握する調査手法である（被告準備書面（17）12～13 頁）。

イ 反射法地震探査の結果を評価する場合、本件発電所のような火成岩を主体とする地質構造と、堆積岩を主体とする地質構造では、成層構造の成因や反射面の構造が異なることに留意する必要がある。

堆積岩を主体とする地質構造では、異なる種類の堆積物の層によって

¹⁶ 本件発電所の試掘坑の位置は、解放基盤表面の位置付近（標高+4.0m）であり、解放基盤表面の位置は標高 0m である。

岩石が構成されているため、地盤物性の異なる各層において反射面が形成されることになる。他方で、火成岩を主体とする地質構造では、溶岩や火砕流が流れた面、応力解放による板状構造、風化により形成された割れ目等が反射面を形成する可能性がある。その場合の反射面は、水平方向への一様な連続性がなく断片的なものとなる可能性があり、また、反射の強度が場所によって異なる部分では、反射面が水平ではなく、局部的に傾斜した形態を呈する可能性もある。もっとも、火成岩を主体とする地質構造においては、上記の溶岩や火砕流が流れた面等が認められる場合であっても、全体として地盤物性のばらつきが小さいことが想定されるため、通常は、速度構造は深度方向に漸増し、同じ深度であれば同程度の弾性波速度になると想定される。(丙 340、6～7 頁)

そのため、火成岩を主体とする地質構造を持つ地盤で実施された反射法地震探査の結果を評価するにあたっては、上記の成層構造の成因や反射面の構造上の特性も考慮しなければならない。

ウ また、弾性波には、インピーダンス（媒質の密度と弾性波速度の積）の異なる境界で反射するという特性があるところ、反射法地震探査では微細なインピーダンスの違いが明瞭に識別されるため、インピーダンスが微細に異なる境界で反射面が形成されても、地盤の速度構造には大きな差異が見られない場合がある（丙 339、40 頁、注 11）。そのため、反射法地震探査の結果のみで地盤の速度構造を評価することは適切ではなく、その他の調査、特に弾性波速度を把握することを目的とした他の調査結果と組み合わせて、反射法地震探査の結果を評価する必要がある。

屈折法解析は、反射法地震探査と同じ解析断面における弾性波の速度構造を把握する調査手法であるから、反射法地震探査の調査結果を評価するにあたっては、屈折法解析の調査結果を合わせて評価することが有用である。

すなわち、反射法地震探査の調査結果において、上記イで述べたような、連続性がなく断片的な反射面や、水平ではなく局所的に傾斜した反射面が認められた場合であっても、そのような反射面に沿って弾性波速度が境界面を形成しているとは限らない。そこで、反射法地震探査の調査結果と屈折法解析の調査結果とを合わせて確認することにより、反射法地震探査で認められた上記反射面に沿って弾性波速度が境界面を形成しているかどうかを確認できる。

(7) 単点微動観測の結果

単点微動観測とは、微小な地震、波浪、交通等に伴う振動等によって地表付近に常時存在する地面の小さな揺れ（常時微動）を測定する調査手法であり、複数の観測点ごとに得られた観測記録を解析することで、基盤の上面深度を推定することができる（丙 339、8 頁、40 頁注 10、被告準備書面（17）11～12 頁）。

単点微動観測から基盤の上面深度を推定する際には、浅部地盤を表層と基盤の 2 層のみと仮定して表層地盤の層厚を求めるが、この層厚は各層に設定された弾性波速度等によって変動する。そのため、推定された基盤の上面深度の絶対値の信頼性に限界はあるものの、単点微動観測によれば、各地点の基盤の上面深度を相対的に把握でき、また、既設の発電所においても比較的容易に調査を行うことが可能であるから、本件発電所敷地における基盤の上面深度の全体的傾向を把握するためには有効かつ合理的な手法である。（丙 339、8 頁）

また、本件発電所の敷地で実施した単点微動観測では、広範囲にわたって観測点を万遍なく設置しているため、敷地全体のスケールや各観測点の標高差を踏まえて、基盤の上面深度の全体的傾向を評価する必要がある。

このように、単点微動観測の結果を評価する際には、基盤の上面深度の

絶対値の信頼性に限界があること、敷地全体のスケールや各観測点の標高差を踏まえて全体的傾向を把握する必要があることも考慮して評価すべきである。単点微動観測の結果とその他の調査結果によって把握できた基盤の上面深度に差異が認められることをもって、単点微動観測やその他の調査の結果が誤りであると単純に評価をすべきものではない。

なお、地盤の実際の基盤の上面深度の絶対値を把握するためには、一般的には、ボーリングや試掘坑等による地質調査結果が最も信頼できると考えられるため、目的に応じて適切に調査結果を評価することが重要である（丙 339、8～9 頁）。

（８）微動アレイ観測等により得られた位相速度を目的関数としたインバージョン解析

微動アレイ観測とは、複数の地震計を地表に直線状・放射状等に配置（アレイ配置）し、常時微動を同時に観測する調査手法であり、同観測により得られた常時微動記録を解析することで位相速度を求めることができる（被告準備書面（１７）15～16 頁）。被告は、微動アレイ観測により得られた位相速度を踏まえて、インバージョン解析により深部までの一次元の地盤の速度構造モデルを作成した¹⁷。

微動アレイ観測により得られた位相速度は、設置した地震計の範囲内（以下、「アレイの範囲内」という）全体の平均的な速度構造であり、かかる位相速度を目的関数として実施したインバージョン解析により得られた速度構造モデルは、アレイの範囲内全体の平均的な速度と層厚を示しており、同モデルの上面深度は、概ねアレイの範囲内全体にわたる平均的な標

¹⁷ 本件発電所においては、微動アレイ観測により得られた常時微動記録では長周期側の位相速度の取得がやや難しかったことから、長周期側の位相速度の取得に適した手法である地震波干渉法によって長周期側の位相速度を取得し、両調査により得られた位相速度を踏まえて、インバージョン解析を実施した。

高に対応するものである（丙 339、10 頁）。

ここでいうアレイの範囲内全体にわたる平均的な標高とは、設置された地震計の平均標高を指すものではなく、アレイの範囲内の全ての場所の平均的な標高を示している。換言すると、アレイ内には標高の高い場所や低い場所が無数に存在するところ、このように無数に存在する場所を全て含めた平均的な標高といういわば概念的な意味での標高を示している¹⁸。そのため、同モデルの上面深度は、微動アレイ観測のために設置された各地震計の平均標高はもちろん、本件発電所の原子炉設置位置付近の標高とも直接の関係はなく（丙 339、10 頁）、これらの標高が一致しているかどうかは同モデルの合理性を左右しないことに留意しなければならない。

加えて、微動アレイ観測により得られた位相速度は、アレイの範囲内の地盤の平均的な物性値を反映したものであり、かかる平均的な物性値には、アレイの範囲内の地盤に存在する割れ目や破碎帯等の影響が含まれている。かかる位相速度においては、P S 検層のサスペンション法や試掘坑弾性波探査の調査結果では把握されていた細かなスケールでの速度構造は、平均化されて捉えられている。上記（２）イで述べたとおり、一般的に、不均質性のスケールが地震波の波長の大きさよりも十分に小さい場合には、不均質性を含む媒質全体を等価な均質媒質とみなすことができると考えられているため、当該地盤の中に数 m 程度の規模で低速度部分が存在したとしても、当該低速度部分が地震波の増幅に与える影響は極めて小さいものとなる。そのため、当該低速度部分を個別に反映した地下構造モデルを策定す

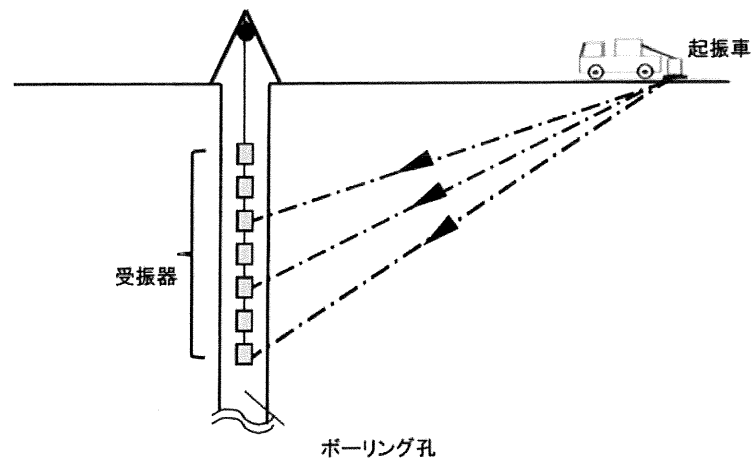
¹⁸ ここで行っている解析は、各種調査結果から地下構造が水平成層構造（一次元の速度構造）であると評価した上で、微動アレイ観測により得られたアレイ範囲内の位相速度を目的関数として一次元の速度構造モデルを推定するというものである。そのため、かかる方法により得られた速度構造モデルは、アレイ範囲全域の理論上の平均的な速度構造を算出したものであり、これに対応する標高もあくまでアレイ範囲全域の理論上の平均的な標高であるため、微動アレイ観測のために設置した地震計の平均標高そのものとは異なるのである。

る必要はない¹⁹。

(9) オフセットVSP探査等を利用した弾性波トモグラフィー解析の実施

被告は、本件発電所敷地内における地下構造に関する評価を更に充実させるために、オフセットVSP探査等を利用した弾性波トモグラフィー解析を実施した。

オフセットVSP探査とは、地上に設けた発振点で発振し地盤中を伝播した弾性波を、ボーリング孔内に一定間隔で設置した受振器により受振することで、地下の速度構造を探査する手法をいう（丙 339、41～42 頁、注 17。図表 10）。



オフセットVSP探査

（丙 339、41～42 頁、注 17）

図表 10 オフセットVSP探査のイメージ

¹⁹ 地震波の増幅に及ぼす影響とは異なり、破碎帯等が弱部となってすべり面となるような力学特性の観点からは、破碎帯等の影響が無視できない場合があり、その場合には、新規制基準においてもその影響を考慮することが求められている。この点に関して、被告は、破碎帯等を考慮したモデルによる基礎地盤や斜面の安定性解析を実施して、その影響を確認し、原子力規制委員会での審査会合においてもその妥当性が認められている（丙 178、6-3-131～6-3-139 頁）。

また、弾性波トモグラフィー解析とは、ボーリングや地表面を利用し、調査断面内の弾性波速度の二次元分布図を求める手法をいい（丙 339、42 頁、注 19）、被告は、従前実施した屈折法解析においても同様の手法を用いて速度分布図を作成している。被告が本件発電所敷地内において実施した弾性波トモグラフィー解析では、地表の測線上に設置した受振器のデータに、オフセット VSP 探査によって得られたデータ（ボーリング孔内で得られたデータ）を加えて解析を行っている（丙 347）。そのため、当該弾性波トモグラフィー解析の結果は、従前実施した屈折法解析よりも拡充されたデータを用いていることから、より精度の高い速度分布図が作成されているといえる。

（10）小括

以上のとおり、被告が本件発電所敷地において実施した各種調査には、それぞれ調査手法の特徴があり、得られた調査結果の評価にあたって留意すべき点も異なる。そのため、単一の調査結果のみを過度に重視すること、あるいは、それぞれの調査結果の細かな差異を過度に強調することは不合理である。

各種調査結果を評価するにあたっては、それぞれの調査手法の特徴を踏まえつつ、各調査の目的とその結果を組み合わせる必要がある。

4 澤田意見書及び小島意見書に基づく被告の主張

（1）はじめに

地震・地震工学及び地盤工学の専門家である名古屋大学名誉教授澤田義博氏（現職：公益財団法人地震予知総合研究振興会理事、一般社団法人社会基盤技術評価支援機構・中部顧問、以下、「澤田氏」という）、並びに、

地質工学及び地質学の専門家である東京大学名誉教授小島圭二氏（以下、「小島氏」という）は、澤田意見書（丙 339）及び小島意見書（丙 340）において、本件発電所敷地において策定された地下構造モデルの妥当性を認める旨の見解を示している。

以下、両氏による地下構造モデルの妥当性評価について詳しく述べる。

（２）地質調査について

小島氏は、被告が本件発電所敷地及び敷地近傍で実施した地質調査に基づき作成した地質断面図に関して、「１～４号炉を通る地質断面図（Ｃ－Ｃ´断面）、並びにＣ－Ｃ´断面と直交する地質断面図（３号炉を通るＤ－Ｄ´断面及び４号炉を通るＥ－Ｅ´断面）によれば、Ｄ－Ｄ´断面の左側等の一部において、地表から盛土、堆積物があり、その下に風化の影響度合いに応じてＤ級、ＣＬ級、ＣＭ級、ＣＨ級の岩盤が深さ方向に分布している。特に、原子炉建屋の設置高さ程度の以深では概ねＣＨ級の岩盤が分布している」「Ｃ－Ｃ´断面の４号炉直下のE.L. -50m付近のように、一部ＣＭ級以下の岩盤がレンズ状に見られるが、これらは連続性に乏しく局所的な分布であることが確認されている」「したがって、硬岩が広く分布する場所に位置する大飯発電所の敷地には、概ねＣＨ級の岩盤が浅部から分布し、深部まで同じ岩盤で構成されること、及び風化の影響は深部まで及ばないと考えられることから、少なくともＣＨ級以上の岩盤が深部まで続いていると考えられる」と述べている（丙 340、２頁）。

小島氏は、上記評価の前提として、「硬岩の物性を評価するにあたっては、その調査のスケール、寸法効果の影響に注意を払わなければならない」（丙 340、２頁）とも述べており、この点に鑑みれば、小島氏は、寸法効果の影響を考慮すれば、上記評価で指摘している程度の岩級区分の局所的な低下については有意なものではないと評価していると考えられる。

また、澤田氏も、本件発電所敷地の地盤に関して、「電研式岩盤等級で言えば、破碎帯や風化した部分の周辺では局所的にＣＭ級を含むものの、その大半はＣＨ級の堅硬な岩盤が十分な広がりを持って分布しており、地質性状には何らもの問題もないことが判る」と述べ（丙 339、7 頁）、小島氏と同趣旨の評価をしている。

小島氏及び澤田氏の上記評価に鑑みても、被告が、地質調査の結果から、本件発電所敷地の地下には、岩級区分がＣＭ級以上に分類される堅硬な岩盤が、著しい高低差がなく、ほぼ水平に広がっていることが確認できたと評価したことは、何ら不合理ではない。

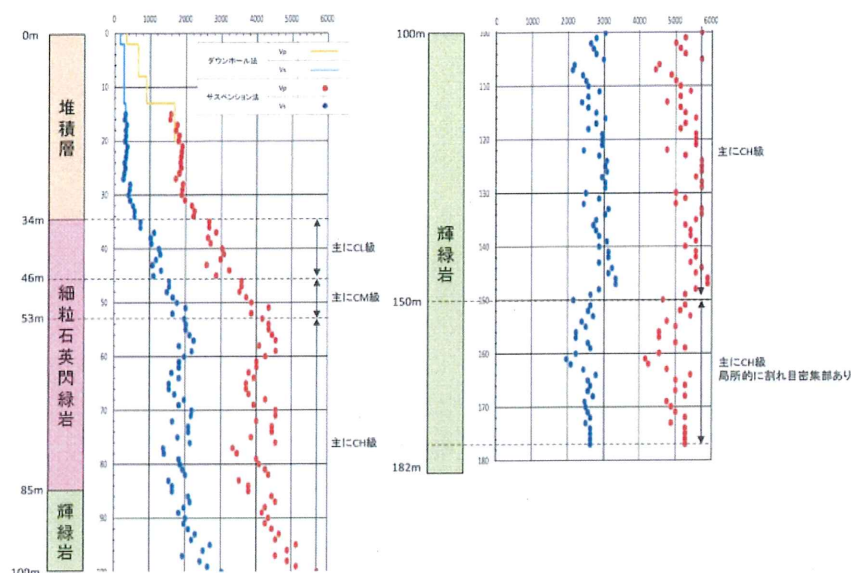
この点について、原告らは、上記評価は被告が原子力規制委員会に提出した説明資料（地質断面図）に依拠しているところ、当該資料は「地質調査の原本であるボーリング地質柱状図に反するものであり」、「実態に基づかない資料を参照にしている両意見書には何ら信頼性がない」「小島意見書や澤田意見書が依拠した被告関西電力作成にかかる原子力規制委員会への説明資料は実態に沿わず、客観的な測定結果にも相反するものであって、そのような資料に基づいている小島氏や澤田氏の意見は到底採用するに値しない」などと主張している（原告ら第 8 6 準備書面 21～23 頁）。しかし、地質断面図を作成する際に、ボーリング調査によって得られた結果を細部に至るまで反映することは通常なく、設定された条件に従って包括的に着色・分類して作成するのが通常である。そのため、地質断面図を普段から確認するような専門家は、地質断面図作成にあたり一定の条件の下で着色・分類がなされていることを認識しており、地質断面図でＣＨ級と表示された岩盤が、全ての範囲にわたって文字どおりＣＨ級だと捉えることはない。そのため、原告らの上記批判は全く当たらない。

また、上記の原告ら主張は赤松氏の意見書（甲 596～598）に依拠したものであるが（原告ら第 8 6 準備書面 3 頁）、下記第 2 の 4（3）ア（ウ）で

述べるとおり、赤松氏はそもそも地質断面図を作成した経験がなく、さらには自身について地質学の専門家ではないことを認めているのであるから（赤松氏反対尋問調書 55～56 頁）、そのような意見書に基づく主張はそれ自体失当と言わざるを得ない。

（３）P S 検層について

小島氏は、P S 検層とそれを実施したボーリング孔の柱状図を比較して（図表 1 1）、「深度 150m 付近までは岩級が上がるごとに概ね速度も速くなっていること、また、深度 150m 以深では割れ目の影響により局所的に若干速度が遅くなっていることが分かる」「 V_p 、 V_s の速度に着目すると、深度 53m 以深において多少の速度のばらつきが見られる。しかしながら・・・寸法効果の観点から言えば、P S 検層（サスペンション法）では 1m 規模の割れ目などによる物性のばらつきが表現されている。それに対し、後述する弾性波トモグラフィーでは 10m 規模の平均化された地盤全体としての物性が表現され、P S 検層で認められた物性のばらつきは認識されない・・・つまり、1m 規模よりも十分に長い波長の地震波を考慮する地盤モデルのスケールから見れば局所的なばらつきであり、それを踏まえて深度 53m 以深の地盤全体の平均的な速度として評価するならば、地盤モデルの速度と概ね同程度であると評価できる」と評価している（丙 340、4～5 頁）。



(丙 340、16 頁)

図表 1 1 01-3 孔 簡易柱状図及び P S 検層結果

これは、寸法効果を考慮して P S 検層結果を評価した結果、P S 検層で見られる数値のばらつきは、地下構造モデル策定にあたっては有意なものではないと判断したものである。

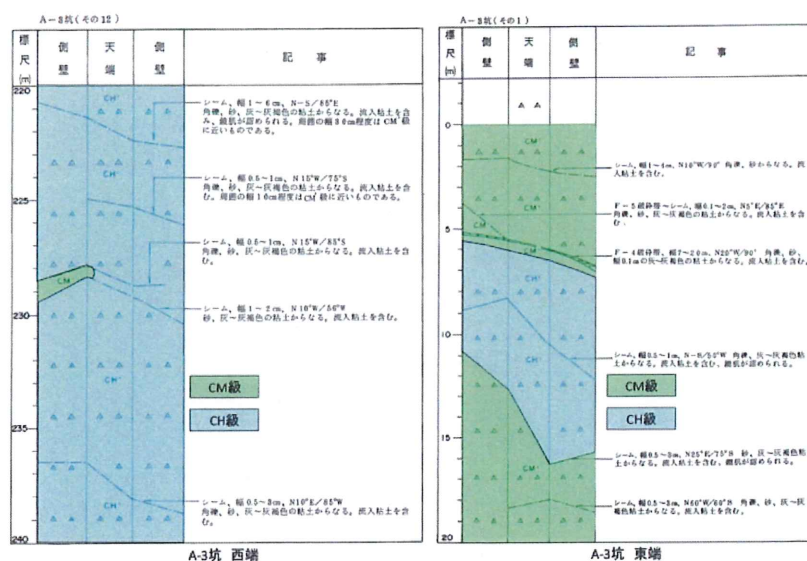
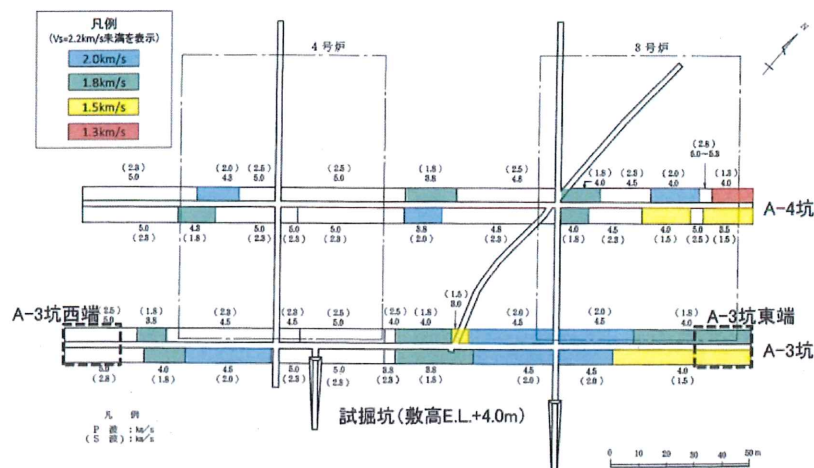
また、澤田氏は、「2 地点のサスペンションデータのうち、01-11 は表層部分を除き、-100m までは平均的に $V_s=2.2\text{km/s}$ 、100m~130m では $V_s=2\text{km/s}$ 程度とやや低下しているが、この程度の速度低下では地盤増幅特性に与える影響はほとんどない。したがって、低速度層と評価するのは妥当ではない。また、01-3 では、-20m までは恐らく風化層のため速度値は遅いが、それ以深は概ね $V_s=2\text{km/s}$ またはそれ以上の速度値を示している。以上のことから、大飯発電所の敷地の岩盤は少なくとも深さ 100 数十 m までは低速度層などの地盤増幅特性に影響を及ぼす不整形性地盤は存在せず、非常に堅硬な岩盤であると判断される」と評価している（丙 339、7~8 頁）。澤田氏は、上記評価の前提として、「サスペンション法は、用いる震源の周波数が 1kHz

またはそれ以上の高周波数であり、孔壁を伝播する弾性波の波長が短いために、孔壁の形状や亀裂の分布の影響を受け易く、データのばらつきがより大きくなるという特徴を有する」(丙 339、7 頁) という点にも触れており、小島氏の指摘と同趣旨の指摘といえる。

小島氏及び澤田氏の上記見解に鑑みても、被告が P S 検層のサスペンション法の調査結果につき、若干の弾性波速度のばらつきを個別に地下構造モデルに反映する必要がないと判断したことは何ら不合理ではない。

(4) 試掘坑弾性波探査について

小島氏は、本件発電所敷地で実施した試掘坑弾性波探査の結果について、「地盤モデルの速度 ($V_s=2.2\text{km/s}$ 、 $V_p=4.6\text{km/s}$) と比較すると、西側の速度が速いのに対し、東側の速度が遅い結果となっていることが分かる」とした上で、その理由について、「(A-3 坑の) 試掘坑展開図を確認すると、西側よりも東側のほうが風化の影響を受け、周辺に比べて C M 級が多く分布することにより、相対的に速度が若干遅くなっている部分が認められる」「岩盤分類では C H 級や C M 級という評価ではあるが、試掘坑においては応力解放や掘削によるゆるみの影響も否定できず、見た目よりも速度が遅くなっていることも考えられる」と述べている (図表 1 2、丙 340、5 頁)。



(丙 340、17 頁)

図表 1 2 試掘坑弾性波速度図とそれに対応する試掘坑展開図

また、試掘坑弾性波探査の結果の深度方向への影響については、「1～4号炉を通る地質断面図（C-C'断面）を確認すると、試掘坑付近にCM級が分布しており、試掘坑の観察結果と整合的であるが、試掘坑より深い部分では風化の影響も小さく、例えば・・・F-3破砕帯の周囲のCM級は極めて薄くなっていることが分かる・・・これは・・・地表近くでは風化の影響を強く受けており、より深い部分ではその影響が小さくなるとい

う一般的な知見がよく表現されている」「破砕帯の周囲以外においても、原子炉直下の試掘坑より深い部分ではC H級が広く一様に分布していることが分かる」と述べている（丙 340、5 頁）。そして、「試掘坑の東側において速度が若干遅くなっている部分は、局所的なものであり・・・速度構造上の特異な構造がないことを確認できる」「試掘坑弾性波探査により速度が若干遅くなっている部分は局所的な風化や掘削によるゆるみに過ぎず、試掘坑で実施した弾性波探査結果により設定した地盤モデルの速度（ $V_s = 2.2\text{km/s}$ 、 $V_p = 4.6\text{km/s}$ ）と同程度の速度を示すC H級が、地質断面図において広く一様に分布している。このことから、地盤モデルとして設定した速度（ $V_s = 2.2\text{km/s}$ 、 $V_p = 4.6\text{km/s}$ ）は妥当であると考えられる」と結論付けている（丙 340、5～6 頁）。

澤田氏においても、「 V_s が約 2.2km/s を下回っている箇所も散見されるが、これは、局所的な亀裂や破砕帯、その周囲の風化の影響によるものと考えられ、そのばらつきもそれほど大きくないことから、大飯発電所3、4号炉の建屋直下の地盤全体の平均的な物性値に及ぼす影響は小さいと判断される。関西電力が・・・解放基盤表面の V_s を 2.2km/s と設定したことについては、科学的に妥当な評価であると考え」と述べている（丙 339、8 頁）。

小島氏及び澤田氏の上記見解に鑑みても、E. L. +4m に位置する試掘坑弾性波探査の調査結果により確認できる弾性波速度のばらつきは、いずれも局所的な風化等の影響によるものであると考えられ、本件発電所敷地のE. L. 0m 以深の地下構造モデル策定にあたってこれらの若干のばらつきを個別に地下構造モデルに反映する必要がないと判断したこと、及び解放基盤表面のS波速度を 2.2km/s に設定したことは、何ら不合理ではない。

なお、原告らは、小島氏が「試掘坑においては応力解放や掘削によるゆるみの影響も否定できない」とした点について、「試掘坑一般に言えることであって、東側の速度低下の理由にはなり得ない」旨主張し、「原子炉直下

の試掘坑より深い部分ではCH級が広く一様に分布している」とした点について「地下深くの岩盤がCH級であることにどのような意味があるのかも説明されていない」などと主張している（原告ら第86準備書面 24～25頁）。しかし、小島氏は「試掘坑展開図を確認すると、西側よりも東側のほうが風化の影響を受け、周辺に比べてCM級が多く分布」しているとの評価を述べており（丙340、5頁）、試掘坑の東側の速度低下の理由を小島氏が述べていないかの如く指摘する原告らの主張は、失当である。また、小島氏は、「試掘坑においては応力解放や掘削によるゆるみの影響も否定できず、見た目よりも速度が遅くなっていることも考えられる」「1～4号炉を通る地質断面図（C－C'断面）を確認すると、試掘坑付近にCM級が分布しており、試掘坑の観察結果と整合的であるが、試掘坑より深い部分では風化の影響も小さく、例えばC－C'断面のF－3破碎帯の周囲のCM級は極めて薄くなっていることが分かる」と述べているところ（丙340、5頁）、小島氏の上記指摘は、地下深くを指すものではなく、試掘坑と試掘坑より深い部分とを対比した指摘であり、原告らの主張は小島氏の指摘内容を正解しないものである（被告準備書面（27）25～26頁）。加えて、これらの小島氏の評価・指摘内容については、赤松氏も、反対尋問において「（赤松氏自身の理解と）定性的な範囲では同じ」「風化によって速度が遅くなるということは当たり前のこと」などと供述し、その合理性を一概に否定していない（赤松氏反対尋問調書35頁、82頁）。

（5）単点微動観測について

澤田氏は、本件発電所敷地で実施した単点微動観測について、「観測点は、大飯発電所敷地内全体に万遍なく配置されており、観測点間の水平距離は最大で1.5km程度離れている。これに対し、単点微動観測結果により推定した $V_s=2.2\text{km/s}$ 層の上面深度は概ねE.L. -25m～E.L. +65mの範囲であり、大

飯発電所敷地全体の平面的なスケールの大きさおよび各地点の標高差を勘案すると、 $V_s=2.2\text{km/s}$ 層の上面深度に著しい高低差がないことがわかる」と述べている（丙 339、8 頁）。これは、本件発電所敷地全体のスケールを踏まえば、上記程度の上面深度の高低差には有意な影響がないとする趣旨である。

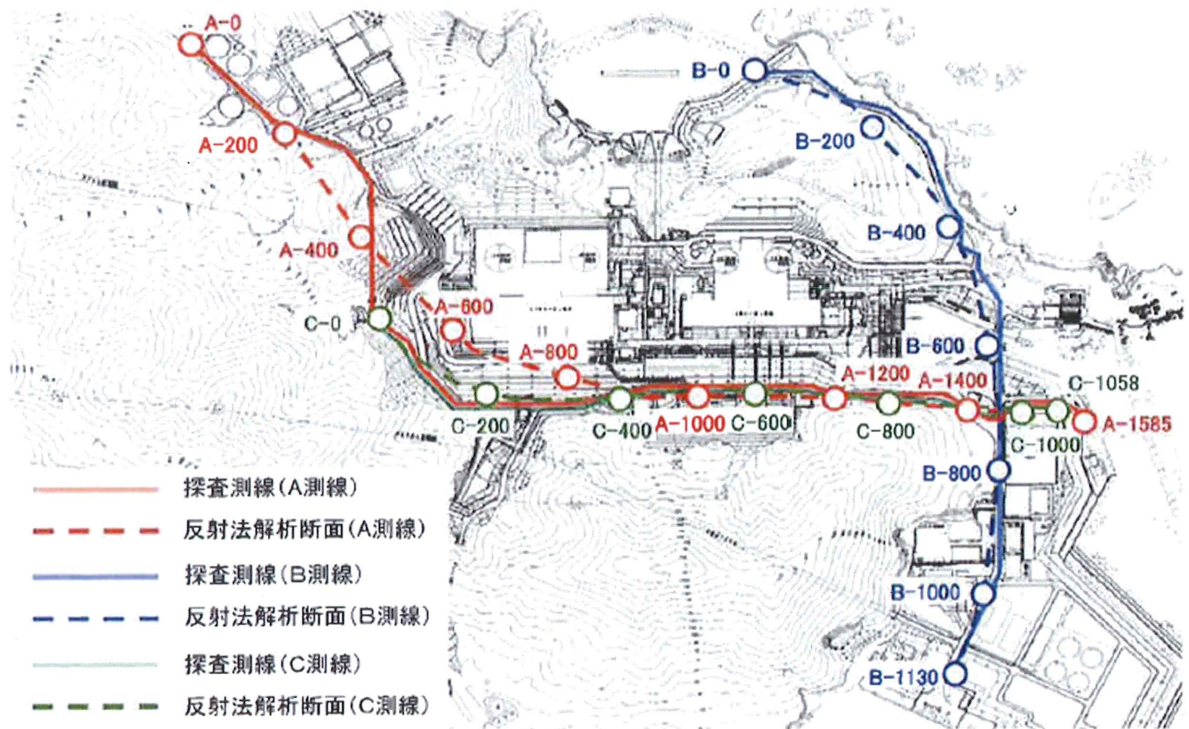
よって、被告が、単点微動観測の調査結果を踏まえて、本件発電所の敷地全体にわたって S 波速度約 2.2km/s の硬質な岩盤が広がり、その上面深度には著しい高低差がない（大きな傾きがない）と評価したことは、不合理ではない。

なお、原告らは、本件発電所敷地における単点微動観測に関して、「澤田意見書は・・・結局主観的印象を述べているものに過ぎず、その主張の客観的裏付けはない」などと批判している（原告ら第 8 6 準備書面 25 頁）。しかしながら、澤田氏は、観測点間の水平距離 1.5km と単点微動観測結果により推定した上面深度 E. L. -25m ～E. L. $+65\text{m}$ とを比較して、「大飯発電所敷地全体の平面的なスケールの大きさおよび各地点の標高差を勘案」した結果、「上面深度に著しい高低差がない」と結論付けている（丙 339、8 頁）。すなわち、全体のスケールの大きさと比較した標高差という客観的な数値を根拠とした評価を行っているものであり、主観的印象を述べるに過ぎないと原告らの批判は全く当たらない。

（6）反射法地震探査について

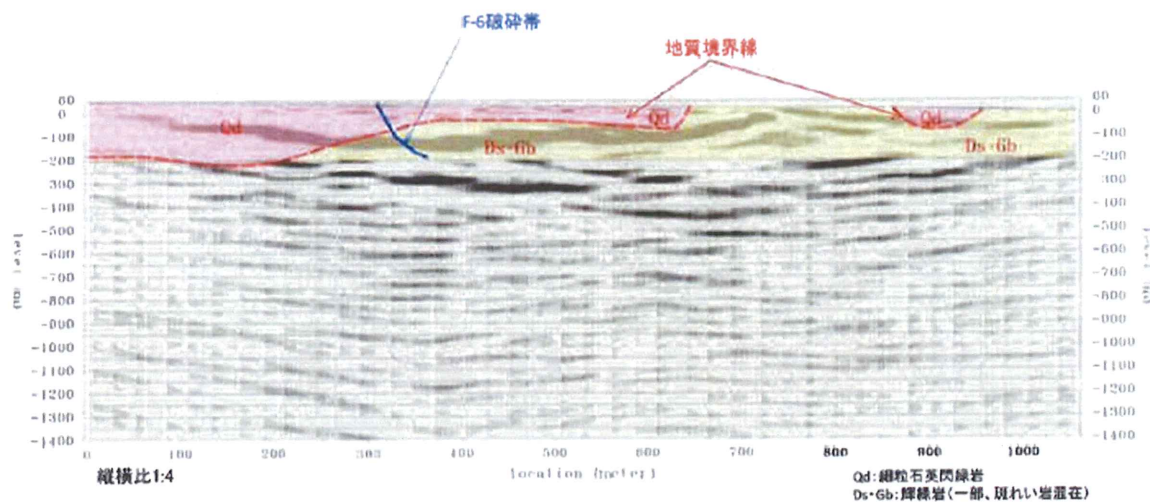
ア 小島氏は、被告が本件発電所敷地で実施した反射法地震探査の調査結果について、「A 測線及びそれに直交する B 測線では、探査測線に多少のうねりはあるものの、大規模な断層等に起因する速度構造上の特異な構造は認められず、ほぼ水平成層状の速度構造であると評価できる」と述べている（丙 340、6 頁）。

また、被告は、これまで行われた地下構造に関する評価を充実させるため、オフセット VSP 探査等を利用した弾性波トモグラフィ解析を実施したが、その際に、既往の反射法地震探査の A 測線とほぼ並行する測線（C 測線。図表 1 3）で、既往の反射法地震探査より発振点の間隔を細かくして再度反射法地震探査を実施した（図表 1 4）。



(丙 340、18 頁)

図表 1 3 反射法地震探査 測線位置図



(丙 340、20 頁)

図表 1 4 反射法地震探査結果 (C 測線)

小島氏は、C 測線の調査結果について、「既往の A 測線と同様に、E. L. -500m 程度まで明瞭な反射面が確認され、それ以深にも反射面が確認される。それら反射面には大規模な断層等に起因する速度構造上の特異な構造は認められず、A 測線と同様にほぼ水平成層状の速度構造であると評価できる」と述べている (丙 340、6 頁)。小島氏は、上記見解を述べるにあたって、上記 3 (6) イで述べた反射法地震探査の調査結果を評価する際の留意点についても述べており、このことを踏まえると、小島氏の上記見解は、留意点を踏まえて反射面を評価すれば、反射面のズレの規則性や深部への連続性が認められず、大規模な断層等は認められないという趣旨といえる。

イ 澤田氏も、反射法地震探査の調査結果について、「反射面が不明瞭で途切れている箇所もあるが、速度コントラストを有する不整形の存在を示唆する反射面の大きなギャップ等は確認されず、褶曲構造等の特異な構造も示されていない・・・関西電力が大飯発電所の地下構造について、水平成層構造と見做して 1 次元の速度構造モデルとしたことは、科学的に

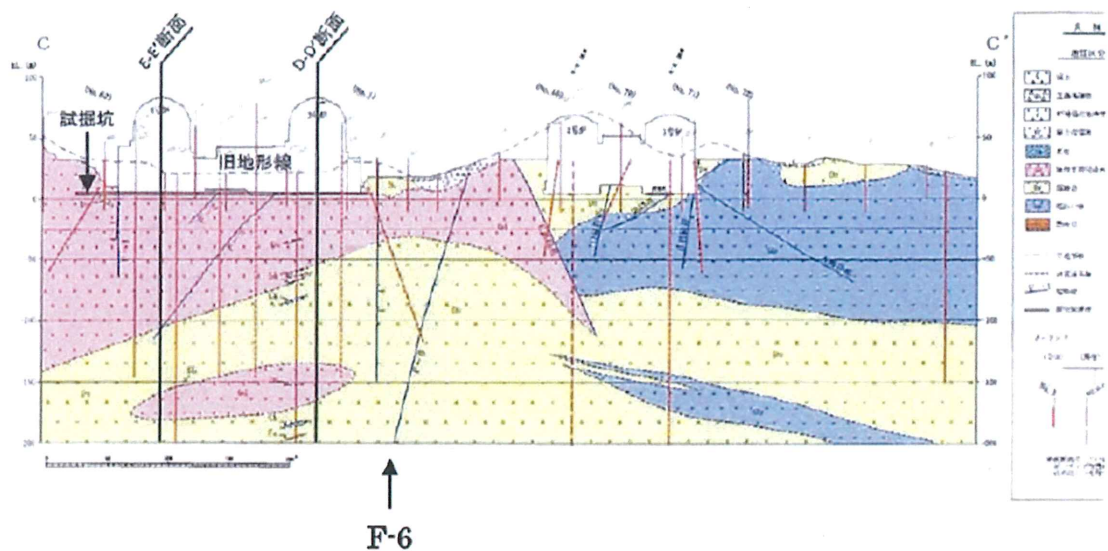
妥当な評価であると考える」と述べている（丙 339、9 頁）。

ウ 小島氏及び澤田氏の上記見解に鑑みても、被告が、反射法地震探査の調査結果を踏まえ、本件発電所敷地の地下に、地層の極端な起伏など、地震波の伝播に影響を与えるような特異な構造は認められないと評価したことは、何ら不合理ではない。

なお、既往の反射法地震探査では発振点の間隔を 40m に設定していたが、今回は 5m 間隔で発振点を設定したため、より精度の高い結果が得られている（丙 340、6 頁）。

エ 以上に加えて、赤松氏は上記図表 1 4 における F－6 破碎帯の加筆部分（青色）について、小島氏が F－6 破碎帯の傾斜を誤認していると批判しているため（甲 598、11～12 頁）、かかる赤松氏の指摘が事実誤認であることを説明する。

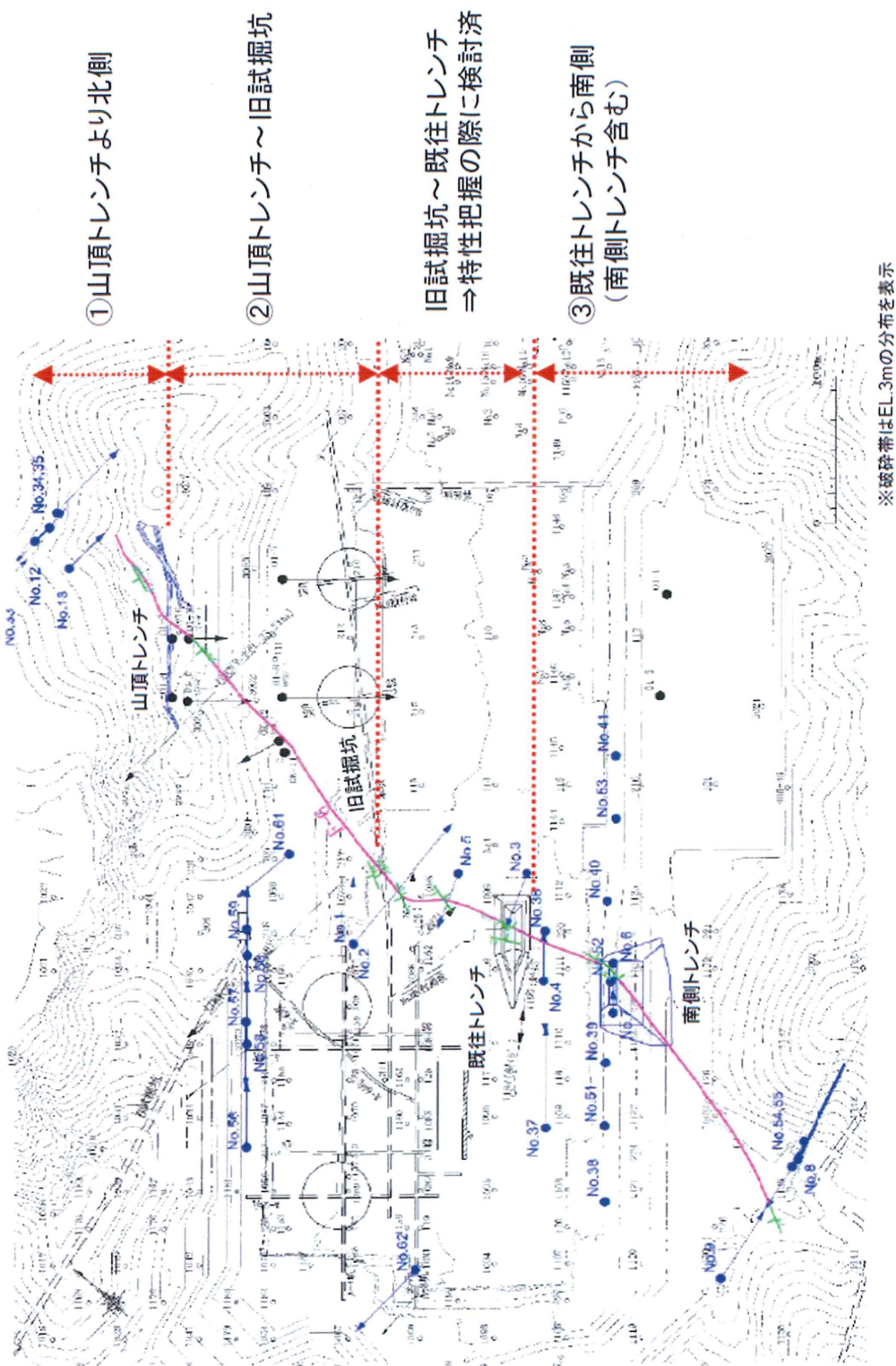
赤松氏は、C 測線の北側に同測線とほぼ平行に位置する地質断面図（C－C' 断面。図表 1 5。具体的な位置については丙 492 の 1、15 頁）においては、F－6 破碎帯が左傾斜、すなわち南西方向に傾斜しているとして記載されている一方、小島氏の加筆部分はその反対の北東方向に傾斜しており、したがって「小島氏は審査会合資料とは全く異なる傾斜の破碎帯を加筆した探査結果図によって探査の結果を判断している」と述べている（甲 598、11 頁）。



(甲 598、12 頁)

図表 1 5 地質断面図 (C-C' 断面)

しかしながら、赤松氏はC測線付近におけるF-6破砕帯の傾斜方向を正解していない。すなわち、赤松氏はC-C'断面におけるF-6破砕帯の傾斜について述べているところ、C-C'断面の位置は、下記図表16における「②山頂トレンチ～旧試掘坑」の範囲内に該当する。そして、当該範囲におけるF-6破砕帯の傾斜は西傾斜となっている。一方、反射法地震探査を実施したC測線の位置は、上記図表13と下記図表16とを照らし合わせると、南側トレンチ付近、すなわち下記図表16における「③既往トレンチから南側（南側トレンチを含む）」の範囲内を通過している。そしてこの位置でのF-6破砕帯の傾斜は、東傾斜となっている。(丙 492 の 1、41～42 頁)



(丙 492 の 1、42 頁)

図表 1 6 F-6 破砕帯の連続性の検討

以上より、C-C'断面とC測線の通過位置はそもそも異なっており、そしてC測線の通過位置付近に見られるF-6破碎帯は東傾斜であるのだから、C測線における反射法地震探査の結果に小島氏がF-6破碎帯の位置を加筆した図表14は実態を正しく反映している。赤松氏の上記指摘は事実誤認に基づくものといえ、この点からも地質に関連する赤松氏の意見や供述の信用性の低さが窺われる。

(7) 微動アレイ探査及び地震波干渉法の観測結果を目的関数としたインバージョン解析並びに同解析に基づいた地下構造モデルの策定について

澤田氏は、本件発電所敷地における微動アレイ探査及び地震波干渉法により得られた観測データに関して、「微動アレイ探査による観測の位相速度は短周期から約3秒まで、地表地震観測データに地震波干渉法を適用して得られた観測の位相速度は約2.2秒から約5秒まで得られており、両者は周期約3秒付近で連続的に結合されている。このように異なった手法による位相速度の分散曲線がシームレスにつながった結果から、当該観測結果は信頼性が高いと判断される。この観測により得られた位相速度は周期に従い漸増していることから、大飯発電所敷地の地下構造において、速度は深部方向に漸増する傾向にあると考えられる」「一般に観測から求められる分散曲線（位相速度－周期の関係）には、計測誤差や解析条件等により多少のばらつきが認められるものであり、関西電力の示す分散曲線・・・に見られるばらつきも一般的なものであることから、これらのばらつきは地震動評価上低速度層と評価されるものではない」「微動アレイ探査とはアレイ内の平均的な速度分布を良く表現するものに比して、P S 検層は一点での深度方向の情報であり、個々のP S 検層データのばらつきに着目するのは合理的な判断では無いと考えられる」と述べている（丙339、9頁）。

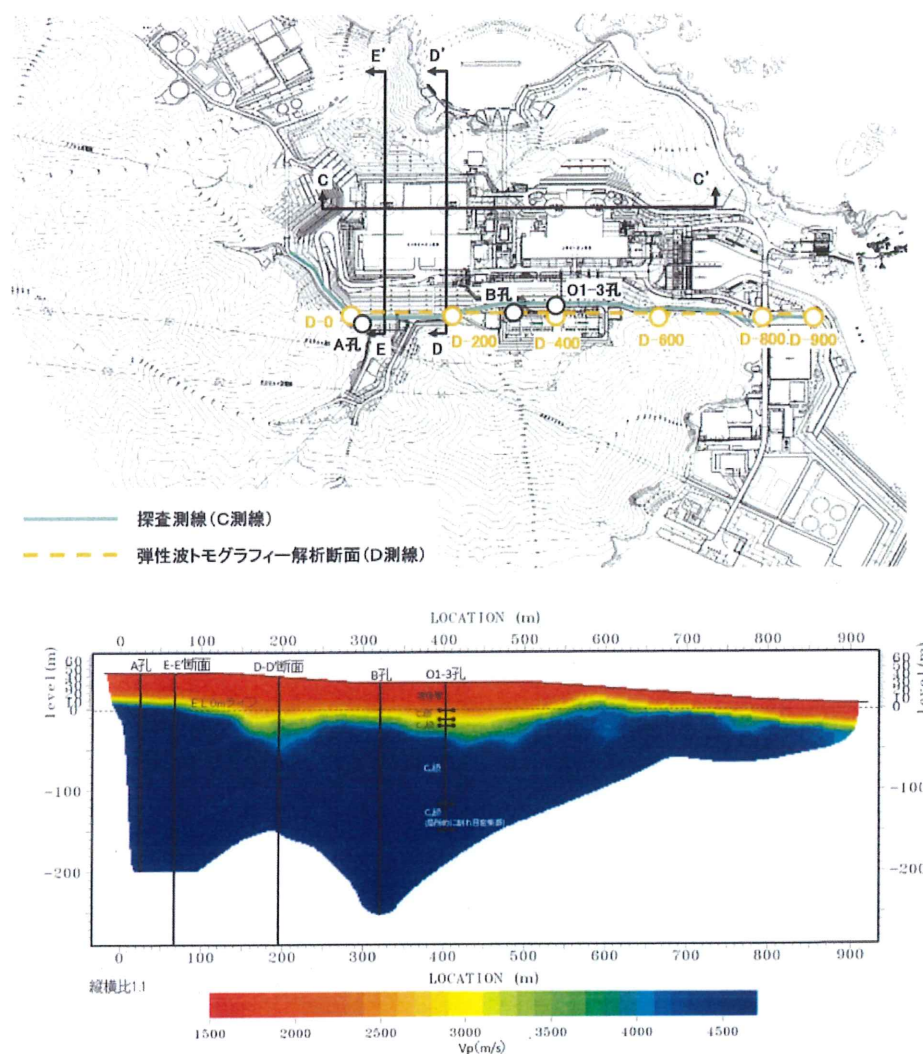
また、インバージョン解析に基づいた地下構造モデルの策定に関して、

「関西電力は速度構造モデルの推定にあたり、比較的速度の遅い表層を $V_s=0.5\text{km/s}$ 、基盤を $V_s=2.2\text{km/s}$ から 0.1km/s 刻みで深度につれて漸増するとの仮定を置いて解析を行っているが、これまでに述べた各種調査結果から大飯発電所の地下構造に低速度層は認められず、観測により得られた位相速度が周期に従い漸増していることを踏まえると、合理性を有する判断であるとする。また、大飯発電所の基準地震動を策定する際の1次元の速度構造モデルにおいては、表層の速度の遅い層を割愛したものを採用しているが、これは基準地震動を評価する際に必要のない、解放基盤表面より上の表層部分を取り除くという当然の手順であり、大飯発電所の解放基盤表面 ($V_s=2.2\text{km/s}$) の位置で定義される基準地震動を適切に策定するという目的に照らして、合理性のある適切な方法である」「微動アレイ観測や地表地震観測によるデータは、各観測地点間の地盤の物性値を反映したものであり、物性値の細かな誤差や破碎帯等の影響を含んだものであることから、それらのデータに基づいて作成した1次元の速度構造モデルは、大飯発電所敷地内及び大飯発電所敷地周辺の地下構造の特徴を適切に表現したものであると考えられる。この点、仮に破碎帯等による数 m～数 10m 程度の不整形が存在するとしても、地震波の波長が十分長い ($V_s=2.2\text{km/s}$ の場合、例えば周波数 10Hz で波長 220m) ことから、地盤増幅特性に及ぼす影響はほとんどないと考えられる」と述べている (丙 339、10 頁)。

澤田氏の上記見解は、微動アレイ観測及び地震波干渉法により得られた位相速度の分散曲線にばらつきが認められること、インバージョンモデルから第1層 (表層地盤部分) を削除したことを問題視する原告らの主張に合理性がないことを端的に示しており、かかる原告らの主張によって被告が策定した地下構造モデルの合理性が左右されるものではない。

(8) オフセットVSP探査等を利用した弾性波トモグラフィー解析について

上記 3 (9) で述べたとおり、被告は、本件発電所敷地内において、これまで行われた地下構造に関する評価を充実させるために、オフセット VSP 探査等を利用した弾性波トモグラフィー解析を実施した。弾性波トモグラフィー解析の測線及び解析断面は以下のとおりである (図表 17)。



(丙 340、20～21 頁)

図表 17 弾性波トモグラフィーの測線位置図及び結果 (D 測線)

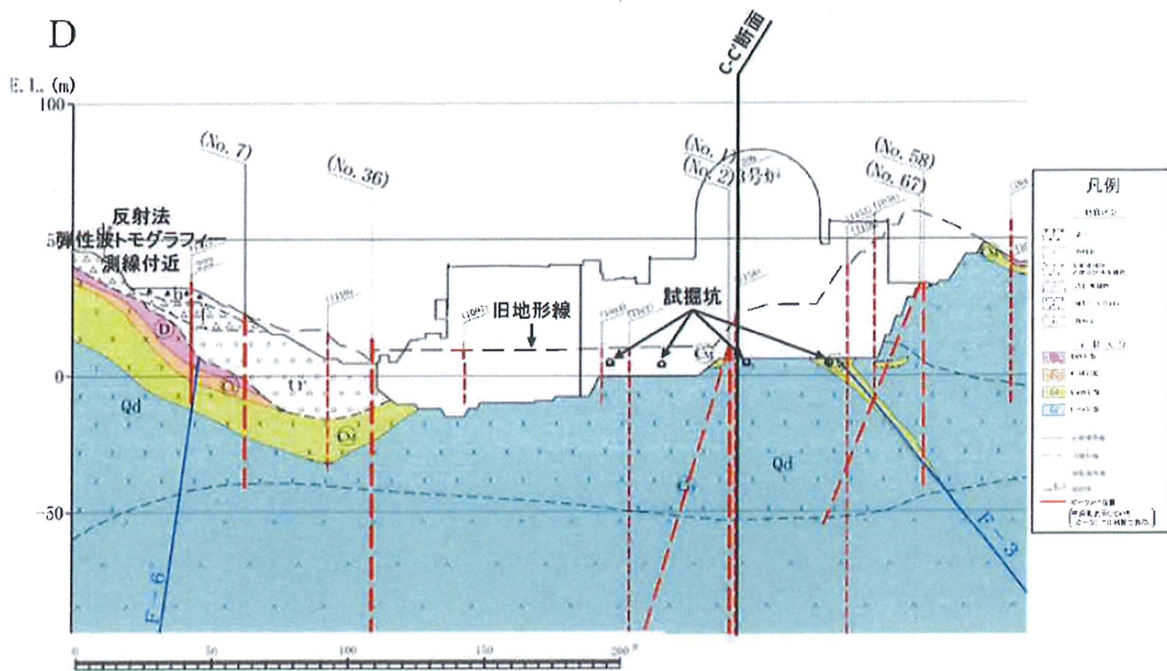
小島氏は、弾性波トモグラフィー解析について、「弾性波トモグラフィー結果を確認すると、 $V_p=4.6\text{km/s}$ の上面深度はおおよそ E. L. 0m～E. L. -50m

であることが確認できる・・・弾性波トモグラフィーはこれらの地質断面図やボーリングの岩級区分、P S 検層結果と概ね整合する結果が得られている」「探査測線と建屋設置位置のC-C'断面との位置の違いにより、CH級岩盤の上面深度に多少の高低差があると考えられる。しかしながら、地下3kmまでの地盤モデルのスケールからすればごく小さな高低差であり、敷地全体として概ね同様の広がりをもった地盤であると評価できる」「弾性波トモグラフィー結果において、地盤モデルの速度($V_p=4.6\text{km/s}$)の上面深度はおおよそE.L. 0m~E.L. -50mであり、多少の起伏はあるもののごく小さな起伏であり、また以深にも均質に分布し続けることから、解放基盤表面E.L. 0mから地盤モデルとして設定した速度($V_s=2.2\text{km/s}$, $V_p=4.6\text{km/s}$)は妥当であると判断される」「弾性波トモグラフィーのD測線における、風化の影響を受けた比較的低速度の部分（おおよそCH級より岩級が劣るもの）は、建屋建設前には建屋設置位置付近にも分布していたものであり、それは地質断面図でいえば原子炉建屋設置面から旧地形線の間に相当する。ただ、建屋建設時にはそれらの部分は掘削して取り除かれており、現状建屋設置位置には分布していないため、何ら問題ない」「反射法地震探査結果と同様に、大規模な断層等や地震動伝播、表層地盤の増幅に影響するような速度構造上の特異な構造は認められず、ほぼ水平成層状の速度構造であると評価できる」と評価した上で、「ごく表層の風化の影響がある部分を除いて、概ねCH級の岩盤が浅部から分布していることが分かる。また、地盤モデルとして設定した速度が妥当であること、及び速度構造上の特異な構造が見られることはなく、同じ深度であれば同程度の V_p 、 V_s になり、顕著な速度コントラストが見られないことが確認できる」と結論付けている（丙340、7～8頁）。

また、澤田氏においても、「弾性波トモグラフィー結果によると、 $V_p=4.6\text{km/s}$ 程度の地盤の上面深度はおおよそE.L. 0m~E.L. -50mにあり、広く

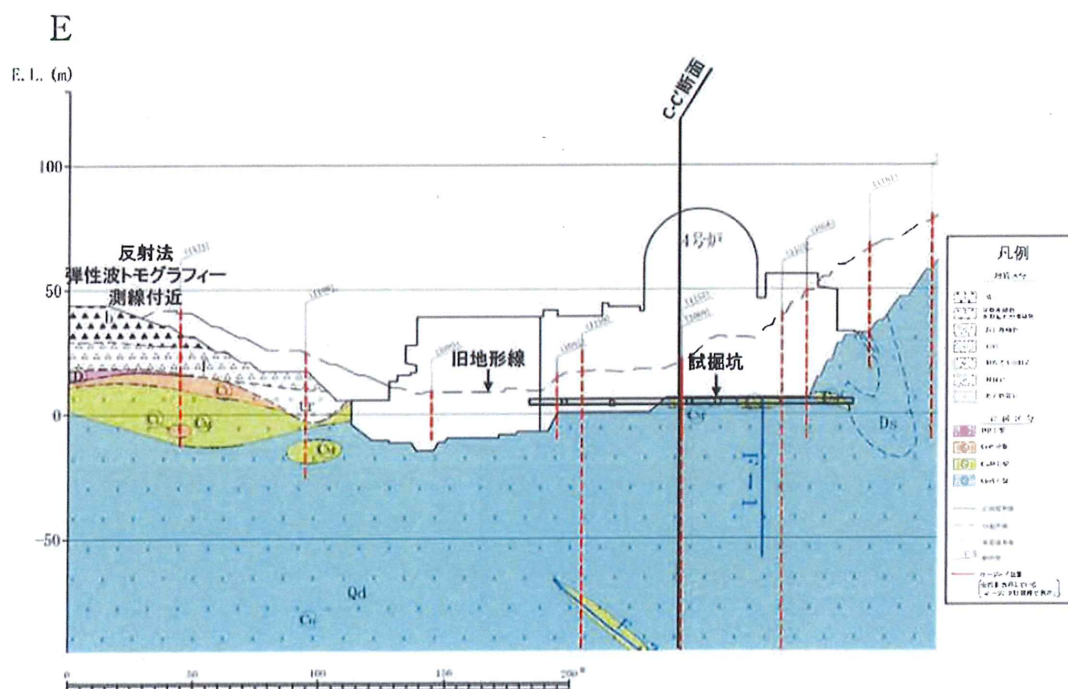
ほぼ水平に分布している。また、この地盤は以深にも均質に分布し続けており、地震動評価に影響を及ぼすような特異な構造は認められない」「弾性波トモグラフィー結果からは表層部（地表面～E. L. 0m程度）に $V_p=4.6\text{km/s}$ に満たない地盤が見られるが、これは地質断面図・・・における風化の影響を受けた岩級の低い層に概ね対応すると考えられる。弾性波トモグラフィーを行ったD測線・・・は原子炉建屋から 150m ほど離れた位置にあり、地質断面図・・・によると、この岩級の低い層は原子炉建屋付近においては建設時に掘削され取り除かれていることが確認できる」と述べている（丙 339、11 頁）。

小島氏及び澤田氏が弾性波トモグラフィー解析の結果を評価する際に比較検討している地質断面図は図表 18～図表 20 のとおりであり、解析測線との位置関係は上記図表 17 のとおりである。



(丙 340、14 頁)

図表 1 9 地質断面図 (D-D' 断面)



(丙 340、14 頁)

図表 2 0 地質断面図 (E-E' 断面)

小島氏及び澤田氏の上記見解は、いずれも、弾性波トモグラフィ解析の結果に見られる地表面からP波速度4.6km/s付近まで比較的速度の低い層は、地質断面図から確認できる岩級区分の低い層に対応するものであると考えられ²⁰、かかる層は原子炉建屋設置位置付近では建屋建設時に掘削により取り除かれているため、地下構造モデル策定にあたっては考慮する必要はなく、その点を除いて結果を評価すれば、概ね水平成層状の速度構造が広がっていると認められると評価したものといえる。

かかる評価に鑑みても、本件発電所敷地の地下にS波速度約2.2km/sの堅硬な岩盤が、著しい高低差なく、ほぼ水平に広がっているとの被告の評価は、弾性波トモグラフィ解析の結果によっても裏付けられている。

(9) 地表における地震観測結果について

一般財団法人電力中央研究所（以下、「電中研」という）は、本件発電所敷地の地表面の7地点において、地震観測を実施し、得られた地震波形データを用いて地震波の到来方向による地盤増幅特性を検討している（丙351）。

その結果、「本研究では、硬岩サイトを対象に水平アレイ観測により得られた地震記録を用いて・・・地震波の到来方向ごとに各観測点における基準化スペクトル（引用者注：観測点のうちの一地点を基準点としたときの他の観測点とのフーリエスペクトル比）を求めた。その結果、平均基準化スペクトルは方位に依らず概ね一致し、1次元仮定が妥当であることを支持する結果となった」（丙351、179頁）と結論付けられ、澤田氏も、かかる電

²⁰ 01-3 孔の簡易柱状図及びP S検層結果（丙340、16頁、図-10）によれば、地表～34mまでは堆積層、34m～46mまでは主にCL級の岩盤、46m～53mまでは主にCM級の岩盤、53m以深は主にCH級の岩盤が存在し、弾性波速度は、地表から53mまでは風化等の影響により速度が低下していることが把握できるところ、これらの結果と弾性波トモグラフィ解析の結果とを比較すると、概ね同様の結果が得られていることが分かる。なお、下記第2の4（1）ア（ア）cにおいて、赤松氏の供述との対比で詳述する。

中研の研究結果を受けて、「大飯発電所の敷地直下の地盤はほぼ均一であり、特異な地盤増幅を励起するような不整形地盤は存在しないと判断される」と評価している（丙 339、11 頁）。

上記の研究結果に鑑みても、本件発電所敷地地下に堅硬な岩盤が、著しい高低差なく、ほぼ水平に広がっているとの被告の評価は、地震観測結果によっても裏付けられている。

（１０）小括

小島氏及び澤田氏の上記各見解に鑑みても、被告が策定した地下構造モデルが合理的であることは、明らかである。

第２ 本件発電所の地下構造モデル策定について

１ 本件発電所敷地における各調査の結果（被告準備書面（１７）、同（２２））

（１）地下構造に関する調査の全体像

被告は、基準地震動の策定にあたって、本件発電所敷地の地下構造を把握するため、各種調査を実施している。

具体的には、本件発電所の敷地及び敷地周辺における地層の傾斜、断層及び褶曲構造等の地質構造を評価するため、既往文献の調査、既存データの収集・分析、地表地質調査、ボーリング調査及び試掘坑調査等により、敷地地下の岩盤の種類や堅硬さを把握し、地質構造上、本件発電所の敷地の地下に堅硬な岩盤が、著しい高低差がなく、ほぼ水平に広がっていることを確認した²¹。

²¹ 設置許可基準規則解釈別記 2 第 4 条 5 項 1 号（丙 6、126 頁）において、「基準地震動は・・・解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定すること」とされ、「『解放基盤表面』とは・・・著しい高低差がなく、ほぼ水平で相当な広がりを持って想定される基盤の表面」であり、「『基盤』とは、おおむねせん断波速度 $V_s=700\text{m/s}$ 以上の硬質地盤であって、著しい風化を受けていないものとする」とされているため、被告は、本文記載の各

その上で、P S 検層及び試掘坑弾性波探査等を実施し、個別の調査結果の中には、自然の地盤を調査する関係上、数値の細かなばらつき等が見られたものもあったものの、上記第 1 の 3 (4) 及び (5) のとおり確認した堅硬な岩盤の浅部の S 波速度が約 2.2km/s であることを確認して、本件発電所の原子炉建屋設置位置付近の E. L. 0m に解放基盤表面を設定した。また、単点微動観測により、上記第 1 の 3 (7) のとおり確認した堅硬な岩盤の上面深度に著しい傾きがないことを確認するとともに、反射法地震探査により、本件発電所敷地の地下に顕著な褶曲構造等の特異な構造が認められないことを確認した。さらに、屈折法解析の結果も、単点微動観測の結果に概ね整合していることを確認した。

以上の各調査で確認できた敷地地下の浅部の地下構造を踏まえ、微動アレイ観測及び地震波干渉法により、敷地地下の深部までの地下構造の評価等を実施した。

このように、被告は、上記第 1 の 2 (1) で述べた地下構造モデル策定に関する規則等に従い、上記各調査を適切な手順と組合せて実施し、各調査の目的、調査手法、適用条件及び精度等を踏まえて調査結果を適切に評価し、本件発電所敷地内の地盤が地震動評価上、水平成層構造であるとみなして、一次元の地下構造モデルを策定した。

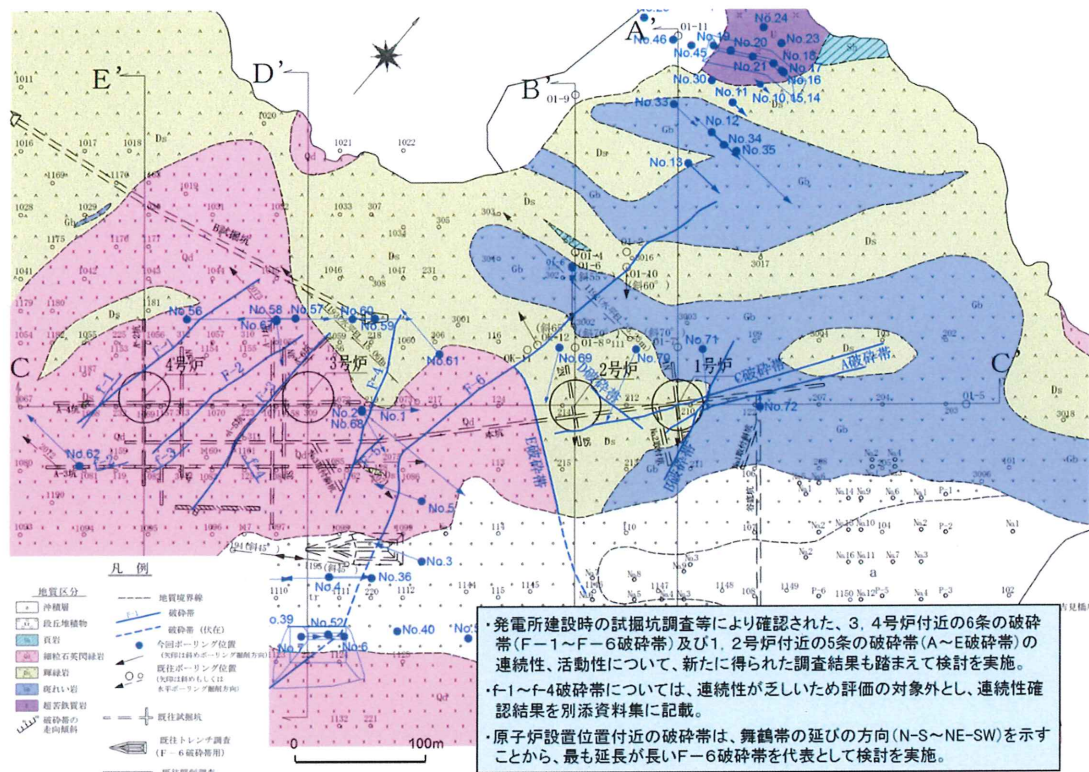
(2) 地質調査による地質構造の把握

ア 地質調査の結果

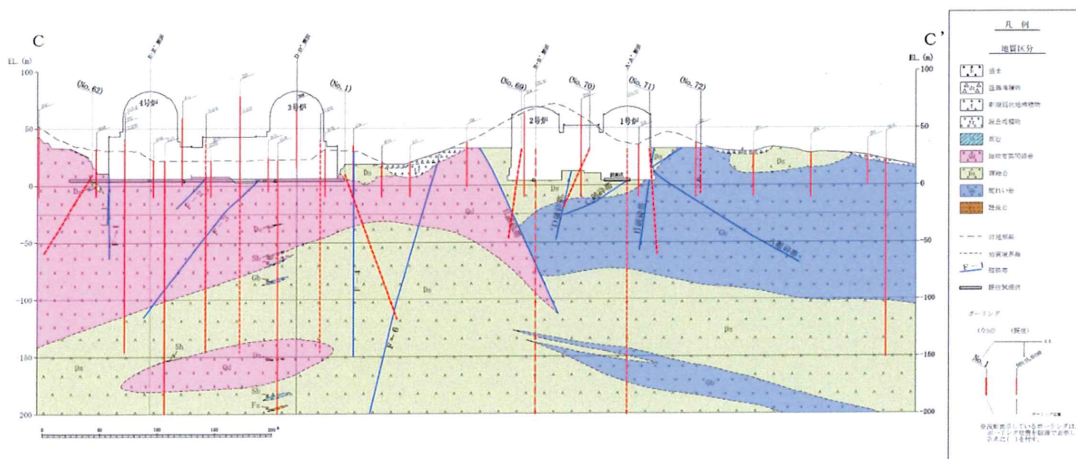
被告は、本件発電所の敷地における地層の傾斜、断層及び褶曲構造等の地質構造を評価するため、既往文献の調査、既存データの収集・分析、地表地質調査、ボーリング調査及び試掘坑調査等の各種地質調査を行っ

種地質調査によって、解放基盤表面として設定し得る堅硬な岩盤が存在することを確認したということである。

たところ、その結果は以下に述べるとおりであり、図表 2 1 のとおり敷地内の地質断面図を作成した（丙 306、13 頁、16 頁）。



(地質水平断面図)



(地質断面図 (原子炉建屋付近))

(丙 306、13 頁、16 頁)

図表 2 1 地質断面図 (地層区分)

本件発電所敷地の地質は、古生代ペルム紀の夜久野オフィオライト²²を基盤として、これを覆う新生代第四紀の堆積物からなり、一部古生代ペルム紀の大島層が分布している（図表 2 2。丙 178、6-3-165 頁）。夜久野オフィオライトは、輝緑岩、斑れい岩及び細粒石英閃緑岩を主体とし、頁岩、超苦鉄質岩（蛇紋岩を主とする）等を伴っている。また、大島層は黒色頁岩を主体として砂岩を伴っている。（同 6-3-102 頁）

本件発電所の原子炉建屋付近の地質は、大部分が夜久野オフィオライトの細粒石英閃緑岩及び輝緑岩から構成されており、特に本件発電所の原子炉建屋の基礎底面では約 95%が細粒石英閃緑岩で構成されている（同 6-3-114 頁）。

ボーリングコアの採取率は 100%であり、高角度傾斜の節理が発達していることから R. Q. D. は高くないが、細粒石英閃緑岩及び輝緑岩そのものは堅硬で、節理は密着していることから、基礎岩盤は安定した岩盤であると考えられる（同 6-3-115 頁）。

²² オフィオライトとは、海洋地殻から上部マントルにかけての連続した層序がみられる岩体のことをいう。沈み込み帯や大陸衝突境界等において、海洋地殻等が大陸地殻に衝上し、地殻変動等によりその構造が地表に露出するようになったと考えられている。

地質時代			記号	地質名等	主要構成地層
新生代	第四紀	完新世	r	人工改変地	
			a	沖積層	礫・砂・シルト・粘土
			f	崖錐堆積物 新期扇状地堆積物	礫・砂・シルト
		更新世	o f	古期崖錐堆積物 古期扇状地堆積物	礫・砂・シルト
			tm	中位段丘堆積物	礫・砂・シルト
古生代	ペルム紀	中期～後期	Sh	大島層	頁岩
			Ds	夜久野オフィオライト	輝緑岩
			Gb		斑れい岩
			Qd		細粒石英閃緑岩
			U		超苦鉄質岩

(引用者注：地質時代は、古生代が約 5 億 4200 万年前～約 2 億 5100 万年前まで、中生代が約 2 億 5100 万年前～約 6550 万年前まで、新生代が約 6550 万年前～現代までに相当するとされている)

(丙 178、6-3-165 頁)

図表 2 2 敷地の地質層序表

イ 岩盤を構成する岩石の種類

岩盤の堅硬度合いは、岩盤を構成する岩石の種類によって大きく異なることから、被告は、上記アによって確認した本件発電所敷地の岩石の種類から岩盤の堅硬度合いを分析した。

岩石の種類は、その形成過程によって大きく火成岩と堆積岩に区分される。

火成岩は、マグマが地表又は地下で冷却・固結することにより出来た岩石をいう。火成岩のうち、高温のマグマが地表で噴出したか、地表近くまで上昇することにより急速に冷却・固結して形成されたものを火山岩といい、マグマが地殻の深いところに貫入して、長期間をかけて徐々に冷却し、固結して形成されたものを深成岩という。

他方で、堆積岩は、既存の岩石が風化・浸食されて出来た礫、砂、泥等の堆積物が、地表や海底等に堆積し、続成作用²³を受けて出来た岩石をいう。

火成岩と堆積岩はその形成過程が異なり、火成岩は、その形成過程から堅硬であることが自明であるため硬岩に分類されるが、堆積岩は、古生層や中生層等の古い時代の地層で形成されたものは硬岩に分類され、鮮新統や中新統等の比較的新しい時代の地層で形成されたものは軟岩に分類される²⁴（図表 2 3。丙 307²⁵、「原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601-1987）」100 頁）。なお、硬岩と軟岩とは、JEAG4601-1987 では、その 1 軸圧縮強度²⁶によって分類され、1 軸圧縮強度が約 200kgf/cm²以上のものが硬岩、約 200kgf/cm²以下のものが軟岩と分類される。

なお、ここでいう堆積岩は、堆積層とは異なるものとして定義される。堆積層は、堆積物が層状に重なっている状態を指し、かかる堆積層が長い年月をかけて固結することによって堆積岩へと変化するものである。もともと、堆積物によって構成されているという点では両者は同一の類型に属するものであり、岩石（軟岩）といえる程度の堅硬さを有するかどうかによって区別されることになる。

²³ 続成作用とは、堆積物を固結させ堆積岩に変化させる作用をいう。堆積物が堆積岩に変わるまでには、荷重によって圧力と温度が上昇し、堆積物の粒子間の隙間が狭くなる（圧密作用）とともに粒子間の水が脱水されて方解石などの鉱物が沈殿し（セメント化作用）、さらに堆積物粒子が溶解・再結晶するなどの変化が起こるが、続成作用はその総称である。

²⁴ ここでいう古生層及び中生層は、それぞれ古生代及び中生代に堆積した地層をいい、鮮新統及び中新統等の新第三系は、新生代のうちの第三紀（約 2400 万年前～約 170 万年前まで）に堆積した地層をいう。

²⁵ 丙 216 と同じものであるが、抜粋箇所が異なる。

²⁶ 1 軸圧縮強度とは、側圧が無い状態で圧縮荷重（鉛直方向の荷重）を作用させたときの、供試体の最大強度をいう。

表 3.2.3-1 岩盤分類法の適用及び工学的区分との対応

構成岩石種類		岩盤としての地質分類 〔 3.3.4 (3)を参照〕		地盤構成材料としての 工学的区分 〔 3.3.4 (4)を参照〕	物性表示のための 工学的区分 〔 3.3.5を参照〕
		岩塊の硬さ	岩盤分類法		
火成岩 変成岩	堆積岩	古生層	硬岩	電研式分類等	- 硬岩 おおむね新鮮なもの - 風化岩, 変質岩 風化, 変質により岩質が劣化したもの, その程度により物性表示上軟岩 B 又は 軟岩 A として取扱う場合がある(風化 軟岩)。
		中生層			
		古第三系			
	新第三系	一般堆積岩	軟岩 I 類 ⁽¹⁾	硬質岩盤に準じた 2～3段階岩質等 級区分 ⁽³⁾	軟岩 B ⁽²⁾ (同左)
		中新統	軟岩 II 類	原則として岩石種 類のみ	軟岩 B ⁽²⁾ 比較的固結度が大き いか又は不飽和状態 のもの
		鮮新統	軟岩 III 類	岩石種類, 岩相に よるグループ分け	軟岩 A ⁽²⁾ 軟質で飽和状態のも の

注：(1) 構成岩石の固結度により，古第三系又は鮮新統の一部もこれに含まれる場合がある。

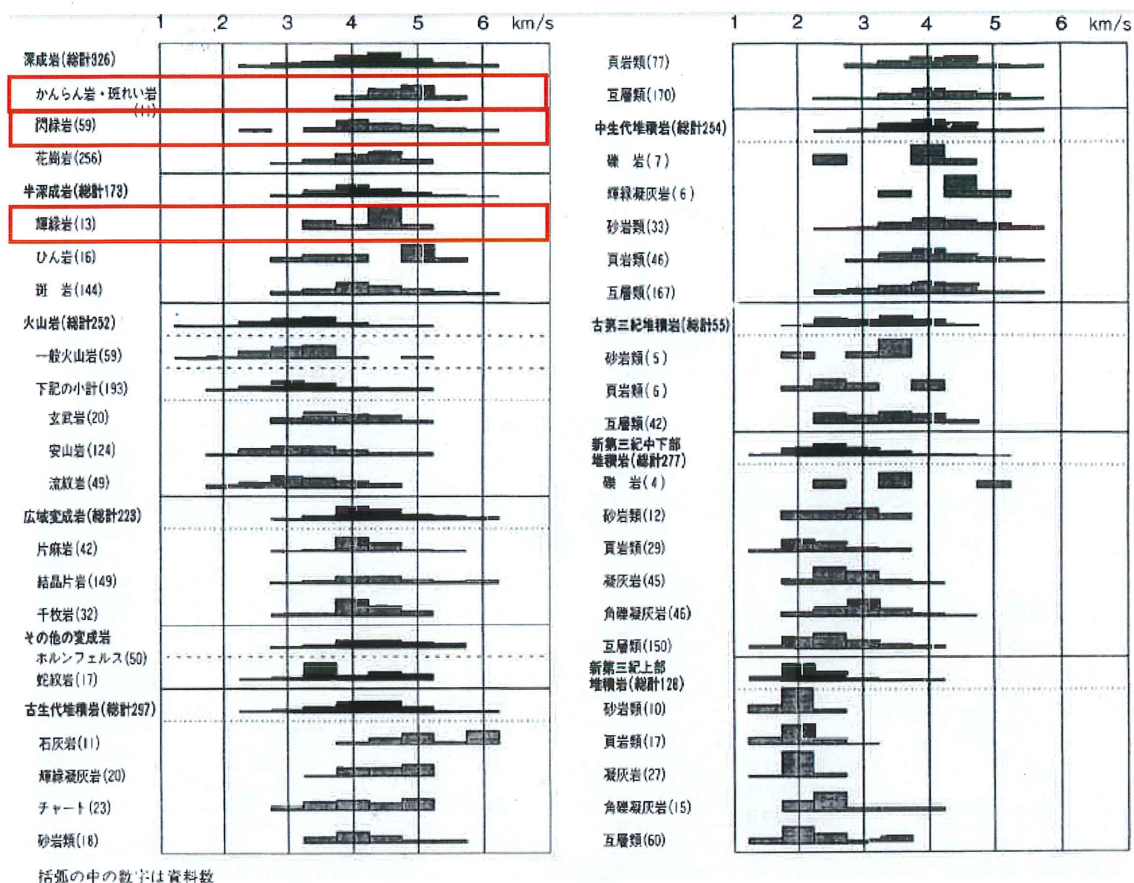
注：(2) 岩石試験結果の適用において，有効応力法に対応するものを A，全応力法に対応するものを B とした。
(表 3.3.5 - 1 参照)

注：(3) 各地点の地質状況に応じて，適切な等級区分を設定する。

(丙 307、100 頁)

図表 2 3 岩石の種類

本件発電所敷地の岩盤の主たる構成要素である輝緑岩、細粒石英閃緑岩及び斑れい岩は、いずれも火成岩（深成岩）であるため硬岩に分類され、岩石の種類の中で堅硬なものといえる。また、一般的な弾性波速度も、輝緑岩が約 4.5km/s、細粒石英閃緑岩が約 4.0km/s～約 4.5km/s、斑れい岩が約 4.5km/s～約 5.0km/s と、他の岩石（特に軟岩に分類される新第三紀の堆積岩）に比して速いものである（図表 2 4）。



(丙 308、1037 頁。赤枠は引用者が追記)

図表 2 4 岩石の弾性波速度

ウ 岩盤の分類

形成過程から堅硬であることが明らかな同一種類の硬岩の岩盤であっても、風化や変質を受け、あるいは亀裂や節理が存在する場合には、その堅硬度合いには若干の違いが生じ得る。

被告においては、岩盤の硬さを分類するために、硬岩の岩盤分類手法の1つである電研式岩盤分類の手法を用いている。かかる分類方法は、岩石の風化の程度、岩塊の硬さ及び節理の性状という3つの要素から、岩盤をA、B、C (CH、CM、CLに分かれる)、Dに分類するものである (図表 2 5)。なお、そもそも軟岩と硬岩では一般的な堅硬度合いが全く異なるため (特に、火成岩については、その形成過程が堆積岩とは全く

異なり、一定の堅硬度合いを有することが自明であるため、軟岩に分類されることがない)、軟岩の場合には、上記とは別の岩盤分類手法が用いられている(上記図表23)。

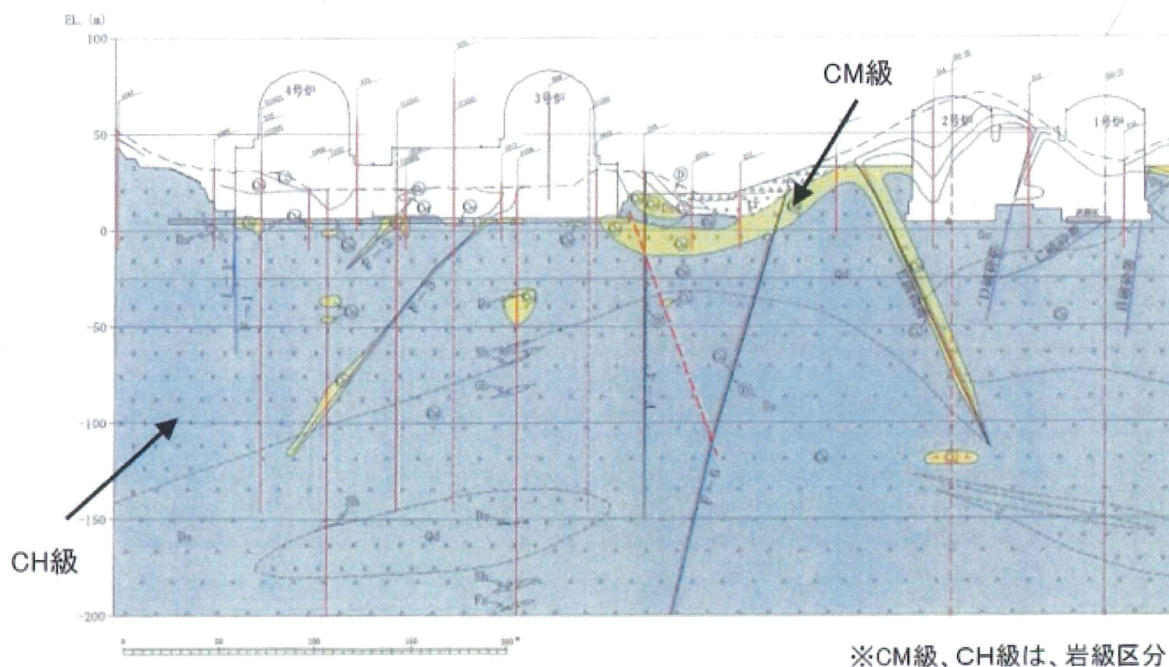
名称	特 徴
A	きわめて新鮮なもので造岩鉱物及び粒子は風化、変質を受けていない。キレツ、節理はよく密着し、それらの面に沿って風化の跡は見られないもの。 ハンマーによって打診すれば澄んだ音を出す。
B	岩質堅硬で開口した(たとえ1mmでも)キレツあるいは節理はなく、よく密着している。ただし、造岩鉱物及び粒子は部分的に多少風化、変質が見られる。 ハンマーによって打診すれば澄んだ音を出す。
C _H	造岩鉱物及び粒子は、石英を除けば風化作用を受けてはいるが岩質は、比較的堅硬である。 一般に褐鉄鉱などに汚染され、節理あるいはキレツの間の粘着力はわずかに減少しており、ハンマーの強打によって割れ目に沿って岩塊が剝脱し、剝脱面には粘土質物質の薄層が残留することがある。 ハンマーによって打診すれば少し濁った音を出す。
C _M	造岩鉱物及び粒子は、石英を除けば風化作用を受けて多少軟質化しており、岩質も多少軟らかくなっている。 節理あるいはキレツの間の粘着力は、多少減少しておりハンマーの普通程度の打撃によって、割れ目に沿って岩塊が剝脱し、剝脱面には粘土質物質の層が残留することがある。 ハンマーによって打診すれば多少濁った音を出す。
C _L	造岩鉱物及び風化作用を受けて軟質化しており岩質も軟らかくなっている。 節理あるいはキレツの間の粘着力は減少しており、ハンマーの軽打によって割れ目に沿って岩塊が剝脱し、剝脱面には粘土質物質が残留する。 ハンマーによって打診すれば濁った音を出す。
D	岩石鉱物及び粒子は、風化作用を受けて著しく軟質化しており岩質も著しく軟らかい。 節理あるいはキレツの間の粘着力はほとんどなく、ハンマーによってわずかな打撃を与えるだけでくずれ落ちる。剝脱面には粘土質物質が残留する。 ハンマーによって打診すれば著しく濁った音を出す。

(丙 307、101 頁)

図表 2 5 電研式岩盤分類

ボーリングコア及び試掘坑壁で観察した岩盤について、電研式岩盤分類の手法により分類を行ったところ、本件発電所の原子炉建屋付近の硬

岩の岩盤は、岩級区分はCM級以上であり岩質は堅硬であること、かかる堅硬な岩盤が、図表26のとおり、著しい高低差がなく、ほぼ水平に広がっていることが確認できた。



(丙 196、11 頁)

図表 2 6 地質断面図 (岩級区分)

また、ボーリングコア及び試掘坑内から採取した試料について、その他物理試験、超音波速度測定及び力学試験も実施して、岩盤が堅硬であることを確認している²⁷ (丙 178、6-3-172～6-3-174 頁。図表 2 7 に試験結果の一部を示す)。

²⁷ 特に、超音波速度測定及び力学試験（一軸圧縮試験）の結果を参照すると、岩盤が堅硬であることが容易に確認できる。

岩 種			細粒石英 閃 緑 岩	輝緑岩	塩基性 凝灰岩	粘板岩	斑禰岩
岩 級 区 分			C _H '	C _H '	C _H '	C _H '	C _H '
物 理 試 験	試 験 個 数		290	205	17	34	11
	単位体積重量 (g/cm ³)	平 均 値	2.72	2.88	2.76	2.73	2.96
		標準偏差	0.06	0.08	0.06	0.02	—
	吸 水 率 (%)	平 均 値	0.45	0.27	0.24	0.48	0.31
		標準偏差	—	—	—	—	—
	有 効 間 隙 率 (%)	平 均 値	1.21	0.79	0.67	1.31	0.92
		標準偏差	—	—	—	—	—
	試 験 個 数		290	205	17	34	11
超 音 波 速 度 測 定	P 波 速 度 (km/s)	平 均 値	5.03	5.42	5.48	5.26	5.37
		標準偏差	0.44	0.44	0.21	0.26	—
	S 波 速 度 (km/s)	平 均 値	2.79	2.99	3.01	2.89	3.08
		標準偏差	0.32	0.29	0.14	0.29	—
	動 弾 性 係 数 ($\times 10^5$ kg/cm ²)	平 均 値	5.52	6.74	6.55	5.98	7.12
		標準偏差	0.97	1.24	0.55	1.06	—
	動 ポ ア ソ ン 比	平 均 値	0.27	0.28	0.28	0.28	0.24
		標準偏差	0.05	0.05	0.04	0.05	—
力 学 試 験	一 軸 圧 縮 試 験	試 験 個 数	134	100	10	21	3
		一軸圧縮強度 (kg/cm ²)	平 均 値	997	1,094	1,145	1,082
			標準偏差	496	534	—	—
		静弾性係数 ($\times 10^5$ kg/cm ²)	平 均 値	5.08	6.77	6.12	5.24
			標準偏差	1.99	2.08	—	—
		静ポアソン比	平 均 値	0.23	0.26	0.26	0.23
			標準偏差	0.10	0.07	—	—
	引 張 試 験	試 験 個 数	110	65	6	8	6
		引 張 強 度 (kg/cm ²)	平 均 値	84	79	84	48
			標準偏差	35	30	—	—

(丙 178、6-3-172 頁)

図表 2 7 岩石試験結果

エ 調査結果に関する被告の評価

以上のとおり、被告は、既往文献の調査、既存データの収集・分析、
地表地質調査、ボーリング調査及び試掘坑調査等の各種地質調査により、

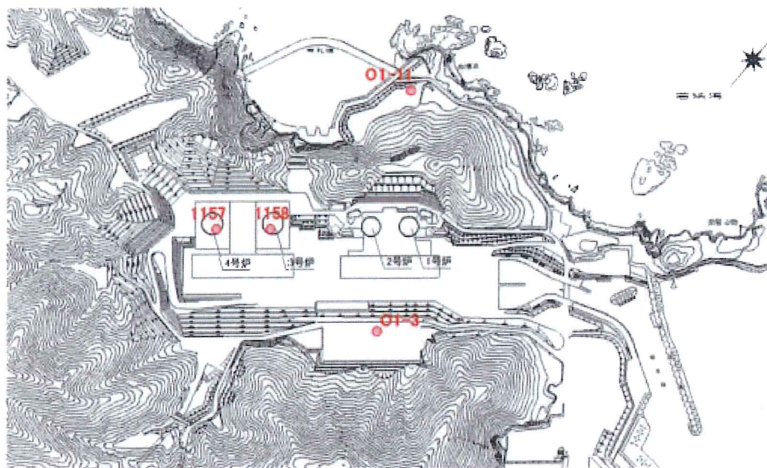
そもそも本件発電所敷地には、地質構造上、硬岩に分類される火成岩（深成岩）で構成され、一般的な弾性波速度も軟岩と比して高く、かつ、岩級区分もCM級以上に分類される堅硬な岩盤が、著しい高低差がなく、ほぼ水平に広がっていることを直接確認した。

（３）各種物理探査による地下構造の把握

ア P S 検層及び試掘坑弾性波探査の結果

被告は、本件発電所敷地浅部の地下構造を把握するため、P S 検層、試掘坑弾性波探査等を行った（丙 196、7～12 頁）。被告が本件発電所敷地において実施した P S 検層の結果は、図表 2 8 のとおりである。

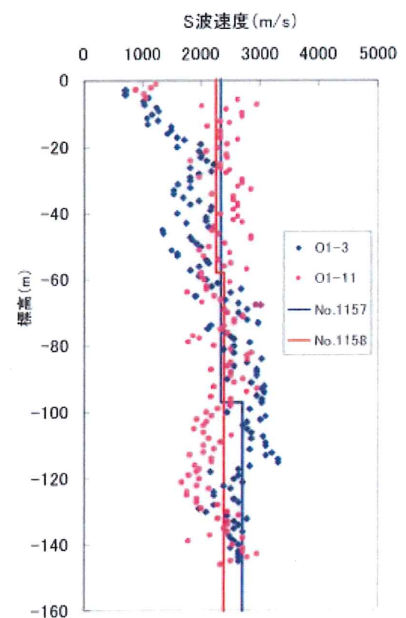
■敷地浅部の地盤構造について（敷地内ボーリングデータ）



大飯発電所 PS 検層調査位置

敷地の速度構造を確認した結果、ごく表層部においては風化の影響等により、ややばらつきは見られるものの、ほぼ均質な地盤と考えられる。

⇒敷地内の浅部構造に特異な構造は見られない



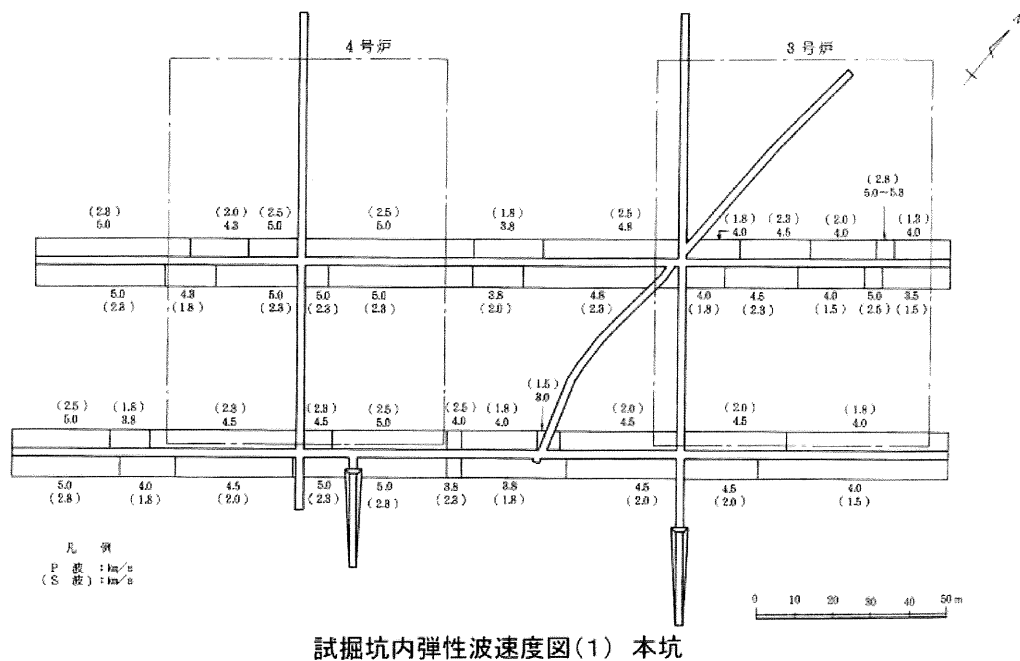
S波速度構造

（丙 196、7 頁）

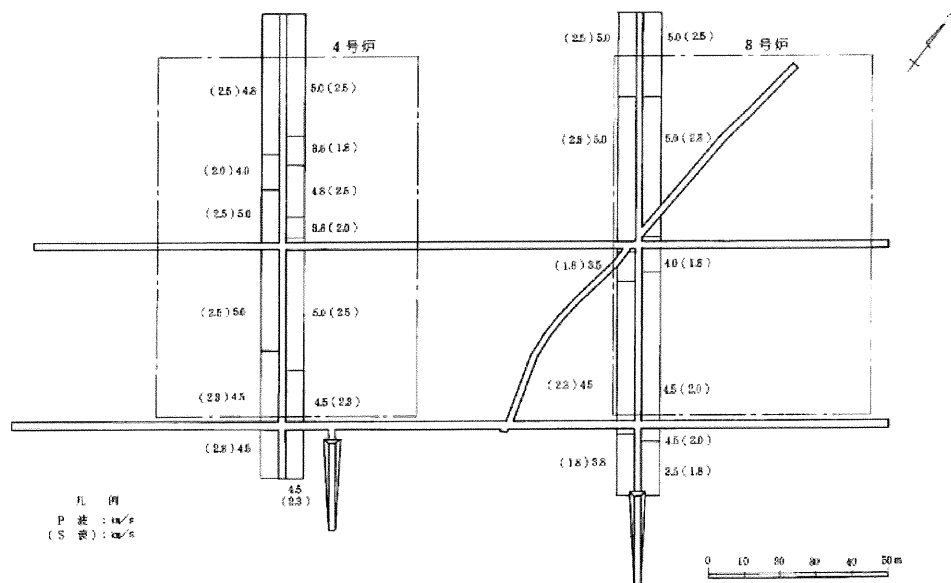
図表 2 8 P S 検層結果

また、被告が本件発電所敷地において実施した試掘坑弾性波探査の結

■敷地内での試掘坑弾性波探査より、解放基盤のS波速度を2.2km/sと評価した。



■敷地内での試掘坑弾性波探査より、解放基盤のS波速度を2.2km/sと評価した。



試掘坑内弾性波速度図(2) 枝坑

(丙 196、9~10 頁)

図表 2 9 試掘坑弾性波探查結果

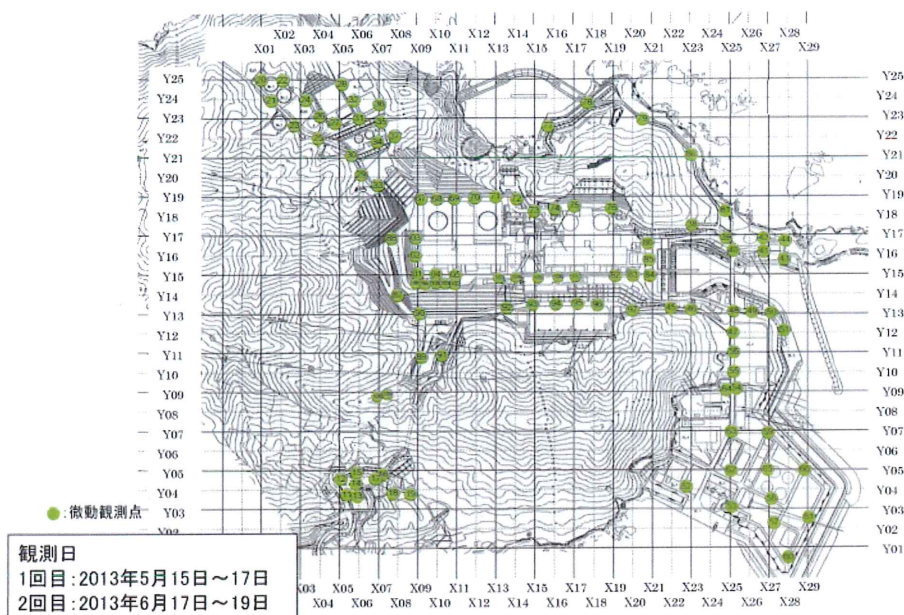
被告は、P S 検層、試掘坑弾性波探査の結果について検討し、これらの調査結果を照らし合わせるなどして、敷地浅部に S 波速度約 2.2km/s の硬質な岩盤が広がっていることを確認した（丙 196、12 頁）。

なお、被告が上記のとおり設定した本件発電所敷地の解放基盤表面の S 波速度約 2.2km/s については、以下のとおり被告が実施した物理探査結果とも整合する。すなわち、被告が実施した試掘坑弾性波探査における S 波速度は上記のとおり約 2.2km/s であることに加えて、P S 検層のダウンホール法については、浅部の区間値で 3 号炉付近における S 波速度は約 2.26km/s、4 号炉付近における S 波速度は約 2.34km/s であり（丙 178、6-3-180 頁）、マムシ谷付近では標高 0m 以深で S 波速度約 2.4km/s（丙 196、21 頁）となっている。また、P S 検層のサスペンション法についても、01-3 孔で S 波速度約 2.44km/s、01-11 孔で S 波速度約 2.34km/s となっており（丙 179、22～23 頁）、被告が解放基盤表面で設定した S 波速度の値が妥当であることが分かる。

イ 単点微動観測の結果

被告は、本件発電所敷地の複数地点で実施した単点微動観測の結果をもとに、本件発電所敷地全体における S 波速度約 2.2km/s の硬質な岩盤の分布状況を評価した（図表 30。丙 196、23～40 頁）。図表 31 は原子炉建屋付近の結果を抜粋したものである。

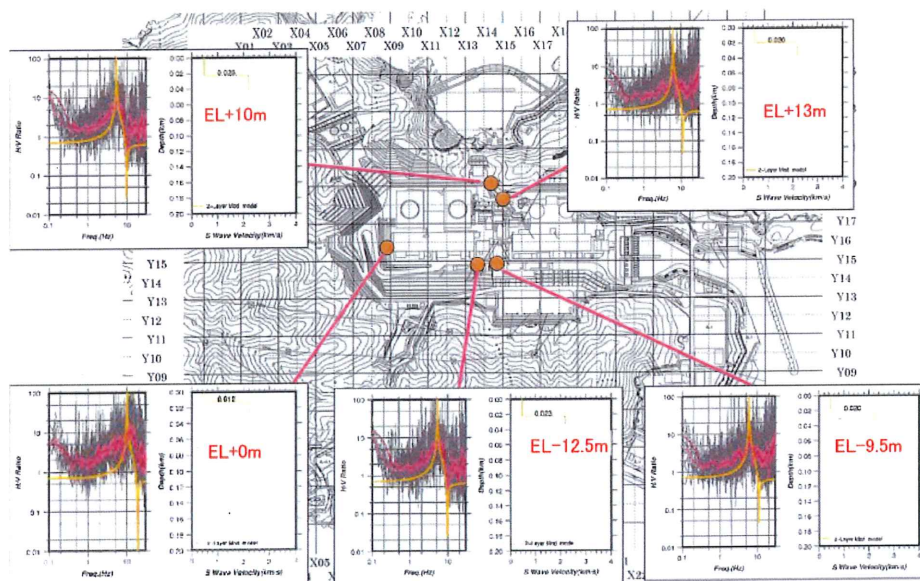
■大飯発電所敷地内において、約50m間隔の微動観測を実施してH/Vスペクトルを評価し、敷地内における空間変動を評価した。



(丙 196、23 頁)

図表 3 0 単点微動観測測定位置

■前面道路・背面道路では、約5~10Hz付近にH/Vスペクトルのピークがあり、概ね深さ10~20m付近(標高に換算するとEL+10~+10m程度)に $V_s=2,200\text{m/s}$ 層の上面が推定される。



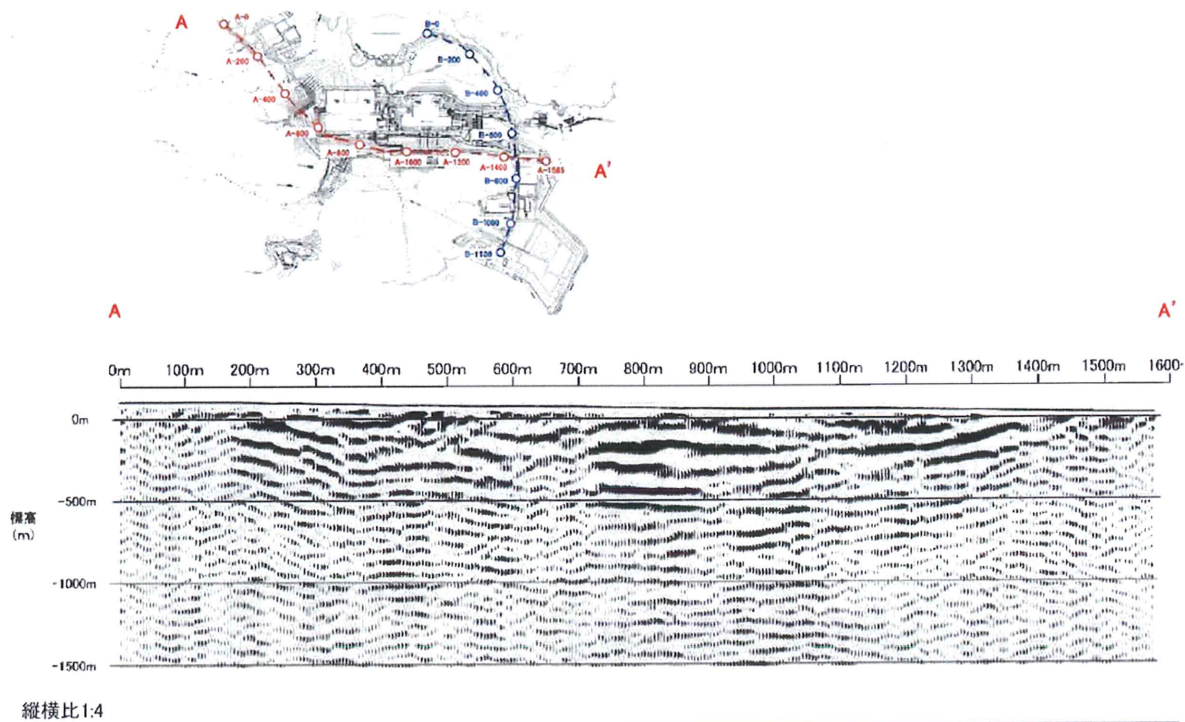
(丙 196、34 頁)

図表 3 1 単点微動観測結果

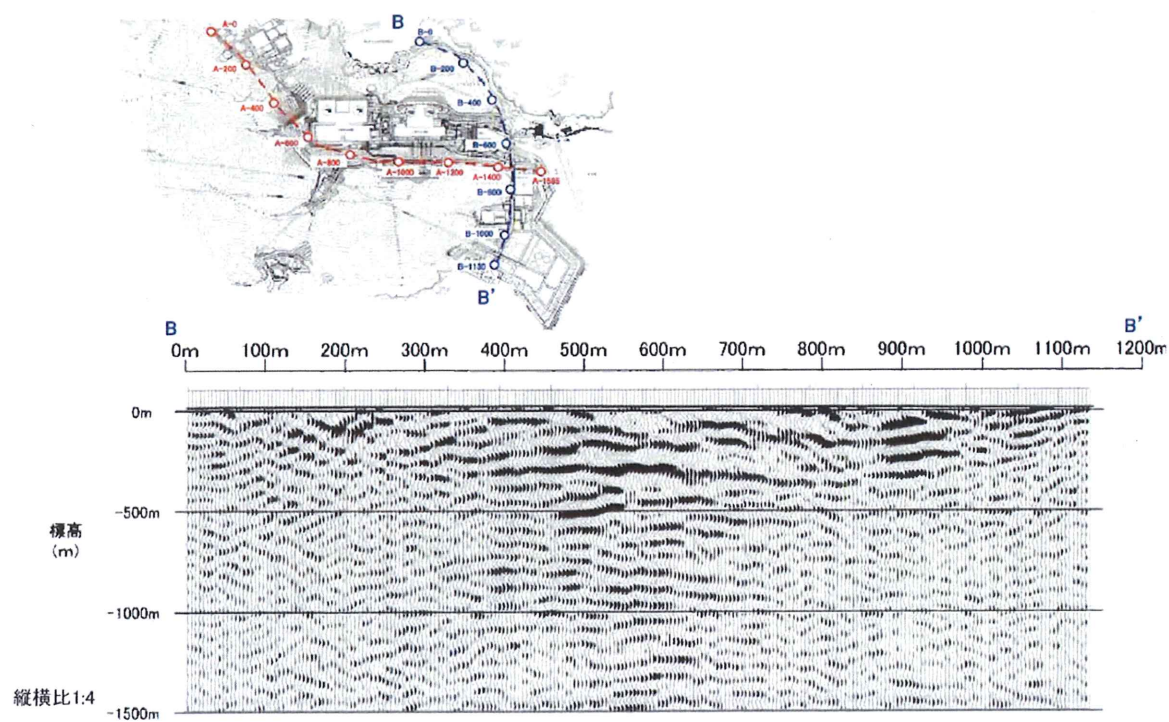
被告は、単点微動観測により得られた観測記録を用いた解析の結果、本件発電所の敷地全体にわたってS波速度約2.2km/sの硬質な岩盤が広がり、その上面深度には著しい高低差がない（大きな傾きがない）ことを確認した（丙196、40頁）。

ウ 反射法地震探査及び屈折法解析の結果

被告は、反射法地震探査によって、本件発電所敷地の地下に、地層の極端な起伏など、地震波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（図表32。丙196、41～56頁）。



■地下500m位まで反射面が確認され、その範囲内では特異な構造は認められていない。

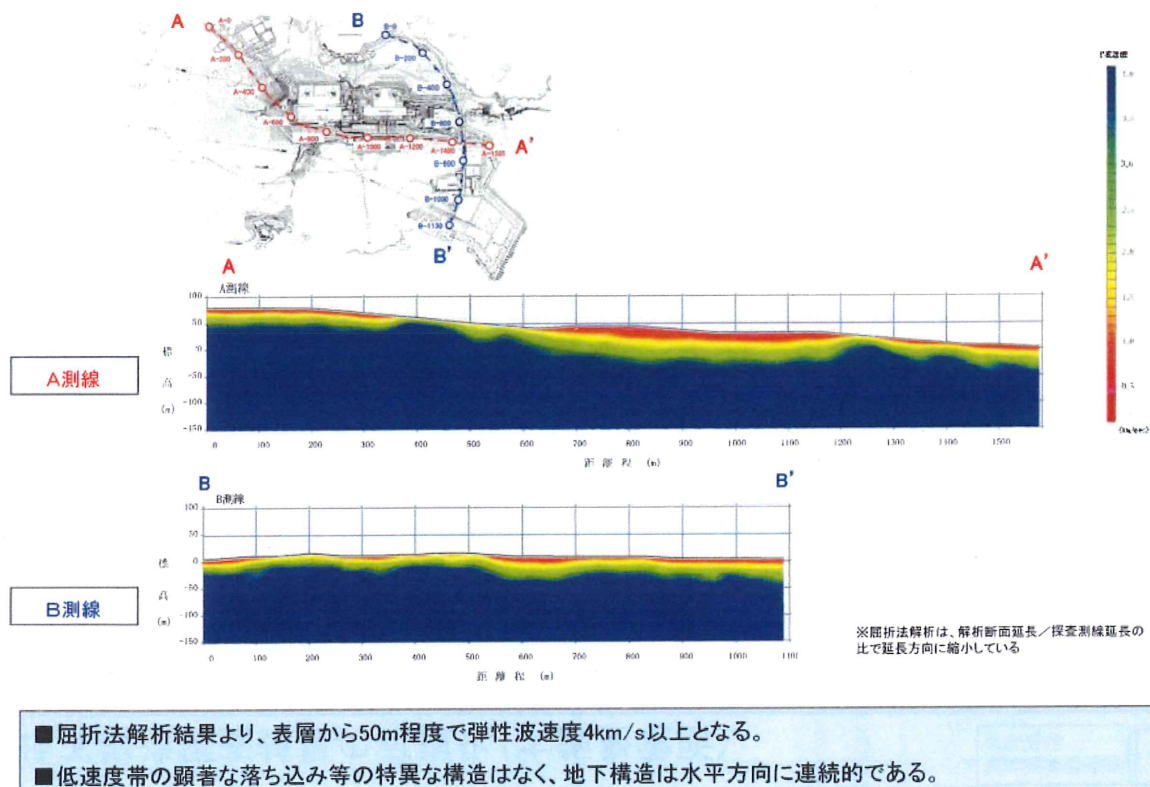


■地下500m位まで反射面が確認され、その範囲内では特異な構造は認められていない。

(丙 196、51 頁、56 頁)

図表 3 2 反射法地震探査結果

また、被告は、単点微動観測の解析結果の妥当性を補足的に確認することを目的として、反射法地震探査で得られたデータを利用して、屈折法解析による検証も行っている（図表 3 3。丙 196、57～58 頁）。被告は、屈折法解析の結果に基づく、S 波速度 2.2km/s 相当の硬質な岩盤の上面深度やその分布の傾向が、単点微動観測により得られた結果と概ね整合することを確認するとともに、本件発電所敷地の地下に、低速度帯の顕著な落ち込みなど、地震波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。



(丙 196、57 頁)

図表 3 3 反射法地震探査屈折法解析結果

さらに、被告は、本件発電所敷地において、オフセット VSP 探査を実施しており、そのデータを利用して反射法地震探査解析を行った（図表 3

4。丙 347、10～13 頁)。それにより、被告は、本件発電所敷地の地下に低速度帯の顕著な落ち込みなど地震波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。

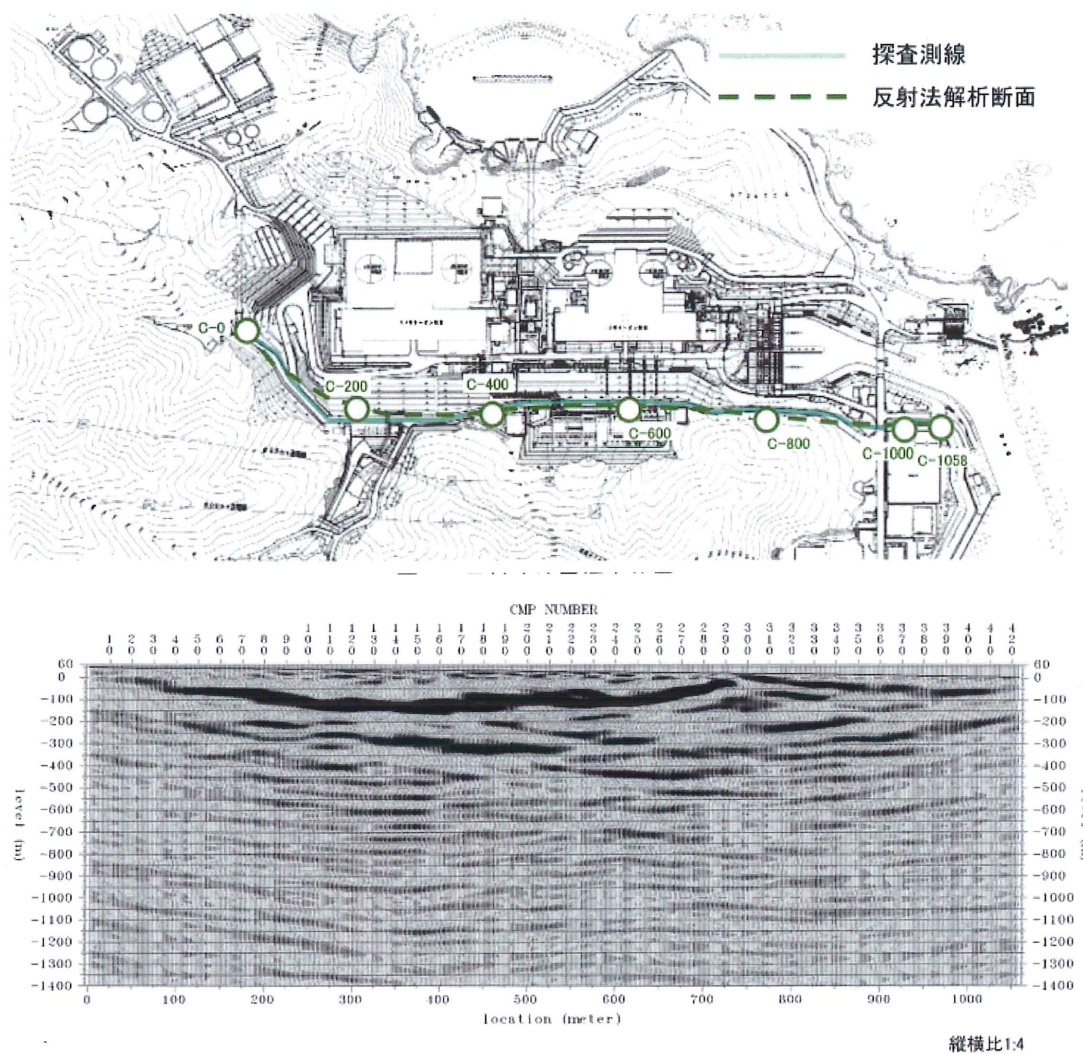


図-9 反射法地震探査解析結果(深度断面図)縦横比1:4

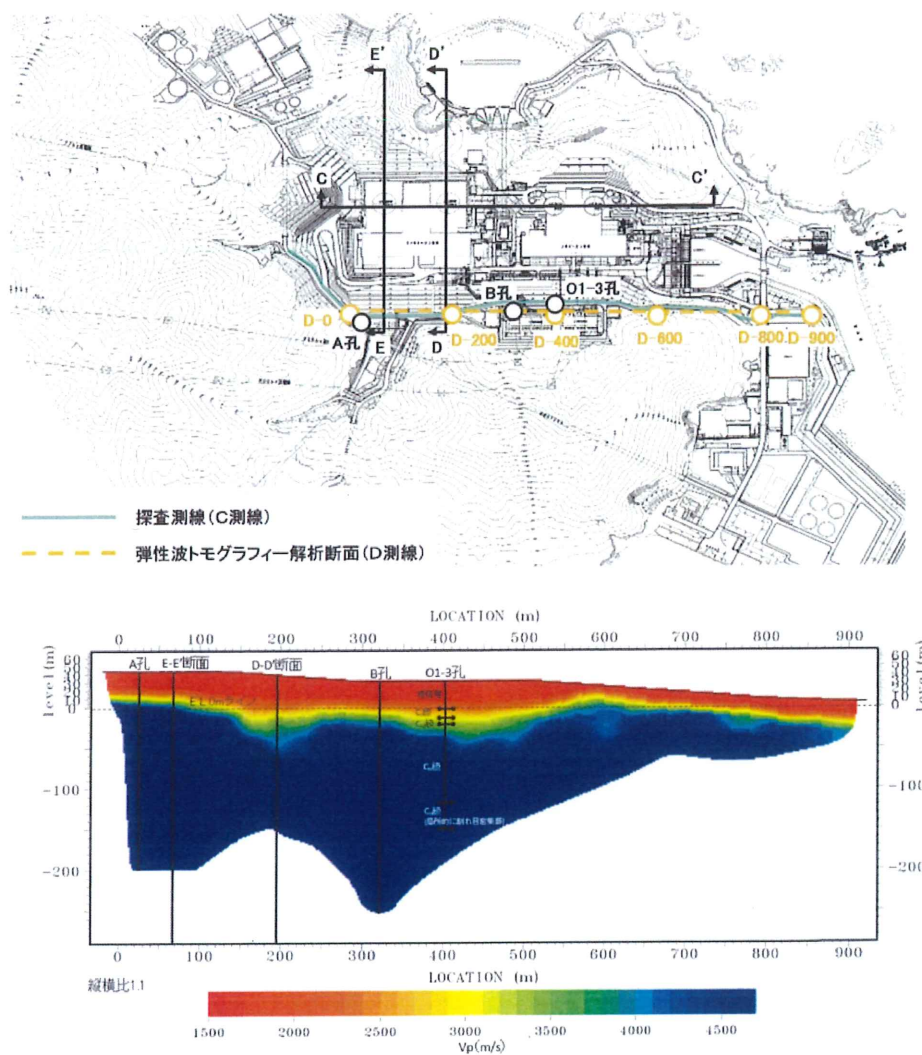
E.L.-500mぐらいまで明瞭な反射面、それ以深にも反射面が確認されている。それら反射面には特異な構造は認められない。

(丙 347、10 頁、13 頁)

図表 3 4 オフセット VSP 探査のデータを利用した
反射法地震探査の測線位置図及び結果

エ オフセットVSP探査及び弾性波トモグラフィー解析の結果

上記第1の3(9)及び同4(8)で述べたとおり、被告は、本件発電所敷地内において、これまで行われた地下構造に関する評価を充実させるために、オフセットVSP探査等を利用した弾性波トモグラフィー解析を実施し、本件発電所敷地の地下に低速度帯の顕著な落ち込みなど地震波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。弾性波トモグラフィー解析の測線及び解析断面は以下のとおりである(図表35)。



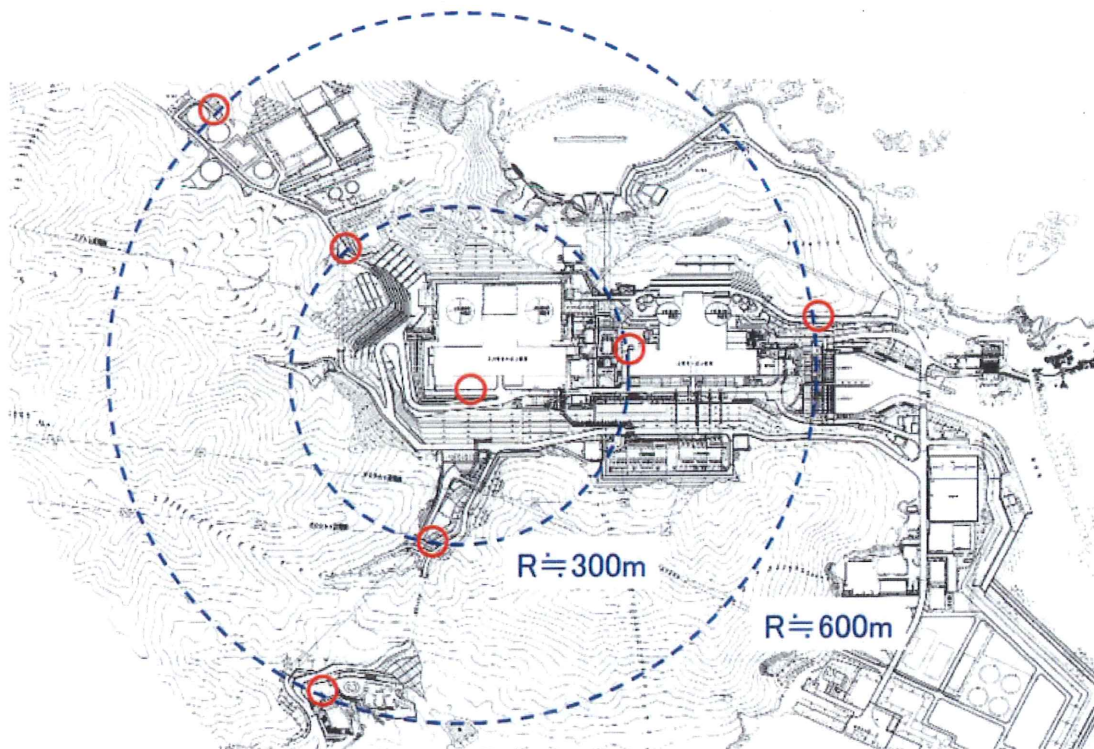
(丙 340、20 頁、21 頁)

図表 3 5 弾性波トモグラフィー解析の測線位置図及び結果（D測線）

オ 微動アレイ探査及び地震波干渉法の結果

被告は、微動アレイ観測について、本件発電所敷地の7地点に地震計を設置して観測を行い、ここで得られた波形から短周期の位相速度を求めた（図表36。丙196、65～70頁）。

■大飯発電所敷地内で半径約600m・300mの微動アレイ観測を行う。

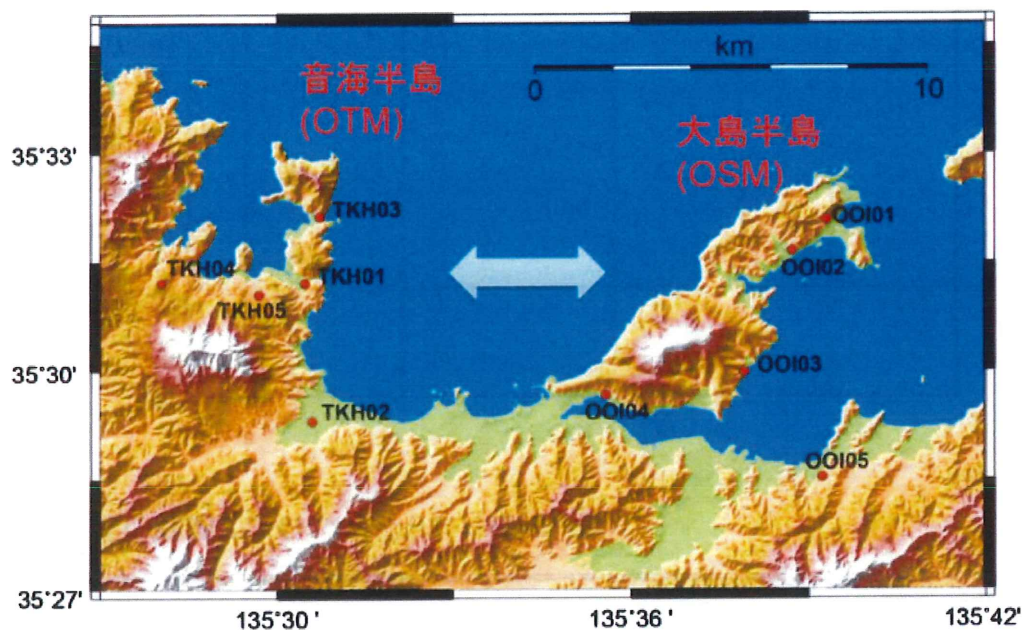


（丙196、66頁）

図表36 微動アレイ探査地震計設置位置

また、被告は、地震波干渉法について、大島半島（本件発電所側）及び音海半島（高浜発電所側）の各5地点に地震計を設置し（図表37）、約半年間の観測記録を収集し、それをもとに本件発電所敷地の地盤の長周期の位相速度を求めた（丙196、71～102頁）。

■大飯・高浜発電所周辺で7月末より12月末まで実施した地表面地震観測で得られた常時微動記録を用いて、地震波干渉法による深部地下構造の評価を行う。



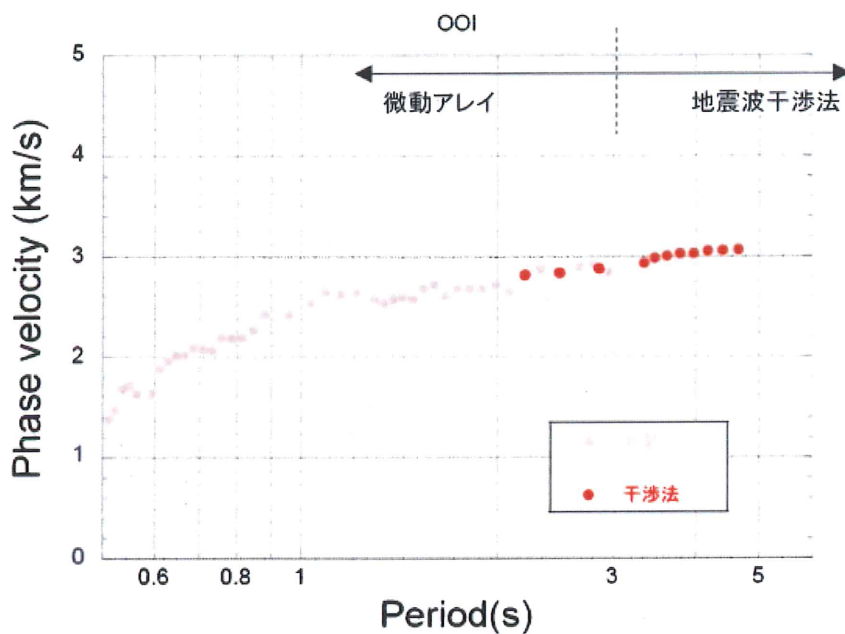
(丙 179、51 頁)

図表 3 7 地震波干渉法地震計設置位置

そして、被告は、地震波干渉法及び微動アレイ観測のそれぞれの観測記録から求めた長周期及び短周期の位相速度をもとに、本件発電所敷地の地盤の長周期及び短周期の位相速度を求めた（図表 3 8。丙 196、104 頁）。

■微動アレイによる位相速度と地震波干渉法(参照点付きF-Kスペクトル解析)による位相速度は、周期2～3秒付近でよい連続性を示す。

⇒微動アレイによる位相速度(3秒以下)と地震波干渉法による位相速度(3秒以上)を目的関数としたジョイントインバージョン解析により、速度構造を推定する。



(丙 196、104 頁)

図表 3 8 微動アレイ観測及び地震波干渉法により得られた観測位相速度

カ インバージョン解析及び地下構造モデルの策定

被告は、地震波干渉法及び微動アレイ観測による観測記録より得られた位相速度を踏まえて、逆解析により深部までの一次元の地盤モデル(インバージョンモデル)を作成した(図表 3 9 及び図表 4 0。丙 196、106～109 頁)。

- 第1層に $V_s=0.5\text{km/s}$ の表層を考慮し、層厚 $0.01\sim0.1\text{km}$ の範囲で探索する。
- 第2層以深は、サイトでのボーリング結果や既往の分析結果から、 $V_s=2.2\sim3.6\text{km/s}$ までを 0.1km/s ごとにS波速度を設定し、層厚を $0.01\sim2.0\text{km}$ の範囲で探索する。
- 逆解析は山中(2007)によるハイブリッドヒューリスティック探索を用いた。

No.	P波速度 (km/s)	S波速度 (km/s)	層厚 (km)	密度 (g/cm ³)
1	2.0	0.5	0.01 - 0.1	2.08
2	4.8	2.2	0.01 - 2.0	2.7
3	4.7	2.3	0.01 - 2.0	2.7
4	4.8	2.4	0.01 - 2.0	2.7
5	5.0	2.5	0.01 - 2.0	2.7
6	5.1	2.6	0.01 - 2.0	2.7
7	5.2	2.7	0.01 - 2.0	2.7
8	5.3	2.8	0.01 - 2.0	2.7
9	5.4	2.9	0.01 - 2.0	2.7
10	5.5	3.0	0.01 - 2.0	2.7
11	5.6	3.1	0.01 - 2.0	2.7
12	5.7	3.2	0.01 - 2.0	2.7
13	5.8	3.3	0.01 - 2.0	2.7
14	5.9	3.4	0.01 - 2.0	2.7
15	6.0	3.5	0.01 - 2.0	2.7
16	6.1	3.6	-	2.7

(丙 196、106 頁²⁸)

図表 3 9 インバージョン解析の探索条件

²⁸ 資料中 No. 2 の P 波速度が 4.8 と記載されているのは誤植であり、正しくは 4.6 である。

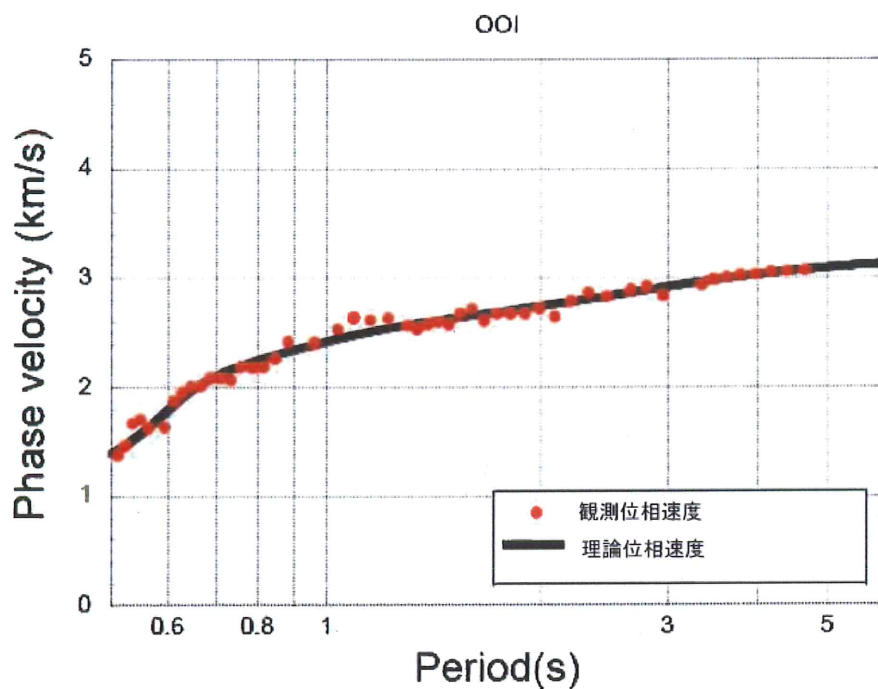
No	P波速度 (km/s)	S波速度 (km/s)	密度 (g/cm ³)	層厚 (km)	上面深度 (km)
1	2.0	0.5	2.08	0.08	0
2	4.6	2.2	2.7	0.18	0.1
3	4.7	2.3	2.7	0.19	0.3
4	4.8	2.4	2.7	0.14	0.5
5	5.0	2.5	2.7	0.14	0.6
6	5.1	2.6	2.7	0.13	0.7
7	5.2	2.7	2.7	0.04	0.9
8	5.3	2.8	2.7	0.04	0.9
9	5.4	2.9	2.7	0.14	0.9
10	5.5	3	2.7	0.11	1.1
11	5.6	3.1	2.7	1.83	1.2
12	5.7	3.2	2.7	0.31	3.0
13	5.8	3.3	2.7	0.29	3.3
14	5.9	3.4	2.7	0.14	3.6
15	6.0	3.5	2.7	0.28	3.8
16	6.1	3.6	2.7	－	4.0

(丙 196、108 頁)

図表 4 0 インバージョン解析結果

被告は、上記インバージョンモデルによる位相速度と地震波干渉法及び微動アレイ観測により得られた実際の観測記録による位相速度とを比較したところ、図表 4 1 のとおり、両者が良く一致していることを確認した (丙 196、110 頁)。

■今回選定された地盤モデルについて、その物性値を用いて算定される理論位相速度を評価した結果、観測位相速度と良く対応していることを確認した。



(丙 196、110 頁)

図表 4 1 理論位相速度と観測位相速度の対比

被告は、上記結果を踏まえ、インバージョンモデルから、原子炉建屋直下には実際に存在しない第 1 層を削除する等し、本件発電所敷地の地下構造モデルを策定した (図表 4 2。丙 179、57 頁)。

■断層モデルを用いた手法による地震動評価のための地盤モデルは以下のとおり。

No.	P波速度 (km/s)	S波速度 (km/s)	密度 (g/cm ³)	層厚 (km)	上面深度 (km)	Qs	減衰定数 (%)
1	4.6	2.2	2.7	0.18	0	16.67	3.0
2	4.7	2.3	2.7	0.19	0.18	100.00	0.5
3	4.8	2.4	2.7	0.14	0.37	100.00	0.5
4	5.0	2.5	2.7	0.14	0.51	100.00	0.5
5	5.1	2.6	2.7	0.13	0.66	100.00	0.5
6	5.2	2.7	2.7	0.04	0.79	100.00	0.5
7	5.3	2.8	2.7	0.04	0.83	100.00	0.5
8	5.4	2.9	2.7	0.14	0.87	100.00	0.5
9	5.5	3.0	2.7	0.11	1.01	100.00	0.5
10	5.6	3.1	2.7	1.83	1.12	100.00	0.5
11	5.7	3.2	2.7	0.05	2.95	100.00	0.5
12	6.1	3.6	2.7	—	3.0	100.00	0.5

(丙 179、57 頁)

図表 4 2 本件発電所敷地の地下構造モデル

(4) 地質調査及び各種物理探査に関する総合的評価

ア 一般的に、地層が形成された地質年代が比較的新しい浅い地盤の弾性波速度は、岩相²⁹や堆積相³⁰の相違の影響が強く、それより年代が古くやや深い地盤では、深度の影響による弾性波速度の増加傾向が強くなるとされている（丙 550、「強震動評価のための全国深部地盤構造モデル作成手法の検討（抜粋）」、2-13 頁）。そのため、同程度の堅硬度合いで、かつ、岩級区分が同程度の岩盤が広がっている場合には、深度が増加するにつれて弾性波速度も漸増すると考えられる。

²⁹ 岩相とは、岩石を産状、岩質等により、同質又は類似したグループにまとめたときの呼び方をいう。

³⁰ 堆積相とは、地層をその総合的な諸性質（岩相、鉱物相、化石相、化学相等）によって捉えた特徴をいう。

他方、同種の岩石であったとしても、風化や変質を受け、あるいは亀裂や節理及び破碎帯が存在する場合には、それらが存在しない場合に比して堅硬度合いは若干弱くなり、結果としてその部分の弾性波速度も若干低下することとなる³¹。そのため、全体としては、深度が増加するにつれて弾性波速度が漸増する傾向となるものの、細部については他の部分に比して弾性波速度が若干低下している部分が生じることとなる。

以上の一般的知見及び上記 1（2）で述べた地質調査の結果から、そもそも本件発電所敷地の速度構造は、全体としては深度増加に伴って弾性波速度が増加する傾向があるが、細部には弾性波速度が若干低下している部分が存在するものと想定された。

イ 地質調査の結果及び一般的知見に基づく上記の評価を踏まえ、被告が上記（3）で述べた各種物理探査を実施したところ、各種物理探査において、細部に若干の速度低下が認められる部分はあったものの、概ね深度増加に伴って弾性波速度も漸増しているとの結果が得られ、地質調査の結果及び一般的知見と整合的であることが確認できた。

もともと、速度構造が概ね深度増加に伴って漸増するものだとしても、一部に特異な構造が存在する場合には地震動を顕著に増幅させる可能性を否定できないため、物理探査の結果から、特異な構造の存否についても確認する必要がある。この点、上記第 1 の 2（3）で述べたとおり、特異な構造が存在することによって地震動が増幅されるメカニズムとして、地震波が速度コントラスト（著しい弾性波速度の差）をもった地層の境界を通過する際に一定の方向に屈折するという性質があり、速度コントラストのある地層の境界が、例えばレンズ型（下に凸の形状）のように地震波を特定の場所に集中させ得るような形状をしている場合に、

³¹ 一般に、岩石の堅硬度合いと弾性波速度は比例する関係にある。

当該場所への地震波の集中により地震動が増幅することが想定し得る。そして、設置許可基準規則解釈に「地層の傾斜、断層及び褶曲構造等の地質構造を評価する」（同規則解釈別記 2 第 4 条 5 項 4 号①、丙 6、129 頁）と規定されていることに照らせば、基準地震動策定のための地下構造モデル策定にあたってその存否を確認すべき特異な構造は、速度コントラストをもった傾斜、断層及び褶曲構造等で、かつ、それらの形状が地震波を特定の場所に集中させるような構造である。

被告は、上記の観点から各種物理探査の結果を精査し、本件発電所敷地の地下に、原子炉建屋等の特定の場所に地震波を集中させる、つまり地震動を顕著に増幅させるような特異な構造が認められないことを確認した。

ウ このように、被告は、地質調査により、本件発電所敷地の地下に、火成岩（深成岩）として硬岩に分類され、一般的な弾性波速度も軟岩と比べて高く、岩級区分も C M 級以上に分類される堅硬な岩盤が、著しい高低差がなく、ほぼ水平に広がっていることを確認するとともに、物理探査により、かかる堅硬な岩盤の細部に若干の速度低下が認められる部分はあるものの、概ね深度に応じて速度が漸増しており、地震動を顕著に増幅させるような特異な構造も認められないことを確認したことから、本件発電所敷地の地下構造が水平成層構造とみなせると評価し、一次元の速度構造モデルを策定した。

2 原子力規制委員会の評価

上記 1 について、原子力規制委員会は、「本発電所敷地及び敷地周辺の地下構造の評価に関して、申請者が行った調査の手法は、地質ガイドを踏まえているとともに、調査結果に基づき地下構造を水平成層かつ均質と評価し、一次元地下構造モデル（引用者注：一次元の地盤の速度構造モデルのこと）を

設定しており、当該地下構造モデルは・・・適切なものであることから、解釈別記 2 の規定に適合していることを確認した」としている（丙 171 の 2、12 頁）。

なお、被告は、原告らが指摘する細かな数値のばらつきの存在等を含めて、調査結果を丁寧に示しながら新規制基準への適合性審査に係る審査会合で被告の評価について説明し、原子力規制委員会も、被告の評価を適切であると認めている。

例えば、P S 検層の結果について、被告は、「大飯発電所につきましては計 4 カ所の既存の P S 検層がございまして、これが約 200m までということで、同じようにダウンホールとサスペンションと 4 点のデータを描いてございます。ごく表層のところは風化がございまして、ばらつくんですが、基本的には、ほぼ均質な岩盤ということで、Vs2.2km ということで、まず問題はないと、均質な岩盤というふうに考えてございます」「まず、おおむね 200m ぐらいまでの情報として、敷地内のボーリングデータ、それから P S 検層結果、あるいは試掘坑内での弾性波探査結果などから、敷地浅部に S 波速度が 2.2km 程度の硬質な岩盤が広がっていることを確認してございます」（丙 310、4 頁、丙 551、

「原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合 第 21 回 議事録（抜粋）」、5 頁）、試掘坑弾性波探査については、「大飯発電所 3・4 号炉の試掘坑位置での速度構造でございまして・・・解放基盤での P 波速度としては大体 4.3km/s、それから、S 波速度としましては 2.2km/s ということで評価してございます」（丙 311、57 頁）、反射法地震探査及び屈折法解析については、「2 方向の反射法探査を実施しまして・・・特異な構造は認められませんでした・・・屈折法の解析結果から・・・低速度層等の顕著な落ち込みなどはないということで、こちらも特異な構造は認められなかったということでございます」（丙 311、59 頁）、単点微動観測については、「H/V スペクトルの算定を行いまして、それから、2 層地盤の解放基盤の深度の推定を行いました。そ

の結果、敷地全体で EL-25m～+65m ですから、大体 80m ぐらいの高低差の中で解放基盤の推定深度は推定されたということで、著しい高低差がないということを確認いたしました」（丙 311、59 頁）などと、それぞれの調査結果を示して丁寧に説明している。そして、原子力規制委員会は、これらの被告の説明を踏まえて、被告の設定した地下構造モデルは地震波の伝播特性に与える影響を評価するにあたって適切なものであり、設置許可基準規則解釈別記 2 の規定に適合すると認めている（丙 171 の 2、12 頁）。

3 地下構造モデル策定等に関する原告らの主張及び赤松氏の意見の分類

被告は、上記第 1 で述べた基本的な考え方にに基づき、上記 1～2 のとおり本件発電所の地下構造モデルを策定し、原子力規制委員会からその内容が新規制基準に適合する旨の評価を受けたところ、原告らは、赤松氏の意見を中心として、様々な主張を展開している。しかし、原告らの各主張の位置付けは原告らが提出している書面において必ずしも明確にされていないため、被告において各主張を以下のとおり分類して整理した。

- ①本件発電所敷地の地下構造は、地震動評価上、成層かつ均質と評価すべきものとは認められず、被告の設定した基準地震動が過小評価となっている旨の主張
- ②被告が策定した本件発電所の地下構造モデルが不合理である旨の主張

以下では、上記の分類を踏まえて原告らの主張及び赤松氏の意見を整理し、各項目に関する被告の反論を述べる。

4 原告らの主張に対する反論

(1) 本件発電所敷地の地下構造が成層かつ均質とは認められず、被告の設定した基準地震動が過小評価となっている旨の原告らの主張に対する反論

ア 本件発電所敷地の地盤には表層及び深部に低速度層が存在する旨の原告らの主張に対する反論

(ア) P S 検層の結果から確認できる弾性波速度について（被告準備書面（27）23～25頁、（28）27～29頁）

a 原告らは、被告が実施した 01-3 孔及び 01-11 孔で実施されたサスペンション法による P S 検層の結果に、一定の区間ごとに平均化した速度で直線を引いた図表 4 3（甲 655 の 1、6 頁）を引用しながら、「P S 検層結果を分析すると、①01-11 孔と 01-3 孔とでは速度構造が異なる、②低速度層が挟在する、③深度 60m までで 1.17～2.44km/s と地震波伝播速度に 2 倍以上の違いがあることから、『ほぼ均質な地盤』であるとか、『浅部構造に特異な構造がない』とは到底言えない」「4 号炉と 3 号炉の敷地の 4 つのボーリング孔の深度 60m までで観測された地震波伝播速度（ V_s ）は、下記の図（引用者注：図表 4 4 のこと）に書き込んだとおり、西側で高く東側で低いことが明らかである」（原告ら第 4 4 準備書面 4～6 頁）、「標高-60m まで 2.0km/s 未満であったり、標高-100～-120m に 2.0km/s の低速度層があったりする。また、ボーリング孔の位置によって浅部の速度は大きく変化する」（原告ら第 6 9 準備書面 9 頁）などと主張している。

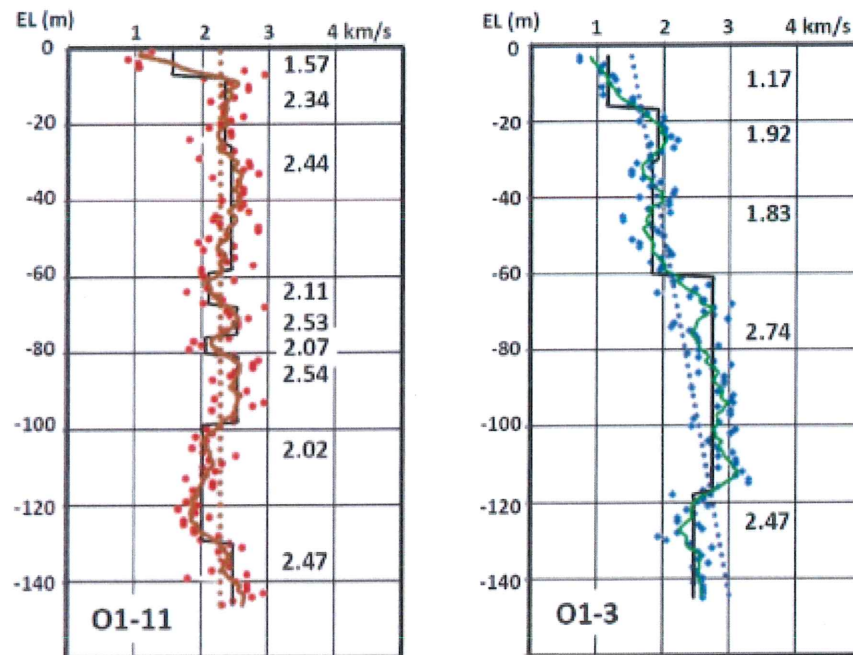


図 2 PS 検層結果の分析.

点線:全体のトレンド、曲線(茶、緑):上下 6m 幅の移動平均、直線(黒):区間平均速度(値が付してある)
 孔によって速度構造が異なること、深部に低速度層のあることがわかる。

(甲 655 の 1、6 頁)

図表 4 3 赤松氏による P S 検層結果の分析

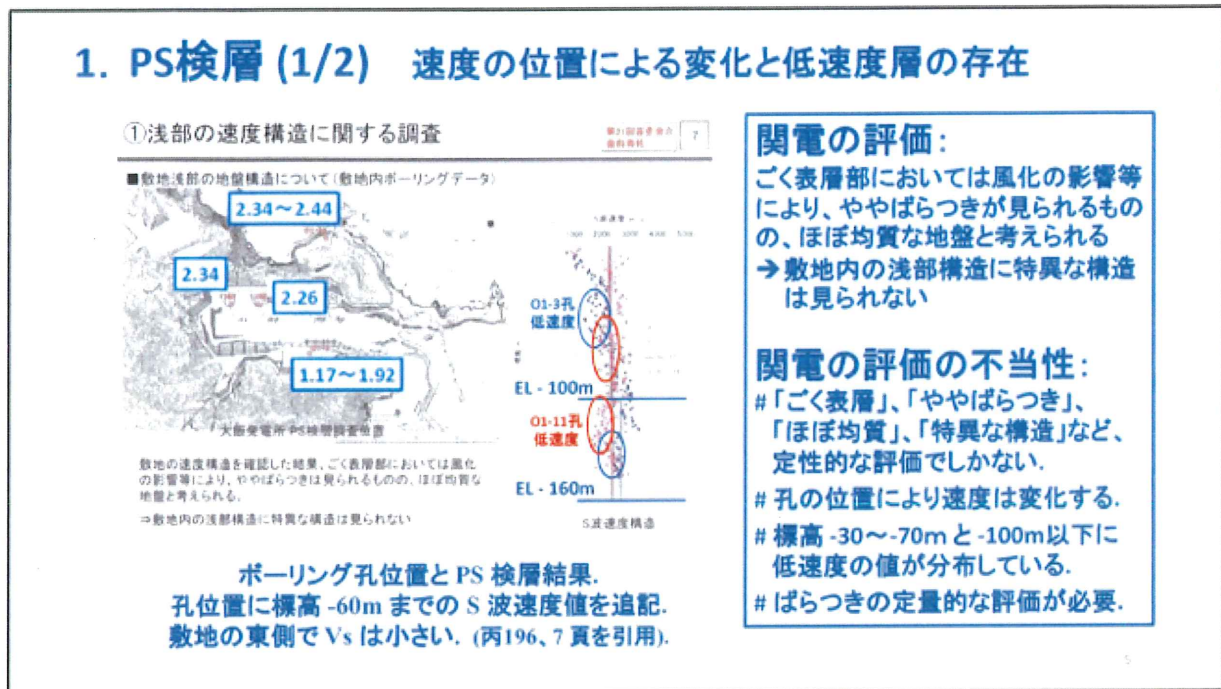
上記の深度 60m までの表層における速度に係る原告らの主張に関連し、赤松氏も意見書において「S 波速度は、孔の位置によって、西側から東側に、減少していることを無視している」と同様の意見を述べ、(甲 655 の 1、5 頁、7 頁)、また、主尋問においても、図表 4 3 を見ながら、O1-11 孔と O1-3 孔には速度構造の違いがあるとして指摘した。すなわち、「O1-11 の方で行きますと・・・浅いところで 2.2 キロ、深いところで 2.3 キロぐらいと。そういうふうに割と余り変化がない。ところが、O1-3 孔によりますと、全体のトレンドというのは、浅いところでは 1.5 キロぐらい、深いところでは 3 キロぐらいという傾向になってます。そして、ばらばらとしているのを上下 6 メートル幅で移動平均を取ってみました。その移動平均を取ったの

が、この赤い曲線（引用者注：図表 4 3 の曲線は茶色と緑色であるため、言い間違いであると思われる）ですね。この移動平均を取った曲線がさっきのトレンドよりも大きい小さいかに分けて、それは、この黒い線でこう書いてありますね。そうしますと、01-11 以降（引用者注：「孔」の誤記と思われる）では、深さ七、八メートル、10 メートル近くですかね、そこまでは 1.57 キロ、それから、01-3 孔では、深さ十四、五メートルですか、1.17 キロという値になって、とても 2.2 キロではないということが分かりますね」（赤松氏主尋問調書 17～18 頁）と供述している（なお、6m という区間で速度を平均化することについては、下記（3）ウ（ア）e で述べるとおり、赤松氏は特段の合理的な根拠がないことを反対尋問で認めている）。

- b しかし、以下に述べるとおり、原告らの主張はいずれも理由がない。まず、本件発電所敷地の表層において西側から東側にかけて弾性波速度が系統的に低下しているとの主張について、そもそも原告らは、当該主張の前提である本件発電所敷地のボーリング孔において観測された S 波速度に関し、事実誤認をおかしている。

原告らは、01-11 孔の S 波速度が「2.34～2.44km/s」であるとの認識に立って上記の主張を行っているが（原告ら第 4 4 準備書面、5～6 頁。図表 4 4）、赤松氏の供述内容を踏まえると、01-11 孔の-60m までの S 波速度の下限值は 1.57km/s であることが明らかであるため、赤松氏としては、「2.34～2.44」ではなく「1.57～2.44」と記載すべきだったと思われる。この点に関して、赤松氏は、反対尋問で 01-3 孔では最初の 1.17km/s は記載しつつ 01-11 孔では最初の 1.57km/s を飛ばした理由について質問された際、「今、思い出せないです。これを書いたのがもう何年も前のことだったんで、ちょっと、今急にこれを問われても、思い出せません」と供述している（赤松氏反対

尋問調書 24～25 頁)。このように理由は判然としないものの、赤松氏は、明らかに事実誤認を前提に意見を構成しているといえる。



(甲 655 の 1、5 頁)

図表 4 4 赤松氏によるボーリング孔位置と P S 検層結果の比較

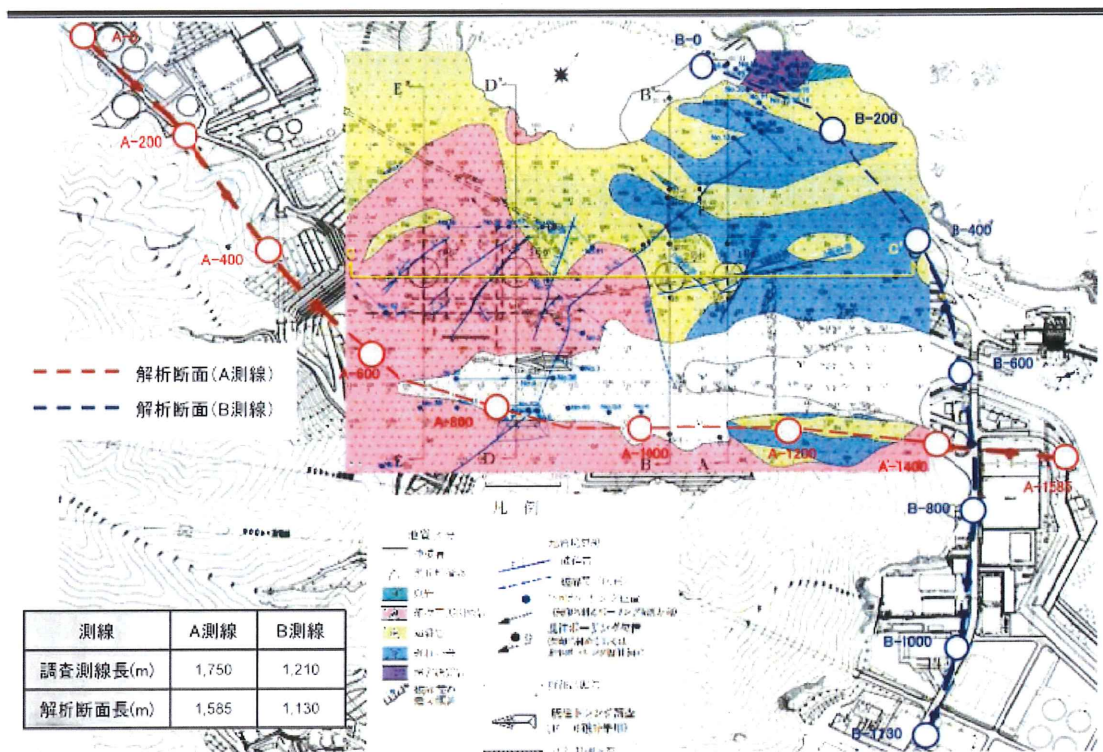
そうすると、原告らは 01-11 孔で計測された S 波速度の幅が「2.34～2.44」であることを前提に、S 波速度の幅が「1.17～1.92」である 01-3 孔と比較しつつ、「東側で V_s は小さい」としているものであるところ、上記のとおり 01-11 孔の実際の S 波速度の幅は「1.57～2.44」であるのだから、そもそも原告らが主張するような明らかな速度の変化は見受けられないことになる。したがって、西側から東側に弾性波速度が低下しているとの主張は、S 波速度に係る事実誤認に基づくものであり、理由がない。

c また、敷地の地盤において、堆積層等の未固結地盤の存在や岩盤の状況(岩級等)に応じて(例えば、風化や変質といった現象や、

あるいは亀裂や節理の存在による影響を受けて)、一定程度の速度低下が生じることは当然である。以下で述べるとおり、01-3 孔及び 01-11 孔の P S 検層で、赤松氏が殊更に「速度が低下している」と指摘する部分は主として堆積層や岩盤の風化に起因するものであり、さらに原子炉建屋付近において表層部分に存在していた堆積層や岩級低下部は建設時に掘削されているため、これらの指摘箇所は西側から東側への系統的な速度の低下を示すものではない。

赤松氏は、上記 a のとおり、01-3 孔及び 01-11 孔の表層部分（標高 0m 付近）で速度が低下していることを指摘しているが、図表 4 5（丙 492 の 2）の赤枠で示したとおり、01-3 孔は図面の下側中央辺りに位置している。この地点は、大飯発電所 3 号機からは 250m 程度離れている上、地盤表層（E.L.+3m）には段丘堆積物が存在している（図表 4 6）。また、01-11 孔は図面の上側中央やや右側、大飯 1 号機の北西側の山を越えた放水口付近に位置している。この地点は同 3 号機からは 350m 程度離れている上、地盤表層には盛り土が存在している（図表 4 7）。

これらの地点の表層部分の速度については、反射法地震探査の屈折法解析が参考となる。本件発電所敷地における反射法地震探査のA測線及びB測線は図表4-8（丙267、26頁）上の各破線で示された位置に存在する。図表4-5及び図表4-8を比較して確認すると、01-3孔はA測線のA-1000地点付近、01-11孔はB測線のB-0地点付近に位置していることが分かる。

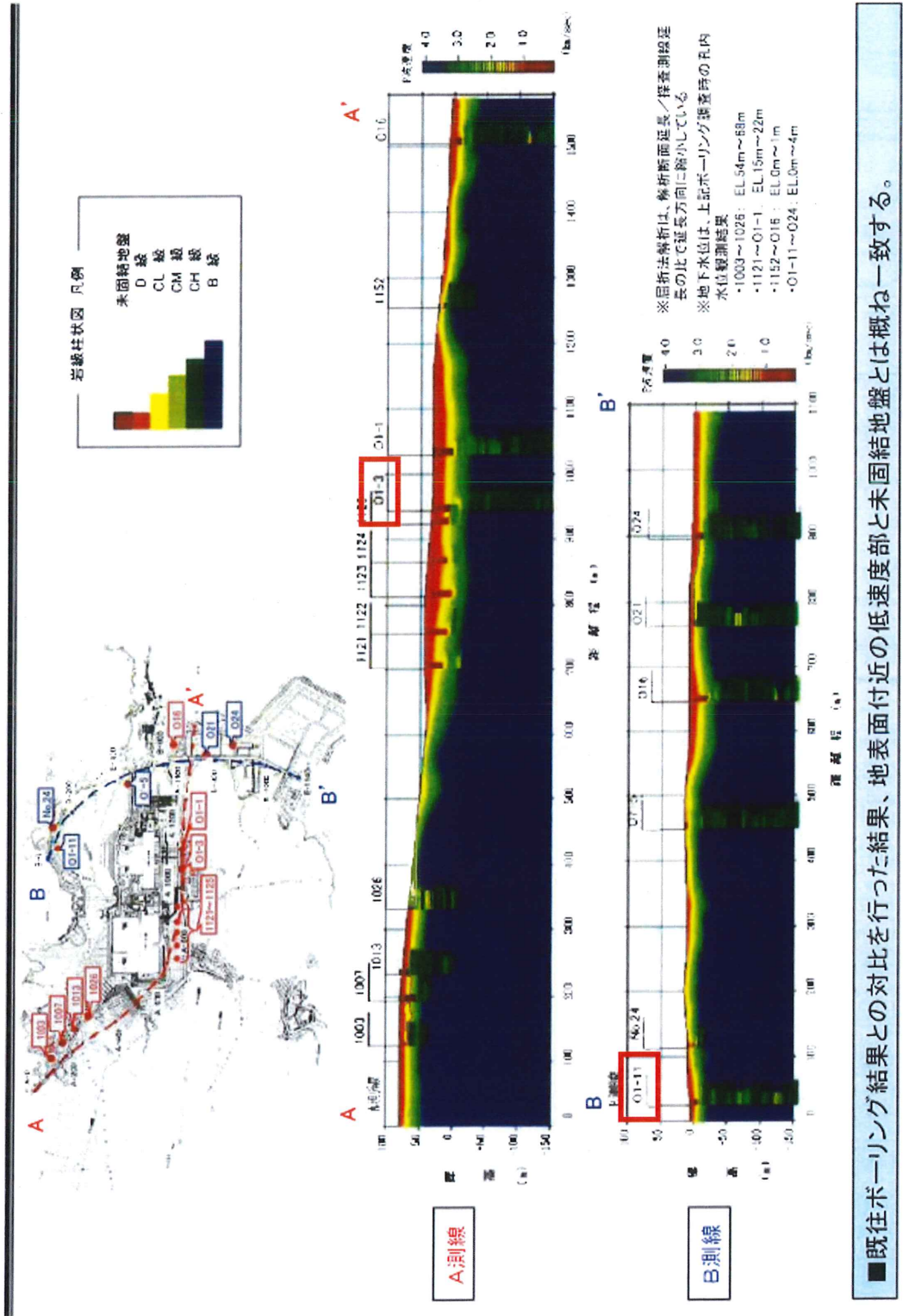


（丙 267、26 頁）

図表 4-8 本件発電所敷地の地質断面図と探査測線の対比

そこで、A測線及びB測線の反射法地震探査屈折法解析の結果（図表4-9。丙267、42頁）を見ると、A測線のA-1000地点及びB測線のB-0地点の表層には、P波速度が低い部分がみられることが分かる。そして、01-3孔及び01-11孔の岩級柱状図についてはいずれも、図表4-9の赤枠部分の下に掲載されており、右上の凡例と照ら

し合わせると、速度が低い部分は未固結地盤に概ね合致していることが分かる。さらに、A測線と直交しているD-D'断面の地質断面図（図表50。丙339、20頁）からも、A測線付近の地表（「反射法弾性波トモグラフィー測線付近」と記載のある付近）に未固結地盤があり、そこから深度が増加するにしたがってD級、CL級、CM級と岩級区分が上がっていることが分かる。加えて、図表50の地質断面図を見ると、A測線付近に認められる未固結地盤～CM級の岩級までの岩盤が、3号機建屋の直下では掘削されて無くなっており、CH級の岩盤に直接建屋が建設されていることが分かる。



(丙 267、42 頁。赤枠は引用者が追記)

図表 4.9 反射法地震探査屈折法解析結果と地質構造の対比

本件発電所敷地がこのような地質構造となっていることについては、澤田氏も同様の見解を述べており、意見書において「弾性波トモグラフィーを行ったD測線[別添:図3(1).1黄色破線]は原子炉建屋から150mほど離れた位置にあり、地質断面図[別添:図2(1).1]によると、この岩級の低い層は原子炉建屋付近においては建設時に掘削され取り除かれていることが確認できる」と述べている（丙339、11頁）³²。

この点に関して、赤松氏は、反対尋問において、3号機炉心付近には反射法弾性波トモグラフィー測線付近に存在する堆積層、D級及びC L級の層は認められないのではないかとこの質問に対して、地質断面図が示す岩級区分の正確性について疑問を呈した上で、「この図から解釈できないじゃないですか」と供述している（赤松氏反対尋問調書17～18頁）。また、建屋以外のところで堆積物が残っているところがあるのを知っているかとの質問をされた際には、「建屋の下にもあるという意味では、ありますね」と供述した（同10頁）。加えて、別件大津訴訟で証人として証言した際にも、「（速度の遅い部分が3号機付近では掘削されているというのが澤田意見書の見解だが、そのこと自体は争っていないのかとの質問に対して）3号では、取り除かれてないと思います」と証言していた（丙489、19頁）。

これらの赤松氏の供述及び証言内容を踏まえると、赤松氏は、そもそも本件発電所の原子炉建屋の直下がどのような地質構造であるかを正解しないままに、本件発電所の原子炉建屋の直下に堆積層が存在するとの前提で供述をしているものと思われる。しかし、上記で述べたとおり、原子炉建屋付近の堆積層を含む岩級区分が低い層

³² なお、澤田意見書で言及されているD測線（丙339、31頁）は、A測線とほぼ重なる位置で行われたオフセットVSP探査を利用した弾性波トモグラフィー解析の測線である。

は建設時に掘削されて取り除かれており、赤松氏の上記認識が誤っていることは明らかである。加えて言えば、下記（３）ア（イ）のとおり、赤松氏自身が、被告が地質断面図の作成に用いた本件発電所付近における 10 本のボーリング孔を取り上げているところ、それらのボーリング柱状図を見ると、いずれにおいても概ね B 級～C M 級で占められていることが分かる。特に、本件発電所建屋の直下にあたる 1157 孔と 1158 孔においては、C L 級ましてや D 級や堆積層は存在していない（丙 178、6-3-608～623 頁）のであって、赤松氏もこのような前提のもとで自説を展開しているのである。それにもかかわらず、赤松氏が何故上記のような認識を述べたのかについては、別件大津訴訟はもちろん本件においても、速度の遅い部分が掘削されていないことを示す根拠について一切述べられていないため、不明である（なお、赤松氏は、反対尋問において、本件発電所敷地ではボーリング孔を掘った時点では地山が 70m ほどあったが、それが掘削されてなくなっていることを確認された際、「その話は今初めて聞きました」と供述した（赤松氏反対尋問調書 14 頁）が、上記のとおりこの点はそもそも別件大津訴訟の反対尋問においても質問しており（丙 489、3～4 頁）、本事件において初めて聞いたというのは誤りである）。この点からしても、本件発電所敷地の地質構造及び調査内容についての赤松氏の理解や認識は不十分であり、かかる不十分な認識のもとで意見を述べていることは、明らかである。

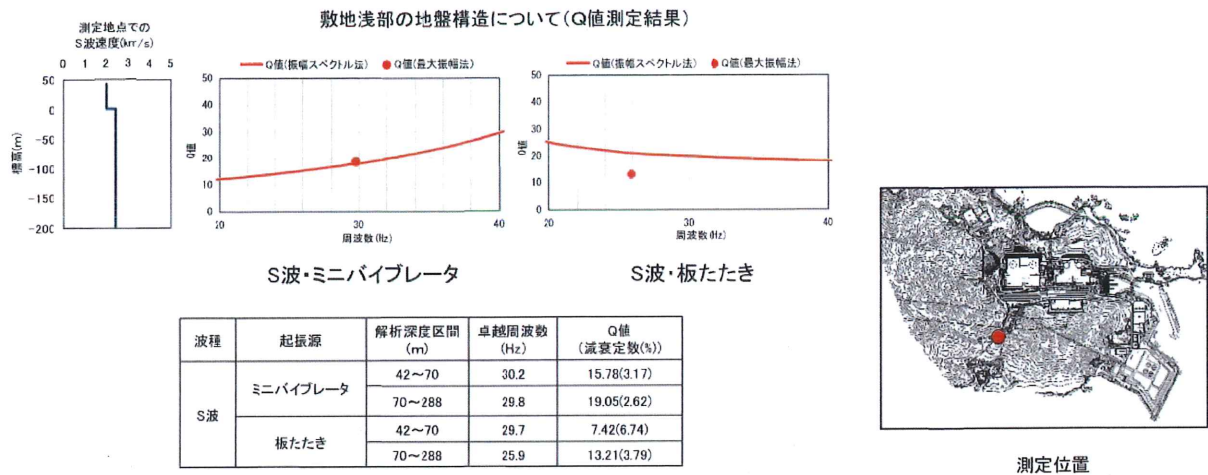
以上のとおりであるから、赤松氏による 01-3 孔及び 01-11 孔のサスペンション法による P S 検層の結果から表層部分に低速度層が存在するとの指摘は、誤った事実認識に基づくものであり、そもそも理由がない。01-3 孔及び 01-11 孔の表層部分の低速度は、当該ボーリング孔の地質構造に影響を受けたものであり、本件発電所の原子

炉建屋の直下には赤松氏の指摘するような表層部分の低速度層は存在しないのであるから、西側から東側に向けて系統的に速度が低下しているとの赤松氏の見解には、合理性が認められない。

- d また、赤松氏は、上記の敷地表層部分における低速度層の指摘に加え、01-3 孔及び 01-11 孔のサスペンション法による P S 検層の結果から、本件発電所敷地の深いところに速度が低くなっている低速度層（逆転層）が存在すると指摘している（甲 655 の 1、6 頁）。しかしながら、被告の実施した各種 P S 検層および弾性波トモグラフィ解析の結果から、かかる赤松氏の見解には合理的理由は認められない（なお、被告は地下 200m までを浅部、それより深い範囲を深部と整理している一方、赤松氏の言う浅部及び深部はこれらと異なり、地下 200m までの深度において、その中でも比較的深い範囲を深部として称しているものと思われる。本書面では、以降において特に断りのない限りは、赤松氏の言う深部の意味で当該語句を用いることとする）。

まず、1157 孔及び 1158 孔のダウンホール法による P S 検層の結果は、上記図表 2 8（右側の図の青色と赤色の直線のグラフ）のとおりであり、標高 0m から -100m の深さにおいて、いずれも 2.2km/s～2.3km/s 程度の S 波速度となっており、表層より少し深い部分においても、赤松氏の指摘するような低速度層がないことが分かる。

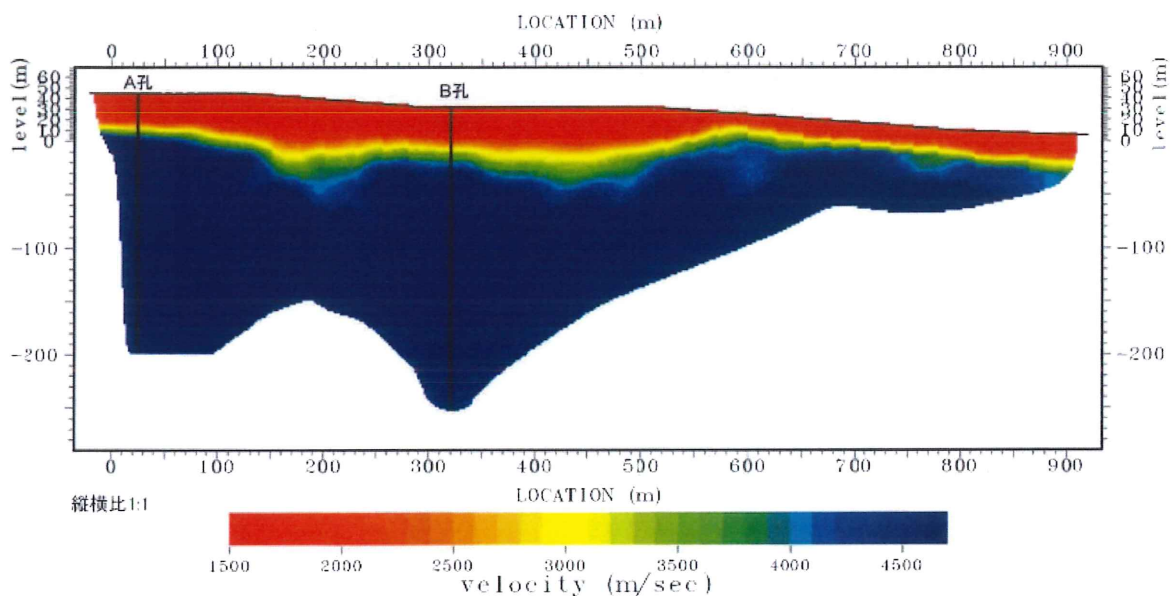
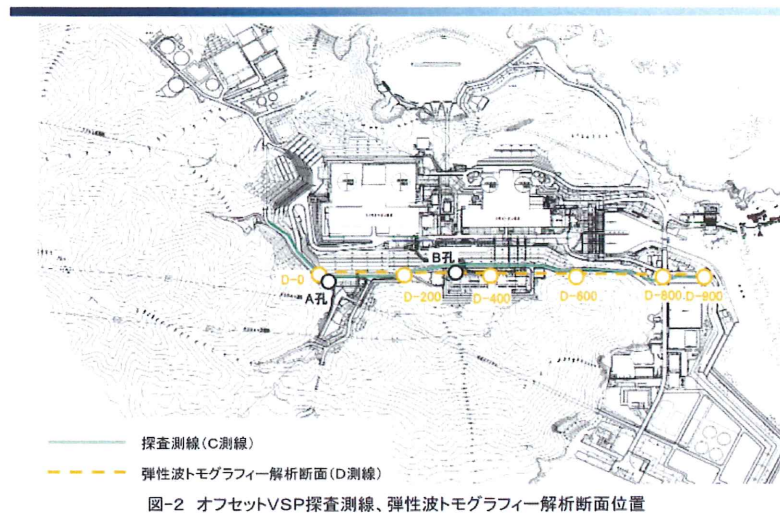
また、大飯発電所 4 号機の南西に位置するボーリング孔で、赤松氏がマムシ谷と述べていた場所（甲 655 の 1、48 頁）で行われたダウンホール法による P S 検層の結果は、図表 5 1（丙 196、20～21 頁）のとおりである。P S 検層の結果は左上のグラフであるが、標高 +50m の地点で既に S 波速度 2.0km/s 程度となっており、標高 0m 付近以深は約 2.4km/s 程度の速度となっている。



(丙 196、20~21 頁)

図表 5 1 大飯発電所 4 号機南西のボーリング孔における P S 検層結果

さらに、本件発電所敷地において行ったオフセット VSP 探査を利用した弾性波トモグラフィー解析の結果（図表 5 2。丙 347、5 頁、8 頁）によれば、D 測線の D-400 の地点が 01-3 孔の付近に位置しているところ、この付近には標高-50m よりも深い部分には低速度層（逆転層）は見られない結果となっている。なお、ここで実施したオフセット VSP 探査の震源は、中型 P 波バイブレータでスウィープ周波数は 12~60Hz 程度であるため（丙 347、3 頁）、サスペンション法よりもより自然の地震に近い周波数を用いているといえる。



・速度の遅い部分の下面はA孔付近から200m付近に向かって緩やかに深くなり、600m付近に向かって浅くなっている。また600m以遠では速度の遅い部分は薄くなっている。

・多少の高低差はあるものの、表層から50m程度で $V_p=4.0\text{km/s}$ 以上の速度が確認できた。また、 $V_p=4.6\text{km/s}$ の上面深度はE.L.0m～-50m程度である。

(丙 347、5 頁、8 頁)

図表 5 2 弾性波トモグラフィー解析の結果

このように、各種のP S 検層の結果及び弾性波トモグラフィー解析の結果を比較して検討しても、本件発電所敷地の地盤の深部には、概ねS波速度 2.2km/s 程度の地盤が広がっていることが分かる。

原告ら及び赤松氏は、原子炉建屋（炉心）から離れた 01-3 孔及び 01-11 孔の P S 検層の結果から深部に低速度層（逆転層）が存在すると述べるものの、いかなる厚さの層がどのような広がりをもって存在しているのかについて何ら述べていないため、そのような見解には合理性は認められない。そして、上記第 1 の 4（3）で述べたとおり、サスペンション法は、用いる震源の周波数が 1kHz 又はそれ以上の高周波数であり、孔壁を伝播する弾性波の波長が短いために、孔壁の形状や亀裂の分布の影響を受け易く、データのばらつきが大きくなるという特徴を有するのであるから、仮に低速度部と呼べるような箇所が見受けられるとしても、それが直ちに低速度層の存在を意味するわけではない。そして、その他各種調査結果等を勘案すれば、低速度層の存在が認められるような結果が得られているわけではないのだから、結論としてそのような低速度部は、地盤増幅特性の評価において考慮する必要があるほどのものではない。

- e 以上のとおりであるから、本件発電所の敷地表層及び深部に、基準地震動策定のための地下構造モデル評価上考慮する必要がある低速度層が存在するという原告ら及び赤松氏の主張は失当である。

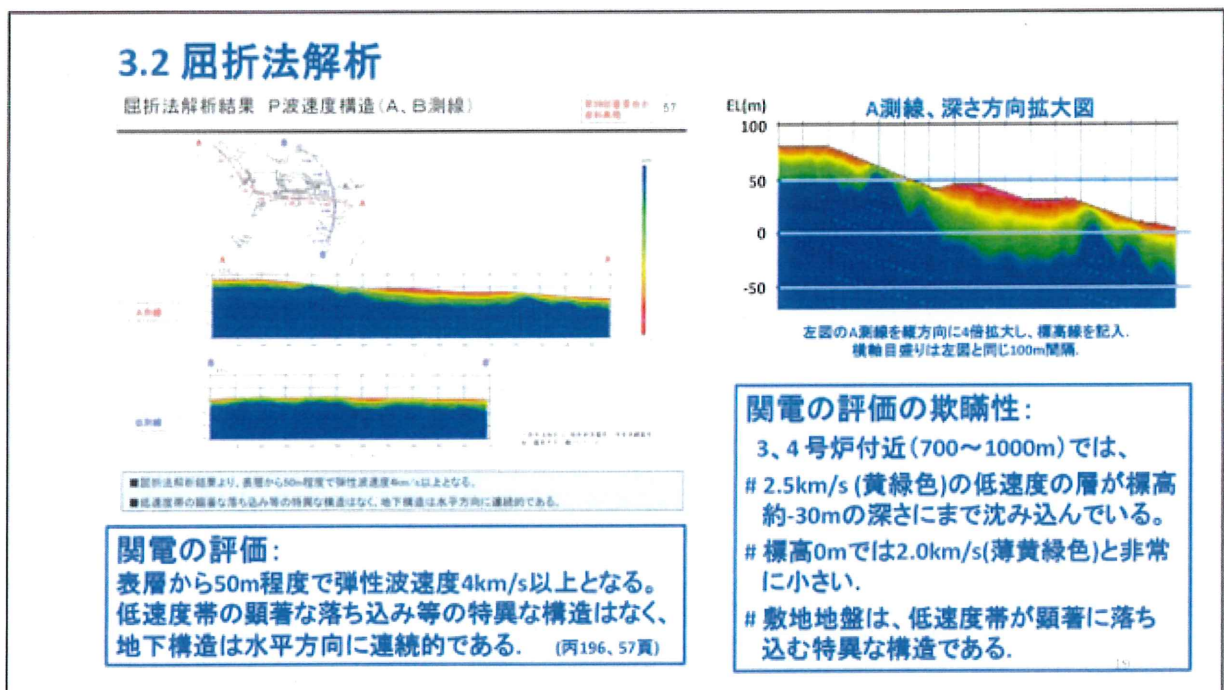
（イ）反射法地震探査屈折法解析の評価について（被告準備書面（17）

23～24頁、同（22）23～24頁）

- a 原告らは、被告が本件発電所の A 測線において実施した反射法地震探査屈折法解析について、本件発電所の付近で P 波速度 2.5km/s（黄緑色）の低速度層が標高-30mの深さまで沈み込んでおり、低速度帯の顕著な落ち込み等の特異な構造が存在し、地下構造は水平方向に連続的であるとは到底言えない、解放基盤表面とされる標高 0m 付近の P 波速度は 2.0km/s に過ぎないなどと指摘している（原告ら第

4 4 準備書面14～15頁、同第 5 6 準備書面6～7頁)。

また、赤松氏も主尋問において、図表 5 3 (甲655の1、19頁)を見ながら、「A 測線について、縦方向に4倍拡大したのが右の図です・・・3号炉、4号炉がある付近では、黄緑色の2.5キロの層が標高マイナス30メートルの方まで沈んでるわけですね。それから、この標高ゼロメートルのところでは、黄緑色もあって、速度は2キロ前後なんですね。だから、4キロの弾性波速度があるというのは、当たらないということです」と供述している(赤松氏主尋問調書19頁)。



(甲 655 の 1、19 頁)

図表 5 3 赤松氏による反射法地震探査屈折法解析の検討

b しかし、以下に述べるとおり、赤松氏の意見には合理性がない。

屈折法解析の A 測線は、本件発電所内の盛り土や沖積層の上の道路等で調査したデータを用いており、その解析結果は表層の軟らかい地盤の存在を反映している(上記図表 4 8。丙267、26頁)。また、

上記（ア）cでも述べたとおり、A測線と直交しているD-D'断面の地質断面図（上記図表50。丙339、20頁）からも、測線付近の地表（「反射法弾性波トモグラフィー測線付近」と記載のある付近）に未固結地盤があり、そこから深度が増加するにしたがってD級、CL級、CM級と岩級区分が上がっていることが分かる。さらに、上記図表50の地質断面図を見ると、A測線付近に認められる未固結地盤～CM級の岩級までの岩盤が、3号機建屋の直下では掘削されて無くなっており、CH級の岩盤に直接建屋が建設されていることが分かる。

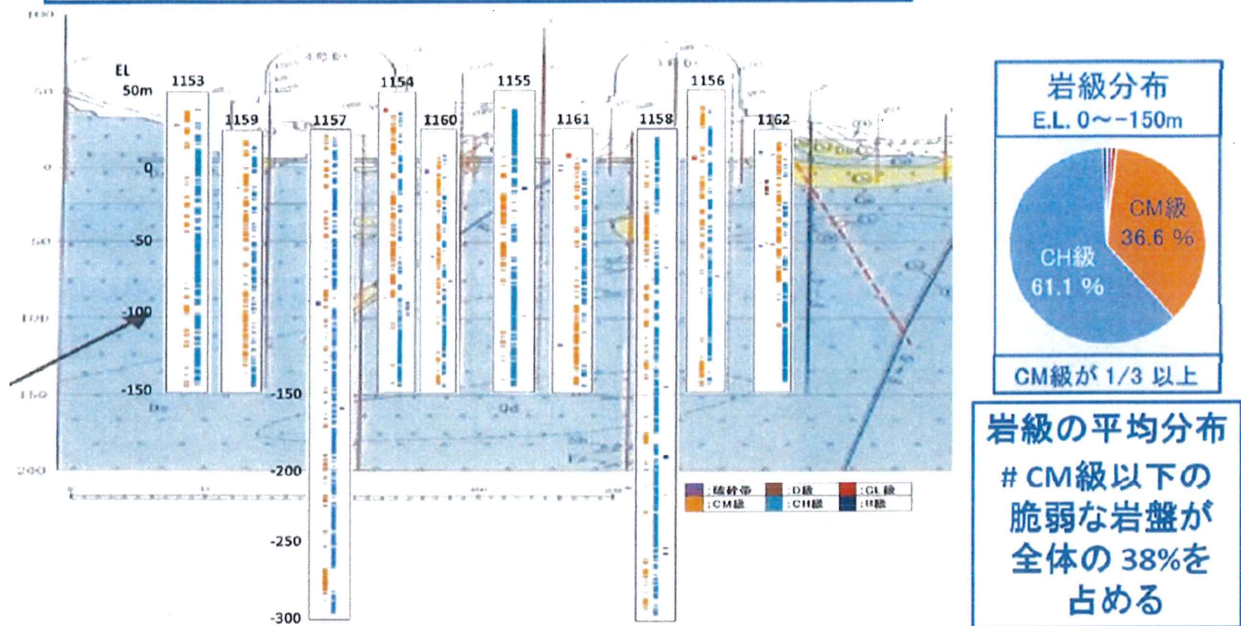
また、そもそも被告は、屈折法解析の調査を、地盤の速度構造を精度良く求めることができる直線の探査測線ではなく、屈曲している部分が多くある本件発電所内の道路等で行っている。このような屈折法解析の調査は、各調査地点における地下の速度構造を精度良く求めることが目的ではなく、本件発電所敷地の地盤に、低速度帯の顕著な落ち込み等地震波の伝播に影響を与えるような特異な構造が認められないことの確認が目的であって、あくまで補足的な位置付けで実施されている（丙268、4頁、7～10頁）。

このように、被告は、本件発電所内の道路等の表層の軟らかい地盤の存在を反映していることや探査測線が屈曲している部分の影響等を考慮した上で、屈折法解析の結果、本件発電所敷地の深度50m位までの浅部地下構造において、低速度帯の顕著な落ち込み等はなく、特異な構造を示すようなものは認められないとの評価をした（丙267、41～42頁）。

なお、赤松氏は、反対尋問において、A測線やB測線上の表層の低速度の箇所が3、4号炉の真下にもあると解釈しているのかとの質問に対して、「この形が真下にあるかどうかは分かりません。分から

ないから、三次元探査をやらないと駄目ですよということを言ってます」 と供述している（赤松氏反対尋問調書16～17頁）。しかしながら、上記のとおり屈折法解析の測線で見られた低速度部は測線上の盛り土や沖積層に影響を受けたものと考えられ、また、当該未固結地盤はすでに掘削され除去されているのだから、原子炉直下には存在しないことは三次元探査を実施せずとも明らかである。また、赤松氏は本件発電所建屋付近の10本のボーリングの柱状図を示して、CH級とCM級の割合を述べているが（図表54）、これらのボーリングの柱状図が示す岩級区分の分布からも（上記（ア）参照）、表層部分に未固結地盤が存在しないことは明らかである。それにもかかわらず、赤松氏は根拠を示すことなく、盛り土や沖積層に影響を受けた低速度部が原子炉直下に存在するか分からない旨述べており、このような赤松氏の意見は著しく不合理である。

岩級分布 (1/8) 地質柱状図の岩級区分を彩色表示



(丙 655 の 1、57 頁)

図表 5 4 赤松氏による 10 本のボーリング柱状図

また、原告らは、被告が屈折法解析のデータを利用して行ったはぎとり法解析についても、「VP=4.5km/s層の上面の深さは120mであり、標高に換算すると-80~-90m、その深さまでの表層の平均P波速度が1.9km/sに過ぎないことを示している。表層のP波速度は非常に低い。これは、屈折法による速度断面図の分析結果と一致している」などと主張する（原告ら第44準備書面16頁）。しかし、原告らが指摘する「表層の平均P波速度が1.9km/sに過ぎない」というのは、はぎとり法解析についても、上記bの屈折法解析と同様に表層の軟らかい地盤の存在を反映している結果であり、原告らが指摘する低速度部が見られるのも当然のことである（被告準備書面（17）25頁）。そして、いずれにせよ、本件発電所付近ではそのような低速度部がすでに掘削され、除去されているのは上述のとおりである。

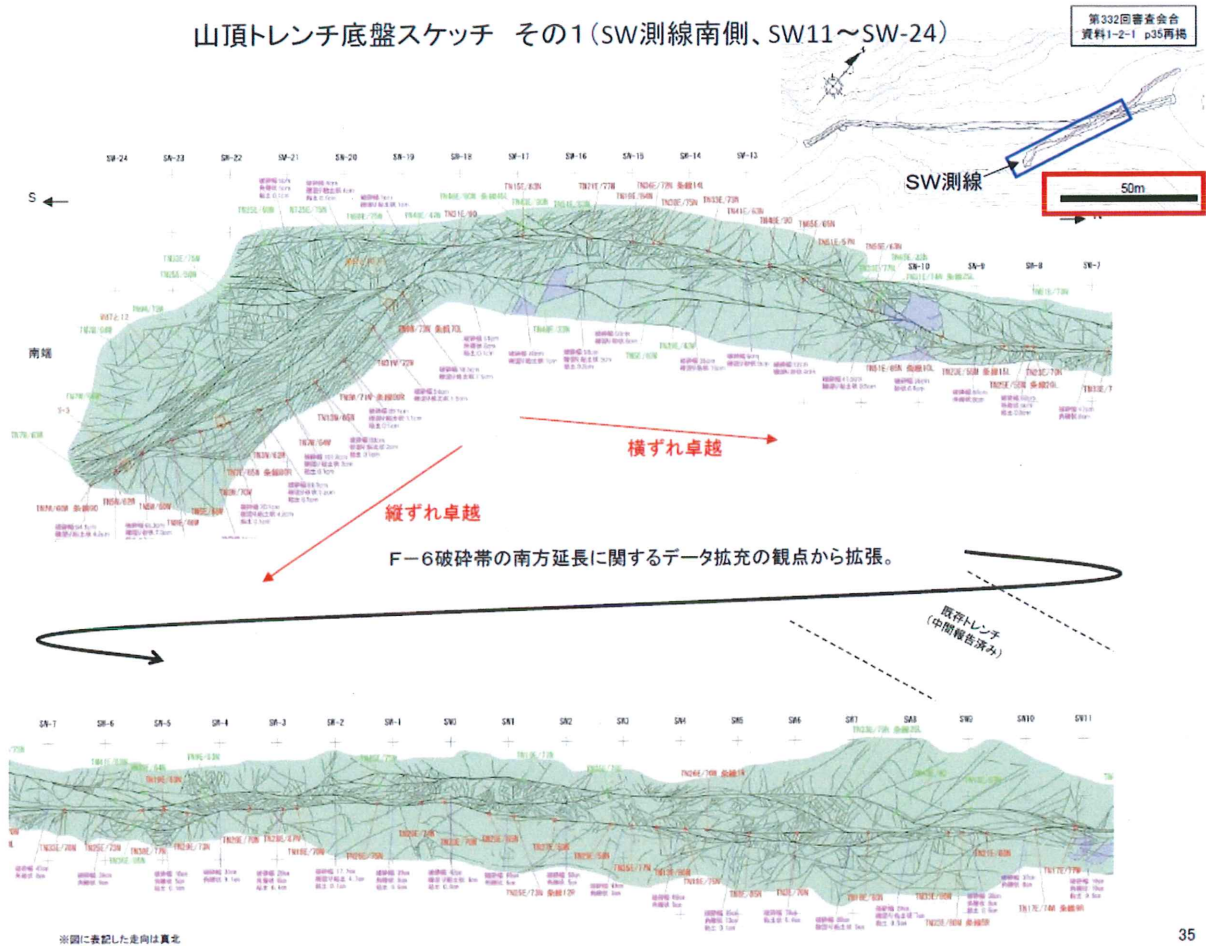
c 原告らは、赤松氏の反対尋問後に提出された準備書面において、被告の実施したオフセットVSP探査を利用した弾性波トモグラフィ解析（D測線）の結果（上記図表5-2。丙347、5頁、8頁）について、「低速度の落ち込みは・・・D測線200mの前後50m（幅約100m）の位置に認められる」とした上で、原告らが「低速度の落ち込み」と称する範囲はF-6破砕帯がD測線と交わる位置と一致しており、またF-6破砕帯の周辺には幅100mに及ぶシームが多数広がっていることからすると、当該「低速度の落ち込み」はF-6破砕帯およびその周辺に広がるシームの影響によるものといえ、そしてF-6破砕帯は本件発電所建屋付近を通過しているから、D測線で見られる「低速度の落ち込み」が本件発電所建屋付近にまで広がっている旨主張する（原告ら第113準備書面4～12頁）。

そもそも、原告らがD測線上の「速度の落ち込み」と称する箇所は、D測線と直交しているD-D'断面の地質断面図（上記図表5-0。丙339、20頁）を見ると、反射法地震探査屈折法解析と同様に、当該測線付近に認められる未固結地盤～CM級の岩盤までの岩盤の影響を受けたものと考えられる。原告らはD測線のトモグラフィ解析結果が、本件発電所建屋直下にもそのまま適用できるかのよう主張しているが、同地質断面図（上記図表5-0のD-D'断面）をみれば分かるとおり、D測線と本件発電所建屋では距離にして150m程度離れており、D測線の付近では、表層に未固結地盤やCM級以下の風化を受けた岩盤が残っている。一方で3号炉心付近では、例えば309孔の孔口標高を踏まえると、当初の地盤面から70m程度は掘削されているほか、1158孔や1156孔のボーリング柱状図からは地下深部から標高+20m付近まで概ねCH級が分布している（丙178、6-3-603頁、6-3-616頁（1156と1158の柱状図））など、両地点では地盤

状況に差異が認められる。反対尋問によれば、赤松氏もこのような差異が存在することは認識していると思われるが（赤松氏反対尋問調書14頁、18頁）、それにもかかわらず原告らの主張はこれらを一蹴踏まえないものであり、その点でも理由がない。なお、原告らは上記F－6破砕帯等に関する主張にあたり、被告の単点微動観測結果もその根拠の1つとして参照しているところ（原告ら第113準備書面10～11頁）、下記（3）ウ（ウ）で述べるとおり、原告らは被告の単点微動観測の結果について「H/Vスペクトルから、下層（基盤岩層）の速度値を精度良く求めることは不可能」「H/Vスペクトルから解放基盤深度が推定できるとする主張は・・・誤りである」などと批判しているのであり（原告ら第44準備書面17～18頁）、自ら精度が低いと批判した同トモグラフィ結果から上記主張を行う姿勢は矛盾していると言うほかないことを指摘しておく。

上記の「速度の落ち込み」に係る主張を措くとしても、以下で述べるとおり、当該主張は事実誤認に基づく主張であり、理由がない。

原告らは、まず丙492の1の35頁を引用し、「F6破砕帯が伴うシームは幅50mを上回って」いるとする（原告ら第113準備書面6～7頁）。原告らがどのようにして当該幅を求めたのかは明言されていないが、原告ら代理人が赤松氏の再主尋問において同書証を引用して、「この図の右上のところに50メートルの尺が書いてありますので、この尺を見ると、シームの幅というのは50メートルぐらいは十分にあるというふうに見えるんですけども…」と質問し、それに赤松氏も異論を差し挟んでいない（赤松氏反対尋問調書91～92頁）ことに照らせば、同書証の右上に表示された縮尺（赤枠部分）を、同書証下部の底盤スケッチに用いて計測したものと考えられる（図表55）。



35

(丙 492 の 1、35 頁。赤枠は被告が追記)

図表 5 5 山頂トレンチ底盤スケッチ

しかしながら、当該縮尺は、あくまでも同書証右上に表示された山頂トレンチ (SW測線) の規模を示すためのものであり、同書証下部に示される底盤スケッチに適用されるものではない。この点については、「大飯発電所 地盤 (敷地の地質・地質構造) について (別添資料集)」(丙552、24頁) が参考になる。同資料では、上記図表 5 5 の山頂トレンチの底盤スケッチに対応する底盤写真が示されており、右下の縮尺 (赤枠部分) に照らせば、山頂トレンチの縮尺が50mを基準としている一方で、底盤写真の縮尺が1mを基準としてい



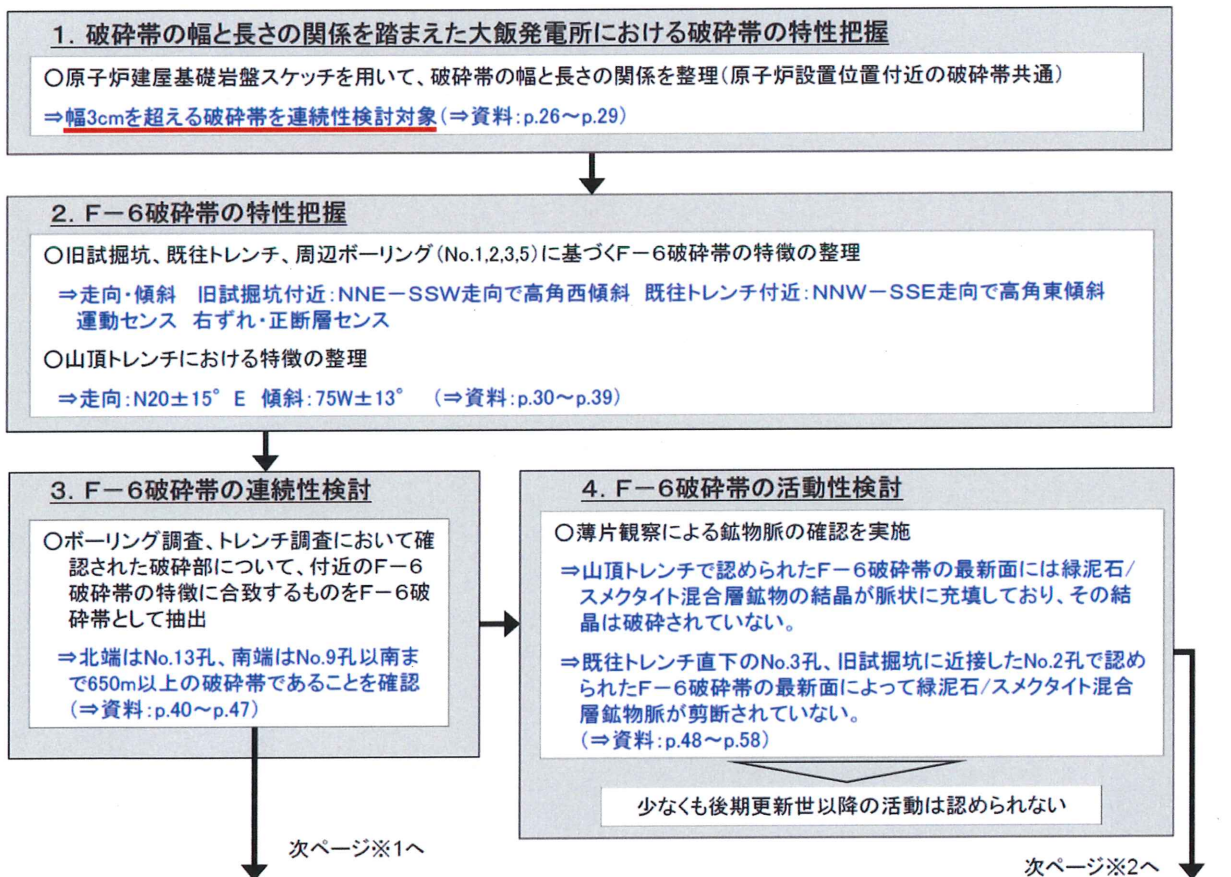
図表56 山頂トレンチ底盤写真

121

頁に描かれているシームの幅は「3cm以上のものだけであるから・・・3cm未満のシームがさらにその外にも多数広がっていることになる」と主張する（原告ら第113準備書面6～7頁）。当該主張は、丙492の1の24頁の上段における「幅3cmを超える破砕帯を連続性検討対象」との記載を基になされているものと考えられる（図表57）。

F-6破砕帯の評価の概要(1/2)

第332回審判委員会
資料1-2-1 p24再掲

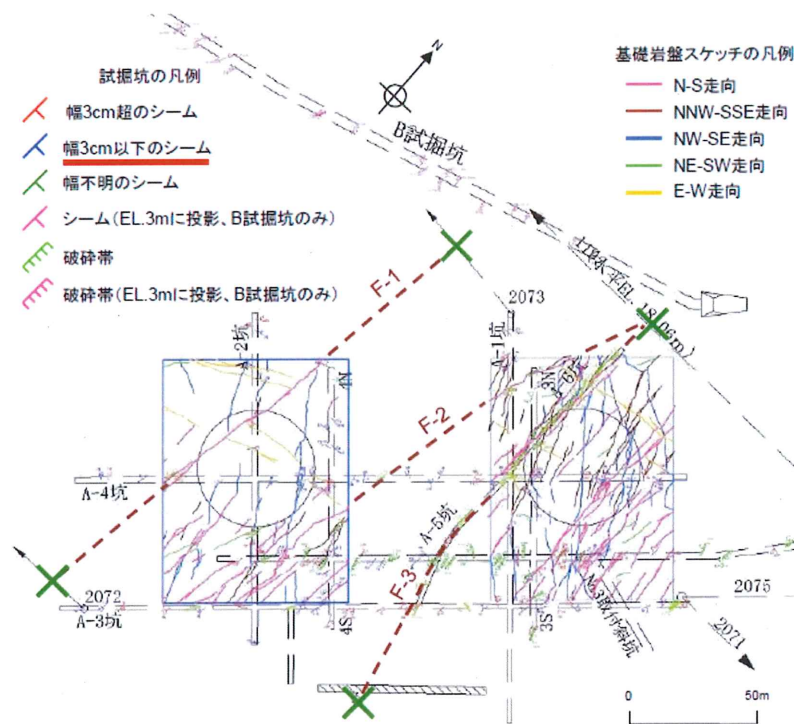


（丙492の1、24頁。赤線は被告が追記）

図表57 F-6破砕帯の評価の概要

しかしながら、当該記載は、文字どおり幅3cmを超える破砕帯を連続性評価の検討対象にしたという趣旨に留まり、同書証上においては3cm以上の幅を持った破砕帯等のみが描かれていると述べるもので

はない。例えば、原告ら自身が原告ら第113準備書面11頁中で引用している丙492の1の27頁を見れば、幅3cm以下のシームが同資料上に描かれていることは明らかである（図表58）。したがって、丙492の1の35頁に描かれているシームは幅3cm以上のものだけであるとする原告ら主張は事実誤認に基づくものであり、F-6 破碎帯周辺のシームの規模が幅100mに達するとの主張はその前提を欠くものであるから、失当である。



（丙492の1、27頁。赤線は被告が追記）

図表58 山頂トレンチ底盤写真

以上のとおりであるから、F-6 破碎帯の周辺には幅100mに及ぶシームが多数広がっており、当該シームの範囲がD測線における弾性波トモグラフィー解析断面図の速度の落ち込み部分と一致するとの原告らの主張は理由がない。

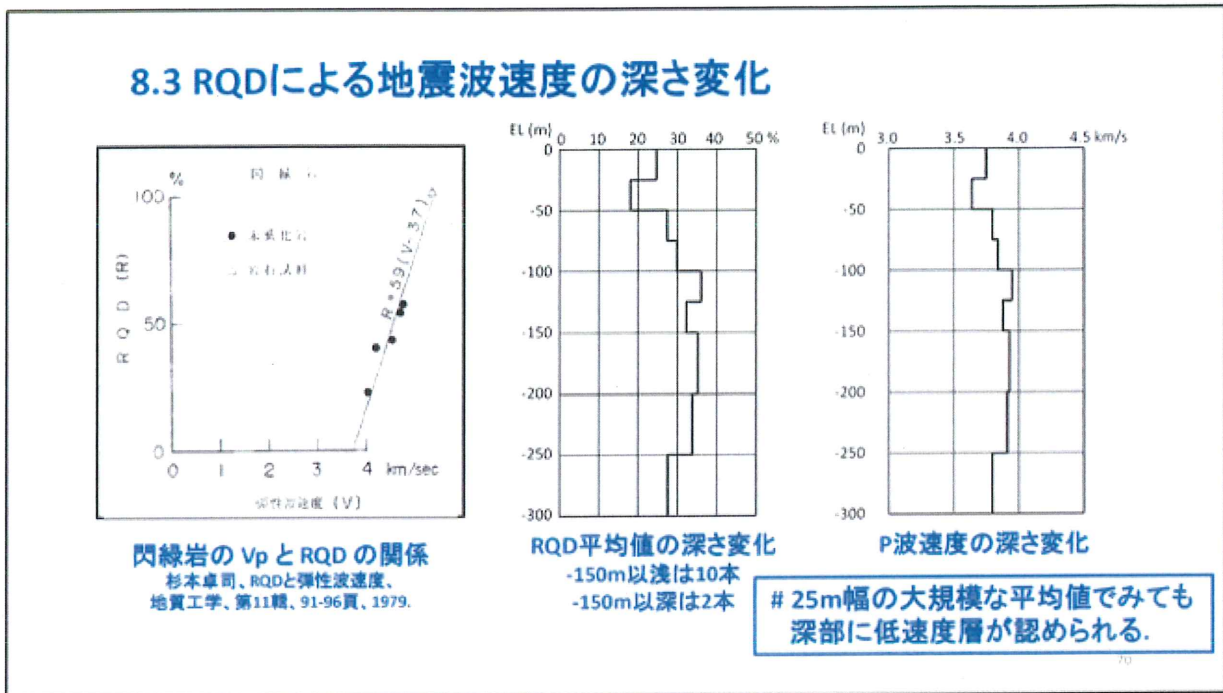
なお、念のため付言すると、原告らはF-6 破碎帯以外の破碎帯

の幅について「F2:90cm、F3:50cm、F4:50cm、F5:1m、F6:1mである」とした上で、「破砕帯による速度の落ち込み規模は破砕帯の幅と相関」しており、その結果として波線集中効果も発生する旨主張するが（原告ら第113準備書面12頁）、これらの幅の値は、あくまでも各破砕帯の最大幅を示す値である（丙492の1、96頁）から、各破砕帯の幅がその全範囲にわたって上記の値である前提で論じるのは不合理であることに加え、そもそも「破砕帯による速度の落ち込み規模は破砕帯の幅と相関」するとされる根拠は示されておらず（イ（オ）で後述するとおり、甲664号証はこの論拠足りえない）、理由がない。

e したがって、屈折法解析のトモグラフィー解析結果において表層付近の低速度帯の落ち込みが認められる等の原告らの指摘は当を得ないものであり、被告の基準地震動策定に影響を及ぼすものではない。

（ウ）R. Q. D. によるP波速度の推定について

a 赤松氏は、R. Q. D. とP波速度との関係は古くから調査研究されており、R. Q. D. の低下とともにP波速度は低下すると指摘した上で、杉本（1979）（甲 508）に記載されている閃緑岩のP波速度との関係を示したグラフ（図表59の左側の図）を引用し、このグラフに本件発電所敷地の細粒石英閃緑岩（CH級）の超音波速度測定結果であるP波速度5.03km/sを適用してR. Q. D. からP波速度を推定すると、図表59の右側のグラフのようなP波速度の分布が導かれると述べている（図表59の右側の図。甲655の1、70頁）。



(甲 655 の 1、70 頁)

図表 5 9 赤松氏の R. Q. D. による地震波速度の推定

また、R. Q. D と地震波速度の関係について、赤松氏は主尋問においても、上記図表 5 9 を見ながら、「昔から RQD の値と、それから、地震波速度の値は相関があるということが詳しく調べられております。この図は、大飯原発の構成岩である閃緑岩についての関係ですが、横軸が速度で縦軸が RQD ですが、こういうふうにリニアな関係があるんですね」と供述している（赤松氏主尋問調書 37 頁）。

しかしながら、上記第 1 の 3 (3) で述べたとおり、ここで赤松氏が行っている杉本 (1979) のグラフを用いて R. Q. D. から P 波速度を推定する手法には、以下のように手法として合理的とは言い難い点が複数存在する。

- b まず、赤松氏は杉本 (1979) の閃緑岩のグラフをそのまま用いるのではなく、本件発電所敷地の細粒石英閃緑岩の超音波速度測定結

果のみを用いてグラフを書き換えて用いている。すなわち、杉本（1979）の閃緑岩のグラフをもとにすると、R. Q. D. が 100%の場合には P 波速度が約 5.39km/s となる（ $R=59$ （ $v-3.7$ ）の R に 100 を代入すると、約 5.39 となる）ところ、赤松氏は、このグラフを R. Q. D. が 100%のときに P 波層度が 5.03km/s（超音波速度測定結果）となるよう式を書き換えて使用したのである。

この点につき、赤松氏は、反対尋問において、被告訴訟代理人より「左上の杉本 1979 のグラフは、そのまま使ったのではなくて、大飯の細粒石英閃緑岩の速度値を適用して、グラフそのものを作成し直したということなのですね」と質問されたことに対して、「グラフを書く手法は同じにしました。だから、この傾きは違います」「同じくらい。変わったとしても数%ですから」などと供述し、意図的にグラフを書き換えて利用したことを認めている（赤松氏反対尋問調書 33～34 頁）。

このように、赤松氏は杉本（1979）のグラフを書き換えて使用しているところ、杉本（1979）ではグラフを作成するにあたって P S 検層のダウンホール法で測定された P 波速度をもとにしているにもかかわらず、赤松氏は P S 検層の結果から直接得られる P 波速度を用いずに超音波速度測定結果による P 波速度のみを用いて書き換えを行っている。しかしながら、杉本（1979）では、R. Q. D. が 100%のときの速度については超音波速度試験（室内速度測定）の結果を用いて、それ以外の値のときには P S 検層の結果を用いて、言い換えれば P S 検層の結果と超音波速度試験の結果を組み合わせで考慮することにより、P 波速度と R. Q. D の相関式を検討している（甲 508、91～92 頁）。赤松氏の行ったグラフの書き換えは、P S 検討の結果から直接得られた P 波速度を用いていない点で、杉本（1979）

が行った検討手法に沿わないものであり、赤松氏独自の手法といえるが、赤松氏から当該手法が合理的であるとする根拠は説明されていない。このような手法で算出された速度値に基づく検討は当を得ないものである。

c また、そもそも赤松氏自身は、「ダウンホール法というのは、非常に精度が出ない。特に、この1970年代、80年代の記録というのは、悪い」（赤松氏主尋問調書16頁）との見解を有しているのであるから、赤松氏の見解に従うと、杉本（1979）は「非常に精度の悪い」データから導かれたグラフということになるはずである。それにもかかわらず、赤松氏は何の留保もなく、そのような「非常に精度の悪い」グラフをさらに修正して利用し、これをもとに低速度層の存在を主張した上で、被告の把握した地盤の速度構造を批判している。このような赤松氏の姿勢は全く一貫性のないものであり、かかる供述は専門家の意見として評価できないと言わざるを得ない。

d さらに、赤松氏は、上記図表59の右側のP波速度を導くにあたって、0～-300m まで全て細粒石英閃緑岩で構成された地盤であることを前提にP波速度を測定しているところ、実際の本件発電所敷地の地盤の状況はこれとは全く異なる。すなわち、本件発電所の直下には細粒石英閃緑岩の下に E. L. -50～-150m 辺りから輝緑岩が広がっている（図表60。丙492の1、18頁。ピンク色が細粒石英閃緑岩、黄緑色が輝緑岩である）。そして図表59の中央のグラフの-150m 以深は、1157孔（大飯発電所4号機直下）、1158孔（大飯発電所3号機直下）の2本のボーリング孔のデータによるものであるところ、1157孔の柱状図では、-101.13m 以深から輝緑岩が分布しており、-154.13～-180.13m に細粒石英閃緑岩、その他一部粘板岩、塩基性凝灰岩、珪長岩が狭在する以外は、-296.03m まで輝緑岩で構成されている

(丙 178、6-3-608～6-3-615 頁)。また、1158 孔の柱状図では、浅いところにも若干輝緑岩の分布が見られ、-69.09m 以深から輝緑岩が占める割合が多くなっているが、-134.79～-151.54m と、-152.44～-171.14m に細粒石英閃緑岩がみられるほか、斑れい岩、塩基性凝灰岩、粘板岩、珪長岩が薄く狭在している (丙 178、6-3-616～6-3-623 頁)。

そして、赤松氏が杉本（1979）のグラフの修正に使用した超音波速度測定結果について、細粒石英閃緑岩がCH級でP波速度5.03km/sであるのに対して、輝緑岩はCH級でP波速度5.42km/sとなっている（図表61。丙178、6-3-172頁）。

第3.5.4表 岩石試験結果（原子炉施設設置位置付近のボーリングコア）

岩 種			細粒石英 閃 緑 岩	輝 緑 岩	塩 基 性 凝 灰 岩	粘 板 岩	斑 礫 岩
岩 級 区 分			CH'	CH'	CH'	CH'	CH'
物 理 試 験	試 験 個 数		290	205	17	34	11
	単位体積重量 (g/cm ³)	平均値	2.72	2.88	2.76	2.78	2.96
		標準偏差	0.06	0.08	0.06	0.02	—
	吸 水 率 (%)	平均値	0.45	0.27	0.24	0.48	0.31
		標準偏差	—	—	—	—	—
	有効間隙率 (%)	平均値	1.21	0.79	0.67	1.31	0.92
		標準偏差	—	—	—	—	—
	試 験 個 数		290	205	17	34	11
超 音 波 速 度 測 定	P 波 速 度 (km/s)	平均値	5.03	5.42	5.48	5.26	5.37
		標準偏差	0.44	0.44	0.21	0.26	—
	S 波 速 度 (km/s)	平均値	2.79	2.99	3.01	2.89	3.08
		標準偏差	0.32	0.29	0.14	0.29	—
	動弾性係数 ($\times 10^5$ kg/cm ²)	平均値	5.52	6.74	6.55	5.98	7.12
		標準偏差	0.97	1.24	0.55	1.06	—
	動ポアソン比	平均値	0.27	0.28	0.28	0.28	0.24
		標準偏差	0.05	0.05	0.04	0.05	—
力 学 試 験	一軸圧縮試験	試 験 個 数	134	100	10	21	3
		一軸圧縮強度 (kg/cm ²)	平均値	997	1,094	1,145	1,082
			標準偏差	496	534	—	—
		静弾性係数 ($\times 10^5$ kg/cm ²)	平均値	5.08	6.77	6.12	5.24
			標準偏差	1.99	2.08	—	—
		静ポアソン比	平均値	0.23	0.26	0.26	0.23
			標準偏差	0.10	0.07	—	—
	引張試験	試 験 個 数	110	65	6	8	6
		引張強度 (kg/cm ²)	平均値	84	79	84	48
		標準偏差	35	30	—	—	—

（丙178、6-3-172頁）

図表61 岩石試験結果

杉本（1979）においては、異なる種類の岩石については異なるグラフが導かれており（甲 508、92～94 頁）、上記 b で述べたグラフの修正の適否はさておき、そもそも岩石の種類が異なるものについては適用できないことが大前提となっているはずである。赤松氏は、反対尋問において細粒石英閃緑岩と輝緑岩では P 波速度には 0.39km/s の差があるがそれは考慮しなかったのかとの指摘を受けた際、「多分そのときは、ボーリング孔は細粒石英閃緑岩でできてるんだというふうに私は理解してたんでしょうね」と供述し（赤松氏反対尋問調書 34 頁）、問題としているボーリング孔付近の地質の分布を正しく理解せずに意見を述べていたことを認めている。上記のとおり、杉本（1979）の検討では岩石の種類が重要な要素の 1 つであるにもかかわらず、赤松氏の姿勢はこれを軽視するものであり、結果的に本事件においては、杉本（1979）の適用を誤り、地質の分布を踏まえずに、閃緑岩の関係式を異なる種類の岩石に対して用い、P 波速度を求めていたことを認めたものといえる。

加えて、R. Q. D の値の検討にあたり、 -150m 以深については 1157 孔と 1158 孔の 2 本のボーリング孔のデータのみを利用しており、この 2 本のボーリング孔のコアは上記のとおり輝緑岩が大半を占めている上、細粒石英閃緑岩と輝緑岩以外の岩石も含まれているため、そもそもこの 2 本のボーリング孔のデータから単純に平均値を取るものの合理性についても疑問があると言わざるを得ない。

- e 以上のような赤松氏による R. Q. D. を用いた P 波速度推定手法の不合理性は、本件発電所における P S 検層試験の結果からも裏付けられる。すなわち、赤松氏が R. Q. D. から推定した本件発電所敷地の P 波速度分布はいずれも 4.0km/s を下回っているところ（図表 5 9 の右側のグラフ）、本件発電所敷地の細粒石英閃緑岩及び輝緑岩の P S 検

層試験の結果はCM級以上でP波速度4.0km/s以上となっており、赤松氏が推定したP波速度とは全く異なった値が確認されている（図表6-2。丙387、参考資料20頁）。赤松氏も、別件大津訴訟の反対尋問において、この点を実質的に認めている（丙489、33頁）。

2. PS検層試験結果

岩種	岩級	Vp (km/s)	Vs (km/s)	動せん断弾性 係数※1 (N/mm ²)	動ポアソン 比※2
輝緑岩	CH級	4.81	2.38	16,000	0.34※3
	CM級	4.15	2.00	11,000	
	CL級	1.67	0.84	1,900	
	D級	1.09	0.50	390	0.37
細粒石英 閃緑岩	CH級	4.26	2.18	13,000	0.34※3
	CM級	4.22	2.08	11,000	
	CL級	2.31	1.05	2,800	
	D級	1.09 D級(輝緑岩)の 値を流用	0.50 D級(輝緑岩)の 値を流用	390 D級(輝緑岩)の 値を流用	0.37 D級(輝緑岩)の 値を流用
崖錐堆積物および新期扇 状地堆積物	-	1.08	0.39	280	0.43
段丘堆積物	-	1.73	0.53	620	0.45
盛土および埋め戻し土	-	1.26	0.36	280	0.46

※1: 動弾性係数(G) $G = (\gamma/g) \times Vs^2$

γ : 単位体積重量 g : 重力加速度 Vs : S波速度

※2: 動ポアソン比(ν) $\nu = 1/2 \times [(Vp/Vs)^2 - 2] / [(Vp/Vs)^2 + 1]$

Vp : P波速度 Vs : S波速度 ν : 動ポアソン比

※3: CH、CM、CL級岩盤の値に大きな差がないため、それらの平均値を解析用物性値として採用。

(丙387、参考資料20頁)

図表6-2 岩石に関するPS検層結果

f また、杉本(1979)以降、R.Q.D.からP波速度を推定する方法に関する研究成果も見当たらず、日本電気協会原子力規格委員会が制定した電気技術指針(JEAG)やその他の地盤工学会の基準類においても、赤松氏が用いているR.Q.D.からP波速度を推定する手法は用いられていない。この点については、赤松氏自身も別件大津訴訟の反対尋問において「出ていないと思いますけれども、分かりません」

と証言している（丙 489、32 頁）。

g なお、被告が美浜発電所において行った R. Q. D. と P 波速度の比較検討（図表 6 3 の左から 2 つ目のグラフ。甲 509、42 頁）を見ると、例えば、-100～-200m の付近では、P 波速度は 5.0km/s 又はそれ以上であるのに対して、R. Q. D は 100 から 50 を下回る範囲で大きくばらついている。このようなデータからしても、R. Q. D と P 波速度の間には、明確な相関関係を導くことができないことは明らかである。

1. 3. 深部地下構造の評価〔S1100 孔ボーリング調査結果〕

コメント回答資料

42

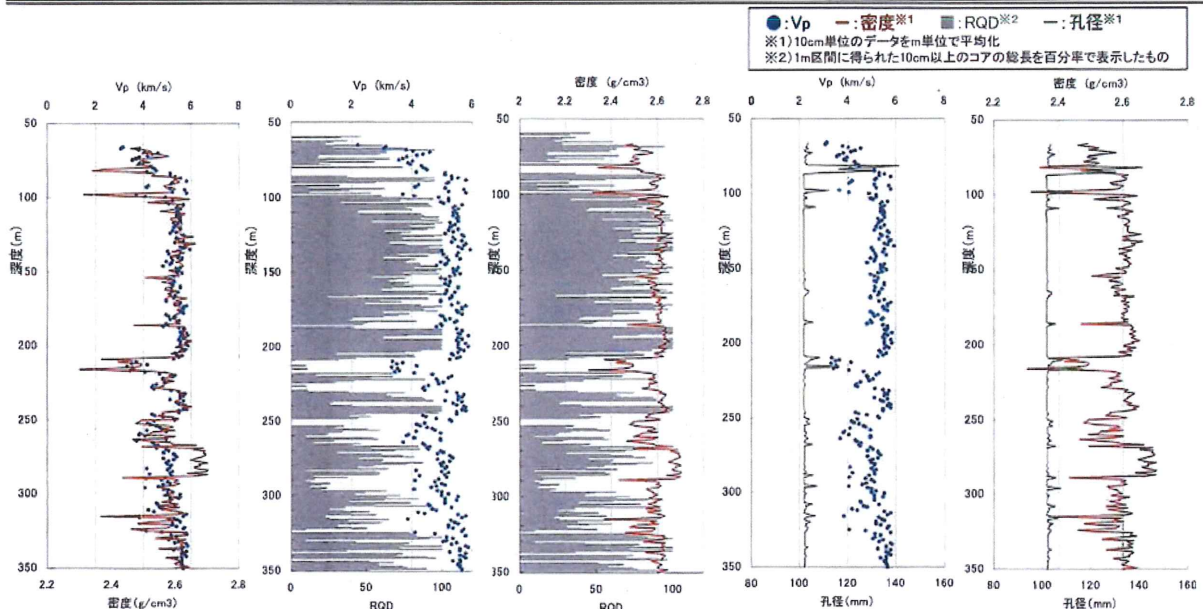


図1. Vpと密度の関係 図2(a). VpとRQDの関係 図2(b). 密度とRQDの関係 図3(a). Vpと孔径の関係 図3(b). 密度と孔径の関係

- ・Vpと密度の関係をみると、Vpと密度の低下が確認された深度が概ね一致している。
- ・これらについて、RQDや孔径について確認を行った結果、RQDが小さい深度及び孔径が大きい深度において、Vpと密度の低下が確認された。
- ・以上より、RQDが小さい深度及び孔径が大きい深度、つまり割れ目が多く、地質的に脆弱な深度において、Vpと密度の低下が確認された。

（甲 509、42 頁）

図表 6 3 美浜発電所の S1100 孔における各種調査の対比

h 以上のとおりであるから、R. Q. D. の数値から P 波速度を推定する

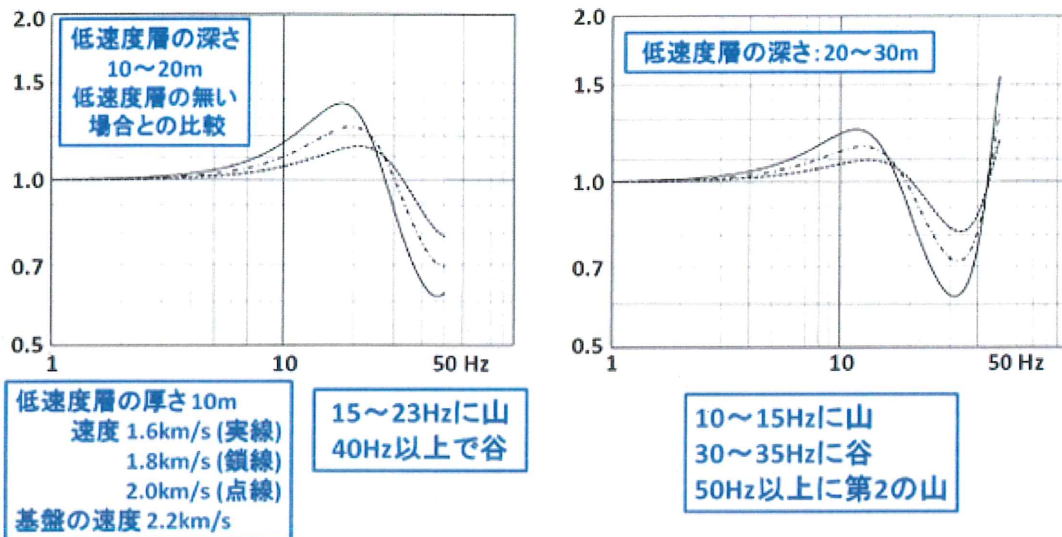
赤松氏の見解には、合理性は認められず、ひいては、R. Q. D の数値から推定したP波速度の値を根拠に低速度層が存在するとする赤松氏の主張にも理由がない。

(エ) 地下構造モデルの速度設定について（被告準備書面（28）36～37頁）

- a 原告らは、被告の地下構造モデルについて、低速度層の存在を無視していると批判しているところ（原告ら第69準備書面19～20頁）、赤松氏は、その意見書において、「P S 検層で明らかになった01-3孔、01-11孔の地中での速度の低下が震動特性にどの程度の影響を及ぼすかを検討する」として、S波速度2.2km/sの基盤の中に、厚さ10mの低速度層が存在する場合を仮定した上で、当該低速度層を複数のバリエーションに分けて考慮したモデル（以下、「深部薄層モデル」という）を作成し、深部に当該低速度層が存在する場合に地震動が増幅すると述べている（甲655の2、13～15頁、原告ら第87準備書面、3～7頁。図表64及び図表65）。

具体的に、図表64では、10m幅の低速度層が地下10～20mに存在する場合及び20～30mに存在する場合を仮定し、また図表65では、同様の低速度層が、より地中深くの地下50～60mおよび100～110mに存在する場合を仮定し、それら低速度層による地震波への増幅影響を検討しているようである（甲655の2、14～15頁）。なお、上記第1の3（2）イで述べたとおり、これらの深部薄層モデルは、赤松氏が裁判所の補充尋問に対する回答の中で言及した（不整形と地震波の波長に関する）「具体的な計算例」と考えられ、また、深部薄層モデルのグラフは、原告ら第113書面における被告への批判の中でもあらためて取り上げられている（原告ら第113準備書面3～4頁）。

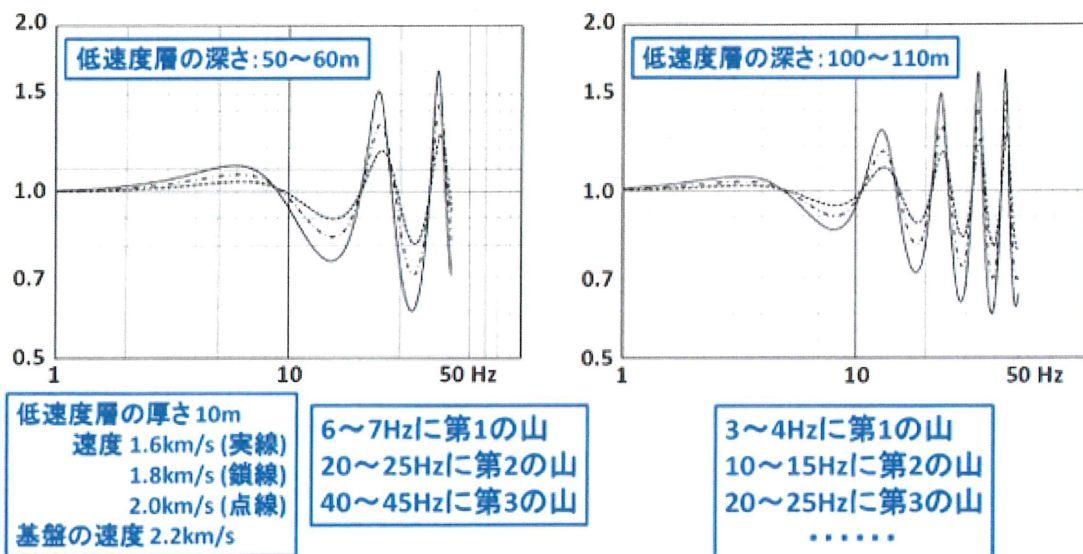
1.6 深部低速度層の影響 厚さ10mの低速度層が深さ10～20m、20～30mに有る場合



(甲 655 の 2、14 頁)

図表 6 4 赤松氏の深部薄層モデル①

1.6 深部低速度層の影響 厚さ10mの低速度層が深さ50～60m、100～110mに有る場合



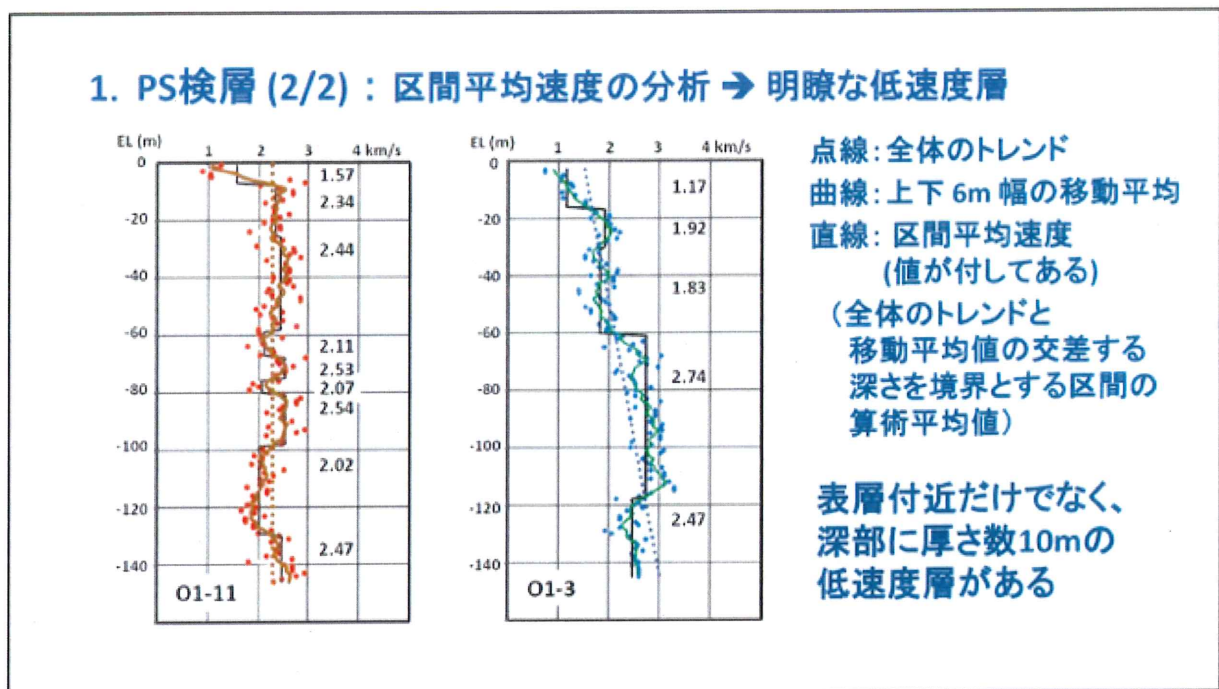
(甲 655 の 2、15 頁)

図表 6 5 赤松氏の深部薄層モデル②

- b しかしながら、上記（ア）で述べたとおり、本件発電所敷地で被告が実施したP S 検層及びオフセットVSP探査を利用したトモグラフィ解析の結果を見ても、速度値に一定のばらつきは認められるものの、そもそも深部に層状の低速度部は存在しないことが分かる。
- c これらの深部薄層モデルに関しては、本事件の尋問では赤松氏からの供述はなかったが、別件大津訴訟の反対尋問においては、上記図表6 4（甲655の2、14頁）を見ながら、深部薄層モデルの前提とする条件について次のような証言が行われた（丙489、28～29頁）。すなわち、被告代理人から、「関西電力の地盤モデルはいわゆる一次元のモデルですから、三次元に水平成層構造が広がっていることを前提としますので、証人の組み込んだ厚さ10mの薄層も、広く水平に広がっていることが前提ですね」との質問に対し、「そうです」と認めた上で、「原子炉建屋の真下だけ見ても、100m四方以上で、10mの薄層は広がっていると、そういうイメージになるんですか」との質問についても、「この図はそう、それを想定してます」と回答した。上記の証言を踏まえると、赤松氏の深部薄層モデルは、低速度層が少なくとも本件発電所の地下に広く一様に広がっていることを前提とするものであることがわかる。

このような低速度層が一様に広がっているというモデルの前提は、被告の本件発電所の各種の物理探査結果からは確認できないことは上述のとおりであるが、それだけでなく、モデルを作成した赤松氏自身も、P S 検層の結果からこのような前提を導くことができないことを認めている。すなわち、上記の別件大津訴訟の証言の直後、被告代理人から、01-3孔、01-11孔のP S 検層の結果から、100m四方以上の規模の薄層が広がっていることが根拠づけられるのかを質問

したところ、「それは得られないでしょうね」と回答し、低速度層が一様に広がっていることを前提とした検討が、P S 検層の結果からは根拠づけられないことを自ら認めている。さらに本事件における主尋問においても、図表 6 6（甲 655 の 1、6 頁）を見ながら、「P S 検層で、はっきりと、しかも、厚さがある、かなり厚い低速度層があるということが分かります」と供述していた（赤松氏主尋問調書 22 頁）が、反対尋問において、01-3 孔と 01-11 孔を結ぶような大きな低速度層があるという意味かと質問したところ、「そうは言ってません」と供述している（赤松氏反対尋問調書 29 頁）。



(甲 655 の 1、6 頁)

図表 6 6 赤松氏による P S 検層結果の分析

加えて、赤松氏は、最終的に反対尋問において、深部薄層モデルについて「実際に計算したのは、関電モデルそのものでなしに、モデル計算ですから、均質な中に低速度層があるというモデルで、低

速度層の影響を出したということです」と供述し（赤松氏反対尋問調書 30～31 頁）、深部薄層モデルが被告の地下構造モデルとは何ら関係のない、現実の敷地地盤の状況を踏まえない単なる仮想のモデルで増幅の程度を検討したものに過ぎないものであることを認めている。

d 以上の供述のとおり、赤松氏はサスペンション法を利用した P S 検層の結果（上記図表 6 6。甲 655 の 1、6 頁）を端緒として深部薄層モデルを作成したものの、深部薄層モデルで想定している広く水平に広がる低速度層が、実際には P S 検層の結果からは確認できないことを認めているのである。このことは、赤松氏は現実の敷地地盤の状況を踏まえない仮想に基づく深部薄層モデルと、被告が各種物理探査の結果を踏まえて作成した被告地盤モデルを比較して増幅率の高低を論じていることを意味するが、そもそもそのような比較をすること自体が失当である。

e また、赤松氏は、深部薄層モデルの一環として関電モデル（被告の策定した地盤モデル）の上部を 01-3 孔及び 01-11 孔のサスペンション法による P S 検層の結果に置き換えた（反対尋問における供述を踏まえると、関電モデルの上部に加えたのではなく、上部の 2.2km/s の部分と置き換えたとのことである。赤松氏反対尋問調書 31 頁）モデルを作成している（甲 655 の 2、17～18 頁）。しかし、これらのモデルにおいては各ボーリング孔のサスペンション法の結果をそのまま用いて置き換えている。すなわち、解放基盤表面を規定した原子炉建屋直下には存在しないことが明らかな表層付近の堆積層あるいは盛り土や風化の影響を比較的強く受けた岩盤などの速度値を用いたということになるから、かかる検証には全く意味がない。

結局これらのモデルは、上記第 1 の 3（2）及び上記 b～d でも

述べたとおり、各ボーリング孔でのサスペンション法によって測定された一定のばらつきのある速度値をもとに、当該ボーリング孔においてごく部分的に測定された低速度値が本件発電所敷地下に層状に広がっているとの前提を合理的根拠なく置いたものであり、その点でも合理性が認められないといえる（なお、原告らはその主張において、ボーリング柱状図における R. Q. D. の値からも、低速度層の存在が明らかであるとも主張するが（原告ら第 6 9 準備書面、20 頁）、このような批判に理由がないことは上記（ウ）で述べたとおりである）。

f 以上のとおりであるから、赤松氏の深部薄層モデルは被告の地下構造モデルの不合理性を何ら示すものではなく、加えて、上記第 1 の 3（2）で述べたとおり、このようなモデルに基づく原告らの批判に理由はない。

g なお、赤松氏は、反対尋問において、図表 6 7（丙 347、8 頁）を見ながら、この弾性波トモグラフィー解析の結果を見ても、標高 - 50m より深いところに低速度層や逆転層は認められないのではないかとこの質問に対して「この図を見る限り、ないけれども、この図の精度が問題です」と供述している（赤松氏反対尋問調書 29～30 頁）。

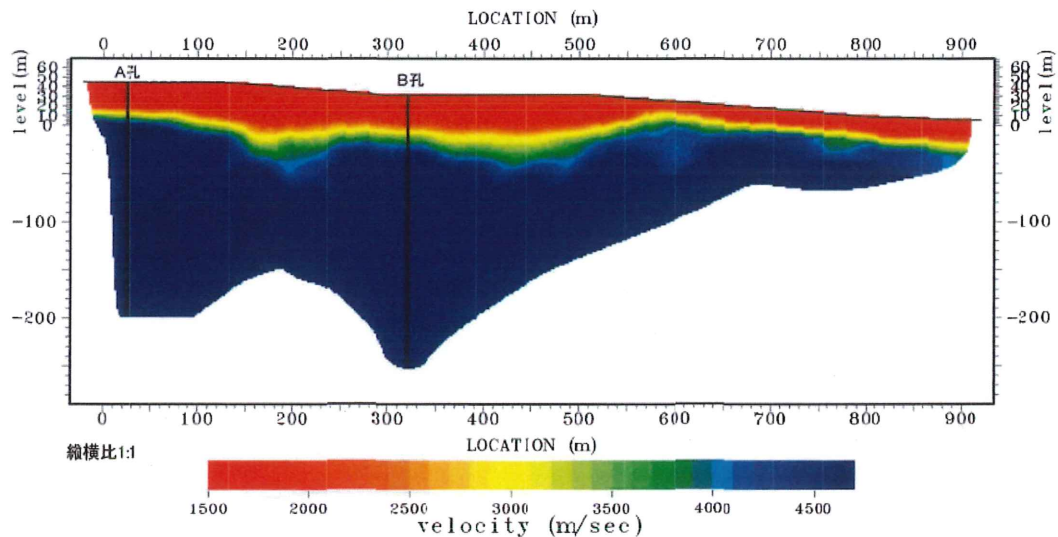


図-5 弾性波トモグラフィー解析結果

- ・速度の遅い部分の下面はA孔付近から200m付近に向かって緩やかに深くなり、600m付近に向かって浅くなっている。また600m以遠では速度の遅い部分は薄くなっている。
- ・多少の高低差はあるものの、表層から50m程度で $V_p=4.0\text{km/s}$ 以上の速度が確認できた。また、 $V_p=4.6\text{km/s}$ の上面深度はE.L.0m～50m程度である。

(丙 347、8 頁)

図表 6 7 弾性波トモグラフィー解析の結果

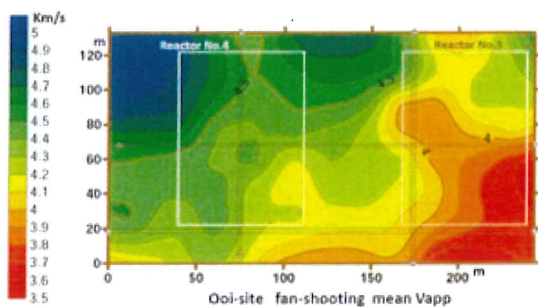
ここで赤松氏が指摘している「精度」というのは、別件大津訴訟における赤松氏への再主尋問での証言内容（丙489、94頁）を踏まえると、弾性波トモグラフィー解析について分解能があるというふうには見えないのでP S 検層より精度が悪いと指摘する趣旨だと思われる。しかし、下記ウ（ウ）で述べるとおり、赤松氏は、自ら精度が悪いと指摘した弾性波トモグラフィー解析の結果を用いて基盤沈降による波線集中のモデルを作成して被告の地下構造モデルに対する批判を行っており（甲655の2、12頁）、自己矛盾をきたしている。結局、赤松氏は、場当たりの根拠なく精度が悪いと指摘しているに過ぎないことがうかがわれ、精度が悪いとの赤松氏の供述自体に

についても信用性が乏しいと言わざるを得ない。

イ 本件発電所敷地には西から東への系統的な速度低下が存在する旨の原告らの主張に対する反論（被告準備書面（28）16～19頁）

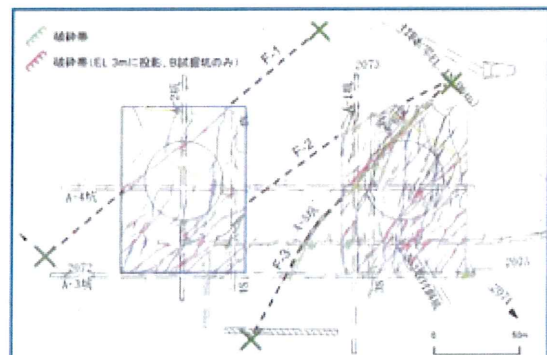
（ア）原告らは、本件発電所付近の破碎帯及びシームの分布図と赤松氏が試掘坑坑間弾性波探査の結果から作成したP波速度のコンター図（図表68。甲655の1、13頁）を比較するなどして、「4号炉の炉心下では4.3～4.5km/sであるが、3号炉の炉心下では3.8～4.0km/sと、大きな違いがある」（原告ら第67準備書面20頁）、「本件地盤の速度構造が、西から東にかけて顕著に低下している」（原告ら第89準備書面2～3頁）、「P波速度は・・・系統的に低下しており、しかも、速度の低下が・・・断層破碎帯・シームの分布に依存している」（原告ら第101準備書面7～10頁）などと主張している。

2.2 坑間弾性波探査 (3/4) 速度とシーム(亀裂)の分布の相関



トモグラフィ解析(第0次近似)による
P波速度のコンター表示.

速度は、西側から東側に系統的に低下し、
3号炉直下に東から4km/s以下の低速度
域が延びている。



3・4号炉建屋基盤岩におけるシームの分布

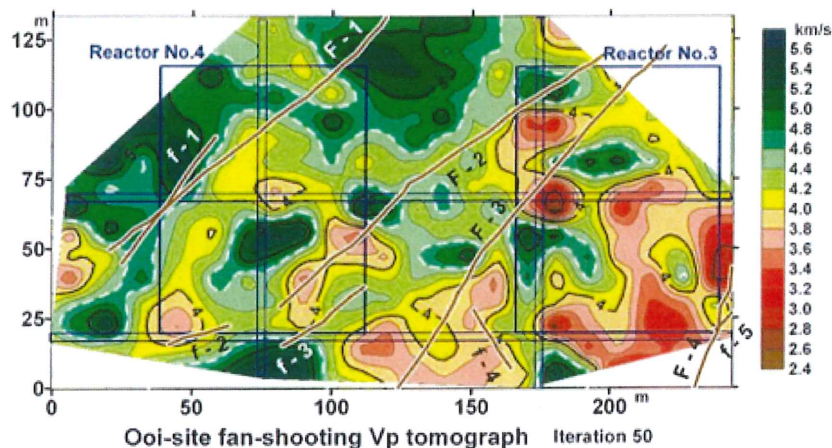
4号炉側から3号炉側に分布密度が増加。
これに相関してP波速度が低下する。

(甲 655 の 1、13 頁)

図表 6 8 赤松氏によるコンター図とシーム分布の対比

また、赤松氏は、主尋問において、図表 6 8 を見ながら、「左側のコンター図を見ますと、4 号炉側は青い色で、それから、右側の 3 号炉側は赤い、3 キロ近くになるというふうに、場所による違いが非常に明瞭なんですね・・・この右側・・・を見てみますと、4 号炉の左側からだんだんとシームが増えてきて、3 号炉側ももっと増えてきて・・・速度が大きいから小さくなるというのが非常に相関が高いわけですね」と供述し、さらに、図表 6 9 (甲 655 の 1、14 頁) を見ながら、「非常に速度の遅い地域というのは、断層破碎帯が重なってるところで、そういうことで、速度というのが断層破碎帯によって非常に影響を受けてるということが分かります」と供述している (赤松氏主尋問調書 24～25 頁)。

2.2 坑間弾性波探査 (4/4) 速度と断層破碎帯の相関



反復修正モデルによるP波速度のコンター図。

速度の急変域および低下域は、断層破碎帯に対応している。

茶線:断層破碎帯(F-1～F-4、f-1～f-5)

図表 6 9 赤松氏のコンター図

(イ) しかしながら、そもそも、被告は、破碎帯やシームの存在により弾性波速度が細部において低下する可能性、あるいは、一般的に破碎帯よりも規模の小さい割れ目である亀裂や節理の存在によっても弾性波速度が細部において低下する可能性があることを否定するものではなく、破碎帯やシームの存在を前提として、破碎帯やシームの存在によっても細部の速度が若干低下するに留まり、全体としての速度構造は深度に応じて漸増している事実を照らして、このような細部における若干の速度低下が地震動に及ぼす影響は極めて小さく、地震動評価上、水平成層構造とみなせると評価しているのである。

この点について、小島氏の意見書においては「試掘坑の東側において速度が若干遅くなっている部分は、局所的なものであり・・・速度構造上の特異な構造がないことを確認できる」「試掘坑弾性波探査により速度が若干遅くなっている部分は局所的な風化や掘削によるゆるみに過ぎ」ない(丙 340、5～6 頁)との見解が、澤田氏の意見書においては「 V_s が約 2.2km/s を下回っている箇所も散見されるが、これは、局所的な亀裂や破碎帯、その周囲の風化の影響によるものと考えられ、そのばらつきもそれほど大きくないことから、大飯発電所 3、4 号炉の建屋直下の地盤全体の平均的な物性値に及ぼす影響は小さいと判断される」(丙 339、8 頁)、「微動アレイ観測や地表地震観測によるデータは、各観測地点間の地盤の物性値を反映したものであり、物性値の細かな誤差や破碎帯等の影響を含んだものであることから、それらのデータに基づいて作成した 1 次元の速度構造モデルは、大飯発電所敷地内及び大飯発電所敷地周辺の地下構造の特徴を適切に表現したものであ

ると考えられる。この点、仮に破碎帯等による数 m～数 10m 程度の不整形が存在するとしても、地震波の波長が十分長い ($V_s=2.2\text{km/s}$ の場合、例えば周波数 10Hz で波長 220m) ことから、地盤増幅特性に及ぼす影響はほとんどないと考えられる」(丙 339、10 頁) との見解が示されているところである。

また、下記 (2) ア (エ) でも述べるとおり、赤松氏の主張は、本件発電所建屋設置位置周辺の E. L. +4.0m 付近に位置する試掘坑で実施された試掘坑坑間弾性波探査の結果をもとに、E. L. 0m 以深の本件発電所の敷地地盤にも「系統的な速度低下」が存在していると主張するものといえる。言い換えれば、特定の標高における物理探査結果が当然に当該標高以深にも適用できると述べるに等しいが、そのように解すべき理由はなく、赤松氏からその根拠について特段の説明もなされていない。この点からしても、赤松氏の主張には理由がないといえる。

(ウ) 以上のとおりであるから、原告ら及び赤松氏は、地震動評価に及ぼす影響が極めて小さい破碎帯等による速度低下を過度に強調しているに過ぎず、原告ら及び赤松氏の主張には合理性は認められない。

(エ) 上記に加え、原告らは尋問後に追加で提出された原告ら第 113 準備書面において、本件発電所の敷地地盤には低速度層が面的に広がっており、具体的には「軟弱な堆積層が広がっているとか、低速度の岩種が広がっているとかの理由に因るのではな」い、「岩盤が破碎帯とシームによって、脆弱化」していることから、「十分な規模と面的広がり」を持った速度低下が存在することは明らかである等と主張する (原告ら第 113 準備書面 12～15 頁)。

まずもって、原告らの言うような地下構造評価上考慮する必要がある広がりを持った低速度層が本件発電所敷地に存在しないことは、上記ア (ア) 及び (イ) で述べたとおりである。

また、原告らは破砕帯とシームによって地盤が脆弱化していることの根拠として、①大飯発電所4号機から大飯発電所3号機に向けて（西から東に向けて）系統的にシームが増えるのに伴い速度が低下していること、及び②F－6破砕帯とシームによって低速度の落ち込み（深さ50m、幅100m規模）が生じていることを主な理由に挙げる（原告ら第113準備書面13頁）。

しかしながら、①については上記（ア）及び（イ）で述べたとおり、そもそも西から東への系統的な速度低下が存在するとはいえず、また②については上記ア（イ）dで述べたとおり、その前提を欠くものであるから、いずれについても理由がない。

（オ）さらに、赤松氏は、反対尋問において、本件発電所にあるF－6破砕帯規模の破砕帯が存在することにより、地盤の増幅特性に影響を与えているのかという質問に対して、「シームが有る無いにかかわらず、その断層破砕帯があることによって、その幅が狭いじゃないですか。1メートル幅とかですね。そういう破砕帯があることによって、その周りの地盤振動特性が変わるということは、観測事実として、私の観測ではありませんが、そういう論文がたくさんあります」と供述し（赤松氏反対尋問調書39頁）、原告らは、これに関連する論文として、尋問後に追加で甲661号証ないし甲664号証を提出した。

しかしながら、下記に述べるとおり、そもそも、甲661号証ないし甲664号証の論文は、赤松氏が尋問で供述した「破砕帯・・・の周りの地盤振動特性が変わる」ことを示したものではない。すなわち、これらの論文は、いずれも、破砕帯をまたぐ区間のひずみがそうでない区間のひずみに比べて振幅が大きいこと、つまり、破砕帯が周辺の岩盤よりも軟らかいことから相対的に変形しやすく、破砕帯ではない周辺の岩盤に比べ地震波が増幅しやすいことを述べたに過ぎず、地盤モデル

の下端に入力した地震波が破碎帯を通過して上端である解放基盤表面に至るまでにどのように増幅されるかという地盤全体の増幅特性については、何も述べていない。このことは、上記論文のうち最新のものである甲664号証（谷口（2000））が、地震波に対する破碎帯の応答特性（挙動）に係る一連の研究を踏まえ、岩盤と破碎帯を含む領域が均等にひずむのではなく、「破碎帯だけが主に歪んで相対変位となった」と述べており（32頁）、地震波の増幅については破碎帯にのみ限定されると結論付けていることから明らかである。

被告は、上記（イ）ほかで述べるとおり、破碎帯やシームの存在によって弾性波速度が細部において低下する可能性があること自体を否定するものではない。しかし、一般に地震波は、地盤の一部に破碎帯のような弾性波速度が低く（軟らかく）振幅が増大する部分が存在しても、この低速度部分を通過した後、再び弾性波速度が高い（硬い）地盤を通過するのであれば、振幅は減少することからすると、地盤の増幅特性の評価において重要なのは、破碎帯等の有無それ自体ではなく、破碎帯も含めた地盤全体としての速度構造の大きな変化の有無である（上記第1の2（3）ア）。

この点、被告は、破碎帯やシームの存在を前提としても、ボーリング調査によりCM級以上の堅硬な岩盤が地下に広がっているのが確認されたこと等を踏まえ、破碎帯等による局所的な速度低下が敷地地盤の速度構造に大きな影響を与えないと判断しており、また、破碎帯等の影響を反映した微動アレイ観測や地表地震観測の結果も踏まえて、一次元の速度構造モデルを策定している。そして、澤田氏及び小島氏も、これを妥当なものと評価したのである。このような被告の地盤モデルの妥当性は、破碎帯が地盤全体の増幅特性に与える影響について検討したわけではない上記論文によって、何ら影響を受けるものでは

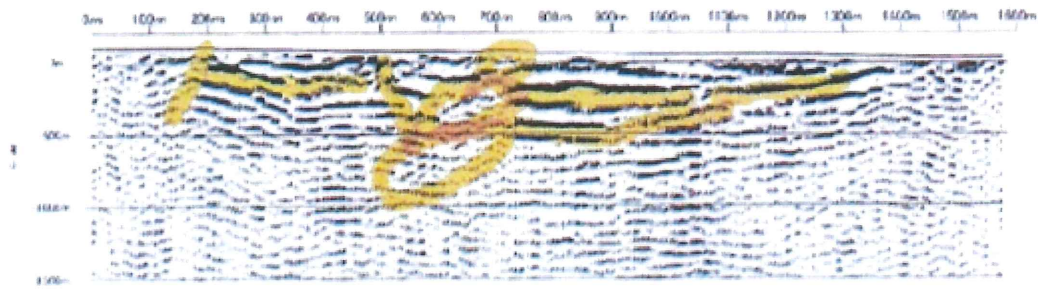
ない。

なお、原告らは、甲664号証をもって、幅が1m程度、深さ数十mの破碎帯でも大きな地震波増幅作用があるかのように主張するが（原告らの令和7年8月6日付証拠説明書2頁）、同38頁のFig. 8及び同39頁のFig. 9は、「破碎帯内における x 方向の波形」の振幅と「破碎帯でない所の x 方向の波形」の振幅を単に比較し、前者が後者よりも数倍～20数倍大きいと述べているに過ぎず、破碎帯を通過することで通過前の地震波が増幅したことの論拠にはならない。この点を措いたとしても、甲664号証が実施したシミュレーション解析は、10s（10秒）という非常に長い周期の地震波を条件として行われたものであり、他の周期帯の地震波、特に、原子力発電所の耐震設計において重要となる短周期の地震波についての解析は何も行われていない（同38頁のTable3）。このような解析をもって、原告らが述べるような「幅が1m程度、深さ数十mの破碎帯でも、大きい増幅作用のある」ことを裏付けることはできない。

ウ 本件発電所敷地の地盤は不整形な沈降構造を有しており、波線集中による増幅が生じる旨の原告らの主張に対する反論

（ア）反射法地震探査の反射面（本件発電所A測線）と屈折法解析及びオフセットVSP探査を利用した弾性波トモグラフィー解析との比較について（被告準備書面（28）31～35頁）

a 原告らは、田村八洲夫氏（以下、「田村氏」という）及び芦田譲氏が図表70（甲423の添付資料、2頁。黄色マーカー部分は田村氏が加筆）を示して、「断層に特徴的な回折波が存在する」と指摘したことに対して、被告は何ら回答していないなどと批判している（原告ら第69準備書面12頁）。

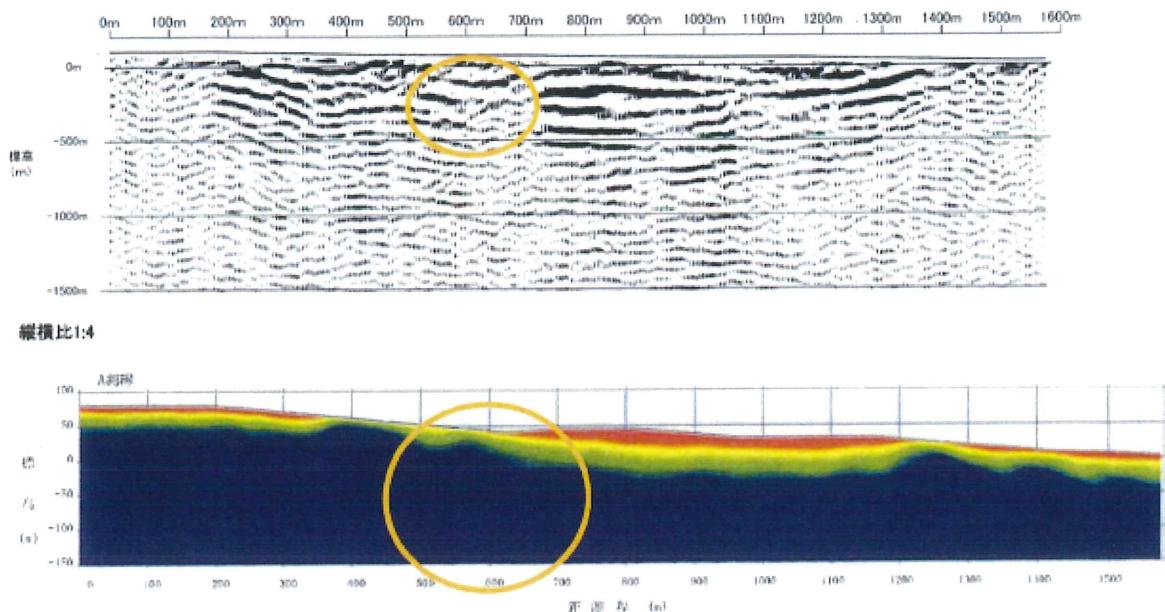


(甲 423 の添付資料、2 頁。黄色マーカー部分は田村氏が加筆)

図表 7 0 田村氏による反射法地震探査結果の検討

- b しかしながら、A 測線の 500～700m 付近の屈折法解析の結果を参照すれば、表層から 50m 程度（標高 0m 程度）以深では弾性波速度は全て P 波速度 4km/s 以上（紺色部分）となっており、田村氏が断層の存在が推定されると指摘する反射面に沿って弾性波速度が境界面を形成していないことは明らかである（図表 7 1。丙 196、51 頁、57 頁。黄色の円参照）。

表層から 50m 程度までの部分には若干の速度低下が見られるが、これは本件発電所構内の盛り土や沖積層の上の道路等で調査したデータを用いており、その解析結果は表層の柔らかい地盤の存在を反映していることによるものである。また、屈折法解析では標高-150m 以深の速度構造を確認できていないものの、その深度までの反射面と速度構造には特段対応関係は見られないことから、標高-150m 以深においても同様と評価できる。



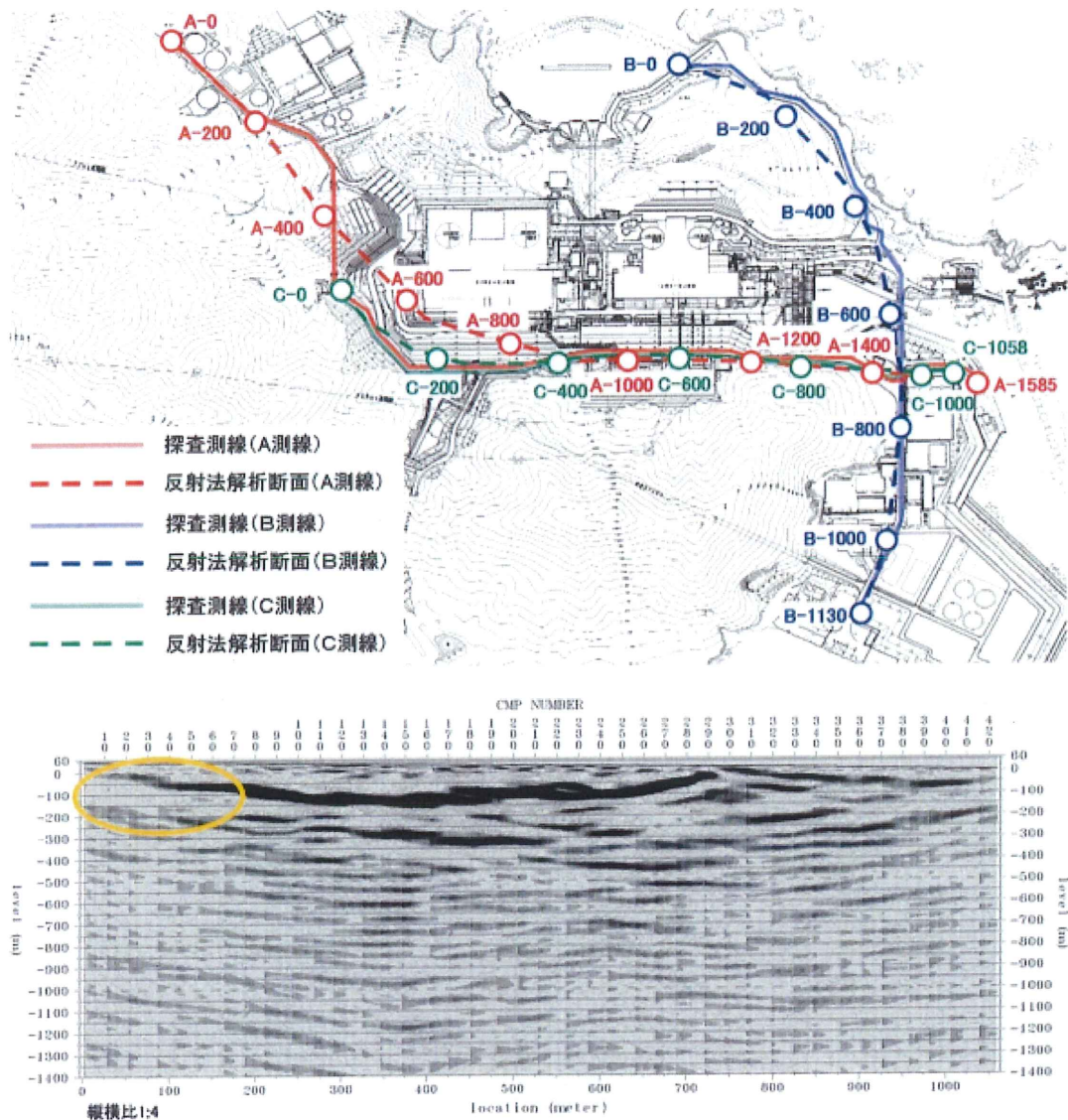
(丙 196、51 頁、57 頁)

図表 7 1 反射法地震探査結果と同屈折法解析結果の対比

c この点は、本件発電所敷地において、これまで行われた地下構造に関する評価を充実させるために実施した反射法地震探査（C測線）及びオフセット VSP 探査等を利用した弾性波トモグラフィー解析（D測線）の結果からも明らかである。

すなわち、田村氏が断層の存在が推定されると指摘する既往の反射法地震探査の結果である A 測線の 500m～700m 付近は、A 測線とほぼ並行する C 測線で実施した反射法地震探査結果でいえば、0m～200m 付近に該当するところ、その付近の反射面には、田村氏が A 測線で指摘するような反射面の不連続性は見られない。これは発振点の間隔が細かくなり、より精度が高くなったことにより、A 測線では得られていなかったデータが拡充されたことによるものと考えられ、当該部分に地震波の伝播や増幅等に顕著な影響を与えるような特異な構造が認められないことがより鮮明になったと評価できる

(図表 7 2。丙 340、18 頁、19 頁。黄色の円参照)。

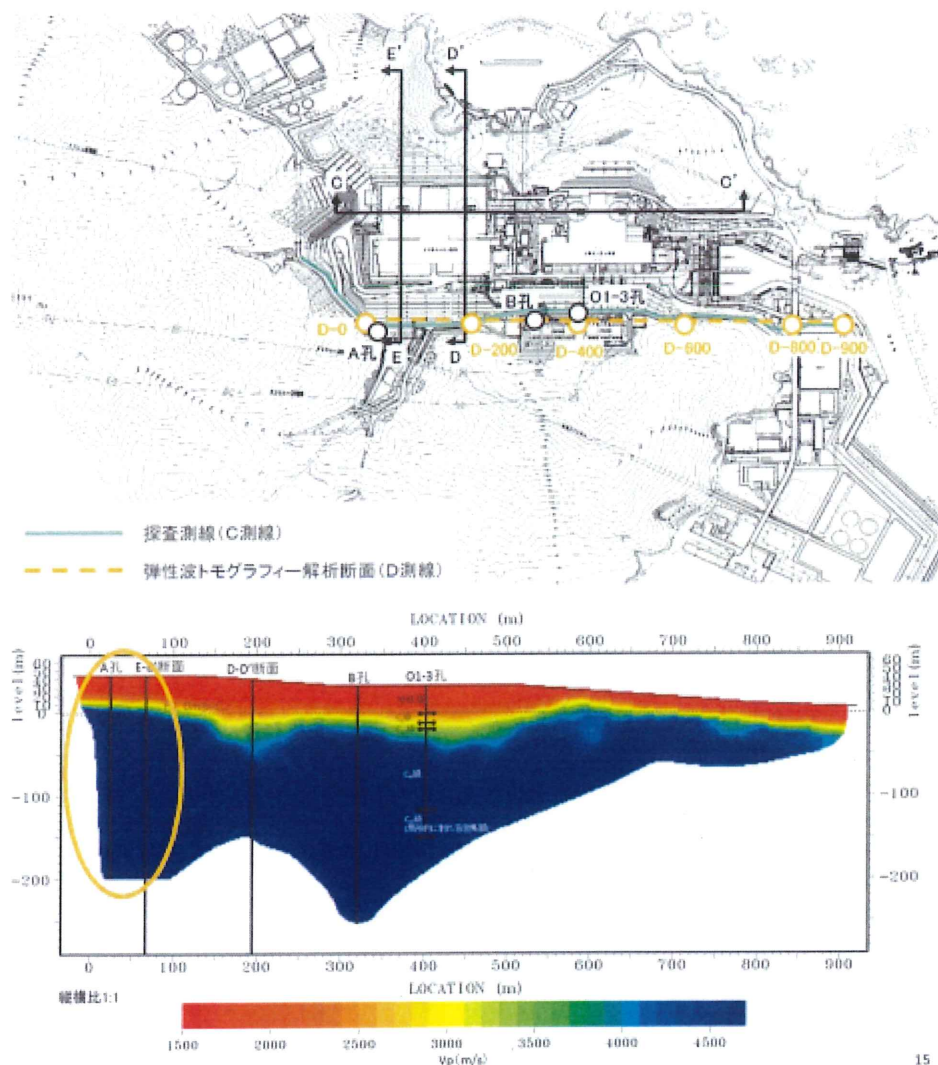


(丙 340、18 頁、19 頁)

図表 7 2 反射法地震探査結果の検討

d また、A測線の500～700m付近は、A測線とほぼ並行するD測線を実施した弾性波トモグラフィ解析の結果でいえば、概ね0～100m付近に該当するところ、上記屈折法解析結果と同様、表層から50m程度以深では弾性波速度はP波速度4.0km/s以上（青色～紺色部分）であ

ることが確認できるし、屈折法解析では得られていなかった標高-150~-200m の速度構造を見ても、田村氏が指摘する部分に弾性波速度が境界面を形成していないことが確認できる（図表 7 3。丙 340、20~21 頁。黄色の円参照。上記屈折法解析の結果と同様、表層には柔らかい地盤の存在を反映した速度低下部分が見られる）。



（丙 340、20~21 頁）

図表 7 3 弾性波トモグラフィー解析結果の検討

e 以上より、田村氏が断層面の存在が推定されると指摘する地盤付

近には、地震波の伝播や増幅等に顕著な影響を与えるような特異な構造が認められないことは明らかである。なお、田村氏は意見書の中で、小島意見書におけるC測線の発振点間隔に関する記載について、『発振点間隔 5m』は氏の錯誤と思われる」と述べているが（甲 600、9 頁）、上記第1の4（6）ウでも述べたとおり何ら錯誤ではなく、この点は資料上からも明らかである。すなわち、C測線では地表に設置した受振器より取得したデータを用いて反射法地震探査解析を行っているところ（丙 347、10 頁）、それらに対応する発振点の間隔は「地表受振に対し 5m 間隔」（同 3 頁）として実施されたものである。

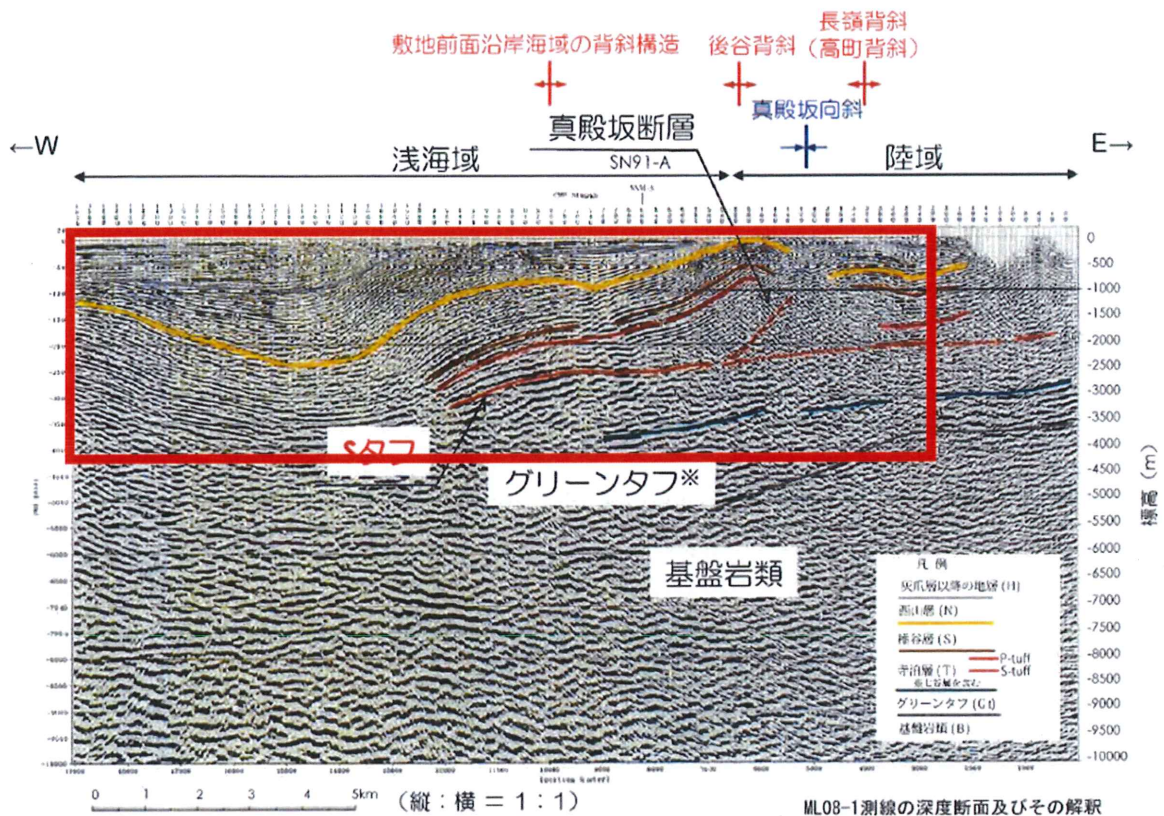
- f また、赤松氏は、主尋問において、田村氏が黄色マーカーで追記した上記図表 70 を見ながら「このデータに黄色いマーカーで入ってますけど、これは、物理探査学会の元理事を務めていた田村八洲夫さんという方、反射法地震探査の専門家ですけれども、その方がこれを見て、反射波列、反射断面ですね、反射波列にうねりがあるとか、それから、破断してるとか、回折波が出てるとか、そういうことを言ってるわけですね。これは、異常な、特異な構造があるというふうに田村さんは指摘してます。さらに、京大の名誉教授の芦田譲さん、物理探査の専門家なんですけれども、その方も田村さんの意見が正しいというふうに意見書を出しておられます。それで、私もその二人の意見が正しいと思います」と供述している（赤松氏主尋問調書 26 頁）。

上記の供述内容から明らかなとおり、赤松氏は、田村氏及び芦田氏の見解を紹介して賛意を示すに留まり、独自に反射面を評価して見解を述べているわけではない。そして上記 a ～ e で述べたとおり田村氏及び芦田氏の見解にかかわらず元のデータを客観的に見れば、

地震波の伝播や増幅等に顕著な影響を与えるような特異な構造の存在を根拠づけるものとはいえないのであるから、赤松氏の見解についても同様である。

(イ) 柏崎刈羽原子力発電所及び浜岡原子力発電所の反射法地震探査結果との比較について（被告準備書面（22）23～28頁）

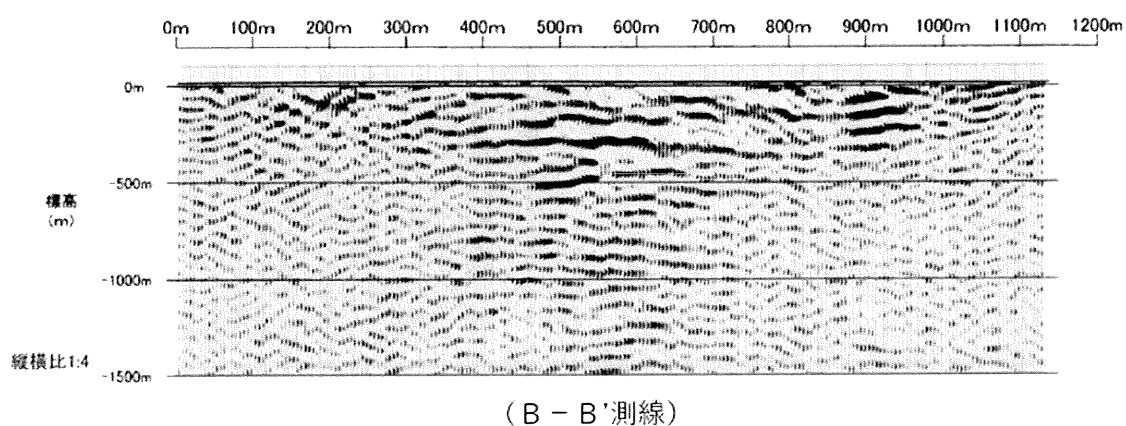
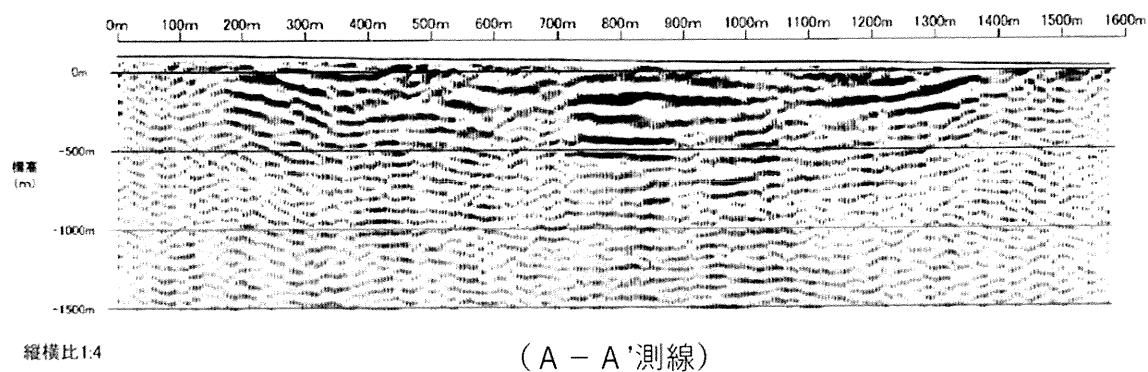
- a 原告らは、原子力発電所における地震動の増幅事例として、柏崎刈羽原子力発電所の事例を示している（原告ら第34準備書面11～21頁）。そこで、かかる増幅事例と比較した本件発電所の地下構造について、被告の評価を述べる。
- b 原告らも主張しているとおり、柏崎刈羽原子力発電所における増幅事例は、速度コントラストをもった褶曲構造の存在が原因と考えられているところ、これらの原因が存在するかどうかは、反射法地震探査等の結果を解析することにより適切に把握できる。柏崎刈羽原子力発電所の反射法地震探査の結果を見ると、図表74（丙309、16頁）の赤枠で囲った辺りが非常に大きく畛っており、顕著な褶曲構造を呈していることが分かる。かかる褶曲構造が速度コントラストを有しているが故に、柏崎刈羽原子力発電所敷地における地震動の増幅に繋がったのである。



(丙 309、16 頁。赤枠は引用者が追記)

図表 7 4 柏崎刈羽原子力発電所敷地の反射法地震探査結果の検討

かかる結果と本件発電所敷地における反射法地震探査の結果（図表 7 5。丙 196、51 頁及び 56 頁）を見比べると、本件発電所敷地に、柏崎刈羽原子力発電所で見られる褶曲構造のような特異な構造が見られないことは明らかである。



(丙 196、51 頁、56 頁)

図表 7 5 反射法地震探査結果

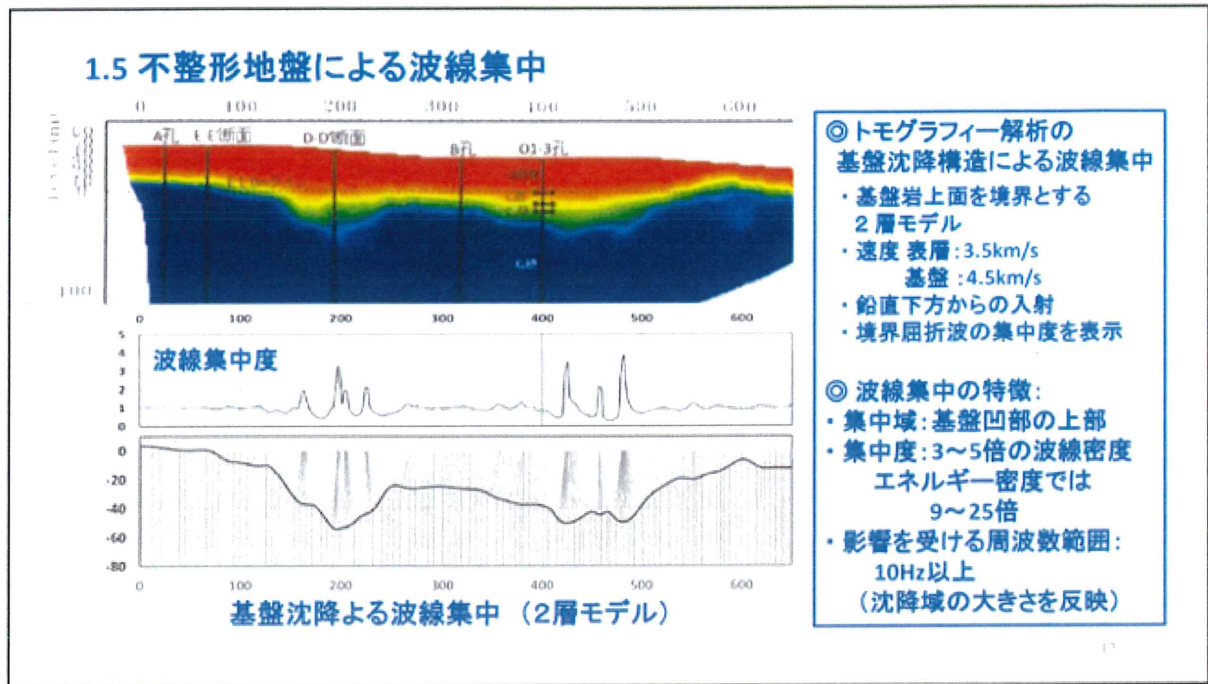
また、反射法地震探査は、人工的に弾性波を発生させ、地層の境界で反射してきた弾性波を地表に設置した複数の地震計で測定し、各地震計に弾性波が到達するまでの時差を捉えて速度構造等の物性の境界を把握するものであるところ、堆積層や堆積岩の場合には、異なる種類の堆積物で各地層が構成されているため、速度構造等の物性の変化が反射面として各地層の境界に沿って明瞭に現れやすくなる。他方で、硬岩である火成岩の場合には、深度に応じて弾性波速度が増加するとしても、その増加の仕方は比較的緩やかであるため、堆積層や堆積岩で実施した場合と比較すると、速度構造等の物

性の境界が反射面として明瞭に現れにくく、所々で反射面が途切れたりすることがある。そのため、そもそも本件発電所のような硬岩が広がっている敷地において反射法地震探査を実施する場合には、岩盤が堅硬であるが故に細部において反射面が明確に現れない部分が存在するため、所々で反射面が途切れていることにより反射面が多少畝っているように見える特徴がある。したがって、反射法地震探査の結果を評価するにあたっては、以上のような特徴を考慮した上で、地震動を顕著に増幅させ得るような大きな畝り（柏崎刈羽原子力発電所において見られるような大きな畝り）が存在するか否かに着目する必要がある。

この点、本件発電所の反射法地震探査の結果に関して原告らが指摘する畝り等が、地震動を顕著に増幅させ得るような大きな畝りでないことは上記のとおりであり、また、特定の場所に地震波を集中させ得るような特異な形状をしているものではないから、原告らの主張は、被告の主張に対する有意な反論ではない。

（ウ）赤松氏の波線集中モデルについて

- a 赤松氏は、オフセットVSP探査を利用した弾性波トモグラフィー解析の結果を用いて、基盤沈降構造による波線集中を示した2層モデル（以下、「波線集中モデル」という）を作成し、波線集中モデルによれば波線の集中域は基盤凹部の上であり、波線密度は3～5倍、エネルギー密度では9～25倍になる旨述べている（図表7-6。甲655の2、12頁）。



(甲 655 の 2、12 頁)

図表 7 6 赤松氏による波線集中モデルの検討

b まずもって、上記ア (イ) b でも述べたとおり、赤松氏の波線集中モデルの基となっているトモグラフィー解析の測線と直交している D-D' 断面の地質断面図 (上記図表 5 0。丙 339、20 頁) を見ると、当該測線付近に認められる未固結地盤～C M 級の岩級までの岩盤が、3 号機建屋の直下では掘削されて無くなっており、赤松氏が波線集中モデルで速度コントラストだと主張しているような部分は、建屋直下では存在しないことが分かるから、そもそも原告らの主張はそれ自体失当である。

c 上記の点を措くとしても、赤松氏は、波線集中モデルを作成するにあたり、意見書 (甲 596、16～17 頁) に「トモグラフィ結果図 (pdf) の速度境界が明瞭になるように色調補正」「基盤上面として読み取った位置の下方に約 4.1km/s の速度域がしみだしているが基盤

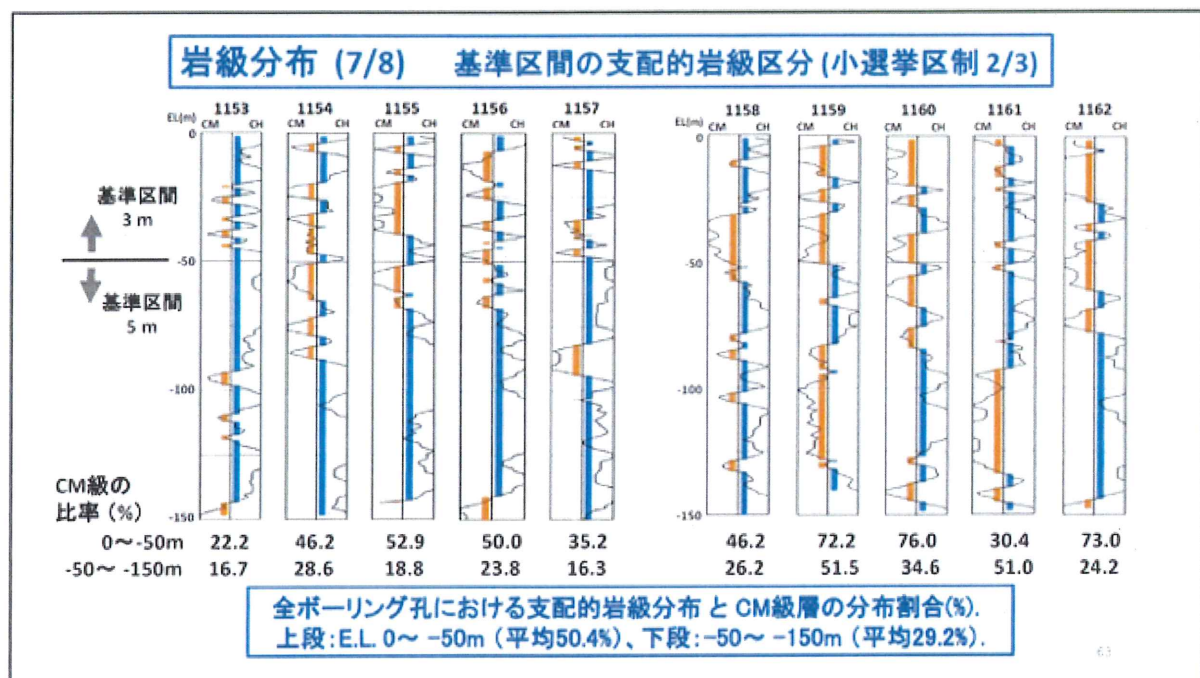
層に含めた」と記載されているように、色調補正をして基盤沈降をモデル化している。この点については、反対尋問でも、「このちっちゃい薄いのをがたがたするのは大変だから・・・大体ここの左側にあるようなところから層境界を求めてきて、薄くなっているところはもう無視して、やったという」「4.1というのを4.5の方に入れましたよということです。3.5の方に入れたんじゃないですよ。下の方に入れたということですよ。」「(本当は4.5、4.1、3.5だったかもしれないのを4.5から3.5に速度コントラストを付けたのかとの質問に対して) そうしました」と供述している（赤松氏反対尋問調書76～77頁）。

上記供述からすれば、波線集中モデルは、弾性波トモグラフィー解析の結果を色調補正によりコントラストを高くして、実際には間に4.1km/sの速度構造が結果から確認されているにもかかわらず、その点は捨象して、あたかも3.5km/sから4.5km/sにP波速度が急激に変化する地盤が存在するかのよう加工して作成されたものといえる。

換言すれば、赤松氏は被告による本来の調査結果を「改変」したに等しく、被告のトモグラフィー解析から把握された速度構造の一部を捨象し、本来であれば速度コントラストが明瞭に認められないにもかかわらず、速度コントラストが認められることを前提に計算されたものといえる。このように「改変」された図をもとに被告の地下構造評価を批判することは、そもそも意味をなさないものである。なお、赤松氏は4.1km/sの速度構造しか捨象していないかのように述べるが、そもそも弾性波トモグラフィー解析の結果からは、赤色、黄色、緑色、青色と徐々に色調が変化しており（上記図表67。丙347、8頁）、速度コントラスト自体が認められないことが明らかであり、このようなグラデーションをもった速度構造自体が捨象され

ていることが窺われる。

- d また、本件発電所敷地の地盤は概ねCM級とCH級の岩級区分で構成されていることは、赤松氏による分析結果（図表77。甲655の1、62頁）からも明らかであるところ、敷地に存在する細粒石英閃緑岩及び輝緑岩のCM級及びCH級のP波速度はいずれも4.0km/s以上となっている（上記図表62。丙387、参考資料20頁）のであるから、赤松氏が波線集中モデルで表層に置いているP波速度3.5km/sの岩盤はどこにも存在しない。



(甲 655 の 1、62 頁)

図表 7 7 赤松氏による支配的岩級区分の検討

加えて、本件発電所炉心付近で実施されたNo. 1158孔とNo. 1157孔でのP S 検層結果（ダウンホール法）によれば、標高+4mから標高-60m付近までP波速度が4.50km/sであることが確認されており、ここでも赤松氏が指摘するような明瞭な速度コントラストといえる境界

はないことが分かる（図表 7 8）。

第 3.5.12 表 P S 検層結果

	ボーリング 番 号	標 高 E L. (m)	P 波速度 V_p (km/s)	S 波速度 V_s (km/s)	動ポアソン比 ν_d	動弾性係数 E_d ($\times 10^5$ kg/cm ²)
3 号 炉	1 1 5 8	4～58	4.5 0	2.2 6	0.3 3	3.7 9
		58～196	5.2 5	2.4 0	0.3 7	4.4 6
		196～296	6.0 0	3.0 8	0.3 2	7.8 0
4 号 炉	1 1 5 7	4～97	4.5 0	2.3 4	0.3 2	4.0 0
		97～187	5.2 5	2.7 0	0.3 2	5.8 8
		187～296	6.2 0	3.1 0	0.3 3	7.6 4

（丙 178、6-3-180 頁）

図表 7 8 1158 孔及び 1159 孔の P S 検層結果

- e 以上のほか、赤松氏も別件大津訴訟の反対尋問で認めていたとおり、赤松氏が波線集中モデルで想定したような火成岩の岩盤の中の速度コントラストによる波線集中で地震波が増幅した例や研究発表された論文などは見当たらず（丙 489、6 頁）、また、同じ火成岩の岩盤の中で波線集中を生じさせる速度コントラストが生じる可能性があることを裏付ける技術的知見について、赤松氏からは何の提示もないところ、赤松氏が実施した波線集中の計算における速度コントラストに係る前提条件につき、赤松氏の意見には変遷が見られる。すなわち、赤松氏は、反対尋問において、「（表層というのは 3 号炉や 4 号炉の真下では解放基盤表面をいうわけか、との質問に対して）

そうです」「(3号炉、4号炉の真下は細粒石英閃緑岩が広がっているが、同じ細粒石英閃緑岩の中で4.5km/sから3.5km/sへの速度コントラストがあるという条件になるわけか、との質問に対して)これは岩質を言ってるわけではありません・・・そういう条件を付けたんではありません。何回も言いますが、速度コントラストが4.5と3.5があるということ、そのことだけ、このトモグラフィーの結果からそういうふうに言っただけです」と、岩質は考慮せず速度値だけに着目し、コントラストを設定のうえ検討をしたかのように供述している(赤松氏反対尋問調書75頁)。

しかしながら、赤松氏は、別件大津訴訟の反対尋問においては、同じ細粒石英閃緑岩の中で速度コントラストがあるという前提で計算したのかという被告代理人からの質問に対し、「そういうことです」と明確にこれを認める証言をしていた(丙489、6頁)。それにもかかわらず、本事件においては上記のとおり岩質について考慮していないなどと供述し、基盤の途中で速度コントラストが存在することを条件としていたことを否定しており、速度コントラストに係る計算条件の設定において、同一岩質内であることを考慮したか否かにつき、別件大津訴訟から供述内容が変遷している。このように、そもそも波線集中モデルは、計算条件となる速度の設定に関し、このような曖昧な前提認識に基づいて行われた検討だといえる。

加えて、上記ア(エ)gで述べたとおり、そもそも赤松氏は、被告が実施したオフセットVSPの弾性波トモグラフィー解析の結果について精度が悪いと評しているところ、それであれば当該解析結果をもって検討されている波線集中モデルも、精度の悪いモデルということになり、このような赤松氏の主張自体について理由のないものだといえる。

f 以上のとおりであるから、波線集中モデルに基づき本件発電所敷地において波線集中による地震波の増幅が起きるとの赤松氏の指摘には、合理的な根拠はないといえる。

エ 三次元反射法地震探査を行わなければ、地下構造を水平かつ成層と判断することはできないとする旨の原告らの主張に対する反論（被告準備書面（22）30頁）

（ア）原告らの主張について

原告らは、京都大学名誉教授である芦田譲氏（以下「芦田氏」という）及び東京大学名誉教授である石井吉徳氏（以下、「石井氏」という）が本件発電所において三次元探査を実施すべきとの意見を述べている（甲 423 及び甲 424）ことを指摘し、「新規制基準に従って原則どおり反射法地震探査の三次元探査を直ちに実施すること、そしてその結果を当法廷に提出することを強く求める」旨主張している（原告ら第44準備書面 11～12 頁）。

しかしながら、三次元反射法地震探査は、地下構造の調査における探査手法の1つであるところ、強震動予測にかかる最新の科学的知見においても、強震動予測のための三次元地下構造モデルを設定するにあたっては、各種調査結果を組み合わせで評価するものとされており、三次元反射法地震探査の結果を用いなければならないとする知見は認められない。設置許可基準規則解釈別記2第4条5項4号②（丙6、129頁）においても「敷地及び敷地周辺の調査については、地域特性及び既往文献の調査、既存データの収集・分析、地震観測記録の分析、地質調査、ボーリング調査並びに二次元又は三次元の物理探査等を適切な手順と組合せで実施すること」と記載されており、三次元反射法地震探査を含む「三次元の物理探査」は複数ある調査方法の中の1つとし

て位置付けられている。そのため、地下構造モデル策定のために、三次元反射法地震探査の実施が必須となるものではない。（被告準備書面（22）30頁）

また、三次元反射法地震探査が必要であると原告らが述べる根拠については、いずれも原子力発電所の基準地震動策定にあたって三次元反射法地震探査の実施が必須であるとする根拠とはならないものである。以下、原告らが述べる各根拠について被告の反論を述べる。

（イ）芦田氏の見解について

芦田氏は、自身の意見書において、「三次元探査の場合、地層の境界や断層の位置、角度、傾斜、落差や連続性等をビジュアル化し、且つ正確に捉えることができます。したがって、二次元探査では抽出しえなかった複雑な地下構造まで抽出することができます」などと述べている（甲423、2頁）。

しかしながら、芦田氏は、抽象的に三次元探査の方が二次元探査よりも「詳細なデータ」が得られる旨述べるのみであり、原子力発電所の地下構造モデルを策定するに当たって三次元の反射法地震探査が必須であること（つまり、被告が二次元の反射法地震探査を含む複数の物理探査の結果を踏まえて策定した地下構造モデルが不合理であること）に関しては、何ら具体的な主張を行っていない。

また、芦田氏は地質ガイドにおける「地下構造が成層かつ均質と認められる場合を除き、三次元的な地下構造により検討されていること」との文言につき、『地下構造が成層かつ均質』であるか否かを把握するために三次元探査が必要なのであって、このような例外規定は適切でない」旨を述べており（甲423、3頁）、原告らも設置許可基準規則解釈別記2及び地震ガイドの記載を引用して、「文理上明らかなとおり、

被告関西電力の解釈は2つの点で明文に反する。1つ、恣意的に原則と例外を逆転させる解釈であること。三次元的な地下構造の検討は特別な場合でない限り行わなければならないことは文言上明確である。2つ、文言にない『顕著な』という要件を加重しようとしていること。『顕著な』影響がある場合に限り三次元的な地下構造の検討が必要であるとの解釈は、規則やガイドの趣旨を完全に没却せしめるものである」旨主張している（原告ら第86準備書面13頁）。

しかしながら、このような主張が設置許可基準規則等を正解せずに行われたものであることは、上記第1の2の（3）カで述べたとおりである。すなわち、三次元の反射法地震探査等のいわゆる「三次元探査」は、地下構造の調査における探査手法の1つであるところ、強震動予測にかかる最新の科学的知見においても、強震動予測のための三次元地下構造モデルを設定するにあたっては、各種調査結果を組み合わせ評価するものとされており、三次元探査結果を用いなければならないとする知見は認められず、設置許可基準規則等にもそのような定めはない。

なお、この点について、本件と同様に地下構造の評価にあたり三次元反射法地震探査を実施しないのは不合理であるとの主張がなされ、芦田氏の証人尋問が実施された、大分地方裁判所における四国電力株式会社伊方発電所の運転差止請求事件の判決（大分地裁平成28年（ワ）第468号ほか、令和6年3月7日判決、丙451）においては、「新規制基準は、このような認識を踏まえ、地震動評価の過程における敷地及び敷地周辺の地下構造の把握につき、原則として、三次元的な地下構造により検討することを要求するが、地震観測記録の分析、各種調査及び二次元又は三次元の物理探査等により三次元的に地下構造を調査した結果、地下構造が水平成層かつ均質と認められる場合には、一次

元又は二次元のある程度簡易的な地下構造モデルでも基準地震動の策定にほとんど影響がないため、地下構造モデルを一次元又は二次元のものとする事ができる旨定めたことが認められる・・・これは、地下構造につき『水平成層構造が想定可能なことがあらかじめわかっている場合には、水平成層構造に対する強震動の理論計算はるかに容易であるから、三次元的に不均質なモデルをあえて作成することは適切でない。』とする平成 29 年改訂レシピ 2.2.2 の考え方・・・とも整合するものである。すなわち、石油探査等の資源探査においては、当該資源の位置を正確に把握することが重要であることから、三次元物理探査が一般的に行われているのに対し、基準地震動の策定においては、地下構造の影響による地震波の伝播特性を把握し、これを踏まえた地下構造モデルを作成することが重要であるところ、新規制基準は、このような観点から、三次元物理探査によることなく、地震観測記録の分析、各種調査及び二次元物理探査等を適切に組み合わせることによって、地下構造が水平成層かつ均質であると判断することは可能であり、その場合、地震波の伝播特性への影響がほとんどないことから、地下構造モデルを一次元又は二次元のものとする事ができるとするものであると認められ、不合理な点は認められない」など（丙 451、185～187 頁）として、本件における被告の主張に沿う判断がなされている。また、同様に原告らより三次元反射法地震探査を必ず実施しなければならないとの趣旨の主張がなされ、芦田氏の証人尋問が行われた松山地裁令和 7 年 3 月 18 日判決（平成 23 年（ワ）第 1291 号等）においても、新規制基準は三次元反射法地震探査の実施を必須のものとして要求しているものではないとの判断が下されている（丙 553、松山地方裁判所令和 7 年 3 月 18 日判決、315～317 頁）。

(エ) 石井氏の見解について

原告らは、石井氏も田村氏及び芦田氏の見解に全面的に賛同している旨述べるが、石井氏自身がどのような見解をもっているかについては何ら主張していないため、個別の反論を要しない。

(オ) 小括

以上のとおりであるから、三次元反射法地震探査の実施が必須であるかのように述べる原告らの主張には理由がない。

(2) 被告が策定した本件発電所の地下構造モデルが不合理であるとの原告らの主張に対する反論

ア インバージョン解析と地下構造モデルの策定に関する原告らの主張に対する反論

(ア) 微動アレイ観測の性質について（被告準備書面（32）16頁）

原告らは、被告が、微動アレイ観測により得られた位相速度はアレイの範囲内全体の平均的な速度構造であり、かかる位相速度を目的関数として実施したインバージョン解析により得られた速度構造モデルは、アレイの範囲内全体の平均的な速度と層厚を示しており、同モデルの上面深度は、概ねアレイの範囲内全体にわたる平均的な標高に対応するものである（丙339、10頁）と主張したことに対して、意味不明であるなどと主張している（原告ら第86準備書面21頁）。

この点に関して、赤松氏は、再反対尋問において、「（微動アレイというのは、アレイ範囲の全体の平均を反映するという結果でよいのかとの質問に対して）はい」「（地下構造の観測結果には、アレイ範囲全体の岩盤の位置なら岩盤の位置が反映されるのかとの質問に対して）はい」と供述し（赤松氏反対尋問調書97～98頁）、微動アレイによる得ら

れる観測結果が半径600mのアレイ範囲の全体の平均を反映するものであり、岩盤の位置についても平均を反映するものであることを認めている。それにもかかわらず、赤松氏は、標高についてのみ、アレイ範囲全体ではなく6個³³の地震計設置位置の平均標高に一致すると供述している（赤松氏反対尋問調書98頁）。しかしながら、赤松氏は自身の過去の論文である盛川・赤松他（2001）において、「北側のアレイ観測点で推定される基盤岩深度はアレイを展開した場所での基盤岩深度の平均的な値に対応しているようである」と記載しており、基盤岩の深度（つまり標高）についてはアレイを展開した場所に対応しているとの考えを示している（丙485、288頁）。このように、赤松氏の上記の供述内容は自身が過去に作成した論文の内容と食い違っており、むしろ、当該論文においては被告と同様の理解を示しているのである。

したがって、かかる赤松氏の供述内容を根拠とし、被告の主張を意味不明などとする原告らの主張に合理性は認められない。

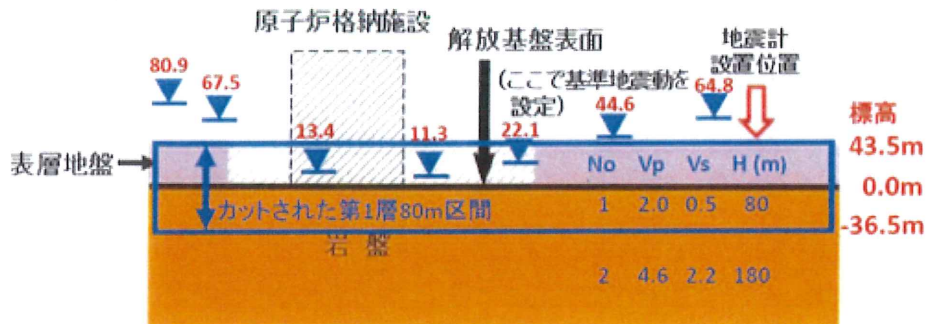
（イ）インバージョンモデルの第1層削除について（被告準備書面（22）32～35頁、同（28）38～44頁）

- a 赤松氏は、被告が微動アレイ観測と地震波干渉法により得られた位相速度を踏まえてインバージョン解析を行い、一次元の地盤の速度構造モデル（インバージョンモデル）を作成した上で、インバージョンモデルから第1層及び第13層～第15層を削除して地下構造モデルを策定したことについて、図表79及び図表80（甲655の1、37～38頁）のとおり、微動アレイ観測の地震計設置位置の平均標高が43.5mである一方で第1層の厚さが80mと設定されていることから、第

³³ 実際は7個である。

1層を削除するとその差分（36.5m）が生じて原子炉が宙に浮くことになるため、被告がその差分を埋めるべくインバージョンモデルの第2層を36.5m持ち上げて地下構造モデルを策定している旨批判している。また、主尋問においても、図表80を見ながら「この左端の『逆解析モデル』と書いてあるのがインバージョンモデルのことです・・・原子炉は、第1層の中に建ってるということになりますね。それで、関電は、第2層の岩盤が標高ゼロメートルであると、そして、物質地盤を取り除くんだということで、取り除きますと、この二つ目の図のように原子炉が宙に浮いてしまうわけですね。それで、これじゃ具合悪いというんで、第2層以下、岩盤の層を36.5メートル持ち上げて、原子炉をこの岩盤層に着地させるという操作をやりました。こういう操作をしなければならないというのは、初期条件が不適切だったからということになります」と供述している（赤松氏主尋問調書12～13頁）。

◎ 微動アレイ観測 (5/7) : 説明図は標高と第1層の厚さを無視



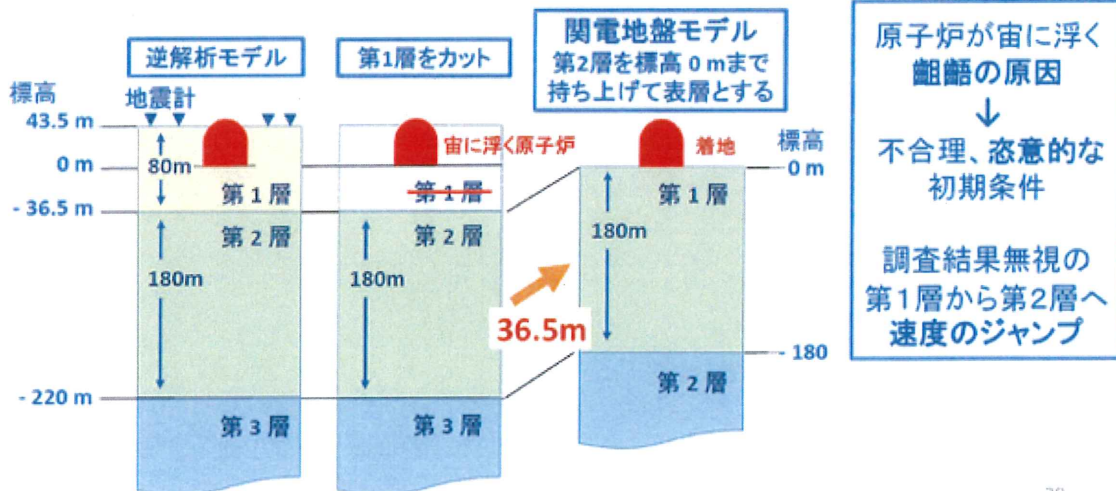
【図表 6 本件発電所の解放基盤表面の模式図】

37

(甲 655 の 1、37 頁)

図表 7 9 赤松氏による標高の検討

◎ 微動アレイ観測 (6/7) : 宙に浮く原子炉
下層を持ち上げて対処

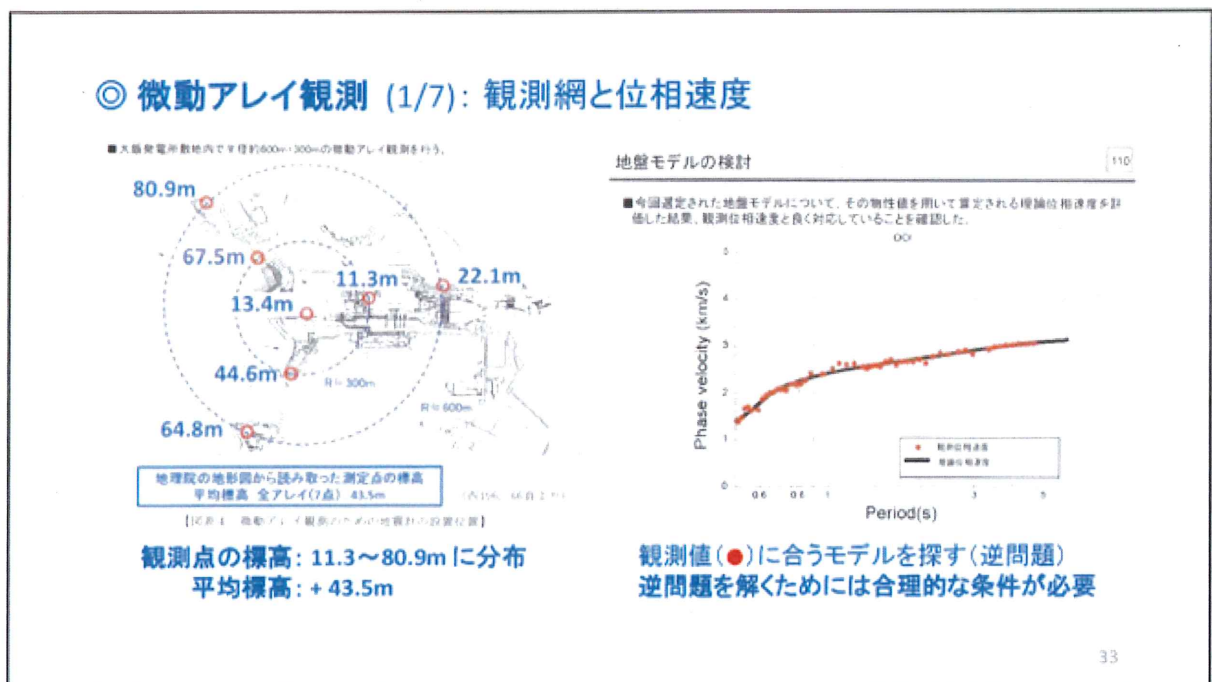


38

(甲 655 の 1、38 頁)

図表 8 0 赤松氏によるインバージョンモデルの検討

b しかしながら、微動アレイ観測の地震計設置位置の標高は、図表 8 1（甲 655 の 1、33 頁）のとおり、全体として解放基盤表面である E. L. 0m 付近よりも高い標高にあり、標高が比較的低い場所（例えば、原子炉建屋南側の前面道路付近）においては、上記（1）ア（ア） c で述べたとおり、未固結地盤～C L 級の岩盤が存在し、表層で弾性波速度が低くなっている場所も存在する（上記図表 4 9。丙 267、42 頁）。それを踏まえ、被告は、インバージョンモデルを作成するにあたって第 1 層を S 波速度 0.5km/s と設定した（この数値は、敷地内の P S 検層（01-3 孔および 01-11 孔）の表層部分の S 波速度を参考に設定したものである。丙 196、98 頁）。他方で、原子炉建屋直下にはそのような地盤が存在しないことが確認できているのも上記（1）ア（ア） c で述べたとおりである（上記図表 5 0。丙 339、20 頁）。



(甲 655 の 1、33 頁)

図表 8 1 赤松氏による微動アレイ観測の地震計設置位置の検討

c. この点、敷地深部³⁴の地下構造を把握しようとする調査手法である微動アレイ観測は、発電所敷地内の複数の観測地点における微動を観測している。ここから得られた結果はアレイ範囲内全体の平均的な速度構造であり、半径 600m のアレイ範囲内に実際に存在する柔らかい表層部分の影響を必然的に受けるという特徴があるため、微動アレイ観測結果をもとに被告が実施したインバージョン解析の結果にも、その影響が反映されることになる。そのため、被告は、微動アレイ観測の調査目的及び調査手法の特徴並びに敷地浅部の地下構造の実態を踏まえ、最終的な地下構造モデル策定の際に柔らかい表層部分を取り除くことを当然の前提として、原子炉建屋直下では解放基盤表面の上に存在していない表層部分（各観測地点には存在する）を含んだインバージョン解析を実施したのである。したがって、インバージョンモデルの第1層を削除して地下構造モデルを策定したことに不合理な点はない。

赤松氏は、地震計設置位置の平均標高を前提として、被告がインバージョンモデルの第2層を引き上げたなどと指摘するが、上記第1の3（8）のとおり、微動アレイ観測により得られた位相速度は、アレイの範囲内全体の平均的な速度構造に対応するものであるから、そのような位相速度により策定されたインバージョンモデルの上面深度は、概ねアレイの範囲内全体にわたる平均的な標高に対応するものである（丙 339、10 頁）。ここでいうアレイの範囲内全体にわたる平均的な標高とは、7 個の地震計設置位置のみの平均標高を指すものではなく、半径 600m のアレイの範囲内の全ての場所の平均的な標

³⁴ ここで言う「深部」とは、被告の整理における深部、すなわち地下 200m よりも深い範囲を指し、赤松氏の言う深部とは異なる。

高を示すものであり、上記（ア）のとおり、赤松氏自身も微動アレイ観測の結果がアレイを展開している範囲内の平均値を示していることについて過去の論文で認めているほか、別件大津訴訟の証人尋問でも同様の証言を行っているのであるから（丙 489、47 頁、丙 485、288 頁）、地震計設置位置のみの平均標高を前提とする赤松氏の上記指摘には理由がない。

- d なお、実際に被告が、基準地震動策定のための地下構造モデル策定の際に表層部分を取り除いていることは、原子力規制委員会による新規制基準への適合性審査に係る審査会合において、「 $V_s=500$ の層は、微動アレイのいわゆる敷地全体の構造としては出てくるんですけども・・・いわゆる原子炉建屋のところには、掘削してごさいませんので、500m 層（引用者注：S 波速度 500m/s の層）については、今回ここには入ってまいりません。2.2km（引用者注：S 波速度 2.2km/s の層）から深い部分だけになります」（丙 311、79 頁）、「^{ママ}実際原子力発電所の基準地震動というのは当然開放基盤表面で行うものですから、この上の部分（引用者注：表層部分）をまずカットしまして」（丙 312、70 頁）と明確に説明しているところである。

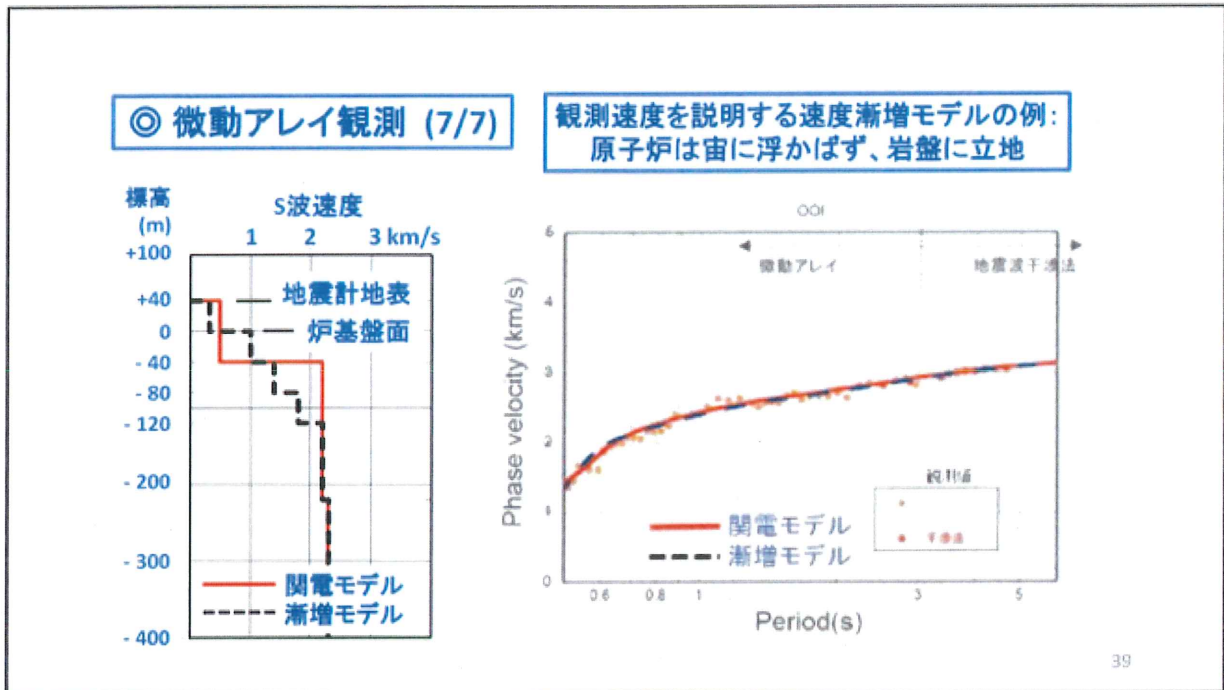
そして、これらの説明を踏まえて、原子力規制委員会は、被告の設定した地下構造モデルは地震波の伝播特性に与える影響を評価するにあたって適切なものであり、設置許可基準規則解釈別記 2 の規定に適合すると認めている（丙 171 の 2、12 頁）。

- e 以上のとおりであるから、被告がインバージョンモデルから第 1 層を削除したことは、何ら不合理なことではない。

（ウ）赤松氏の速度漸増モデルについて（被告準備書面（28）40～42頁）

赤松氏は、上記（イ）のインバージョンモデルの第1層を削除したた

めに原子炉が宙に浮いたとの指摘を前提に、岩盤の速度が小さな値から順次増加するとした場合のモデル（以下、「速度漸増モデル」という）を作成し、速度漸増モデルによれば観測位相速度が説明でき、基盤岩の標高も0mと求められる旨述べている（図表8 2。甲655の1、39頁）。



(甲 655 の 1、39 頁)

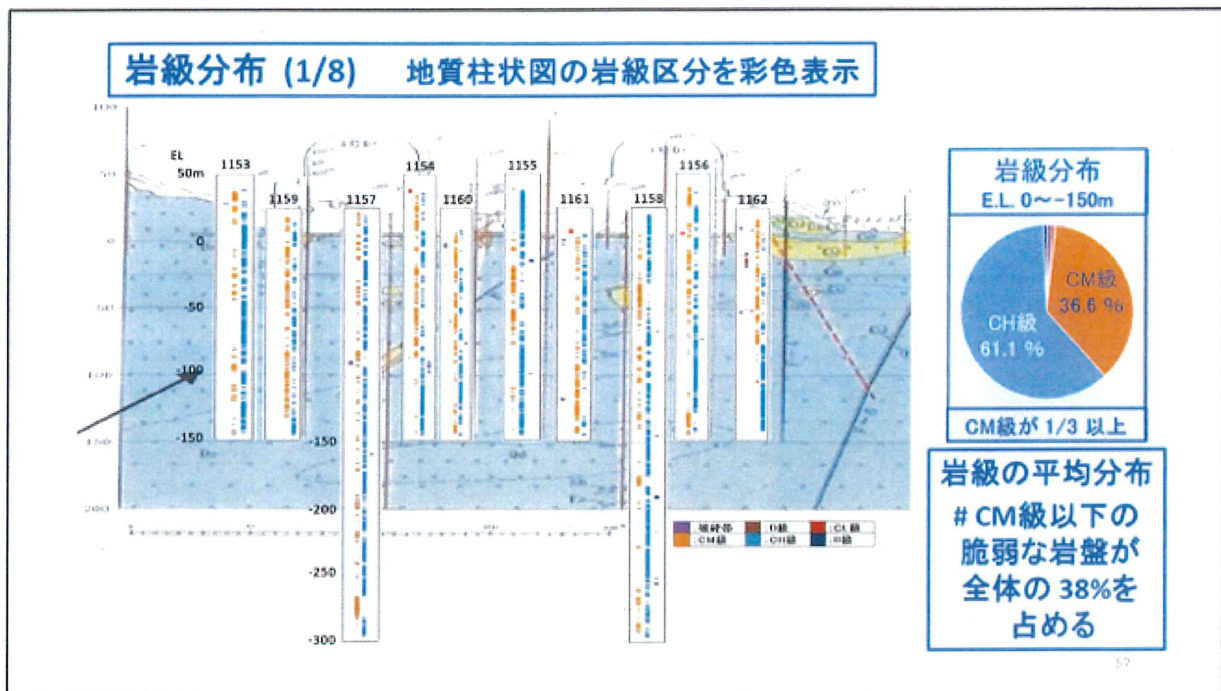
図表 8 2 赤松氏の速度漸増モデルの検討

図表 8 2 によれば、赤松氏の速度漸増モデルにおいては、第1層（標高40～0m）は被告がインバージョンモデルの第1層として設定したS波速度0.5km/sよりも低い数値、第2層（標高0～-40m）がS波速度約1.0km/sと設定され、第3層以深も徐々にS波速度が増加する速度設定がなされているようである（ただし、S波速度の正確な数値は赤松氏の意見書に記載がないため不明である）。なお、速度漸増モデルにおいては、下記（エ）で述べる探査結果平均モデル及び3号炉建屋基礎モデルとは異なり、関電モデルの1層目のさらに上に速度を挿入するの

ではなく、1層目の一部の速度構造を差し替えたもののことである（赤松氏反対尋問調書40～41頁）。

しかしながら、速度漸増モデルは、まずもって本件発電所原子炉が宙に浮いているとの前提に基づくものであるが、上記（イ）でも述べたとおり、言うまでもなく実際には本件発電所原子炉は宙に浮いていないのであるから、そもそも現実から乖離した不合理なものである。

また、赤松氏が第2層（標高0～-40m）のS波速度として設定されている約1.0km/sは、本件発電所敷地の地下に広がっている細粒石英閃緑岩でいうとCL級に相当する岩級となるところ（上記図表62。丙387、参考資料20頁）、赤松氏が指摘している10本のボーリング孔の岩級区分（図表83。甲655の1、57頁）を見ても、第2層の下面深度である標高-40mまでCL級の岩級が広がっているというデータは全く得られていない。この点は、赤松氏も反対尋問において、「これが絶対正しいというモデルではありません」「（赤松氏が主張する岩級区分に関する分析や試掘坑の屈折法探査及び坑間弾性波探査の調査結果の分析とは整合していないのではないかと）の質問に対して）整合していないのが当たり前です」などと供述しており（赤松氏反対尋問調書42頁）、本件発電所敷地の地下の地盤構造とは整合しないモデルであることを認めている。



(甲 655 の 1、57 頁)

図表 8 3 赤松氏によるボーリング孔の岩級区分の検討

さらに、赤松氏は、第1層（標高40～0m）の速度について、被告がインバージョンモデルの第1層として設定したS波速度0.5km/sよりも低い数値を設定している。そもそも赤松氏の持論によれば、被告のインバージョンモデルの第1層の上面はE.L. +43.5mであるのにもかかわらず、漸増モデルにおける第1層の上面をE.L. +40mとしている理由は定かでない。その点を描くとしても、赤松氏は、もともと被告がインバージョンモデルの速度設定を第1層の0.5km/sから第2層の2.2km/sまで急増させていることが不合理であると指摘していたはずであるにもかかわらず、自身が漸増モデルを設定する際には何故か被告のインバージョンモデルの第1層よりも速度を落として設定している。この点について反対尋問において赤松氏に確認したところ、赤松氏は「(この漸増モデルでは、第1層の速度も更に関電モデルより下がっているわけですねとの

質問に対して) フォワードモデリングするためにはそうせざるを得なかったということです」 と供述している (赤松氏反対尋問調書44頁)。

上記のとおり赤松氏は、速度漸増モデルに関して、被告が実施したようなインバージョン解析を行っておらず、独自にフォワードモデリングを行った旨供述している。ここで、被告が実施したインバージョン解析とは、観測によって得られた位相速度からどのような速度構造となっているのかを推定する手法であり、被告はインバージョン解析に際して必要となるS波速度等の条件 (パラメータ) を、敷地地盤で行った物理探査等より得られた結果を用いて設定している (丙196、106頁)。一方、上記供述によれば、赤松氏が実施したフォワードモデリングとは、パラメータの数値設定を試行錯誤して観測位相速度に適合する速度構造を模索する手法である。そうすると、フォワードモデリングによった赤松氏の検討については、敷地地盤の状況を何ら反映せず、40m宙に浮いているという前提に固執し、パラメータの数値を自由に設定したということであり、たとえその結果として観測位相速度に合致するようなモデルを作成できたとしても、当該モデルは実際の敷地地盤の速度構造を何ら考慮していないことになり、赤松氏はそのようなモデルをもとに地盤の増幅特性を評価したということになる。

また、赤松氏は、上記供述において、観測位相速度に合わせるために数値を設定したと述べているが、これは裏を返すと、実際の地質構造と異なる前提を置かないと速度漸増モデルは観測位相速度に合致しなかったということであり、赤松氏の速度漸増モデルにおける第1層の数値の設定は、何らかの根拠をもって行われたものではなく、合理性を有するものでないことの証左といえる。

以上によれば、赤松氏の作成した速度漸増モデルは、自らが認めるとおり本件発電所において実施された各種調査の結果と整合するもの

ではなく、したがって、被告の地盤モデルを否定する根拠とはなりえない。赤松氏は、尋問で供述したのと同じく、意見書において、「このモデルは、第1層から第2層へ大幅に速度のジャンプをさせる初期条件の不当性を示すものである」として、このような「正しく地盤をモデル化しているというのではない」モデルに基づく批判を正当化するが（甲655の1、39頁）、被告が地盤モデルの策定において第1層をカットしたことの妥当性は、上記（イ）で述べたとおりであり、これが適切な評価であることは原子力規制委員会も認めている。一方で、赤松氏による速度漸増モデルは、「原子炉が宙に浮く」という主張に合わせて、フォワードモデリングにより、単に、観測位相速度に合わせるためのパラメータ設定に基づき策定されたものであるところ、そのようなパラメータによれば速度漸増モデルを策定することができたと言っているに過ぎず、本件発電所の敷地の調査結果に何の裏付けも有さない（赤松氏反対尋問調書41～43頁）ものであるため、被告の地盤モデルの妥当性を批判するにあたって全く意味も持たないものである。

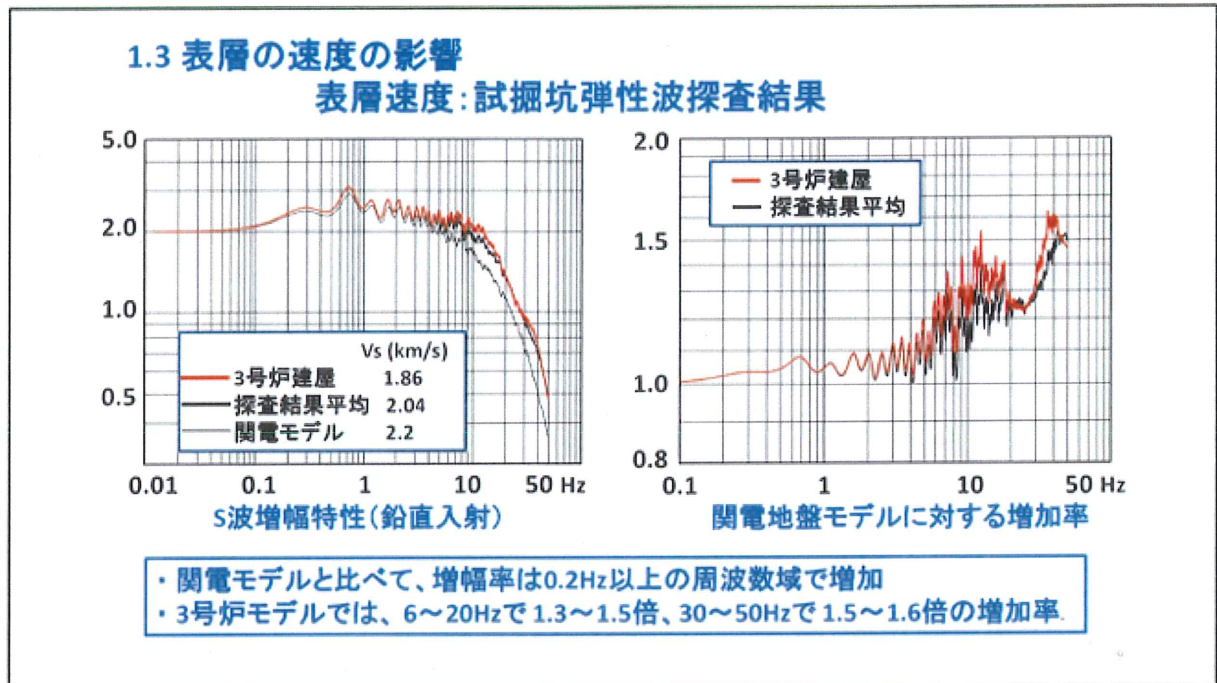
以上のとおりであるから、速度漸増モデルに基づく赤松氏の批判には理由がない。

（エ）表層の弾性波速度の設定について

- a 赤松氏は、試掘坑坑間弾性波探査の結果³⁵をもとに被告の地下構造モデルの標高0～-36.5m（赤松氏が、被告がインバージョンモデルの第1層を削除したことにより「宙に浮いた」とする部分）の弾性波速度の設定を修正して、探査結果平均モデル（P波速度4.3km/s、S波

³⁵ 正確には、赤松氏は、試掘坑坑間弾性波探査の結果より求めたP波速度をもとに、01-3 孔のP S 検層から得られたP波速度とS波速度の関係式を用いて算定したS波速度を用いている（甲 655 の 2、9～10 頁）。

速度2.04km/s) 及び3号炉建屋基礎モデル(P波速度4.05km/s、S波速度1.86km/s)を作成し、これら2つのモデルを被告の地下構造モデルと比較している(図表84。甲655の2、9頁)。



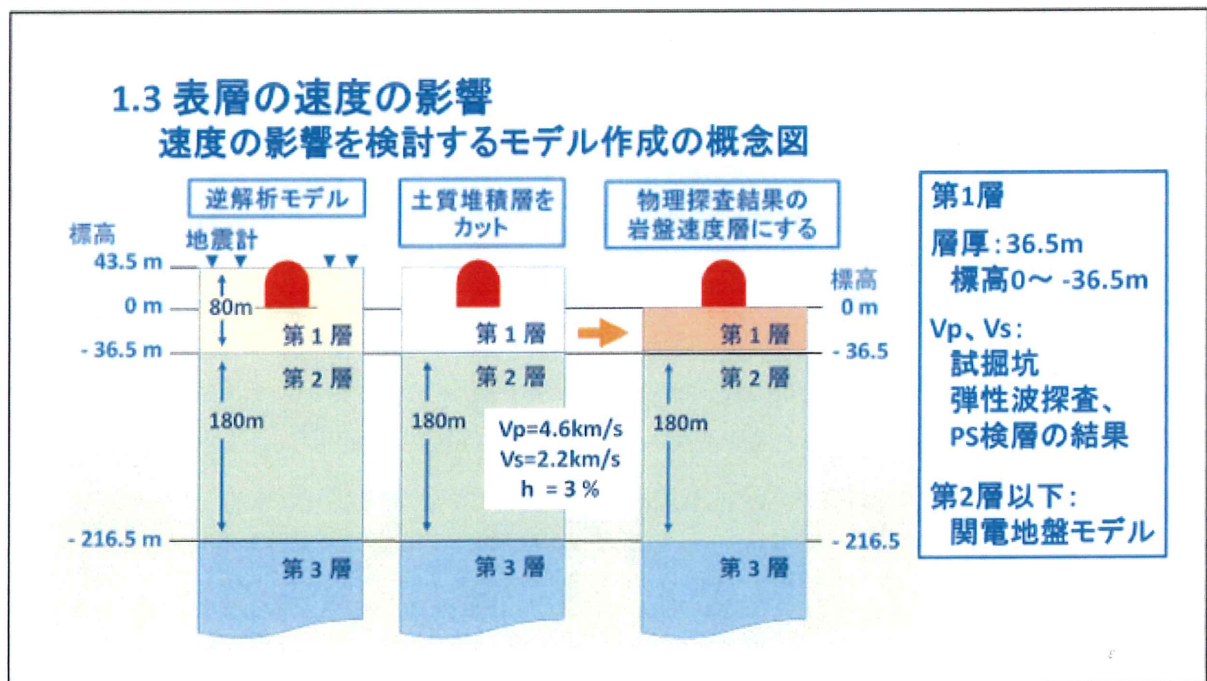
(甲 655 の 2、9 頁)

図表 8 4 赤松氏による探査結果平均モデル及び3号炉建屋基礎モデルの検討

そして、赤松氏は、主尋問において、上記図表84を見ながら「右側の図というのは、関電モデルに対して3号炉モデルとか探査平均モデルはどれくらいの倍率があるかというのを見たんですけれども、例えば、10ヘルツくらいでは1.3倍から1.5倍、それから、もっと高い、20、30ヘルツでは1.5倍から1.6倍というふうになるということが分かります。」と供述している(赤松氏主尋問調書18~19頁)。

b これらのモデルがどのような前提に基づき検討されたのかについて、意見書の記載からだけでは不明瞭であったため、反対尋問にお

いて確認したところ、赤松氏は、図表 8 4（甲655の2、9頁）及び図表 8 5（甲655の2、8頁）を見ながら、「（図表 8 5 の右端の図で見ると、標高0mから-36.5mまで橙色になっているところに探查結果平均モデル及び3号炉建屋基礎モデルの速度が入るのかとの質問に対して）そうです」「（関電地盤モデルの第1層以下は全て36.5mずつ下に移動するのかとの質問に対して）はい、そういうことですね」「（標高+4mの試掘坑坑間弾性波探查の結果を36.5m適用できるとの根拠はあるのかとの質問に対して）引き上げた部分がもともとはマイナス36.5メートルだったのに、標高ゼロメートルからマイナス36.5メートルまでは何もないというのは考えられないので、そのところにfan-shootingの値を入れてみたということです」と供述している（赤松氏反対尋問調書36～37頁）。



（甲 655 の 2、8 頁）

図表 8 5 赤松氏による探查結果平均モデル及び3号炉建屋基礎モデルの構造説明

赤松氏の上記供述を踏まえると、探査結果平均モデル及び3号炉建屋基礎モデルは、いずれも原子炉が宙に浮いているという赤松氏の独自の見解を前提として、関電モデルの上部に厚さ36.5m相当の空白部分が存在すると仮定し、さらに当該部分に、本件発電所の原子炉建屋設置位置周辺のE.L. +4.0m付近における試掘坑間弾性波探査の数値を挿入して、その分だけ関電モデルの第1層以降を順次36.5m分深さ方向にずらしてモデル化されたものと考えられる。(なお、上記(ウ)で述べた速度漸増モデルの手法(第1層目の一部の速度構造を差し替えた手法)とは異なるものであるが、異なる手法を用いている理由については何ら説明されていない。)

このように本件発電所と地盤との間に空白部分があるとして検討された各モデルは、まずもって本件発電所原子炉が宙に浮いているとの前提に基づくものであるが、上記(イ)でも述べたとおり、言うまでもなく実際には本件発電所原子炉は宙に浮いていないのであるから、そもそも現実から乖離した不合理なモデルである。

そして、赤松氏の探査結果平均モデル及び3号炉建屋基礎モデルの不合理な点は、上記の「宙に浮く」前提を置いた点にとどまらない。赤松氏は、試掘坑間弾性波探査から得られた速度値を基にしてS波速度を求めた上で関電モデルに組み込んでいるようであるところ、関電モデルは本件発電所敷地の地下構造をモデル化したものであるから、探査結果平均モデル及び3号炉建屋基礎モデルにおいても、赤松氏が用いた試掘坑間弾性波探査の数値を持つ層が、本件発電所の敷地に存在しているとの前提が採られていることになる。

しかしながら、そもそも、被告は基礎地盤安定性評価における異方性の検討の目的から試掘坑間弾性波探査を実施したものであり、

調査の実施目的が異なる。そして、そのような目的で実施した試掘坑間弾性波探査より得られた弾性波速度結果は、上記のとおり、あくまでも本件発電所の原子炉建屋設置位置周辺のE. L. +4. 0m付近における結果を示すものであり、それが地下36. 5mまで一体の速度層として続いているとの前提でモデルを作成することに合理性は全く認められない。この点は、上記のとおり、反対尋問の際に赤松氏がこの数値を利用していることの説明として「何もないというのは考えられないので・・・入れてみた」と供述し、何ら根拠を有さないことを赤松氏自らが認めている。

さらに、これに続く一連の検討として行われた、関電モデルの第1層以降を順次36. 5m分深さ方向にずらした条件を設定した点についても理由がない。関電モデルは、解放基盤表面の位置に相当するE. L. 0m付近が第1層の上面にあたり、以降第2層～第15層まで本件発電所敷地の地下構造をモデル化したものといえる。一方で、探査結果平均モデルおよび3号炉建屋基礎モデルでは、当該第1層から順次36. 5m分深さ方向に押し下げられることになるため、各層の位置は、本来被告が評価した関電モデルと異なることになる。しかし、そのような前提を置くことが許容される理由に関し赤松氏からの説明は皆無であり、試掘坑間弾性波探査の数値を地下36. 5mにわたって挿入したことに対する同氏の「入れてみた」との供述を踏まえると、同様に根拠を欠くことは明らかである。

以上のとおり、赤松氏の探査結果平均モデル及び3号炉建屋基礎モデルは、「原子炉建屋が宙に浮く」という検討の出発点およびそれに連なる上記の一連の条件設定が、いずれ妥当性が認められない不合理な想定に基づくものであり、被告の地下構造モデル批判の根拠として何の意義も認められないものと言わざるを得ない。

加えて、赤松氏は試掘坑間弾性波探査で測定された値のうち、P波速度のみをとりあげ、さらにそれを赤松氏自らS波速度を換算した値を用いているものであるが、各種調査から測定値として得られているS波速度を利用せず、これを差し置いてP波速度からの換算値を利用すべきとする根拠も不明である。

結局、赤松氏による探査結果平均モデルおよび3号炉建屋基礎モデルによる検討は、上記第1の3(2)でも述べたとおり、特定の調査結果の一部分だけを捉えて、本来的には本件発電所敷地に広がって存在するとは評価できない速度層が存在すると仮定して行われたものであるから、被告の評価と前提を異にした意味のない主張に過ぎない。

- c したがって、赤松氏が作成した探査結果平均モデル及び3号炉建屋基礎モデルはいずれも合理性が認められるものではなく、これらのモデルによって被告の地下構造モデルを批判する赤松氏の指摘には理由がない。

(オ) 理論位相速度と観測位相速度について（被告準備書面（22）30～31頁、同（28）36～37頁）

- a 原告らは、図表86（丙179、56頁）を示しながら、「観測位相速度と理論位相速度は一致しているとは評しがたい」「観測位相速度はランダムに散らばっているのではなく、周期0.7～2秒の範囲で理論曲線のまわりをうねっており一定の傾向を示している・・・各種調査結果で確認されている低速度層の存在がうねりの原因となつていると考えられる」「被告関電が規制委員会に各種調査の生データは提出したものの、その分析結果を示さなかったため、各種調査結果に基づく審査がなされなかった」などと主張する（原告ら第89準備

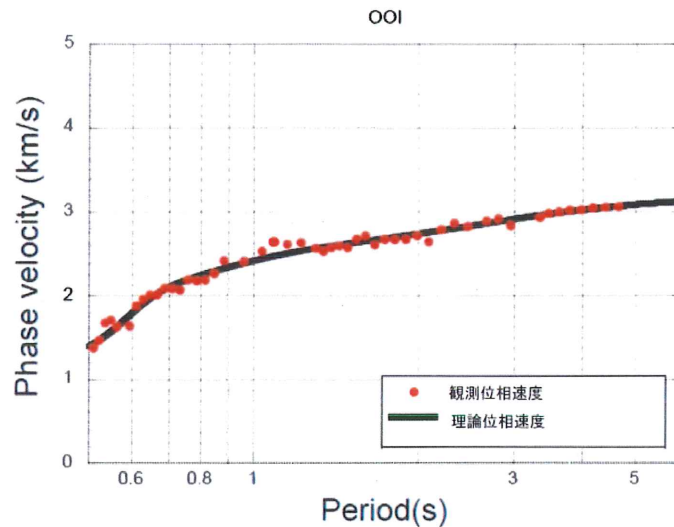
書面20頁)。

3. 地盤モデルの策定

第206回審査会合
資料再掲

56

■選定された地盤モデルについて、その物性値を用いて算定される理論位相速度を評価した結果、観測位相速度と良く対応していることを確認した。



(丙 179、56 頁)

図表 8 6 理論位相速度と観測位相速度の対比

赤松氏も、図表 8 6 を引用しつつ、「この図にみられるように、インヴァージョン・モデルの分散曲線は概ね観測値に合うが、観測値に見られる山谷は説明できない。これは・・・低速度層の挟在を無視して速度値を深さと共に単調に増加させているからである」と述べている (甲422、13頁)。

- b しかしながら、位相速度の観測は、複雑な自然現象を対象として数値化するものである以上、実際の自然現象を完全に再現して数値化することなど不可能であり、観測に伴う若干の誤差が生じることは必然である。その一方で、理論位相速度は、あくまでも速度構造モデルから理論的に算出されたものである。そのため、自然の地盤が完全なる均質の地盤であることはあり得ない以上、理論位相速度

と観測位相速度に若干の差異が生じることも当然である。

原告らは、このような若干の差異を捉えて、低速度層を無視した結果であるかのように批判するが、上記（１）ア（ア）及び（エ）で述べたとおり、本件発電所敷地の深部に低速度が層をなしているという根拠は赤松氏も何ら指摘しておらず、低速度層が原因となつてこのような理論位相速度と観測位相速度の差異が生じたわけではないことは明らかである。

- c 被告は、新規制基準への適合性審査に係る審査会合において、上記図表 8 6（丙179、56頁）を示しながら、「地盤モデルが観測地（引用者注：観測値の誤記と思われる。）とどれくらい合っているかということを確認した」ところ「黒の線が前のページで出ています地盤モデルから得られます理論位相速度の曲線でございます、赤の点線が、大体この3秒を左側が敷地の微動アレイの位相速度、それからこちらの右側が干渉法で得られています位相速度ということで、いずれも観測値ですが、このようによく一致しているということを確認したものでございます」と説明しており（丙312、70頁）、かかる説明を踏まえて、原子力規制委員会も、被告の設定した地下構造モデルは地震波の伝播特性に与える影響を評価するにあたって適切なものであり、設置許可基準規則解釈別記2の規定に適合すると認めている（丙171の2、12頁）。なお、原告らは、生データを一見しても地盤構造を理解することはできないため、低速度帯、断層破碎帯やシームの有無が判断できるようにデータを解析し、その結果を分かりやすく示すことが必要であり、そうでなければ原子力規制委員会が審査を行えないかの如く主張する（原告ら第89準備書面20～21頁）が、被告は、審査会合において必要な情報の提供を行った上で、かつ、委員等からの質問・指摘への対応を行っており、そのような

経過を経て地下構造モデルが妥当であると判断されているため、原告らの上記主張は全く当たらない（被告準備書面（33）20～21頁）。

この点に照らしても、原告ら及び赤松氏の指摘は、単に理論位相速度と観測位相速度に若干の差異が生じているという当然の事実を指摘しているに過ぎず、被告の地下構造モデルに対する有意な批判になっていないことは明らかである。

イ 減衰定数の設定が不合理である旨の原告らの主張に対する反論

（ア）減衰定数の設定について（被告準備書面（17）27～28頁、同（22）35～36頁、同（23）23～24頁）

a 原告らは、減衰定数について、被告が地下180mまでは3%、それ以降3kmまでは0.5%と設定していることについて何の説明もなされていない旨主張している（原告ら第44準備書面20頁）ため、以下、被告の減衰定数の設定根拠について説明する。

b 被告は、佐藤・山中（2010）（丙315）において、減衰定数の平均的な値への付加量（ h^{add} ）³⁶と、不均質性³⁷を特徴付けるパラメータの1つである標準偏差^{エプシロン} ε の相関が特に高いとされていることを踏まえ（図表87。丙315、297頁）、本件発電所敷地において実施したPS検層（ボーリング番号01-3及び01-11）のS波速度のデータを用いて、01-3孔についての標準偏差 ε を0.113（図表88。丙179、23頁）、01-11孔についての標準偏差 ε を0.129と評価した（図表89。丙179、

³⁶ 佐藤・山中（2010）は、既往の文献等の情報に基づく平均的な減衰定数を引用し、かかる平均的な減衰定数と、地震観測記録より求めた地盤の増幅特性から導かれる減衰量とを比較したところ、両者に差があったことから、観測地点ごとの地盤の不均質性に応じて、平均的な減衰定数に一定の値を付加することを提案しており、ここでいう付加量とは、観測地点ごとの地盤の不均質性に応じて平均的な減衰定数に付加されるべき値を表している。

³⁷ なお、ここでいう不均質性とは、自然の地盤を評価する関係上、地盤が水平成層構造とみなせる場合であってもなお残る程度の不均質性を指し、水平成層構造とみなせるとの評価と矛盾する概念ではない。

22頁)。

表 6 新潟平野中央部での減衰定数の付加量(h^{add})の目安

	NIG010 (NIG)	NIG011 (NIT)	NIG013 (MAK)	NIG014 (SAN)
Additional damping factor h^{add}	0 ~ 0.001	0.003	0.003 ~ 0.005	0.008 ~ 0.01

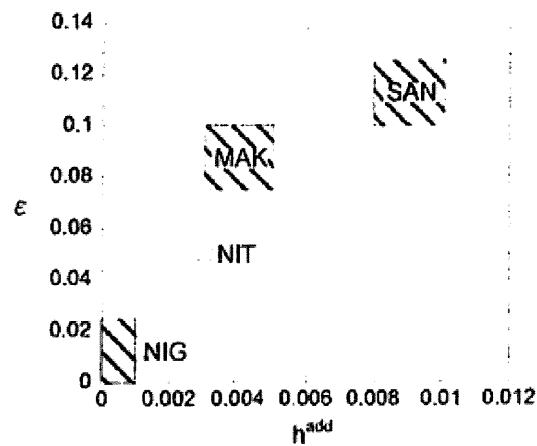


図 19 広帯域サイト増幅特性評価に必要なとなる h^{add} と ϵ の関係

(丙 315、297 頁)

図表 8 7 減衰定数の付加量 h^{add} と標準偏差 ϵ の関係

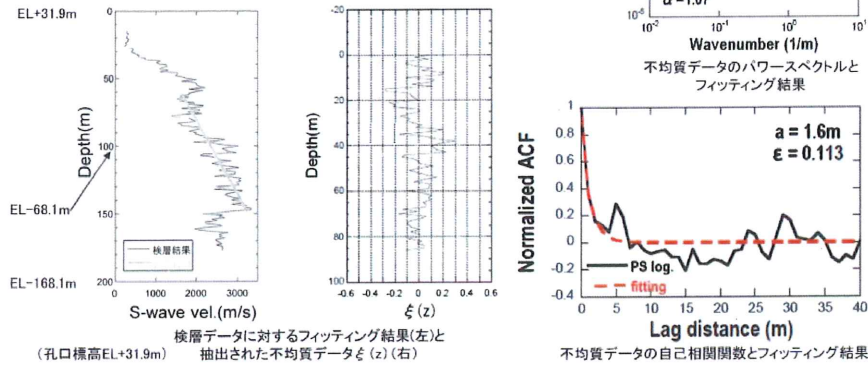
3. 地盤モデルの策定(減衰定数)

第206回審査会合
資料再掲

23

大飯発電所(01-3孔)のPS 検層(S 波速度)による不均質性の統計的性質の推定結果

対象 データ 範囲 (m)	平均S波 速度 (km/s)	漸増成分 の傾き (1/s)	相関 距離a (m)	Hurst 指数 ν	標準 偏差 ϵ
GL-62 ~148	2.44	18.29	1.6	0.21	0.113



(丙 179、23 頁)

図表 8 8 01-3 孔における標準偏差 ϵ

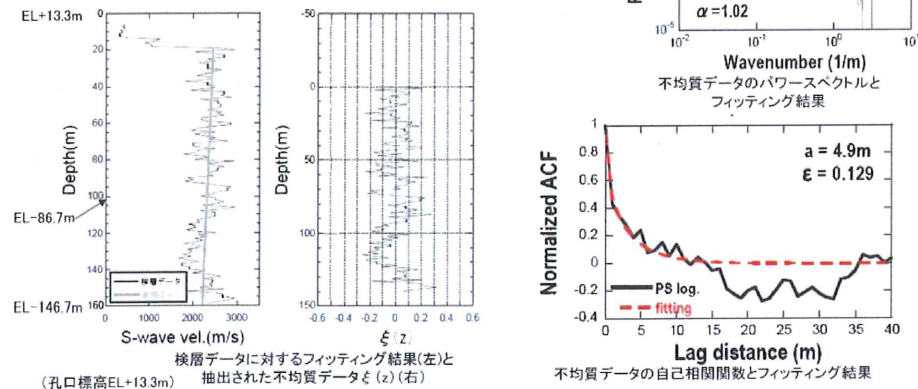
3. 地盤モデルの策定(減衰定数)

第206回審査会合
資料再掲

22

大飯発電所(01-11孔)のPS 検層(S 波速度)による不均質性の統計的性質の推定結果

対象 データ 範囲 (m)	平均S波 速度 (km/s)	漸増成分 の傾き (1/s)	相関 距離a (m)	Hurst 指数 ν	標準 偏差 ϵ
GL-19 ~159	2.34	-1.67	4.9	0.21	0.129



(丙 179、22 頁)

図表 8 9 01-11 孔における標準偏差 ϵ

そして、当該数値は、佐藤・山中（2010）の指標（新潟平野の深部地盤の不均質性と減衰定数の付加量の関係。同論文においては、標準偏差 ε 0.1～0.125程度で減衰定数の付加量 h^{add} 0.008～0.01程度（0.8～1%）が目安とされている（上記図表87の「NIG014（SAN）」。丙315、297頁））を参考にすると大きめの数値であること、また、佐藤ほか（2007）（丙314）による同等の速度構造の減衰定数 h の下限値が0.02（2%）とされていることを踏まえて（図表90の「GL-36m～-267m（ V_s 1382～2375m/s）」のグラフ。同4～5頁）、下限値である2%に付加量1%を加え、表層部分（解放基盤表面から地下180mまで）の減衰定数を3%と設定した。

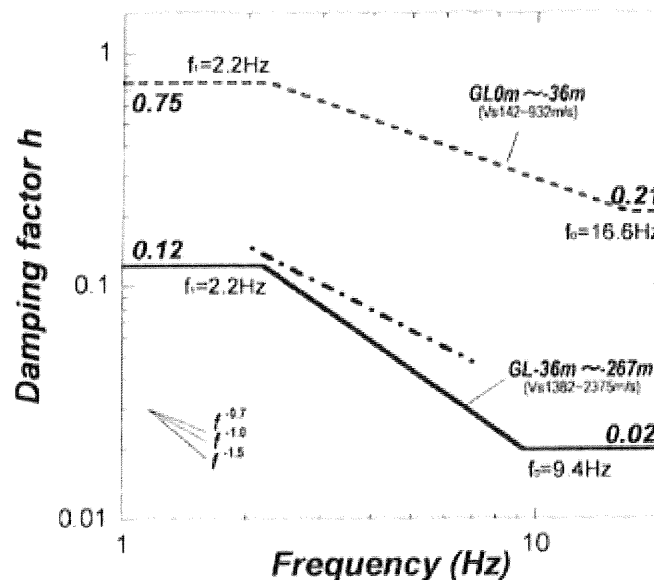


図4 同定された地盤の減衰定数
（図中の鎖線は、平均的な岩盤の減衰定数²⁾）

（丙 314、5 頁）

図表 9 0 減衰定数 h の下限値

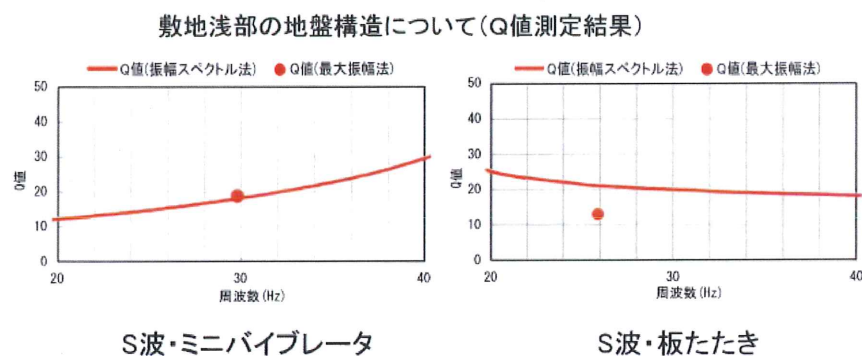
また、被告は、本件発電所敷地内のボーリング孔を利用して減衰

定数と相関関係のあるQ値（Q値が増加するにつれて、減衰量つまり減衰定数が小さくなるという関係にある）の測定を行ったところ、Q値は概ね16.7（減衰定数3%）より小さい値（つまり、減衰定数としては大きい値）となることを確認し、減衰定数3%の設定が妥当であることを確認している（図表9-1。丙179、26頁）。

3. 地盤モデルの策定(減衰定数)

第206回審査会合
資料再掲

26



波種	起振源	解析深度区間 (m)	卓越周波数 (Hz)	Q値 (減衰定数(%))
S波	ミニバイブレータ	42～70	30.2	15.78(3.17)
		70～288	29.8	19.05(2.62)
	板たたき	42～70	29.7	7.42(6.74)
		70～288	25.9	13.21(3.79)

(丙 179、26 頁)

図表 9-1 ボーリング孔における Q 値測定

c さらに、表層より深い層の減衰定数については、地下3kmまで大きな速度変化はない岩盤であり、表層と比較して急激に減衰が小さくなっていることを示す特段のデータも得られていないことから、実態としては深度増加に伴って徐々に減衰定数が小さくなると考えられるものの、保守的に、急激に減衰が小さくなるよう、第2層以深の減衰定数を0.5%と設定した。

d なお、赤松氏は、反対尋問において、「P S 検層で、フローティン

グで速度の揺らぎがこういうふうになるのは、速度を求めるときには、それはばらつきだと言ってるんですね。だから、あつてはならないものだというふうな言い方に聞こえますね・・・ところが、減衰係数（引用者注：減衰定数のことと思われる。）を求めてるときは、この速度のばらつきを今度は揺らぎと称して、この揺らぎの大きさによって減衰が大きい小さいかを説明するんですね。だから、速度を出すときにはばらつきと言って、なるたけないものにしようと、ところが、減衰を出すときには、それは揺らぎと言って、その揺らぎの大きさでもって、こんだけ揺らいでるんですから減衰はこんだけ大きいですよというふうに言ってる。非常に矛盾する話だと思うんですね」などと供述している（赤松氏反対尋問調書54～55頁）。

下記（イ）でも述べるとおり、上記供述の趣旨は判然としないが、つまるところ、被告は地下構造モデルの策定においてサスペンション法でみられる低速度部を考慮していないこと、あるいは、被告が行ったような不均質性を考慮して減衰定数を設定する手法が不合理であるなどと主張する趣旨だと思われる。しかしながら、いずれについても下記で述べるとおり理由がない。

まず、被告がサスペンション法の結果を考慮していないかのように述べること自体、赤松氏が被告の地下構造モデルの内容を正解していないことの証左にほかならない。上記第1の3（4）及び第2の1（3）アで述べたとおり、被告は、赤松氏の言うような、サスペンション法で見られる低速度部の結果を含めた各種の物理探査結果を踏まえて評価した上で、そうした低速度の値を直接的に地下構造モデルへ反映することは不要だと判断しているのである。したがって、被告が不当にサスペンション法の結果を無視したかのような赤松氏の主張は、その前提を欠く当を得ないものである。

次に、赤松氏は、不均質性を用いた減衰定数の検討手法が不合理であるかのように述べるところ、上記 b で述べたとおり理由がない。加えて、赤松氏が不合理だと述べる当該手法については、赤松氏自身も過去から認識している、(地表付近の) 浅い岩盤における減衰の特徴を踏まえて検討されているものである。

すなわち、浅い岩盤における減衰について、下記 (ウ) で述べるとおり、赤松氏は自身が過去に執筆した赤松・盛川 (2000) の論文 (丙482) において、「Near-Surface Attenuation and Site Effects from Comparison of Surface and Deep Borehole Recordings」(以下、「Abercrombie (1997)」という。丙554の1) が「地表付近での大きな減衰は土質地盤に限らず岩盤においても観測されている」「地表面付近の小さいQは岩質によらない・・・深さとともにQ値が増加する」と指摘している点に言及しているところ (丙482、62～63頁)、当該Abercrombie (1997) による見解は、その後の減衰を研究する他の専門家からも認識された上で、検討の前提とされているのである。例えば、佐藤 (2010) (丙497) では、Abercrombie (1997) が「岩盤の減衰定数が大きくなる要因として、拘束圧の低減による亀裂や不均質性の増加が要因である」と報告していることを踏まえて、「P S 検層による速度構造の不均質性」の評価を同時に行うことで減衰定数の関係性を考察している (丙497、1頁)。そして、被告が減衰定数の設定・評価にあたって参照した佐藤・山中 (2010) (丙315) の知見は、上記の佐藤 (2010) と同様の考えを踏まえて検討され、導かれているのである (なお、佐藤 (2010) については、赤松氏自身も反対尋問において、以前より認識していた旨を述べている。反対尋問調書52頁)。

上記を言い換えれば、被告が地下構造モデルの減衰定数を設定・

評価するにあたって参照した佐藤・山中（2010）の知見は、「亀裂や不均質性の増加を要因として岩盤の減衰定数が大きくなる」という知見を前提に、近時において科学的な検討が重ねられてきた結果として提案されているものであり、赤松氏もこのような知見は認知しているのである。以上のとおりであるから、佐藤・山中（2010）の知見を参照し、被告の評価を不合理と批判する赤松氏の指摘は当たらない。

加えて、上記 b で述べたとおり、被告は不均質強度を用いた検討のみで減衰定数を設定しているわけではなく、本件発電所敷地内のボーリング孔を用いて実施したQ値測定から得られた結果、概ね減衰定数が3%程度以上と確認できたことも踏まえて検討を行っているのであり（丙178、6-5-8頁）、このような被告による減衰定数の評価については、原子力規制委員会からも妥当であるとの判断がなされていることを補足しておく。

（イ）中央防災会議のQ値との比較について（被告準備書面（17）27～28頁）

原告らは、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とした上で、中央防災会議の専門調査会の1つである「東海地震に関する専門調査会」は、 $500\text{m/s} < V_s < 3000\text{m/s}$ のQ値の解析例が少ないので、 $V_s > 3000\text{m/s}$ の場合の平均的なQ値である $Q = 100f^{0.7}$ を用いるとして、高周波域で減衰が小さく、地震動が大きくなる安全サイドの値を用いており、中央防災会議の考えに従う減衰構造モデルと被告関電モデルの増幅特性を比較すると、10Hz以上の周波数帯域での増幅率が被告関電モデルは中央防災会議モデルの半分程度となると主張している（原告ら第44準備書面20頁）。また、当該主張に

関して、赤松氏は意見書において、上記のQ値を中央防災会議が「推奨」したものと述べ（甲655の2、11頁）、同様に主尋問においても「岩盤の速度が毎秒500メートルから3000メートルぐらいだったら、Q値というのは周波数依存にして、中央防災会議は、100掛ける周波数の0.7乗という式を使いなさいということを行っているわけですね。それで、大飯のサイトの地盤モデルでは、S波速度は2200から3200ですから、絶対こういう周波数依存性を考えなければいけない、なのに、関電は考えておりません」と供述した。（赤松氏主尋問調書41頁）。なお、別件大津訴訟の反対尋問においても、上記記載が推奨値だという根拠なのかとの質問に対して「そうです」と証言していた（丙489、50～51頁）。

しかしながら、以下に述べるとおり、中央防災会議のQ値との比較をもとに被告の減衰定数の設定を批判する原告らの主張は、理由がない。

そもそも、中央防災会議の上記専門調査会の説明資料の位置づけは、同資料の冒頭に記載されているとおり、東海地震の強震動評価の試算のために示されたものに過ぎず（丙498、1頁）、また、本件発電所の表層のS波速度である2.2km/sに対応する区間（S波速度0.5～3.0km/s）と赤松氏が指摘する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、上記の場合（引用者注：S波速度3.0km/sを超える場合）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、 $Q=100f^{0.7}$ を用い試算する」と記載されており、上記試算のためのパラメータとして設定されたものである（同4頁）。そして、ここでの $Q=100f^{0.7}$ という値は、東海地震の強震動評価のための試算上設定したという位置づけに照らせば、他の地点におけるQ値として「推奨」されるといった趣旨は上記説明資料から伺われないし、またそういった記載も見当たらない。上記説明資料によると、 $Q=100f^{0.7}$ という値については、S波速度3.0km/sを超える場合の検討にあたり東

海地震を例に分析した結果から設定しているものであるが、このような検討結果が若狭湾にも適用できるとする根拠について、赤松氏からは何ら説明されていない（なお、別件大津訴訟の反対尋問でも同様であった。丙489、51頁）。

また、当該Q値が「推奨値」とされているか否かは措いたとしても、上記専門調査会で実施された議論は、地盤の増幅特性（サイト特性）ではなく伝播特性におけるQ値に係る議論と解される（この点は赤松氏も認識している（赤松氏反対尋問調書53頁。丙489、99頁））ところ、当該伝播特性におけるQ値を、被告が上記（ア）で述べた本件発電所における調査を踏まえて評価した、本件発電所敷地の地盤の増幅特性（サイト特性）のQ値に優先させて当然に採用すべきとする理由はなく、この点に関しても赤松氏からは根拠ある説明はなされていない。

したがって、中央防災会議の専門調査会が試算したQ値が原子力発電所の地下構造モデル策定（地盤の増幅特性（サイト特性）の評価）にあたって「推奨値」とされるべき根拠はなく、当該中央防災会議のQ値との比較による原告らの被告の減衰定数評価に対する指摘は理由がない。

なお、赤松氏は、本事件の反対尋問においては、中央防災会議の報告がなされた2001年と比較して、浅い岩盤における多くの解析例、研究例が集積しており、かつ、本件発電所敷地での測定結果や解析結果が存在するにもかかわらず、中央防災会議の試算を適用すべきとすることの質問に対して、「なぜそうだということを説明します」と述べた上で、上記（ア）dで述べたとおり、被告が一方で速度のばらつきと言って考慮せず、他方で速度の揺らぎと言って減衰が大きいと言っているのは矛盾していると供述している（赤松氏反対尋問調書54～55頁）。ここでの赤松氏の供述内容は、中央防災会議の試算を用いるべき

との理由には全くなっていない。

(ウ) 佐藤・山中 (2010) の知見を用いて周波数依存しない減衰定数を設定したことについて

a 赤松氏は、主尋問において、被告が本件発電所における減衰定数の数値設定の根拠としている佐藤・山中 (2010) の論文 (丙315) について、「佐藤・山中の論文は、散乱減衰を理論にしているんですね。散乱減衰というのは、周波数依存性を持っていますから $h=3\%$ というふうにすることはできません・・・しかも佐藤・山中は、新潟平野の土質地盤で実験をやっているわけですが、それが大飯原発のような貫入岩のがちとしたところへ、すぐ通用するかどうかというのは検証が必要です」と供述している (赤松氏主尋問調書39～40頁)。

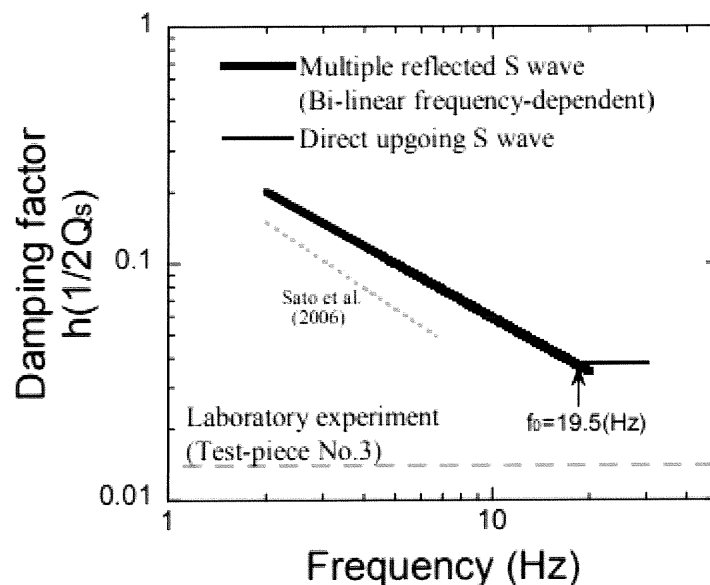
しかしながら、赤松氏の上記指摘はいずれも被告が佐藤・山中 (2010) の知見を用いて本件発電所の減衰定数を設定していることの批判として合理的なものとはいえない。

b まず、赤松氏は、佐藤・山中 (2010) が不均質による散乱減衰の影響を検討したものであり、周波数に依存することを前提としているにもかかわらず、被告は周波数に依存しない減衰定数を設定していると批判している。

佐藤・山中 (2010) は、新潟平野において不均質性と減衰特性との関係を検討したものであるが、その研究結果を踏まえて地表に近い岩盤の減衰特性を検討したものとして佐藤 (2012) の論文 (丙480) がある。

佐藤 (2012) によれば、「地震動評価の対象となる周波数帯域 (例えば、1Hzから20Hzないし50Hz程度) での地表に近い岩盤の減衰の周波数特性については、低周波数側 (1Hzから10Hz程度) では強い周波

数依存がみられるが、それより高周波数側ではほとんどみられなくなる」という性質（「10Hz付近での変移」）があると指摘されている（丙480、37頁）。そして、実際に佐藤（2012）において地表に近い鉛直アレイ地震観測記録を用いてインバージョン解析により減衰定数を算出した結果、減衰定数には周波数依存性が認められたものの、一定の高周波数帯域（19.5Hz）から変移して周波数依存しなくなるという結果が得られた（図表9 2。丙480、41頁）³⁸。赤松氏もこのような研究成果が存在することは認めている（赤松氏反対尋問調書47～48頁）。



（丙 480、41 頁）

図表 9 2 鉛直アレイ地震観測記録を用いたインバージョン解析による
減衰定数の算出

ここで補足すると、地震により構造物に作用する荷重は、地震動

³⁸ 図表 9 2 のグラフではそれぞれ、縦軸に減衰定数、横軸に周波数が設定されている。グラフが横ばいになっている箇所については、減衰定数が周波数に依存せず一定であることを、右肩下がりになっている箇所については、周波数に依存していることを表す。

の周期と構造物の固有周期に依存すると考えられているところ（被告準備書面（3）20～23頁）、剛構造で設計されている原子力発電所への影響が特に大きいのは短周期（高周波）領域の地震動の大きさである。

したがって、佐藤・山中（2010）の論文が周波数依存性の存在を指摘していることは、被告が周波数に依存しない減衰定数を設定していることと矛盾するものではなく、赤松氏の指摘には理由がない。

なお、上記図表9-2（丙480、41頁）において、周波数依存する減衰定数の値については、周波数依存しない高周波数領域における減衰と比べて大きな減衰となっている。赤松氏は、概して被告の設定した（周波数依存しない）減衰定数が過大であり、基準地震動を過小評価しているかのごとく主張するところ（甲655の1、47～50頁）、再反対尋問において、周波数依存することを前提とした場合、低周波になればなるほど減衰定数が大きくなる（つまり、より地震動が減衰する）という点について、当初は減衰定数（h）とQ値に関して多少混乱したような供述が見られたものの、最終的には「減衰定数hは大きくなりますね」と供述していた（赤松氏反対尋問調書93～96頁）。すなわち、赤松氏が指摘するように周波数依存させて減衰定数を設定した場合には、低周波領域における被告の減衰定数の評価よりも大きな減衰定数を設定することになるため、周波数依存させない被告の減衰定数の評価は当該領域においては赤松氏の主張よりもむしろ保守的な値を設定しているといえ、仮に赤松氏の主張に基づいて、当該領域の地震動の増幅を考えた場合には、本件発電所の基準地震動は、被告が行った地震動評価の結果よりも小さくなることになる。したがって、被告が周波数に依存しない減衰定数を設定することで基準地震動を過小に評価しているかのごとく述べる赤松氏

の主張は、理由がない。

- c. また、赤松氏は、佐藤・山中（2010）が新潟平野の土質地盤での検討を行ったものであるから、本件発電所のような硬岩サイトの地盤で適用できるかは検証が必要である旨指摘している。

しかしながら、上記（ア）bで述べたとおり、佐藤・山中（2010）は表題にもあるように「新潟平野を対象と」して「深部地盤」についての検討を行っているものであるところ、対象となる地域のGL-20m以深は主に堆積岩で構成されている旨記載されている（丙315、292頁）。したがって、そもそも佐藤・山中（2010）は、赤松氏が言うような、土質地盤を対象に検討を行ったものではないことは明らかである。

また、上記bで述べたとおり佐藤・山中（2010）における検討を踏まえて更なる検討がなされたと解される佐藤（2012）においては、「表層に厚さ7m程度の砂礫層が存在するが、それ以深は白亜紀後期から古第三紀の江若花崗岩で構成された硬質岩盤地点」において鉛直アレイ地震観測が実施され、当該岩盤層の弾性波速度は、P波速度3.7～4.64km/s、S波速度1.45～2.16km/sとなっている（図表93。丙480、38頁）。

Table 1. Previous geophysical structure and location of seismometers at the borehole site used in this study.

Elevation (m)	Depth GL(m)	Stratigraphy	Seismometer (m)	Density (g/cm ³)	P-wave velocity (m/s)	S-wave velocity (m/s)
42	0	(Surface)	▼EL41	1.55	1300	340
41	-1	Gravel	(GL-1)			
38	-4					
35	-7	Granite	▼EL-8	2.50	3700	1450
8	-34		(GL-50)			
-8	-50		▼EL-98	2.58	4300	1760
-44	-86		(GL-140)			
-98	-140		▼EL-298	2.55	4640	2160
-130	-172		(GL-340)			
-298	-340					

(丙 480、38 頁)

図表 9 3 岩盤層の弾性波速度測定結果

そして、佐藤（2012）においても不均質強度と減衰の関係が検討された結果、標準偏差 ε と減衰定数 h との間には正の相関関係がみられ、地表に近い岩盤の減衰が岩盤の亀裂や不均質性の程度によって影響されることが指摘されている（図表 9 4。丙480、46頁）。この指摘は、佐藤・山中（2010）で指摘されていた標準偏差 ε と減衰定数の付加量 h^{add} の相関関係（上記図表 8 7。丙315、297頁）と同様の趣旨を示した研究結果といえる。

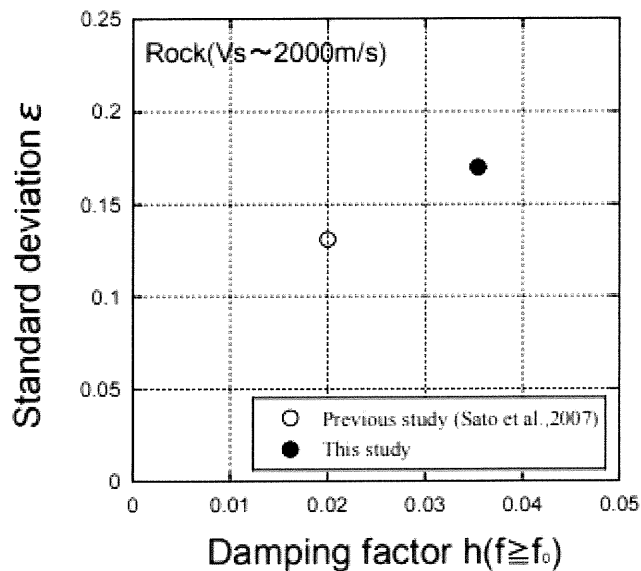


Fig. 11. Relationship between the damping factor (over f_0 Hz) derived from multiple reflected S waves of borehole recordings and the standard deviation of heterogeneity (heterogeneity index).

(丙 480、46 頁)

図表 9 4 標準偏差 ε と減衰定数 h の相関

したがって、佐藤・山中（2010）で認められた研究結果は、硬質岩盤のサイトにおいても認められるものであり、赤松氏の指摘には理由がない。なお、赤松氏は、この点について反対尋問で確認された際、「（佐藤（2012）の対象サイトは白亜紀後期から古第三紀の江若花崗岩で構成された硬岩サイトではないかとの質問に対して）はい、書いてありますね。」と佐藤（2012）が硬岩サイトを対象とした検討であることを認めている（赤松氏反対尋問調書48頁）。

- d 赤松氏は、自身が執筆した赤松・盛川（2000）の論文（丙482）において、「地表付近での大きな減衰は土質地盤に限らず岩盤においても観測されている。Table8にArbercombie（1997）（引用者注：原文は「Abercrombie」のスペルミスと思われる。以下同様）がまとめた、

地表／地中振幅スペクトル比から求められた Q_s を引用した（ただし、 Q_s は周波数に依らず一定としている）・・・Arbercombie（1997）は、地表面付近の小さい Q は岩質によらないこと、深さとともに Q 値が増加すること、さらに室内実験では Q 値が封圧により大きく変化する（Johnstone et al., 1979）ことなどから、深さ方向への Q 値の変化をクラック形状への圧力効果であると指摘している。このことから、土質地盤の Q 値が圧密効果に大きく依存していることが推察される」と記載して、減衰定数の逆数である Q 値が周波数依存しないことを前提とする研究成果を、赤松氏自身の見解を裏付けるための根拠として引用している（同62～63頁）。

この点に関して、赤松氏は、反対尋問においても、「奈良の堆積盆地のところで測定した値というのは周波数依存性を持っておりましてけれども、それがほかのデータではどういうことになるのかということと比較したかったために、そのAbercrombieの周波数依存性ではない値を引用して、周波数依存性を考慮するとほとんど同じ値になる、土質地盤でそういうことになりますよということを論文に書きました」と供述し、当時において周波数依存性が認められない研究結果が存在することを認識し、かつそれを自身の見解を裏付けるために引用したことを認めている（赤松氏反対尋問調書50頁）。

- e 以上のとおりであるから、上記で挙げた各種の学術論文に照らせば、被告が佐藤・山中（2010）の知見を用いて周波数依存しない減衰定数を設定したことに何ら不合理な点はなく、赤松氏の指摘には理由がない。

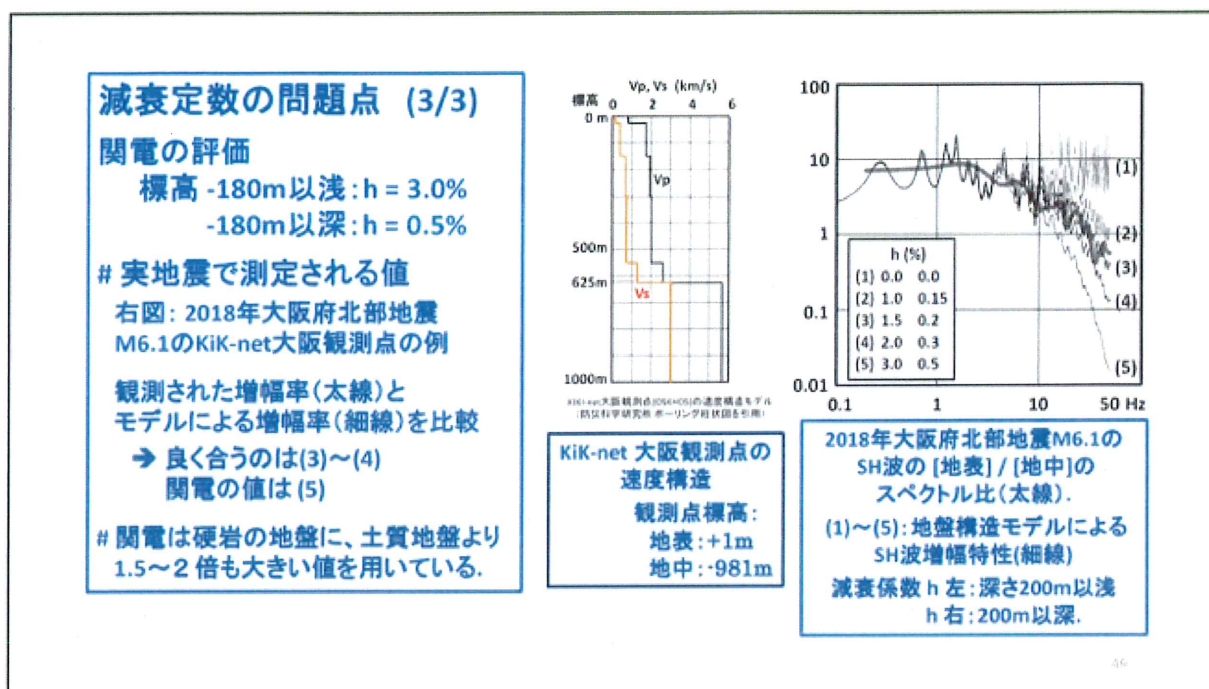
（エ）KiK-net大阪観測点の地盤増幅率との比較について

- a 赤松氏は、KiK-net大阪観測点で観測された2018年に起きた大阪府

北部の地震（以下、「2018年大阪府北部地震」という）の地表観測点と地中観測点のスペクトル比から求まる地盤増幅率を複数の減衰定数を仮定した理論増幅率と比較した結果、観測された地盤増幅率と良く合うのは減衰定数 h を浅部で1.5%、深部で0.2%とした例（図表95の右図の(3)）及び浅部で2.0%、深部で0.3%とした例（図表95の右図の(4)）であり、本件発電所の地下構造モデルで被告が設定している減衰定数（図表95の右図の(5)）と比較すると、2/3～半分である旨指摘している。

また、赤松氏は「関電は硬岩の地盤に、土質地盤より1.5～2倍も大きい値を用いている」とも指摘している。このような指摘について、本事件の主尋問では言及されなかったが、赤松氏は別件大津訴訟の主尋問において、被告が地盤モデルの策定にあたって設定している減衰定数の値について「大阪平野の土質地盤（引用者注：KiK-net大阪観測点が設置されている）で観測されているよりも減衰が大きいということになります。そんなことはあり得ない。」と証言していることからすると（丙487、40頁）、同様の趣旨で指摘をしているものと思われる。

（以上につき、甲655の1、49頁）



(甲 655 の 1、49 頁)

図表 9 5 赤松氏による KiK-net 大阪観測点の地盤増幅率との比較

- b しかしながら、P S 検層の手法を用いてQ値の評価を行った信岡ほか(2012)(丙479)においては、花崗岩主体の硬岩サイトについて調査を実施して確認されたQ値(減衰定数 h)が、図表 9 6(同、85頁)のとおり、いずれの深度においても、赤松氏がKiK-net大阪観測点の観測記録によく合うとする減衰定数 h (浅部で1.5%、深部で0.2%)を上回った結果となっている(同、84~85頁)。

Table 3. Q-value calculated by maximum amplitude method.

Depth(m)		S-wave velocity (m/s)	Peak freq.	Qs(h%)
0	32	640	26.8	6.8(7.4)
32	96	1480	23.7	7.9(6.3)
96	150	1820	24.4	10.4(4.8)
150	178	1680	24.7	9.1(5.5)
178	340	2160	24.6	30.9(1.6)

(丙 479、85 頁)

図表 9 6 硬岩サイトにおける Q 値測定の結果

この点について、赤松氏に反対尋問で確認したところ、「(いろいろな論文を見ると、硬岩サイトで減衰定数が3%を超えるとか、土質地盤より減衰定数が大きいとか、幾つも報告されているのではないかとの質問に対して) 幾つかありますね」と供述しており(赤松氏反対尋問調書51頁)、赤松氏も硬岩サイトの減衰定数が土質地盤よりも大きくなる例が存在することを認めている。

また、赤松氏は、反対尋問において、図表 9 6 を見ながら、「この表をみると、硬岩サイトと今おっしゃったのは、S波の速度で640から1680が、hの値が7.4、6.3、4.8、5.5ですね。それで、その下、2160、これは、大飯の2.2キロとほぼ一緒です。40メートル違うだけです。それになると1.6%と書いてありますね。これは、大飯は3%としてるのに、これは1.6%となってるんですね」と供述している(赤松氏反対尋問調書50～51頁)。この指摘の趣旨は定かでないが、善解すると、信岡ほか(2012)のTable3(丙479、85頁)において、被告が解放基盤表面速度として評価したS波速度2.2km/sと値に近いS波速度2.16km/s(2160m/s)の行を見ると、観測された減衰定数(h)が1.6%となっているところ、この値は被告地盤モデルの第1層

(S波速度2.2km/s) で設定された減衰定数 (h) の値である3%よりも低い値であることから、被告の設定した減衰定数はこれと比較して高きに過ぎ、不合理であるとの趣旨で述べたものと思われる。

しかしながら、信岡ほか (2012) においては、Q値には地層内の亀裂に起因する散乱減衰の効果が含まれることとされており (丙479、88頁)、またこのような亀裂の影響に関して佐藤 (2012) では、「拘束圧と減衰の関係から地表に近い岩盤の減衰は亀裂や不均質に大きく影響される可能性を指摘した・・・既往の研究・・・とも調和的である」との見解が示されている (丙480、45頁)。つまり、これらの論文によれば、地表に近い岩盤のQ値が小さくなる (すなわち減衰定数hが大きくなる) メカニズムについては、岩盤の亀裂と深さによって異なる拘束圧の関係から考察できると考えられており、信岡ほか (2012) においても、これらを考慮せず単にS波速度の値のみを指標として、S波速度とQ値との関係性を明らかにしていると解すべきではない。したがって、信岡ほか (2012) のTable3における178～340mの範囲におけるQ値と、本件発電所地盤の地表に近い岩盤のQ値では、その深度が異なる以上、拘束圧も異なることは明らかであるから、単にS波速度の値が同等であるからとの理由でもって比較することは不合理であり、むしろ比較するのであれば、同等の深度での減衰を比較すべきである。すなわち、信岡ほか (2012) のTable3を見ると、S波速度2.16km/sおよび減衰定数 (h) 1.6%であると観測されたのは、深さ178m～340mにおける範囲であるところ、仮にこの減衰定数 (h) の値を被告地盤モデルの値と比較するのであれば、それは (上面深度0mから180mの層厚を持つ) 第1層ではなく、(上面深度が、被告が深部地盤と区分する概ね深さ200m以深となる) 第2層以降の減衰定数と比較すべきこととなる。そして、被告は、被告地

盤モデルの第2層以降において減衰定数を0.5%と設定しているのだから、赤松氏の主張に基づいて信岡ほか（2012）のTable3における観測結果と比較した場合には、むしろ保守的な値を用いていることとなる。したがって、赤松氏の上記指摘には理由がない。

c 加えて、上記（ウ）で述べた佐藤（2012）においても、「土質地盤などと比べて弾性波速度が大きいにも関わらず、しばしば土質地盤の室内試験で得られる微小ひずみ域の減衰よりも大きな評価結果が得られる」という性質（「大きな減衰（小さなQ値）」）があると指摘されており（丙480、37～38頁）、実際に同論文内での検討結果を踏まえても、「鉛直アレイ地震観測記録を用いて評価される地表に近い実岩盤の減衰は、履歴減衰に加えて亀裂や不均質によって付加的な減衰効果が発生し、それにより『大きな減衰』が得られていると推察される」と記載されている（同45頁）。このような近時における研究結果からしても、硬岩で構成された地盤における減衰が、土質地盤と比較して大きな値として評価されることは、赤松氏の言うような「ありえない事象」ではないといえる。

d 以上のとおりであるから、KiK-net大阪観測点の観測結果と比較して硬岩サイトである本件発電所敷地の減衰定数が大きいことに問題があるかのように述べる赤松氏の指摘には、理由がない。なお、上記（ウ）で述べたとおり、赤松氏は自身が執筆した赤松・盛川（2000）の論文（丙482）において「地表付近での大きな減衰は土質地盤に限らず岩盤においても観測されている」として、Abercrombie（1997）を参照している。そして、Abercrombie（1997）では、岩石で構成されている地盤において（すなわち土質ではない地盤において）実施されたボーリング結果をもとに、当該ボーリングにおけるQ値について、「これらの値と、幅広いサイトで行なわれた以前の研究

で得た値との類似性は、岩の種類によらず、地表近傍ではQ値が非常に低いことを示唆している」と報告されている（丙554の2、1頁）。すなわち、赤松氏は、岩石で構成された地盤において、減衰定数が、土質地盤と同等かそれ以上に大きく評価されても不合理ではないことを従前認識していたと思われるから、その点でも本訴における赤松氏の主張には理由がない。また、佐藤（2012）（丙480）においては「大きな減衰（小さなQ値）」が得られる要因に係る考察をする中で、「したがって、地表に近い岩盤で得られる減衰の大きさの妥当性を評価するためには・・・実際の岩盤の状況を定量的に把握することが重要と考えられる」（丙480、38頁）との見解が示されているところ、被告は本件発電所における減衰定数の評価を敷地内における実際の観測結果をもとに実施している。一方で、赤松氏による検討は本件発電所敷地とは異なる場所で得られたデータを用いたものであって、本件発電所と異なる地点との比較をもって減衰定数の大小を論じることには意味はないことを付言しておく。

（3）その他の原告らの主張に対する反論

ア 地質断面図の作成が恣意的である旨の原告らの主張に対する反論

原告らは、被告が作成した地質断面図は誤ったデータの解釈に基づく不正確な図である、恣意的に作成された図である等主張しているが、以下で述べるとおりいずれも理由がない。

（ア）1157孔の岩級区分と地質断面図の対応関係について（被告準備書面（28）9～12頁）

原告らは、赤松氏が大飯発電所4号機直下の1157孔のボーリング孔の岩級区分を50mごとに整理し図表97（甲510、15頁）を参照しつつ、被告は本件発電所敷地の大部分がCH級の岩盤となる地質断

面図を引用しているが、1157 孔のデータではオレンジ色で示される CM 級が深部まで分布しており、標高 0m 以深では厚さにして全体の 27.9% が CM 級となっており、同地質断面図が岩級を正確に表現したものではなく、恣意的に作成されたものであるなどと主張している（原告ら第 6 7 準備書面 7～10 頁）。

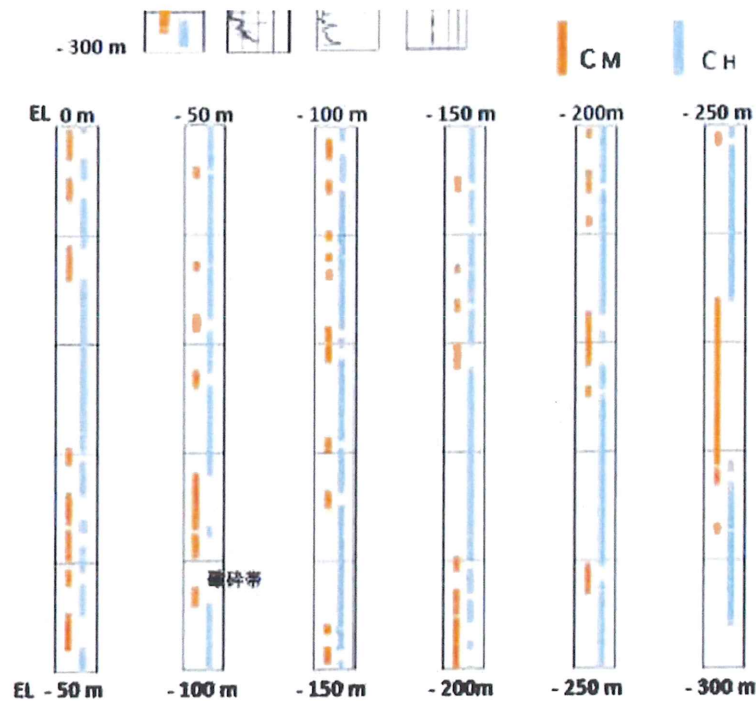


図 5. 4 号炉直下の No.1157 孔の岩級、RQD、最長コア長、地震波速度の分布。

全体の 27.9% が CM 級である。岩級、RQD、最長コア長の分布傾向は概ね調和的。EL -90m の破碎帯付近は CM 級で RQD=0。CM 級岩の区間（EL -190～-200m、-220m 付近および -265～-280m）は RQD=0 であり、亀裂増加による岩質の脆弱化、地震波速度の低下が示唆される。

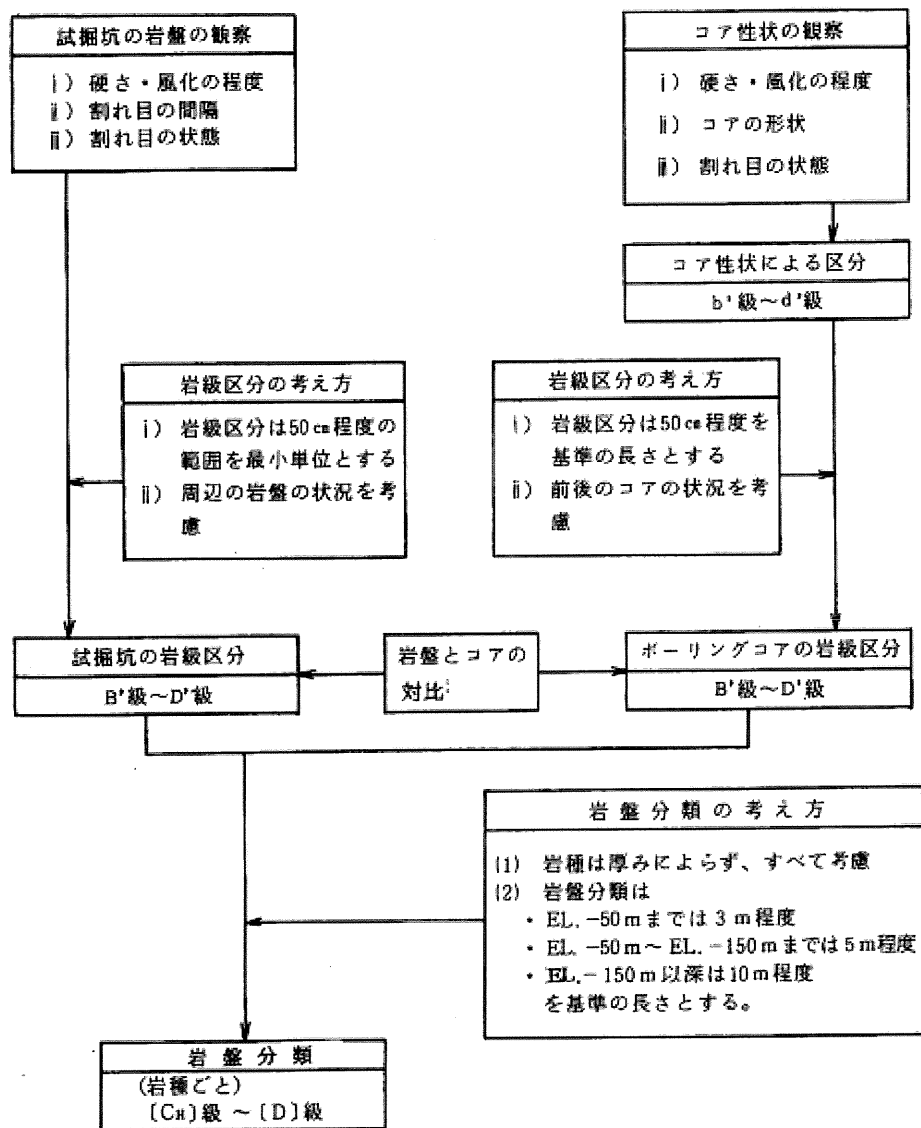
（甲 510、15 頁）

図表 9 7 赤松氏による 1157 孔の岩級区分の検討

しかしながら、被告は、試掘坑調査及びボーリング調査の結果を踏まえて、「岩盤分類の考え方」（図表 9 8。丙 178、6-3-717 頁）に基づいて地質断面図を作成している。敷衍すると、被告は、図表 9 8 のとおり、まず、試掘坑調査及びボーリング調査でそれぞれ岩盤

及びコア性状の観察を行い、風化や割れ目等の程度や状態を確認している。そして、50cm 程度を最小単位として、周辺の岩盤やコアの状況を考慮しつつ、試掘坑及びボーリングコアの岩級区分を評価した上で、さらに、当該評価を前提として岩盤全体としての岩級区分³⁹を評価している。その際、深度が増加するのに応じて不連続面の影響が低減することを考慮し（図表 9 9。甲 506、529 頁）、岩級区分は E. L. -50m までは 3m 程度、E. L. -50～E. L. -150m までは 5m 程度、E. L. -150m 以深は 10m 程度を基準として、その中で支配的な岩級区分をもとに地質断面図を作成している。

³⁹ 図表 9 8 では、岩盤の岩級区分を評価する場合、「岩盤分類」との用語を用いている。



(丙 178、6-3-717 頁)

図表 9 8 岩盤分類の考え方

表 13.1 岩質と不連続面の影響度

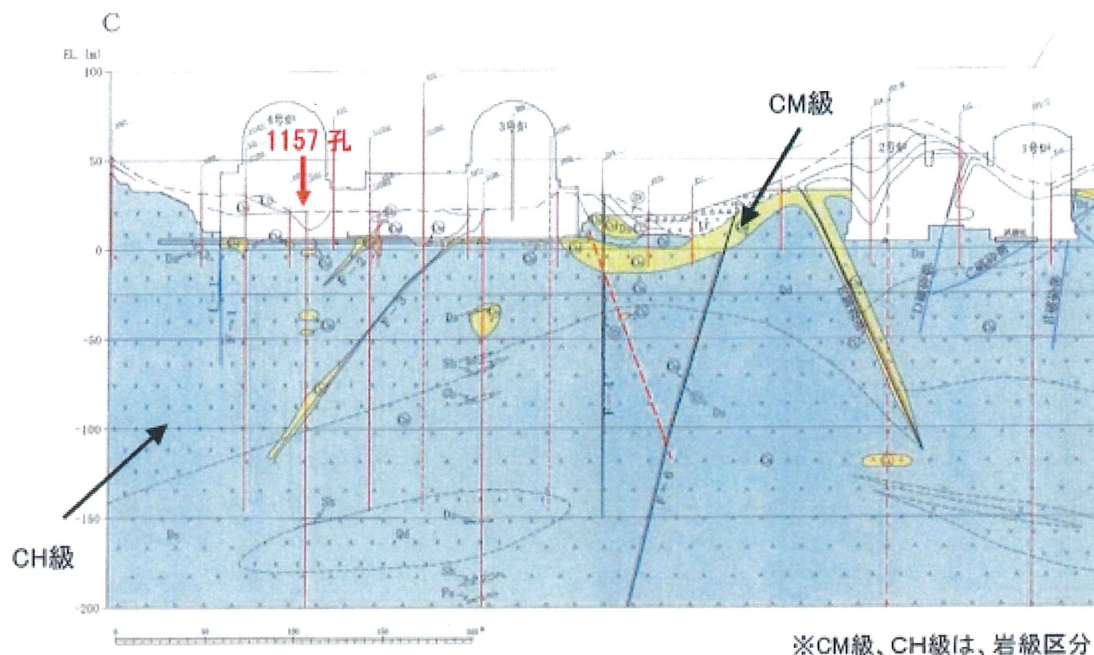
		岩質	不連続面
地下浅所 (土木)	軟岩	○	△
	硬岩	×	○ (不連続面の風化, 開口)
地下深所 (鉱山)	軟岩	○	×
	硬岩	○	△ (不連続面の風化少なく, 封圧により密着)

○支配的, △影響あり, ×影響少ない

(甲 506、529 頁)

図表 9 9 岩質と不連続面の影響度

この点、赤松氏作成の 1157 孔の岩級区分図（上記図表 9 7。甲 510、15 頁）によれば、E. L. 0m 付近、E. L. -30～E. L. -50m 付近、E. L. -80～E. L. -90m 付近でそれぞれ CM 級のまとまりが見られるが、被告作成の地質断面図（図表 1 0 0。丙 179、16 頁の図に加筆）の 1157 孔（赤色矢印）においても、それぞれ対応する深度で黄色く塗られた箇所（CM 級の箇所）が存在しており、被告が適切にボーリング調査の結果を反映していることが確認できる。それ以外の CM 級はごく薄いものに留まり、岩級区分の評価に有意な影響を及ぼすべきものとは考えられないため、地質断面図（図表 1 0 0）に反映していない。



(丙 179、16 頁の図に加筆)

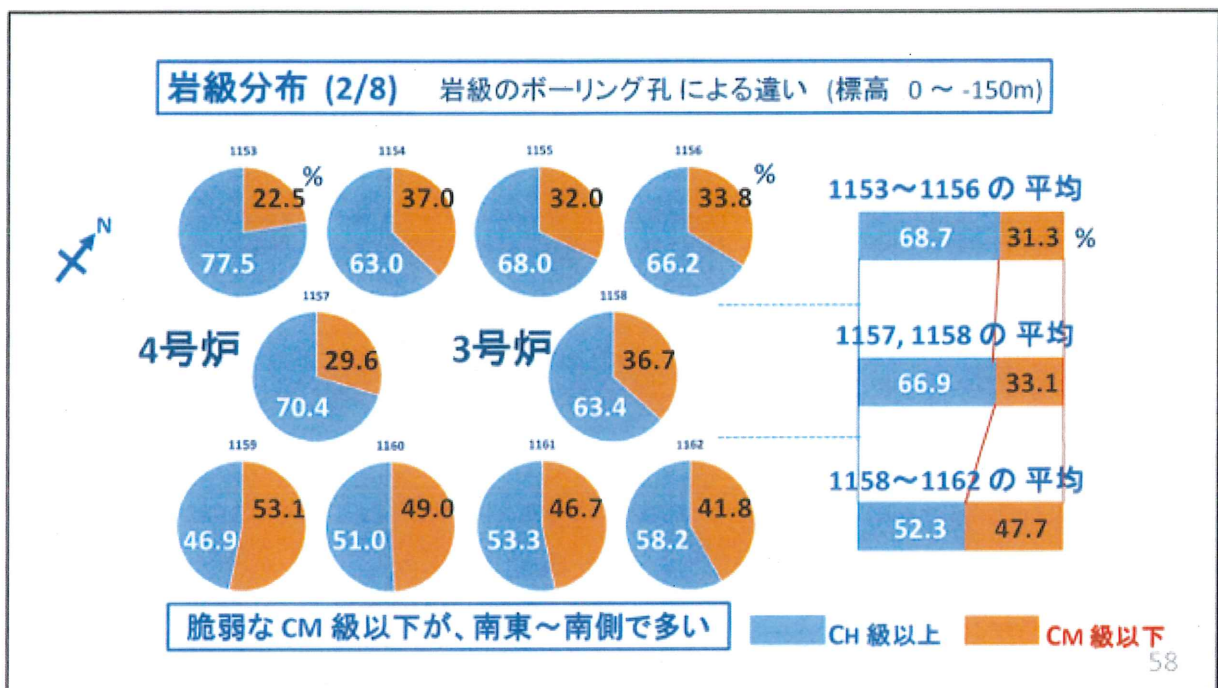
図表 100 C-C' 断面の地質断面図

なお、被告は、原子力規制委員会における新規制基準への適合性に係る審査会合において、地質断面図を示した資料に「CM級以上の岩盤が基礎直下より確認されている（傍点は引用者による）」と明確に記載し、本件発電所敷地の地下にCM級の岩盤が存在することを、当該資料により明示して説明している（丙 179、16 頁）。また、本件においても、同じ資料を証拠として提出している。かかる事実には理由がない。

(イ) 岩級区分の割合的評価と地質断面図の対応関係について

赤松氏は、本件発電所敷地の10本のボーリング孔ごとのCM級とCH級の分布割合を算出した結果を引用し、「場所によって分布割合が、

CM級は、22.5%から最大の53.1%まで、変化。4号炉直下よりも3号炉直下の方がCM級が多い」「以上のデータ（引用者注：各ボーリングコアの岩級区分に関するデータ）は全て関電の資料に記載されているが、表や地質柱状図を見ても、その記載内容の全体像を把握するのは困難、このような図にするなどの『見える化』が必要」と述べている（図表101。甲655の1、58頁）。



(甲 655 の 1、58 頁)

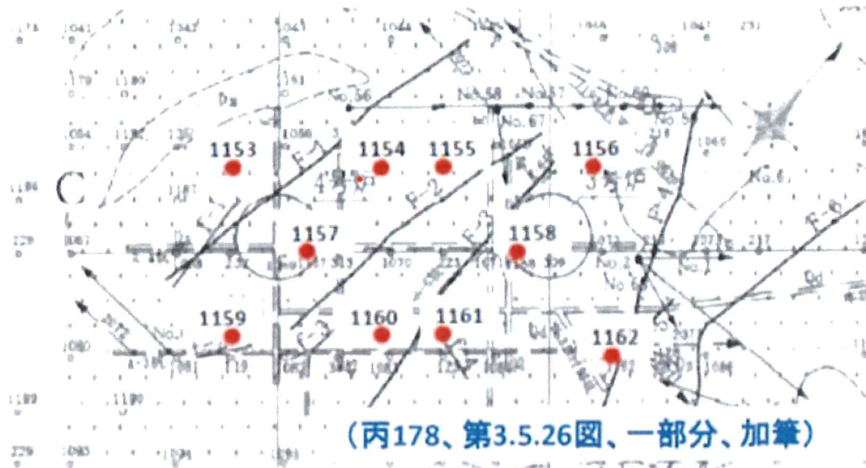
図表 101 赤松氏による 10 本のボーリング孔の岩級区分の割合の検討

しかし、被告は、直接岩盤の状況を確認し、風化や変質、あるいは亀裂や節理等の不連続面の有無なども考慮した上で、岩盤の硬さを分類する電研式岩盤分類の手法によって岩級区分を評価しているのであり、同じボーリング孔であっても各深度の岩盤の状況によって岩級区分が大きく異なることもあるため、150mという長いボーリング孔の全体についてCH級とCM級の割合をまとめて評価することは、詳細を

無視した評価となり、意味がないといえる。この点、赤松氏も反対尋問において、ボーリング孔の全体をパーセントの数値に置き換えてしまうと、どの深さで岩級区分が低下しているのかを無視してしまうことになるのではないかと質問に対して「この図は、全体を見たということですから、はい」と供述している（赤松氏反対尋問調書58頁）。

（ウ）ボーリング孔の地質断面図への反映方法について

- a 赤松氏は、主尋問において、本件発電所敷地の10本のボーリング孔の支配的岩級区分の分布割合を記載した上記図表77（甲655の1、62頁）を見ながら、「標高マイナス50メートルまでで見ますと、CM級が半分以上になってると。それから、マイナス50メートルから150メートル区間で見ますと、少し減りますけれども3割近くがCM級であると・・・これでもって地質ができたとは考えられないですね」と供述していた（赤松氏主尋問調書35頁）。そして、反対尋問においては、より具体的に、1159孔と1161孔の標高-80～-150m辺りに存在するCM級について地質断面図に反映しなければならないと供述している（赤松氏反対尋問調書59～60頁。なお、別件大津訴訟でも同旨の証言をしていた（丙487、35頁。丙489、63～65頁））。
- b しかしながら、1159孔と1161孔は、図表102（甲655の1、56頁）及び大飯発電敷地の水平地質断面図（丙178、6-3-582頁）を照らし合わせて見ると分かるとおり、上記図表83の背景である地質断面図（C-C'断面）の位置と40m程度離れている。



ボーリング孔の位置.
No.1157孔は4号炉の、No.1158孔は3号炉の直下.
太実線:断層破碎帯 F-1～F-6 および f-1～f-4.

(甲 655 の 1、56 頁)

図表 1 0 2 ボーリング孔の位置関係

岩級区分の評価方法である電研式岩盤分類は、上記第 1 の 3 (3) のとおり、直接岩盤の状況を確認し、風化や変質、あるいは亀裂や節理等の不連続面の有無なども考慮した上で、岩盤の硬さを分類する方法である。そのため、まず新鮮な状態の岩盤（風化、変質、亀裂、節理等の不連続面がない状態の岩盤）の岩級区分がベースとなって、そこから、風化、変質、亀裂、節理等の影響により新鮮な状態の岩盤よりも岩級区分が低下している、というのが地盤内で岩級区分に差が発生する大きな要因となるはずである。この点は、赤松氏も反対尋問において認めているところである（赤松氏反対尋問調書56頁）。

実際、本件発電所敷地の地盤は古生代の火成岩である細粒石英閃緑岩及び輝緑岩で構成されており、これらはいずれも硬岩として分

類されている。そして、赤松氏も述べているとおり、本件発電所敷地のボーリング孔ではCM級とCH級が大多数を占めているのであるから、これらの岩級区分のうちCH級がベースとなる岩級区分であり、CH級の岩盤の中で風化、変質、亀裂、節理等の影響により岩級区分が低下している部分がCM級と評価されていると考えられる。そして、地質の専門家である小島氏も「硬岩が広く分布する場所に位置する大飯発電所の敷地には、概ねCH級の岩盤が浅部から分布し、深部まで同じ岩盤で構成されること、及び風化の影響は深部まで及ばないと考えられることから、少なくともCH級以上の岩盤が深部まで続いていると考えられる」（丙340、2頁）と述べており、これは被告の上記考え方と同様の見解だと考えられる。また、被告の岩級区分の評価方法に異論を述べていない原子力規制委員会も同様の考え方に立っているものと思われる。なお、赤松氏は地質の専門家ではなく、反対尋問では地質断面図を自ら作成した経験はないと供述しており（赤松氏反対尋問調書55頁）、また別件大津訴訟の反対尋問においても「私はその、地質学者ではありませんから」と証言して（丙489、71頁）、そのことを認めていた。

このように、本件発電所敷地においてはCH級がベースとなる岩級区分であると評価できるため、地質断面図の位置（先述のとおり上記図表83の地質断面図はC-C'におけるものである）と同じ位置のボーリング孔に存在するCM級であれば格別、地質断面図の位置と離れた位置に存在するボーリング孔のCM級を当該地質断面図に反映するかどうかは、その周囲のボーリング孔にも同規模のCM級が存在しており、両者に連続性が認められると判断できるかどうかによって判断するのが、地質断面図を作成する際の一般的な考え方である。

そして、赤松氏が指摘する1159孔の深度-80～-130m程度に存在する50m程度のCM級については、1159孔の周囲に位置する1153孔、1157孔、1160孔には連続するCM級は認められず、また、1161孔の深度-100～-150m程度に存在する50m程度のCM級についても、1161孔の周囲に位置する1155孔、1158孔、1160孔、1162孔には連続するCM級は認められないことは、図表83と図表102とを対比してみれば明らかである。

なお、本件発電所のボーリング柱状図を見ると、CM級以下の岩級区分となっている範囲に「シーム」「節理」「岩質もろい」といった記載がなされていることが多く見受けられるが、他方でCH級やそれより更に硬いB級の部分ではそれらの記載が少ないことが分かる（丙178、6-3-588～6-3-641頁）。このようなボーリング柱状図の状況は、CH級がベースとなる岩級区分であり、風化、変質、亀裂、節理等の影響により岩級区分が低下している部分がCM級と評価されているという被告の考え方を裏付けているものといえる。

- c. 被告は反対尋問において、上記bで述べた内容を説明した上で、あらためて赤松氏に、1159孔と1161孔の50mのCM級も地質断面図に反映すべきとの意見なのかと確認したところ、赤松氏は、周囲のボーリング孔には1159孔や1161孔で認められるCM級と同じ標高に同程度の規模のCM級が存在しないことは認めつつも、「周りのを投影する形で地質断面図は書きます・・・この図で行きますと、反映すべきボーリング孔は、ここの10本しか書いてないわけですね・・・この10本を、57と58は断面上にあるけれども、ほかのはないから、地質断面を書くときは、投影して書かないといけないですね」と供述した（赤松氏反対尋問調書61頁）。当該供述はつまるところ、地質断面図を作成するための情報は当該10本のボーリング孔から得られ

たものしかないのだから、これらのボーリングから得られた情報を、ボーリング孔の位置関係から想定される地質構造の連続性等は考慮せずに、全てそのまま反映しなければならないとの趣旨であると思われる。

しかし、そもそも被告は、この10本のボーリング孔だけではなく、その他に敷地内の多数のボーリング孔や試掘坑において確認できた情報についても、それらの位置関係も含め適切に踏まえた上で地質断面図を作成しているため、赤松氏の上記の事実認識は誤っている。それを描いても、離れた位置にあるボーリング孔の岩級区分について、その周囲のボーリング孔と連続性を持っていないにもかかわらず、地質断面図に反映させなければならない理由について、赤松氏は全く説明していない。

d 以上のとおりであるから、1159孔と1161孔の50mのCM級を地質断面図に反映していないとの赤松氏の指摘は合理的理由のない批判に過ぎず、失当である。

イ 岩盤の堅硬度合い等に関する原告らの主張に対する反論

(ア) R. Q. D. 等を用いて岩盤の堅硬度合い等を評価すべきとする主張について

a 本件発電所敷地のR. Q. D. の評価について（被告準備書面（28）13～16頁）

原告らは、岩石の種類は岩盤が堅硬であることの論拠とはならず、R. Q. D. の指標により、岩石の砕けやすさと岩盤の不連続面の頻度に関する情報を得ることができると主張した上で、本件発電所敷地の10本のボーリング孔のR. Q. D. の平均値は $(28.7 \pm 25.1)\%$ であり、不連続面の多い「普通」以下の岩盤ということになると主張してい

る（図表103。原告ら第67準備書面11～14頁）。また、R.Q.D.の指標と裏腹な関係にある最大コア長についても、最大コア長の平均値は16.0 cmであり、採取されるコアはさらに短いと主張している（図表104。同書面18頁）。

孔番	孔口標高 (m)	孔長 (m)	RQD平均値 (%) (データ数*)
No.1153	40.85	186.90	32.1±26.0 (147)
No.1154	40.05	186.10	35.6±29.0 (146)
No.1155	39.96	186.00	31.5±27.2 (147)
No.1156	39.98	186.00	35.1±26.5 (147)
No.1157	21.47	317.50	27.6±23.3 (146) # 29.9±23.7 (294)
No.1158	22.31	318.40	26.9±22.0 (146) # 30.2±23.2 (296)
No.1159	25.28	171.30	19.7±22.6 (146)
No.1160	9.72	155.80	21.6±23.0 (147)
No.1161	9.66	155.70	20.9±18.9 (147)
No.1162	16.62	162.70	28.1±26.8 (147)

* 標高 0～約-147m の範囲の平均値
標高 0～約-295m の範囲の平均値
標高0m以深の全データの平均値: 28.7±25.1 (1,764)

深さ(標高 -m)	RQD平均値 (%) (データ数)
0～25	24.6±24.4 (250)
25～50	18.0±20.3 (250)
50～75	27.4±23.0 (250)
75～100	29.9±27.3 (250)
100～125	36.0±26.2 (250)
125～150	32.3±26.1 (210)
150～200	35.2±24.5 (100)
200～250	33.8±20.4 (100)
250～300	27.5±26.0 (90)

150～300mはNo.1157孔、No.1158孔のみ

孔番	位置	RQD平均値 (%) (データ数)
No.1153～1156	北西側	33.6±27.2 (587)
No.1157～1158	炉心	27.8±22.9 (300)
No.1159～1162	南東側	22.6±23.2 (587)

標高 0～約-150m の範囲の平均値

表3. 標高 0～-147m における RQD 平均値の比較。

上：孔毎の平均値。No.1157 と No.1158 は EL -295m までの平均値も記してある。
中：深さ毎の平均値。標高-150m 以浅は 10 本の平均値、以深は 2 本のみの平均値。
下：場所による変化。炉心付近と、北西側、南東側の比較。

北西側から南東側へ系統的に低下。

（原告ら第67準備書面14頁）

図表103 赤松氏によるボーリング孔10本のR.Q.D.の平均値の算出

孔 番	標高 0～約-150m区間
No.1153	16.6 ± 8.7 (146)
No.1154	18.5 ± 12.6 (146)
No.1155	17.9 ± 11.6 (146)
No.1156	18.8 ± 9.3 (146)
No.1157	16.6 ± 9.9 (146)
No.1158	15.7 ± 8.7 (150)
No.1159	13.6 ± 10.2 (146)
No.1160	13.3 ± 8.2 (146)
No.1161	12.5 ± 5.7 (146)
No.1162	16.2 ± 1.7 (146)
平 均	16.0 ± 10.0 (1,464)

各ボーリング孔における最大コア長の平均値 (cm) (データ数)

孔 番	標高 約-150～-300m区間	標高 0～約-300m区間
No.1157	17.6 ± 9.4 (147)	17.1 ± 9.6 (293)
No.1158	17.9 ± 11.1 (146)	16.8 ± 10.0 (296)
平 均	17.7 ± 10.2 (293)	16.9 ± 9.8 (589)

No.1157、1158孔の深部における最大コア長の平均値 (cm) (データ数)

孔 番	位 置	標高 0～約 -150m区間
No.1153～1156	北西側	18.0±10.7 (584)
No.1157～1158	炉 心	16.2± 9.3 (296)
No.1159～1162	南東側	13.9± 9.3 (584)

最大コア長の平均値のボーリング位置による変化 (cm) (データ数)
北西側で長く、南東側で短い→南東側に向けて岩盤不連続面が増加

表 2. 最大コア長平均値.

表上：ボーリング毎の標高 0～約-150m 区間.

表中：No.1157、1158 孔、深部.

表下：ボーリング孔の位置による変化 (標高 0～-150m 区間) .

(原告ら第 6 7 準備書面 18 頁)

図表 1 0 4 赤松氏によるボーリング孔 10 本の最大コア長の平均値の算出

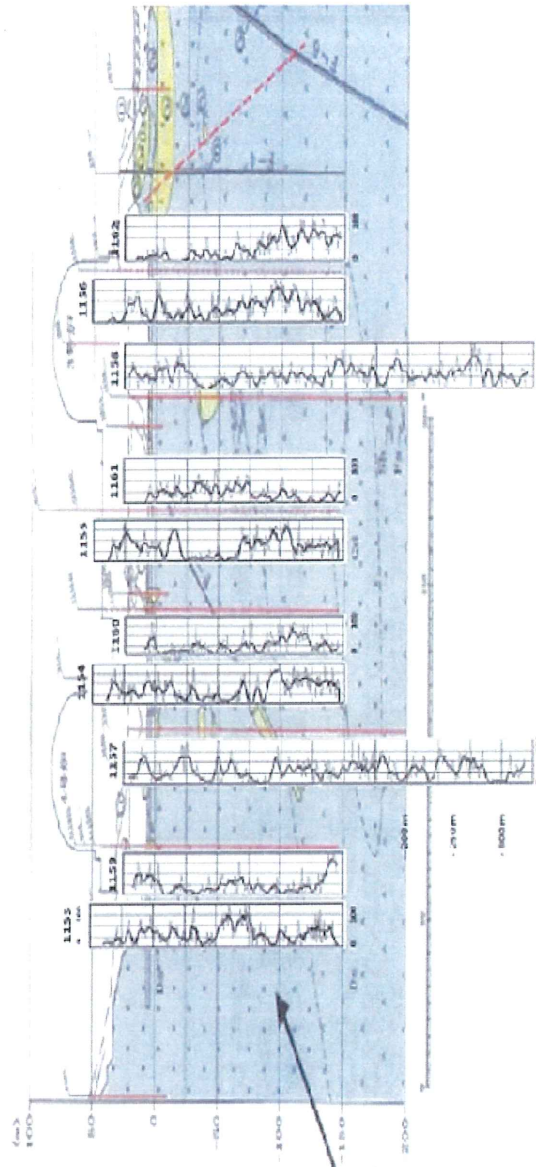
しかしながら、被告は、上記第 1 の 3 (3) で述べたとおり、R. Q. D. の特性を踏まえ、本件発電所敷地の地質の評価にあたっては、電研式岩盤分類の考え方を主たる評価基準として利用し、R. Q. D. は参考数値として扱うに留めている (R. Q. D. と裏腹の関係にある最大コア長も同様である)。

本件発電所敷地は、高角度傾斜の節理が発達しており、R. Q. D. の数値が小さくなる傾向にあるが、地盤を構成している岩石そのものは堅硬で、節理は密着しているため（丙 178、6-3-115 頁）、電研式岩盤分類の考え方に基けば岩級区分が極端に低くなることはなく、弾性波速度についても極端に低下することはない。被告は、電研式岩盤分類の考え方を主たる評価基準として、本件発電所敷地の地質構造を適切に評価しているから、R. Q. D. や最大コア長の平均値を示してなされる原告らの上記指摘は、被告による本件発電所敷地の地質構造の評価の合理性を左右するものではない。

なお、原告らが「普通」の水準にも及ばないと指摘する R. Q. D. の分類は、R. Q. D. を提案した Deere 氏によれば、元来、トンネルの掘削条件を予測するため実施する初期のサイト評価のために開発されたものであって（丙 349 の 2、21～22 頁）、地震動評価上重要な指標である弾性波速度を評価するものではない。被告は、原告らが指摘する 1157 孔についても、P S 検層によって直接、弾性波速度を確認し、その結果を踏まえて、堅硬な岩盤であることを確認しているのであるから、1157 孔の R. Q. D. の評価により敷地の岩盤が堅硬でないかのよう述べる原告らの主張には理由がない。

b 本件発電所敷地の破碎帯と R. Q. D. の関係について（被告準備書面（28）13頁）

原告らは、各ボーリングの位置によって R. Q. D. が小さい層の深さが異なることから、断層破碎帯がシームを伴って高角度で沈み込み、それぞれのボーリング孔とは異なる深さで斜交していると指摘している（図表 105。原告ら第 67 準備書面 13～14 頁）。



(原告ら第67準備書面13頁)

図表105 赤松氏によるR.Q.D.と破砕帯の関係の検討

しかしながら、上記第2の4(1)イ(イ)で述べたとおり、本件発電所敷地の地下に破砕帯等が存在すること自体は被告も否定するものではなく、それを前提として微動アレイ及び地震波干渉法の

結果により速度構造を推定し、その破砕帯等の影響を含む地下構造モデルを策定しているから、かかる原告らの指摘は、地下構造モデル策定に関する被告の評価の合理性に影響を及ぼすものではない。

c R. Q. D. のコンター図による評価について（被告準備書面（28）14～15頁）

原告らは、赤松氏が作成した深さ 25m ごとの R. Q. D. の平均値のコンター図によれば、それぞれの図の上部（北西側）で R. Q. D. が大きく＝速度が大きく、下部（南東側）で小さい＝速度が小さいという傾向は概ね共有することを指摘する（図表 106。原告ら第 67 準備書面 15～16 頁）。

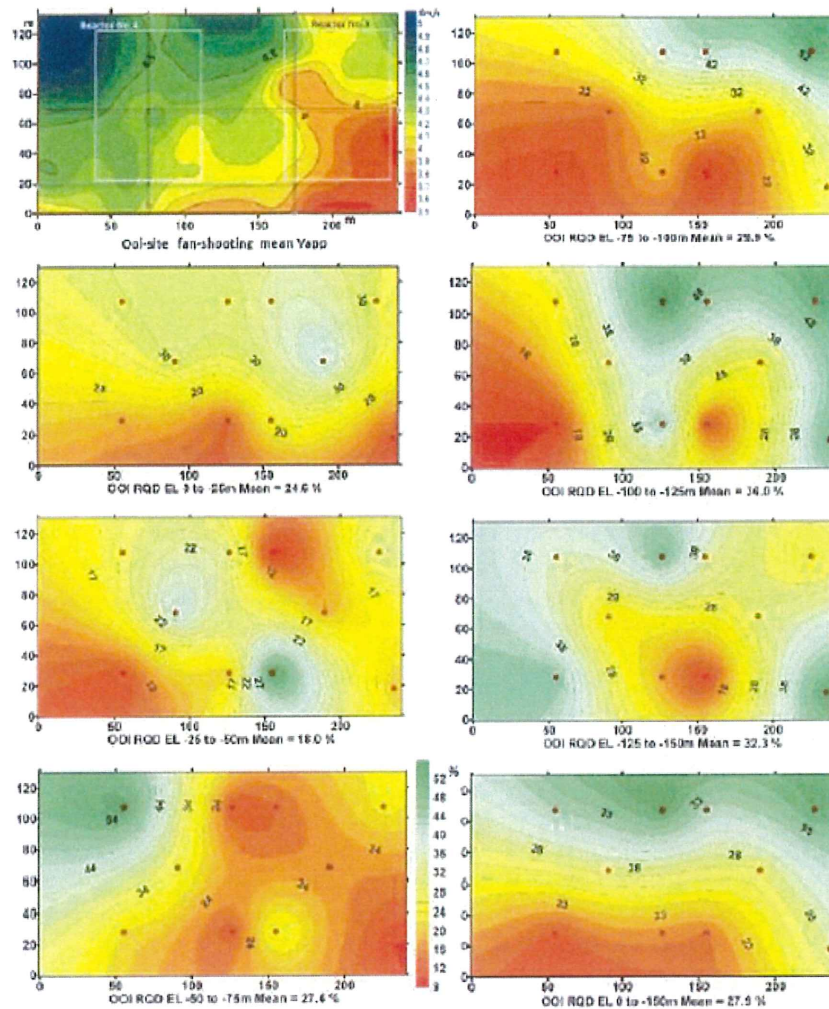


図 10. 深さ 25m 毎の RQD 平均値によるコンター図。
 左上から右下に標高 0m から 150m へ深くなる。彩色表示のスケールは共通。
 図中の数値は RQD 値、茶色の点はボーリング孔の位置。
 最左上：試掘坑 P 波速度の分布（図 2 の下図再掲）。
 最右下：標高 0～150m 全体の平均値による（表 3 上の値のコンター図）。

（原告ら第 6 7 準備書面 16 頁）

図表 106 赤松氏による R. Q. D. のコンター図

しかし、本件発電所敷地には高角度傾斜の節理が発達しており、節理が存在する場所の R. Q. D. の数値は小さくなる傾向があることから、R. Q. D. の値が地点によって異なることは、当然に想定される状

況である。

また、赤松氏作成のコンター図は、2%という小さい数値ごとにグラデーションを持った色分けがなされ、同図の大部分を占めているのはR. Q. D. 25%～50%の部分であるところ、R. Q. D. を提案したDeere氏によれば、R. Q. D. 25%～50%は岩石品質として同程度の評価が付される範囲であるため（丙 349 の 2、12 頁）、その範囲内で R. Q. D. の数値の差異を強調することは有意ではない。

このように、大部分が同程度の地盤の質と評価されるべき状況において、2%という小さな数値ごとのグラデーションを持った色分けをすることに合理的な意味合いは見出せず、かえって地盤の質に大きな相違が存在するかのよう誤った印象を与えるもので、適切ではない。

（イ）岩盤の不連続面に関する原告らの主張（被告準備書面（28）6～7 頁）

- a 原告らは、日本材料学会編の「岩の力学」（甲 506）の一部を引用しつつ、「岩盤の強度は、不連続面によって決まる。とりわけ硬岩の場合、軟岩に比べて不連続面の与える影響が大きい」と主張した上で、被告が不連続面を考慮していないかの如く主張している（原告ら第67準備書面3～4頁）。
- b しかしながら、被告は、ボーリング調査等の各種地質調査により直接岩盤の状況を確認し、風化や変質、あるいは亀裂や節理等の不連続面の有無なども考慮した上で、岩盤の硬さを分類する電研式岩盤分類の手法を基本とした一定の考え方（「岩盤分類の考え方」）に基づいて、本件発電所敷地の地下に広がる岩盤がCM級以上の堅硬な岩盤であると評価しており、岩盤の不連続面を適切に評価してい

る。

原告らは、「岩の力学」（甲 506）の中の「一般的にいえることは、軟岩においては、岩質と不連続面の力学的性質の差が少なく岩質を中心とした評価が可能なのに対し、硬岩では岩質よりも不連続面の影響が大きいため、現地における不連続面の評価が重要となる」（甲 506、529 頁）という記載を引用して、不連続面のみが大きな影響を占めているかの如く主張している。しかしながら、同文献には、上記引用部分の前後に、「岩質と不連続面のいずれが支配的であるかは個々の岩盤によって異なり、たとえば、岩盤の対象深度によっても、表 13.1（引用者注：上記図表 9 9）に示すように、両者の相対的な重みが明らかに変化し、影響度を普遍化し難いのが実情である」「地表近くの岩盤では応力解放と風化により不連続面が発達し、力学的弱点になり易いのに対し、地下深所では不連続面の風化が少ないうえに封圧により密着しており、地表におけるほど力学的弱点とはならない」（同 529～530 頁）と記載されている。したがって、同文献を根拠として、岩盤の硬度が一律に不連続面のみによって決定されるかの如く主張する原告らの主張は、誤りである。

- c 以上のとおりであるから、被告が不連続面を考慮していないかの
ように述べる原告らの主張は、失当である。

ウ 被告が行った調査に関する原告らの主張に対する反論

（ア）P S 検層のダウンホール法の信頼性について（被告準備書面（28）
27～29頁）

- a 原告らは、被告が本件発電所敷地で行った4本のボーリング孔について、「4本のP S 検層結果の内2本は建設前の技術レベルの低いダウンホール方式による結果であり、基準地震動の見直しのために実施

したフローティング方式（※引用者注：サスペンション法と同意）による結果は・・・標高-60mまで2.0km/s未満であったり、標高-100～-120mに2.0km/sの低速度層があったりする・・・被告関西電力は建設前の信頼度の低いデータに固執して速度を大きく見せかけ、より信頼性の高い見直し調査の結果が示す小さい値を意図的に無視しているのである」などと主張している（原告ら第69準備書面9頁）。

赤松氏も主尋問において、ダウンホール法による調査の信頼性を批判し、「ダウンホール法というのは、非常に精度が出ない。特に、この1970年代、80年代の記録というのは、悪いということが分かります」と供述している（赤松氏主尋問調書16頁）。

- b しかしながら、ダウンホール法とサスペンション法はそれぞれ異なった特徴を持つ物理探査手法であるところ、むしろ原告らの言うようにサスペンション法によって得られたデータの方が信頼性が高い（からサスペンション法によるデータを用いるべき）などと単純に捉えるべきものではなく、それぞれの特徴を踏まえて検討を行う必要がある。すなわち、上記第1の4（3）で述べたとおり、サスペンション法は、用いる震源の周波数が1kHz又はそれ以上の高周波数であり、孔壁を伝播する弾性波の波長が短いために、孔壁の割れ目の影響を受けやすく、データのばらつきがより大きくなるという特徴を有する。一方、ダウンホール法で用いられる震源の周波数は60Hz程度であり、数十Hz以下が主成分となる自然の地震波の周波数により近いものといえる。したがって、ダウンホール法と自然の地震波の周波数は、サスペンション法で把握された1m規模の割れ目等による地盤物性のばらつきよりも十分長い波長である。そのため、このような特徴を踏まえた上で、澤田氏及び小島氏においては、サスペンション法で把握される細かなばらつきについては、「この程度

の速度低下では地盤増幅特性に与える影響はほとんどない」(丙339、7頁)「地盤モデルのスケールから見れば局所的なばらつきであ(る)」(丙340、5頁)と評価されているのである。

(なお、赤松氏は、「P S 検層におけるダウン・ホール法とサスペンション法の違いについて」と称する意見書(甲655の6と同じ内容のもの)の中で、別件大津訴訟の反対尋問において被告代理人が「サスペンション法で使う波は、1000Hz以上の高周波であり、微細な亀裂などによって速度がバラつき正しく測定できない。ダウン・ホール法の波の方が地震の波の周波数に近いから正確である」との主張を繰り返したなどと指摘しているが(甲655の6、1頁)、従前より、P S 検層に関し被告は上記のとおり主張しているものであり、別件大津事件においても本事件においても、「サスペンション法よりもダウンホール法の方が正確である」との主張を行ったことはない。)

- c. このように、そもそも各手法の信頼性に優劣関係はなく、互いに異なる特徴を持っているに過ぎない点については、赤松氏自身も尋問の中で、同様の認識を示す供述を行っている。

例えば、ダウンホール法の周波数が自然地震に近いということは物理探査の専門会社である応用地質株式会社の研究者がまとめた文献にも記載されているところ(丙478、1頁)、この文献について、赤松氏は「一般的かどうかは分かりませんが、関電さんが出してきた資料では、おおむねそういうことが主張されてます」と供述し(赤松氏反対尋問調書21頁)、また、サスペンション法の周波数と自然地震とでは周波数が異なる(サスペンション法と比較して自然地震が低周波)との指摘がなされている文献(丙479、88頁)については、「(サスペンション法と自然地震の)周波数が異なるため」と記載されていることを認めている(同調書21～22頁)。

また、別件大津訴訟においては、赤松氏は、ダウンホール法やサスペンション法で用いられる震源の周波数の特徴や、それらに伴う利点や課題について認識している旨をより明確に証言していた。すなわち、同訴訟において、ダウンホール法で用いられる震源の周波数はサスペンション法に比べて自然地震に近いという利点があることを知っているかとの質問に対して「はい、知ってます」と証言し、また、赤松氏が地震の増幅率を検討した際のグラフ（甲655の2、14頁）の横軸の目盛り（地震波の周波数を示す）が50Hzまでとなっており、ダウンホール法はこの範囲をカバーする部分がある一方で、サスペンション法ではこの範囲から大きく外れるのではないかとの質問に対して「はい」と証言しており（丙489、12～13頁）、赤松氏においても、ダウンホール法の方が自然の地震波の周波数に近いものであることを認めていた。

以上の供述及び証言の内容からすれば、赤松氏は少なくとも、ダウンホール法とサスペンション法が異なる特徴を持っており、観測結果を検討するにあたってはそれらの特徴を踏まえることが必要になることを認識しているものと考えられる。

- d 加えて、赤松氏は、ダウンホール法の結果を用いた検討を行っていることや、ダウンホール法の正確性を否定しない供述をするなど、同手法の信頼性を批判する姿勢とは矛盾するような態度もとっている。

まず赤松氏は、ダウンホール法の方が信頼性が劣るとする理由の1つとして、サスペンション法では捉えられる微細な亀裂等の影響をダウンホール法では捉えられないなどと主張している一方で、反対尋問においては、「（亀裂があった場合には、周波数の高低に関わらず影響を受けるのかとの質問に対して）影響を受けます」「（亀裂の

場所は高周波の方が分かりやすいということかとの質問に対して) 分かりやすいというよりも、きちっと調べれば低周波でも分かるんだけども・・・労力が大変だから高周波で調べると、その方が簡単に行くということでやってるという意味です」と供述しており (赤松氏反対尋問調書22頁)、結局、ダウンホール法のデータにも亀裂の影響が含まれていることについては否定していない。

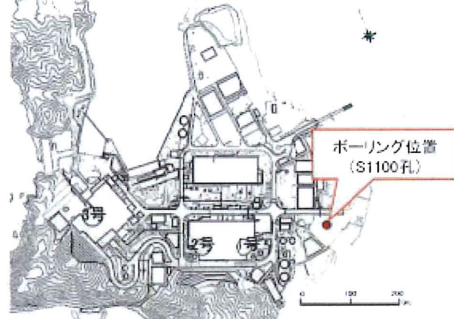
また、別件大津訴訟においても、ダウンホール法の正確性を否定しない証言を行っていた。被告の美浜発電所において実施されたS1100孔のボーリング孔におけるダウンホール法とサスペンション法を比較した結果 (図表107、甲509、40頁) によれば、サスペンション法の結果はダウンホール法の結果に比して大きくなっている傾向がある。赤松氏は、別件大津訴訟でも、本事件の尋問と同様にダウンホール法の信頼性を批判していたところ、美浜発電所のS1100孔のダウンホール法の結果を見るべきでない理由があれば教えてほしいとの被告代理人からの質問に対して、「ダウンホール法を見るべきではないとは言っておりません。どちらもこれはデータとしては正しい」と証言し (丙489、15頁)、信頼性が低いとするダウンホール法についてデータとしては正しいと述べ、そのデータを見るべきでないと言っているわけではないなどと証言していた。

1. 3. 深部地下構造の評価（S1100孔ボーリング調査結果）

第235回審査会合
資料再掲

40

■地震計の設置とともに地下深部までの地質及び地盤物性を把握するため、ボーリング調査(S1100孔)を実施した。

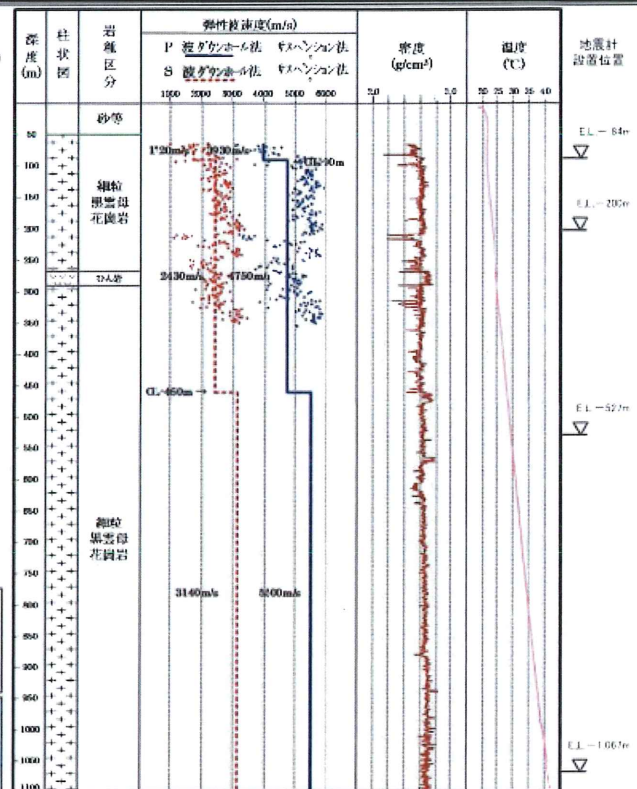


PS検層結果(ダウンホール法)

深度	P波速度	S波速度
50～90m	3,930m/s	1,720m/s
90～460m	4,750m/s	2,430m/s
460～1,100m	5,500m/s	3,140m/s

ダウンホール法が平均的な速度構造を示しているのに対し、サスペンション法は1m区間の局所的な速度を計測している。従って、サスペンション法で測定された速度の最大値は、ダウンホール法の速度よりも大きくなる傾向がある。

ボーリング調査地点(S1100孔)においては、深度50m程度までは砂等であり、それ以深については、主に花崗岩が分布する。



(甲 509、40 頁)

図表 1 0 7 美浜発電所 S1100 孔の調査結果

そして、赤松氏は、KiK-net大阪観測点のボーリング結果を用いて減衰定数の検討を行っているところ、上記図表 9 5（甲655の1、49頁）で示されたことから明らかなおり、KiK-net大阪観測点の深度方向の速度分布はダウンホール法の P S 検層結果をもとに作成されたものと考えられ、別件大津訴訟において赤松氏もそれを認めていた（丙489、13頁）。すなわち、赤松氏も実際にダウンホール法の結果を利用しているのである。

e 以上に加えて、赤松氏は意見書（甲655の6）において、ダウンホール法とサスペンション法の比較を目的として、原子力規制委員会

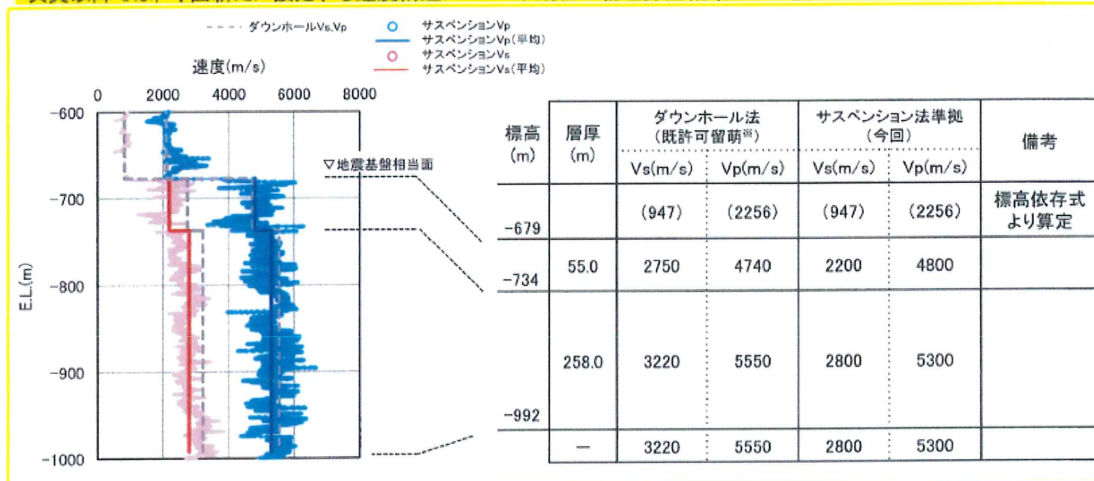
における日本原子力発電株式会社（以下、「日本原電」という）の東海第二発電所の地盤モデルの妥当性に関する審査会合資料を引用している（甲655の6、4頁）。その引用趣旨は明確ではないものの、おそらくダウンホール法と比べてサスペンション法の精度が高いことを示す一例として示しているものと思われる。

しかしながら、当該審査会合は、「断層モデルを用いた手法による地震動評価」とは別の「震源を特定せず策定する地震動」について、その要求事項が見直され標準応答スペクトルを用いた評価が要求されるようになったことに伴い、日本原電が新たに設定した標準応答スペクトルに基づく地震動評価のための地盤モデルを説明したものであるところ（甲655の6、資料2、6頁）、日本原電は、標準応答スペクトルの評価に際して適切な地盤モデルを評価・模索した結果として、E. L. -679m以深についてはサスペンション法の結果をもとに評価した速度構造モデルの方がより観測記録に整合したことを説明している（甲655の6、資料2、6頁、9頁、15頁）のにすぎないのであって、ダウンホール法がサスペンション法に比して信頼性が劣るなどという説明はされていない。また、日本原電は当該サスペンション法の結果そのもので地盤モデルを策定しているわけではなく、サスペンション法の結果を平均化してモデル化しているように解され（図表108、甲655の6、資料2、9頁の図の凡例）、このことから赤松氏の言うようなサスペンション法の結果から直接的に得られた値をもって低速度層等が存在すると評価しているものではないことが読み取れる。したがって、そもそも当該資料は、赤松氏の主張を補強するものではない。

地震基盤相当面(E.L.-679m)以深の速度構造の設定

■E.L.-679m以深(先新第三系)

- ・地震基盤相当面以深では、大深度ボーリングのダウンホール法とサスペンション法との結果で差が生じていることから速度構造を再検討する。今回は、サスペンション法に準拠して速度構造を設定する。具体的には、ダウンホール法における同一層内で、サスペンション法のVs、Vpをそれぞれ平均して求めた値を用いる。
- ・地震基盤相当面位置は、Vs2200m/s以上に相当する敷地での層の上面としてE.L.-679m(Vs2200m/s)に設定する。
- ・次頁以降では、今回新たに設定する速度構造について、既往の物理探査結果との比較により妥当性を確認する。



※ 既許可においては、地盤モデルの層区分との対応が明確なダウンホール法のVs、Vp値を設定



(甲 655 の 6、資料 2、9 頁)

図表 1 0 8 東海第二発電所における速度構造の設定

また、赤松氏は、本事件における反対尋問において、図表 1 0 8 を見ながら、日本原電のモデルの2200m/sは、ダウンホール法で同一の層厚となっている部分についてのサスペンション法の平均速度を設定したものなのではないかとの質問に対して、「多分、この原電の方は、そういうふうにしたんでしょうね」「この図では、そうしてますね」などと供述した上で、赤松氏が本件発電所において検討した6mの移動平均をとった根拠についての質問に対しては、「どれぐらいの移動平均の幅をしたらよいかというのが現実には分かりません・・・ダウンホール法のデータというのと比較するということが

ありませんので、6メートル幅に設定したというふうに問われれば、特にそうした理由というのを今ここで思い出すことができないです」などと供述しており（赤松氏反対尋問調書23～24頁）、そもそも赤松氏は、自身の手法と日本原電の手法の違いについて適切に把握していないことがうかがわれる。

いずれにしても、日本原電の地盤モデルがサスペンション法の方が精度が高いという赤松氏の主張を裏付ける資料ではないことは明らかである。

なお、赤松氏は、同意見書においてサスペンション法の周波数について「P波は約350Hz、S波は約60Hz」（甲655の6、3頁）としている。仮にこの主張が正しい場合には、サスペンション法もダウンホール法と同様自然地震に近い周波数と言えることになるが、これはそれぞれP波が約3500Hz、S波が約600Hzの誤りであり、赤松氏も反対尋問においてその点を認めている（赤松氏反対尋問20～21頁）。

f 以上のほか、赤松氏は、1157孔および1158孔におけるダウンホール法のP S 検層結果を「古い時代のもの」であるとして、その信頼性を殊更に批判している。しかしながら、上記1（3）アで述べたとおり、ダウンホール法P S 検層を含む、近時において実施された各種の物理探査においても、概ね1157孔および1158孔と同程度の結果が得られている。このような事実を踏まえず、単に実施年代だけを問題視し、その信頼性を批判する赤松氏の主張には理由がない。

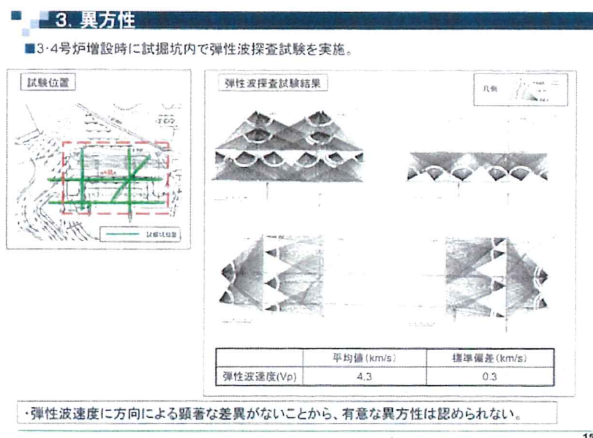
g 以上のとおりであるから、サスペンション法に比べてダウンホール法の方が信頼性が劣るなどとする赤松氏の見解には合理的な理由がないといえる。

(イ) 試掘坑坑間弾性波探査の評価について

赤松氏は、探査結果平均モデル及び3号炉建屋基礎モデル（上記図表84。甲655の2、9頁）を検討する際に、坑間弾性波探査の結果をもって速度を設定した旨供述している（赤松氏反対尋問調書35～36頁）。

しかしながら、被告は、本件発電所敷地において坑間弾性波探査を基礎地盤安定性評価における異方性の検討のために、P波速度の測定のみを行っている（丙179、6-3-111頁）。

2.2 坑間弾性波探査 (1/4)



関電の評価

- ・弾性波速度に方向による顕著な差異がないことから、有意な異方性は認められない。
- ・ $V_p = 3.0 \sim 5.2 \text{ km/s}$ 、
平均値 4.3 km/s 、
変動係数 7.0%
(丙178添付書類六、6-3-128頁)

関電の評価の不当性

- # 区間速度が大きく変動する
原因を等閑視している。

平成27年1月16 審査会合第183回、資料2. 15頁

(甲655の1、11頁)

図表109 赤松氏による試掘坑坑間弾性波探査結果の検討

赤松氏においても坑間弾性波探査が基礎地盤安定性評価における異方性の検討のために実施された点を認識している（図表109、甲655の1、11頁、赤松氏反対尋問調書35～36頁）にもかかわらず、赤松氏は、坑間弾性波探査の結果を目的外の評価に使用して被告の評価を批判している。

(ウ) 単点微動観測の評価について（被告準備書面（17）25～27頁、同（32）20～21頁）

a 原告らは、単点微動観測から下層（基盤岩層）の速度値を精度良く求めることは不可能である旨主張している（原告ら第44準備書面17～18頁）。

しかしながら、そもそも被告は、上記第1の3（7）で述べたとおり、下層（基盤岩層）の速度値を精度良く求めるためではなく、本件発電所敷地全体における基盤の上面深度の全体的傾向を把握することを目的に単点微動観測を実施している。原告らの上記主張は、このような被告の単点微動観測の目的を踏まえないものであり、理由がない。

b また、原告らは、単点微動観測により把握した上面深度と反射法地震探査屈折法解析による速度断面が概ね整合しているとした被告の評価について、図表110（原告ら第69準備書面10頁）の赤丸部分のみを捉えて、問題があるかの如く主張している。

評価している。

そのため、両調査はその目的とするところや解析を行っているデータが異なるため、結果として出てくる弾性波速度の数値も精緻に整合するものとならないことは必然である。被告は、そのような前提において、単点微動観測から把握できる上面深度の全体的な傾向と反射法地震探査屈折法解析の結果が概ね整合していると評価したのであり、原告ら及び赤松氏が求めているような精緻な整合が認められるようなものでないことは、当然の前提としている。したがって、原告らの主張は失当である。

(エ) 地表地震観測に関する原告らの主張

- a 上記第1の4(9)で述べたとおり、電中研は、本件発電所敷地の地表面の7地点における地震観測を用いた地盤増幅特性の検討を行い、「本研究では、硬岩サイトを対象に水平アレイ観測により得られた地震記録を用いて・・・地震波の到来方向ごとに各観測点における基準化スペクトル（引用者注：観測点のうちの一地点を基準点としたときの他の観測点とのフーリエスペクトル比）を求めた。その結果、平均基準化スペクトルは方位に依らず概ね一致し、1次元仮定が妥当であることを支持する結果となった」（丙351、179頁）と結論付け、澤田氏も、かかる電中研の研究結果を受けて、「大飯発電所の敷地直下の地盤はほぼ均一であり、特異な地盤増幅を励起するような不整形地盤は存在しないと判断される」と評価している（丙339、11頁）。
- b 赤松氏は、上記の澤田氏の見解について、「事実誤認、虚偽説明の黙過、解釈の過誤などの瑕疵がある」と断じ（甲597、11頁）、また主尋問において、図表111（甲655の1、43頁）を見ながら「これ

は、私に言わせたらひどい論文を書いたものだと・・・スペクトル比で書いて、それで、方位別にプロットしたのがこの真ん中の図ですね・・・これだけの差があるのに、『1次元仮定が妥当である』、1次元仮定があるというのは、水平成層構造が仮定できるということですから、ここで観測しようが、ここで観測しようが、スペクトルは同じ形になるはずなんです。スペクトル比を取ると、周波数にかかわらず1になるはずなんです。これは1になってないですね。だから、これはうそだと思います」と供述し（赤松氏主尋問調書29～30頁）、また、図表112（甲655の1、44頁）を見ながら、「真ん中の図は、それを方位別に、北から東、東から南というふうに90度ずつに平均したものですけども、ばらばらしてるので、5ヘルツから10ヘルツの間の平均を取って、その数値を右側のグラフに書いてありますけれども、北西方向から来るのは1.44倍になるけども、南東方向から来るのは0.86倍にしかないというふうな違いがあるわけですね。1.5倍以上の違いがあるのに、1次元モデルができるというのは決してありません」と供述している（赤松氏主尋問調書30～31頁）。

地表地震観測 (1/2)

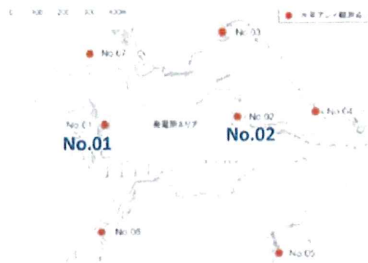
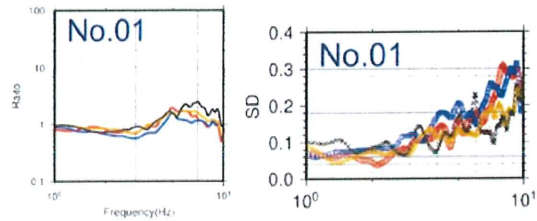


Fig. 1 Distribution of observation points for the Horizontal Array observation

敷地内の観測点分布。(丙351、図1)
No.02 を基準点とする平均基準化スペクトルの
周波数特性を議論している。



観測点 No.02に対する No.01 のスペクトル比
平均基準化スペクトル No.01/No.02 (左図)と
その標準偏差 (右図)

赤：北東(18)、青：南東(30)、
橙：南西(28)、黒：北西(8)、(地震数)

(丙351の図6と図7を抜粋)

関電の主張：

平均基準化スペクトルは方位に依らず概ね
一致し、1次元仮定が妥当であることを支持
する結果となった。

(関電準備書面(27)、48頁)

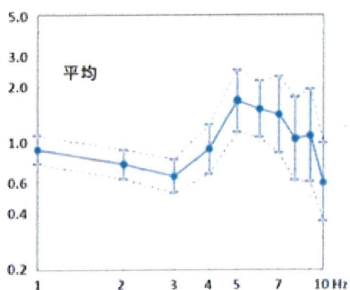
43

(甲 655 の 1、43 頁)

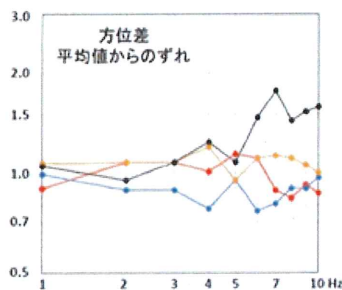
図表 1 1 1 赤松氏による地表地震観測結果の検討①

地表地震観測 (2/2):

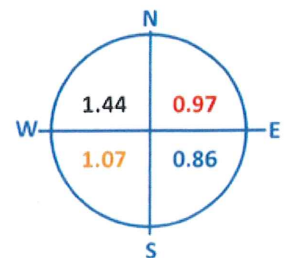
増幅特性の場所による変化と 入射方位依存性



No.01/No.02 全体の平均スペクトル比と
標準偏差 (地震数は84)。



スペクトル比 No.01/No.02 の
平均値からのずれの方位依存性。
(赤：北東、青：南東、橙：南西、黒：北西)



平均値からのずれ(左図)の
方位依存性
5~10Hzの平均値。

発電所エリアをはさむ2地点の増幅率には
1~10Hzの周波数範囲で0.6~1.7倍の違い
がある。

増幅率は5~10Hzの周波数範囲で、1.7倍の
違いを生じる方位依存性を有する。
基礎地盤は均質な水平成層構造ではない

44

図表 1 1 2 赤松氏による地表地震観測結果の検討②

しかしながら、赤松氏も反対尋問で認めているとおり、電中研の論文（丙351）においては、澤田ほか（2019）の論文（丙472）と同様、標準偏差に着目したばらつきの検討を行っているところ、赤松氏は、これとは異なるアプローチで、方位別のスペクトル比の全体の平均値からのずれ（図表 1 1 2 の中央の図）、全体の平均値からのずれの5～10Hzにおける平均値（図表 1 1 2 の右図）を検討している（赤松氏反対尋問調書46頁、甲655の1、44頁）。

また、澤田ほか（2019）に「原子力サイトにおける重要構造物は岩盤に立地するため、岩盤観測点におけるSD（引用者注：標準偏差）を検討することが望ましい。しかし、各サイトの観測点の多くは未固結層に設置されて（いる）」と記載されているように（丙472、125頁）、地表観測点を岩盤に設置することが望ましいものの現実には難しいことが多く、電中研論文（丙351）における研究でも同様に、地表観測点の多くが未固結層に設置されている。そうすると、地表地震観測の各観測点の結果には自ずと各観測点の表層地盤の影響が含まれることとなり、全ての観測点の平均値を1とした場合に表層地盤の影響がない地点（岩盤観測点）の観測結果が平均値の1に合致することは考え難いということになる。そのため、平均値からのずれを示している赤松氏の検討は、本来的に平均値に合致しないものを合致しないと確認しているに過ぎない。この点について、赤松氏も反対尋問において、本件発電所の場合も各観測点が全て岩盤とはいかないので表層地盤の影響は排除できないのではないかとこの質問に対して、「未固結層とか、そういうところに置いてあれば、そうですね」

と供述しており（赤松氏反対尋問調書46頁）、未固結層の地表観測点であれば平均値に合致しないことを認めつつ、各観測点が岩盤上に設置されている（つまり、表層地盤が存在しない）ことを前提として、スペクトル比が1であるべきとの主張を行っている。しかし、上記のとおり、電中研論文（丙351）における研究でも地表観測点の多くが未固結層に設置されているのであるから、赤松氏の上記供述は前提となる事実関係の認識を誤っており、スペクトル比が1であるべきとの理由になっていない。

- c. 以上のとおりであるから、本件発電所の敷地直下の地盤はほぼ均一であり、特異な地盤増幅を励起するような不整形地盤は存在しないと評価する澤田氏の意見に対して、電中研の論文（丙351）をもとに方位によって増幅特性が異なるかのように述べる赤松氏の指摘には、理由がない。

第3 小括

以上のとおりであるから、被告が本件発電所において策定した地下構造モデルについて批判する原告らの主張には、いずれも理由がない。

第3章 地盤安定性評価について

第1 地盤安定性評価に関する基本的事項について（被告準備書面（30））

1 はじめに

ここではまず、地盤安定性評価に係る新規制基準の規制内容について概観した上で、当該規制に基づいて被告が実施した地盤安定性評価の基本的な考え方に関して説明を行う。

2 基礎地盤の安定性評価に係る規制内容について

- (1) 原子炉施設は、地震による損傷を防止する設計がなされているが、建物・構築物の基礎地盤が、地震時にその建物・構築物を支持できない場合やすべり破壊⁴⁰が生じた場合等には、原子炉施設自体がいかに強固な耐震設計がなされていたとしても原子炉施設の安全機能に重大な影響を及ぼす可能性がある。

そのため、設置許可基準規則において、原子炉施設の安全機能に重大な影響を及ぼさないよう、耐震重要施設の基礎地盤等の安定性評価を行うことが要求されている。

- (2) 地震時の基礎地盤に係る影響としては、まず建物・構築物の支持への影響がある。地盤が脆弱であった場合、地震時には基礎地盤そのものに「すべり」が生じるおそれがある。また、建物・構築物との関係では、基礎地盤には建物・構築物の重さを支える十分な「支持力」が必要であるほか、建物・構築物の基礎底面⁴¹に過度に大きな「傾斜」が生じると、建物・構築物に内包される機器・配管系の安全機能への影響があり得る。

このような地震時における建物・構築物の支持への影響に関して、十分に「支持」することができる地盤に建物・構築物を設置するよう、設置許可基準規則 3 条 1 項で、「設計基準対象施設は、次条第二項の規定により算定する地震力（・・・耐震重要施設・・・にあつては、同条第三項に規定する基準地震動による地震力を含む。）が作用した場合においても当該設計基準対象施設を十分に支持することができる地盤に設けなければならない」と規定されている。

この「設計基準対象施設を十分に支持することができる」とは、「自重及

⁴⁰ すべり破壊とは、原子炉施設の基礎地盤に地震力が作用することにより、そこに存在する、断層や節理（割れ目）のように周囲の岩盤と比較して強度が低い力学的な不連続面に、ずれが生じることをいう。

⁴¹ 基礎底面とは、建物・構築物の基礎と地盤が接する面をいう。

び運転時の荷重等に加え・・・耐震重要施設・・・にあつては・・・基準地震動による地震力・・・が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する設計である」とともに、耐震重要施設については、「基準地震動による地震力が作用することによって弱面上のずれ等が発生しないことを含め、基準地震動による地震力に対する支持性能が確保されていることを確認することが含まれる」とされている（設置許可基準規則解釈別記1第3条1項）。

この基準への適合にあたっては基準地震動を用いて「すべり」等の評価がなされ、地盤ガイド⁴²により評価の妥当性を確認することとされている。

- (3) また、地震時には、少なからず地盤の変形が生じ得るものであるところ、「変形」とは、地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の「傾斜」及び「撓み」並びに地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状をいうとされる（設置許可基準規則解釈別記1第3条2項）。例えば、地震により建物・構築物の支持地盤に過度に大きな「傾斜」が生じると、上記（2）で述べた基礎底面の傾斜と同様に、建物・構築物に内包される機器・配管系の安全機能への影響があり得る。

このため、設置許可基準規則3条2項において、「耐震重要施設は、変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならない」と規定されている。この基準への適合にあたっては、地盤にどのような変形がどの程度生じるかを評価する必要があり、上記（2）と同様に、基準地震動を用いて「(支持地盤の) 傾斜」等の評価がなされ、地盤ガイドを用いて評価の妥当性を確認することとされている。

- (4) 上記（2）及び（3）で述べた「支持」及び「変形」のほか、耐震重要

⁴² 正式には、「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」（甲575）である。

施設の設置地盤に係る規制上の要求として「変位」がある。「変位」とは、将来活動する可能性のある断層等が活動することにより、地盤に与えるずれをいい（設置許可基準規則解釈別記 1 第 3 条 3 項）、耐震重要施設の基礎地盤が、建物・構築物を十分に支持することができ、地震時の変形も無視し得る程度であったとしても、建物・構築物の基礎となる地盤に露出する断層等が動いた場合、そこに段差が生じるなどして、建物・構築物や内部の機器等が損傷するおそれがある。

このため、設置許可基準規則 3 条 3 項において、「耐震重要施設は、変位が生ずるおそれがない地盤に設けなければならない」と規定されている。ここでいう「変位が生ずるおそれがない地盤」とは、「将来活動する可能性のある断層等」⁴³の露頭が無いことを確認した地盤をいうとされている（設置許可基準規則解釈別記 1 第 3 条 3 項）。

なお、上記（3）で述べた「変形」については、「変形した場合においても安全機能が損なわれるおそれがない地盤」として、地盤の一定の変形を認めている一方で、「変位」については、「変位が生ずるおそれがない地盤」として、地盤が変位することを認めていない。これは、「変位」については、建物・構築物の安全性評価の前提となる断層が将来活動した場合における地盤の変位量等を正確に把握する必要があるが、設置許可基準規則の制定時において、変位量や変位が生じた際に建物・構築物の基礎に作用する力の大きさを予測することは困難と考えられたことによるものであるとされている。

（以上につき、丙 321、215～220 頁）

（5）以上の規制内容を踏まえ、地盤ガイドでは、基礎地盤の安定性評価に関

⁴³ 「将来活動する可能性のある断層等」とは、後期更新世以降（約 12～13 万年前以降）の活動が否定できない断層等をいう。

して、以下のとおり確認事項及び評価項目が定められている（甲 575、1～3 頁）。

「2. 基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に関する安全審査の基本方針

（1）原子炉建屋等の基礎地盤の安定性

原子炉建屋等が設置される地盤は、将来も活動する可能性のある断層等の露頭が無いことが確認された地盤であり、想定される地震動の地震力に対して、当該地盤に設置する耐震設計上の重要度分類 S クラスの機器及び系統を支持する建物及び構築物の安全機能が重大な影響を受けないことを確認する。具体的な確認事項は以下のとおりである。

- ・耐震設計上の重要度分類 S クラスの建物及び構築物が設置される地盤には、将来も活動する可能性のある断層等が露頭していないこと。
- ・想定される地震動に対して、耐震設計上の重要度分類 S クラスの機器及び系統を支持する建物及び構築物の安全機能が重大な影響を受けないこと。
- ・地震発生に伴う周辺地盤の変状による建物・構築物間の不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等により、当該建物及び構築物の安全機能が重大な影響を受けないこと。
- ・地震発生に伴う地殻変動による基礎地盤の傾斜及び撓みにより、重要な安全機能を有する施設が重大な影響を受けないこと。傾斜及び撓みは、広域的な地盤の隆起及び沈降によって生じるもののほか、局所的に生じるものも含む。

（中略）

4. 基礎地盤の安定性評価

4. 1 地震力に対する基礎地盤の安定性評価

（1）評価項目

建物及び構築物が設置される地盤について、基礎地盤のすべり、基礎の支持力及び基礎底面の傾斜の観点から照査されていることを確認する。

1) 基礎地盤のすべり

- ・ 動的解析の結果に基づき、基礎地盤の内部及び基礎底面を通るすべり面が仮定され、そのすべり安全率によって総合的に判断されていること。
- ・ 動的解析における時刻歴のすべり安全率が 1.5 以上であること。その際、地盤内部の不安定領域（地盤要素の安全率が低い領域）の分布及び性状（応力、ひずみ等）を吟味して、仮定したすべり面の位置に係る妥当性を確認する必要がある。

2) 基礎の支持力

原位置試験の結果等に基づいて設定されていることを確認する。
なお、杭の載荷試験等、設置許可申請段階に試験を行えないものに関しては、安全審査においてその基本設計方針を確認し、試験実施後に確認を行うものとする。

3) 基礎底面の傾斜

許容される傾斜が各建物及び構築物に対する要求性能に応じて設定されており、動的解析の結果に基づいて求められた基礎の最大不等沈下量及び残留不等沈下量による傾斜が許容値を超えてないことを確認する。一般建築物の構造的な障害が発生する限界（亀裂の発生率、発生区間等により判断）として建物の変形角を施設の傾斜に対する評価の目安に、 $1/2,000$ 以下となる旨の評価していることを確認する。なお、これは、基本設計段階での目安値であり、機器、設備等の仕様が明らかになる詳細設計段階において詳細に評価を行うこととなる。

(2) 確認事項

(中略)

4) 解析モデルの設定と結果の評価

以下の点を確認する。

- ・荷重の設定において、施工過程や自然条件の状況変化等を踏まえた初期地圧、地震力、地下水位等が考慮されていること。
- ・入力地震動が水平及び上下方向の基準地震動を基に設定され、それらが同時に解析モデルに作用されていること。
- ・建物及び構築物が設置される地盤が第四紀層等の砂地盤又は砂礫地盤で地下水位が高い場合には、液状化の可能性を検討していること。
- ・すべり安全率を求めるに当たって、基礎底面を通るすべり面のほか、不連続面等の分布、局所安全率、モビライズド面の向き等に基づいてすべり面が適切に想定されていること。
- ・弱層等における応力の発生状況等から、破壊要素が局所的に集中する等の結果が得られ、周辺への進行性破壊等についての検討が必要と考えられる場合は、静的非線形解析等により検討を行っていることを確認する」

(6) 以上のとおり、地盤の安定性評価には、「支持」「変形」「変位」という 3 種類の方向性からの評価項目が定められているところ、「基礎地盤のすべりに対する安定性」については、上記評価項目の「支持」の項目に該当するものであり、「十分に支持することができる地盤」とはどのような地盤なのかによって評価・判断されることとなる。

地盤ガイド上、基礎地盤のすべりに対する安定性については、「動的解析の結果に基づき、基礎地盤の内部及び基礎底面を通るすべり面が仮定され、そのすべり安全率によって総合的に判断されていること」「動的解析における時刻歴のすべり安全率が 1.5 以上であること。その際、地盤内部の不安定

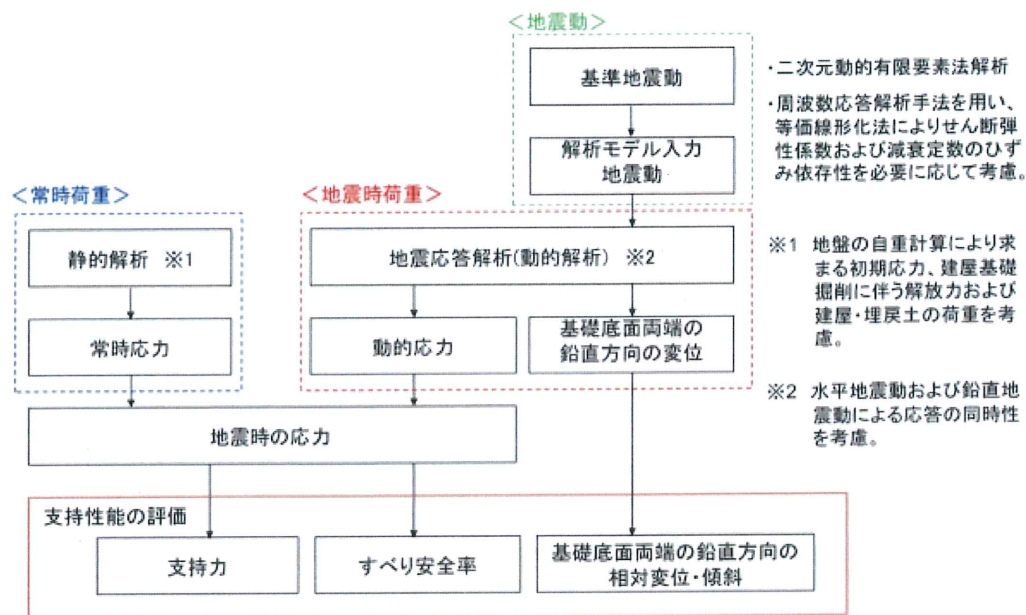
領域（地盤要素の安全率が低い領域）の分布及び性状（応力、ひずみ等）を吟味して、仮定したすべり面の位置に係る妥当性を確認する必要がある」との評価項目が示され（地盤ガイド 4.1 (1) 1))、「すべり安全率を求めるに当たって、基礎底面を通るすべり面のほか、不連続面等の分布、局所安全率⁴⁴、モビライズド面⁴⁵の向き等に基づいてすべり面が適切に想定されていること」「弱層等における応力の発生状況等から、破壊要素が局所的に集中する等の結果が得られ、周辺への進行性破壊等についての検討が必要と考えられる場合は、静的非線形解析等により検討を行っていることを確認する」こと等が確認事項として示されている（地盤ガイド 4.1 (2) 4))。

3 被告における基礎地盤の安定性評価について

- (1) 上記法令等の規定内容や地盤ガイドの記載を受けて、被告は、図表 1 1 3 のとおり、基礎地盤の「支持」性能の評価を行っている（丙 387、22 頁）。

⁴⁴ 被告は、「局所安全係数」という用語を用いている。下記 3 (4) 参照。

⁴⁵ モビライズド面とは、岩盤がせん断破壊しやすい方向をいう。下記 3 (2) 参照。



(丙 387、22 頁)

図表 1 1 3 支持性能評価フロー

まず、自然の状態で基礎地盤に生じている自重、建屋基礎の掘削による応力解放や建屋・埋戻土による荷重を前提として、静的解析（時間に対する変化がないか、非常にゆっくりとした変化を加えた場合の応力を求める解析方法）を行い、基礎地盤に常に生じている応力（常時応力）を算定する。そして、基準地震動を用いた動的解析（時間とともに周期的に変化する場合の応力を求める解析方法）により、基準地震動による地震力が作用した場合の応力（動的応力）を算定し、常時応力と動的応力とを組み合わせることにより、「地震時の応力」を算定する。このようにして算定した「地震時の応力」を前提に、かかる応力が作用した場合の基礎地盤の「支持力」及び「すべり安全率」を評価している。また、動的解析により基礎底面両端の鉛直方向の変位を算定し、「基礎底面両端の鉛直方向の相対変位・傾斜」についても評価している。

原告らは、上記 2（6）で述べた「基礎地盤のすべりに対する安定性」、

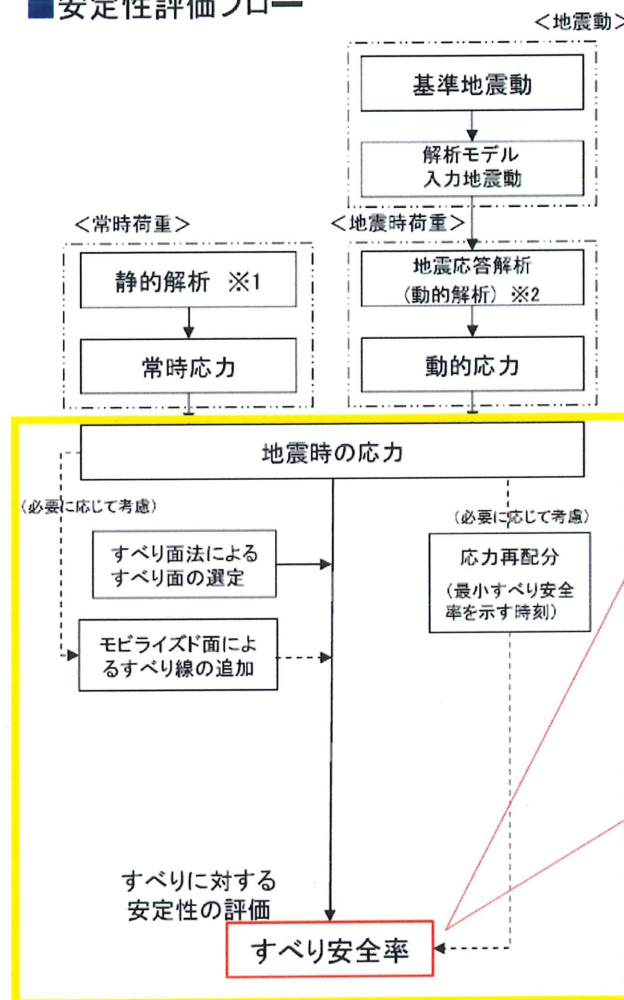
すなわち「すべり安全率」を問題としているため、以下では支持性能評価のうちの「すべり安全率」の算定方法を中心に述べる。

- (2) すべりに対する安定性の評価フローについては、図表 1 1 4 のとおりである。すなわち、原子炉建屋（炉心）の位置等を踏まえて複数選定した基礎地盤の評価断面ごとに、すべり面の想定に一般的に用いられているすべり面法を用いて簡易なすべり安全率を算定し、すべり面（他の部分に比べてすべり破壊が生じやすい面）の選定を行う。また、評価断面ごとにモビライズド面（岩盤がせん断破壊⁴⁶しやすい方向）を検討し、モビライズド面に沿ったすべり面のすべり安全率が小さくなる場合などには、必要に応じてモビライズド面に沿ったすべり面を追加選定する。このようにして選定した各すべり面において、応力の大きさや分布を検討し、せん断破壊や引張破壊⁴⁷が生じる場合などには、必要に応じて破壊が生じた要素の周囲に応力を再配分する（応力再配分）ことにより、各すべり面上におけるすべり安全率を算定することとなる。（丙 387、参考資料 46 頁）

⁴⁶ せん断破壊とは、せん断応力（物体内部のある面と平行方向に、その面にすべらせるように作用する応力）によって引き起こされる破壊をいう。

⁴⁷ 引張破壊とは、引張応力（物体に引張荷重がかかった際に、物体内部に生じる応力。なお、物体に圧縮荷重がかかった際に物体内部に生じる応力は、圧縮応力という）によって引き起こされる破壊をいう。

■安定性評価フロー



（丙 387、参考資料 46 頁。黄枠は引用者が追記）

図表 1 1 4 すべりに対する安定性の評価フロー

- （3）すべり面法を用いた具体的なすべり面の設定方法は、図表 1 1 5 のとおりである。すなわち、原子炉建屋の基礎底面を基準として、そこから地表面に抜ける面の中ですべり安全率が最小となる角度ですべり面を決定することとされ、また、基礎底面が破碎帯と接触している場合には、基礎底面から当該破碎帯を通して地表面に抜ける面の中ですべり安全率が最小となる角度ですべり面を決定することとされている。（丙 387、参考資料 47 頁）

■ 基礎底面を通るすべり面

地表面に抜ける角度の検討

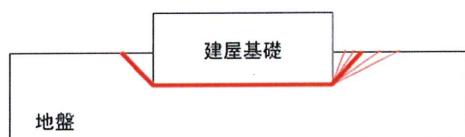
①: すべり面の基礎底面端から地表面へ抜ける角度を 45° に固定する。



②: すべり面の角度を 5° ピッチで変化させ、すべり面法による計算を実施し、すべり安全率が最小となる角度を探索する。



③: すべり面の決定。



■ 破砕帯沿いのすべり面

破砕帯に沿う長さの検討

①: 地表面に抜ける角度の決定。



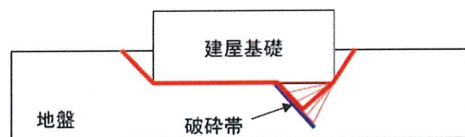
②: すべり面が基礎底面の端から破砕帯に当たる角度を 90° に設定する。



③: すべり面が破砕帯に当たる角度を 5° ピッチで変化させ、すべり面法による計算を実施し、すべり安全率が最小となる角度を探索する※。



④: すべり面の決定。

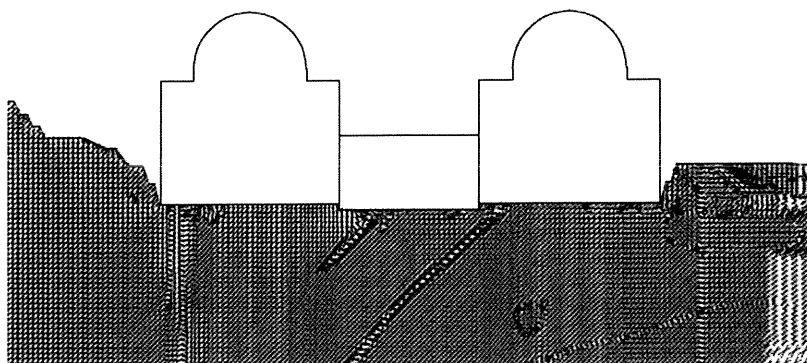


※すべり安全率が最小となるすべり面が、破砕帯を通らない場合、すべり面と破砕帯のなす角度が 90° となるすべり面を選定する。

(丙 387、参考資料 47 頁)

図表 1 1 5 すべり面の設定方法 (基礎地盤)

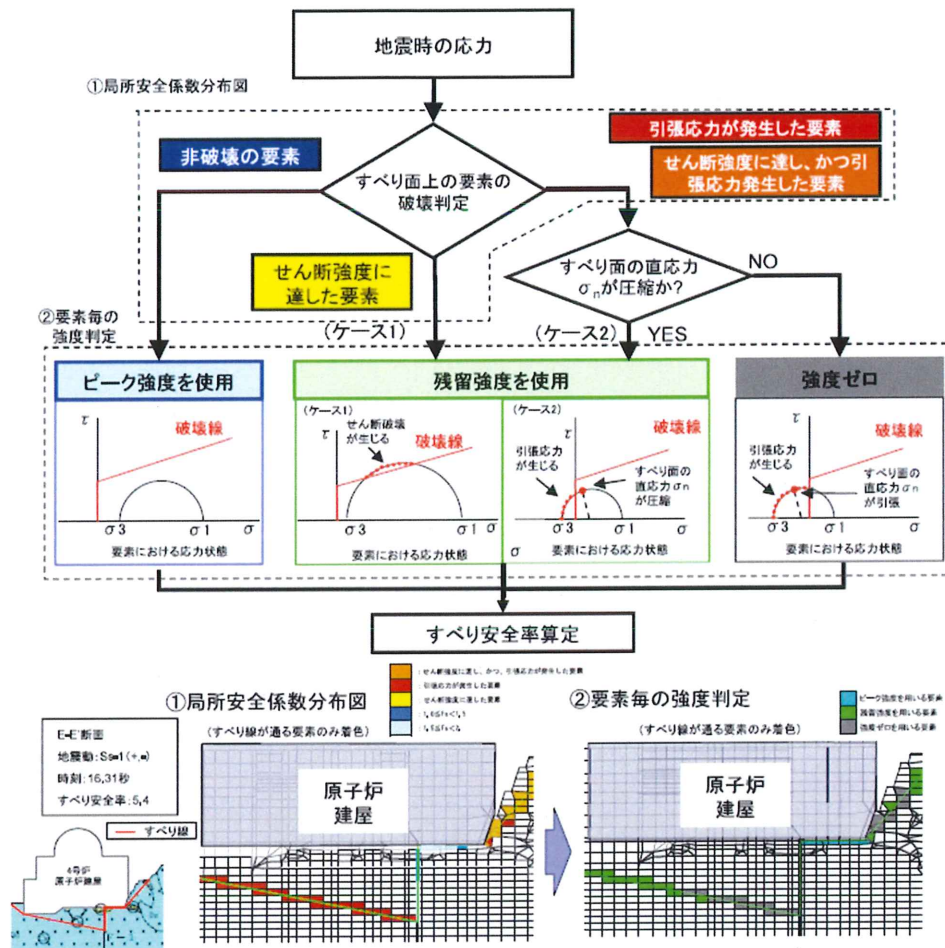
上記選定に加え、下記 (4) で詳述する有限要素法 (FEM) 解析で用いる、基礎地盤の評価断面の各要素におけるモビライズド面を測定した結果に基づき、評価断面ごとにモビライズド面分布図を作成し、モビライズド面に沿ったすべり面のすべり安全率が小さくなる可能性がある場合等には、必要に応じてモビライズド面に沿ったすべり面を追加選定する (例として、本件発電所の基礎地盤の G-G' 断面のモビライズド面分布図を図表 1 1 6 に示す (丙 387、参考資料 85 頁))。



(丙 387、参考資料 85 頁。右下の図)

図表 1 1 6 モビライズド面分布図 (G-G' 断面)

(4) このようにして選定したすべり面ごとにすべり安全率を算定するが、すべり安全率算定の流れは、図表 1 1 7 のとおりである (丙 387、参考資料 46 頁)。



(丙 387、参考資料 46 頁。右図)

図表 1 1 7 すべり安全率算定のフロー

ア すべり安全率 (F_s) の算定方法

すべり安全率 (F_s) の算定は、有限要素法 (FEM) 解析により行う。FEM解析とは、複雑な形状・性質を持つ解析対象の領域全体を小領域 (要素) に分割することで近似し、領域全体の挙動を予測する方法である。すべり安全率の算定においては、FEM解析により、各小領域 (要素) における応力状態や破壊状態を近似することにより、領域全体の応力状態や破壊状態を予測している。すべり安全率は、FEM解析を前提として「すべり安全率 (F_s) = すべり面上のせん断抵抗力の和 /

すべり面上のせん断力の和」の計算式によって算定される。

イ 「すべり面上のせん断抵抗力の和」の算定

「すべり面上のせん断抵抗力」とは、すべり面上にせん断応力が働く場合に地盤がこれに逆らおうとする力であり、要するに、当該地盤が有する破壊に抵抗する力をいう。「すべり面上のせん断抵抗力」は、上記図表 1 1 7 のフローに従って、要素ごとに「ピーク強度」「残留強度」「強度ゼロ」のいずれかの数値を設定する。すなわち、F E M解析のために分割した要素ごとに発生している地震時の応力状態において、せん断応力によりせん断破壊を起こすかどうか、引張応力が発生するかどうかを判定する（すべり面上の要素の破壊判定）。せん断破壊に達するかどうかは、地震時の応力により発生するせん断応力が、岩盤試験や岩石試験によって測定した各要素が有するせん断強度⁴⁸に達するかどうかによって判定する。これにより局所安全係数分布図を作成する（例として、本件発電所の基礎地盤の G－G' 断面の局所安全係数分布図を図表 1 1 8 に示す（丙 387、参考資料 85 頁））。

なお、局所安全係数分布図においては、

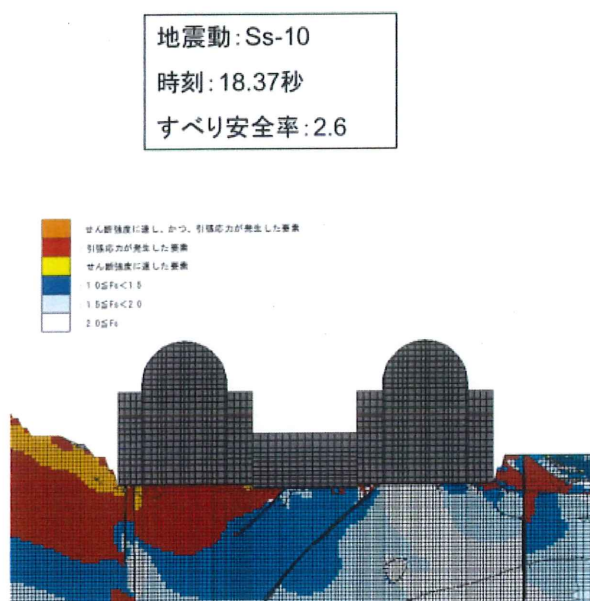
- ・ 橙色：せん断強度に達し（せん断破壊が生じ）、かつ、引張応力が発生した要素
- ・ 赤色：せん断強度に達せず（せん断破壊が生じず）、かつ、引張応力が発生した要素
- ・ 黄色：せん断強度に達し、かつ、引張応力が発生しなかった要素

で区分し、また、せん断強度に達することなく、かつ、引張応力が発生しなかった要素については、

⁴⁸ せん断強度とは、せん断破壊が生じたときのせん断応力をいう。

- ・ 青色：局所的なすべり安全率（ F_s ）が 1.0 以上 1.5 未満となった要素
 - ・ 水色：局所的なすべり安全率（ F_s ）が 1.5 以上 2.0 未満となった要素
 - ・ 白色：局所的なすべり安全率（ F_s ）が 2.0 以上となった要素
- で区分している。

■ 3・4号炉基礎地盤(G-G'断面)



（丙 387、参考資料 85 頁。左下の図）

図表 1 1 8 局所安全係数分布図（G－G'断面）

すべり面上の各要素の破壊判定の結果、①せん断応力がせん断強度に達することなく、また、引張応力も発生しなかった要素（青色、水色、白色）については、せん断破壊は起きず、強度は低下しないから、当該要素が持つせん断強度（ピーク強度）をそのまません断抵抗力として利用する。②せん断強度に達した（せん断破壊が生じた）ものの、引張応力が発生しなかった要素（黄色）については、せん断破壊後に残留して

いる強度（残留強度）をせん断抵抗力として利用する。③引張応力が発生した要素（せん断強度に達した場合も含む。橙色、赤色）については、直応力⁴⁹が圧縮応力か引張応力かを判定し、前者であれば残留強度をせん断抵抗力として利用し⁵⁰、後者であれば強度ゼロ（＝せん断抵抗力ゼロ）とみなして取り扱う（要素ごとの強度判定）。ここで、直応力が引張応力の場合に強度ゼロと取り扱っているのは、以下の理由による。すなわち、本来、せん断破壊が生じた場合であっても、直応力が圧縮応力となっている場合には、破壊面を構成する地盤同士を押さえつける力が働いていることから破壊面が即座に離隔することではなく、せん断破壊後に残留する強度（残留強度）によってせん断破壊が進展することを防ぐこととなる。他方で、せん断破壊が生じた場合で、かつ、直応力が引張応力となる場合には、破壊面を構成する地盤に対して外側に引っ張る力が働いていることから破壊面が離隔しようとするため、せん断抵抗力（せん断破壊の進展を防ぐ力）としては、残留強度ではなく（この場合、残留強度はせん断破壊の進展を防ぐ力としては機能しないこととなる）、引張応力に対する抵抗力である引張強度が関係することとなる。しかしながら、引張強度を適切に調査する手法が確立されていなかったため、被告は、保守的な設定として引張強度（せん断抵抗力）をゼロ、すなわち、当該要素において引張破壊が生じるとみなす（当該要素が離隔するとみなす⁵¹）とする取扱いをしているのである。

⁴⁹ 直応力とは、物体内部のある面を基準としたときに、その面に垂直方向に働く応力をいい、ここではすべり面に垂直方向に働く応力を指す。

⁵⁰ せん断強度に達していない場合には、せん断破壊が生じていない以上、当然、当該要素が持つせん断強度（ピーク強度）を残留強度として取り扱うことになる。ここでいう「残留強度」とは、せん断応力に対して残留する強度を指しており、引張応力に対する強度とは関連しない。

⁵¹ ここでは、実際に当該要素に引張破壊が生じているかどうかは関係なく、保守的に当該要素が離隔するとみなす取扱いをしている。なお、当然のことながら、当該要素のみ離隔するとみなしたとしても、それだけでは破壊は進展しないため、当該要素の周囲の要素についても広範囲に連続して離隔が生じなければ、すべり面に沿ったすべりが発生することはない。

このようにして算定した各要素におけるせん断抵抗力を合計し、「すべり面上のせん断抵抗力の和」を算定する。

ウ 「すべり面上のせん断力の和」の算定

他方、「すべり面上のせん断力の和」は、地震時の応力状態におけるすべり面上の全ての要素に発生するせん断応力を合計することにより算定する。

エ すべり安全率（ F_s ）の算定

上記のように算定した「すべり面上のせん断抵抗力の和」を「すべり面上のせん断力の和」で割ることにより、すべり安全率（ F_s ）を算定することとなる。

（５）上記経過により、複数選定したすべり面上におけるすべり安全率を全て算定し、その中で最小となるすべり安全率を確認し、当該すべり安全率が評価基準値である 1.5 以上であることを確認する⁵²。

（６）被告は、本件発電所の基礎地盤の安定性評価を以上のとおりに実施している。

第２ 本件発電所の地盤安定性評価について（被告準備書面（３０））

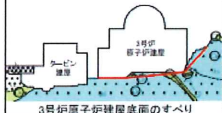
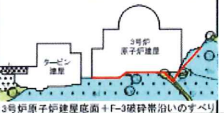
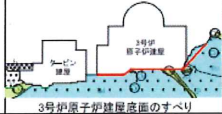
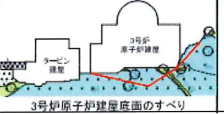
１ 本件発電所敷地における地盤安定性評価の内容について

被告は、本件発電所の敷地において、３号炉基礎地盤（ $D-D'$ 断面）、４号炉基礎地盤（ $E-E'$ 断面）及び３、４号炉基礎地盤（ $G-G'$ 断面）に

⁵² すべり安全率は、理論上、1 を上回れば、すべりに抵抗する力がすべらそうとする力を上回るため、すべりに対する安全性が確保されることになるが、物性値のばらつき等を考慮して、フィルダム（岩石や土砂を積み上げて建設する型式のダム）等の一般の重要公共施設に評価基準値として用いられているのは 1.2 程度である（つまり、1.2 以上であれば、十分に安定的であると評価される）。ただし、原子炉建屋の基礎地盤については、その重要性等から、すべり安全率の評価基準値として、より厳しい 1.5 が用いられている。

ついて、上記第1の3で述べた手法に基づき、すべり面を複数選定した上で、すべり安全率が最小となるすべり面を探索し、いずれの基礎地盤においても最小となるすべり安全率が評価基準値である1.5を上回ることを確認した（図表119～図表121。丙387、48～51頁）。

■ 3号炉基礎地盤(D-D'断面)

すべり面 番号	すべり面形状	基準地震動	最小すべり 安全率	すべり面 番号	すべり面形状	基準地震動	最小すべり 安全率
1	 3号炉原子炉建屋底面のすべり	Ss-1(+,-)	4.04 [16.27] (3.5)	3	 3号炉原子炉建屋底面のすべり	Ss-1(-,-)	6.6 [16.26]
2	 3号炉原子炉建屋底面のすべり	Ss-1(+,-)	4.2 [16.27]	4	 3号炉原子炉建屋底面のすべり	Ss-1(+,-)	4.08 [16.27]

※基準地震動の(+,+)は位相反転なし、(-,+)は水平反転、(+,-)は鉛直反転、(-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
最小すべり安全率は最小値を示す基準地震動、発生時刻における値を記載。

・すべり安全率はいずれも評価基準値1.5を上回ることから、すべりに対して十分な安定性を有している。

— : 想定すべり面 ○ : すべり安全率の最小値
[] は発生時刻(秒)
() は地盤物性のばらつきを考慮したすべり安全率

(丙387、48頁)

図表119 すべり安全率算定結果①

■ 4号炉基礎地盤(E-E'断面)

すべり面 番号	すべり面形状	基準地震動	最小すべり 安全率	すべり面 番号	すべり面形状	基準地震動	最小すべり 安全率
1	 4号炉原子炉建屋底面のすべり	Ss-1(+,-)	6.1 [16.28]	4	 4号炉原子炉建屋底面+F-1核炉帯沿いのすべり	Ss-1(+,-)	5.4 [16.31] (4.7)
2	 4号炉原子炉建屋底面のすべり	Ss-1(+,-)	7.0 [16.28]	5	 4号炉原子炉建屋底面のすべり	Ss-1(+,-)	8.6 [16.28]
3	 4号炉原子炉建屋底面+F-1核炉帯沿いのすべり	Ss-1(+,-)	6.1 [16.29]				

※基準地震動の(+,-)は位相反転なし、(+,+)は水平反転、(+,-)は鉛直反転、(-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
最小すべり安全率は最小値を示す基準地震動、発生時刻における値を記載。

■すべり安全率はいずれも評価基準値1.5を上回ることから、すべりに対して十分な安定性を有している。

— :想定すべり面 ○ :すべり安全率の最小値
[]は発生時刻(秒)
()は地盤物性のばらつきを考慮したすべり安全率

(丙 387、49 頁)

図表 1 2 0 すべり安全率算定結果②

■ 3・4号炉基礎地盤(G-G'断面)

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率	すべり面番号	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率
1	 3号炉原子炉建屋底面のすべり ※すべり面とF-3破砕帯のなす角度: 130°	Ss-4	3.5 [10.66]	4	 3号炉原子炉建屋底面+F-3破砕帯沿いのすべり ※すべり面とF-1破砕帯のなす角度: 80°	Ss-1(+,-)	3.6 [16.27]
2	 3号炉原子炉建屋底面+F-4破砕帯沿いのすべり ※すべり面とF-2破砕帯のなす角度: 80°	Ss-4	3.2 [10.66]	5	 4号炉原子炉建屋底面のすべり ※すべり面とF-1破砕帯のなす角度: 80°	Ss-10	3.9 [18.37]
3	 3号炉原子炉建屋底面+制御建屋底面のすべり	Ss-1(+,-)	5.1 [16.27]	6	 4号炉原子炉建屋底面+F-1破砕帯沿いのすべり	Ss-10	2.6 [18.37] (2.3)
7	 4号炉原子炉建屋底面+制御建屋底面のすべり ※すべり面とF-2破砕帯のなす角度: 120°	Ss-10	4.6 [17.83]	10	 4号炉原子炉建屋底面+制御建屋底面+F-2破砕帯沿いのすべり ※すべり面とF-3破砕帯のなす角度: 85°	Ss-1(+,-)	4.1 [16.28]
8	 4号炉原子炉建屋底面+制御建屋底面+F-2破砕帯沿いのすべり ※すべり面とF-2破砕帯のなす角度: 85°	Ss-1(+,-)	4.4 [16.27]	11	 4号炉原子炉建屋底面+制御建屋底面+F-2破砕帯沿いのすべり	Ss-11	12.2 [10.07]
9	 3号炉原子炉建屋底面+4号炉原子炉建屋底面+制御建屋底面のすべり	Ss-1(+,-)	5.5 [16.28]				

※基準地震動の(+,-)は位相反転なし、(-,-)は位相反転、(+,-)は鉛直反転、(-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
最小すべり安全率は最小値を示す基準地震動、発生時刻における値を記載。

■ すべり安全率はいずれも評価基準値1.5を上回ることから、すべりに対して十分な安定性を有している。

— : 想定すべり面 ○ : すべり安全率の最小値
[] : 発生時刻(秒)
() : 地盤物性のばらつきを考慮したすべり安全率

(丙 387、50～51 頁)

図表 1 2 1 すべり安全率算定結果③

2 原子力規制委員会の評価について

上記 1 で述べた本件発電所敷地の基礎地盤安定性に関する被告の評価については、原子力規制委員会において、新規制基準に適合していることが確認されている(丙 171 の 2、31～34 頁)。

3 本人尋問の結果に対する被告の主張

本件では、地盤安定性の評価に関連しても、赤松氏の本人尋問が行われているが、赤松氏は、地盤安定性評価に関して研究結果や論文を発表した経験や実際にすべり安全率を自ら算定した経験、また地盤安定性評価に関する学会である土木学会、地盤工学会に所属していた経験、さらには地盤安定性評価に関する規格・基準の策定に関わった経験等がない（赤松氏反対尋問調書 55～56 頁）ため、そもそも地盤安定性評価に関する専門的知見を有しているとは考えられない。そして、上記第 2 章第 2 の 4（3）ア（ウ）で述べたとおり、別件大津訴訟の反対尋問においては、赤松氏自身において、自分は地質学者ではない旨の証言をしており、自ら専門分野ではないことを認めている（丙 489、71 頁）。

以上のとおりであるから、そもそも地盤安定性評価に関する赤松氏の意見及び供述内容の信用性は乏しいといえ、またそれらを前提にする原告らの主要もまた、技術的・専門的な知見の裏付けを持たないといえるが、以下においては原告らの主張並びに赤松氏の意見を整理し、各項目に関する被告の反論を述べる。

4 原告らの主張に対する反論

（1）すべり安全率算定フローに関する原告らの主張

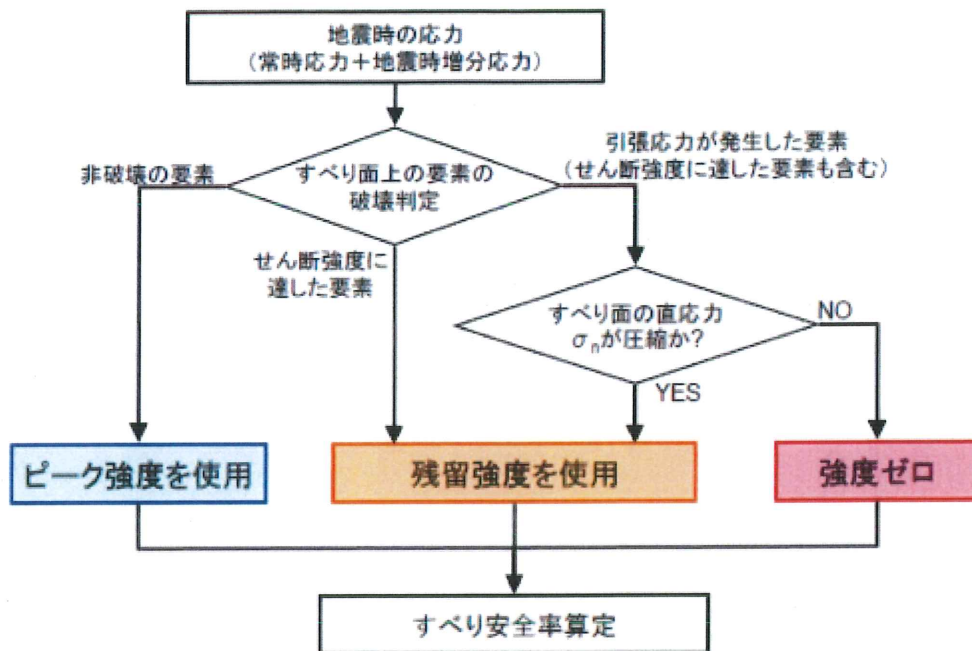
ア すべり安全率算定フローに従っていないとの主張について（被告準備書面（30）33～38頁）

（ア）赤松氏は、平成 27 年 1 月 16 日の原子力規制委員会の第 183 回審査会合における原子力規制庁嶋崎昭夫安全規制管理官補佐（以下、「嶋崎管理官補佐」という）からの質問に対する被告担当者の発言を取り上げて、被告がすべり安全率算定フローに従わない虚偽の説明を行っていると批判している（甲 576、10～13 頁）。

すなわち、赤松氏が取り上げた嶋崎管理官補佐の質問内容は下記のとおりである。

記

「131 ページ（引用者注：図表 1 2 2。甲 578、131 頁）のところで、すべり安全率算定時のせん断強度の考え方ということでフローを示していただいております。これで、せん断強度に達した、その要素については強度ゼロという形になるんですけれども、この強度ゼロになった場合について、その破壊が局所的におさまるかどうかというところの確認が必要ではないかなと思っているんです。ちょっと説明がなかったなので、恐らくここの局所的かどうかというところの確認をする上で、その強度がゼロになったときについては、健全な要素への応力再配分とかいった形で影響の確認をされているのではないかなというふうに思うんですけれども、ちょっとその辺の説明がなかったなので、実際やられているかどうかというところをちょっと御説明いただきたいと思っているんですけれども、お願いできますでしょうか」



(甲 578、131 頁)

図表 1 2 2 すべり安全率算定フロー

これに対して、被告担当者は下記のとおり回答している。

記

「165 ページ (引用者注：図表 1 2 3。甲 578、165 頁) ですとか 167 ページ、各断面の応力状態でせん断強度に達している要素ですとか引張応力が発生して、引張破壊していると判定している要素といったものを色分けしてお示ししております・・・次の 166 ページ (引用者注：図表 1 2 4。甲 578、166 頁) に、じゃあその引張応力はどの程度のものなのかというのをまた色分けでお示ししておりますけども、この引張応力、発生はしているんですけども、発生する応力自体は非常に小さいもので、ここの基礎岩盤であります C H 級の引張強度を十分に下回っているということで、解析上は引張応力が発生したら、即引張

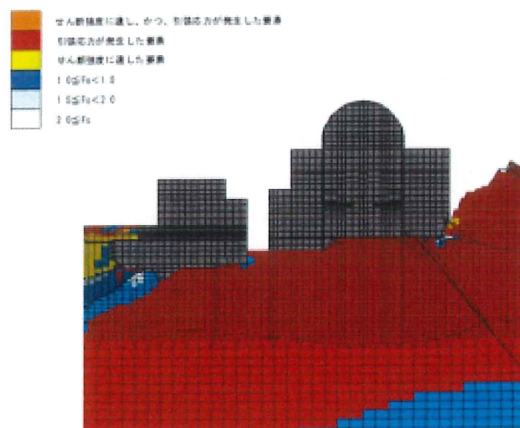
破壊というような判定をして、先ほどの強度の使い分けにいつているんですけども、実際には岩盤は引張破壊はしていないということを確認しておりまして、先ほどおっしゃられましたような応力再配分をする必要はないという、このケース、こういった今回お示しさせていただいているケースに関しては、そういった再配分はする必要はないと判断しております」

■3号炉基礎地盤(D-D'断面)

地震動: Ss-1(+,-)

時刻: 16.27秒

すべり安全率: 4.04

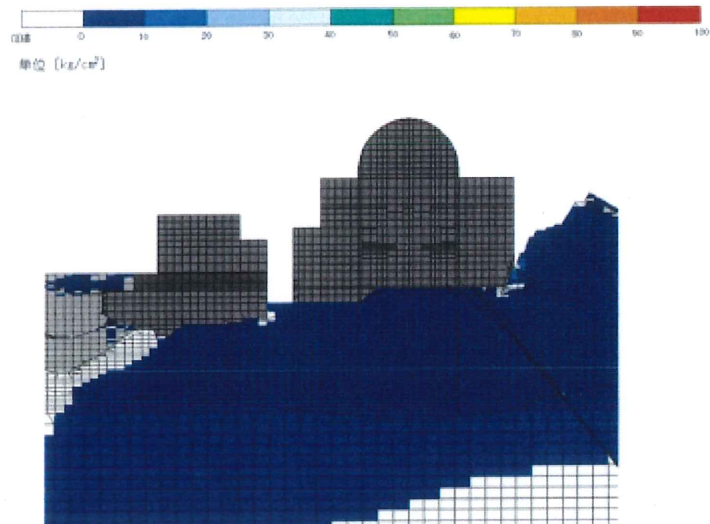


(甲 578、165 頁)

図表 1 2 3 局所安全係数分布図

■3号炉基礎地盤(D-D' 断面)

地震動: Ss-1(+,-)
時刻: 16.27秒
すべり安全率: 4.04



(甲 578、166 頁)

図表 1 2 4 引張応力分布図

赤松氏は、上記のやりとりについて、嶋崎管理官補佐からの質問は「要素のせん断応力がせん断強度に達し、強度がゼロ（要素にせん断破壊が発生）になった場合、破壊が局所的に収まるかを確認しているか」「強度ゼロの場合、応力再配分の計算によって健全な要素への影響を確認しているか」であるから、本来であればせん断強度がゼロとなった場合のせん断破壊が局所的に収まるかどうか、それによる応力再配分の計算は不要かという点を回答しなければならないにもかかわらず、被告担当者はせん断強度やせん断破壊ではなく、引張強度や引張破壊について回答しているため、問題をすり替えて回答しているというのである。

原告らも赤松氏の上記指摘に依拠して同様の主張を行っている（原告ら第 7 7 準備書面 26～27 頁）。

（イ）しかしながら、上記の赤松氏の指摘は、嶋崎管理官補佐の質問内容

とそれに対する被告担当者の発言内容を理解せずになされた批判に過ぎない。

すなわち、嶋崎管理官補佐は、上記図表 1 2 2 を引用しつつ、「せん断強度に達した、その要素については強度ゼロという形になるんですけれども、この強度ゼロになった場合について、その破壊が局所的におさまるかどうかというところの確認が必要ではないかなと思っているんです」と発言しているところ、当該フロー図のピンク色の「強度ゼロ」は、せん断破壊が生じて実際にせん断強度がゼロになった場合を示しているのではなく、(せん断強度に達したか否かを問わず) 引張応力が発生し、かつ直応力が引張応力となった場合に、保守的に強度ゼロとして取り扱うこととしたことを示している。そのため、嶋崎管理官補佐の上記発言は、せん断強度に達した場合(せん断破壊が生じた場合)の対応についてか、「引張応力が発生した要素(せん断強度に達した要素も含む)」における対応(フロー図のピンク色の「強度ゼロ」となるかどうかの対応)についてかが判然としないようにも思われる質問であった。

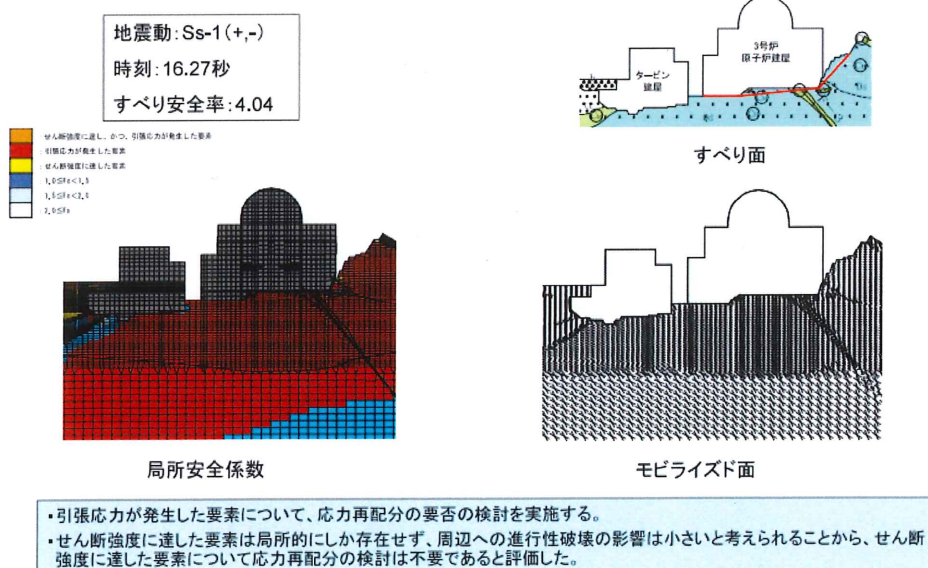
もっとも、嶋崎管理官補佐は「恐らくこの局所的かどうかというところの確認をする上で、その強度がゼロになったときについては、健全な要素への応力再配分とかいった形で影響の確認をされているのではないかなというふうに思うんですけれども」とも発言していたため、被告担当者としては、嶋崎管理官補佐の上記質問は、せん断強度に達した場合(せん断破壊が生じた場合)の対応を確認する趣旨というよりは、むしろフロー図のピンク色の「強度ゼロ」となった場合における応力再配分の要否を確認する趣旨であると判断した。

そこで、被告担当者は、嶋崎管理官補佐の質問に対して上記のとおり回答し、直応力が引張応力となる場合には、すべり安全率を算定す

る上では保守的に引張強度（せん断抵抗）をゼロとみなして設定しているが、実際には引張破壊が生じていないため、引張破壊が生じたことを前提とする応力再配分をする必要はないと説明したのである（甲 576、11～12 頁）。

嶋崎管理官補佐は、被告担当者による上記回答を受け、「わかりましたので、もうちょっとその辺りも含めて資料上そういう評価になっていることがわかるように何かちょっと表現等を工夫していただけると、その辺の判断がわかりやすくなるかと思います」と述べ、被告担当者による上記説明が資料上で分かるようにしてほしい旨要望している（甲 576、12 頁）。かかる要望を受け、被告がその後の第 206 回審査会合資料（丙 387）にすべり安全率算定のフロー（上記図表 1 1 7）及び局所安全係数分布図の説明（一例として、図表 1 2 5（丙 387、参考資料 81 頁）を示す）を加えたところ、嶋崎管理官補佐からこの点に関する追加質問がなされることはなかった。

■3号炉基礎地盤(D-D' 断面)



（丙 387、参考資料 81 頁）

図表 1 2 5 局所安全係数分布図等

(ウ) 赤松氏が上記のように嶋崎管理官補佐の質問内容をせん断破壊が生じた場合のみの質問であると誤解した理由は、おそらく赤松氏自身が被告のすべり安全率算定フローの内容を誤解していたからではないかと思われる。

赤松氏は、意見書において、図表 1 2 6 (甲 655 の 3、14 頁) について下記のとおり述べている。

記

「フローの判定は、色分けして表示されており、

①：すべり面上の要素のせん断破壊の判定

(a)：非破壊 (青)

(b)：せん断強度に達した (黄)

(c)：引張応力が発生 (赤)、もしくは、せん断強度に達し、かつ、引張応力が発生 (橙)

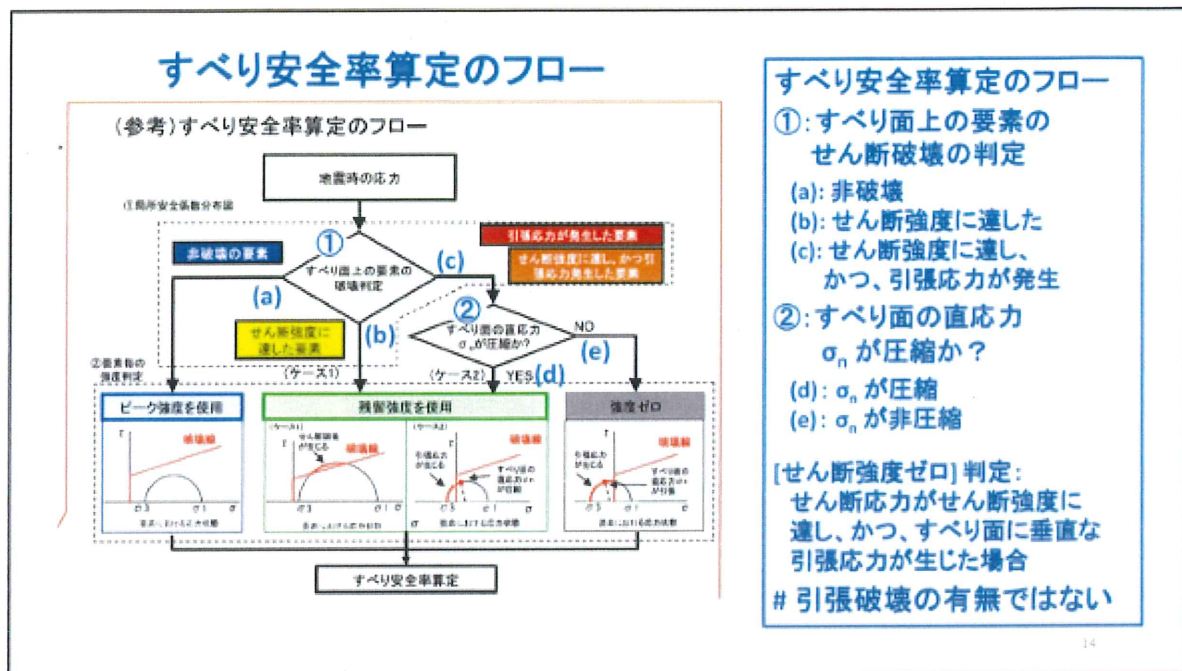
この条件は、せん断応力とは無関係に引張応力が発生した場合に帰着する

②：(c) について、すべり面の直応力 σ_n が圧縮か？

(d)： σ_n が圧縮 ➡ 残留強度を使用 (黄緑)

(e)： σ_n が非圧縮 ➡ 強度ゼロ (灰)

従って、強度ゼロとなって、完全にせん断破壊が生じるのは、①の判定で (c)、②の判定で (e) となる場合」



(甲 655 の 3、14 頁)

図表 1 2 6 赤松氏によるすべり安全率算定フローの検討①

また、赤松氏は、反対尋問において、「直応力が引張になって、開いてしまって、そして、せん断応力があつたら壊れるに決まってるじゃないですか」「(①の (c) のフローを指して) こっちへ来たら破壊されてるんでしょ」「(関西電力の考え方は実際に破壊が生じているものでなくても敢えて強度ゼロとして数値を入れるフローとなっているが、その点は理解がなかったのかとの質問に対して) いや、その実際にとというのは意味が分からないですよ。だって、そういうふうに計算して、そういう結果になってるのに、破壊してないと言うんですか」などと供述している (赤松氏反対尋問調書 65～66 頁)。

上記供述の趣旨は必ずしも明らかでないが、赤松氏の意見書 (甲 655 の 3、14 頁) の結論部分で「強度ゼロとなって、完全にせん断破壊が生じるのは、①の判定で (c)、②の判定で (e) となる場合」と記載され

ていることを前提にすると、赤松氏は、すべり安全率算定フローにおいて「強度ゼロ（灰）」の判定をしている場合（②の判定で（e）となる場合）には、必ずせん断破壊が生じているとして理解しているものと思われる。

しかしながら、原告らも主張するとおり、せん断破壊の有無は、モール・クーロンの破壊規準において、破壊線が応力円と交わる（あるいは接する）か否かで判断することとなる（原告ら第91準備書面2～6頁）。例えば、上記図表126のフロー図でいえば、①の判定で（b）となるような場合、すなわちせん断応力がせん断強度に達して「残留強度を使用」したケースの左側の図に該当するような場合に、せん断破壊が生じることとなるのであって、フロー図における②の判定、すなわち直応力が引張になるか、強度ゼロとみなしているかは関係がない。

そして、上記図表126のフロー図を見れば明らかなおおり、①の判定で（c）のフローにいくパターンとしては、「引張応力が発生した要素」（赤色。これはせん断強度には達していない。）と「せん断強度に達し、かつ引張応力発生した要素」（橙色）の両者が含まれており、②の判定ではせん断強度ではなく、直応力が引張応力になるかどうかで判定がなされるのであるから、（e）の「強度ゼロ」に進む要素については、当然せん断強度に達しているものと達していないもの（すなわちせん断破壊が生じていないもの）の両方が含まれることとなる。上記のとおり、赤松氏は、直応力が引張応力の要素にせん断応力が生じれば（せん断強度に達していなくとも）当然にせん断破壊が発生するかのよう述べるが、すべり安全率算定のフローについて誤った理解に基づく主張といえる。

なお、被告が当該フローについて「強度ゼロ」としているのは、上記第1の3（4）イで述べたとおり、保守的な設定として引張強度

(せん断抵抗力) をゼロとして取り扱ったことによるものである。

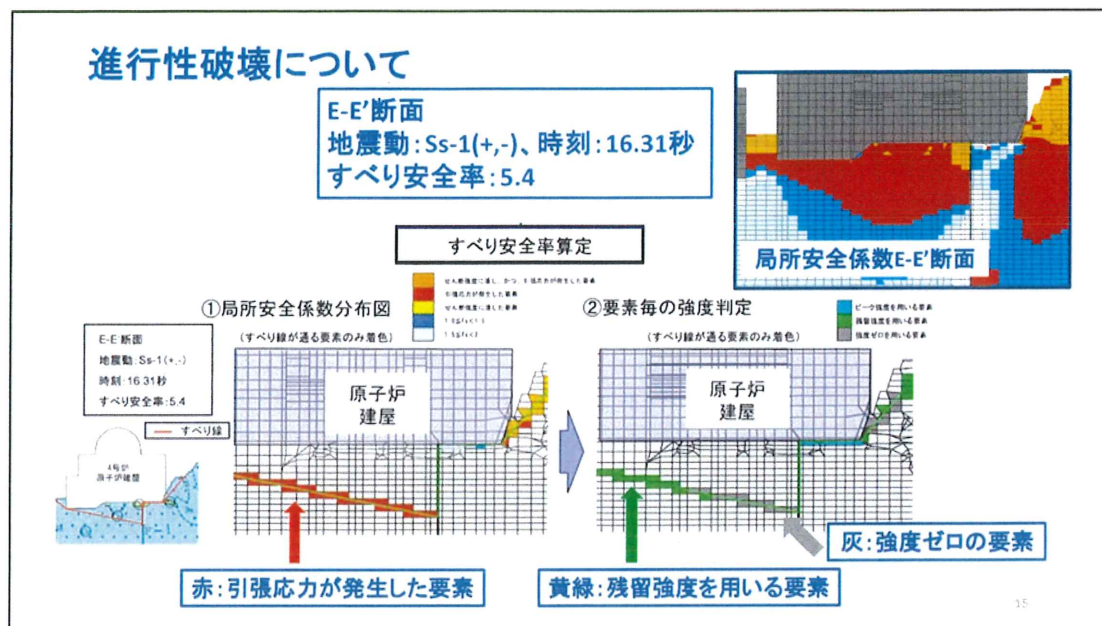
以上のとおり、赤松氏がせん断破壊が生じる条件や、すべり安全率算定のフローを誤解していたことは明らかであるから、被告が原子力規制委員会に対してすべり安全率算定フローに従わない虚偽の説明を行っているとする主張には理由がない。なお、赤松氏のすべり安全率算定フローに関する理解については、別件大津訴訟の反対尋問においても確認しているところ、その際には丁寧にフローについて説明しながら質問がなされたものの、赤松氏は質問者に何度も聞き返すなどしており、上記供述と同様に誤解をしている様子が窺われた（丙 489、75～79 頁）。

(エ) 以上のとおりであるから、被告がすべり安全率算定フローに従わない虚偽の説明を行っているとの赤松氏の批判には、理由がない。

イ 強度判定

(ア) 赤松氏は、被告がすべり安全率算定における要素ごとの強度判定図について、図表 1 2 7 を引用しつつ、「関電は、要素ごとの強度判定は、E-E' 断面のすべり安全率 5.4 のケースだけを例示している。他の断面での、局所安全係数と要素ごとの強度判定の関係は、開示されていない」と述べている（甲 655 の 3、15 頁）。

また、主尋問においても、図表 1 2 7 を見ながら、「(強度判定結果についてはこの断面のこの時刻の判定結果以外は一切開示されていないということかとの質問に対して) はい。全ての資料を見ましたけれども、これしか見付かりませんでした」と供述している（赤松氏主尋問調書 48 頁）。さらに、別件大津訴訟の主尋問においても、同様の趣旨で証言して、被告を批判していた（丙 489、79 頁）。



(甲 655 の 3、15 頁)

図表 1 2 7 赤松氏によるすべり安全率算定フローの検討②

(イ) 上記供述は、すべり安定性フローの「②要素毎の強度判定」において、各要素で具体的にピーク強度・残留強度・強度ゼロのいずれが用いられているのかについては、唯一E-E'断面は資料上(丙 387、参考 46 頁の右下の図)に掲載されているものの、他の断面における強度判定結果については公開されておらず被告が故意に隠匿しているとの趣旨で批判を述べたものと思われる。

しかしながら、以下のとおり、被告においては、赤松氏が「これしか見つかりませんでした」とする本件発電所のE-E'断面におけるすべり面の1つ(上記図表127)以外に強度判定結果を示した図は保有しておらず、また、上記図表127についてのものも含め、強度判定に関するデータは保有していない。

被告の原子力発電所では、すべり安全率の算定は計算プログラムを用いて行っているところ、かかる計算プログラムに岩種及び岩級区分

ごとに設定した強度特性に係る物性値（せん断強度、内部摩擦角、残留強度。図表 1 2 8。丙 387、19 頁）を入力すると、計算プログラムにあらかじめ設定した条件（せん断破壊の有無及び直応力の引張・圧縮等による各要素の破壊判定及び強度判定に関するルール）に従って、すべり面上の各要素のせん断抵抗力の数値の合計である「すべり面上のせん断抵抗力の和」、せん断応力の数値の合計である「すべり面上のせん断力の和」が自動的に計算され、それらの数値をもとにして「すべり安全率」が出力されることとなる。

		強度特性（平均値）			強度特性（地盤のばらつきを考慮 [※] ）		
		せん断強度 (N/mm ²)	内部摩擦角 (度)	残留強度 (N/mm ²)	せん断強度 (N/mm ²)	内部摩擦角 (度)	残留強度 (N/mm ²)
輝緑岩	CH級	2.1	56.1	$2.6\sigma_n^{0.65}$	1.1	56.1	$2.2\sigma_n^{0.65}$
	CM級	1.4	38.9	$2.2\sigma_n^{0.41}$	0.88	38.9	$1.9\sigma_n^{0.41}$
	CL級	0.20	35.1	$0.8\sigma_n^{0.65}$	0.13	35.1	$0.6\sigma_n^{0.65}$
	D級	0.07	17.4	$0.07+\sigma_n \cdot \tan 17.4^\circ$	0.05	17.4	$0.04+\sigma_n \cdot \tan 17.4^\circ$
斑れい岩	CH級	2.1	56.1	$2.6\sigma_n^{0.65}$	1.1	56.1	$2.2\sigma_n^{0.65}$
	CM級	1.4	38.9	$2.2\sigma_n^{0.41}$	0.88	38.9	$1.9\sigma_n^{0.41}$
	CL級	0.20	35.1	$0.8\sigma_n^{0.65}$	0.13	35.1	$0.6\sigma_n^{0.65}$
	D級	0.07	17.4	$0.07+\sigma_n \cdot \tan 17.4^\circ$	0.05	17.4	$0.04+\sigma_n \cdot \tan 17.4^\circ$
細粒石英 閃緑岩	CH級	2.1	60.3	$2.2\sigma_n^{0.62}$	1.2	60.3	$2.0\sigma_n^{0.62}$
	CM級	1.6	50.3	$2.2\sigma_n^{0.58}$	0.78	50.3	$1.9\sigma_n^{0.58}$
	CL級	0.20	35.1	$0.8\sigma_n^{0.65}$	0.13	35.1	$0.6\sigma_n^{0.65}$
	D級	0.07	17.4	$0.07+\sigma_n \cdot \tan 17.4^\circ$	0.05	17.4	$0.04+\sigma_n \cdot \tan 17.4^\circ$
頁岩	CH級	2.1	60.3	$2.2\sigma_n^{0.62}$	1.2	60.3	$2.0\sigma_n^{0.62}$
	CM級	1.6	50.3	$2.2\sigma_n^{0.58}$	0.78	50.3	$1.9\sigma_n^{0.58}$
	CL級	0.20	35.1	$0.8\sigma_n^{0.65}$	0.13	35.1	$0.6\sigma_n^{0.65}$
	D級	0.06	18.3	$0.06+\sigma_n \cdot \tan 18.3^\circ$	0.05	18.3	$0.04+\sigma_n \cdot \tan 18.3^\circ$
崖麓堆積物および 新期扇状地堆積物		0.02	26.7	$\sigma_n \cdot \tan 26.7^\circ$	0.01	26.7	$\sigma_n \cdot \tan 26.7^\circ$
段丘堆積物		0.03	25.0	$\sigma_n \cdot \tan 25.0^\circ$	0.02	25.0	$\sigma_n \cdot \tan 25.0^\circ$
盛土および埋め戻し土		0.09	18.2	$\sigma_n \cdot \tan 18.2^\circ$	0.08	18.2	$\sigma_n \cdot \tan 18.2^\circ$
破砕帯		0.08	19.5	$\sigma_n \cdot \tan 19.5^\circ$	0.06	19.5	$\sigma_n \cdot \tan 19.5^\circ$

※：地盤物性値のばらつきを考慮したすべり安全率については、強度特性のうち、せん断強度及び残留強度について1σ低減させている。
 σ_n (N/mm²)：すべり面に対する直応力

(丙 387、19 頁)

図表 1 2 8 各種物性値測定結果

すべり安全率の計算過程においては、入力値や計算条件をどのように設定するのか、出力されたすべり安全率が評価基準値を上回っているのかという点が重要であって、自動的に行われる計算プログラム内

部で設定した計算条件に従って計算されている過程を確認することにして重要な意味はない。加えて、かかる計算プログラム内部の計算過程においては、時々刻々と変化する基準地震動による地震力に対応する形で、要素ごとに時々刻々の地震力の変化を反映した応力状態や破壊状態が全て数値化されることとなるため、その数値データは極めて膨大な量となる。そのため、被告は、計算プログラムの内部で行われている自動計算の過程における計算データについては、保有することとはしていない。

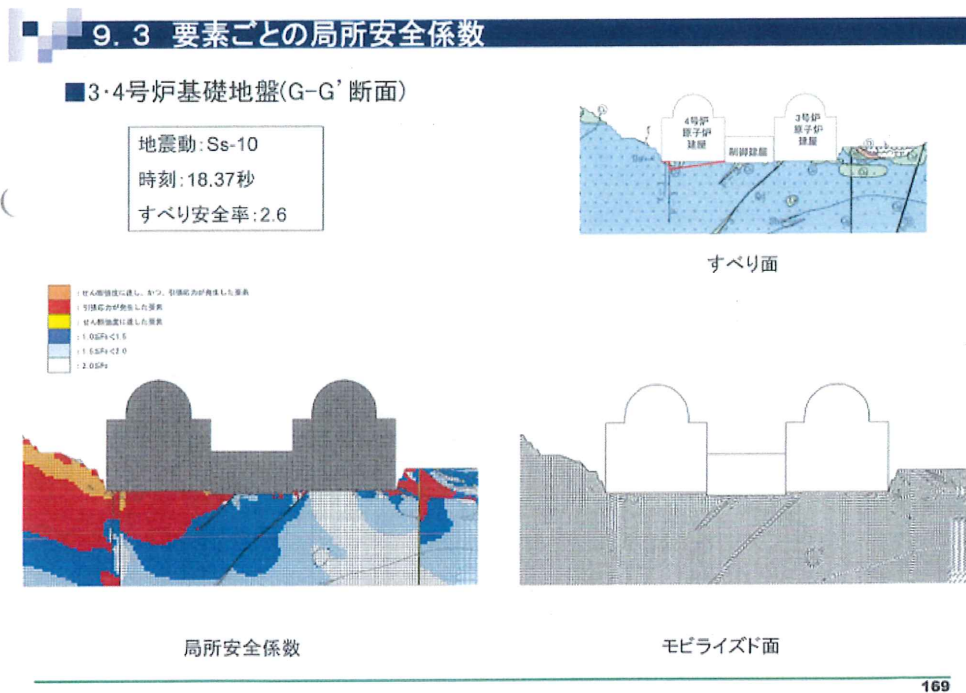
被告が原子力規制委員会へ提出した資料の中には、上記図表 1 2 7 (甲 655 の 3、15 頁) の右下の要素ごとの破壊判定図が記載されているが、これは新規制基準適合性審査を受けていた当時に、強度判定結果を含むすべり安全率の算定フローのイメージが伝わりやすいよう、一部のすべり面についてあえてアウトプットした上で例示的に作成したものである(発電所に関係なく、いずれも本件発電所の E-E' 断面におけるすべり面の 1 つについて示した図を用いているが、原子力規制委員会からは追加の提出を求められていない)。被告においては、例示したもの以外に強度判定結果を示した図は保有しておらず、また、例示したすべり面についてのものも含め、強度判定に関するデータは保有していない。

(ウ) 上記のとおりであるから、被告が要素ごとの強度判定図について E-E' 断面以外の断面について公表していないことには合理的な理由があるため、赤松氏の批判は当たらない。

(2) 基準地震動により基礎地盤にせん断破壊が生ずるとの原告らの主張(被告準備書面(30)24~27頁)

ア 原告らは、本件発電所の基礎地盤(G-G'断面)及び緊急時対策所

基礎地盤（C－C'断面及びF－F'断面）に関する局所安全係数分布図（図表129。甲578、169頁。図表130。甲578、171頁。図表131。甲578、173頁）を指して、「大飯原発の基礎地盤では基準地震動によって引張破壊・せん断破壊が発生するのである。地盤は安全性を欠いているといわなければならない」と主張している（原告ら第77準備書面11～17頁）。



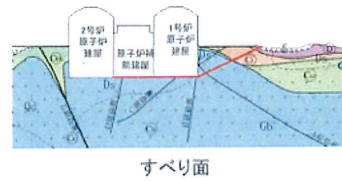
(甲578、169頁)

図表129 局所安全係数分布図（G－G'断面）

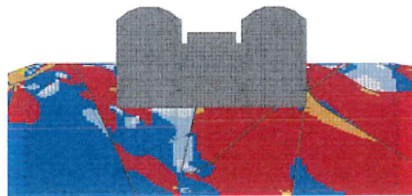
9.3 要素ごとの局所安全係数

■緊急時対策所基礎地盤(C-C'断面)

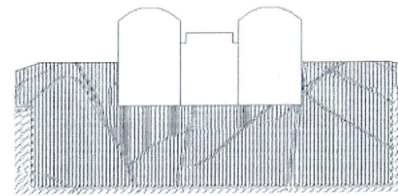
地震動: Ss-4
時刻: 10.67秒
すべり安全率: 1.9



すべり面



局所安全係数



モビライズド面

171

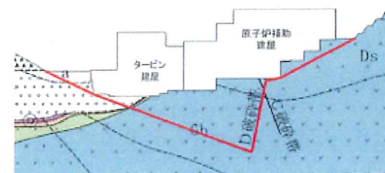
(甲 578、171 頁)

図表 1 3 0 局所安全係数分布図 (C-C'断面)

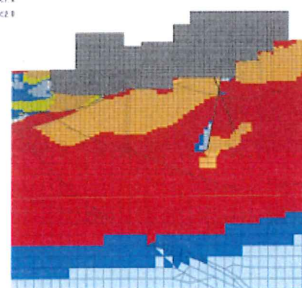
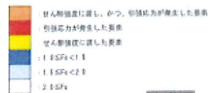
9.3 要素ごとの局所安全係数

■緊急時対策所基礎地盤(F-F'断面)

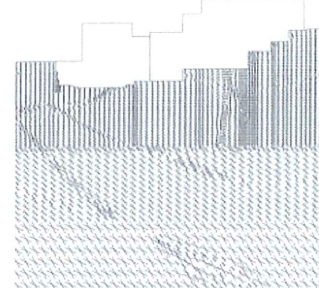
地震動: Ss-1(+,-)
時刻: 16.27秒
すべり安全率: 2.3



すべり面



局所安全係数



モビライズド面

173

(甲 578、173 頁)

図表 1 3 1 局所安全係数分布図 (F-F'断面)

イ 原告らの上記主張は、各断面の局所安全係数分布図において「引張応力が発生した要素」（赤色）や「せん断強度に達し、かつ引張応力が発生した要素」（橙色）が存在することをその根拠としているようである。

しかし、そもそも局所安全係数分布図における赤色及び橙色の要素は、F E M解析により、地震時の応力状態において引張応力の発生が確認された要素であることを示すにとどまり、引張応力が引張強度を上回る（引張破壊が生じる）かどうかを問わないものである。また、そもそも赤色の要素に関しては、せん断破壊すら生じていない要素である。

加えて、すべり安全率の算定に当たっては、すべり面上の各要素の破壊判定の結果、引張応力が発生した要素（せん断強度に達した場合も含む。局所安全係数分布図における橙色及び赤色）については、直応力が圧縮応力か引張応力かを判定し、引張応力であれば保守的に強度ゼロ（＝せん断抵抗力ゼロ）とみなして取り扱っていることは、上記第 1 の 3（4）イでも述べたとおりである。

このように、被告は、「引張応力が発生した要素」（赤色）や「せん断強度に達し、かつ引張応力が発生した要素」（橙色）の存在を保守的に考慮してすべり安全率を算定し、評価基準値を上回ることを確認しているのであるから、これらの要素の存在だけを根拠に「地盤が安全性を欠いている」とする原告らの主張は失当である。

（3）地盤調査結果を無視した前提を置いているとの原告らの主張（被告準備書面（30）28～31頁）

ア 原告らは、被告が調査により地質断面図で設定した岩級区分について、C H級とC M級の割合を問題として、被告のボーリング柱状図を読み取り独自に作成した岩級分布割合の表（図表 1 3 2）を挙げ、C M級の岩盤が

3分の1以上、場所によっては2分の1以上を占めているとし、被告の発電用原子炉設置許可申請書（丙178）の添付書類六「第3.5.14表」によると3号炉基礎底面でCM級が56.1%、4号炉基礎底面でCM級が22.0%と記載されており、前者は半分以上がCM級であると被告が自認しているとして、被告がCH級と評価したことが誤りであると主張する（原告ら第77準備書面20頁）。

孔 番	D級	CL級	CM級	CH級	B級	破砕帯
No.1153			22.5	77.5		
No.1154		0.3	36.7	60.1	2.9	
No.1155			32.0	66.0	2.0	
No.1156			33.8	65.8	0.4	
No.1157			27.6	70.4		2.0
No.1158			36.7	62.5	0.9	
No.1159		0.3	52.7	46.9		0.1
No.1160		0.6	46.1	50.3	0.7	2.4
No.1161			44.7	53.3		2.0
No.1162	6.3	0.6	33.5	58.2		1.5
平均	0.6	0.2	36.6	61.1	0.7	0.8

標高0～150m区間の岩級分布(%)

孔 番	D級	CL級	CM級	CH級	B級	破砕帯
No.1157			26.1	73.2	0.7	
No.1158			19.4	77.3	3.4	
平均			22.8	75.3	2.1	

標高150～300m区間の岩級分布(%)

孔 番	位 置	CM級以下	CH級以上
No.1153～1156	北西側	31.3	68.7
No.1157～1158	炉心	33.1	66.9
No.1159～1162	北東側	47.7	52.3

岩級分布のボーリング位置による違い(%)

表1. 岩級区分層の占める比率(%)。

表上：ボーリング毎、標高0～約150m区間の総和。

表中：No.1157、1158孔、標高150～約300m区間の総和。

表下：ボーリング孔の位置による変化（標高0～150m区間）。

（原告ら第77準備書面、20頁）

図表132 原告らの岩級区分割合表

そして、CM級のせん断強度は、CH級と比べて0.65～0.76倍しかな

く（図表 1 3 3 の「CH 級／CM 級」の数値の逆数「CM 級／CH 級」。
甲 576、6 頁。）、これを基に被告が算定した CH 級を前提とするすべり安全率を CM 級として算出すると、安全率が 2.6 から 2.0 ($2.6 \div 1.31$) となり、ばらつきを考慮したすべり安全率は 2.3 から 1.5 ($2.3 \div 1.54$) となると主張する（原告ら第 7 7 準備書面 21 頁。甲 576、6 頁）。

表 1. 細粒石英閃緑岩の解析用せん断強度 (N/mm²) [1] 第 3.6.1 表を引用

	平均値	ばらつき考慮
CH 級	2.1	1.2
CM 級	1.6	0.78
CH 級/CM 級	1.31	1.54

（甲 576、6 頁）

図表 1 3 3 CH 級と CM 級のせん断強度の対比

イ しかしながら、上記第 2 章第 2 の 4 (3) ア (ア) で述べたとおり、被告は試掘坑調査及びボーリング調査の結果を踏まえて、岩盤分類の考え方に基づいて地質断面図を作成している。そのため、被告が地質断面図で設定した岩級区分は、一定の考え方に基づいて適切にモデル化したものであり、何ら恣意的なものではなく、原子力規制委員会による新規制基準適合性審査においても問題視されたこともない。岩盤分類の考え方に基づくと、CM 級の岩盤が一定の塊で存在している場合には、地質断面図には CM 級として記載されることとなり、「すべり面上のせん断抵抗力」を算定する際に、CM 級岩盤のせん断強度が利用されることとなる。

原告らは、CM 級の岩盤が 3 分の 1 以上、場所によっては 2 分の 1 以上を占めているなどと、CM 級岩盤の割合のみを強調するが、その大部分は地質断面図にも反映されないほどの小さなものが点在しているに過ぎない。CM 級の岩盤というだけですべり破壊に直接結びつかないことは当然であるが、その点を措いても、原子力発電所耐震設計技術指針

JEAG4601-2015（丙 388、227 頁）に「局所安全係数は有限要素法における個々の要素の局所的な破壊に対する一指標にすぎず、局所安全係数 1.0 以下の要素が連続してすべり面を形成しない限り、基礎地盤全体のすべり破壊とは直接結びつかないものである」と記載されているとおり、一定の塊が連続的に存在しない限り基礎地盤全体のすべり破壊につながることはないのであるから、単に割合の大小を論じることには全く意味がない。

原告らの主張は、単に各ボーリング調査の結果得られた柱状図等を前提として、些末な部分も含めた割合の数値を過度に強調するものであり、失当である。

ウ 加えて、原告らが主張する CM 級として算出したすべり安全率は、被告の設定したすべり面上の地盤要素が全て CH 級であるとした上で、さらにそれらが全て CM 級であった場合を仮定し、被告が評価したすべり安全率に対して、赤松氏が計算した CM 級と CH 級のせん断強度の比（平均値 0.65、ばらつき考慮 0.76）を乗じて算出されたものである。しかし、そもそも原告らも主張するとおり、原告らの主張を前提としても、本件発電所敷地の CM 級は 3 分の 1（多いところでは 2 分の 1）程度に留まっているのであるから、すべり面上の全ての要素を CH 級と考えて、さらにそれらを全て CM 級に変換するような算出方法は、実態とも原告らの岩級分布に係る認識とも全く合わないものである。

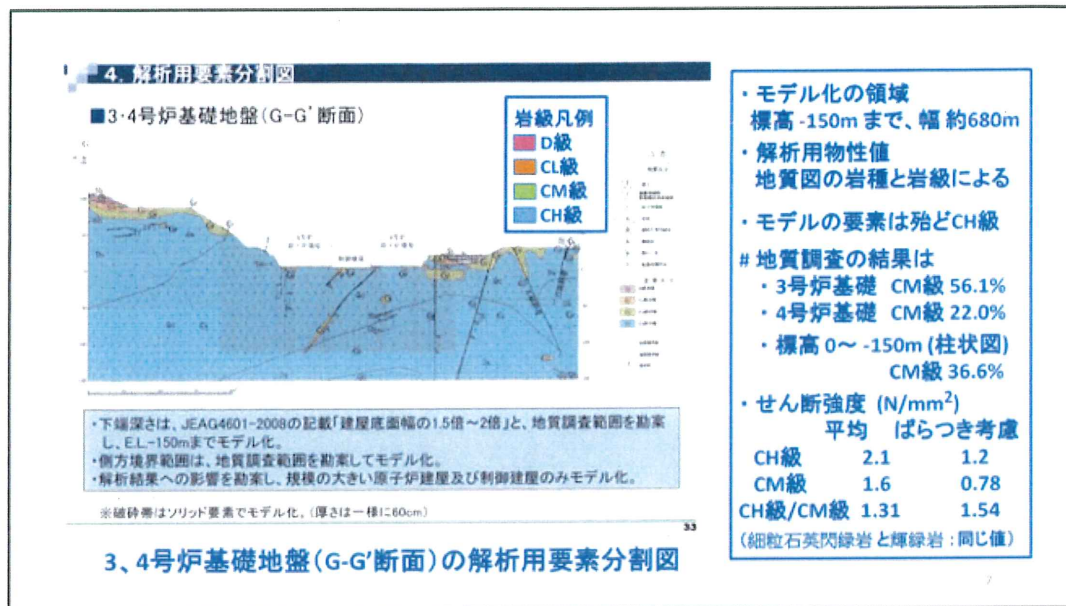
なお、上記の算出方法は、赤松氏の意見書（甲 576、6 頁）に記載されていたものであるから、反対尋問においてこの点を確認したところ、赤松氏は、「（全体を CH 級と考えて CM 級に変換する方法は実態と合わないのではないかと質問に対して）これを計算したときには、どういう考え方でやったかは分かりません」（赤松氏反対尋問調書 66～67 頁）と供述しており、上記の算出方法を取った理由は説明されていない。

エ 以上のとおりであるから、地盤調査結果を無視した前提を置いているとの原告らの主張は当たらない。

(4) すべり安全率の算定に用いるせん断強度に関する原告らの主張（被告準備書面（30）28～31頁）

ア 赤松氏は、上記第2章第2の4（3）アで述べた、被告の地質断面図の作成が恣意的であるとの主張を前提に、すべり安全率の算定に用いる物性値であるせん断強度について、「CH級岩盤は、CM級に比べ30～50%強度が大きい」と、「標高0～-50mではCM級は50.4%であり、支配的岩級区分はCM級であり、標高-50～-150m・・・においては、全体の約3割をCM級が占めている」にもかかわらず、「関電は、地質調査の結果を無視した岩級分布のモデルを作成し、せん断強度を大きく評価している」として、被告が地質断面図における岩級区分に応じたせん断強度を用いていることを批判している（甲655の3、7頁）。また、主尋問においても、図表134（甲655の3、7頁）を見ながら「CM級が全体の3割近くもあるわけですね、150メートルの深さまでは。ところが、これはほとんどがCH級にしてある。しかも、せん断強度というのは、関電が測った値では、CH級に対してCM級は6割から8割しかなかったわけですね。なのに全体をCH級で計算してるという、これは問題だと思います」と供述している（赤松氏主尋問調書44～45頁）。

そして、原告らも、上記赤松氏の見解に依拠して、「実際には脆弱なCM級岩盤が広く分布しているにもかかわらず、その現実を無視して堅固なCH級岩盤としてもモデル化している」と主張する（原告ら第77準備書面19～21頁）。



(甲 655 の 3、7 頁)

図表 1 3 4 解析用要素分割図

イ そもそも、地質断面図の作成が恣意的であるとの主張が失当であることは上記第2章第2の4(3)アで述べたとおりであるが、その点を措いても、JEAG4601-2008においては、地盤調査・試験に関して「試験・調査の目的は、原子炉建屋基礎地盤、原子炉建屋周辺斜面の安定性・・・の検討に必要な地盤の物性を、地質調査の結果設定された地盤分類に応じて得ることである」(丙 499、148 頁)、つまり、試験・調査にあたっては、地質調査の結果を適切に反映して作成した地質断面図における岩級区分に応じた物性値を用いるとの考え方が示されている。

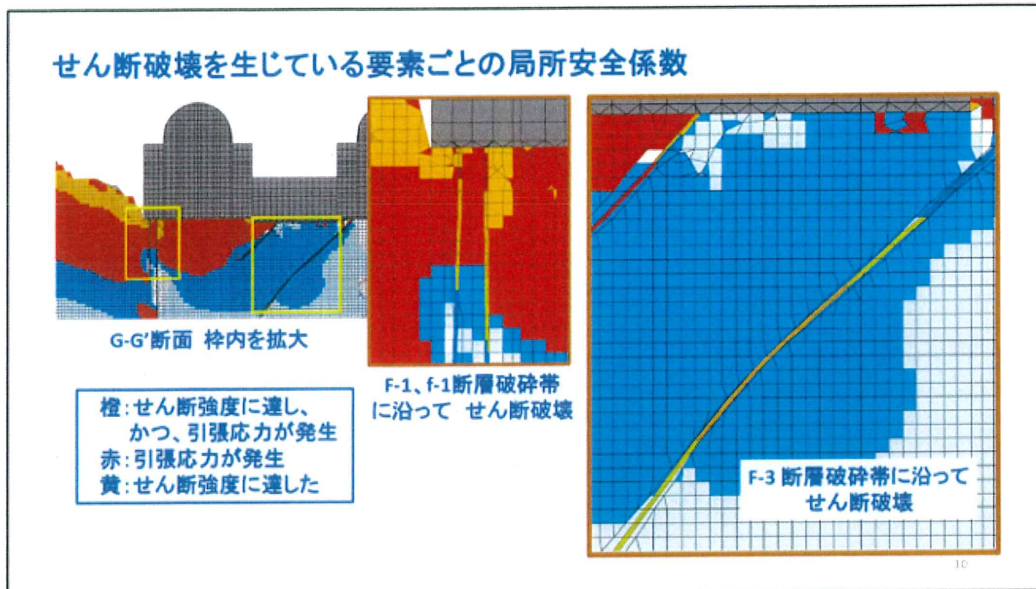
また、上記第2章第2の4(3)イで述べたとおり、原告らはCM級岩盤の割合のみを強調するが、その大部分は地質断面図にも反映されないほどの大きさのものが点在しているに過ぎない。CM級の岩盤というだけですべり破壊に直接結びつかないことは当然であるが、その点を措いても、原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-2015 (丙 388、227 頁)

に「局所安全係数は有限要素法における個々の要素の局所的な破壊に対する一指標にすぎず、局所安全係数 1.0 以下の要素が連続してすべり面を形成しない限り、基礎地盤全体のすべり破壊とは直接結びつかないものである」と記載されているとおり、一定の塊が連続的に存在しない限り基礎地盤全体のすべり破壊につながることはないのであるから、単に割合の大小を論じることには全く意味がない。

原告らの主張は、些末な部分も含めた割合の数値を過度に強調する合理的理由のない批判に過ぎず、失当である。

(5) 応力再配分等の検討要否について（被告準備書面（34）6～7頁）

ア 赤松氏は、本件発電所の基礎地盤である G-G' 断面につき、被告による応力再配分の要否に関する評価に対して「F-1、f-1、F-3 断層破碎帯に沿って、せん断破壊（黄、橙）をしている。このような数 10m に及ぶ破壊域を局所的として影響を無視している」と述べている（図表 135。甲 655 の 3、10 頁）。また、原告らも赤松氏の見解に依拠した上で「局所安全係数が 1.0 以下の要素が連続してすべり面を形成していることは明らかである。『ガイド』や『技術指針』に拠れば、当然に『周辺への進行性破壊の検討』が必要である」などとして、被告が進行性破壊の検討を怠っているかのように主張している（原告ら第 91 準備書面 10～11 頁）。



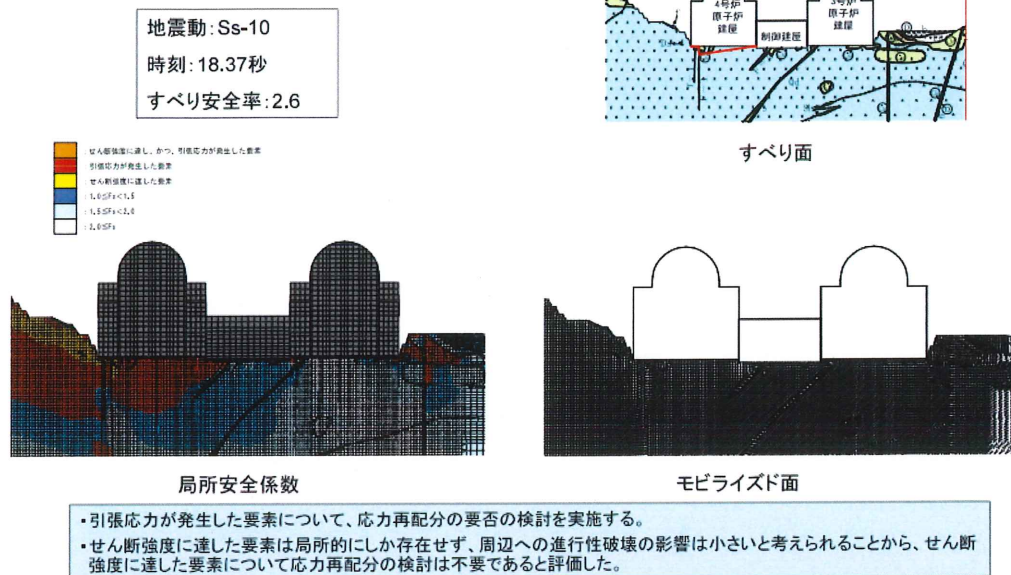
(甲 655 の 3、10 頁)

図表 1 3 5 赤松氏による応力再配分の検討

イ しかしながら、被告は、原告らが指摘している破砕帯の箇所も含めてすべり面を選定し、かかるすべり面上で橙色の要素については、直応力が圧縮応力の場合にはせん断破壊後に残留している強度（残留強度）を利用し、直応力が引張応力の場合にはせん断抵抗力ゼロとみなして（つまりせん断破壊に加えて引張破壊も生じているとみなして）取り扱っており、その結果、かかるすべり面上でのすべり安全率が評価基準値である 1.5 以上であることを確認している（上記図表 1 2 1。丙 387、50～51 頁）。

また、赤松氏が指摘する G－G' 断面の黄色及び橙色について、被告は、いずれのせん断破壊が発生している要素も分布範囲が限定的であり、仮にせん断破壊した要素で受けとめきれなくなった応力がその周囲の要素に配分されたとしても、すべり安全率に影響を及ぼさないものと判断している（図表 1 3 6。丙 387、参考資料 85 頁）。

■3・4号炉基礎地盤(G-G'断面)



(丙 387、参考資料 85 頁)

図表 1 3 6 局所安全係数分布図等

加えて、進行性破壊の検討が必要である理由として原告らが局所安全係数分布図において指摘する橙色と黄色の要素は、地盤の一部分にのみ存在し、その周辺には、青色の要素ないし赤色の要素が広がっている。青色の要素は「 $1.0 \leq F_s < 1.5$ 」となる要素を示しており、局所安全係数 (F_s) が 1 を上回っていることから、かかる要素にせん断破壊が生じていないことは明らかである。また、赤色の要素は、「引張応力が発生した要素」であるところ、橙色の要素が「せん断強度に達し、かつ、引張応力が発生した要素」であることとの対比から、赤色の要素もまた、せん断破壊が生じていない（せん断強度に達していない）ことは明らかである。したがって、原告らが指摘する橙色と黄色の要素は局所的にとどまっており、その周辺にはせん断破壊が生じていないのであるから、周辺への進行性破壊の検討は不要であると判断しているのである。原告らの主張は、かかる被告の評価手法を理解しないものである。

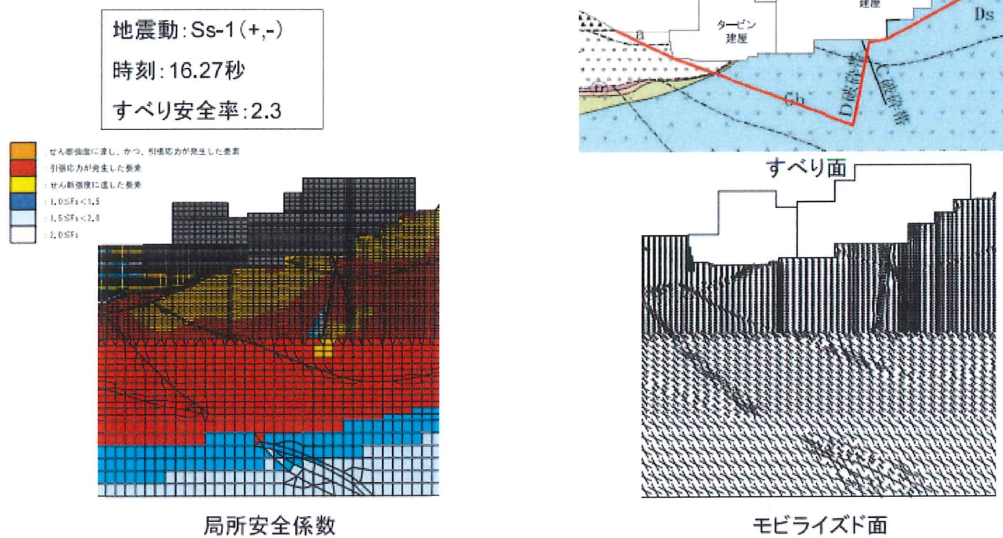
(以上につき、被告準備書面(34)6~7頁)

そして、これらの被告の判断については原子力規制委員会も認めているところである。

ウ 赤松氏は、反対尋問において被告の応力再配分の検討要否に係る評価について確認された際、「議事録には、関西電力が、はい、次、はい、次ということで、ざあっと説明をして、委員がちょっと疑義を持ったところについて質問をして、これはこうですよと言って済ませてて・・・今おっしゃられたようなことが議題になったということはないですね」と供述し(赤松氏反対尋問調書71頁)、原子力規制委員会の審査が不当であるかのように述べるが、上記のとおり、赤松氏が指摘するF-1、f-1、F-3断層破碎帯に沿ってせん断破壊が発生している要素(黄色及び橙色の要素)の分布範囲は限定的である一方、その周囲にはせん断破壊が発生していない赤色、青色、水色の要素が多数存在していることから被告は応力再配分の検討は不要と判断したのであり、被告の判断を認めた原子力規制委員会の審査には何ら不当な点はなく、地盤安定性評価に関する専門家ではない赤松氏が根拠なく批判しているに過ぎない。

エ なお、被告は、緊急時対策所基礎地盤のF-F'断面について、せん断強度に達した要素が比較的広範囲に広がったことから応力再配分の検討が必要と判断し、応力再配分をした結果、応力再配分をした場合の方がすべり安全率が高くなるという結果となった(図表137の下側の図の左側にある「等価線形解析」が応力再配分を考慮しない場合のすべり安全率(2.3)であり、「静的非線形解析」が応力再配分を考慮した検討のすべり安全率(2.7)である。丙387、参考資料89~90頁)。このように、被告は、応力再配分を検討すべきかどうかについて判断し、検討すべき場合には適切に評価しているのである。

■緊急時対策所基礎地盤(F-F'断面)

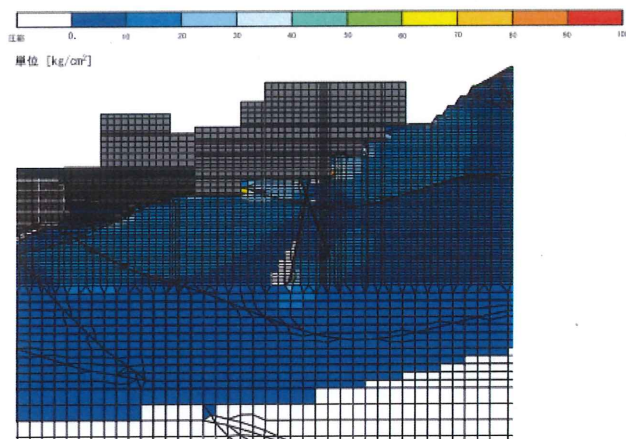


- ・引張応力が発生した要素について、応力再配分の要否の検討を実施する。
- ・せん断強度に達した要素は比較的広範囲に存在し、周辺への進行性破壊の影響が考えられることから、せん断強度に達した要素について応力再配分の検討を実施する。

■緊急時対策所基礎地盤(F-F'断面)

○等価線形解析

地震動: Ss-1(+,-)
時刻: 16.27秒
すべり安全率: 2.3



○静的非線形解析

すべり安全率: 2.7

※3・4号炉増設時に実施した引張強度試験結果による

- ・発生する引張応力は大半が30kg/cm²以下であり、CH級岩盤の引張強度(74kg/cm²※)以下であることから、引張応力が発生した要素について応力再配分を考慮した検討は不要であることを確認した。
- ・せん断強度に達した要素について、静的非線形解析により、応力再配分を考慮した検討を実施。すべり安全率は2.7であり、等価線形解析の結果を上回っていることを確認した。

(丙 387、参考資料 89～90 頁)

図表 1 3 7 応力再配分の結果

この点について赤松氏は、別件大津訴訟の再主尋問において、「この非

線形解析というのは、さっき、静的（引用者注：「動的」の誤りと思われる）な解析ではないです。もともとやってるのは動的解析で、地震波がきたときに、時々刻々に変わりますね。その変わるときに応力がどうなってるかというのをずっと計算して行って、そして、その最大のところですべりがどうかということを計算したんですね。そして、応力再配分は計算する必要があるかどうかというのは、動かしてやるんでなしに、このところはこんだけの強度があると。そして、ここに力が加わったときに、どうなってますかという、その１点だけを見てるわけです」と証言し（丙 489、103 頁）、本事件の反対尋問においても、「（動的非線形解析を用いるべきであり、静的非線形解析では足りないという意見かとの質問に対して）そうです」と供述している（赤松氏反対尋問調書 72～73 頁）。つまり、赤松氏は、応力再配分にあたって静的非線形解析を用いることは不合理であると主張しているのである。しかし、応力再配分を考慮した検討に静的非線形解析を適用することは、地盤ガイドでは「弱層等における応力の発生状況等から、破壊要素が局所的に集中する等の結果が得られ、周辺への進行性破壊等についての検討が必要と考えられる場合は、静的非線形解析等により検討を行っていることを確認する」とされ（甲 575、3 頁）、また、JEAG4601-2008 でも「弱層などにおける引張応力の発生あるいは局所安全係数 1.0 以下の領域の発生が基礎地盤の安定性に影響を及ぼすと判断される場合には、必要に応じて、静的非線形解析などにより安定性を評価する」とされており（丙 499、178 頁）、原子力規制委員会の審査ガイドや日本電気協会の技術指針にも認められた合理的な手法であるため、上記の赤松氏の指摘は独自の見解に過ぎない。

オ 以上のとおりであるから、被告が応力再配分等の要否について適切な検討を行わず、G-G' 断面のすべり安全率に問題があるかのように指摘する赤松氏の見解には、理由がない。

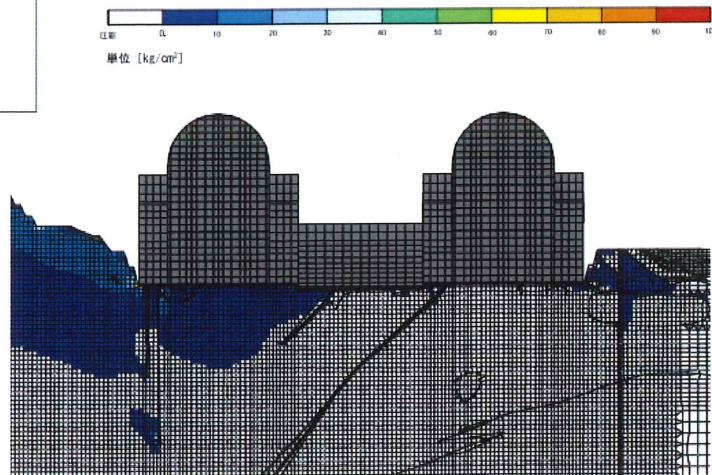
(6) 引張強度の設定に関する原告らの主張（被告準備書面（30）31～33頁、39頁）

ア 赤松氏は、本件発電所のG-G'断面（図表138。丙387、参考資料86頁）について、「関電は、CH級岩盤の引張強度として、3号炉のCH級細粒石英閃緑岩（コア）の平均値 74kgf/cm^2 を転用している」「岩石試験による引張強度はせん断強度の半分程度である」「関電が実施した高浜原発設置位置の岩石試験によると、[引張強度] / [せん断強度] の比は0.43である」「岩盤では亀裂が内在するため、その差はさらに増大する。電力中央研究所の原発サイト岩盤の掘削時の安定性解析では[引張強度] / [せん断強度] の値に0.11～0.14が用いられている。すなわち、[引張強度] / [せん断強度] は約1/8である」などと述べた上で、[引張強度] / [せん断強度] = $1/8 \sim 1/2$ の換算式により求めた岩盤の引張強度が図表139（甲655の3、13頁）のとおりであるとし、『発生する引張応力は大半が 20kgf/cm^2 以下であり、CH級岩盤の引張強度（ 74kgf/cm^2 ）以下であることから、応力再配分を考慮した検討は不要であることを確認した』は間違いである」と述べている（甲655の3、12～13頁）。

原告らも、かかる赤松氏の見解に依拠して同様の主張を展開している（原告ら第77準備書面21～24頁）

■3・4号炉基礎地盤(G-G'断面)

地震動: Ss-10
時刻: 18.37秒
すべり安全率: 2.6

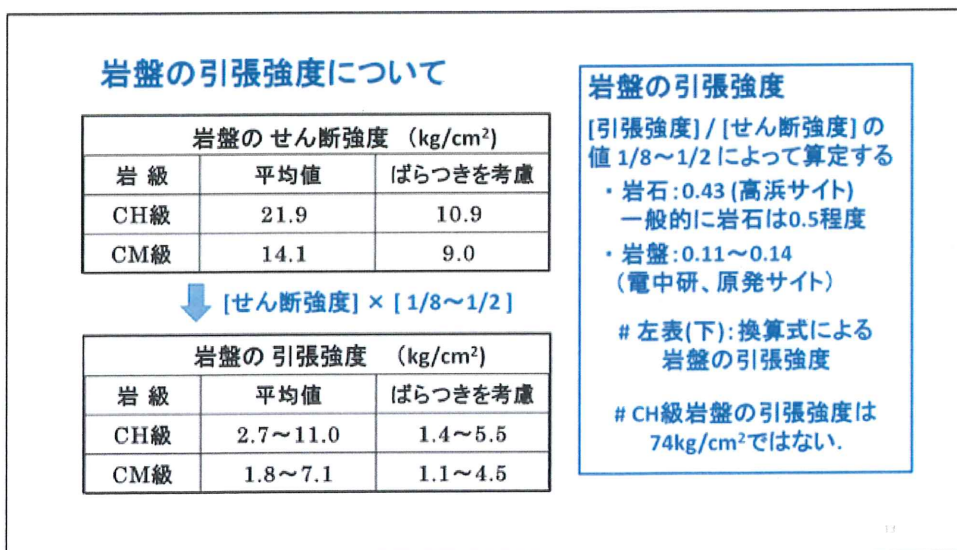


・発生する引張応力は大半が20kg/cm²以下であり、CH級岩盤の引張強度(74kg/cm²※)以下であることから、応力再配分を考慮した検討は不要であることを確認した。

※3・4号炉増設時に実施した引張強度試験結果による

(丙 387、参考資料 86 頁)

図表 1 3 8 引張応力分布図



(甲 655 の 3、13 頁)

図表 1 3 9 赤松氏による引張強度の検討

イ しかしながら、かかる原告らの主張は、被告における岩盤の引張強度に関する評価過程を理解しないものである。

被告は、すべり安全率の算定過程において、上記第1の3（4）イで述べたとおり、各要素について、直応力が引張応力となる場合、すなわち、原告らの主張するせん断抵抗力が弱くなっている場合には、当該要素の強度（せん断抵抗）をゼロとみなして、つまり、どの程度の引張応力が発生しているか（あるいは、引張破壊が生じているか）否かにかかわらず、当該要素が「強度ゼロ」、すなわち全く強度（せん断抵抗）を有していないとの前提で、すべり安全率を保守的・安全側に計算している。

したがって、上記のような被告の評価方法を前提とすれば、すべり面に僅かでも引張応力が発生している要素については、残留強度すら期待せずに強度ゼロとしているのであるから、仮に赤松氏が指摘するように、引張強度が弱い部分があり、当該部分が引張破壊を発生したとしても、被告の地盤安定性評価に何らの影響を与えるものではない。

また、そもそも岩盤の引張強度を直接調査することは容易ではなく、平成27年に発表された白鷺ほか（2015）においても、「岩盤を対象とした原位置引張り試験については、設計に直結すると考えられることから、基準化の必要性は高い。しかし、文献総数が6篇に留まり、かつ試験方法が一定の方法に収斂する段階に至っておらず、研究段階にある各試験方法も5章に記したように技術的に未成熟で（未解決な課題を抱えており）かつ実績も寡少である。よって、基準化検討WGは、当面の基準化には時期尚早であると判断した」とされている（丙389、76頁）。被告の上記引張強度に関する対応は、原位置の引張試験を実施することが困難であり、岩盤の引張強度について信頼性のある数値を確認することが困難な状況を踏まえ、直応力が引張応力となる場合には保守的・安全側の対応とし

て当該要素を強度ゼロとみなすとしたものである。

ウ また、赤松氏の指摘のうち、「岩石試験による引張強度はせん断強度の半分程度である」とする点と「関電が実施した高浜原発設置位置の岩石試験によると、[引張強度] / [せん断強度] の比は 0.43 である」とする点は、いずれも赤松氏が否定する岩石試験による結果に基づくものであることは明らかであるため、岩盤の引張強度を測定すべきとする赤松氏の見解の有効な根拠とはなっていない。

加えて、赤松氏が「電力中央研究所の原発サイト岩盤の掘削時の安定性解析では [引張強度] / [せん断強度] は約 1/8 である」とする点についても、そもそも赤松氏が指摘する電中研の研究成果（以下、本項において「電中研研究」という）は昭和 53 年 3 月に発表された極めて古い研究成果であり、その研究成果の内容を見てもここで引用されている引張強度が原位置の引張試験を行った結果によるものとの記載は確認できない（丙 471）。もっとも、上記のとおり、原位置の引張試験の試験方法が平成 27 年時点においても確立されていなかったことに照らせば、昭和 53 年に発表された研究成果において原位置の引張試験が行われていたとは考え難いし、仮に行われていたとしてもその数値に信頼性が認められるとは考え難い。この点について、赤松氏に反対尋問で確認したところ、電中研研究において原位置での引張試験が行われているかどうかについては認識していないと供述している（赤松氏反対尋問調書 69～70 頁）。

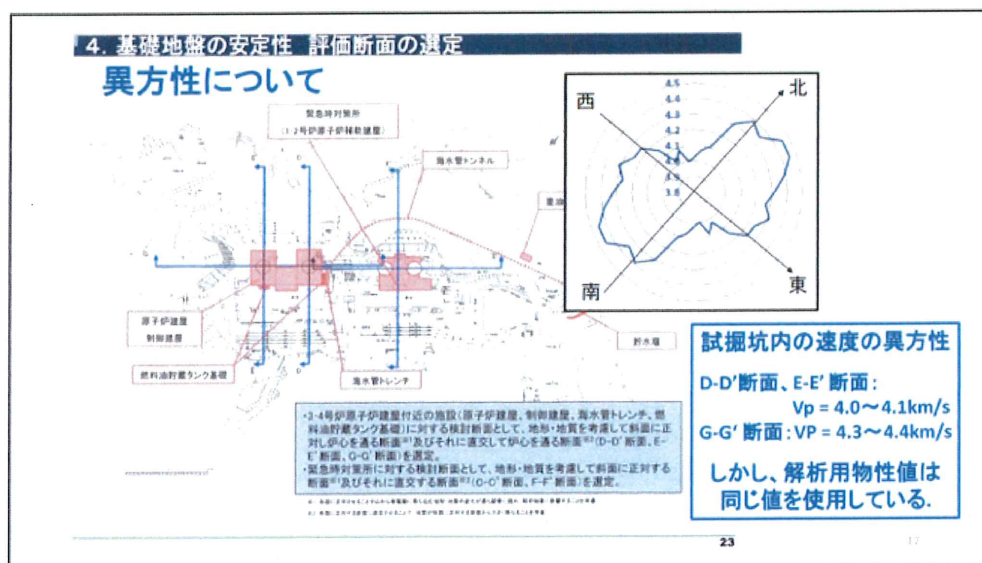
なお、反対尋問において、電中研研究の記載内容が（本件発電所の地盤を構成するのと同じ）硬岩を対象としたものであるかを確認したところ、赤松氏は、電中研研究には記載されていないものの、電中研研究の基になった報告書の記載からすれば、軟岩の結果であると思われるものの、基になった報告書では硬岩のせん断強度と引張強度の差はもっと大きくなる旨供述している（赤松氏反対尋問調書 68～69 頁、87～88 頁）。

その論旨は必ずしも明らかでないが、いずれにしても、電中研研究の記載内容が硬岩を対象としたものであるとは述べておらず、また赤松氏が電中研研究の基になったと指摘する報告書は証拠として提出されていないため、結局かかる見解の根拠がそもそも明らかとされていないことを付言しておく。

エ 以上のとおりであるから、引張強度に関する赤松氏の見解は、不合理なものと言わざるを得ない。

(7) 異方性に関する原告らの主張（被告準備書面（30）39～40頁）

ア 赤松氏は、本件発電所敷地の「3、4号炉基盤岩には、断層破碎帯とそれに伴うシームの分布によって、速度の異方性が存在する。この異方性により、D-D'断面とE-E'断面は、G-G'断面方向よりも10%程度の速度が低下していることになる」として、被告は断面によって物性値が異なることを考慮していないかのように指摘している（図表140。甲655の3、17頁）。



(甲655の3、17頁)

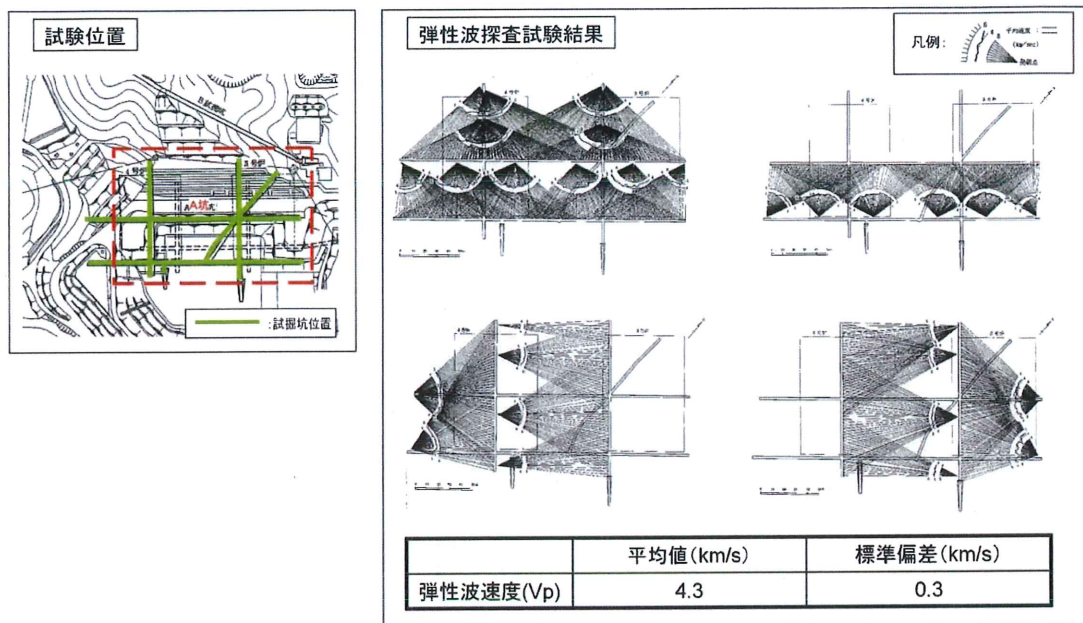
図表140 赤松氏による異方性に関する検討

また、主尋問においても、図表 1 4 0 を見ながら「(異方性は) 考慮していません。といいますのは・・・速度が違うわけですよ。物性値が違うのに同じ値で計算してると。そういうことを関電はやってますから、異方性を考慮したことにはなりません」と供述している（赤松氏主尋問調書 45 頁）。

さらに、原告らも赤松氏の見解に依拠して同様の主張を展開している（原告ら第 7 7 準備書面 27～28 頁）。

イ 赤松氏が引用する上記図表 1 4 0 の右上の図は、試掘坑坑間弾性波探査で測定された P 波速度の結果をもとに作成されたものである（甲 576、30 頁）ところ、赤松氏の上記主張は、上記図表 1 4 0 で P 波速度が低下している北西と南東をつなぐ断面においてすべり安全率を計算する必要があるとの見解を示すものと考えられる。しかしながら、そもそも被告は、試掘坑坑間弾性波探査の結果（図表 1 4 1。丙 387、15 頁）をもとに有意な異方性は認められないと評価し、かかる評価については審査会合においても説明し、原子力規制委員会にも認められているため、異方性が存在することを前提とした原告らの主張には理由がない。

■3・4号炉増設時に試掘坑内で弾性波探査試験を実施。

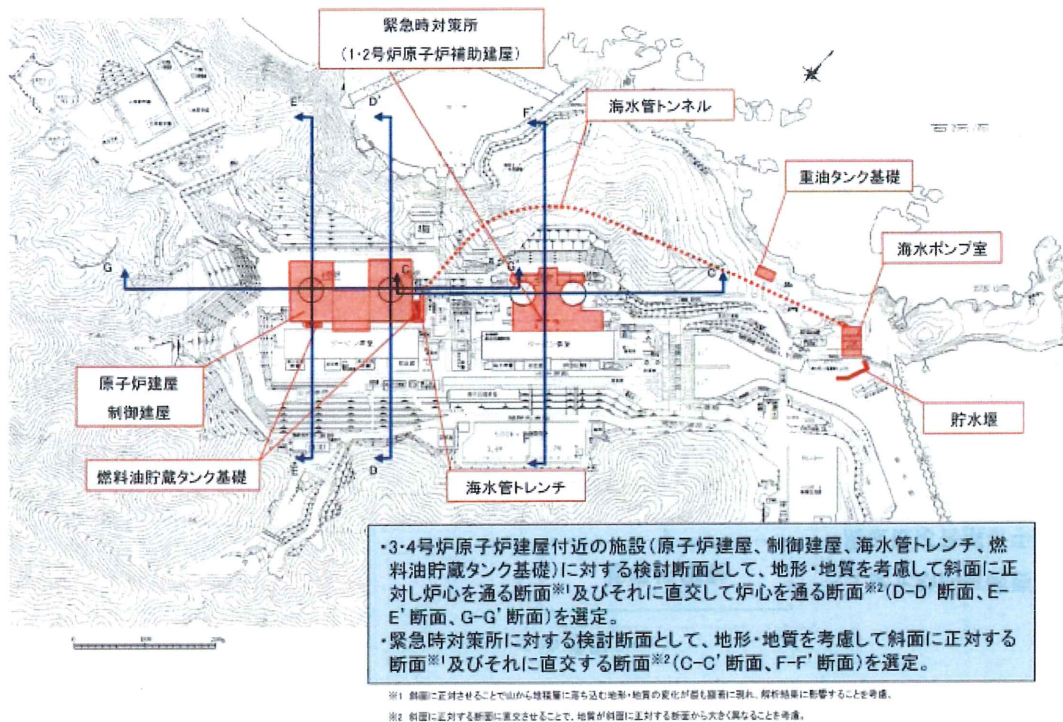


・弾性波速度に方向による顕著な差異がないことから、有意な異方性は認められない。

(丙 387、15 頁)

図表 1 4 1 試掘坑坑間弾性波探査結果

そして、被告がすべり安全率を算定する断面を想定するにあたっては、JEAG4601-2008 に「検討断面は、原則として炉心で直交する 2 断面とする」とされていること（丙 499、178 頁）を踏まえ、「地形・地質を考慮して斜面に正対し炉心を通る断面及びそれに直交して炉心を通る断面」を選定している（図表 1 4 2。丙 387、23 頁）。これは、図表 1 4 2 の※に記載しているとおり、「斜面に正対させることで山から堆積層に落ち込む地形・地質の変化が最も顕著に現れ、解析結果に影響することを考慮」し、また、「斜面に正対する断面に直交させることで、地質が斜面に正対する断面から大きく異なることを考慮」するものであり、かかる判断に不合理な点はない。



(丙 387、23 頁)

図表 1 4 2 各断面図の位置関係

また、JEAG4601-2008 においては、「すべり安全率に対する地盤物性値のばらつきの影響については、一般に強度特性が支配的であり、変形特性の影響は小さい。したがって、一般に強度特性のばらつきのみを考慮しておけばよい」とされている(丙 499、181 頁)ところ、赤松氏が検討に使用している P 波速度(弾性波速度)は、強度特性ではなく変形特性に位置付けられる物性値であるから、仮に赤松氏が指摘するような 10% 程度の弾性波速度の違いがあったとしても、すべり安全率の評価に大きな影響を与えることは考えられない。

加えて、赤松氏が異方性と主張している P 波速度の違いは、破碎帯等の存在により若干の速度低下が生じたことによるものと考えられ、被告はかかる破碎帯等の存在を含めてモデル化し、破碎帯等が存在している

部分についてはそれに沿った物性値を用いてすべり安全率を算定している。

ウ 以上のとおりであるから、異方性を考慮していないとする赤松氏の見解には根拠がない。

(8) 想定すべり面とモビライズド面の向きが一致していないとの原告らの主張 (被告準備書面 (30) 27~28頁)

ア 原告らは、「被告関西電力が想定しているすべり面とモビライズド面の向きとは一致しておらず、ずれている」とした上で、「被告関西電力は最もすべりやすい面、すなわち基準地震動の発生によって破壊が生ずる可能性が高い面 (=モビライズド面) ではない面を設定」していることから、被告が地盤ガイドに則ってすべり面を適切に想定しているとは言えない旨主張している (原告ら第77準備書面 17~18頁)。

イ モビライズド面分布図は、基礎地盤の評価断面の各要素におけるモビライズド面の向き (岩盤がせん断破壊しやすい方向) を示したものであるが、ここで示されるモビライズド面が必ずしも基礎地盤の最もすべりやすい面となるわけではないし、想定すべきすべり面の向きと必ずしも一致するわけでもない。むしろ、建物・構築物の基礎地盤のすべりを評価するに当たっては、建物・構築物の基礎が地盤と接する基礎底面ですべる可能性がまず想定されるのであり、原子力規制委員会の地盤ガイドにおいても、すべり面の想定については、「基礎底面を通るすべり面のほか、不連続面等の分布、局所安全率、モビライズド面の向き等に基づいてすべり面が適切に想定されていること」と記載されている (4.1 (2) 4)、甲 575、3頁)。このように、すべり面は、建物・構築物の基礎底面を通るすべり面を基本として、不連続面等の分布等、他の事項も考慮して想定すべきものであり、モビライズド面の向きは、すべり面の想定に当たっての考慮要素の 1

つに過ぎず、モビライズド面の向きが当然に想定すべきすべり面の向きと一致するわけでもないのである。

そして、上記第2の1でも述べたとおり、被告がすべり面を設定するに当たっては、すべり面法を用いてすべり面を選定した上で、基礎地盤の評価断面の各要素におけるモビライズド面の向きの検討結果に基づき、評価断面ごとにモビライズド面分布図を作成し、モビライズド面の向きが原子炉建屋をすべらせる向きと一致しているなどモビライズド面に沿ったすべり面のすべり安全率が小さくなる可能性がある場合等には、必要に応じてモビライズド面に沿ったすべり面を追加選定している。そして、モビライズド面分布図により、原子炉建屋をすべらせる向き（すべり安全率が小さくなる向き）と一致するモビライズド面がないこと等を確認したことから、すべり面法により選定したすべり面に加えて、モビライズド面に沿ったすべり面を追加選定する必要はないと判断している。

以上のとおり、被告は地盤ガイドに則ってモビライズド面の向き等も適切に評価しているのであり、モビライズド面をすべり面として設定していないことをもって、被告が地盤ガイドに則っていないとする原告らの主張は失当である。

第3 小括

以上のとおりであるから、被告が本件発電所において実施した地盤安定性評価について批判する原告らの主張には、いずれも理由がない。

第4章 その他の原告らの主張及び赤松氏の見解について

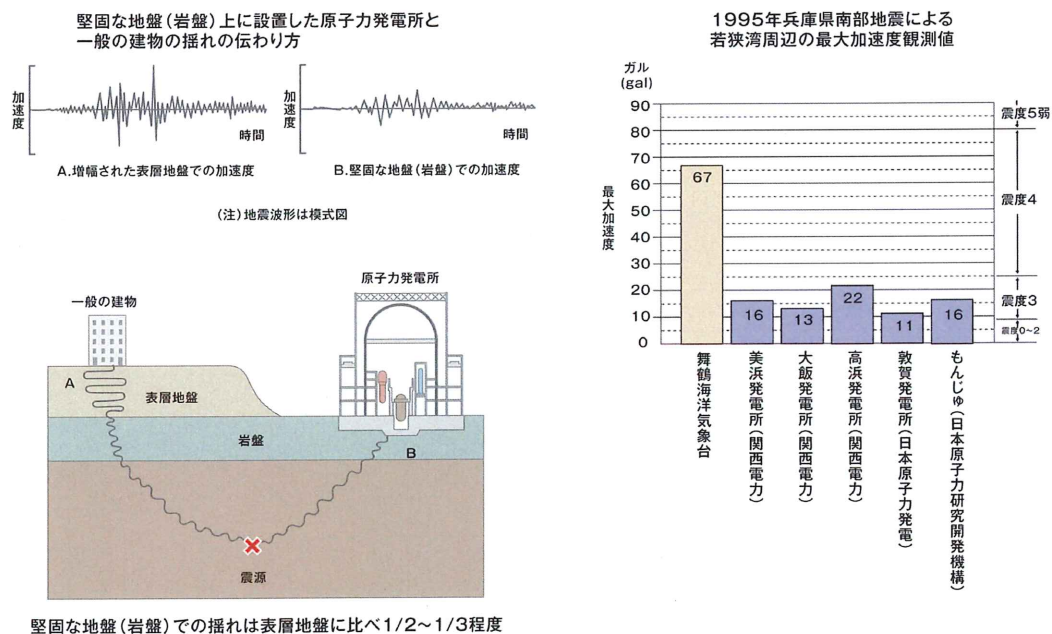
第1 地震動の増幅に関する原告らの主張に対する反論（被告準備書面（32）6～7頁、同（37）6～7頁）

1 赤松氏は、上記第2章第2の4（1）及び（2）等で述べているとおり、

本件発電所敷地の地盤においては地震波が増幅する特性があるとの見解を
縷々述べている。

しかしながら、1995年兵庫県南部地震の観測結果について舞鶴海洋気象台
と本件発電所での最大加速度の観測値を比較すると全く異なるものとなっ
ている（図表143の右側のグラフ。丙555、「原子力・エネルギー図面集」、
5-2-11頁、「原子力発電所と一般建築物の揺れの差」）。

原子力発電所と一般建築物の揺れの差



5-2-11

出典：旧原子力安全・保安院「新しい耐震設計等資料」、資源エネルギー庁パンフレットより作成

原子力・エネルギー図面集

（丙 555）

図表143 1995年兵庫県南部地震の観測結果

この点について、赤松氏は、別件大津訴訟の反対尋問において上記図表1
43を見ながら、この観測結果は赤松氏のいう増幅が影響した結果のもので
あるのかとの質問に対して「もちろん増幅してるでしょう」と証言していた

(丙489、57頁)。かかる証言は、仮に赤松氏が指摘するような地盤の増幅特性による地震動の増幅を踏まえたとしても、実際に生じた地震の観測記録としては、この程度の最大加速度となっており、一般の地盤とされる舞鶴海洋気象台の結果と比べても、増幅の影響が小さいものとなっていることを赤松氏も認めたに等しく、いかに赤松氏の指摘が些末な点を指摘するものに過ぎないかを端的に表しているといえる。

別件大津訴訟の裁判官による補充尋問に対しても、赤松氏は、小さな亀裂がたくさんあると地震動に影響するのかとの質問に対して「いや、とにかく、亀裂が1つあればね、その波長が長くっても、短くっても、そこを通過するときに影響を受けるんですよ。影響を受けるけれども、それが、どう言うんですかね、ずうっと、こう見てる場合に、ここのところだけ見るというところができるね、できれば、波長が短ければ、それがはっきりと分かると。ところが、波長が長いとね、それが通過して、その影響を見るのが難しいということなんですよ」、また小さな亀裂が少しでもあれば地震波は増幅されるという見解なのかとの質問に対して「地震波は増幅されます」と証言していた(丙489、107～108頁)。ここでの裁判官の質問は、小さな亀裂であれば地震波の増幅への影響は生じたとしても小さいのではないかとということを含意したものとも思われるが、それに対して赤松氏は、地震波への増幅の程度には触れることなく、増幅するとのみ述べており、このやりとりからも、赤松氏が些末な点を指摘しているに過ぎないことが分かる。

また、この点については、上記第2章第1の3(2)イのとおり、本事件の裁判官も補充尋問において、澤田氏が破碎帯等による不整形による地盤増幅特性への影響はほとんどないとしている点に関して意見はあるかと質問したところ、赤松氏は「基準地震動が幾らであるかという数値計算をする場合には見過ごしてはいけないことだと思います」などと供述した(赤松氏反対尋問調書98～99頁)ものの、やはり実際の増幅の程度については何ら意見を

述べていない。

この点に関しては、澤田氏においても「サスペンション法は、用いる震源の周波数が1kHzまたはそれ以上の高周波数であり、孔壁を伝播する弾性波の波長が短いために、孔壁の形状や亀裂の分布の影響を受け易く、データのばらつきがより大きくなるという特徴を有する」「(引用者注：01-3孔及び01-11孔のP・S検層サスペンション法の結果を確認した上で) 大飯発電所の敷地の岩盤は少なくとも深さ100数十mまでは低速度層などの地盤増幅特性に影響を及ぼす不整形性地盤は存在せず、非常に堅硬な岩盤であると判断される」

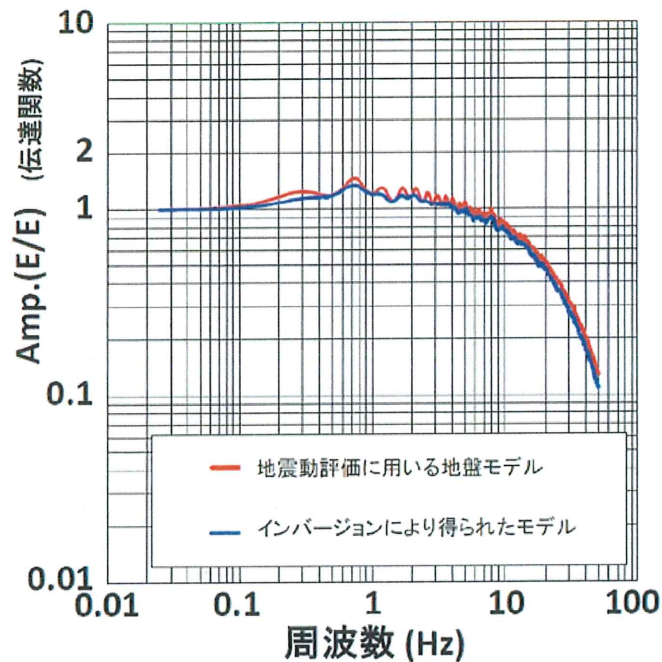
(丙339、7～8頁)と述べている。また、例えば、美浜発電所において実施されたS1100孔のボーリング孔におけるダウンホール法とサスペンション法を比較した結果(上記図表107、甲509、40頁)をみると、サスペンション法においてデータのばらつきの原因となっている部分は、(地震と同程度の周波数を用いて行う)ダウンホール法では速度を極端に低下する結果とはなっていない。

つまり、赤松氏は、サスペンション法の結果から得られた低速度値は無視できないとの見解を縷々述べているが、このようなS1100孔の両手法による結果からすれば、「小さな亀裂の速度変化」を捉えたサスペンション法の結果は、上記の澤田氏が本件発電所の地下構造について述べるとおり、地震動評価(地盤増幅特性)へ影響を及ぼすものではないと解すべきであり、このことは赤松氏の別件大津訴訟の再主尋問での証言や、本事件での供述からも同じ見解が導かれるものである。

したがって、本件発電所敷地の地盤においては地震波が増幅する特性があるとの赤松氏の見解は、誤りである。

- 2 原告らは、被告が原子力規制委員会に示した地盤モデルの伝達関数を引用しつつ、「被告が1を超える伝達関数を設定しているということは、被告関西電力の主張によれば地盤が硬岩で構成されているという大飯原発地盤におい

でも、増幅現象を考慮する必要があることを表している」として、被告が反射による地震波の増幅現象を考慮していないかのように述べ、被告の対応を批判している（図表 1 4 4。原告ら第 8 6 準備書面 5～6 頁）。



被告関西電力の地盤モデルの伝達関数

原子力規制委員会第 113 回審査会合資料 3-1 の 4 頁の図の一部を引用加筆
 インバージョンにより得られたモデル（青線表示）：インバージョン結果の
 表層（ $V_p=2.0\text{km/s}$ 、 $V_s=0.5\text{km/s}$ ）を除外したモデル
 地震動評価に用いる地盤モデル（赤線表示）：上記モデルの
 深さ 3～4km を除外したモデル

（原告ら第 8 6 準備書面、5 頁）

図表 1 4 4 本件発電所赤松氏による伝達関数の検討

しかしながら、そもそも被告は、地表面で地震波が全反射することで増幅率が 2 倍になることや、火成岩を主体とする硬岩で構成された地盤において伝達関数が 1 を超える場合があることを、一般論として否定しているもので

はなく、被告が引用する文献（丙 343）⁵³が示すように、堆積層等で構成されるような軟弱地盤においては、地下の速度境界のインピーダンス比が大きいことから速度境界で反射する地震波の量が多くなり、そのため、硬岩で構成された地盤よりも反射による地震波の増幅現象を考慮する必要があるが、硬岩で構成された地盤において同様の考慮が必要となるものではないと主張しているのである（被告準備書面（27）12頁、同（32）6～7頁、同（37）6～7頁）。

第2 若狭地域の地震の特徴に関する原告らの主張に対する反論

- 1 赤松氏は、若狭湾及び琵琶湖西岸を震源とする2つの地震に関する記録を比較して、「波形を比べると、若狭湾の地震は琵琶湖西岸の地震より2倍以上も遠いにも拘らず、細かい短周期の波が卓越している。すなわち、震源で短周期の波が強く発生したことになる」（図表145。甲655の2、22頁）、「若狭湾の地震は、5～6Hzが卓越」「琵琶湖西岸の地震は、1.3Hzが卓越」「基準地震動は、不確かさを考慮するケースとして短周期レベルを1.5倍としているが、若狭湾地域の地震では、他地域に比べ、1桁近く大きい可能性がある」（図表146。甲655の2、23頁）と述べている。

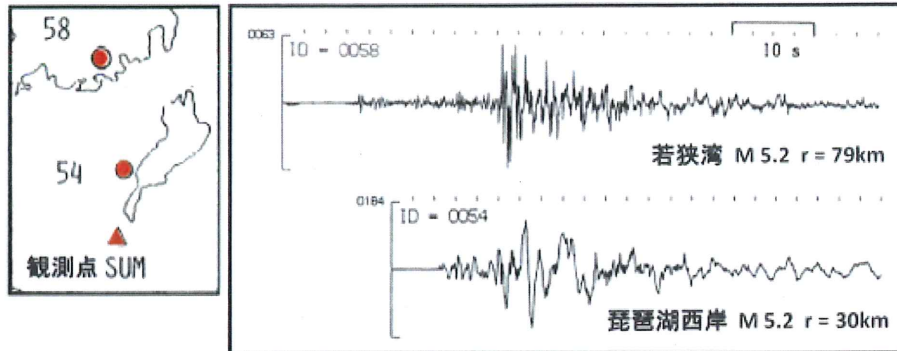
また、主尋問において、図表145（甲655の2、22頁）を見ながら「若狭の地震というのは、ちりちりちりちりとして、非常に周波数が高い。ところが、琵琶湖西岸の地震というのは、ゆっさゆっさして、むらむらしてますね。普通は、遠いところ地震というのは、高周波成分が減衰してしまって、むらむらするのに、これは、逆の現象なんですね。若狭湾の地震というのが非常に高周波の記録が取れている。遠いにも関わらず記録が高周波であるという

⁵³丙 343 の 6 頁には「地表で反射して下に向かう波動は、速度が異なる層に達すると境界で一部が反射する。反射率は二つの層のインピーダンス比が大きいほど大きいので、地盤が軟弱なほど反射する量が多くなる。すなわち、地下逸散減衰が少なくなり、地表には多くの振動のエネルギーがたまり、地震動の継続時間が長くなる」と記載されている。

特徴がはっきりします」「若狭湾の地震というのは、地震の時に解放される応力、応力解放量（引用者注：応力降下量のことと思われる）が大きかった、ストレスドロップが大きかったということになります」と供述し（赤松氏主尋問調書5頁）、また、図表146（甲655の2、23頁）を見ながら「左側の若狭湾の地震を見ますと、このピークのある最大値というのは、五、六ヘルツなんですね。ところが、近いところの琵琶湖西岸の地震というのは、このピークのあるのが1.3ヘルツ。全然違うわけですね」「この赤いのが若狭湾の地震で黒いのが琵琶湖西岸の地震なんですけれども、1.5ヘルツぐらいよりも低い周波数のところでは、ほぼ同じ振幅なんです。ところが、それよりも高周波に行きますと、琵琶湖西岸の地震はそこから減衰するんですけども、若狭湾の地震は、六、七ヘルツに向かって大きくなって、それから下がるというふうに、震源近傍では、そんだけのスペクトルの差がある。すなわち、若狭湾の地震は、琵琶湖西岸の地震に比べて、一桁近く、10倍ぐらいの高周波の振幅が違うという特徴があります」（赤松氏主尋問調書6頁）と供述している。

2.1 若狭湾地域に発生する地震の特徴 (1/3)

◎ 若狭湾地域の地震は、他地域の地震に比べ、高周波成分が卓越する



京都大学 防災研究所 炭山地震観測室 (SUM) における記録

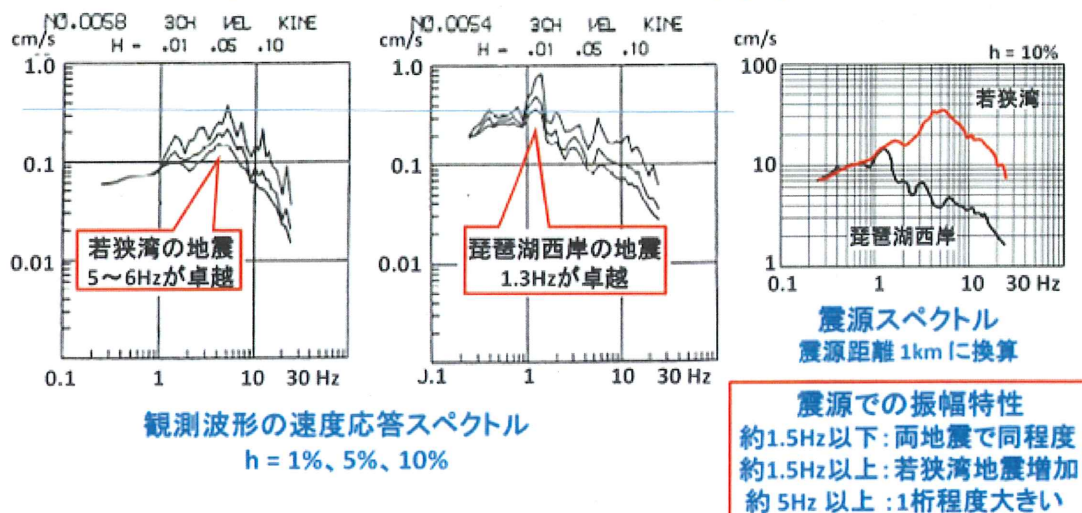
若狭湾の地震 (ID58): 1985年11月27日、M5.2、 $\Delta=79\text{km}$ 、 $\text{max} = 0.063 \text{ cm/s}$

琵琶湖西岸の地震 (ID54): 1985年10月3日、M5.2、 $\Delta=30\text{km}$ 、 $\text{max} = 0.184 \text{ cm/s}$

(甲 655 の 2、22 頁)

図表 1 4 5 赤松氏による若狭湾地域の地震の検討①

2.1 若狭湾地域に発生する地震の特徴 (2/3)



(甲 655 の 2、23 頁)

図表 1 4 6 赤松氏による若狭湾地域の地震の検討②

2 しかしながら、そもそも赤松氏は、1985年11月27日に若狭湾で発生した地震と、同年10月3日に琵琶湖西岸で発生した地震のみを相対比較して推論しているに過ぎず、これをもって若狭湾の地域性を一般的に論ずることは困難である（被告準備書面（7）29頁）。

また、赤松氏は、今般の尋問の機会にあわせて甲655の5を提出し、主尋問において、佐藤（2003）（甲655の5、資料2）を挙げ、「1999年に若狭湾沖で発生した地震の応力降下量が大きいというのが。その佐藤の論文というのは、応力降下量の地域性などを研究した論文なんですが、その論文に1999年の地震の例が載っておりました」と供述した（赤松氏主尋問調書7頁）。これは、上記の1985年の地震以外にも、赤松氏の主張を裏付ける事例があるとして、自身の見解を補強する目的で述べられたものと思われる。

しかしながら、赤松氏が「佐藤（2003）の内容を踏まえている」（甲655の5、1枚目）と述べる佐藤ほか（2007）（甲655の5、資料1）を見れば、むしろ赤松氏の主張に理由がないことは明らかであるため、下記において詳述する。なお、補足すると、甲655の5は、赤松氏が別件大津訴訟の反対尋問後に提出した意見書と同一の内容であるところ、赤松氏は、別件大津訴訟の反対尋問を終える時点まで、佐藤（2003）の存在を認識していなかったと供述している（赤松氏反対尋問調書4～5頁）。赤松氏の見解は、そもそもこのような近時における研究結果を踏まえずに行われていたもので、到底専門家の見解とは言えないものであることを指摘しておく。

3 まず、佐藤ほか（2007）（甲655の5、資料1）では「若狭湾付近における中小の地殻内地震」の記録を用いてインバージョン解析を実施し、地震モーメントと短周期レベルの関係等について検討されており、「若狭湾周辺の地震の M_0 とA（引用者注：短周期レベルA）の関係は、規模が大きいほどBruneの

応力降下量が大きくなる片岡・他の経験式の延長線上にある。応力降下量が85barの M_j 5.0の地震を除き、応力降下量は2～30barの範囲と比較的小さい値となった」とされている（図表1 4 7。甲655の5、資料1）。これは若狭湾付近の中小の地殻内地震20個を片岡ほか（2006）における M_0 と A との関係を示した経験式の図にプロットしたところ、いずれも当該経験式の延長線上に位置していたと述べたものであり、若狭湾付近の地震が一般的な地震と比較して特別に短周期レベル A が大きくなる特性⁵⁴を有していることが述べられたものではない。

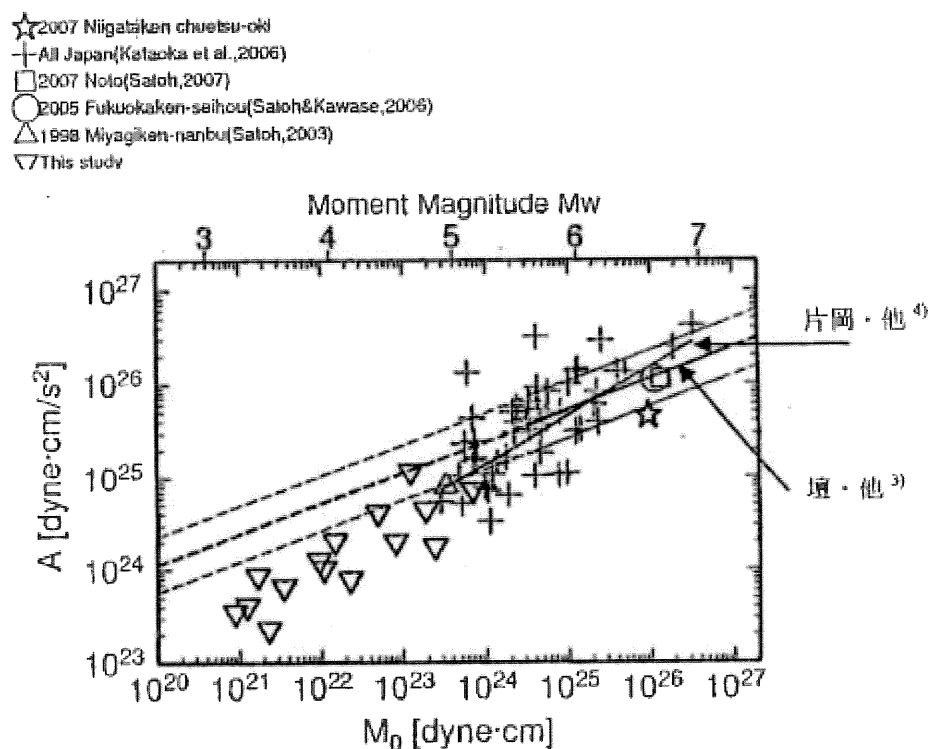


図3 本研究と既往の研究による地殻内地震の M_0 と短周期レベル A の関係

（甲 655 の 5、資料 1）

図表 1 4 7 地殻内地震 M_0 と短周期レベル A の関係

⁵⁴ 一般に、短周期レベル A が大きい地震は、高周波成分が大きい地震となる。

4 また、赤松氏は甲655の5において、佐藤ほか（2007）について「解析した20の地震は $M_j = 3.0 \sim 5.5$ であり、規模が大きいほど応力降下量が大きくなると記されているので、比較的小さい値となったのは、内陸部の M_j の小さい地震であろう」「1999/11/7の地震（引用者注：若狭湾沖を震源とする地震）は、佐藤ら（2007）によって除外された地震である・・・除外された地震は・・・応力降下量の大きい地震であった」と指摘した上で、「佐藤ら（2007）は・・・証人が報告した『若狭湾地域に発生する地震は高周波成分に富んでいる・・・』ことを支持する結果となっている」と結論づけている（甲655の5、2頁）。

加えて、赤松氏は、反対尋問において、佐藤ほか（2007）において「応力降下量が85barの $M_j 5.0$ の地震を除き、応力降下量は2～30barの範囲と比較的小さい値となった」と記載されている部分に関する赤松氏の見解に関して質問された際、「佐藤2007は、この地震を除いて結論を出してるんです」「私が言ってるのは、この『応力降下量は2～30barの範囲と比較的小さい値となった。』という結論は、地震規模の大きいこの地震を除いた結論だということです」と供述している（赤松氏反対尋問調書6頁）。

まず、佐藤ほか（2007）の上記記載の前にある「若狭湾周辺の地震の M_0 とAの関係は、規模が大きいほどBruneの応力降下量が大きくなる片岡・他の経験式の延長線上にある」との記載は、上述したように、若狭湾周辺の内陸地殻内地震が片岡ほか（2006）における経験式の延長線上に位置していたため、一般的な地震と比較して特別に短周期レベルが大きいとの評価がなされたものである。そうすると、その後の「応力降下量が85barの $M_j 5.0$ の地震を除き、応力降下量は2～30barの範囲と比較的小さい値となった」との指摘についても、上記評価を前提として加えられた説明であるはずであり、ここで「比較的小さい値となった」と指摘されているのは、

あくまでも応力降下量の数値が20～30barの範囲内に収まったという意味合いにしか過ぎず、片岡・他の経験式から外れて、通常地震よりも特別に応力降下量が低くなったという意味合いで指摘されたものではないと解すべきである。また、「応力降下量が85barの M_j 5.0の地震」は、図表147において壇ほか（2001）の経験式の上にプロットされている▽印のことと思われるが、同論文では、当該地震を含む地震を検討対象とした結果、いずれも壇ほか（2001）の経験式に基づく短周期レベルAよりも大きいとの評価はなされていない。したがって、反対尋問における赤松氏の供述内容を前提としても、赤松氏が佐藤ほか（2007）の「応力降下量が85barの M_j 5.0の地震を除き」との記載について、かかる記載の趣旨を誤解していることは明らかである。

そして、赤松氏は反対尋問において、上記誤解を除けば、「（佐藤ほか（2007）の図3で研究対象とした地震（▽印でプロットされた地震）は短周期レベルで標準的若しくは小さい地震であったということによいかとの質問に対して）標準的というよりも、このグラフの線よりも小さいということは確かですね」と供述し（赤松氏反対尋問調書7～8頁）、佐藤ほか（2007）の研究対象となっている地震の短周期レベルAが小さいことを認めていたのである。したがって、佐藤ほか（2007）が赤松氏の見解（「若狭湾付近の地震」の短周期（高周波）の地震波が大きい傾向にあるとの見解）を否定する内容であるとの被告の主張を批判する原告らの主張には根拠がない。

- 5 以上のとおりであるから、佐藤ほか（2007）等の内容はむしろ赤松氏の見解を否定するものであり、若狭地域の地震には高周波領域が大きくなる等の特徴があるとする原告らの主張には理由がない。

第3 大阪北部地震・熊本地震に関する原告らの主張に対する反論

1 大阪北部地震の観測記録を基にした検討に関する原告らの主張について (被告準備書面(23)14～21頁、同(28)44～46頁)

原告らは、赤松氏による意見書(甲481、甲603)に基づき、2018年大阪北部地震の観測記録を基にしてF O - B ~ F O - A ~ 熊川断層による地震動を評価すると、最大加速度が1360ガルとなり、したがって現状の被告が当該断層により評価した基準地震動は過小に過ぎるなど主張している(原告ら第60準備書面2～12頁、同第69準備書面27～28頁、同第89準備書面23頁)。しかしながら、このような主張は、新規制基準上で求められている基準地震動策定の考え方およびそれに基づき被告が実施した基準地震動の策定過程を正解しないものであり、失当である旨は被告準備書面(23)14～21頁および同(28)44～46頁で述べたとおりである。

その上で、原告らは、「赤松意見書では、大阪府北部地震の観測データの逆解析(インバージョン解析)によって明らかにされた具体的な断層破壊過程を、F O - B ~ F O - A ~ 熊川断層に適用して地震動を評価したものである」として、具体的な評価手法については「地震動の予測にあたり、大阪府北部地震のマグニチュード(M)は6.1であるのに対して、F O - B ~ F O - A ~ 熊川断層で起きるマグニチュードは7.8を想定しているから、大阪府北部地震をM7.8にスケールアップしなければならない」「断層面積は・・・大阪北部地震の約17倍であるから・・・大阪府北部地震の断層(54km²)が17個集まったものと考え、震源から破壊が広がって17個の小断層が破壊し、それぞれの小断層がM6.1の地震波を生じさせ、それらが合成されと考える」などとし(原告ら第60準備書面3～4頁)、さらに、原告らが依拠する赤松氏の意見書においては、「このSH波を、経験的グリーン関数法による波形合成の方法(横井・入倉、1991)を用いてM7.8地震の強震動波形にスケールアップする」と述べられて(甲481、9頁)おり、反対尋問においても赤松氏は

同様の見解を述べている（赤松氏反対尋問調書 8 頁）。

しかしながら、そもそも経験的グリーン関数法とは、同一の震源域で観測された小地震の地震動の波形を重ね合わせることにより、より大きな地震の地震動を計算する手法をいう。すなわち、発震機構や伝播経路を大地震と共有する中小地震の観測波形をグリーン関数とみなし、これを重ね合わせて大地震の波形を合成する方法をいうため、想定する断層と発震機構や伝播経路を共有する震源域で適当な観測波形が入手できなければ利用できないものである。（丙 11、149～151 頁）

そうすると、大阪北部地震と F O - A ～ F O - B ～熊川断層から生じる地震では、発震機構や伝播経路が異なるため、「震源を特定して策定する地震動」の評価において、大阪北部地震の観測記録を、F O - A ～ F O - B ～熊川断層による地震の検討に、「経験的グリーン関数法」として用いることはできない。それにもかかわらず赤松氏は、大阪北部地震の震源域で得られた観測波形を、根拠もなくそれが経験的グリーン関数法であるとして、F O - A ～ F O - B ～熊川断層のスケールアップと称して利用しているのである（被告準備書面（23）19～21 頁）。

この点に関し、赤松氏は反対尋問において、大阪北部地震と F O - A ～ F O - B ～熊川断層から生じる地震では、発震機構や伝播経路が異なるため、経験的グリーン関数法を用いることはできないのではないかと趣旨でおこなった尋問に対して、実質的に両者を同じ性質を持った地震と見てよいとする旨供述した（赤松氏反対尋問調書 9～10 頁）が、上記及び過去に述べたとおり（被告準備書面（23）19～21 頁、同（26）4～5 頁）、並びに反対尋問でも確認したとおり（赤松氏反対尋問調書 8～10 頁）、そのような前提に基づく検討は経験的グリーン関数と称する方法ではなく、赤松氏独自の手法といえ、失当である。

さらに、再主尋問及び再反対尋問において、赤松氏は、大要、上記の大阪

北部地震を用いた検討及び下記 2 で述べる熊本地震を用いた検討について、新規制基準における基準地震動評価過程のうち「震源を特定せず策定する地震動」と同様の手法で行ったものであるとの供述をした（赤松氏反対尋問調書 78～79 頁、92 頁）。被告代理人による、「鳥取県西部地震と北海道の地震とおっしゃったのは留萌の地震だと思いますが、これを原子力規制委員会のプロセスに従ってその観測記録をそのまま使っているということをおっしゃって、それで、赤松先生が行った検討は、それと同じプロセスというふうにおっしゃったんですか」との質問に対し、赤松氏は「同じ考えです」と回答し、加えて、「それ（鳥取県西部地震や北海道の地震について波形合成等していないこと）を分かった上でおっしゃったということですよ」との質問に対し、「そうです」と回答した（赤松氏反対尋問調書 92 頁）。この供述から、赤松氏によるこれらの検討（大阪府北部地震および熊本地震を用いた検討）が、同氏の独自の見解によるものではなく、新規制基準上で求められている「震源を特定せず策定する地震動」での規制要求に沿った検討を行っていると考えていることが明らかになった。

しかしながら、あたかも自らの検討手法が新規制基準の考え方に沿って「震源を特定せず策定する地震動」を評価したものであるかのように述べる上記の供述は、以下に述べるとおり理由がない。そもそも、「震源を特定せず策定する地震動」とは、発電所敷地周辺の状況等を十分考慮した詳細な調査を実施しても、なお敷地近傍において発生する可能性のある内陸地殻内地震の全てを事前に評価し得るとは言い切れないとの観点から、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」とは別に評価されるものをいう（被告準備書面（13）175～187 頁）。そして、「震源を特定せず策定する地震動」の評価においては、「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

されている」(丙 27、7～9 頁) こと、つまり、震源近傍の強震観測記録に基づいて地震動を設定することが要求されているのであって、赤松氏が行ったような経験的グリーン関数法等で、波形合成により地震動を新たに評価することが要求されているものではない。この点については、被告代理人による「(震源を特定せず策定する地震動の計算においては) 波形合成や経験的グリーン関数法を使っているわけではないですね」との質問に対し、赤松氏は「ないです」と供述し、規制の考え方を認識している(赤松氏反対尋問調書 92 頁)。その一方で赤松氏は、自ら「経験的グリーン関数法」を用いた波形合成による計算を行った旨の供述をしている。赤松氏の計算手法はそもそも「経験的グリーン関数法」に基づくものであると言えない独自の検討であることは上記で述べたとおりだが、そればかりか、「経験的グリーン関数法」等の波形合成による計算から「震源を特定せず策定する地震動」を評価するという考え方それ自体が、新規制基準の要求からかけ離れたものであることから、「震源を特定せず策定する地震動」と「同じプロセス」であるとは、到底言うことはできない。

そして、赤松氏が批判の根拠とする大阪北部地震に関しては、原子力規制委員会において、「震源を特定せず策定する地震動」の評価における影響の有無をすでに検討済みである。令和 3 年 4 月に改正された設置許可基準規則解釈及び地震ガイドにより、「震源を特定せず策定する地震動」の策定にあたっては、「震源を特定せず策定する地震動」の策定にあたっては、令和 3 年 4 月に改正された設置許可基準規則解釈及び地震ガイドにより、「全国共通に考慮すべき地震動」として、①北海道留萌支庁南部地震の観測記録から推定した基盤地震動及び②震源近傍の多数の地震動記録に基づいて策定した地震基盤相当面⁵⁵における標準応答スペクトルを用いた評価が要求されることになった

⁵⁵ 地震基盤からの地盤増幅率が小さく地震動としては地震基盤面と同等とみなすことができる地

(丙 556、「標準応答スペクトルの規制への取り入れのための実用発電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等の一部改正—改正案に対する意見募集の結果及びこれを踏まえた修正並びに今後の対応—」、丙 557、「令和 3 年度原子力規制委員会第 5 回会議議事録（抜粋）」）ところ、本件発電所の基準地震動 S_s-1 の応答スペクトルに標準応答スペクトルが包絡されることから、当該改正を踏まえても、本件発電所については基準地震動を変更する必要はないことが、令和 3 年 6 月 16 日に原子力規制委員会により確認されている（丙 558、「標準応答スペクトルの規制への取り入れに伴う基準地震動の変更の要否に係る審議結果（関西電力高浜発電所及び大飯発電所）」、丙 559、「令和 3 年度原子力規制委員会 第 13 回会議議事録」）。また、近時において、原子力規制委員会により、標準応答スペクトルを策定した従来研究の対象期間より後の 5 年間（2018 年～2022 年）に起きた地震の観測記録から収集・整理された 15 の地震を対象として、標準応答スペクトルの妥当性の検討が行われた。結論として、現行の標準応答スペクトルに与える影響はなく、同スペクトルが妥当であることを確認したと報告されているところ（丙 560、「令和 6 年度 第 27 回原子力規制委員会 資料 3 第 66 回技術情報検討会の結果概要（抜粋）」、2～3 枚目、19～32 枚目、丙 561、「令和 6 年度原子力規制委員会 第 27 回会議議事録（抜粋）」、23 頁）、当該 15 の地震の中には大阪北部地震も対象として含まれた上で評価されているのである（丙 560、24 枚目）。このように、原子力規制委員会において、大阪北部地震の観測記録は、「震源を特定せず策定する地震動」における標準応答スペクトルの評価に影響を及ぼすものではないとの結論が出されているのであり、このことから、同氏による、大阪北部地震に関する検討に基づく本件発電所の基準地震動評価への批判が当たらないことは明らかである。

盤の解放面で、せん断波速度 $V_s=2200\text{m/s}$ 以上の地層をいう（令和 3 年改正設置許可基準規則 解釈別記 2 第 4 条 5 項 3 号②）。

以上のとおり、赤松氏の実施した検討には理由がなく、したがって、同検討に依拠する原告らの主張も、当然理由がない。

2 熊本地震を補正した地震動との比較に関する原告らの主張について（被告準備書面（26）4～11頁、同（33）12～14頁、同（40）14～15頁）

原告らは、「熊本地震は前震がM6.5、本震がM7.3と、本震の方が規模が大きくなっている」「熊本地震の震源断層の直近にある・・・益城観測点（KMMH16）の、S波速度（ V_s ）2.7km/sの岩盤に設置された地中地震計で記録された、前震で289ガル、本震で287ガル（3成分合成）の加速度波形を、F O - A ～ F O - B ～熊川断層に適用して原子炉基盤面の地震動を計算し、大飯原発の基準地震動と比較する」「解放基盤における加速度ピーク値は、関電地盤モデルでは水平動成分の向きにより最大1013ガル、また3号炉地盤モデルでは最大1095ガルに達する。これはM7.8の地殻内地震を想定しているはずの基準地震動856ガルの1.18～1.28倍である」などと主張し、F O - A ～ F O - B ～熊川断層において熊本地震と同じ地震が発生したとの仮定において、熊本地震のKMMH16で得られた観測記録を流用して距離減衰の補正量を考慮した上で入力波とし、本件発電所敷地において発生し得る地震動を試算しようとしている（原告ら第70準備書面4～17頁）。

しかし、熊本地震の震源は布田川・日奈久断層帯であり、当該断層帯は地表地震断層によりその存在が確認できるため、当該断層帯による地震の影響を受ける可能性のある発電所において、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」によって評価されるべきものであり、九州電力株式会社も、川内原子力発電所の基準地震動の策定において、布田川・日奈久断層帯を震源として考慮し、地震規模としてM8.1と評価している。被告は、本件発電所の敷地への影響が大きいと考えられる地震として、「F O - A ～ F O - B ～熊川断層による地震」及び「上林川断層による地震」を検討用地震として選定し、適

切に本件発電所の基準地震動を策定している。したがって、本件発電所敷地において、熊本地震を震源として考慮する必要はない（被告準備書面（26）5～6頁、同（33）12頁）。また、原告らが熊本地震を補正し地震動を試算した算出方法が不合理であることは、被告準備書面（26）5～11頁、同（33）12～14頁等で述べたとおりである。

加えて、上記1で述べたとおり、赤松氏は上記熊本地震の観測記録を用いた検討についても、「震源を特定せずに策定する地震動」と同様の方法で行った旨供述しているが（赤松氏反対尋問調書78～79頁、92頁）、かかる認識は新規制基準の内容を正解しないものであって、上記で述べたとおり「震源を特定せずに策定する地震動」と同様の方法とは言えず、大阪北部地震を用いた検討と同じく、その合理性は認められない。

以上のとおりであるから、熊本地震の観測記録を補正した地震動をもって本件発電所の基準地震動と比較する原告らの主張には、理由がない。

第4 入倉・三宅式（地震モーメント（ M_0 ）と震源断層面積（ S ）の関係式）に関する原告らの主張に対する反論（被告準備書面（25）10～23頁、同（33）5～12頁、同（40）13～14頁）

被告は、基準地震動の策定過程における「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の評価のうち、「断層モデルを用いた手法による地震動評価」において、震源断層をモデル化するにあたって必要な震源断層パラメータのうち、地震モーメント（ M_0 ）については入倉・三宅式を用いて求めている（被告準備書面（13）144～145頁）。この点に関し、原告らは、入倉他の論文（丙232の1、丙232の2）について批判するとともに、入倉・三宅式によって算定される地震動が過小評価になるかの如く縷々主張する（原告ら第64準備書面2～13頁、同第80準備書面2～6頁、同第98準備書面9～10頁）。

しかしながら、これらの主張に理由がないことは被告準備書面（25）10

～23 頁、同（33）5～12 頁、同（40）13～14 頁で述べたとおりである。

第5 ディレクティビティ効果に関する原告らの主張に対する反論（被告準備書面（26）11～12 頁、同（33）14～16 頁、同（40）15～16 頁）

- 1 原告らは、震源断層に近い強震動が震源断層に直交する方向に強く揺れること（ディレクティビティ効果）は、1995 年兵庫県南部地震後に明確に認識されるようになり、熊本地震においても同様の現象が認められたとした上で、本件発電所の基準地震動においても同様に、水平加速度の最大ピーク値はEW成分の 856 ガルではなく、概ね北東－南西方向（FO－A～FO－B～熊川断層の走向に直交する方向）の 1015 ガルであるが、被告は断層走向に応じた評価を怠っており、過小評価となっている旨主張している（原告ら第70 準備書面 15～17 頁、同第80 準備書面 9～11 頁、同第98 準備書面 13～15 頁）。

しかしながら、これらの主張について理由がないことは被告準備書面（26）11～12 頁、同（33）14～16 頁、同（40）15～16 頁で述べたとおりである。

第6 おつきあい断層に関する原告らの主張に対する反論（被告準備書面（26）12～13 頁、同（33）16 頁、同（40）16 頁）

原告らは、「技術の進歩により・・・いわゆる『おつきあい地震断層』の詳細が明らかとなってきた」「受動的な断層の活動が地震時に多数発生し、それ自身が大きな地震動を発生することはないが、地表のずれによる被害や地震動の増幅をもたらすことになる」「基準地震動はFO－B～FO－A～熊川断層によるマグニチュード7.8の地震を想定した強震動を評価しているが、おつきあい地震断層による地表変位と、地表変位による地盤震動特性への影響は、地震による危険性として考慮されていない。規制委員会の議論でも俎上に上

がっていない。被告関西電力は、最新の知見を耐震安全性評価に組み込んでおらず、危険性が認められる」などと主張している（原告ら第70準備書面18～20頁）。また、赤松氏も、意見書において、おつきあい地震断層について「自ら動かずに受動的に動かされたと考えられ、大きな地震の原因ではなく結果として断層変位が生じた」「基礎岩盤の弱面が『おつきあい地震断層』となって原子炉建屋が立地する基盤面に『くい違い』が生じる危険性がある」と述べている（甲655の3、20頁）。

しかしながら、これらの主張について理由がないことは、被告準備書面（26）12～13頁、同（33）16頁、同（40）16頁で述べたとおりである。

第5章 結語

以上のとおり、原告らの主張には理由がない。

以 上