平成２４年（ワ）第３６７１号外　大飯原子力発電所運転差止等請求事件
原　告　　竹本　修三　　外
被　告　　国　　外１名

原告第１１６準備書面

２０２５年（令和７年）９月４日

京都地方裁判所 第６民事部合議はＢ係　御中

原告ら訴訟代理人
弁　護　士　　中　島　　晃

同　　渡　辺　輝　人

外

本書面は、赤松純平氏に対する反対尋問について補充説明をするものである。「目次」は末尾を参照されたい。

別紙

赤松反対尋問補充説明

(1) 盤圧の解放による速度低下と地表地震探査結果（調書 2 頁 1 行目～3 頁下から 7 行目）

【反対尋問】関電は、地表からの屈折法地震探査結果（丙 178、6-3-126 頁の文章、6-3-805 頁の 3.5.101 図）を示して、『原子炉底面には 4.5 あるいは 5km/s 以上の新鮮な岩盤が広く分布している』と反対尋問した（2 頁下から 2 行目～）

【補充説明の要点】示された調査結果は地山掘削以前のものである。地山掘削で盤圧が解放され速度低下が生じる。地山掘削後に行われた調査結果はいずれも 4.5 や 5km/s が広く分布しているとは言えないことを示している。地山掘削以前のデータで速度構造を論じることは誤りである。

【補充説明の詳細】

地表からの屈折法地震探査は原子炉設置の前の、敷地を整地する以前の地山表面からの調査である。次に例示するように、試掘坑内の弾性波探査および新規制基準による見直しの調査結果は『原子炉底面には 4.5 あるいは 5km/s 以上の新鮮な岩盤が広く分布している』とは評価できないことを示している：

(a) 試掘坑内の平均速度法による弾性波試験結果は、P 波速度は 3.0～5.2km/s で平均値 4.3km/s、変動係数 7.0%である(丙 178 添付書類六、6-3-110～111 頁)。この速度変化は、断層破砕帯とシームの分布密度に関係して 4 号炉側から 3 号炉側に系統的に低下していることによる（甲 655-1、11～14 頁）。

(b) 反射法地震探査・屈折法解析結果（丙 196、60 頁）では、「やや深部を伝わる平均的な最下層速度は約 4.5km/s 程度であった」と記しているが、やや深部の標高は明らかにしていない。関電が実施した萩原の方法（はぎとり法解析）では、4.5km/s 層上面は標高-30mである（甲 467、8～10 頁、図 11、12)。

(c) 反射法探査・屈折法解析の測線上では、Vp=2.5km/s 層が幅 300m に亘って標高-30m の深さにまで落ち込んでいる（丙 196 の 57 頁、甲 655-1 の 19 頁)。

(d) また、オフセット VSP 探査によるトモグラフィー解析により、低速度層の落ち込みが更に明瞭に確認されている（丙 347 の 8 頁、甲 655-1 の 20 頁)。

これらの結果は、原発建設以前からあった速度の不均質構造に加え、地山を掘削したことによる応力解法によって速度が低下したことを示唆している（#1)。掘削は厚さ 22～23m の地山（炉心位置のボーリング孔 1157、1158 の孔口標高）を除去したと理解していたが、反対尋問で厚さ 70m に及ぶことが判明した（ボーリング孔 309 の孔口標高=70m、調書 14 頁下から 12 行目～15 頁 2 行目)。大規模な応力解法の余効変動（#2）の効果が現れたと考えられる。

#1：地山掘削の影響：規制委員会の『３・４号機の現状に関する評価会合 第４回 H25/5/10』において、『土かぶり圧が抜けて、応力解放して、確実に Vs、剛性が下がるということは、硬質岩盤という点で経験的にわかっている』、『例えば 5m ぐらいの層厚、そこに Vs1000m/s を置きますと、応答的には、10Hz 付近から、必ずそれは応答は立ち上がりますので、それは減衰 3%入れても立ち上がります。それはインピーダンスコントラストの差です。その辺を危惧しております。』、『ここでは O1-3 という、かなり離れたところになっていますけども、ほかにこういうものはないのか。やはり不均質性というものは非常に重要ですので、それをチェックしていただきたい』という質疑がある（同議事録 53 頁～55 頁）。このことは、甲 422、17 頁 7～12 行目で指摘したが、掘削前の測定値には過大評価の疑いがある。

#2：余効変動：地震発生や上載荷重除去などによる応力解放（応力変化）により、岩盤の変形や物性の変化が瞬時ではなく、時間を追ってジワジワと現れてくる現象。地震発生時、断層面での食い違いは数秒で生じるが、それに付随する離れた場所での地殻変動は、数時間～数日後、場合によっては数十日後に出現する。これは、岩石が完全な弾性体ではなく、粘弾性体であることによる。

(2) 若狭湾地域の地震は応力降下量が大きいこと（調書 4 頁下から 8 行目～8 頁 5 行目）

【反対尋問】関電は、若狭湾周辺地震の応力降下量は大きいとの赤松の意見に対して、佐藤ら（2007）の図を示して、標準的経験式に拠るとそうは言えないと反対尋問した。

【補充説明の要点】示された図には、経験式として壇の式と片岡の式が示されており、片岡の式は佐藤ら（2007）のデータを含む広い範囲のデータ分布に適合的だが、壇の式は適合的ではない。壇の式に拠る反対尋問は適切でない。片岡の式に拠れば、若狭湾沖地震の応力降下量が標準以上であることは明らかである。

【補充説明の詳細】次頁に佐藤ら(2007)の図３を引用する。図の横軸は地震モーメント Mo、縦軸は短周期レベル A である。佐藤ら(2007)のデータは▽印で示されている。尋問者が『標準的』と言っている『このグラフの線』は、壇・他(2001)の関係式 A[dyne・cm/s^2]=$2.46\times10^{17}\times M^{1/3}$ である。この関係式は、他の研究者の結果を引用した地震 12 個（米国：8、カナダ：2、イラン：1、日本：1）について、モーメント Mo[dyne・cm]の大きさを $3.5\times10^{24}\leqq Mo\leqq7.5\times10^{26}$ の範囲に限って、『A は Mo の 1/3 乗に比例する』という拘束条件を与えて当てはめたものである。図には中央値と倍半分の関係が、データの分布範囲は実線でそれ以外は破線で示されている。佐藤ら（2007）の論文のデータ（▽印）は、壇・他（2001）の下限値 3.5×10^{24} dyne・cm 以下に分布している。

図には、片岡・他(2006)のデータ(地殻内地震、＋印)と、拘束条件なしに当てはめた関係式がデータ範囲の $3\times10^{23}\leqq Mo\leqq3\times10^{26}$ に黒実線で示されている。この外挿値を黒破線で加筆した。この関係式は、壇・他(2001)の『標準的』な関係式より、佐藤ら(2007)の Mo の小さいデータ（▽印）を含め Mo の広い範囲でデータ分布に適合して

おり、地殻内地震の Mo と A のスケーリング則をより的確に表している。

若狭湾沖の Mj=5.0 の地震（図に矢印で示した）は、Mo=1.23×10^{23} であり(F-net の値)、A の値は壇・他の式を Mo の範囲外に外挿した値（黒破線）に近いが、地殻内地震の平均値に適合する「片岡・他(2006)」の式より 2 倍以上（赤矢印）大きい。

FO-A～FO-B～熊川断層モデルでは、Mo=5.03×10^{26}dyne-cm、A=1.96×10^{26}dyne-cm/s^2 (赤○印)であり、地殻内地震の平均値（片岡・他(2006)の式）の約半分である。しかし、Mj=5.0 と同じように、若狭湾の地域性として A は「片岡・他(2006)」の平均的な値より 2 倍以上大きいとする(図の赤□印)と、A の値は壇・他(2001)に依拠した値(赤○印)より 4 倍以上大きくなる。関電は基準地震動の評価において、不確かさを考慮したとして短周期地震動 1.5 倍ケースを設定したが、若狭湾地域の短周期成分が卓越する震源特性を考慮したことにならない。

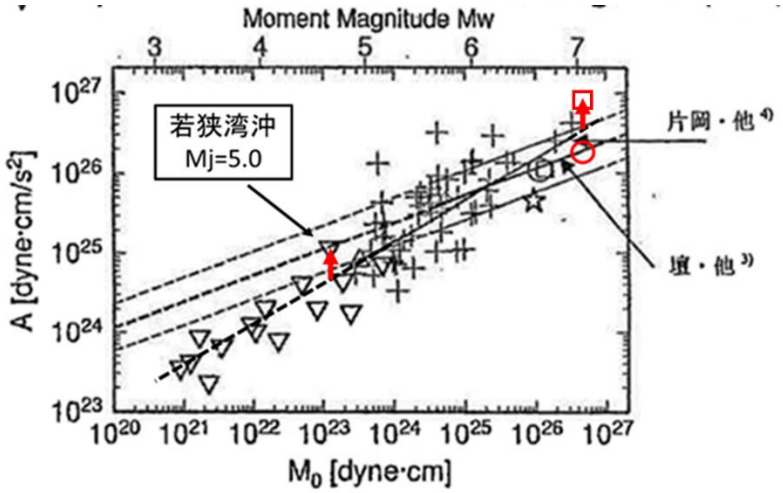


図 3　本研究と既往の研究による地殻内地震の M_0 と短周期レベル A の関係

佐藤ら(2007)の図３．▽印：佐藤らの解析データ、+印：片岡らのデータ.
若狭湾沖の地震のデータ位置、FO-A～FO-B～熊川断層モデルの値(赤○印)、
短周期レベルが平均値の 2 倍である断層モデルの値(赤□印)、および
片岡の式に外挿線（破線部分）を追記した.
赤矢印：若狭湾地域の地震の短周期レベルが地殻内地震の平均値(片岡・他,2006)の 2 倍以上であることを示す.

なお、この尋問は、赤松が、佐藤ら(2007)の結論に『若狭湾周辺の地震の Mo（地震モーメント）と A（短周期レベル）の関係は・・・応力降下量が 85bar の Mj5.0 の地震を除き、応力降下量は 2～30bar の範囲の比較的小さい値となった』とあるが、除外された地震（1999/11/7）は、佐藤(2003)の先行論文で『内陸地殻内地震では応力降下量の大きい地震として記載されている』と指摘した（甲 655-5、1 頁下から 4 行目～）ことへの尋問として始められたものである。

(3) 大阪北部地震記録を用いた地震動予測（調書 8 頁 11 行目～10 頁 12 行目）

【反対尋問】関電は、大阪北部地震の観測記録から大飯での地震動を予測した赤松の意見に対して、震源特性、伝播特性が同じでないから地震動予測は不合理だと反

対尋問した。

【補充説明の要点】震源特性・伝播特性・サイト特性のうち、赤松の意見は、伝播特性とサイト特性は、関電が用いたのと同じものを使っている。震源特性について、関電は平均像で策定されたレシピを使っており、地震規模だけでなく破壊過程も震源から破壊が順にスムーズに広がったとしている。しかし実際の地震の破壊は、順にスムーズに進むのではなく、つっかかったり一気に進んだりして複雑に進み、結果として地震動を大きくする。赤松の意見は、震源特性に平均像でない実地震の複雑な破壊過程を用いて地震動への影響を検討したのである。

【補充説明の詳細】[観測される地震動の特性] = [震源特性]×[伝播特性]×[サイト特性]である。大阪北部地震の震源域から大阪観測点に至る地殻構造による伝播特性（甲 491、9 頁下から 9～1 行目）と大阪観測点の地下観測点のサイト特性（甲 491、5 頁 8 行目～6 頁 2 行目）の影響は充分小さいことを確認した上で、大飯原発サイトの地震動を関電が作成した FO-A～FO-B～熊川断層モデルにより波形合成をして予測した。予測された地震動は、関電の基準地震動と同じ伝播特性とサイト特性であるが、震源特性はレシピに従った平均的な震源特性ではなく、大阪北部地震の震源特性に依るものである。関電の基準地震動はスムーズな震源時間関数モデルを使っているので、破壊過程の複雑さが地震波形に及ぼす増幅作用などが考慮されていない。甲 481 の地震動予測は、大阪北部地震を利用して実地震の破壊過程の複雑さの影響が関電の基準地震動には反映されていないことを示したのである。

(4) 原子炉直下の岩級分布

4-1. 低い岩級の有無（17 頁 6 行目～18 頁 2 行目）

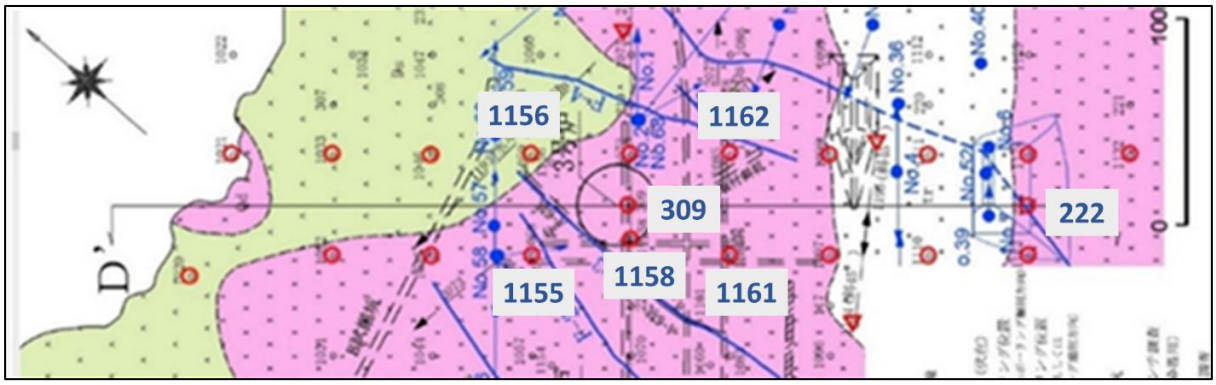
【反対尋問】赤松は、ほぼ CH 級とする地質断面図はボーリング柱状図（CM 級が 3～5 割にのぼる）を全く反映せず偽りで、原子炉敷地は均質な CH 級の堅硬な岩盤とは言えないと指摘した。

これに対して関電は、CM 級の存在は否定できないと考えたのか、さらに脆弱な CL 級や D 級は存在しないのではないかと反対尋問した。

【補充説明の要点】ボーリング柱状図に拠れば、3 号炉敷地の 1156 孔、1161 孔、1162 孔には CL 級が、1162 孔には D 級が分布しており、CL 級や D 級も存在することは明らかである。

【補充説明の詳細】赤松はこれまで、地質断面図がボーリング地質柱状図を正しく反映していないことを指摘してきた（甲 655-1、56～64 頁）。次頁右図に、D-D’測線断面図を描いたボーリングの位置を引用して示す（第 206 回審査会合 H27/3/21、試料 3-2-1、13 頁）。引用した原図には建設前のボーリング位置が小黒丸で示されているので、赤○印と赤△印（斜めボーリング）を付して見やすくし、孔番号を追記した。測線上にあるのは 3 号炉直下の 309 と南東端近くの 222 の 2 本のみであり、断面図は測

線から両側に約 25m 離れた 50m 間隔のボーリングデータの内挿によって描かれている。3 号炉周辺では、地質柱状図が示されているのは、直下の 1158 孔と周辺の 1155、1156、1161、1162 孔である。1156、1161、1162 孔には CL 級が、1162 孔には D 級が分布している（丙 178、6-3-588～641 頁、甲 510、16 頁）。断面図はボーリングデータの内挿に依って描かれているはずであるが、これら周辺の CL 級、D 級の存在は無視されている。D-D’測線断面図から 3 号炉の下には D、CL 級はないと判断することは出来ない。



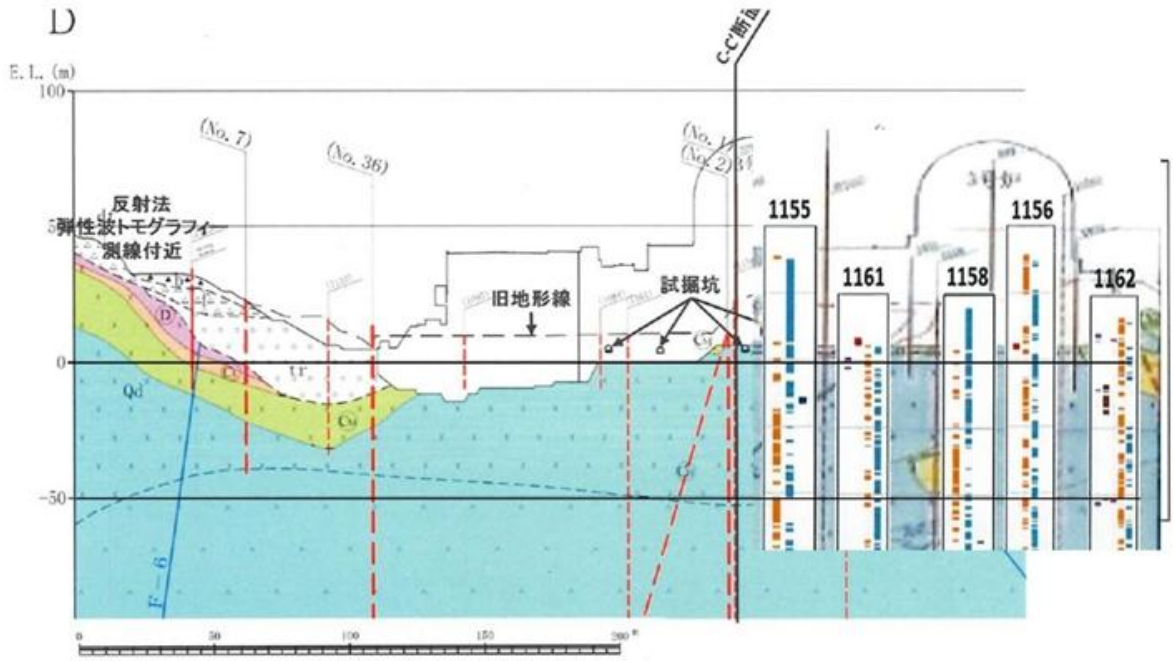
D-D’測線地質断面図の作成に用いられたボーリングの位置.
赤○印：鉛直ボーリング、赤△印（斜めボーリング）
D-D’測線上にあるのは 309、222 孔のみ.
3 号炉周辺で柱状図が開示されているのは直下の 1158 孔と周辺の 1155、1156、1161、1162 孔.

4-2. 岩級の境界（18 頁下から 5 行目～19 頁下から 11 行目）

【反対尋問】関電は、D-D’測線地質断面図に拠ると原子炉直下では標高 0m は CH 級なので CM 級との境界はさらに上になるのではないかと反対尋問した。

【補充説明の要点】ボーリング柱状図を反映させずに作成された誤った地質断面図を前提とする質問は不適切だ。ボーリング柱状図に拠れば、CM 級が標高 0m の下にも広がっていることが明らかだ。

【補充説明の詳細】次頁の図に、D-D’測線地質断面図（丙 339、20 頁）に、3 号炉直下と周囲のボーリング柱状図の岩級分布（丙 178、6-3-588～641 頁、甲 656-7、41 頁）を同じスケールで標高を合わせて重ねて示す。柱状図では CH 級の下部の標高-10m～-30m に CM 級が現われており、地質断面図が正確に地質柱状図の情報を反映していないことが明白である。『3 号炉直下では CH 級と CM 級の境界はプラス 20m 位』とは言えないことは明らかである。



D-D’測線断地質面図の岩級分布（CH 級；薄青、CM 級；黄緑）と
ボーリング柱状図の岩級分布（CH 級；薄青、CM 級；橙）.

(5) PS 検層について－ダウンホール法とサスペンション法の違い

5-1. サスペンション法の発振周波数(19 頁下から 6 行目～21 頁 4 行目)

【反対尋問】関電は、赤松が地盤工学会のサイトの図を引用して P 波は約 350Hz、S 波は約 60Hz とした（甲 655-6）のは、3,500Hz、600Hz ではないかと反対尋問した。

【補充説明】指摘のとおりである。図に添えられた時間の単位 10^{-3}ms を 10^{-2}ms と見誤ったことが原因である。しかし、甲 655-6 で記述した『ダウンホール法の難点、サスペンション法の利点、微細構造の影響、など探査技術に関する事項を修正する必要はなく、原発建設当時のダウンホール法はそれ以後に開発実用化されたサスペンション法よりも精度が低いことは明らかである。

5-2. 速度構造探査における PS 検層と自然地震の周波数の違い

(21 頁 5 行目～下から 9 行目)

【反対尋問】関電は、丙 478 では、自然地震に近い周波数を使うダウンホール法の観測結果が、サスペンション法観測結果に調和して良好な結果が出ているとして、ダウンホール法も信頼できると反対尋問した。

【補充説明の要旨】『ダウンホール法の観測結果が、サスペンション法観測結果に調和して良好な結果が出ている』という言辞は測定装置を制作した企業の宣伝的な

表現であり、そうとは言えない。また、ダウンホール法では、サスペンション法で把握できる、震動特性に影響のある数十メートル規模の低速度層を認識することができないから、サスペンション法と同様に信頼できると言えない。

【補充説明の詳細】丙 478 はダウンホール法の実験を行って速度解析をし、既存のサスペンション法のデータと比較している。『1. はじめに』に、『・・・探度 1,000m を超える測定では，孔内発振，孔内受振である音波検層の方が効率的であるが，ダウンホール PS 検層は，それと比較して周波数が低く自然地震に近いという利点がある。また，S 波速度やQ値の測定には孔内水を介する浮遊型受振装置よりも孔壁圧着型の方が有効であるが，測定効率を高めるための多連装置の適用事例は少ない。著者らは，3 連の孔壁圧着型受振装置(ボアホールシャトル)を深度 1,500m 程度の大深度ボーリング用に改良し，重錘落下と板たたき振源による適用実験を実施した。』と記されているように、コンサルタント会社が自社の開発改良した製品（図-1、図-2）の有効性を確かめることを目的にした実験結果の報告である。『4. まとめ』に『深度 1,500m の大深度に対応可能なダウンホール PS 検層用の測定システムを整備し，実験を行なった結果，既往データと調和した良好な記録が取得できた』と結論づけている。調和したとして示している図を次に引用する：

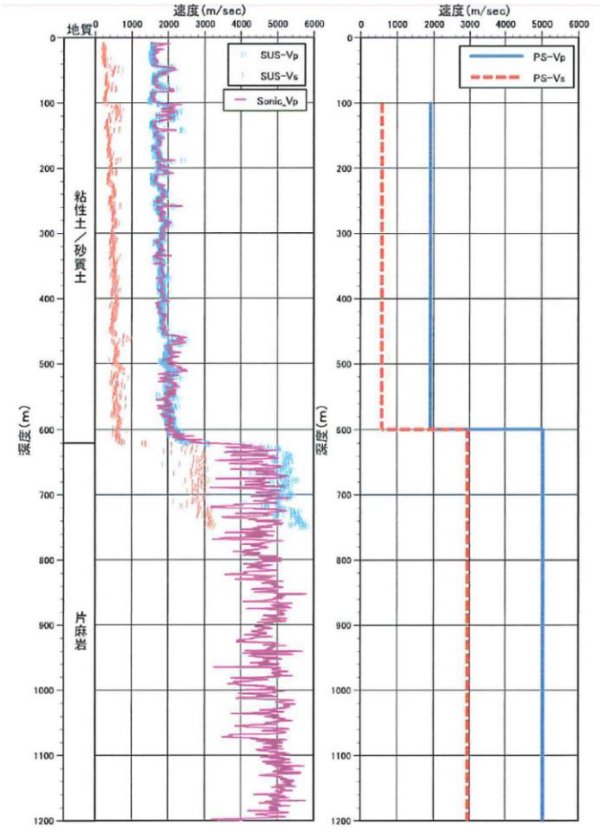


図-7　既往データ（左）と今回実験結果（右）との対比

右図がダウンホール法 PS 検層の結果で、深さ 100～600m では、Vp は約 1,900m/s、Vs は約 580m/s、また深さ 600～1200m では、Vp は約 5,000m/s、Vs は約 2,900m/s とい

ずれも深さ 600m を境に一定値となっている。左図が既存のデータである。例として、600～1200m の範囲の P 波速度を比較すると、左図のサスペンション法では約 4,000～5,300m/s の範囲で値が変化して、低速度層の存在を示しており、しかも、その層厚は数十メートルに達する。右図が左図と『調和した良好なデータ』であると判断する根拠は示されていない。このような厚さの低速度層が震動特性に及ぼす影響の大きいことは、統合意見書（甲 655-Ⅱ p 13～18）で実証的に示している。丙 478 に依って『ダウンホール法の方がサスペンション法と比較して周波数が低く自然地震に近いという利点がある』との主張は根拠がない。

なお、丙 478 の図-5、図-6 に波形処理された P 波、S 波の S/N 比の良好な波形記録が示されている。これらの記録は振動源として 500kg の重錘を使っており、記録方式はスタッキングの可能なデジタルシステムである。しかし、大飯原発建設当時、ダウンホール法 PS 検層のためにこのようなシステムは開発されておらず、発振源の板叩きは人力によってカケヤで打撃する振動エネルギーの脆弱なものであり、また記録方式は電磁オッシログラフによる印画紙へのアナログ記録である。丙 478 の実験システムとは技術レベルが大きく異なることに留意すべきである。丙 478 の測定では、ダウンホール法の記録の S/N 比は格段に向上しているものの、100m 間隔の測点で実施されているので、数百m規模の区間の大きい速度変化しか検知出来ない。このような粗い間隔の測定では、サスペンション法と比較することは不可能であり、尋問者の主張には事実誤認がある。

5-3. 減衰構造探査における PS 検層と自然地震の周波数の違い

（21 頁下から８行目～22 頁下から６行目）

【反対尋問】丙 479 は、ダウンホール法による深さ方向の振幅減衰とサスペンション法による速度のばらつきを比較検討した論文。関電は、同論文の、サスペンション法は自然地震とは周波数が違うから注意を要するとの記載を挙げてダウンホール法がサスペンション法より優れていると反対尋問した。
【補充説明の要旨】上記記載は、減衰特性（散乱減衰）が周波数依存することを当然のこととして、ダウンホール法とサスペンション法の使用周波数が異なることに注意を促しているだけで、ダウンホール法が優れていると述べているのではない。関電は周波数に依存しない減衰特性を主張しており、そのことこそ問題である。

【補充説明の詳細】丙 479 は、信岡等(2012)の『PS 検層の手法を用いた地盤減衰特性（Q 値）の評価』と題する論文であり、ダウンホール法による深さ方向の振幅減衰と、サスペンション法による速度値のばらつきを地盤の速度不均質と見做し、速度不均質による散乱減衰とを比較検討した論文である。尋問者は、丙 479、88 頁、右欄 2 行目に、『サスペンション法で PS 検層をやる場合に、自然地震とは周波数が違うから評価に注意を要するということが書かれていることが分かるか』と尋問したが、この部分は『5. 散乱減衰の影響に関する検討』の項でなされたものであり、散乱減衰が周波

数に依存することは周知の事柄である。信岡等(2012)が注意を喚起しているにも拘わらず、大飯サイトでは Q=3%、あるいは 0.5%と周波数に依存しない一定値にしていることこそが問題である。このことは、甲 655-1 の 47 頁に記載した（甲 422、7.3 減衰構造と地震波増幅率、18～20 頁に詳述）。

なお、信岡等(2012)の測定結果のうち、Vs=2,160m/s の岩盤層で Q=1.6%を得ており、大飯サイトの 2.2km/s 層を Q=3%としていることが過大評価であることは明らかである。信岡(2012)論文については、午後の尋問でも取り上げられており、『**12-3 硬岩サイトの減衰定数**（本陳述書 19 頁）』に詳述した。

5-4. 区間平均速度の求め方（22 頁下から 5 行目～24 頁下から 11 行目）

【反対尋問】関電は、東海第二発電所の資料では、ダウンホール法の速度区分に対応した区間（55m や 258m）でサスペンション法の平均速度値を求めているが、赤松は 01-3 孔、01-11 孔のサスペンション法の速度値を、ダウンホール法の層厚とは関係なく 6m幅の移動平均をしているとして、6m幅の根拠を尋問した。

【補充説明】『ダウンホール法の層厚とは全く関係ない』との尋問であるが、もともと、01-3 孔、01-11 孔にはダウンホール法のデータが無いので対象とする速度区間が設定できない。6m幅は、基準地震動の周波数範囲の波長に影響を及ぼす層厚を考慮したものである。すなわち、基準地震動の周波数範囲（0.1～50Hz）では、Vs=2.2km/s（関電モデル）での 40～50Hz の波の波長は 55～44m、波長の 1/10、すなわち 5.5～4.4m の層構造は地盤増幅特性に影響を及ぼすので、これらをカバーする 6m幅にした。甲 655-2 の 14 頁には、層厚 10mの低速度層の場合についての計算結果を示しているが、層厚を半分の 5mにすると震動特性は高周波数側に 2 倍移動し、30～40Hz で 1.3～1.4 倍の増幅になる。この層厚を考慮したものである。なお、地盤震動特性を評価する区間速度の層厚は 6m幅ではなく更に大きく（甲 655-1、6 頁）、低周波数側にも影響が出る。

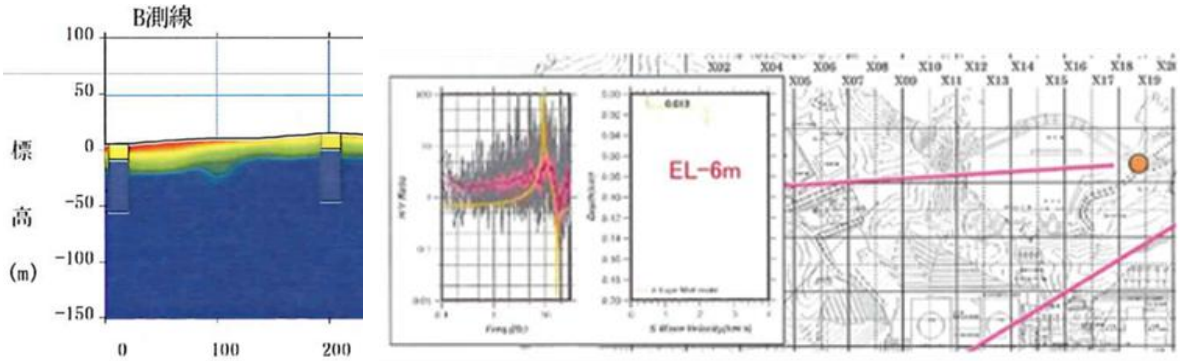
5-5. 01-3 孔と 01-11 孔の表層速度について（24 頁下から 10 行目～25 頁 12 行目）

【反対尋問】関電が、浅部速度についてほぼ均質な地盤と主張しているのに対し、赤松は、1157 孔、1158 孔、01-11 孔、01-3 孔のボーリングデータを示して敷地東部で Vs は小さく、ほぼ均質な地盤とは言えないと主張してきた。これに対して関電は反対尋問で、上記赤松の意見は、東側の 01-3 孔では最浅部の 1.17 のデータを採用しながら、より西側の 01-11 孔では最浅部の 1.57 は採用せずそれより深い所の 2.34 を採用していることを指摘した。すなわち、赤松は浅部 S 波速度が場所によって異なるとしているが、『01-11 孔については、最初の 1.57 を飛ばして記載』し、『01-3 孔は、（最初の）1.17 から記載』しており、01-11 孔と 01-3 孔の扱い方が違う理由を尋問した。

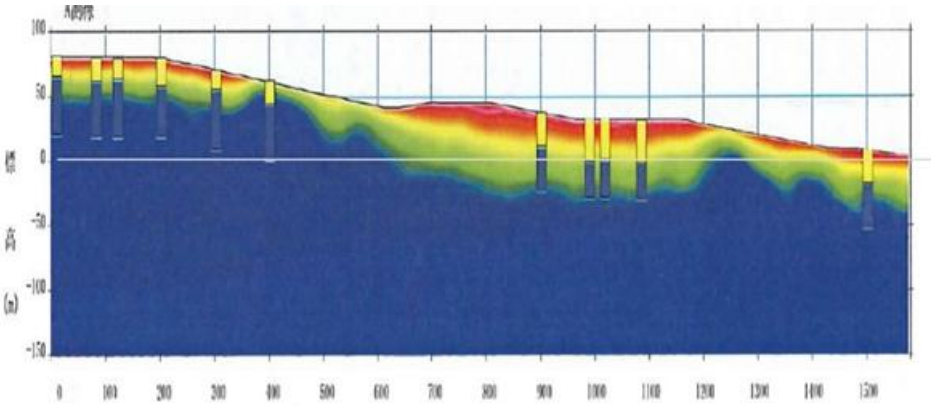
【補充説明の要点】甲 655-7 の図は、岩盤の S 波速度の場所による違いを示すためのものである。01-11 孔の表層は岩盤ではなく土質地盤であるので除いたが、01-3 孔の表層は岩盤であるので含めて記載したのである。

【補充説明の詳細】次図に O1-11 孔に近接する B-B'測線 B 端付近の反射法地震探査屈折法解析の結果（丙 196、58 頁）と単点微動観測 No.78 観測点の結果（丙 196、38 頁）を示す。屈折法解析では、測線の 0～約 100m 区間で土質地盤の赤色層が標高 0m 以下にあり、単点微動観測解析では、基盤岩の標高は-6m となっている。

一方、O1-3 孔は、A-A'測線の 1000～1100m 付近であり、下図（丙 196_02、58 頁）に示すように標高 0m は岩盤である。



01-11 孔付近の標高 0m以下の第 1 層が土質地盤であること.
左図：反射法地震探査 B-B' 測線 屈折法解析（丙 196、58 頁部分、縦方向に拡大）.
図中の左端の棒グラフ：単点微動観測点 No.58 の結果.
右図：単点微動観測点 No.58 の観測位置と H/V の図.岩盤の標高 -6mとされている.



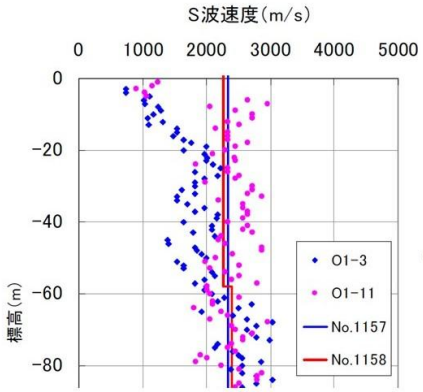
01-3 孔付近の標高 0m以下の層が岩盤であること.
反射法地震探査 A-A' 測線 屈折法解析（丙 196、58 頁、縦方向に拡大、標高 0m の線を追加）

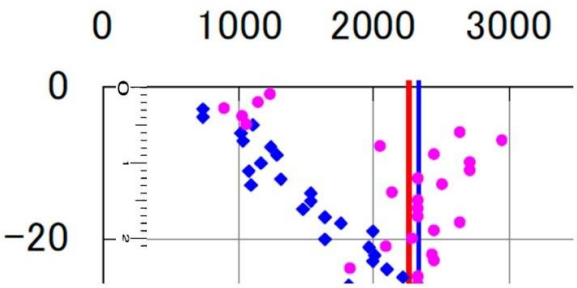
5-6. O1-3 孔の孔口標高が 31.86mであることの影響（25 頁 13 行目～28 頁 3 行目）

【反対尋問】 関電は、丙 340 を示して O1-3 孔の GL と EL の表記に係わる尋問をしたが、赤松は尋問の内容を正しく理解できず適切な返答ができていない。調書に

よると尋問の主旨は次のようであると解釈される：丙 340 には、O1-3 孔の孔口標高が 31.86m であると記載されていること、図-10 の簡易柱状図には、GL34m すなわち EL-2.14m より上部は堆積層であり、その下が CL 級となっているから、赤松が O1-3 孔最浅部（EL 0～約-15m）の Vs を 1.17km/s としていることは堆積層を含めたことになり、岩盤の値ではないという尋問。

【補充説明】赤松の計算は関電資料の示す標高（EL）での値（丙 196、7 頁の図には標高スケールが抹消されているので、標高スケールの明確な第 4 回評価会合、資料 3-1、20 頁の図）を用いており、計算結果は正しい。次図に第 4 回評価会合、資料 3-1 の PS 検層結果図の表層付近を拡大して示す。右図には 1m 刻みのスケールを加筆した。





01-3 孔の値（青点）は標高約－３m以下にプロットされている。提示された丙 340 の図-10 には、O1-3 孔の GL34m（標高 -2.14m）以下は CL 級の細粒石英閃緑岩であると記載されており、1.17km/s は CL 級の細粒石英閃緑岩の Vs 値である。赤松意見の浅部速度は全て関電資料に基づいた岩盤の速度てあり訂正すべき点はない。

5-7. ダウンホール法とサスペンション法による速度の違い

（28 頁 4 行目～29 頁下から 8 行目）

【反対尋問】赤松は、PS 検層が実施された 1157 孔と 1158 孔は炉心直下であるが、ダウンホール法でありその速度値は信頼性が低く、拠るべきでないと主張している。これに対して関電は、サスペンション法の O1-3、O1-11 の速度値の平均値、ダウンホール法のマムシ谷の速度値は（丙 196、21 頁）、1157、1158 の速度値（丙 196、7 頁）とほぼ同じであり、ダウンホール法の 1157 孔、1158 孔の速度値には信頼性が認められると反対尋問した。 。

【補充説明の要点】(1)尋問者は、ボーリング孔の深さも長さも全く異なる速度値を比較しており正しくない。(2)基準地震動を評価する上で問題となる速度値は、区間の平均値ではなく区間内での速度変化である。甲 655-7、62 頁～（甲 655-2：統合意見書Ⅱ、13 頁～）で明らかにしているとおり薄い低速度層（挟み層）は震動特性に看過できない大きな影響を及ぼす。

【補充説明の詳細】尋問では解析区間の深さが曖昧であるので、比較された速度値とその深さ区間を次表に纏めた。比較している区間長は 62m（1158 孔）～200m（マムシ谷）と大きく、区間長も区間の深さも違っている。

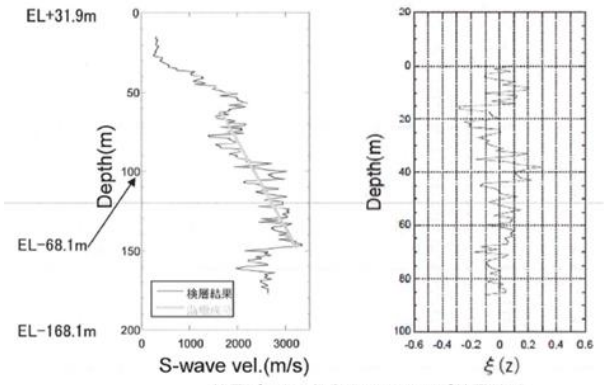
	1157孔	1158孔	O1-3孔	O1-11孔	マムシ谷
測定時期	建設前	建設前	バックチェック時	バックチェック時	バックチェック時
測定方法	ダウンホール	ダウンホール	サスペンション	サスペンション	ダウンホール
標高（m）	4～-97	4～-58	-30～-116	-6～-146	0～-200
Vs（km/s）	2.34	2.26	2.44	2.34	約 2.5（*）

1157 孔と 1158 孔は、丙 178、6-3-180 頁、第 3.5.12 表の値、
01-3 孔、01-11 孔、マムシ谷は、丙 196、17～18、7 頁の値.
(*)：挿入された図から読み取った値.

関電は、O1-3 孔と O1-11 孔の解析区間内での速度変化を一様なトレンドとして求めている（丙 196、18～19 頁の表と図）。次図に O1-3 孔の結果を引用する。O1-3 孔では、GL-62～-148m（標高-30.1～-116.1m、次図右の青双矢印区間）で、深さ方向の平均の速度変化は 1m 深くなるごとに 18.29m/s 増える（図中の表の増減成分の傾き）。平均的には、標高(EL) -30.1m で Vs=1.65km/s であったのが、EL -116.1m で Vs=3.23km/s と約 2 倍に増加する。しかも単調に増加するのではなく、30%もの速度変化をしながら増加しているのである（中央の図）。但し、右図に示されるように、EL-30m 以浅の極度に変化の大きい区間は除外している（CL～CM～CH 級の細粒石英閃緑岩層を除外、丙 340 の図-10）。一方、O1-11 孔では、EL-5.7～-145.7m（上図右の赤双矢印区間）で Vs=2.46km/s から逆に 2.22km/s に減少する。速度のゆらぎはやはり 30%に達する。

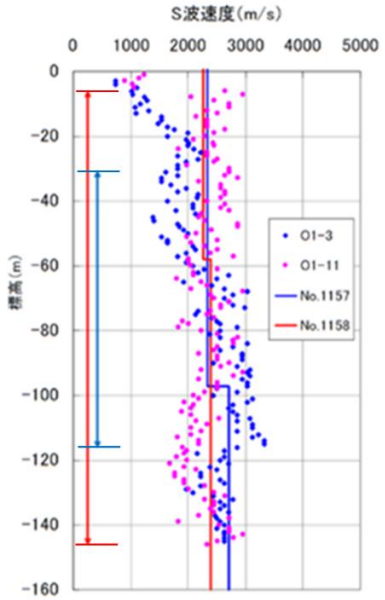
大飯発電所（O1-3孔）のPS 検層（S 波速度）による不均質性の統計的性質の推定結果

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



検層データに対するフィッティング結果(左)と
(孔口標高EL+31.9m)　抽出された不均質データξ(z)(右)

O1-3 孔の速度分布.（丙 196、18 頁部分）.



S波速度構造

O1-3 孔、O1-11 孔の速度解析区間
平均値区間:左端の両矢印範囲.
(第 4 回評価会合資料 3-1、20 頁)

このように大きい区間長では、平均値は似ているが、速度変化の様相は異なっているのである。そして、全体のトレンドからの乖離として、区間速度の変化が現われるのである（甲 655-1、6 頁）。ダウンホール法 PS 検層では、区間内の速度変化が度外視されていることになる。大区間の平均速度が似ているからといって、建設前に測定された 1157 孔、1158 孔の速度値が敷地全体に一様に拡がっているのではない。また、O1-3 孔と O1-11 孔に見られる異なった速度変化が原子炉建屋敷地直下でどのように変化して繋がっているのか、直下でのサスペンション法による測定がされていないので不明であるが、地質柱状図に記載されている岩級分布は、2.34km/s や 2.26km/s の速度層が一様に広がってはいないことを示している（甲 655-1、56～58 頁）。大きな速度変化を無視して、都合のよい区間の平均値だけで議論するのは正しくない。

(6) トモグラフィー解析の精度（29 頁下から 7 行目～30 頁下から 8 行目）

【反対尋問】関電は、丙 347、8 頁を示して、トモグラフィー解析の結果、標高-50m より深いところに低速度層とか逆転層はないと反対尋問した。

【補充説明】オフセット VSP 探査仕様には、『受振間隔：孔内 15m、地表 10m、発振間隔：30m』とある（丙 347、3 頁）。このように 10m オーダーの粗い測定間隔では、1m 間隔のサスペンション法で探査されている速度不均質は、検知できない。精度の問題というよりも、探査の目的が大構造を調べるための仕様になっている。

なお、ここで関電が『静補正』を実施しているか否かについて尋問があるが、静補正は反射法地震探査の解析手法であり、トモグラフィー解析について赤松が意見を述べたことはない。

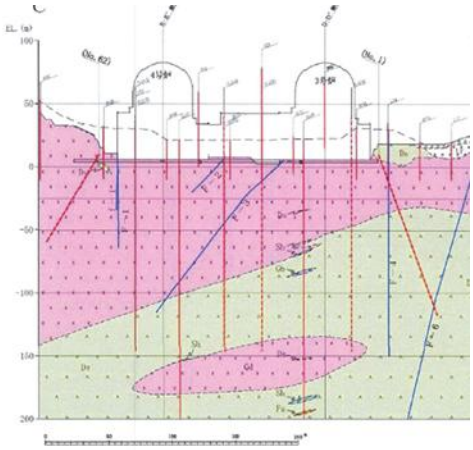
(7) RQD から求めた P 波速度について（31 頁下から 3 行目～34 頁下から 5 行目）

【反対尋問】赤松は、杉本（1979）の関係式に依拠して RQD 平均値から P 波速度の深さ分布を求めた。これに対して関電は、(イ)大飯サイトの岩盤に関係式が適用可能か、(ロ)亀裂のない岩石の最大値として細粒石英閃緑岩の 5.03km/s を使っているが、3 号炉では標高約-50m 以下、4 号炉では約-100m 以下は輝緑岩であり、輝緑岩の最大値 4.52km/s を考慮すべきだったと反対尋問した。

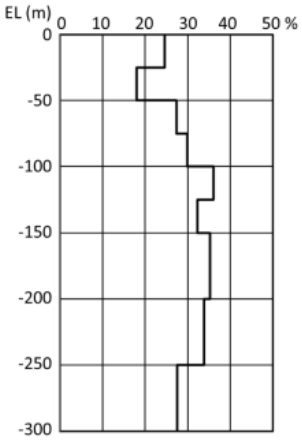
【補充説明の要点】本サイトの特性は破砕帯とシームで生じた低速度層の存在である。ＲＱＤ値はこれを直截に反映する重要な指標である。(イ)用いたのは閃緑岩についての関係式である。関電サイトは細粒石英閃緑岩と輝緑岩とされており、岩石分類上類似の硬質火成岩であるので適用できる。

（ロ）輝緑岩の値を使うと絶対値は約 10%増加するが、深さ方向の速度変化の様相は同じである。さらに、岩盤岩石の変化を考慮すると明瞭な低速度の逆転層が存在することになる。

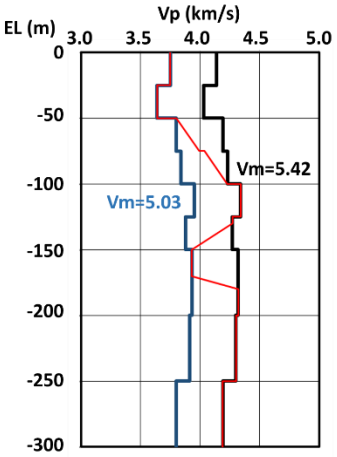
【補充説明の詳細】(ロ)について、尋問で示された地質図を次図左に示す（丙 492 の 1、18 頁、3、4 号炉付近のみ)。標高-50～-100ｍで、岩種は細粒石英閃緑岩（桃色）から輝緑岩（黄緑色）に変わっている。中図は RQD 平均値の深さ分布である。新鮮な細粒石英閃緑岩の Vp=5.03km/s を用いて求めた速度分布が右図青線であり、甲 655-1 の 70 頁はこの図のみを示している。右図には輝緑岩の Vp=5.42km/s による速度分布（黒線）も示した。岩種の深さ変化によって青線の速度と黒線の速度とを遷移することになる。左図では標高-50～-100ｍまでと約-130～-180ｍに速度の遅い細粒石英閃緑岩が示されているので、これに対応する速度分布は右図の赤線のようになる。01-3 孔、01-11 孔のサスペンション法 PS 検層で検知されたように、原子炉建屋直下でも低速度層の存在が無視できないことが、尋問によって一層明白になった。



3，4 号炉を通る地質断面図。
桃色：細粒石英閃緑岩
黄緑色：輝緑岩
（丙 492 の 1、18 頁、部分）



RQD 平均値の深さ分布.
（甲 655-1、70 頁）



RQD から求めた Vp
青線：細粒石英閃緑岩
黒線：輝緑岩
赤線：岩種変化考慮.

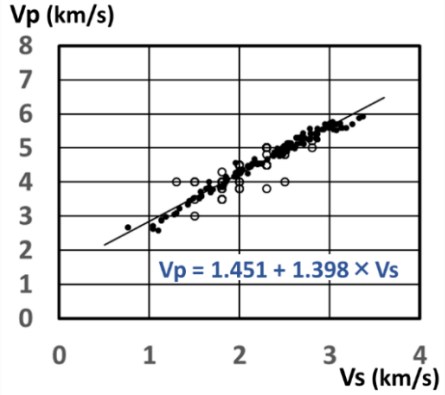
(8) 地盤モデルの表層 S 波速度（34 頁下から 4 行目～38 頁末）

【反対尋問】関電は、赤松が地盤増幅率を計算するモデルの表層 S 波速度を、試掘坑屈折法探査で得られている S 波速度でなく、試掘坑坑間弾性波探査（fan-shooting）の P 波速度から換算した S 波速度を用いたことについて反対尋問した。

【補充説明の要点】試掘坑屈折法探査で得られている S 波速度より、fan-shooting の P 波速度から換算した S 波速度の方が精度が高く、しかも、建屋直下の試掘坑全体の速度を反映しているからである。

【補充説明の詳細】甲 655-2 の 10 頁に説明してあるが、補足して説明する。次図に P 波速度と S 波速度の関係を示す。白丸は試掘坑屈折法探査の結果、黒点は O1-3 孔の PS 検層結果である。データ数は、白丸は 67、黒点は 143 である。データのばらつきは白丸の方が黒点より圧倒的に大きい。すなわち、建設前の測定がバックチェックで行われた測定よりも精度の低いことが分る。図中の Vp と Vs の関係式は、黒点のみによって求めたものである。fan-shooting の測線は試掘坑を広くカバーしており、

データ数も 1,378 と多い（甲 655-1 の 12 頁、甲 422-1 の 6 頁）。関電はこのデータから Vp=4.3km/s としている。この値から関係式により換算した S 波速度の方が白丸の S 波速度を使うよりも精度が高く、地盤モデルの値として適切である。



基礎岩盤の Vp と Vs の関係. 白丸：試掘坑屈折法探査(n=67)、
黒点：O1-3 孔 PS 検層(n=143)、関係式：黒点のみの回帰直線.

(9) 断層破砕帯が地盤震動特性に及ぼす影響（39 頁 2 行目～40 頁 14 行目）

【反対尋問】関電は、大飯サイトの断層破砕帯の幅は 1m 程度であるが、幅の小さい破砕帯が影響を及ぼすという研究論文の有無を問う反対尋問をなした。

【補充説明】1m 程度の小さい幅の破砕帯でも地震波の増幅作用のあることは、2000 年初頭までには観測結果を踏まえた研究が少なからず発表されており、明らかになっていた。尋問の場で思い出せなかったが観測事例の論文を示す（甲 661～664）。

谷口慶祐・尾池和夫(1986)：山崎断層破砕帯のＳ波に対する応答特性、京都大学防災研究所年報第 29 号Ｂ-1、pp.49-58.

谷口慶祐・尾池和夫・平野憲夫・大石泰賀(1997)：断層破砕帯における地震波の増幅作用、京都教育大学紀要 B-91、pp.1-14.

谷口慶祐(2000)：断層破砕帯での特有の動き、京都教育大学紀要Ｂ-95/96、pp.31-40.

(10) 微動アレイ観測による地盤モデルの作成（40 頁 15 行目～44 頁下から 3 行目）

10.1.速度漸増モデル（40 頁 15 行目～44 頁 6 行目）

【反対尋問】赤松の速度漸増モデルの標高 0～36.5m の岩盤層は Vs=1.0km/s である。関電は、これは細粒石英閃緑岩の CL 級に相当するが、基礎岩盤は CM 級以上であることと矛盾すると反対尋問した。

【補充説明の要点】漸増モデルは物理モデルであり、地質条件を完全に説明するものではない。関電のインバージョンモデルを求める初期条件が地質調査や物理探査の結果を無視したものであることを示すモデルである。関電の物理モデルであるインバージョンモデルは他の物理探査結果や地質調査結果と全く矛盾している。

【補充説明の詳細】議論の蒸し返しであるので、これまでと同じ説明（甲 655-1、39 頁）を繰り返すことになる。漸増モデルも関電のインバージョンモデルも、アレイ観測結果の位相速度を説明する物理モデルであり、速度、密度、層厚の物理量を特定するモデルである。得られた物理モデルが地質構造と調和的であればモデルは正しいことになる。関電のインバージョンモデルでは、第 1 層、標高+43.5m～-36.5m（厚さ 80m）が土質地盤の速度である 0.5km/s であり、地質構造と全く合わない。これはインバージョン解析の初期条件として､他の物理探査結果を無視して第 1 層を 0.5km/s、第 2 層を 2.2km/s と速度を大幅にジャンプさせて決めたことに依る。計算機は初期条件の制約下で位相速度に合致する第 1 層の層厚 80m というモデルを出したのである。漸増モデルは、条件の与え方によって標高 0m付近が岩盤の速度になることを示すために示したもので、これが正しい地盤モデルであるとは言っていない（甲 655-1、39 頁ノート）。

10-2. 規制委員会における地盤モデルの議論（44 頁 7 行目～下から 3 行目）

【反対尋問】関電は、甲 599 の 3～4 頁を示して、インバージョンモデルから 13～15 層をカットした結果、地震動評価は保守的になったことを規制委員会は確認していると反対尋問した。

【補充説明の要点】関電は、インバージョンモデルの 13～15 層だけでなく第 1 層もカットして地震動評価モデルとした。関電は、インバージョンモデルと地震動評価モデルの伝達関数を比較する際、インバージョンモデルそのものではなく第 1 層をカットして軟弱な表層による大きな増幅が出ないように計算した「インバージョンモデル」を使って比較している。そうして 13～15 層の影響のみを比べて地震動評価モデルが保守的だとしている。第 1 層をカットしたことを隠している。

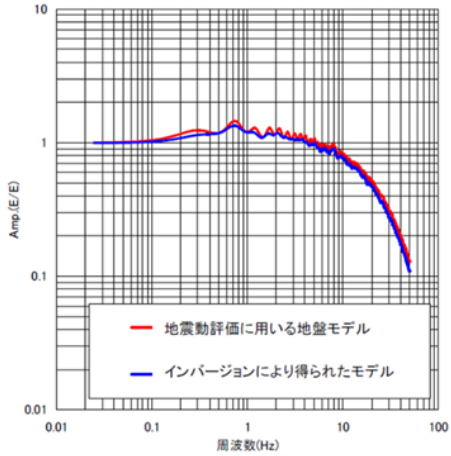
【補充説明の詳細】このことは甲 422-1 の 14 頁 1～9 行、甲 422-2 の 16 頁、図 28 に説明してあるので同じ説明を繰り返すことになる。

次頁の図(a)(b)に、関電が示した伝達関数と位相速度の図（甲 599、4～5 頁）、次頁の図(c)(d)に関電の説明文のモデルで計算した増幅特性（伝達関数の 2 倍）と位相速度の図（甲 422-2 の 15、16 頁の図 27、28）を示す。

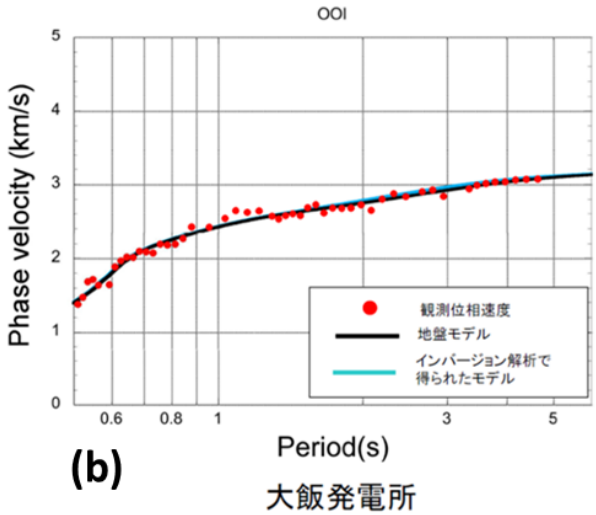
図(a)の青線の説明文『インバージョンにより得られたモデル』は、表層が 0.5km/s で厚さ 80m であるから、図(c)の赤線のグラフが示すように、多重反射によるピーク（1.56Hz の基本モードのピークと高調波のピーク）が出るはずである（4 分の 1 波長則：基本モードは［ピーク周波数］= Vs / (4×[層厚]) ）。すなわち、関電は『インバージョンにより得られたモデル』と称してインバージョンモデルの第 1 層をカットして伝達関数を計算した。

図(b)には『地盤モデル』の速度が黒線で､『インバージョン解析で得られたモデル』の速度が薄青線で示されている。両者は同じ速度変化を示し、周期 5 秒で約 3km/s、周期 0.5 秒で約 1.4km/s である。解析は微動を表面波（レーリー波）とみなしている

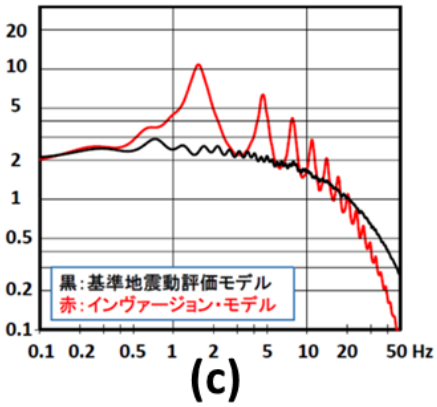
から、速度は短周期で S 波速度の約 9 割に漸近する。地盤モデルの第 1 層は Vs=2.2km/s であるから、速度が約 2.0km/s 以下になることは理論上あり得ない。図(b)の地盤モデル（黒線）は、周期約 0.65 秒以下の短周期域で 2.0km/s 以下となっている。図(d)に、『地盤モデル』と『インバージョンモデル』の速度を周期 0.2 秒まで範囲を拡げて示した。短周期側で、インバージョンモデルは 0.5km/s に、地盤モデルは 2km/s に漸近している。関電は『地盤モデル』と称して地盤モデルに 0.5km/s 層を付加したモデルで位相速度を計算した。規制委員会はこれらの絡繰りに気づかなかったのであろうか。



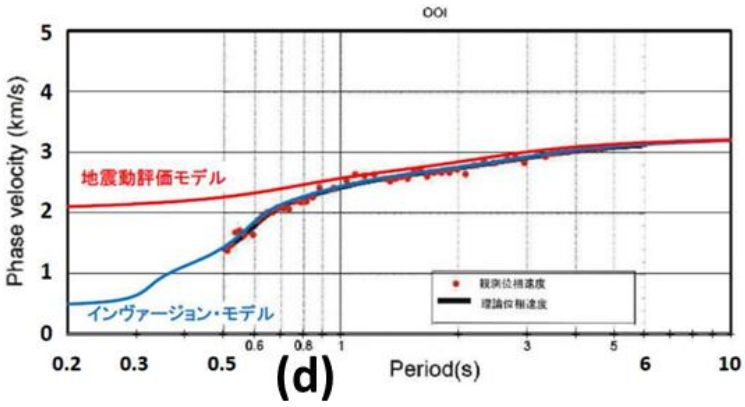
『インバージョンにより得られたモデル』と称してインバージョンモデルから 0.5km/s 層をカット
（甲 599，4 頁）



『地盤モデル』と称して地盤モデルに 0.5km/s 層を付加.
(甲 599，5 頁)



基準地震動評価用地盤モデルと
インバージョンモデルの増幅特性
（甲 422-2、16 頁、図 28）



基準地震動評価モデルと
インバージョンモデルの位相速度
（甲 422-2、15 頁、図 27）

(11) 地表地震観測による基礎岩盤の不均質性（44 頁下から 2 行目～47 頁 13 行目）

【反対尋問】関電は、赤松が地表地震観測の基準化スペクトルにより敷地の岩盤が均質でないことは明らかであると指摘したことについて、澤田 2019 論文を引用して、地盤のばらつきは基準化スペクトルの標準偏差で評価でき、基礎岩盤は均質であると反対尋問した。

【補充説明】原子炉建屋の両脇の観測点の基準化スペクトルが 1 でなく、しかも基準化スペクトルが地震波の入射方位によって変化しているから、建屋基礎岩盤は均質な水平成層構造ではない（甲 655-1、43～45 頁）。甲 597、9～10 頁の『(9)地表における地震観測結果』に詳述してある）。

(12) 減衰定数について（47 頁 14 行目～55 頁 9 行目）

12-1. バイリニア型周波数依存減衰特性（47 頁下から 2 行目～49 頁 7 行目）

【反対尋問】 赤松は、減衰定数について関電が周波数に関係なく浅部 h=3%、－180m 以深 0.5%としていることに対して、散乱減衰を論じながら周波数依存性を否定しており、波動理論と観測事実に反しているので失当だと批判してきた（甲 655-1 の 47 頁、甲 422 の 18～20 頁）。これにたいして関電は、佐藤論文（丙 480）に拠って、周波数依存は 10Hz 以下であり、それ以上では周波数依存性が見られないと反対尋問した。

【補充説明の要点】佐藤(2012)は、減衰特性は、ある周波数 fo 以下では周波数に依存して変化するが fo 以上では一定であるとする『バイリニア型の周波数依存減衰特性』を提唱し、折れ曲がり点 fo=10Hz を想定して、敦賀日本原電敷地内での鉛直アレイ地震観測記録を用いて減衰量を求めた。その結果は fo=19.5Hz であった。これでは、関電が基準地震動の評価範囲 0.5～50Hz に亘って h=一定としていることが妥当であるとする証拠とはなり得ない。また、後述の『**(30) 地盤の減衰特性**』において説明するが、『バイリニア型の周波数依存減衰特性』は一つの作業仮説であって、観測や地震波動論で確立したものではない。

【補充説明の詳細】佐藤(2012)は、地震記録の 2 つの異なる波形区間のスペクトル解析をしている：(1) 当該論文には『この方法から評価できる減衰の周波数範囲は、‥‥10Hz ないし 20Hz が逆解析の上限すなわち評価上の限界と考えられる，そこで本研究では,観測スペクトル比の 0.5Hz から 20Hz までをフィッティングの対象とした。』と記載されている（丙 480、39 頁、右欄下から 9～4 行目）。すなわち、10Hz 以上では評価に限界があることを認めたうえで、限界ぎりぎりの 19.5Hz を fo としている。この結果から fo=10Hz のバイリニア型減衰特性を導くことは出来ない。なお、尋問では解析結果を 19.8Hz と証言したが、赤松の誤読で 19.5Hz であった。訂正します。

(2) S 波初動部分 0.1 秒区間のスペクトル解析により 18～30Hz の減衰特性を求めている。スペクトル解析では、対象とする周波数の波が解析区間に 10 波程度、少なくとも 5 波以上含まれている必要がある。18～30Hz の波は、周期 0.056～0.033 秒で

あるから、0.1 秒区間に 1.8～3.0 波しか含まれていない。スペクトル解析の基本を無視した解析結果であり、結果に信頼性はない。

12-2 周波数依存性の有無（49 頁 8 行目～50 頁 7 行目）

【反対尋問と証言】関電の『赤松は減衰が周波数に依存するとしながら、赤松・盛川（2000）論文（丙 482）では、Abercombie（1997）論文の周波数に依存しない減衰を引用している』という尋問に対し、赤松は『赤松・盛川の結果は周波数依存性を持っていたが、他のデータと比較するために、周波数依存性のない Abercombie の値を、周波数依存性を考慮すると同じ程度になる』と証言した。

【補充説明】Abercombie の値について『周波数依存性を考慮すると、我々の結果は Table 6（Abercombie の値の表）の Qs と同程度と考えられる』と、周波数に依存させるべきであることを明記している（丙 482、63 頁、左 2 行目）。

12-3 硬岩サイトの減衰定数（50 頁 8 行目～51 頁 12 行目）

【反対尋問と証言】減衰定数について、関電は-180m まで h=3%と主張している。赤松の意見は、大阪北部地震の記録で示されるように、軟弱な土質地盤の減衰定数が硬岩サイトの大飯の 2/3～1/2 になるのはおかしい、関電の主張は過大だと批判している。関電は、深さ-178m まで h=4.8～7.4%の例を紹介する信岡他(2012)の論文の表を示して、関電の主張は過大でないと反対尋問した。これに対して赤松は、関電の引用する-178m までの速度は 640～1980m/s の低速度であり、信岡論文の例でも大飯サイトと同程度の 2,160m/s の速度の区間では h=1.6%にすぎないと反論した。

【補充説明の要点】当該論文は、標題『PS 検層の手法を用いた地盤減衰特性（Q 値）の評価』とあるように、地震観測記録が得られていない場所の減衰を、ボーリング孔を利用した PS 検層によって推定できることを示そうとしたものである。尋問に使われた表には、深さと速度の異なる層について Q 値が掲載されているが、減衰の大きい都合の良い低速度層についてのみを引用した不当な尋問であった。

【補充説明の詳細】信岡他(2012)の論文の Table 5 を次頁に引用する。尋問に使われた Table 3 は Minivib（ミニバイブ）の項に再掲されている。深さ 178～340m の Vs=2,160m/s は、h=1.6%と明示されている。Plunk-hammering（板叩き法）の h は更に小さく Vs=2,160m/s では h=1.0%である。速度が小さいと減衰が大きいことを示しており、大飯サイトのような速度 Vs=2.2km/s では 3%にはならないことは明らかである。

なお、尋問では出てこなかったが、当該論文では、深さ 178～340m、Vs=2,160m/s の減衰を、厚さが 1m、2m、5m の不均質な薄層による散乱減衰であるとして次頁の Table 6 のように Q 値を求めている。

Table 5. Q-value calculated by maximum amplitude method.

Depth(m)		S-wave velocity (m/s)	Minivib		Plunk-hammering	
			Peak freq.	Qs(h%)	Peak freq.	Qs(h%)
0	32	640	26.8	6.8(7.4)	25.5	7.3(6.9)
32	96	1480	23.7	7.9(6.3)	22.9	7.5(6.7)
96	150	1820	24.4	10.4(4.8)	23.5	7.7(6.5)
150	178	1680	24.7	9.1(5.5)	23.3	18.8(2.7)
178	340	2160	24.6	30.9(1.6)	23.9	51.5(1.0)

深さ 178～340m、Vs=2160m/s では h=1.0～1.6%（丙 479、88 頁）

Table 6. Effect of the Scattering attenuation.

Depth: 178m～340m	Qs
Homogeneous model (Results)	30.9
1m_model correction	-
2m_model correction	162.2
5m_model correction	91.1

薄層による散乱減衰（丙 479、88 頁）

Table 6 の Qs を減衰定数 h に換算する（h = 1 / (2×Qs)）と、2m 薄層モデルでは h = 0.31%、5m 薄層モデルでは h = 0.55%である。1m モデルは値が示されておらず、h = 0% 以下となる。層厚による Q 値の変化は、減衰が周波数に依存することを示す。また、自然地震と PS 検層では波の周波数が異なるから、『PS 検層の手法により算出された Q 値を用いて自然地震に対する地震応答を評価する際には注意が必要』（88 頁、右 3～5 行目）と記してある。すなわち、反対尋問は当該論文の都合の良い部分のみを引用したものであった。

12.4 土質地盤と硬岩の減衰定数および測定方法による減衰定数評価の違い

（51 頁 13 行目～52 頁下から 4 行目）

【反対尋問と証言】赤松は、関電が大飯サイトの硬岩に土質地盤より 1.5～2 倍も大きい減衰定数を使うのはおかしいと批判している（甲 655-1、49 頁）。これに対して、関電は、硬岩サイトで減衰定数が 3%を超え、土質地盤より大きいという報告が幾つもある、丙 496、丙 497 を示し、鉛直アレー観測記録の評価と PS 検層による評価とは、硬岩地点においてほぼ一致するという論文が幾つもあると反対尋問した。赤松は、赤松意見の内容とは乖離した尋問であるので、『幾つもあるというのは、皆、同じ系統の方の論文ですね』と答えている。

【補充説明の要点】丙 496 の小林他(2013)は土質地盤で h=1.2～1.3%であり、大飯の 3%の半分にも充たない。丙 497 の佐藤(2010)は、丙 480 の佐藤（2012）論文の元になった電中研報告書で内容は丙 480 と同じである。次の【詳細】に示すように、丙 496、丙 497 は大飯サイトの周波数に依存しない h=3%という減衰定数の証拠とはなり得ない。なお、『同じ系統の方の論文ですね』と答えているのは、丙 496 の著者は原子力安全基盤機構とコンサルタント会社の人達であり、丙 497 は電力中央研究所の報告書であるということを指摘したものである。

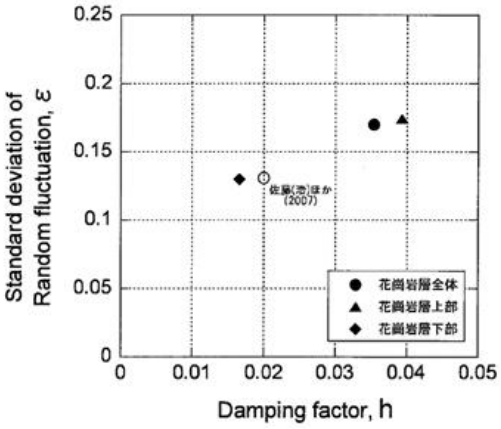
【補充説明の詳細】丙 496 は、PS 検層による Q 値と地震観測による Q 値とが同じであるという論文である。但し、地表～地下 300m の Vs=140～510m/s の土質地盤（下表）の平均値を 13～30Hz の範囲で比較して、h=1.2~1.3%としたものである。Vs=2,200m/s の大飯サイトの硬岩において、h=3%が妥当であるという証拠とはなり得ない。むしろ、土質地盤よりも硬岩で 3%もの大きい値を使っているという関電の不合理さを示す証拠である。

Table 1. Subsurface structure model at the test field. Layer 5 and Layer 6 have the same physical property.

Layer number	S-wave velocity [m/s]	Density [t/m³]	Thickness [m]
1	140	1.77	4
2	270	1.82	44
3	370	1.85	54
4	430	1.87	82
5	510	1.90	116
6	510	1.90	-

テストサイトの地盤構造. Vs は 140～510m/s である（丙 496、156 頁）

丙 497 は丙 480 の元になった報告書であるので、12-1 【補充説明の詳細】の内容を参照されたい。それに加えて、丙 497 では、地震観測とダウンホール法 PS 検層によって得られた 20～30Hz の平均的な減衰量 h と、岩盤の不均質による散乱減衰との関係を論じている。不均質の強度をサスペンション法 PS 検層データの速度ゆらぎの標準偏差として、右図のように h との関係を示した。このような図が O1-3 孔、O1-11 孔の PS 検層の速度のバラツキから h を推定することに用いられたのであるが、横軸の h は 20～30Hz の波の値、縦軸の速度のバラツキの値 ξ は、サスペンション法の数百 Hz、尋問(5)では 600Hz とされた波の値である。20～30Hz の減衰を、20～30Hz ではなく 600Hz の波の速度のバラツキに関係づけているが、周波数が全く異なる事象を直に比較することが可能であるとする根拠は示されていない。



減衰定数 h と速度のゆらぎの標準偏差 ξ の関係（丙 497、15 頁、図 10

12.5. 中央防災会議の推奨値（52 頁下から 3 行目～55 頁 9 行目）

【反対尋問】赤松等原告側が、関電は h=3%、0.5%としているが、中央防災会議は『500m/s＜Vs＜3000m/s の Q 値は、この速度層に対する解析例が少ないので、Vs＞3000m/s で用いられている平均的な Q＝100×$f^{0.7}$ を使う』としているとの主張に対して、関電は、中央防災会議の説明資料（丙 498）は平成 13 年（2001 年）であり、佐藤(2010)や信岡他(2012)の論文の発表がそれ以降であることを指摘する反対尋問を行った。

【補充説明】いずれの論文も周波数依存性を検証した論文ではない。証拠として挙げられた佐藤（2010）の報告書は、高周波数で周波数依存性がないとする拘束条件（バイリニア型減衰特性）で解析した結果であり、広い周波数範囲についての周波数依存性の有無を検証したのではない（前節、**12-3** および **12-4** に詳述）。信岡他（2012）の論文は、PS 検層が減衰の調査に使えることを示そうとする論文であり、周波数依存性は議論していない。前節 **12-3** に引用した Table 5 に示されているように、Vs=2,160m/s 層の減衰は、ミニバイブでは 24.6Hz、板叩き法では 23.9Hz と周波数を特定して、それぞれ 1.6%、1.0%と大飯の 3%より小さい値を求めており、周波数依存性は示していない。

(13) 地質断面図の岩級分布がボーリング地質柱状図と異なること

（56 頁 9 行目～62 頁末）

13-1 岩盤の亀裂や風化による岩級区分の低下（56 頁 9 行目～58 頁 10 行目）

【反対尋問と証言】関電は『大飯の基礎岩盤が硬岩に分類される火成岩であり、基本的に B 級や CH 級が存在しており、亀裂や風化などがある部分は CM 級に低下する』、『もともと亀裂など何もないけれども、亀裂が入ってだんだんと岩級が低下する』という主旨の尋問に対して、赤松は『一番最初から何もない状態であったかどうか私には判断出来ない』と答えた。

【補充説明】大飯の基礎岩盤である火成岩（約 3 億年前～約 2 億 5 千万年前の古生代ペルム紀の舞鶴層群、第 206 回審査会合、資料 3-3、8-9 頁、関電 H27.3.13）が地表付近に生成された当初に、亀裂が無かったかどうかは数億年前のことであり不明。むしろ、本件地盤の亀裂や破砕帯などは、生成過程とその後の地殻変動による圧力により生じたと考える方が自然であり、また、火成岩に限らず、地表付近の岩盤が地質的な時間スケールで風化するのは当然である。地質図は、地震に対する安全性を評価するための基礎となる資料であるから、現在の岩級分布を正確に記載したものでなければならない。

13.2 ボーリング柱状図から地質断面図の作成（59 頁下から 8 行目～62 頁末）

【反対尋問】赤松等原告が『ボーリング地質柱状図とは異なる地質断面図を作成している』と批判していることに対して、関電は『(a) C-C'断面上にないボーリング孔では、CM 級が 50m 程度連続する場合があるが、3、4 号炉直下のボーリング孔では連続していない』、『(b) 基礎岩盤は全体として CH 級以上の岩盤で構成されているが、亀裂や風化などによって部分的に岩級区分が低下して CM 級になっている場所があるという評価を、地質工学及び地質学の専門家である小島圭二氏も同様の見解である』、『(c) この評価を前提に規制委員会の審査で説明して地質断面図の記載方法に問題があるという指摘は受けていない』などと反対尋問をした。

【補充説明の要点】 赤松等原告は、関電の実施した物理探査や地質調査によって、基礎岩盤が堅硬で均質な水平成層構造でないこと、その原因は主に断層破砕帯とシームの分布に依ることを明らかにしてきた。これに対し、関電は堅硬でない原因を表層付近の風化による亀裂である主張し、ボーリング柱状図の岩級分布から地質断面図を作成する際、『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，岩級区分は E.L.-50m までは 3m 程度，E.L.-50m～E.L.-150m 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基に地質断面図を作成している（関電準備書面(28)、9 頁）』と主張している。『支配的な岩級区分』の具体的な求め方を明示しないまま、3、4 号炉を通る C-C'断面は炉心直下の 2 本のボーリング孔の岩級分布に矛盾しないと反対尋問しているのであるが、他の 8 本のボーリング孔の岩級分布が無視されている。柱状図から地質断面図を作成する方法を開示しておらず、断面図は恣意的に作成されたと考えざるを得ない。

【補充説明の詳細】

(a) 岩級分布は岩盤が均質でないから場所によって変化する。測線上にボーリング孔が 2 本しかない場合に、測線に沿った地質断面図を作成するには、測線上の 2 本のデータに加えて、測線付近のボーリング孔 8 本のデータを内挿して描く。そのために炉心直下だけでなく周辺のデータがある。勝手にデータの取捨選択をしてはいけない。

(b) 原告が、地質断面図の岩級分布がボーリング地質柱状図の岩級分布とは違うことを、第 25 回口頭弁論（2019.11.28）で明らかにした（準備書面 67（2019.11.22）、甲 510（2019.10.7））ところ、被告関電は準備書面 27（2021.5.17）および準備書面 28（2021.5.17）により澤田意見書（丙 339、）小島意見書（丙 340、2020.11）を引用し、具体的な説明を欠いた『支配的な岩級区分』という文言を用いて反論した。これに対し、原告が支配的岩級区分について、『具体的な統計処理として、足きり方式と小選挙区制とした支配的岩級区分でも、関電の地質断面図にはならない』ことを明示した（甲 603、3～7 頁）。関電は『支配的な岩級区分』の具体的な処理方法を開示しないまま、規制委員会の審査を経ていると主張して(c)の尋問をした。

(c) 岩級の低下についての考え方を、規制委員会の審査で説明していないことを、審査会合の議事録と資料を引用して示す：

以下に示すように、規制委員会では岩級分類の説明がされただけであり、亀裂や風化などによって部分的に岩級区分が落ちたという考え方の説明をして審査をしたということは議事録には記載されていないし、これに関する質疑もない（第 183 回審査会合(H27, 1, 16)議事録、42～64 頁）。

> 13 ページに移ります。まず、岩盤分類についてですが、岩盤分類については、電研式岩盤分類を基本とし、「岩石の硬さ」「コア形状」「割れ目の状態」を分類の指標として、岩級毎に B 級、CH 級、CL 級、D 級に分類しております。下に示す表のように、それぞれの事象に対し区分分けを実施しており、次のページに示しますようなマトリックスに従い岩盤分類を実施しております。　（第 183 回審査会合議事録、44 頁 7～11 行）

3. 岩盤分類

【岩盤分類】

岩盤分類は、電研式岩盤分類を基本とし、「岩石の硬さ」、「コア形状（割れ目間隔）」、「割れ目の状態」を分類の指標として、岩種毎にB級、CH級、CM級、CL級、D級に分類した。

■岩石の硬さ

区分	内容
①	新鮮色、極めて硬質、ハンマーで澄んだ金属音がする
②	新鮮色で亀裂沿いに風化色、硬質、ハンマーで金属音がする
③	風化色（褐色）、中硬質、ハンマーで多少濁った金属音がする
④	岩石組織がわずかに認められる程度、軟質、ハンマーで濁音がする
⑤	極めて軟質、ハンマーで著しく濁った音がする

■コア形状（割れ目間隔）

区分	内容
Ⅰ	50cm以上の長柱状
Ⅱ	20cm以上50cm未満の長柱状
Ⅲ	10cm以上20cm未満の柱状
Ⅳ	3cm以上10cm未満の岩片状～短柱状
Ⅴ	1cm以上3cm未満の岩片状
Ⅵ	1cm未満の土砂状

■割れ目の状態

区分	内容
a	密着、新鮮
b	酸化鉄付着／開口（酸化鉄等が付着。しかし岩石には酸化鉄の汚染なし）
c	細粒物質を挟む／開口（酸化鉄等が付着。岩石には酸化鉄の汚染あり）
d	割目として認識できない

岩級分類の指標（第 183 回審査会資料 2、13 頁）

3. 岩盤分類

【岩級区分表】

割れ目の状態	コア形状（割れ目間隔）	岩石の硬さ ①	②	③	④	⑤
a	Ⅰ	B	B			
	Ⅱ	CH				
	Ⅲ	CH				
	Ⅳ	CH				
	Ⅴ	CH				
	Ⅵ					
b	Ⅰ	B	B			
	Ⅱ		CH	CH		
	Ⅲ		CH	CH		
	Ⅳ		CH	CH		
	Ⅴ	CM	CM	CL		
	Ⅵ					
c	Ⅰ					
	Ⅱ			CM		
	Ⅲ		CM	CM		
	Ⅳ		CM	CM	CL	
	Ⅴ			CL	CL	
	Ⅵ					
d	Ⅰ					
	Ⅱ					
	Ⅲ					
	Ⅳ					
	Ⅴ				D	
	Ⅵ				D	

14

岩級区分のマトリックス（第 183 回審査会資料 2、14 頁）

なお、第 206 回審査会合（H27.3.13）の資料 3-6-1 に上記図面が再掲（13～14 頁）されているが、岩盤分類に関する説明も審議もされていない（第 206 回議事録、49～86 頁）。これ以降の審査会合では岩級区分に関する説明や質疑はされていない。このように、反対尋問は、虚偽の主張に基づいて行われた。

(14) すべり安全率算定フローについて（63 頁 1 行目～66 頁 3 行目）

【反対尋問】関電は、フロー図は「引張応力が発生した要素」で「すべり面の直応力が圧縮」でなければ「強度ゼロ」になるとしており、「強度ゼロ」にはせん断破壊が発生していない要素も含まれていると反対尋問した。

【補充説明の要点】(1) 仮に関電の言うとおり、「強度ゼロ」には、「せん断破壊に達し、かつ引張応力発生した要素」と、せん断破壊に達しておらず「引張応力が発生した（だけの）要素」の両方が含まれているとしても、せん断破壊が発生している要素である可能性がある以上、周辺への進行性破壊の検討の関係ではせん断破壊が発生している要素として扱うのが保守的対応として当然に必要となる。従って、「強度ゼロ」にせん断破壊が生じていない要素が含まれていることを強調することに意味はない。

(2) さらに関電は、実測データに基づいて、直応力がゼロの場合はせん断破壊が発生しているとして安全率を算定している。反対尋問はこの事実を隠し、調査結果と異なる事実を前提に行っている。

【補充説明の詳細】前記【要点】の(1)は、フロー図における形式的な場合分けに従った仮想的な応力状態での説明であり、実測データに基づいた解析過程を正しく反映したものではなく、フロー図の概念的な説明である。

(2) について、実測データに基づいて説明する。関電は試掘坑内でいろいろの岩種について岩級毎にブロックせん断試験とロックせん断試験を実施して岩盤の強度特性を測定し、また、破砕帯について室内一面せん断試験を実施している（第 206 回審査会合、資料 3-6-2、4～14 頁）。次図（図 14-1）に、CM 級細粒石英閃緑岩の強度特性の図（同、7 頁）を示す。図には、測定位置、測定方法が上段に、下段にピーク強度(左図)と残留強度(右図)の特性が示されている。グラフの横軸 σ は垂直応力（フローにおける直応力に対応）、縦軸 τ はせん断応力であり、いろいろの垂直応力で測定された強度が黒点で示されている。それぞれの測定結果から求めたピーク強度が赤線で、残留強度が青線で示されている。ピーク強度は $\tau = 16.5 + \sigma \tan 50.3^\circ$ kg/cm^2、残留強度は $\tau = 5.9\,\sigma^{0.58}$ kg/cm^2 である。

図 14-2 にすべり安定率算定のフローを示す。菱形①の判定により『引張応力が発生した要素（C-1、赤色）』と『せん断強度に達し、かつ引張応力が発生した要素（C-2、橙色）』は菱形②の直応力の判定に進む。そして②の判定により『直応力が非圧縮の要素（e）』は『強度ゼロ（灰色）』として扱う。反対尋問では「要素(C-1)がせん断破壊を生じていない」ことを問題にしたようである。これは直応力が非圧縮の場合のせん断強度の問題である。

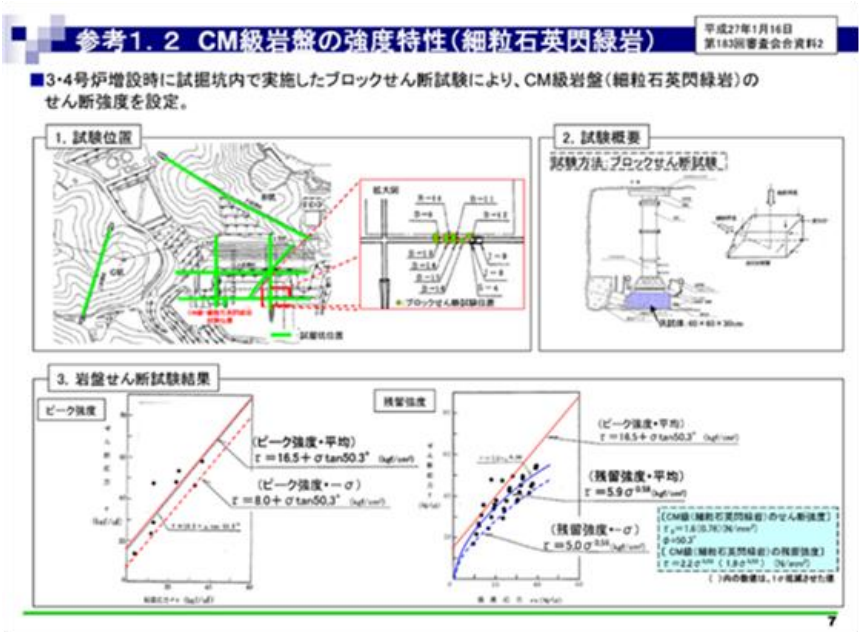
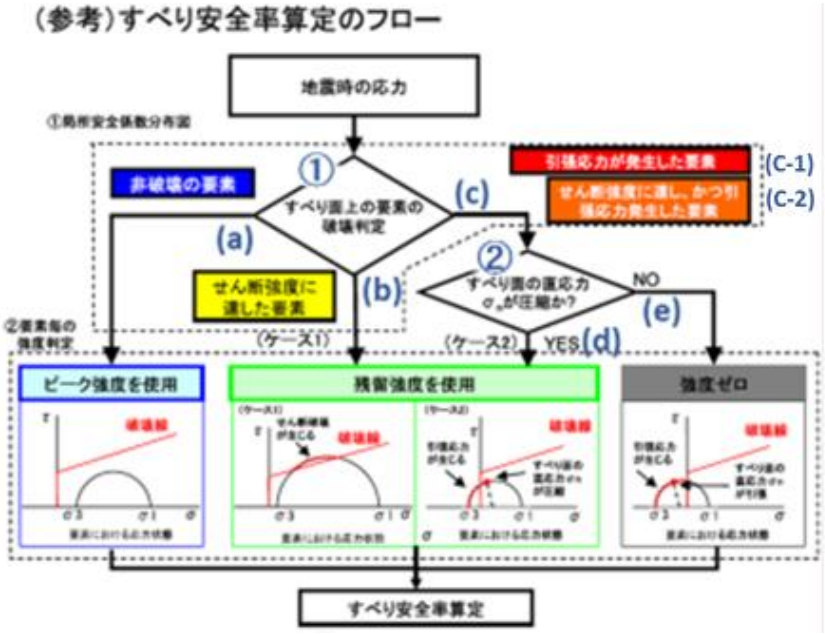


図 14-1. CM 級細粒石英閃緑岩の強度性. （第 206 回審査会合、資料 3-6-2、7 頁）



すべり安全率算定のフロー

図 14-2. （第 206 回審査会合 資料 3-6-2、46 頁の一部に加筆）

実測された強度特性図（図 14-1 の右下のグラフ）に、尋問者が問題にしている『引張応力が発生、直応力が非圧縮』のモール円を追記して次頁の図 14-3a に示す。ピーク強度（赤直線）は横軸 σ が負（引張応力）では実測値が無いので、点線で延長線上に伸ばした。この点線よりもモール円は下にあるので、せん断破壊は起こっていないことになる。尋問者はこのような応力状態があることを想定したようである。

ところが、直応力が負になるとピーク強度は急激に落ちてゼロになり、図の点線のように延長線上には延びない。関電は、どの程度急激にゼロになるか測定せずに、フロー図（図 14-2）において破壊線（赤線）が示すように、直応力 $\sigma=0$ でピーク強度をゼロ($\tau=0$)としている（$\sigma<0$ でも $\tau=0$ である)。図 14-3b に、強度ゼロの図を拡大して赤矢印を付して示した。すなわち、関電自ら、FEM 解析では、直応力が非圧縮の場合、ピーク強度はゼロであり、せん断破壊を起こすと評価している。フロー図では、概念的に『せん断破壊は起こさず引張応力が発生し、直応力が非圧縮』の場合と仮想しているが、実測データに基づいた解析ではせん断破壊を生じているとするのである。ピーク強度がゼロであるから、残留強度を使用するが、これも図 14-1 右下のグラフ（図 14-3a）の青線が示すようにゼロである。関電は実測値に基づいて強度ゼロとしているのである。反対尋問の『強度ゼロにはせん断破壊が発生していない要素も含まれている』は、関電の実測データを用いた応力条件に依らない尋問であった。

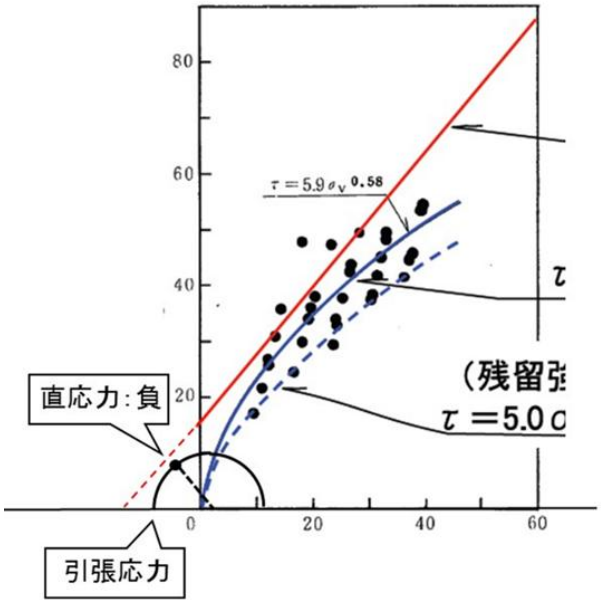


図 14-3a. 仮想強度（点線）と直応力が負のモール円

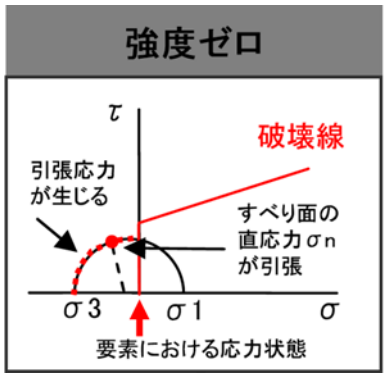


図 14-3b. 直応力がゼロの場合の
ピーク強度（赤矢印）

(15) 解析用せん断強度（66 頁 4 行目～67 頁 9 行目）

【反対尋問】関電は、甲 576、6 頁下から 4 行目を示して、赤松が『関電はすべり安全率の計算に CH 級のせん断強度を使っているが、CM 級のせん断強度は CH 級の 0.77 倍（2.0 / 2.6))、バラツキを考慮すると 0.65 倍(1.5 / 2.3)である』としたことについて、CM 級の分布割合は 36.6%としているから、すべり安全率の計算を、すべり面全体が CM 級であることになって実態に合わない』という反対尋問である。

【補充説明の要点】尋問の指摘に一理ある。甲 576 では、すべり面に沿う要素全てが CM 級であるとして計算している。しかし、関電は全てが CH 級であるとしているのであるから、関電の計算は実態に合わない。

【補充説明の詳細】標高 0～-150m における平均の岩級分布は、CM 級 36.6%、CH 級 61.1%であるので、この比率で計算すると、G-G’測線すべり面 6 の安全率は 2.6 から 2.37 に、ばらつきを考慮した場合の 2.3 は 2.00 に低下する。しかし、すべり面は弱面であるからすべり面に沿って岩級は低下しており、CH 級の分布は平均値 61.1%より小さいと考えられる。従って、すべり安全率は再計算した値より更に小さくなる。なお、この問題は、地質断面図の岩級分布が地質調査の原本である地質柱状図と異なっていることから生じていることに注意すべきである。

(16) 要素ごとの強度判定について（67 頁 10 行目～68 頁 3 行目）

【反対尋問と証言】赤松は、甲 655-7、77 頁で、関電が強度判定について、最も安全率の高いケースを示すだけで、安全率の低いケースを示さないことを批判した。これに対して関電は、『この要素ごとの強度判定をどのように行っているのかというイメージを原子力委員会に伝えるためにフロー図に添付した・・・、大飯発電所のこの E-E’断面を使用して、原子力委員会に説明し』(67 頁下から 9～4 行目)、『規制委員会からは、計算のデータはもちろん、各発電所のすべり面の要素ごとの強度判定図の提出も求められていない、そのことを認識しているか』と尋問した（67 頁下から 2 行目～68 頁 1 行目)。赤松は議事録を読んで知っていたから『議事録では、こういう図をさらっと説明するだけで、何も言ってないですね』と答えた。

【補充説明の要点】関電は、規制委員会の審査会合で、強度判定について、最も安全率の高いケースを使って『フローのイメージ』の説明をし、そして規制委員会は、安全率の低いケースの存在も、その中身も知らされず、最も安全率の高いケースによる『イメージ』で審査し、許可している。

【補充説明の詳細】規制委員会の「原子炉建屋の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価について」の審査は第 186 回（H27.1.16)と第 206 回（H27.3.13)）会合で実施された。第 186 回会合で、強度判定のフローに関して関電は資料 2 により『131 ページに移ります（次頁の図 a に引用)。131 ページにつきましては、すべり安全率算定時のせん断強度の考え方を示しております。せん断強度の考え方につきましては、モールクーロンの破壊基準に従い、要素の応力状態に応じて、ピーク強度、残留強度、強度ゼロを使い分けて実施しております」(第 186 回・議事録、54 頁下から 1 行目～55 頁 3 行目)と図中の文章を読み上げるだけでフローの説明はない。関電の説明と審議は、議事録の 42～64 頁に記載されているが、フローに関する記述はこの部分だけである。

206 回会合では、資料 3-6-2 の 48 頁（次頁の図 b に引用）にフローの図と、すべり面に沿う「局所安全係数の分布図」と「要素毎の強度判定」の図が示されている。関電の説明と質疑は、議事録の 48～85 頁に記載されているが、この資料の説明も質疑もない。尋問で問われたような『大飯発電所のこの E-E’断面を使用して、原子力委員会に説明している』は虚偽の主張による尋問である。

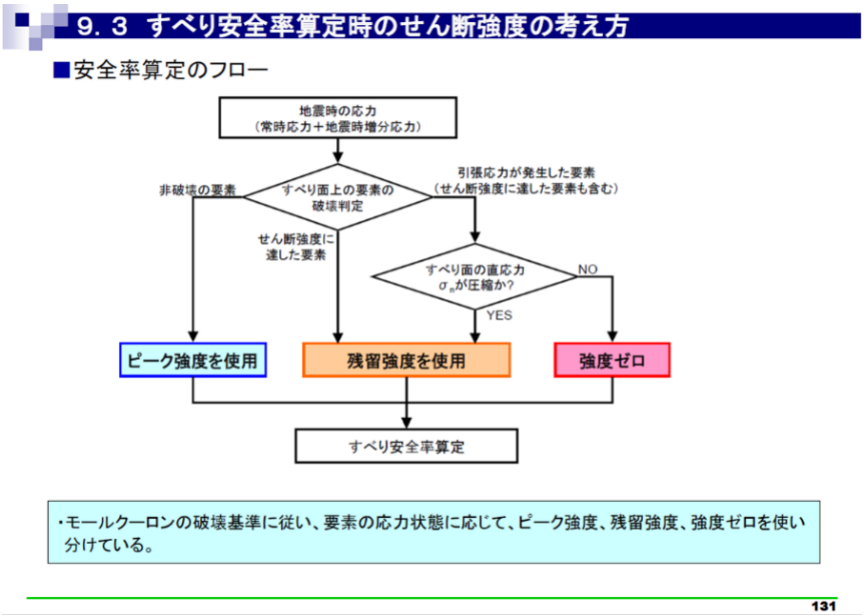


図 a. 安全率算定のフロー（第 186 回審査会合資料 2、131 頁）

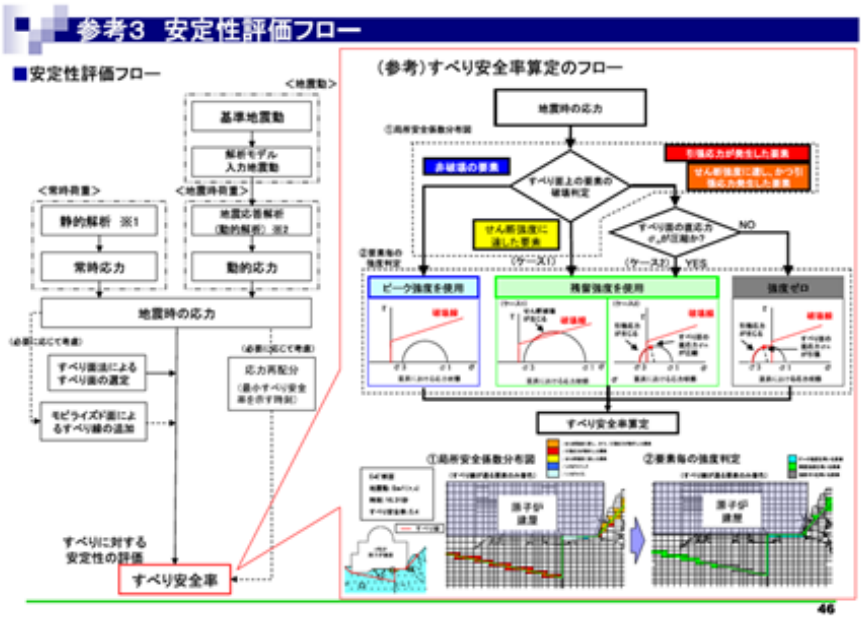


図 b. 安定性評価のフローとせん断強度の判定（第 206 回審査会合資料 3-6-2、46 頁）

(17) [引張強度] / [せん断強度] = 1 / 8 について（68 頁 4 行目～70 頁 8 行目）

【反対尋問】赤松は、丙 471（電中研報告書 377012、昭和 53 年 3 月）を引用して、岩盤の引張強度はせん断強度の 1/8 であるとした。これに対して関電は、①硬岩についての試験結果か、②また岩盤と岩石のいずれについての試験結果かを反対尋問した。

【補充説明】①硬岩についての試験であるかは、丙 471 の報告書には明記されていない。また、この報告書の元になった同 376011（昭和 52 年 6 月）は、海岸に近い軟質な地盤に原発を建設する場合の適用例を挙げているが『軟質な地盤』と表記してあるだけである。電中研報告書の執筆者に尋問すべき事項である。

②試験結果は、岩石か岩盤かについて：丙 471 報告書 377012 には『掘削安定解析の電子計算プログラムを今後広範な利用に供することを目的としたものである』（ⅱ頁、17 行目）と記されているから、1 / 8 の値は大飯サイトにも適用可能であると判断できる。尋問では 1/8 に拘っているが、岩石の [引張強度] / [せん断強度] は約 1/2 であることは関電の調査でも示されている（甲 576、8 頁、2 段落目）。1/2 とした場合でも引張破壊を起こすことは既に詳述してある（甲 576、8 頁下から 6～1 行目、表 3）。

報告書 376011 の原発サイトの適用例では、大飯と同程度のせん断強度に対して 1/34～1/50 の引張強度を設定している。後述の「**(31) 引張強度とせん断強度について**」の説明を参照されたい。

(18) 進行性破壊の検討（70 頁 9 行目～74 頁 4 行目）

【反対尋問】 赤松が、甲 655-3 の 10 頁で、『G-G’ 断面のすべり安全率が最小になった時点で、F-1、f-1、F-3 断層破砕帯に沿って、せん断破壊（黄、橙）をしており、数 10m に及ぶ破壊域を局所的として影響を無視している』と指摘したことに対して、関電は『F-F’ 断面すべり面番号 4 について、JEAG や審査ガイドに従って静的非線形解析により検討している』と反対尋問した。

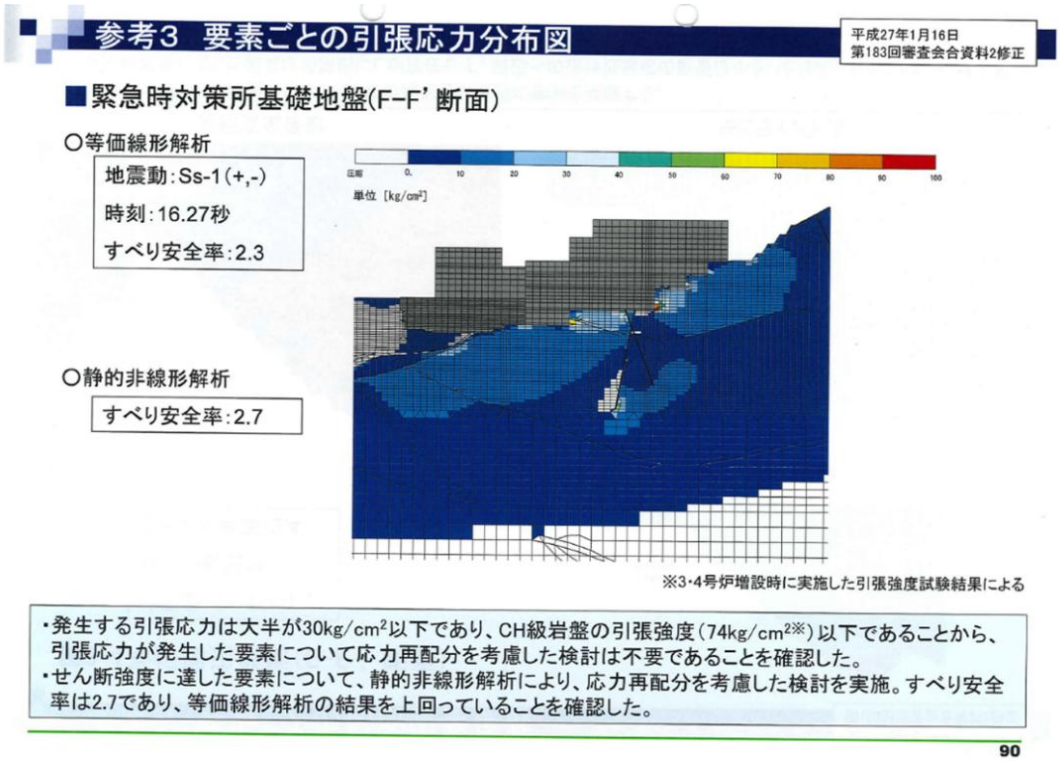
【補充説明の要点】(1) 原告が指摘した G-G’断面についてではなく、F-F’断面の検討結果（検討したのはこの一例だけ）に依っての尋問である。(2) 静的解析では地震動に対応しない。(3) 要素に引張破壊が生じていることを無視した計算である。

【補充説明の詳細】赤松の指摘した G-G’断面ではないが、尋問の F-F’断面について説明する。関電は、F-F’断面すべり面番号 4 の要素ごとの局所安全係数の分布について、広範囲に亘って引張応力とせん断破壊が生じているので、『(a)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、(b)せん断強度に達した要素について、応力再配分の検討をする』とした（丙 387、資料 3-6-2、89 頁）。そして、次図に示すように、『(a)について、発生する引張応力は 30kgf/cm^2 以下で、引張強度 74kgf/ cm^2 以下であるから、引張応力が発生した要素の応力再配分を考慮した検討は不要とし、(b)については、せん断強度に達した要素について応力再配分を考慮した結果、すべり安全率は 2.7 であり、等価線形解析 2.3 を上回っていることを確認した』とした（丙 387、資料 3-6-2、90 頁）。

しかし、(a)については引張強度は岩石の 74kgf/ cm^2 ではなく、岩盤のせん断強度の約半分とすると、CH 級は約 10kgf/ cm^2、CM 級は約 8kgf/ cm^2 である(#)。ばらつ

きを考慮すると、それぞれ 6kgf/ cm²、4kgf/ cm² であり、建屋直下の広い範囲の要素が引張破壊を生じていることになる。(b)の応力再配分の検討において、引張破壊によって生じた応力変化と応力の再配分は考慮されておらず、従って静的非線形解析の結果は不適切な条件での結果であり、審査ガイドが要請する『確認』をしたことにならない。

#：せん断強度は CH 級：2.1N/mm² (=21.4 kgf / cm²)、CM 級：1.4～1.6 N/mm² (=14.3～16.3 kgf / cm²) である（丙 384、19 頁）。引張強度はせん断強度の 1/2～1/8 であるが、大きめに見積もって約半分とした。



広範囲に亘って引張応破壊とせん断破壊が発生している場合の引張応力分布（丙 387、90 頁）

(19) 波線集中を計算するモデルの速度（74 頁下から 2 行目～77 頁 8 行目）

【反対尋問】関電は、赤松が波線集中検討用モデルについて、２層にした理由、速度を 4.5km/s と 3.5km/s に整理した理由等について反対尋問した。

【補充説明】 多層モデルでの波線集中の計算は赤松の計算機環境では無理であるので２層モデルで検討した。基盤とする 4.5km/s 層に対して、fan-shooting、反射法地震探査屈折法解析などの値から、表層の平均値として 3.5km/s を設定した。4.1km/s の領域は 4.5km/s 層内に深さ方向に細く僅かにしみ出している形状なので下層に含めた。波線集中の計算は波線理論に基づく短波長（高周波）近似である。基盤沈降地形によりどの程度の波線集中が生じるかを示したもの。なお、２層モデルの妥当性については、関電も単点微動観測における H/V の解析で基盤+表層の２層モデルを使っていることを指摘しておく。

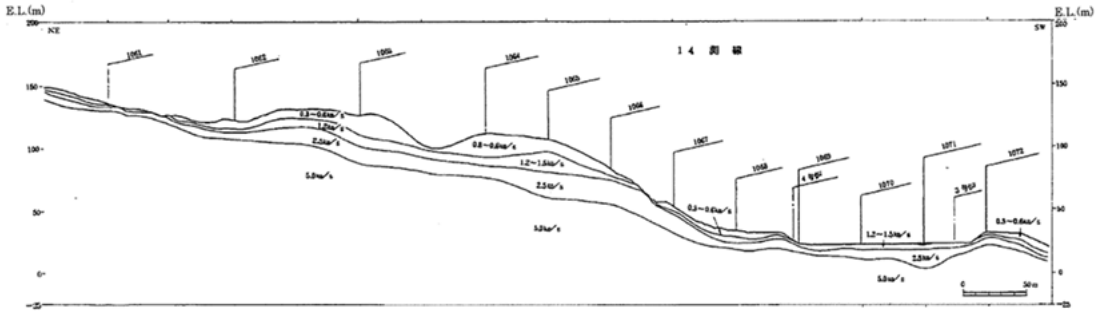
(20) 屈折法地震探査における Vp=5.0km/s 層の深さ（77 頁 12 行目～78 頁 8 行目）

【再主尋問】反対尋問で、丙 178、6-3-806 頁の図の 3 号炉付近では 5.0 ㎞/s の層が分布していることについて『この図ではそうです』、と答えたのはどうしてか

【補充説明の要点】提示された図は、はぎとり解析による速度構造である。はぎとり解析では、はぎとり層の速度が正しく、測線全体に亘って一様であるという前提条件が充たされている必要がある。走時曲線などの検証材料ないので『この図ではそう描かれている』としか答えようがない。

【補充説明の詳細】次図に丙 178、6-3-806 頁の第 3.5.106(2)図を引用する。図は、3 号炉、4 号炉付近では、Vp=5.0km/s の層の上に、1.2～1.5km/s と 2.5km/s の厚さが一様でない 2 層があるとした速度断面図である。剥ぎ取り解析では、先ず、2.5km/s の第 2 層に対して 1.2～1.5km/s の第一層の場所（地震計設置位置）ごとの厚さを推定して第一層を剥ぎ取った走時曲線を描き、次いで 5km/s 層に対して 2.5km/s 層の場所ごとの厚さを推定する。それぞれの層の速度が一様で正しく求まっていることが前提であるが、密な地震計間隔の順測線と逆測線（発破点の位置が反対）の対になる走時曲線、特に第一層を剥ぎ取った走時曲線が得られる必要がある。観測の仕様と走時曲線が開示されていないので、この図の信憑性は判断できない。

6-3-806



第 3.5.101 図(2)　地表弾性波探査速度断面図（その 2）

地表屈折法地震探査による速度断面（丙 178、6-3-806 頁）

(21) 基準地震動の策定に実地震記録を使うこと（78 頁 9 行目～79 頁 2 行目）

【再主尋問】基準地震動は震源特性やサイト特性を含んでいなければならないが、Ss18 や Ss19 はどうか。

【補充説明】基準地震動は、先ず、FO-A～FO-B～熊川断層のマグニチュードと震源距離から、地震動の距離減衰式という経験式で求まる地震動を Ss-1 とする。FO-A～FO-B～熊川断層モデルからレシピによって計算した地震動のうち、応答スペクトルが Ss-1 をこえた 16 の地震動を Ss-2～Ss-17 とする。そして、これまで国内で記録された地震動で応答スペクトルが Ss-1 を超える 2000 年鳥取県西部地震の記録を Ss-18、2004 年北海道留萌支庁南部地震の地表観測記録を地中基盤の波形に変形して Ss-19 とした。Ss-18、Ss-19 の震源特性、伝播特性、サイト特性は若狭湾地

域、大飯サイトのものではない。これを基準動とするのは実地震動であるからである。Ss-1～Ss-17 は破壊過程の複雑さが十分考慮されていない。熊本地震、大阪北部地震を適用したのは、実地震の震源特性には断層破壊の不均質性が含まれていることを明らかにするためである。

(22) 地山掘削整地による応力解放の影響（79 頁 3 行目～下から 3 行目）

【再主尋問】建屋付近で 70m 掘削したことについて『応力解放がすごい』と言った点についての尋問。

【補充説明】No.1157、1158 のボーリング地質柱状図に記載された孔口標高から、土被りは 22m 程度と思っていたが、調書 13 頁下から 7 行目：丙 492-3 を示した反対尋問で、土被りが 70m もあったということを知った。70m の被りがある原子炉基礎岩盤では、被りの岩盤の平均密度を 2.5g/cm^3 とすると、圧力（応力）は 17.5 kgf /cm^2 である。岩盤のせん断強度は、CH 級で 21.4 kgf/cm^2、CM 級では 14.3～16.3 kgf/cm^2 であり（前項(18)に記載）、応力が解放されて岩盤の節理やシームなどの空隙が拡大し空隙率が増大して、密度と伝播速度が低下する。但し、このような応力解放による物性の変化は、瞬時に生ずるのではなく岩盤の粘弾性的挙動によって一定期間遅れて生じる。従って、建設時に実施された物理探査や地質調査による岩級には反映されていない可能性がある。前出の **(1) 盤圧の解放による速度低下と地表地震探査結果**の項を参照されたい。

(23) 地質断面図記載の無固結地盤について（79 頁下から 2 行目～80 頁 7 行目）

【再主尋問】丙 339、20 頁の地質断面図の未固結地盤（白抜き部分）の信憑性を問う尋問。

【補充説明】反対尋問で証言（調書 17 頁 6 行目～19 頁下から 6 行目）したように、丙 339、20 頁の地質図で岩級分布を確認することは出来ない、しかし、未固結地盤と岩盤（風化層を含めて）の区別は岩級の区別とは異なって互層とはならず、境界は明瞭に識別できる。D-D'地質断面図の元になった地質柱状図が明示されておらず、岩級分布に関する地質断面図作成の手順が明確ではないので、判断を保留せざるを得ない。

(24) PS 検層よりQ値を算出する上での注意点（80 頁 8 行目～末行）

【再主尋問】丙 479 の信岡論文（2012）で『注意が必要』というのは、何について注意が必要と書かれているのか』という尋問。

【補充説明】自然地震と PS 検層では波の周波数が異なるから、『PS 検層の手法により算出された Q 値を用いて自然地震に対する地震応答を評価する際には注意が必要』（88 頁、右 3～5 行目）と記してある。信岡（2012）については、前出の「**12-3 硬岩サイトの減衰定数**」を参照してください。

(25) O1-3 孔の岩級分布と速度の分布（81 頁 1 行目～下から 8 行目）

【再主尋問】丙 340、16 頁の地質柱状図に『主に CL 級』と記載されているが、その根拠を問う尋問。

【補充説明】O1-3 孔、O1-11 孔は標高 0m 以下の PS 検層の結果のみが公表されているが、ボーリング地質柱状図は全く開示されていない。裁判において丙 340 の図 10 が出るまでは原告側の知り得た情報は標高 0m 以下の PS 検層結果のみであった。丙 340 の意見書で小島氏は『なお本図は、関西電力(株)から受領した PS 検層結果と柱状図をもとに作図したものである（4 頁)』と明記している。作図における『主に』の岩級分布が関電の『基準区間の中の支配的な岩級区分』と同等であるか否かは不明である。赤松は『主に CL 級』とした根拠を知らない。

(26) 弾性波速度への風化や破砕帯の影響（81 頁下から 7 行目～82 頁 9 行目）

【再主尋問】反対尋問で、丙 340 の 13、17 頁について、試掘坑内弾性波速度の遅い場所は風化や破砕帯の影響があるという小島意見と定性的に同じと、定性的と留保を付けた理由を問う尋問。

【補充説明】風化や破砕帯の影響で速度が低下するのは、定性的には当たり前のことであるが、どの程度の影響があるのかは定量的な検討が必要である。屈折法地震探査の走時解析では、『走時曲線の傾きが一定であると見做せる区間』を抽出して区間速度を推定する。丙 340 の図 12（17 頁）では、P 波 S 波とも速度は 0.25km/s 刻みに変化していると仮定して区間と区間速度を決めている（ .25km/s、.75km/s はそれぞれ .3km/s、.8km/s と表示されている)。このように速度を仮定した区間の位置決めであり、破砕帯の位置や幅との対応関係が明確ではない。なお、「**(8) 地盤モデルの表層 S 波速度**（14 頁)」の Vp と Vs の関係の図（甲 655-2、10 頁の図再掲）に示した様に、試掘坑弾性波探査の結果（丙 340 図 12）は O1-3 孔の PS 検層結果（丙 340 図 10）に比べ、ばらつきが大幅に大きいことからも、試掘坑弾性波探査の屈折法解析結果の精度が悪いことは明らかである。小島意見書では速度値とその分布を子細に検討していないので『定性的には』と留保せざるを得ない。

(27) 地盤増幅率の計算モデルの速度（82 頁 10 行目～下から 4 行目）

【再主尋問】反対尋問で、甲 655-2、9 頁の地盤増幅率の図を示して、試掘坑屈折法地震探査結果の S 波速度を使わず、坑間弾性波探査(fan-shooting)の結果から P 波速度を S 波速度に換算して使ったことへの批判（調書 36 頁 6 行目～38 頁末）があったが、そのようにしたことの再尋問である。

【補充説明】試掘坑内屈折地震探査のS波区間速度の算術平均値は、Vs = (2.141 ± 0.335)km/s、3号炉側では、Vs=(2.017±0.369)km/sである（甲422-2、図3）。しかし、前項(25)に記したように、試掘坑屈折法地震探査結果の区間速度は恣意的な値を設定しており、区間速度を評価した走時曲線が開示されていないので、区間速度の平均値が基礎岩盤の平均速度を表しているとする判断材料がない。一方、基礎岩盤を広範囲にカバーするfan-shootingのP波速度値は測線全体の平均値であり、基礎岩盤の平均速度をより正確に表していると判断できる。またバックチェックのためのPS検層結果のP波、S波の相関は大変高く、Vpから換算したVsは信頼性が高いと判断できるからである。『(8) 地盤モデルの表層S波速』の項に詳述してある。

(28) 速度漸増モデルの表層速度（82頁下から3行目～84頁7行目）

【再主尋問】反対尋問で、甲655-1、39頁について、モデル表層の1km/sはCL級となりCM級の柱状図と整合しないと質問されたが、そのような速度設定になったことについての再尋問である。

【補充説明】10-1項で補充説明したが、観測された位相速度を説明する物理モデルであり、関電のインバージョンモデルと同じく地質条件を入れたものではない。甲655-1の9頁のノートに、『ただし、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り、このモデルが正しく地盤をモデル化しているというのではない.』、『恣意的な初期条件を与えず、調査結果に基づいた初期条件で逆解析をするべきである』と明記した。

(29) 地震観測記録の基準化スペクトルの標準偏差（84頁8行目～85頁8行目）

【再主尋問】反対尋問で、敷地岩盤の均質性を地震観測記録の基準化スペクトルの標準偏差で評価していることについて、赤松はアプローチが違うのかという質問があったが、標準偏差で検討することは何が問題なのかを問う尋問。

【補充説明の要点】『(11) 地表地震観測による基礎岩盤の不均質性』で説明したとおり、基準化スペクトル自体を検討しないと対象地点の違いを見逃すことになる。

【補充説明の要点】丙351は、『規準化スペクトルの標準偏差（SD）が周波数、および震源距離に依存して増加する、すなわちバラツキが増大すること』等、その一般的な傾向を示した澤田・他（2019）の論文に依拠して、大飯原発サイトの7点の地表アレイ観測で記録された地震動の場所による違いをSDによって議論し、敷地地盤が均質で方位特性の無い1次元成層構造モデルが適用できると主張している。澤田・他（2019）が扱う地震動の場所による違いは、観測地震学では古くから知られた常識的知見であって、原発サイトで確認したという論文である。しかし、敷地

内でスペクトル自体はどの程度違うのかは明らかにしていない。

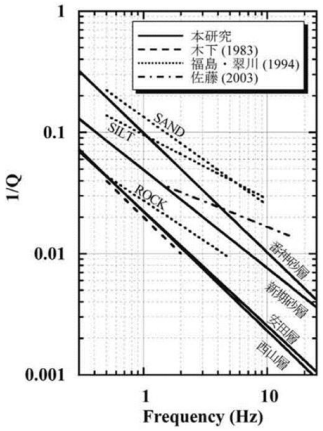
澤田論文に依拠して規準化スペクトルを議論した電中研の論文丙 351 は、３、４号炉建屋両端のスペクトル自体が異なること、従って地下構造が均質でないことを無視している。さらに方位による違いを 3 桁の対数目盛のグラフによって概ね同じであると主張しているが、数倍の違いを 3 桁のグラフで表示して違いが見えないようにするなど姑息な論文である。

(30) 地盤の減衰特性（85 頁 9 行目～86 頁末）

【再主尋問】地盤の減衰について、中央防災会議の推奨値である周波数依存性の Q 値を使っているが、資料は 20 年以上前の古いものであり、それ以降周波数に依存しない、あるいはバイリニア型で 10Hz 以上では一定とする論文が幾つも出ていると反対尋問（調書 52 頁 9 行目～55 頁 9 行目）されたが、この点はどうか。

【補充説明の要点】一連の論文は、バイリニア型の減衰特性を前提にした解析をしているに過ぎない。関電は、地下構造のモデル化で周波数に依存する Q 値を用いている論文、例えば、佐口・正樹・入倉（2009）等を無視している。

【補充説明の詳細】佐口・正樹・入倉（2009）（#1）は、2007 年新潟県中越沖地震で刈羽原発の地震動が想定をはるかに越えて大きかったことから、地震観測記録から S 波速度構造と周波数依存性の Q 値を求め、原発解放基盤の地震動を議論した論文である。柏崎刈羽原発の地下構造モデルとして、次図のように 0.3～25Hz の範囲で周波数依存性の Q 値($Q=Q_o \times f^m$)を用いている。表には、32 層の値が記載されているが、上層部分と下層部分を抜き出して示してある。最下層の 3 層は、Vs=671.6～672.0m/s、Qo=48.29～49.69 (平均：49.0)、m=0.87～0.99 (平均：0.95)である。平均値を用いると $Q(f) = 49.0\ f^{0.95}$ であり、減衰定数 h に換算する(h=1/(2Q))と、1Hz で h=1.0%、10Hz で 0.11%、30Hz で 0.040%である。これは図の西山層の減衰特性（最小の太い実線）に相当する。2007 年新潟県中越沖地震による柏崎刈羽原子力発電所で基準地震動を越える大きな地震動が観測された原因として周波数依存性の小さな減衰特性が挙げられている。



減衰特性（835 頁の図 5）

表 2　焼きなまし法によって同定された S 波速度構造

ρ (g/cm³)	Vs (m/s)	Depth(m)	Thickness(m)	Q_0	m
1.6	127.0	1.65	1.65	9.68	0.01
1.6	137.3	3.30	1.65	0.21	1.00
1.6	112.0	4.95	1.65	9.57	0.96
～					
1.7	609.0	187.50	8.75	44.76	0.96
1.7	608.7	196.25	8.75	48.68	0.99
1.7	609.0	205.00	8.75	19.66	0.00
1.8	661.2	216.25	11.25	46.06	0.99
1.8	672.0	227.50	11.25	48.29	0.99
1.8	671.6	238.75	11.25	49.69	0.98
1.8	671.9	250.00	11.25	49.02	0.87

S 波速度構造と減衰特性（835 頁の表 2).

#1：佐口 浩一郎, 正木 和明, 入倉 孝次郎, 強震時における解放基盤面の地震動の推定－2007 年新潟県中越沖地震による柏崎刈羽原子力発電所の地下構造モデルの同定と解放基盤の地震動－, 日本建築学会構造系論文集, 2009 年 74 巻 639 号 831-839.

(31) 引張強度とせん断強度について（87 頁 1 行目～88 頁 5 行目）

【再主尋問】反対尋問で、丙 471 の引張強度とせん断強度の関係が硬岩サイトのものかとの質問があったが、丙 471 の元になった報告書はどういうものか。

【補充説明の要点】『(16) [引張強度] / [せん断強度] = 1 / 8 について』で説明したように、丙 471（電中研報告書 377012、昭和 53 年 3 月）は電中研報告書 376011（昭和 52 年 6 月）の続報のようである。先行報告書では、原発を建設する場合の適用例を挙げており、大飯と同程度のせん断強度に対して 1/34～1/50 の引張強度を設定している。

【補充説明の詳細】次図に、報告書 376011 の物性値と被り深さの関係を引用する（42 頁、図 3-11）。深さが 0m から 200m 以上に増加すると、せん断強度は 30t/m^2（トン/平方メートル）から 150 t/m^2 に増加するが、引張強度は 2.25t/m^2 が 3.0 t/m^2 しか増加しないとしている。[引張強度]/[せん断強度]は、1/13.3 から 1/50 に減少している。

大飯のせん断強度の CH 級 2.1N/mm^2 は 214.2 t/m^2、CM 級の 1.6N/mm^2 は 163.2 t/m^2 であり、図の被り深さ 200m より深い場所のせん断強度に対応するから、引張強度はせん断強度の 1/50 という小さい値になる。丙 471（研究報告 377012）はこれを一般化して、[引張強度] / [せん断強度] = 0.1136～0.1399 としている（76 頁、付表 8）。これにより、岩盤の引張強度をせん断強度の 1/8 とした（甲 655-3、13 頁）。

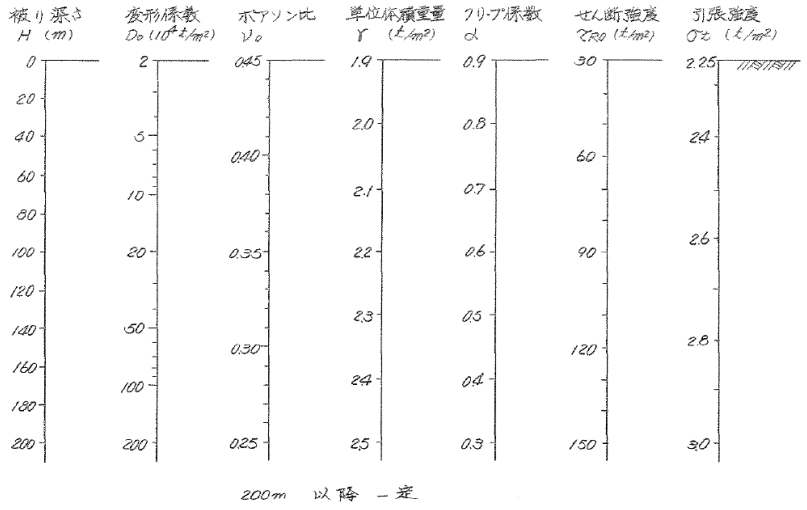


図３－１１　物性値と被り深さＨの関係

電中研報告書 376011、42 頁、図 3-11.

(32) 大阪府北部地震や熊本地震を検討したこと（92 頁 7～下から 4 行目）

【再反対尋問】関電は、赤松は大飯の地震動を検討するのに大阪北部地震や熊本地震の観測波を波形合成したり経験的グリーン関数法を使って検討したりしているが、規制委員会は鳥取県西部地震や北海道留萌地震の観測地震波の波形をそのまま検討しており、検討方法が異なると反対尋問した。

【補充説明の要点】関電は、北海道留萌地震の観測記録そのままではなく改変して基準地震動 Ss-19 を作成しており、事実誤認に依る反対尋問である。また、**『(3) 大阪北部地震記録を用いた地震動予測』、『(21) 基準地震動の策定に実地震記録を使うこと』**で説明したとおり、レシピでは平均的な断層破壊過程を想定しており、基準地震動 Ss-1～Ss-17 は、実地震の不均質な破壊過程が反映されていないことを示したのである。

【補充説明の詳細】北海道留萌地震（M 6.1）による基準地震動は、土質地盤上の K-NET 観測点（HKD020）の記録を地下の基盤震動に変換して Ss-19 としたものである。PS 検層によって土質地盤の S 波速度、減衰特性、および非線形性を推定し、基盤を Vs=938m/s、深さを 41m とした地盤モデルを作成し、このモデルによって地表観測記録（max：1,127 Gal）から、基盤地震動（max：609 Gal）を計算したものである(佐藤他、2013)。反対尋問で言われたような観測原波形ではない。

熊本地震による大飯原発サイトでの地震動予測では、KiK-net 観測点(KMMH16)の地中記録が大飯サイトの同じ速度層で観測されたとした場合と、熊本地震が FO-A～FO-A～熊川断層の位置で発生した場合とについて計算したものであり、波形変形は行っていない。

佐藤浩章・他(2013)：物理探査・室内実験に基づく 2004 年留萌支庁南部の地震による K-NET 港町観測点（HKD020）の基盤地震動とサイト特性、電中研・研究報告：N13007.

(33) 減衰定数について（92 頁下から 3 行目～97 頁 1 行目）

【再反対尋問と答え】関電は、周波数依存の場合、周波数が小さくなれば減衰定数が大きくなると反対尋問した。

【補充説明の要点】地震波の減衰特性は減衰定数 h あるいは Q 値で表される（Q=(1/(2×h))）。h は波が 1 波長進む（1 振動する）間の減衰量である。1 波長を越えると何波長か（振動回数）の複利計算になる。周波数が小さくなれば減衰定数 h は大きくなるが、波長が長くなり振動回数が少なくなるので多くの場合減衰量は小さくなる。周波数依存の場合『低周波で h は大きくなる』が、結論としての減衰量は小さくなる場合が多いことに留意が必要である。

【補充説明の詳細】h=3%の場合、1 波長進むと振幅は 97%（0.97=1.0－0.03）になっている。10 波長分進むと 0.97 の 10 乗、0.97^{10} = 0.737（73.7%）に減少する。すなわち、10Hz の波が、1 Hz の波の 1 波長分進むと、振幅は 73.7%に減少する。

次表に、いろいろの h について、1Hz の波が 1 波長進む距離を、10Hz、20Hz 波が進んだときの振幅を示す。(a)は h=3%の一定の場合、(b)は反対尋問で挙げられた丙 496 の例である（162 頁、Fig.21）。低周波で h が増加しているが、同じ距離を伝播した高周波の波より振幅は大きく、低周波で振幅の減衰が大きいとは限らない例である。また(c)は、同じ距離を伝播して周波数に依らず振幅減衰が同じとなる場合で、h が周波数に逆比例すると距離減衰は周波数に依らず一定である。

(a) h=0.03 一定			(b) h = 0.0753×f $^{-0.5995}$ （丙496）			(c) (h = 0.03×f $^{-1.0}$		
f (Hz)	h (%)	amp	f (Hz)	h (%)	amp	f (Hz)	h (%)	amp
1	3	$0.97^{1.0}$=0.97	1	7.53	$0.925^{1.0}$=0.925	1	3	$0.97^{1.0}$=0.97
10	3	0.97^{10}=0.737	10	1.89	0.981^{10}=0.826	10	0.3	0.997^{10}=0.97
20	3	0.97^{20}＝0.544	20	1.25	0.988^{20}=0.778	20	0.15	0.9985^{20}=0.97

h の周波数依存性と距離減衰.

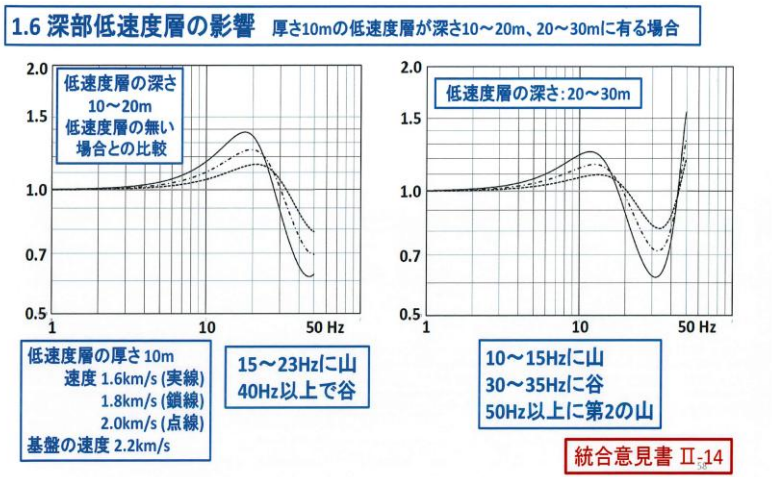
(34) 破砕等不整形が地盤震動特性に及ぼす影響（98 頁 10 行目～99 頁 1 行目）

【磯邊裁判官の尋問】『仮に破砕帯等による数 m～数 10m 規模の不整形が存在するとしても、地震波の波長が十分長い（Vs=2.2km/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』という澤田氏の見解（丙 339、10 頁）について、赤松の見解を問う尋問がなされた。赤松は、澤田氏の見解は定性的なものであり定量的に評価する必要があること、古いが計算例があることなどを証言した。

【補充説明の要点】破砕帯等による不整形地盤の地震波増幅については、(1)地表または地中に速度の遅い薄層がある場合については、これまで数値計算結果を示し、また、(2)反射法地震探査で明らかになった低速度の凹地がある場合については、小堀他(1977)（*）『不整形地盤の振動特性』の計算結果を引用して、いずれも数 Hz 以上の周波数帯域で大きな増幅作用があることを指摘してきた。

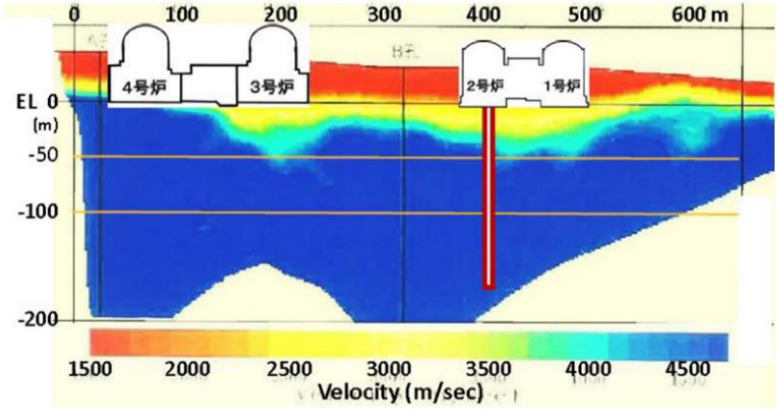
【補充説明の詳細】甲 602 :『大飯原発の PS 検層結果による地盤震動特性－細かなばらつきの不均質の影響について－』および甲 611『大飯原発敷地の地盤震動特性－PS 検層結果および地質柱状図 による微細構造の影響 について』において詳しく計算結果を提示した。それらは甲 655-7 の 62～67 頁に纏められている。

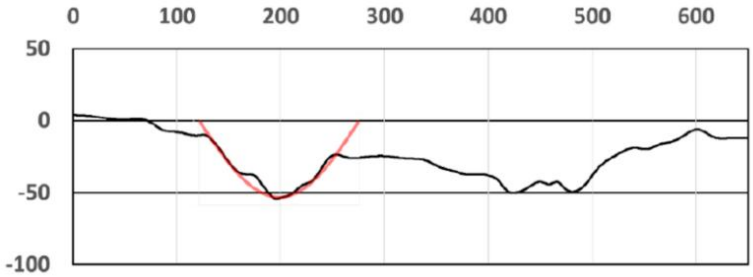
(1)例として、Vs=2.2km/s の基盤層の深さ 10m および 20mに、厚さ 10mの低速度層（Vs=1.6、1.8、2.0km/s）がある場合の地盤震動特性を次頁に引用する（甲 655-7、63 頁）。低速度層の速度によって増幅率は異なるが、低速度層の無い場合に比べ、10Hz の波は 5～23%増加する。



地中に低速度層がある場合の地盤増幅率（甲 655-7、63 頁）.

(2) 次図にトモグラフィー解析による速度断面と低速度の沈降域を示す（甲 602、16 頁、図 23)。小堀他(1977)に依って沈降域を半余弦曲線でモデル化すると、沈降域の地盤震動は 6Hz の波で 1.2 倍程度の増加となる（甲 602、5 頁、4.不整形地盤の震動特性、小堀他(1977)は甲 602 の註 1 に説明)。20%以上に達する増幅作用を『地盤増幅特性に及ぼす影響はほとんどない』とする澤田氏の見解は誤りである。





上図 トモグラフィー解析による速度断面.
下図 黒線：基盤の沈降プロファイル、赤線：不整形地盤モデル.

*：小堀鐸二・篠崎祐三、不整形地盤の振動特性、地震第 2 輯第 30 巻 127～142 頁、1977.

目次

番号	項　目	（反対尋問本人調書の頁）	頁
(1)	盤圧の解放による速度低下と地表地震探査結果	（調書 2 頁 1 行目～3 頁下から 7 行目）	1
(2)	若狭湾地域の地震は応力降下量が大きいこと	（調書 4 頁下から 8 行目～8 頁 5 行目）	2
(3)	大阪北部地震記録を用いた地震動予測	（調書 8 頁 11 行目～10 頁 12 行目）	4
(4)	原子炉直下の岩級分布		
4-1.	低い岩級の有無	（17 頁 6 行目～18 頁 2 行目	4
4-2.	岩級の境界	（18 頁下から 5 行目～19 頁下から 11 行目）	5
(5)	PS 検層について－ダウンホール法とサスペンション法の違い		
5-1.	サスペンション法の発振周波数	(19 頁下から 6 行目～21 頁 4 行目)	6
5-2.	速度構造探査における PS 検層と自然地震の周波数の違い	（21 頁 5 行目～下から 9 行目）	6
5-3.	減衰構造探査における PS 検層と自然地震の周波数の違い	（21 頁下から 8 行目～22 頁下から 6 行目）	8
5-4.	区間平均速度の求め方	（22 頁下から 5 行目～24 頁下から 11 行目）	9
5-5.	O1-3 孔と O1-11 孔の表層速度について	（24 頁下から 10 行目～25 頁 12 行目）	9
5-6.	O1-3 孔の孔口標高が 31.86mであることの影響	（25 頁 13 行目～28 頁 3 行目）	10
5-7.	ダウンホール法とサスペンション法による速度の違い	（28 頁 4 行目～29 頁下から 8 行目）	11
(6)	トモグラフィー解析の精度	（29 頁下から 7 行目～30 頁下から 8 行目）	13
(7)	RQD から求めた P 波速度について	（31 頁下から 3 行目～34 頁下から 5 行目）	13
(8)	地盤モデルの表層 S 波速度	（34 頁下から 4 行目～38 頁末）	14
(9)	断層破砕帯が地盤震動特性に及ぼす影響	（39 頁 2 行目～40 頁 14 行目）	15
(10)	微動アレイ観測による地盤モデルの作成	（40 頁 15 行目～44 頁 6 行目）	
10.1.	速度漸増モデル	（40 頁 15 行目～44 頁下から 3 行目）	15
10-2.	規制委員会における地盤モデルの議論	（44 頁 7 行目～下から 3 行目）	16
(11)	地表地震観測による基礎岩盤の不均質性	（44 頁下から 2 行目～47 頁 13 行目）	18
(12)	減衰定数について	（47 頁 14 行目～55 頁 9 行目）	
12-1.	バイリニア型減衰特性の折れ曲がり点	（47 頁下から 2 行目～49 頁 7 行目）	18
12-2	周波数依存性の有無	（49 頁 8 行目～50 頁 7 行目）	19
12-3	硬岩サイトの減衰定数	（50 頁 8 行目～51 頁 12 行目）	19
12.4	土質地盤と硬岩の減衰定数および測定方法による減衰定数評価の違い	（51 頁 13 行目～52 頁下から 4 行目）	20
12.5.	中央防災会議の推奨値	（52 頁下から 3 行目～55 頁 9 行目）	22

(13) 地質断面図の岩級分布がボーリング地質柱状図と異なること
（56 頁 9 行目～62 頁末）
13-1 岩盤の亀裂や風化による岩級区分の低下（56 頁 9 行目～58 頁 10 行目） 22
13.2 ボーリング柱状図から地質断面図の作成（59 頁下から 8 行目～62 頁末） 23
(14) すべり安全率算定フローについて（63 頁 1 行目～66 頁 3 行目） 25
(15) 解析用せん断強度（66 頁 4 行目～67 頁 9 行目） 27
(16) 要素ごとの強度判定について（67 頁 10 行目～68 頁 3 行目） 28
(17) [引張強度] / [せん断強度] = 1 / 8 について（68 頁 4 行目～70 頁 8 行目） 29
(18) 進行性破壊の検討（70 頁 9 行目～74 頁 4 行目） 30
(19) 波線集中を計算するモデルの速度（74 頁下から 2 行目～77 頁 8 行目） 31
(20) 屈折法地震探査における Vp=5.0km/s 層の深さ（77 頁 12 行目～78 頁 8 行目） 32
(21) 基準地震動の策定に実地震記録を使うこと（78 頁 9 行目～79 頁 2 行目） 32
(22) 地山掘削整地による応力解放の影響（79 頁 3 行目～下から 3 行目） 33
(23) 地質断面図記載の無固結地盤について（79 頁下から 2 行目～80 頁 7 行目） 33
(24) PS 検層より Q 値を算出する上での注意点（80 頁 8 行目～末行） 33
(25) O1-3 孔の岩級分布と速度の分布（81 頁 1 行目～下から 8 行目） 34
(26) 弾性波速度への風化や破砕帯の影響（81 頁下から 7 行目～82 頁 9 行目） 34
(27) 地盤増幅率の計算モデルの速度（82 頁 10 行目～下から 4 行目） 34
(28) 速度漸増モデルの表層速度（82 頁下から 3 行目～84 頁 7 行目） 35
(29) 地震観測記録の基準化スペクトルの標準偏差（84 頁 8 行目～85 頁 8 行目） 35
(30) 地盤の減衰特性（85 頁 9 行目～86 頁末） 36
(31) 引張強度とせん断強度について（87 頁 1 行目～88 頁 5 行目） 37
(32) 大阪府北部地震や熊本地震を検討したこと（92 頁 7～下から 4 行目） 38
(33) 減衰定数について（92 頁下から 3 行目～97 頁 1 行目） 38
(34) 破砕等不整形が地盤震動特性に及ぼす影響（98 頁 10 行目～99 頁 1 行目） 39