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９３準備書面

－被告関電準備書面（３２）：地域特性への反論に対する再反論－

２０２２年（令和４年）５月２６日

京都地方裁判所　第６民事部合議ろＡ係　御中

原告ら訴訟代理人

弁　護　士　　出　口　治　男

同　　渡　辺　輝　人

外

目次

１　原告ら第８６準備書面に対する反論「第１」について 3

２　硬岩でも反射により増幅すること 7

３　波線集中の被告関電の主張が定性的であること 8

４　弾性波トモグラフィー解析及び反射法地震探査結果は水平均質構造でないことを示していること..... 9

５　地震波が集中し地震動が３倍以上に増幅する危険があること 13

6　①３次元把握の原則例外を逆転させ、②３次元把握が必要な場合を狭めていること..... 14

７　寸法効果 14

８　ＲＱＤ（ボーリング１m区間毎の 10cm 以上のコア４長の総和を%で表したもの）..... 25

９　微動アレイ観測 27

１０　地質調査について 28

１１　01-3孔簡易柱状図の元のボーリング柱状図の開示が必要なこと ... 28

１２　試掘抗弾性波探査について 30

１３　単点微動観測 32

１４　地表における地震観測結果について 34

被告関電準備書面(32)に対して、以下のとおり反論する。

1　原告ら第８６準備書面に対する反論「第１」について

（被告関電準備書面(32)　第2）

(1)CM級の割合(第2の1①　5頁～)

ア　原告らは、ボーリング調査結果に拠れば、標高-150mまでの区間で軟弱なCM級が広がっており、例えばNo．1159孔では、CM級が52．7%に及ぶことを指摘した(原告ら第67準備書面9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(%)

イ　これに対して、被告関電は、原告指摘の割合でCM級が広がっている事実を否定できず(被告関電準備書面(28)7～12頁)、ただ、CM級とCH級は「堅硬度合いが大きく異なるものではない」と述べる(被告関電準備書面(32)6頁)。

ウ　しかし、被告関電は、堅硬度合いが大きく異ならないと定性的に述べているだけである。定量的には、3･4号炉基礎の細粒石英閃緑岩の強度特性は、関電採用の安定性評価の解析用物性値に拠ると、下表のように1．3～1．5倍の大きな差異がある。

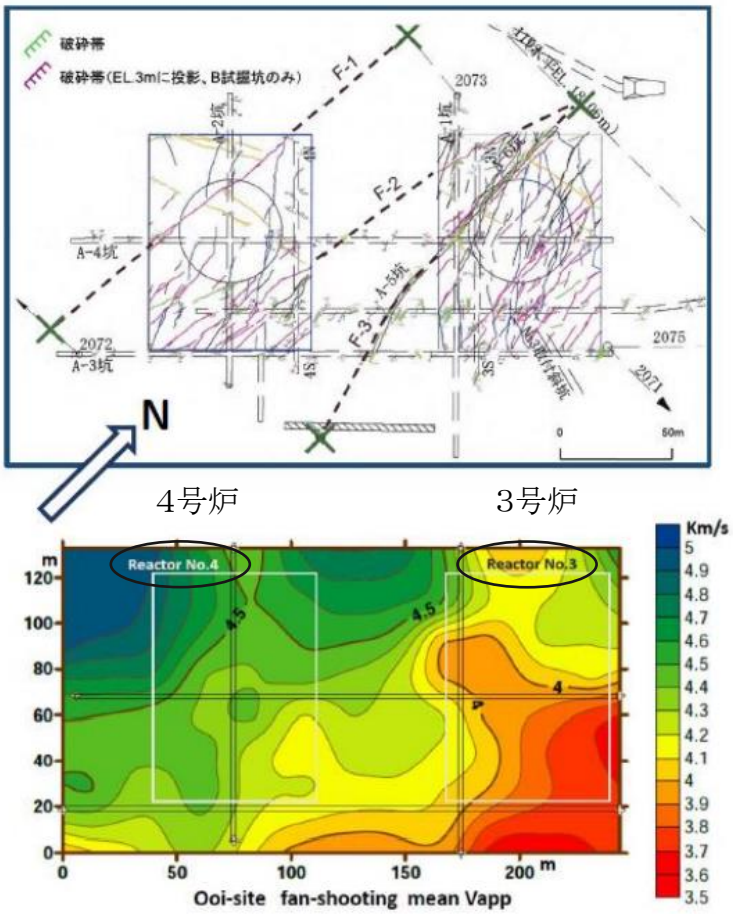
	せん断強度(平均値)	せん断強度(ばらつき考慮)
CM 級	1.6 N/mm^2	0.78 N/mm^2
CH 級	2.1 N/mm^2	1.2 N/mm^2

第 206 回審査会合資料 3-6-1、19 頁を引用

よって、イの被告関電の反論は失当である。

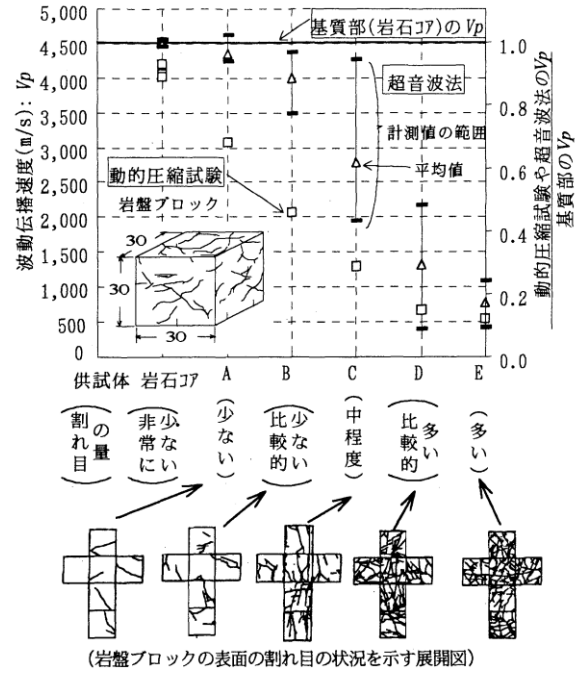
(2)西から東に向けて速度が低下していること(第2の1②　5頁～)

ア　原告らは、試掘坑弾性波探査結果に拠れば、P波速度が西側から東側に向けて系統的に低下しており、破砕帯に伴うシーム(亀裂)が西側から東側に向けて多くなっていることに対応していると指摘した(原告ら第67準備書面20頁～)。



イ　これに対して、被告関電は、系統的に低下している事実を否定できず（被告関電準備書面（28）16頁～）、ただ、低下しているのは0．5km/s程度で、地震波の伝播や増幅に顕著な影響はないと言い、被告関電準備書面（32）においても（28）準備書面を引用する。

ウ　しかし、被告関電は定性的な反論に終始している。硬質岩の地震波速度が割れ目の量に比例して低下することは、土木学会では既知のことである。



(a) 動的圧縮試験と超音波法の Vp の比較

「硬質岩盤サイトの地震波伝播速度と原位置試験による波動伝播速度の比較」

佐藤正俊他　土木学会論文集 No.568/Ⅲ-39、161-173、1997.6

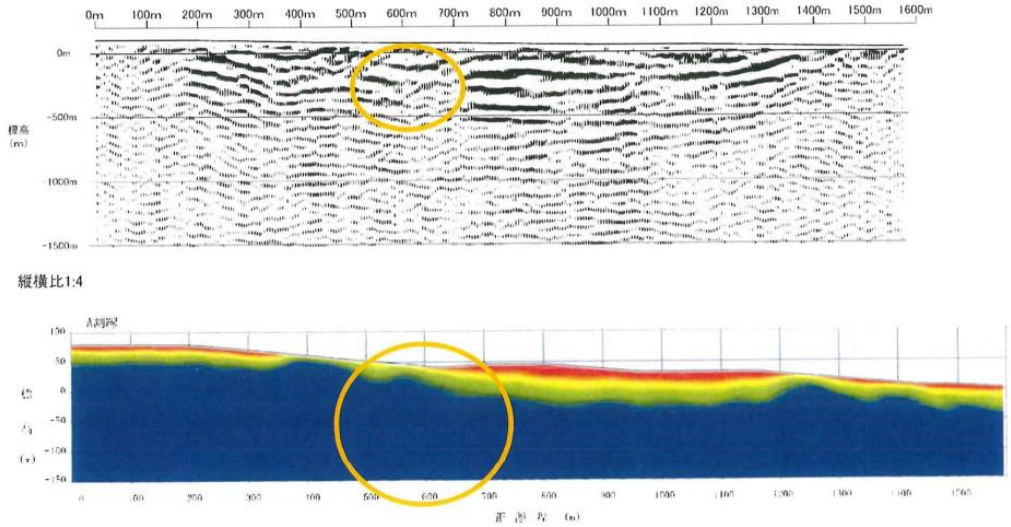
図-7(a) 割れ目の量と Vp の関係

地震波増幅率がインピーダンス(速度×密度)の逆数に比例することから、4号炉敷地から3号炉敷地へ速度値が低下していることにより、3号炉敷地の増幅率は4号炉敷地より27%大きくなる。「顕著な影響がない」と言って看過することは許されない(甲602　表1～3、図1～9)。

(3)回折波の存在(第2の1③　5頁～)

ア　原告らは、田村意見書(甲423)に基づき、反射法地震探査結果に回折波の存在を指摘した(原告ら第69準備書面12頁)。

イ　これに対して被告関電は、屈折法解析結果に拠れば、田村意見書が回折波の存在を指摘する箇所に弾性波速度の境界面は認められないと主張した(被告関電準備書面(28)32頁)。



【図表５　反射法地震探査及び屈折法解析の結果（Ａ測線）】

（上の図）　　（下の図）

ウ　しかし、田村意見書が引用する上の図、反射法地震探査結果図は縦横縮尺比1:1であるのに、被告関電が屈折法解析結果として引用する下の図は縦横縮尺比が1:4である。屈折法解析結果を縦横縮尺比1:1にすると下の図のとおり、そもそも弾性波の境界面の存否を判別できる図ではない（原告ら第89準備書面19頁）。上記被告関電の主張はごまかしと言う他ない。

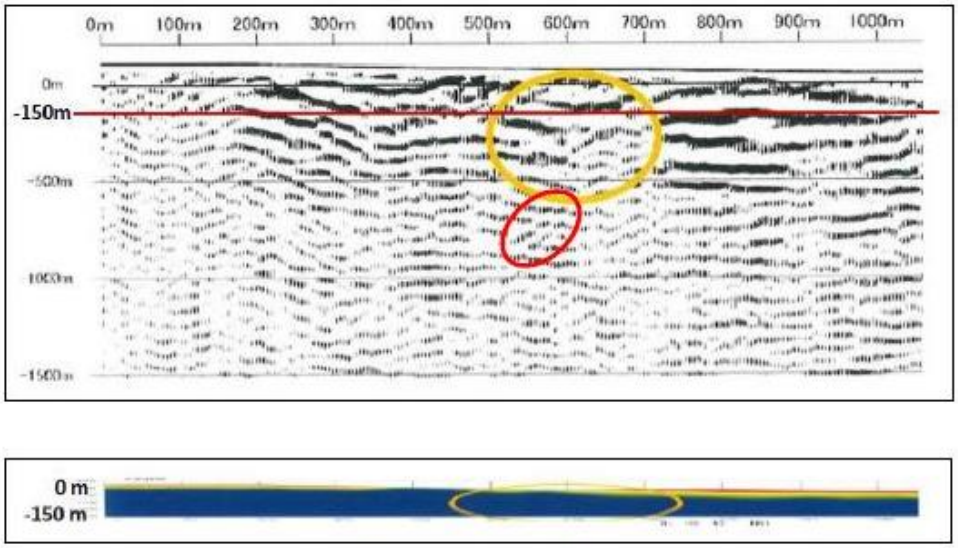


図 17. 反射断面に現れた回折波（上図）.
反射断面と同じ縦横比で表した屈折法解析結果（下図）.

赤松意見書20頁

(4)異方性の存在(第2の1④　5頁～)

ア　原告らは、抗間弾性波探査結果(ファンシューティング)から、本件地盤には異方性(速度などが方向によって異なること)が認められることを明らかにした(原告ら第77準備書面27頁～、甲576　31頁)。

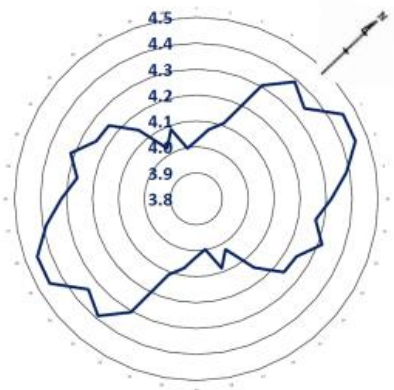


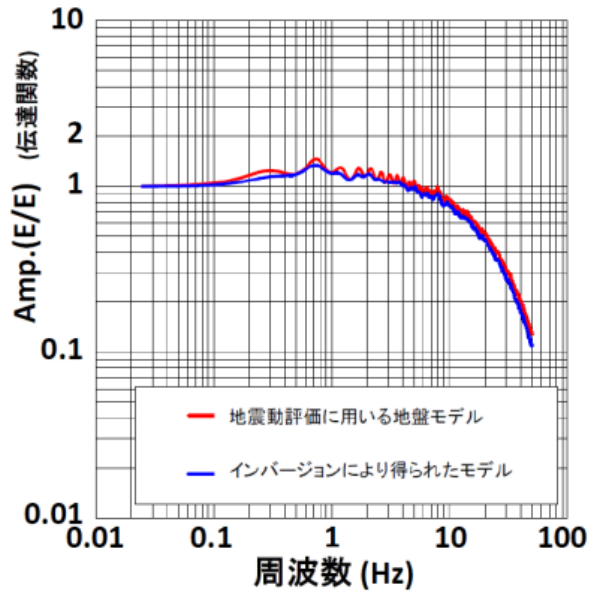
図 15-2. P 波速度の異方性：坑間速度の平均の方位分布.
上図の方位分布を方位 10 度刻みでの算術平均.
反対方向に進む波の速度は同じとして平均.　中心が 3.7km/s、外周が 4.5km/s.

イ　これに対して、被告関電は、被告関電準備書面(28)16～19頁で反論したと言うが(被告関電準備書面(32)6頁)、引用箇所に異方性についての言及はない。被告関電は、反論不能に陥っている。

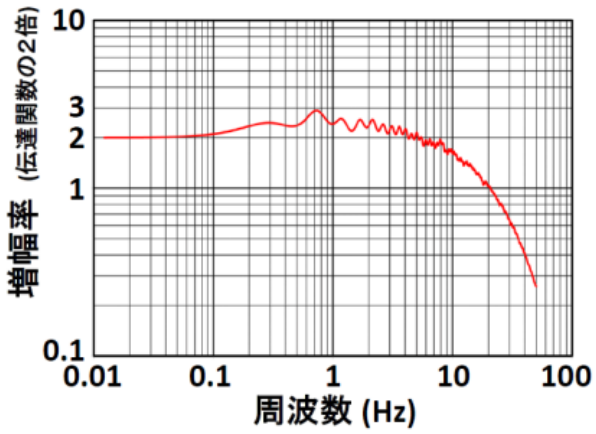
2　硬岩でも反射により増幅すること

ア　被告は、「表層に軟弱地盤がある地域では、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」が、本件地盤は硬岩で構成されているから「反射による地震波の増幅現象を考慮する必要はない」と主張した(被告関電準備書面(27)12頁)。

イ　これに対して、原告らは、被告が規制委員会に提出した資料に拠って、本件地盤の伝達係数が1以上であり、増幅率は伝達係数の2倍となることから、硬岩である本件地盤においても、反射により増幅することを指摘した(原告ら第86準備書面5～6頁)。



被告関西電力の地盤モデルの伝達関数



関電地盤モデルの増幅率.

全ての周波数について伝達関数の 2 倍.

ウ　被告関電は、この原告指摘に対して、増幅の事実を否定できず、何らの反論もできなかった（被告関電準備書面（32）6～7頁）。

3　波線集中の被告関電の主張が定性的であること

ア　被告関電は、地盤に不整形やレンズ状低速度帯があっても、速度境界の速度差が小さい場合は屈折せず、地震波の集中は起きないと主張した（被告関電準備書面（27）14～17頁）。

イ　これに対して、原告らは、「大きい」「小さい」という定性的、抽象的な主張で論拠

足り得ないと批判した（原告ら第86準備書面7頁～）。

ウ　被告関電は、この原告ら主張に対して、速度差が幾らを下回ると屈折の起きない等、具体的な反論ができず、ただ、定性的主張を繰り返すだけである（被告関電準備書面（32）7頁）。

4　弾性波トモグラフィー解析及び反射法地震探査結果は水平均質構造でないことを示していること

ア　被告関電は、新たに実施した反射法地震探査及び弾性波トモグラフィー解析結果から、堅硬な岩盤が概ね水平に広がっている、P波速度4．6km/sの地盤に多少高低差はあるものの、地盤モデルのスケールから言うと小さな高低差だと主張する（被告関電準備書面（27）43～48頁）。

イ―1　反射法地震探査結果

これに対して、原告らは、反射法地震探査結果は、位置番号530付近を挟み屈折波が約20ミリ秒食い違っており、落差の大きい断層が存在すること（速度を3000～4000m/sとすると60～80m の落差に相当する）、そのために屈折反射波（赤色表示）と回析波（茶色表示）が認められることを指摘した（原告ら第86準備書面8頁）。

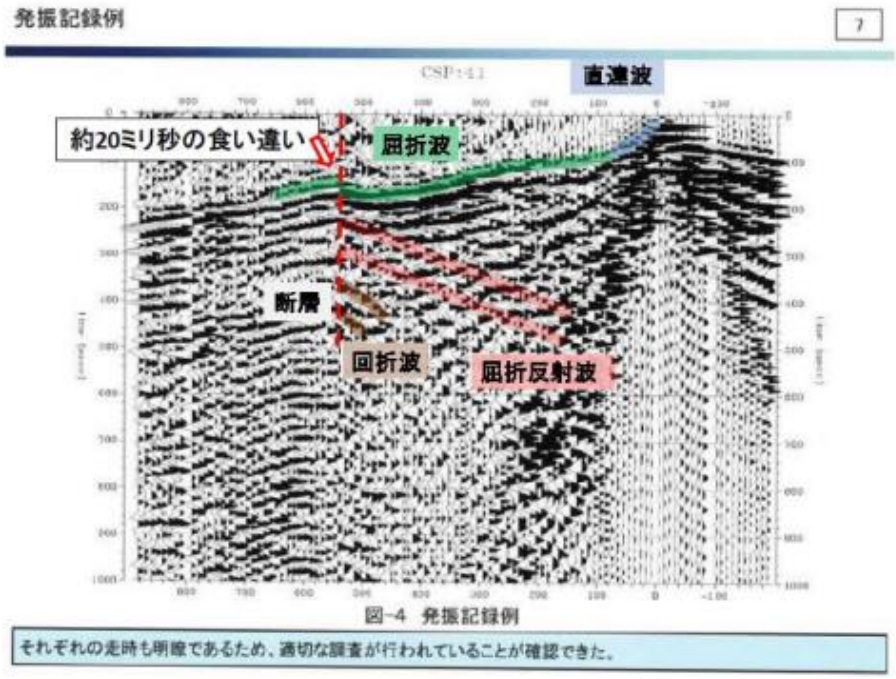


図-4　発振記録例

それぞれの走時も明瞭であるため、適切な調査が行われていることが確認できた。

丙３４７号証７頁に加筆

イ―2　弾性波トモグラフィー

　また、原告らは、弾性波トモグラフィー解析結果は、被告関電が解放基盤面の速度だと言うP波速度4．6㎞/sの岩盤、即ち、濃い青の上面の2か所に幅約100m、深さ約50mに及ぶ沈降部があることを示しており、到底、多少の高低とも、ほぼ水平とも言えないと指摘した（原告ら第86準備書面10頁～）。

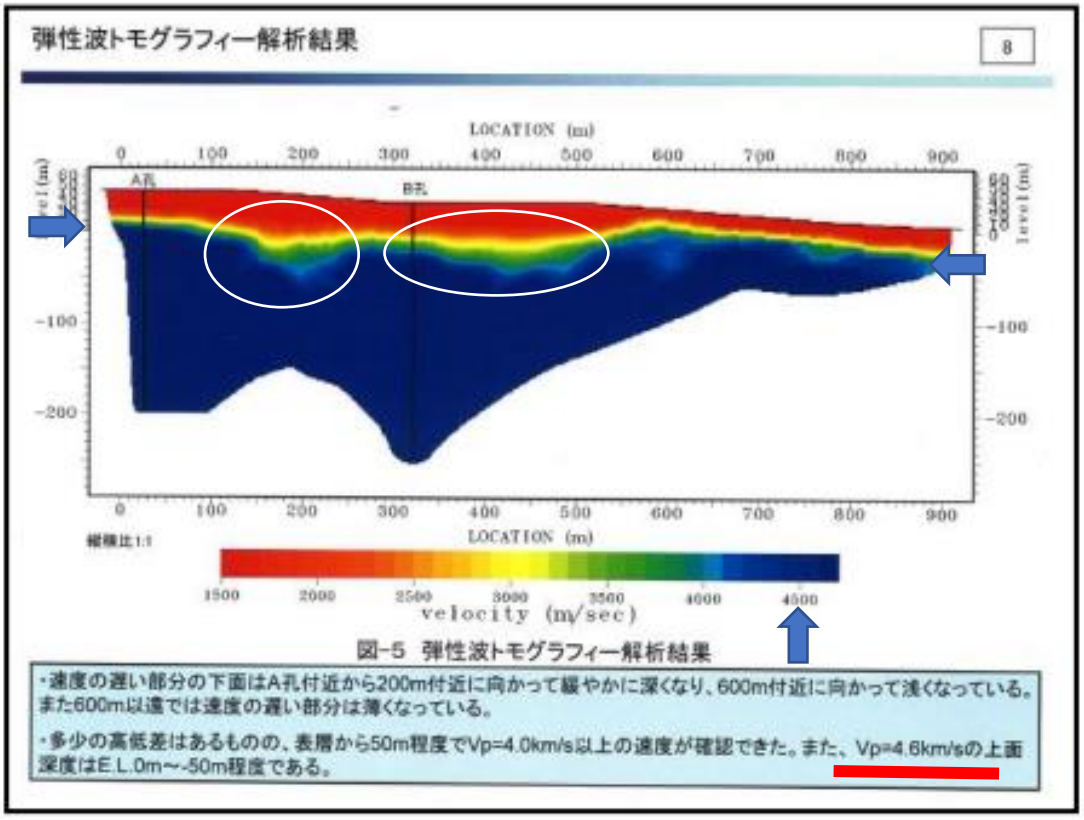
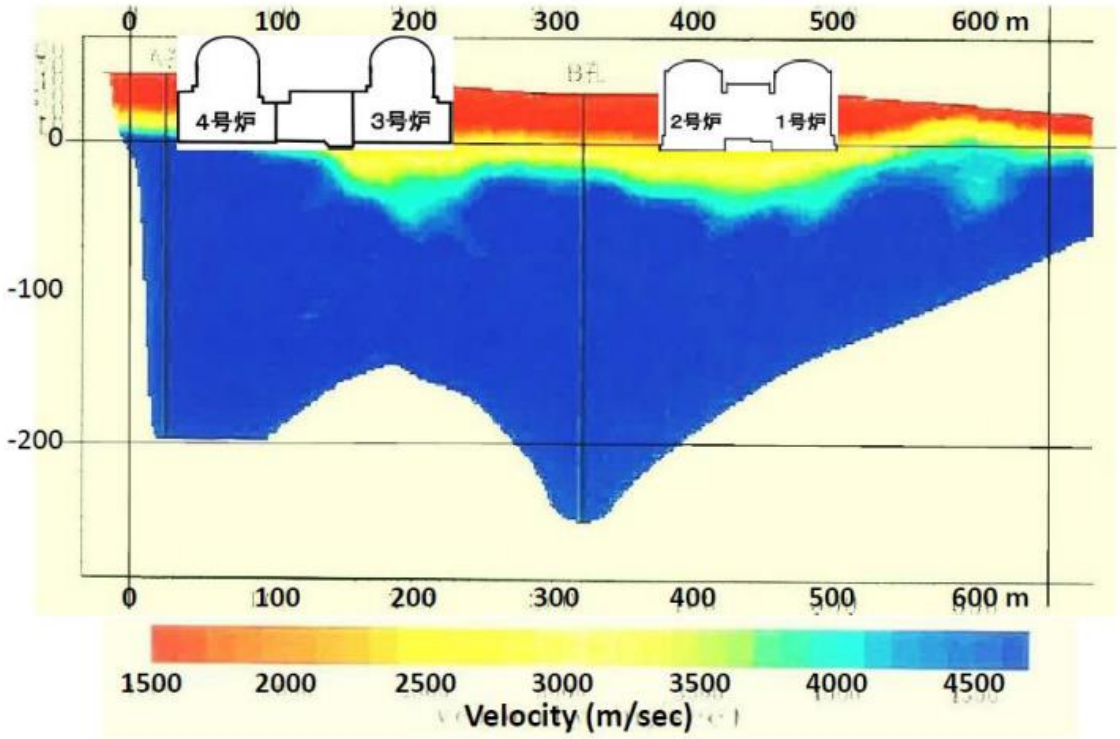


図-5　弾性波トモグラフィー解析結果

　また原告らは、同沈降部が原子炉建屋直下に位置すること、原子炉建屋の大きさと比較して、看過できる規模でないことを指摘した（原告ら第86準備書面11頁～）。



ウ―1　反射法地震探査結果

原告らのイ－1 の指摘に対して、被告関電は、何の反論もできなかった（被告関電準備書面（32）　7～9、21頁）。

ウ―2　弾性波トモグラフィー

原告らのイ－2 の指摘に対して、被告関電は、①比較的速度の低い層は原子炉建屋を設置する工事の際に取り除かれている、②弾性波トモグラフィーは原子炉建屋中心から220m離れている、③地下3kmまでの地盤モデルのスケールからすれば、幅100m、深さ50mの沈降部は「小さな高低差」である等と反論している（被告関電準備書面（32）8～9、22頁）。

しかし、被告関電の上記主張は小島意見書の下図を根拠とするが、元データが採取されたボーリング孔は遠く離れた所に位置しており、離散的で限られた情報に基づいて推測（speculate）されたものであること、建屋に近接して（50m 以内）標高-30m まで沈降している CM 級岩層、しかも炉心直下では標高-150m まで30%以上も分布している CM 級岩が、建屋建設時に掘削されて取り除かれたとは考えがたいことを指摘した（甲597　8頁）。

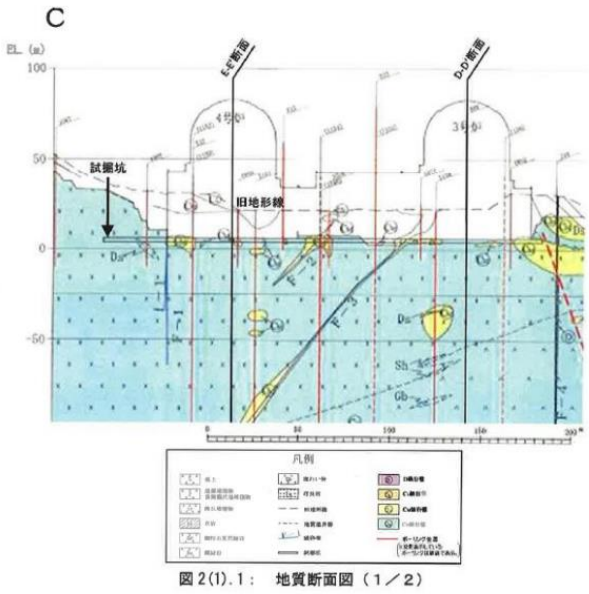
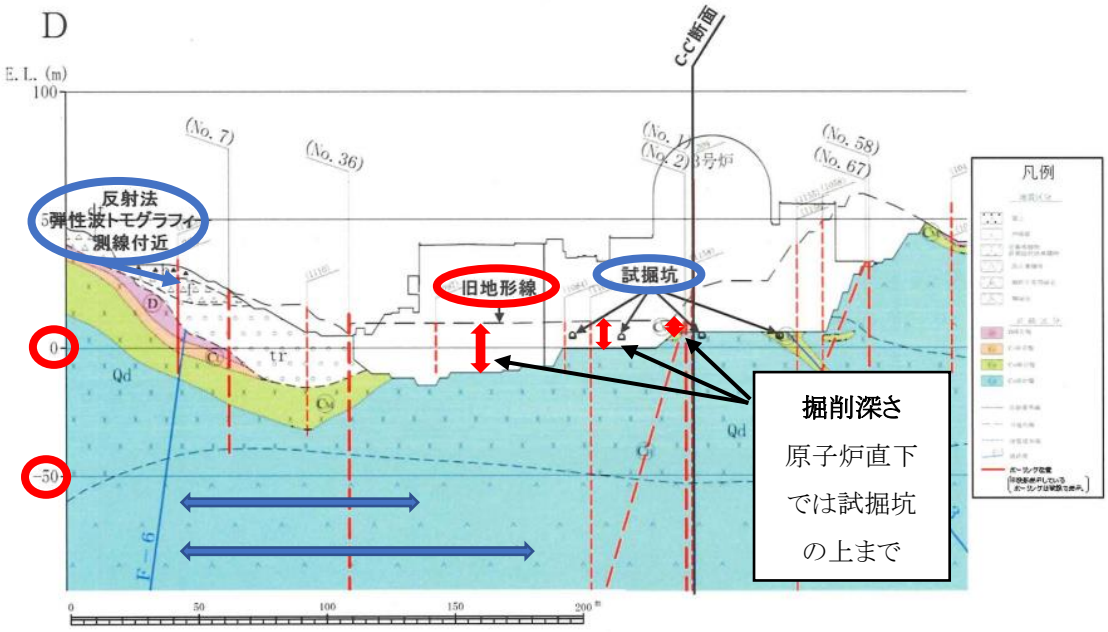


図 1-1. 澤田氏が引用している地質断面図（C-C'断面）．大半を CH 級とする．

①低速度層取り除きの主張　確かに、原子炉建屋を設置する工事で一部表土が取り除かれているものの、実際に取り除かれたのは、標高+10mの元の地表からせいぜい20mの厚さで、標高−10mまでの範囲である。しかも、炉心位置では標高+6m まで基盤岩が残されている（図の試掘坑部分）。上記のとおり、沈降部は深さ標高−50mに及んでおり、沈降部の真上に原子炉建屋が設置されていることを考慮しなくてよい理由にならない。



丙339（小島意見書） 20頁の図　3号炉建屋付近を（南東から北西に）縦切りにした断面図である

②弾性波トモグラフィーが原子炉建屋から離れた位置で実施されたとの主張

被告関電は、弾性波トモグラフィー解析が原子炉建屋中心から220m離れた位置でなされたと主張する。

しかし、弾性波トモグラフィーの実施位置は、上記丙339　20頁の図の弾性波トモグラフィー測線の位置である。被告関電は、準備書面(32)では原子炉建屋中心から220mと言っているが、同(27)では「原子炉建屋から150m」と述べていた(46頁)。原子炉建屋に続くタービン建屋からは80mしか離れていない。

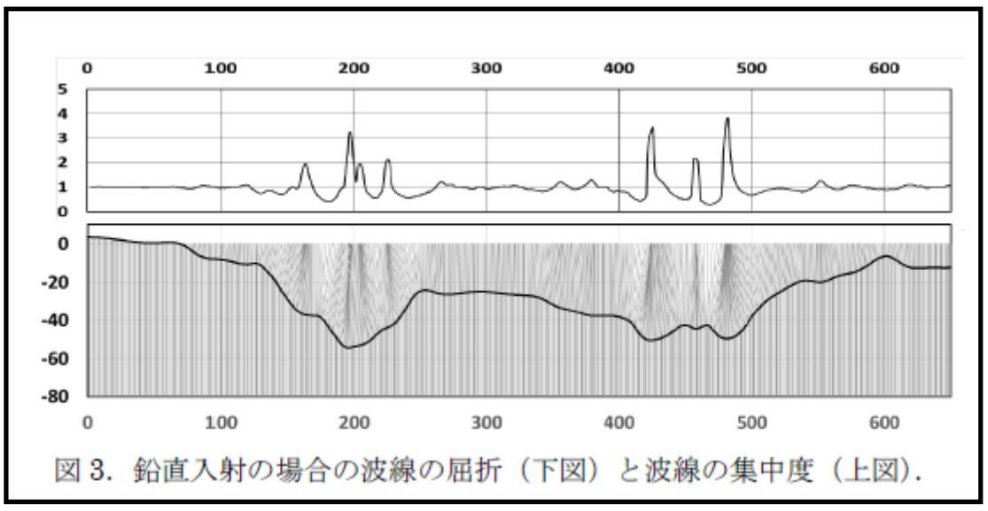
同測線地下の岩級区分は、被告関電の地質断面図に拠っても、EL-10mまでCM級、それ以深はCH級、地質区分はEL－50mまで細粒石英閃緑岩である。これで-50mに至る沈降部が存在する。

原子炉建屋直下の岩級区分は、被告関電の地質断面図に拠ると、弾性波トモグラフィー実施位置とほぼ同一の岩級区分、地質区分が続いている上、F3破砕帯に沿ってCM級が深く伸びている。速度構造は、破砕帯に沿ってCM級が伸びている点で、沈降部がさらに深くまで伸びている可能性がある。少なくとも、原子炉建屋直下にも同様の沈降部が続いているものと考えられる。

よって、弾性波トモグラフィーの実施位置が原子炉建屋直下でないことを理由に原子炉建屋直下には沈降部がないとする被告関電主張は失当である。

5　地震波が集中し地震動が３倍以上に増幅する危険があること

ア　原告らは、P波速度4．6㎞/sの地盤の幅100m、深さ50mの沈降部が、地震波を集中させ、地震動を3～5倍に増幅する危険があることを指摘した(原告ら第86準備書面11頁～、甲596図4～5　註1)。



甲596　図4

イ これに対して、被告関電は、赤松意見書が、上記増幅について「波線集中の計算は、波の位相を考慮していない。集中した波線が場所で同位相に近い場合振幅は加算され逆位相では打ち消しあう。波線集中は地震動が増幅されるための必要条件を提示するものである」と記載していることを挙げて、原告らの上記主張が赤松意見書の一部だけを取り上げているなどと論難する。

ウ しかし、原告らは、「波線が集中する場所（＝地盤が沈降している場所）では、地震動は最大3倍以上増幅される危険がある。この危険性も被告関西電力は全く考慮していない」と主張して、必ず増幅するなどと主張しているのではなく、正確に、増幅の危険があるのに被告関電が増幅危険性を全く考慮していないと主張している。論難を受ける不正確な主張はしていない。

6 ①３次元把握の原則例外を逆転させ、②３次元把握が必要な場合を狭めていること

ア 地盤の地下構造を3次元把握すべき場合について、被告関電は、①原則的には2次元把握でよく、3次元把握を例外とし、②3次元把握が必要な例外について、「成層かつ均質と認められる場合を除いた場合」を広く3次元把握が必要とするのではなく、さらに「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」に限定する主張をしている（被告関電準備書面（27）16～17頁）。

イ これに対して、原告らは、下記の設置許可基準規則解釈別記2を引用して（基準地震動ガイドも同旨）、①3次元把握が原則とされていること、②3次元把握が必要な原則的場合は、「顕著な」要件で狭められていないことを指摘した。

> 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

ウ 原告らの上記指摘に対して、被告関電は、上記被告関電主張を繰り返すが、いかにも無理な主張である。

7 寸法効果

ア 原告らは、被告関電が実施し規制委員会に提出した本件地盤の調査結果データに拠って、本件地盤が水平成層、均質、堅硬と言えないことを明らかにした。

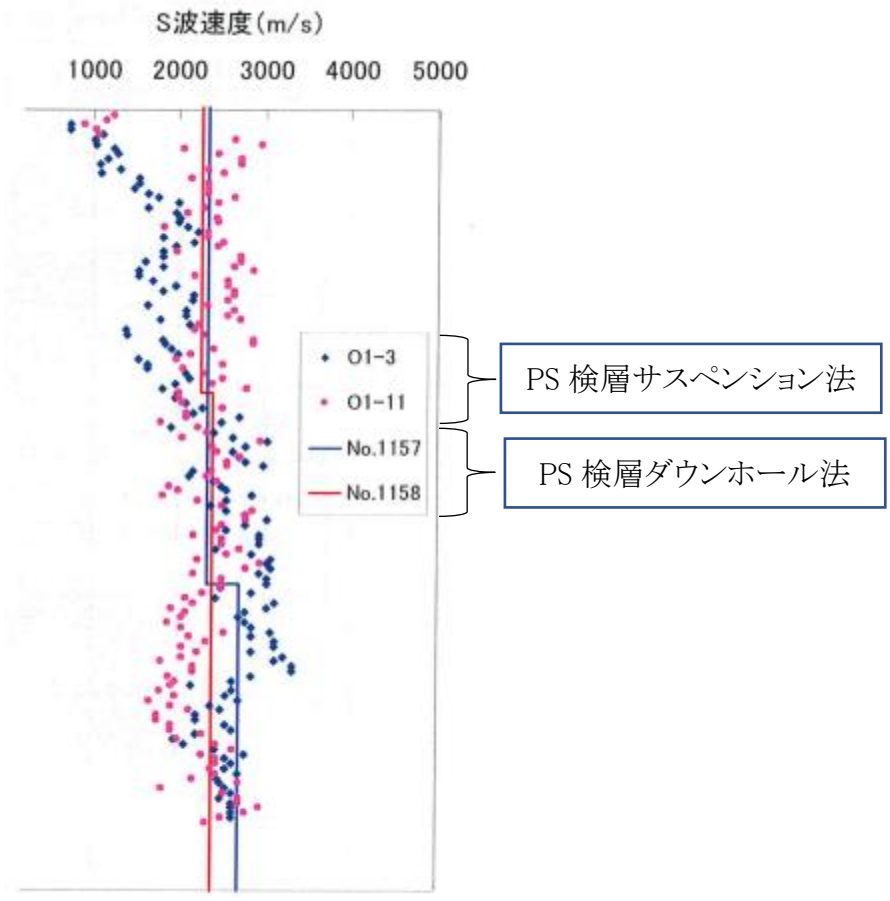
イ これに対して、被告関電は、この原告ら指摘を正面から否定できず、ただ、不均質な地盤部分が、地震波の波長よりも十分に小さいため地震動に影響がないと

言い、これを「寸法効果」と言う。

ウ　しかし、被告関電は、データに基づいて実証的、定量的に主張せず、定性的主張に終始している。原告らは、①本件地盤の低速度層は、幅100m、深さ50mの沈降部など決して小さくないこと、②PS検層結果は、本件地盤には数m～数10mの低速度層がいくつも存在することを示していること、③一般的に（本件地盤についてではなく）、低速度層があると、増幅率が20～60％増加すること、④本件地盤について、低速度層が存在しないとする被告関電モデルに、PS検層の実測データを差し替えて挿入し、増幅率が増加することを、実証的、定量的に明らかにした（原告第87準備書面）。

（1）PS検層結果

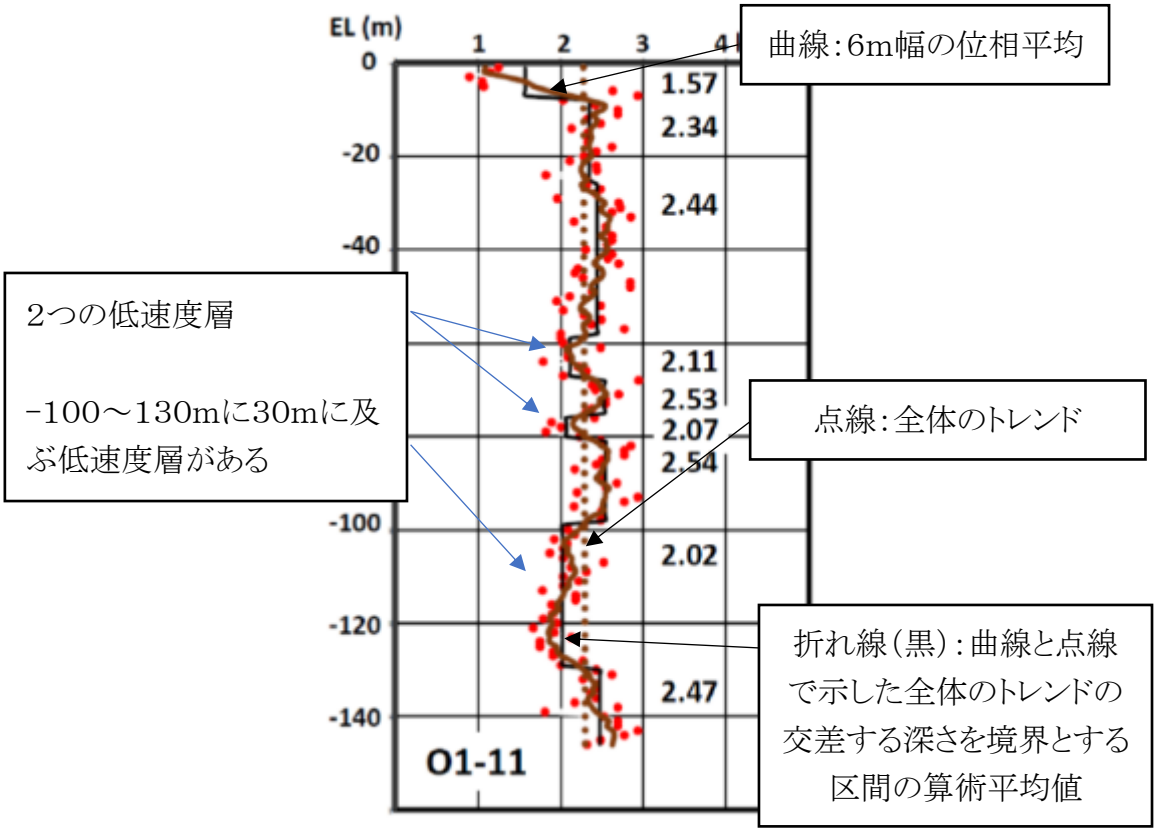
被告関電は、PS検層サスペンション法の結果を、裸の測定値のまま、グラフに点で表示して規制委員会に提出するだけだった（丙196　7頁）。

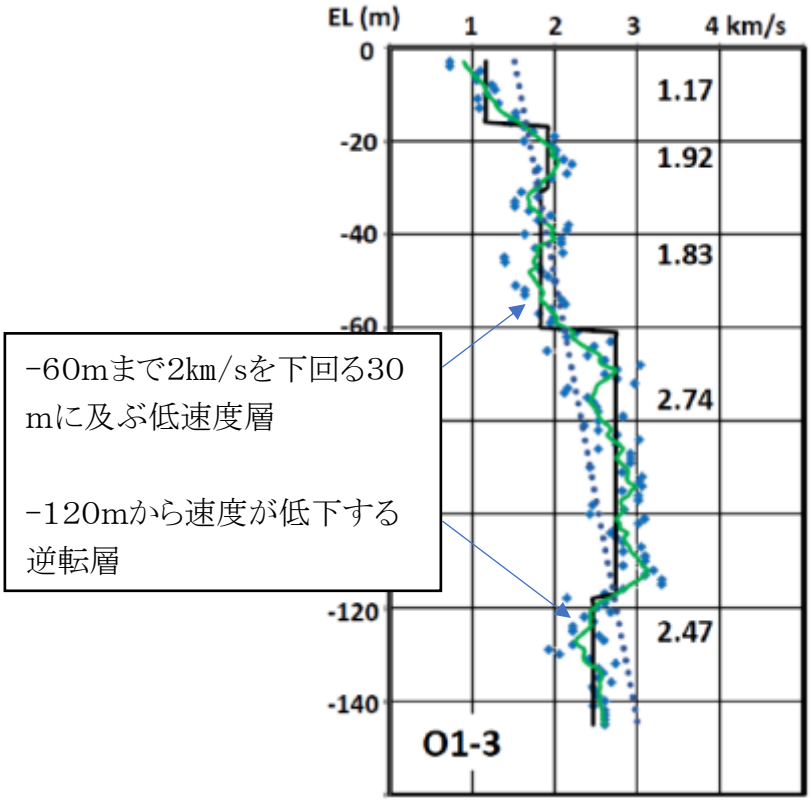


S波速度構造

これに対して、赤松意見書は、裸の測定値をそのまま使用して速度構造を評

価するのではなく、速度構造を区間平均で把握した（区間平均モデル）。即ち、上下6mの移動平均を**曲線**で示し、曲線と**点線**で示した全体のトレンドの交差する深さを境界とする区間の算術平均値を**折れ線**(黒)で示し、その平均値を右側に付記して示した（甲422付図2）。一つ一つの裸の速度値を低速度と指摘しているのではない。01－11孔については、-60m～80mに存在する2つの低速度層と-100m～130mに存在する30mに及ぶ低速度層、01－3孔では、-60mまでの2㎞/s を下回る30mに及ぶ低速度層と、-120mから存在する低速度の逆転層を指摘した。原告らは当初から、微細な低速度層を問題にしてはいない。





(2)低速度層の影響

ⅰ)一般的影響

(本件地盤についてではなく)低速度層があることの一般的な影響について、それらが地表面、地中のいずれにある場合であっても、増幅率は1．2～1．6倍に増加する(原告第87準備書面10頁～)。

(ア)低速度層が 2.2km/s の地盤の地表面にある場合は(1.6、1.8、2.0km/s、低速度層の厚さとして10、20、60m)、厚さにかかわらず、増幅率は1．27～1．66倍に増加する。

表１低速度層が表面にある場合に生じるピークの周波数と増幅倍率（図 1～3）

	Vs = 1.6 km/s		Vs = 1.8 km/s		Vs = 2.0 km/s	
層の厚さ	f_peak(Hz)	倍 率	f_peak(Hz)	倍 率	f_peak(Hz)	倍 率
10 m	40.0	1.66	45.0	1.45	50.0	1.27
20 m	20.0	1.66	22.5	1.45	25.0	1.27
60 m P1	6.67	1.66	7.50	1.45	8.33	1.27
60 m P2	20.0	1.66	22.5	1.45	25.0	1.27
60 m P3	33.4	1.66	37.5	1.45	41.7	1.27
60 m P4	46.7	1.66	—	—	—	—

(P1～P4：ピークの番号)

(イ)低速度層が 2.2km/s の地盤の地中にある場合(低速度層として 1.6、1.8、2.0km/s、厚さ10m、低速度層の深さ10～20m、20～30m、50～60m、75

～85m、100～110m）、増幅率は1．15～1．66倍に増加する。

表 2 厚さ 10m の低速度層が地中にある場合のピークの周波数と増幅倍率

10-20m	Vs = 1.6 km/s		Vs = 1.8 km/s		Vs = 2.0 km/s	
ピーク	f_peak(Hz)	倍 率	f_peak(Hz)	倍 率	f_peak(Hz)	倍 率
1	17.8	1.38	19.5	1.25	21.1	1.15

低速度層の深さ：10～20m（図 3）

20-30m	Vs = 1.6 km/s		Vs = 1.8 km/s		Vs = 2.0 km/s	
ピーク	f_peak(Hz)	倍 率	f_peak(Hz)	倍 率	f_peak(Hz)	倍 率
1	11.7	1.25	12.6	1.16	13.3	1.10
2	(50)	1.55	(50)	1.35	(50)	1.20

低速度層の深さ：20～30m（図 4）　（）：ピークでない値.

50-60m	Vs = 1.6 km/s		Vs = 1.8 km/s		Vs = 2.0 km/s	
ピーク	f_peak(Hz)	倍 率	f_peak(Hz)	倍 率	f_peak(Hz)	倍 率
1	5.8	1.12	6.1	1.08	6.3	1.04
2	24.1	1.52	24.6	1.33	25.0	1.19
3	43.6	1.66	44.1	1.45	44.6	1.27

低速度層の深さ：50～60m（図 5）

75-85m	Vs = 1.6 km/s		Vs = 1.8 km/s		Vs = 2.0 km/s	
ピーク	f_peak(Hz)	倍 率	f_peak(Hz)	倍 率	f_peak(Hz)	倍 率
1	4.2	1.06	4.3	1.04	4.4	1.02
2	16.8	1.28	17.1	1.17	17.3	1.09
3	30.2	1.44	30.5	1.28	30.8	1.15
4	43.7	1.48	44.1	1.32	44.4	1.19

低速度層の深さ：75～85m（図 6）

100-110m	Vs = 1.6 km/s		Vs = 1.8 km/s		Vs = 2.0 km/s	
ピーク	f_peak(Hz)	倍 率	f_peak(Hz)	倍 率	f_peak(Hz)	倍 率
1	3.2	1.06	3.3	1.04	3.3	1.02
2	12.9	1.29	13.0	1.18	13.2	1.10
3	23.1	1.50	23.3	1.31	23.5	1.17
4	33.4	1.64	33.7	1.41	33.9	1.24
5	43.8	1.66	44.1	1.45	44.3	1.27

低速度層の深さ：100～110m（図 7）.

ⅱ）本件地盤における影響

被告関電は、本件地盤に低速度層はないとの被告関電モデルを策定し、増幅率、地震動を算定する。しかし、上記ⅰ）で述べたとおり本件地盤には実際に低速度層が存在する。これを無視すれば、増幅率、地震動を過小評価することとなる。

（ア）PS検層実測値に拠る増幅率

被告関電の地盤モデルの上部 120m（インバージョンモデルの標高 0～-150m）をPS検層の実測値（1m毎のデータ）に置き換えると（上記（1））、増幅率が1．7～2．6倍に増加する（原告ら第87準備書面9頁～）。

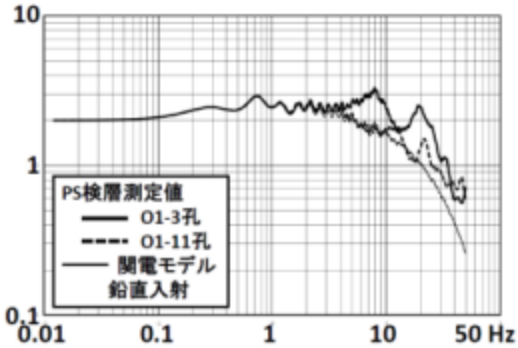


図 20. 関電地盤モデルの上部を PS 検層結果の速度層で置き換えたモデルの震動特性.

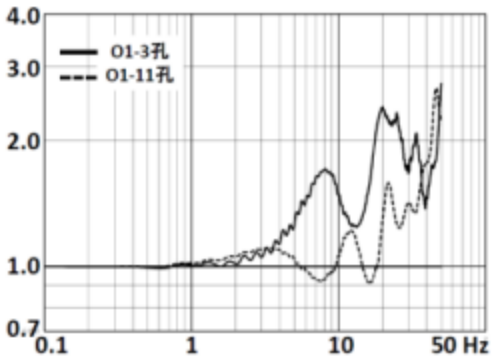


図 21. 関電地盤モデルに対する PS 検層結果モデルの増幅倍率.

（イ）PS検層区間平均値に拠る増幅率

被告関電は、サスペンション法PS検層の把握する低速度層は細かく、増幅特性に与える影響はほとんどないなどと言う。しかし、被告関電地盤モデルの上部120mをPS検層の区間平均値（上記（1））に置き換えると、増幅率が、被関電モデルと比べて、O1－3孔付近で、7～10Hz では1．7倍、20Hz では2倍以上に増加する。O1-11 孔付近で、10～15Hz では1．2倍、20Hz では1．5倍に増加する。他方、いずれも20Hz以上の高周波数域では増加率が低下する。被告関電は増幅特性にほとんど影響しないというが、同主張は誤りである（甲611　赤松意見書3～6頁）。

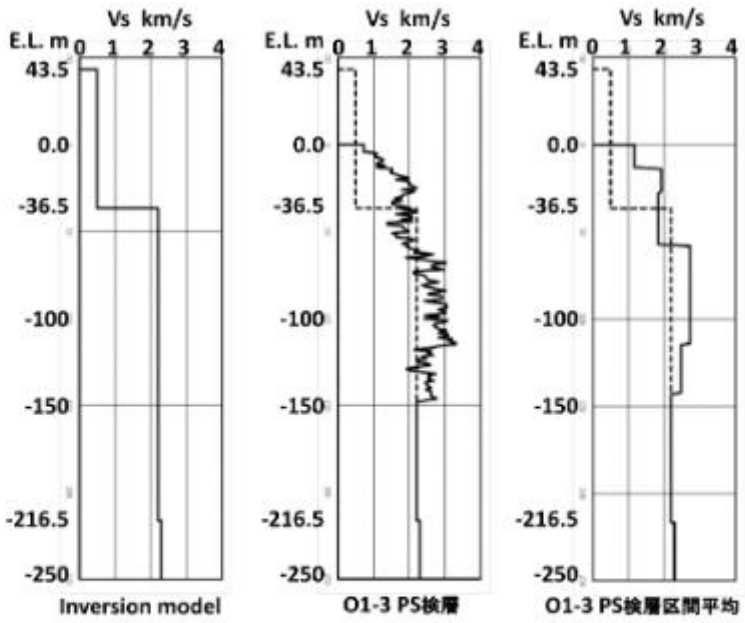


図 4. 01-3 孔の S 波速度分布：インバージョンモデル（左図）および PS 検層結果.
中図：PS 検層結果 1m 毎の値、右図：PS 検層結果区間平均（図 3 の黒線対応）.

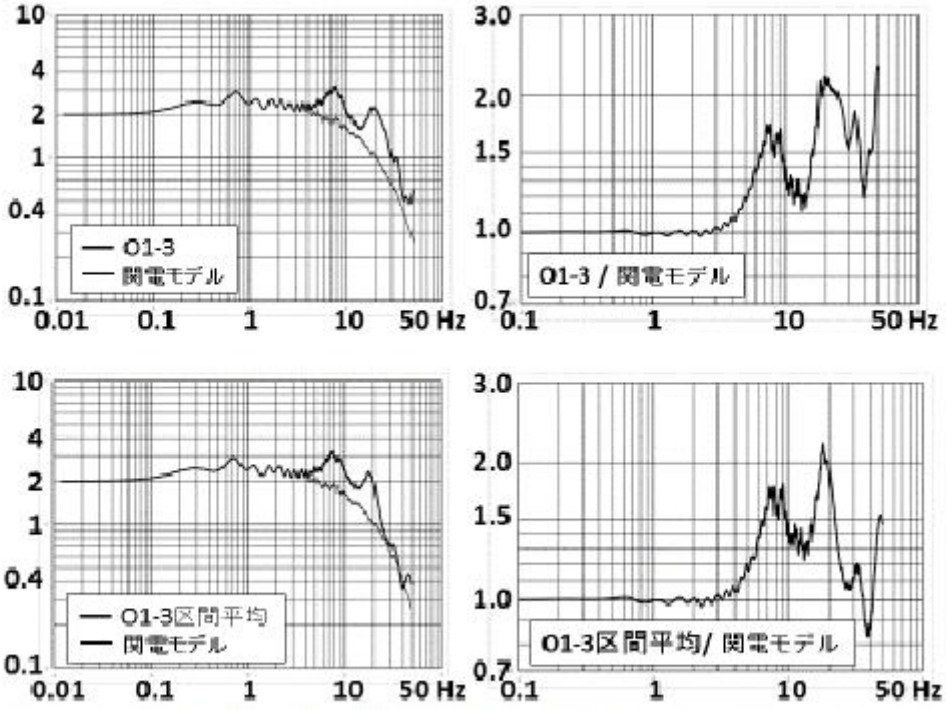


図 5. PS 検層結果モデルによる増幅特性(左)と関電モデルに対する増加率(右).
上図：PS 検層結果（01-3 の 1m 毎の値、図 4 中図)、下図：区間平均（図 4 右図）

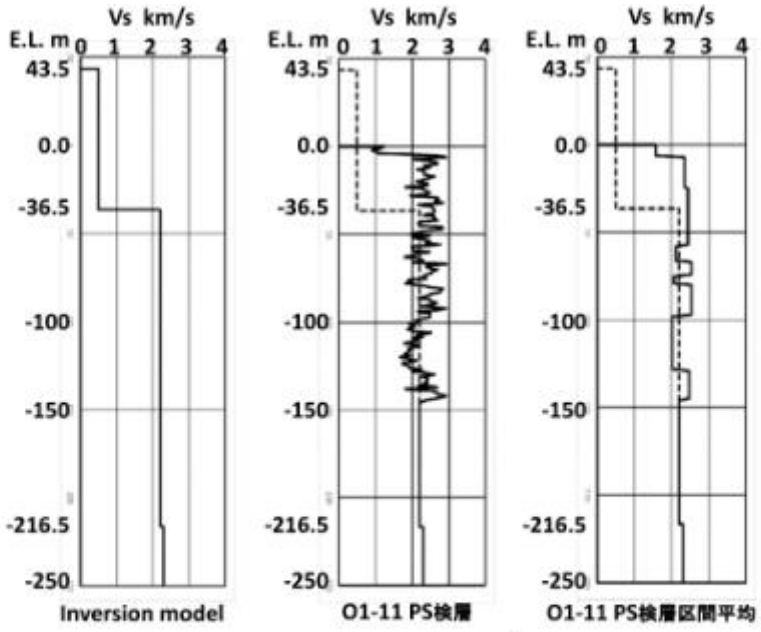


図 6. 01-11 孔の S 波速度分布：インバージョンモデル(左図) および PS 検層結果.
中図：PS 検層結果 1m 毎の値、右図：PS 検層結果区間平均（図 3 の黒線対応）.

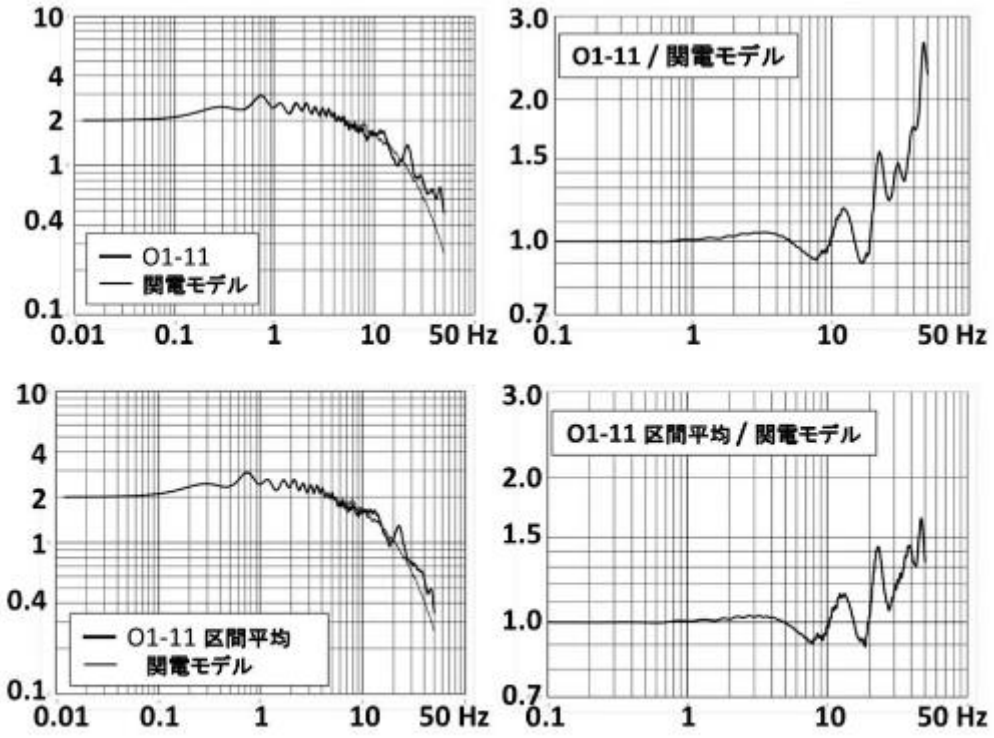


図 7. PS 検層結果モデルによる増幅特性(左)と関電モデルに対する増加率(右).
上図：PS 検層結果（01-11 の 1m 毎の値、図 6 中図)、下図：区間平均（図 6 右図）.

エ　平滑化モデルに拠る増幅率

（1）　これに対して、被告関電は、PS検層サスペンション法は、震源として1kHzの周波数を用いるため1m規模の低速度帯まで把握してしまうが、10Hz の地震波の1波長は約220mあるため、数m程度の低速度帯は地震動の増幅にほとんど影響を与えないとの主張を繰り返し、原告らの行った上記区間平均では低速度層を適切に評価できていないと言い（被告関電準備書面（32）11～12頁）、また低速度層を反映させて検討したこと自体が誤りだと言うだけで、それ以外には何ら具体的な反論ができなかった（同24頁～）。

（2）　しかしまず、PS検層サスペンション法の結果は、大きな構造はもちろん、細かなばらつきまで精緻、正確に把握する貴重なデータである。被告関電は、この貴重なPS検層結果を、結論として完全に黙殺する（被告関電準備書面（32）11～12頁）。それは、PS検層結果が、低速度層の存在と、それが増幅率を増加させるという、被告関電にとって不都合な真実を示すからに他ならない。

（3）　被告関電は、低速度層の規模を220mの波長と比較して「十分小さい」と言う。しかし、地震波は、波長の1/4の厚さの層で多重反射する。少なくとも波長の1/4を念頭に検討が必要である。基準地震動は0．1～50Hzの周波数で評価される。地盤の速度がVs＝2．2km/s である場合、比較すべきは220mではなく、下の表のとおり10～50mの規模である。

周波数	波長長さ	1/4の長さ
10Hz	220m	55m
20Hz	110m	27．5m
50Hz	44m	11m

（4）　平滑化モデル　PS検層サスペンション法の実測値を前後6m、20m、50mの区間で平均した地盤モデル（平滑化モデル）に拠る増幅率、それと実測値（＝1m　data）、関電モデルによる増幅率との関係は以下のとおりである（甲611　6頁～）。

表２　20～25Hz のピークの増幅倍率に対する平滑化の影響.

	O1-3	6m幅平均	20m幅平均	50m幅平均
対関電モデル	2.19	1.97	1.86	1.43
対 O1-3	1.00	0.90	0.85	0.65

	O1-11	6m幅平均	20m幅平均	50m幅平均
対関電モデル	1.55	1.41	1.33	1.08
対 O1-11	1.00	0.91	0.86	0.70

平滑化モデルは、波長の長い波でも把握できる地盤構造、即ち、「寸法効果」があるとした場合に把握されるであろう地盤構造である。平滑化モデルは、例えば、20～25Hz では、実測値（1m　data）に拠る増幅率を33～10％低減

させる。これが「寸法効果」である。

しかし、このように「寸法効果」のために増幅率が低減しても、なお、関電モデルに拠る増幅率より1．1～2倍も大きい増幅率である。被告関電は、「寸法効果」を理由に、PS検層サスペンション法の実測値を完全に無視することで、増幅率、ひいては地震動を過小に評価している。

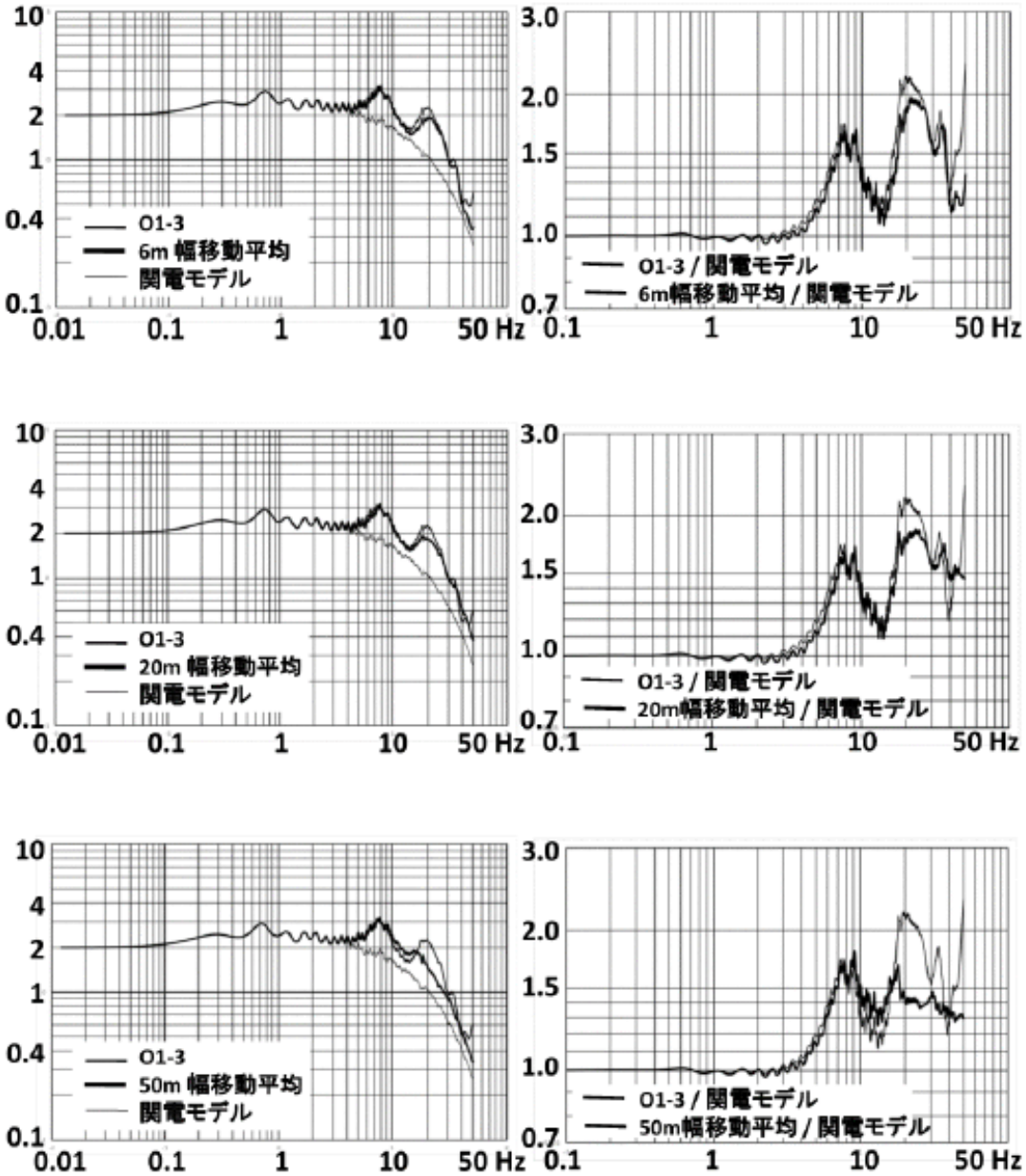


図 10. O1-3 孔元データモデルと平滑化モデルの増幅特性(左)、
および関電モデルに対する増加率(右).
平均区間幅は 6m（上)、20m（中)、50m（下)：図 8 の左図、中図、右図に対応.

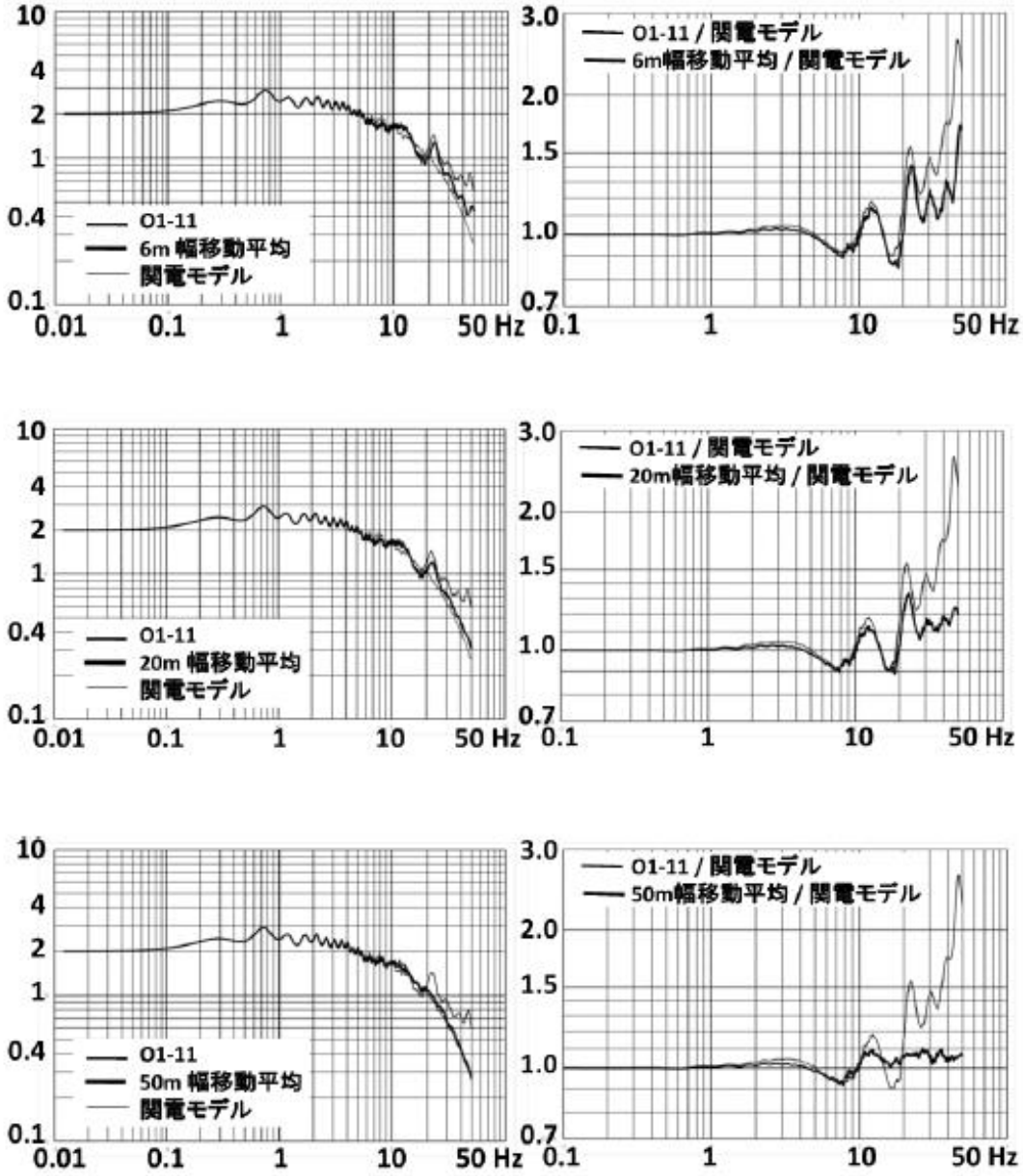


図 11. O1-11 孔元データモデルと平滑化モデルの増幅特性(左)、
および関電モデルに対する増加率(右).
平均区間幅は 6m（上)、20m（中)、50m（下)：図 9 の左図、中図、右図に対応.

オ　被告関電は、上記原告らが関電モデルの上部120mをPS検層サスペンション法実測値に基づいた区間平均モデルや平滑化モデルに置き換えたことに対して、一旦取り除いた軟弱表層部分に再度原告のモデルを組み込んだと決めつけ

て批判する。しかし、原告らは、標高0mから-180m区間を置き換えたのである。被告関電の上記批判は原告の区間平均モデル、平滑化モデルを誤解するもので、前提を誤った批判で失当である。

カ　以上、被告関電の「寸法効果」を理由とする主張はいずれも失当である。

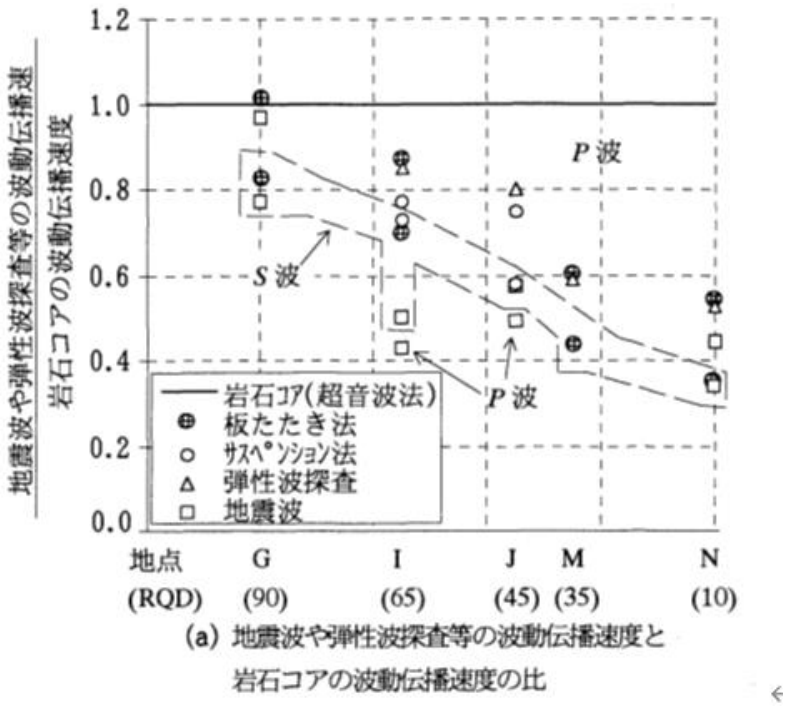
8　ＲＱＤ（ボーリング１ｍ区間毎の 10cm 以上のコア４長の総和を％で表したもの）

ア　被告関電は、地質調査結果について「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」（被告関電準備書面（22）12頁）と、R.Q.D 値を明らかにすることなく、安定地盤と主張した。

イ　これに対して、原告らは、原告ら第67準備書面で、岩石が堅硬であることは岩盤が堅硬であることを意味せず、岩盤の強度は不連続面によって決まり、とりわけ硬岩の場合不連続面の影響が大きいこと（3頁～）、被告関電は本件地盤の大部分がCH級であるかのように見せかけているが実際には CM 級が広がっていること（5頁～）、本件地盤の R.Q.D 値は下の表のとおり異常に低いこと（11頁～）、また北西側から南東側に向けて R.Q.D 値が系統的に低下していること、R.Q.D 値と弾性波探査による速度値が概ね比例すること（甲510p1～）、を明らかにした。

R.Q.D値	岩石品質（丙349の2p12）	全体平均	北西側	炉心	南東側
100	非常に良好90-				
90					
80	良好75-				
70	普通50-70				
60					
50	悪い25-50				
40					
30			33.6±27.2		
		28.7±25.1		27.8±22.9	
20	非常に悪い0-25				22.6±23.2
10					
0					

RQD 値は甲510表3（2）（4）



「硬質岩盤サイトの地震波伝播速度と原位置試験による波動伝播速度の比較」
佐藤正俊他、土木学会論文集 No.563/Ⅲ-39、161-173、1997.6

ウ　これに対して、被告関電は、被告関電準備書面（27）で、①R.Q.D は岩盤の割れ目だけを示す指標であること、②ボーリングコアの採取時に割れ目が発生する可能性が排除できないことを理由に、参考数値として利用できるだけだと反論する。

エー①　割れ目だけを示す指標であるとの主張に対して

原告ら第67準備書面（3頁）で明らかにしたとおり、「一般的に言えることは，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」（日本材料学会編「岩の力学」、甲506号証、529頁）。本件地盤は硬岩で構成されているのであるから、不連続面、即ち、割れ目にこそ注目し、重視して評価しなければならないのである。

エー②　採取時に割れ目が発生する可能性があるとの主張に対して

被告関電が引用する米国論文「20年が経過した岩石品質指定（RQD）」（丙349の2）には、被告関電が指摘する「ボーリングによる破損は、普通、粗い新鮮な表面により明らかとなる。片状や薄板状の岩石の場合、自然に亀裂が入っているのか、ボーリングによる破損かを見分けるのは困難なことが多い。割れ目について疑いがある場合、大多数の利用においては、RQD の計算を保守的にするため、自然の亀裂とみなされるべきである。」との記載がある（15頁）。

しかし他方、同論文には「ボーリング孔から得た岩石コアを注意深く研究することで、現場岩盤の性質に関し有益な情報が得られる」、「岩石コアについて説明する際、各コアボーリングで採取したコア片の長さを測定し記録しておくよう助言する（カッコ内省略）。これらの長さは節理や割れの間隔や層理厚さを直接反映したものある。残念なことに、それらはボーリング方法や技術によっても影響を受ける。それでも、筆者の意見としては、説明を正当化するのに十分重要なものである。」と、仮に、ボーリング採取時に割れ目が発生した可能性がある場合であっても、R.Q.D 値はそれでも十分重要と評価されている（5頁）。従って、本件地盤の場合、仮に採取時に生じた割れ目があったとしても、R.Q.D 値が異常に低いことは重要データであることに変わりはない。

尚、本件地盤で測定された R.Q.D 値は、北西側から南東側に系統的に低下している。これは、北西側から南東側に系統的に岩盤の割れ目が多くなっていることを的確に反映していることを示しており、本件地盤の R.Q.D 値の信頼性を示している。

9　微動アレイ観測

微動アレイ観測は、本件原発敷地周辺に複数の地震計を設置して常時微動を観測して得られた位相速度（周波数毎の速度）をインバージョン解析して（逆解析して）、地盤の速度構造を明らかにする手法である。被告関電は、微動アレイ観測の結果から、本件原発敷地の基準地震動計算にあたって用いる地盤モデルを策定している（関電モデル）。

ア　被告関電は、インバージョン解析によって得られたモデルから、表層部分であるとして、①層厚80mを、②アレイの範囲全体の平均標高から、取り除いた結果、解放基盤面は、S波速度2．2㎞/s、P波速度4．6㎞/s となると主張している（被告関電準備書面（17）18頁～）。

イ　これに対して、原告らは、ⓐ被告関電は、速度が深さと共に単調に増加することを前提として解析している誤り(PS検層で検出された低速度層を組み入れることが必要である)、ⓑインバージョン解析で解放基盤の速度をVp＝4．6km／s，Vs＝2．2km／sと前提とする誤り等を指摘し、80mの「表層」を取り除くと原子炉建屋が解放基盤面の上空36．5mに浮かぶことになると、関電モデルの矛盾を指摘した。解放基盤面の速度を適切に設定すれば、取り除くべき表層厚さは40mとなり、原子炉建屋が中空に浮く事態は発生しない。

ウ　原告らは、微動アレイ観測を実施したのは、地震計の平均標高+43．5mであり、被告関電の主張に拠れば、そこから80m取り除き、その結果、原子炉建屋が36．5m中空に浮くことになるという矛盾があることを指摘した。

エ　これに対して、被告関電は、理由を示すことなく、微動アレイ観測結果は、地震計の平均標高ではないとの主張を繰り返すばかりで（被告関電準備書面（32）16、22頁）、「アレイの範囲内全体にわたる平均的な標高」を明らかにすることもできないでいる。

１０　地質調査について

被告関電は、本件地盤が一様にCH級であるかのように表示された地質断面図を規制委員会に提出していた（丙196p11）。

これに対して、原告らは、実際には、CM級が30～50％も占めていることを示して、被告関電提出の地質断面図は、規制委員会の判断を誤らせるおそれがあると指摘した（原告ら第86準備書面20～21頁）。

これに対して、被告関電は、地質断面図に原告指摘の問題があることを否定できず、ただ、「専門家」は「CH級と表示された岩盤」がCH級一色だと理解しないと反論した（被告関電準備書面（32）18頁）。

しかし、規制委員会で、本件地盤の岩級区分についてCM級が広がっていることが指摘されたことはなく、CH級一色だとして審査されたものと解さざるを得ない。

１１　Ｏ１-３孔簡易柱状図の元のボーリング柱状図の開示が必要なこと

ア　原告らは、PS検層の結果から、O1－3孔では、-120m以深に逆転層が存在すると指摘した（赤松意見書、甲422付図2、本書面第7項ウ）。

イ　これに対して、小島意見書は（丙340　4～5頁）、被告関電から提供を受けたボーリング柱状図に基づいて簡易柱状図を作成し、深度53m以深は主にCH級から構成されているが、「深度150～180m付近では、主にCH級から構成されているが、局所的に割れ目密集部があり、CL級やCM級が所々に見出される」、「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（図-10）」としながら、「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」とする。

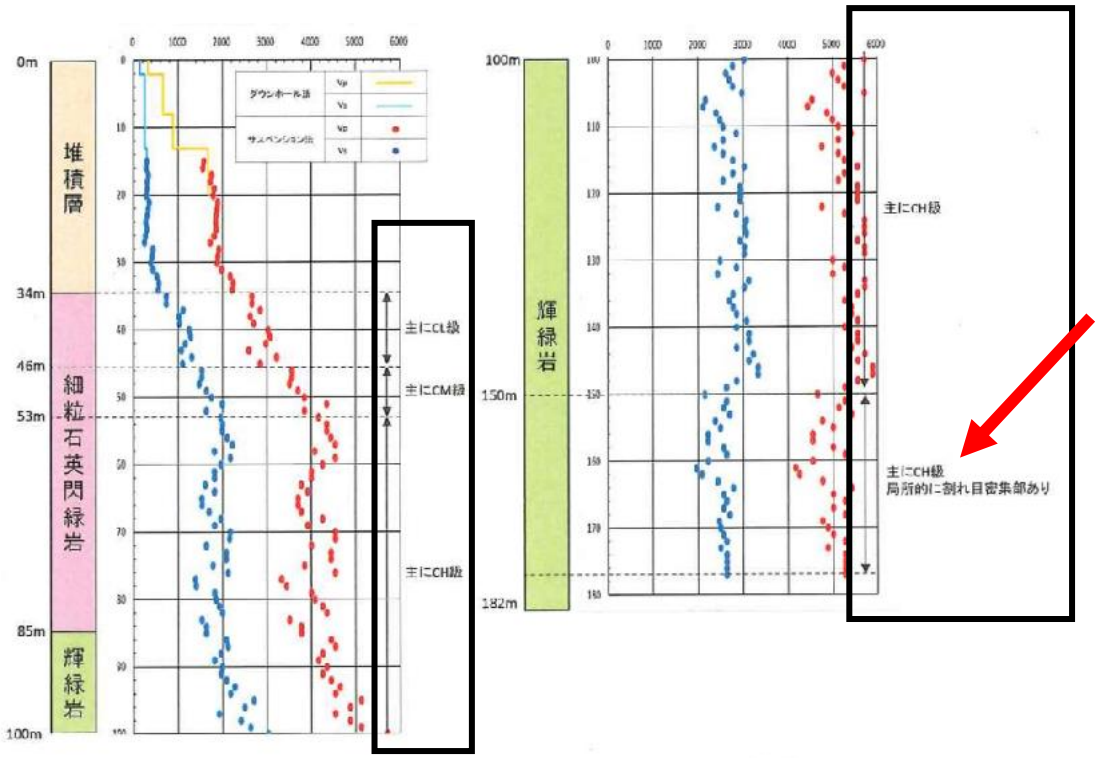
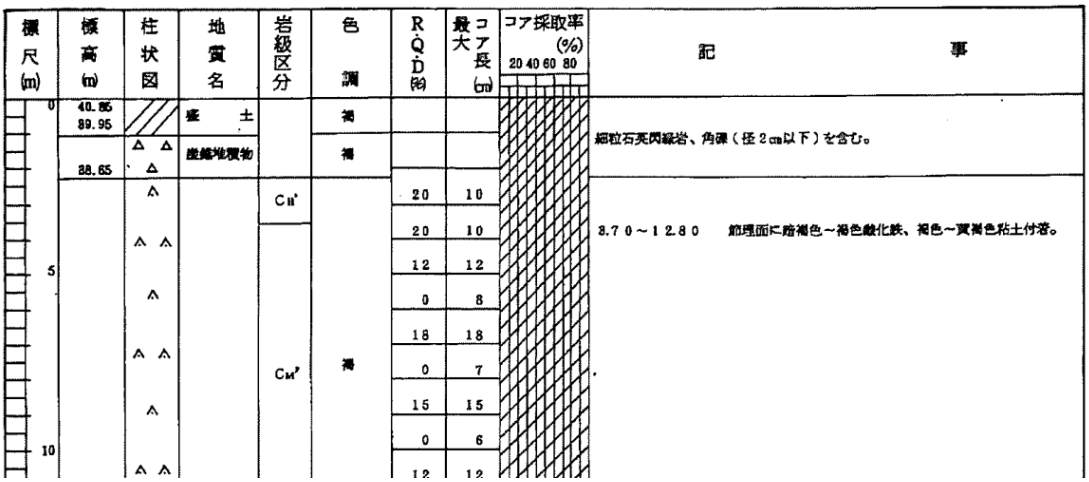


図-10　O1-3 孔　簡易柱状図及び PS 検層結果

丙340　16頁

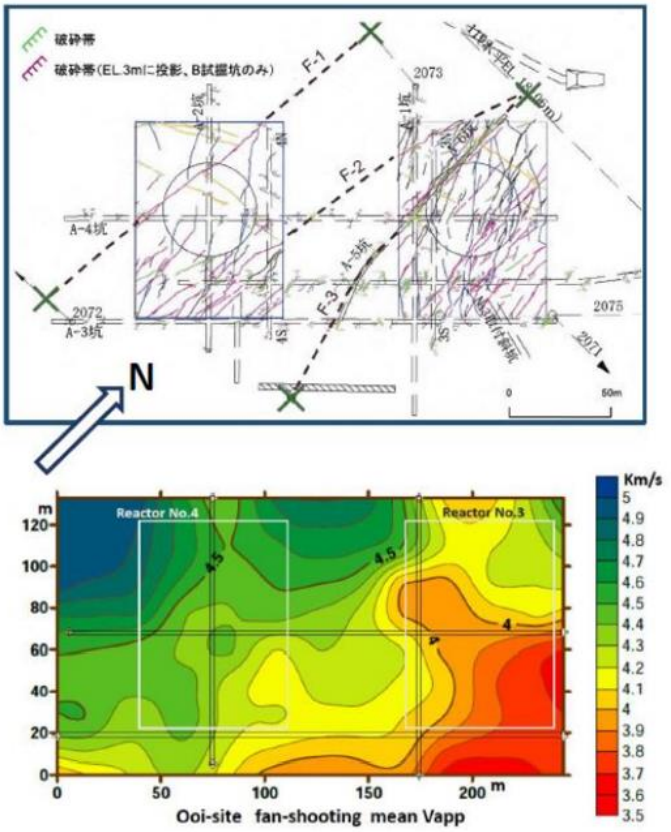
ウ　ボーリング孔No. 1153～1162のボーリング柱状図は丙178の6－3－641～6－3－588に掲載されている。例えばNo. 1153の冒頭一部を掲載すると、下記のとおり、岩級区分は0. 1mの深さ精度で、またRQDと最大コア長は1m毎に表示されている。このようなボーリング柱状図が01－3孔にもある。原告らはその提出を求めている。提出があれば、簡易柱状図で「主にCH級、局所的に割れ目密集部あり」と評価されている範囲の、実際の岩級区分が明らかとなる。そうすれが、小島意見書の上記評価の適否を判断することも、低速度帯の範囲（厚み）が分かるから地震波の波長が「十分に長い」と言えるかも明らかすることができる（本書面第7項）。改めて、元データである、ボーリング柱状図の提出を求める。

孔 番 No.1153(1) 標 高 40.85ｍ 調査長 186.90ｍ



１２　試掘坑弾性波探査について

ア　原告らは、試掘坑弾性波探査の結果から、西側から東側に向けて系統的に速度が低下していること、西側から東側に向けて破砕帯に伴うシーム（亀裂）が多くなっており、速度低下の原因とみられることを指摘した（本書面第1項（2））。



イ　これに対して、被告関電は、小島意見書を引用して（丙340　5～6頁）、①試掘坑の掘削のゆるみも速度低下の原因である、②地質断面図に拠ると、速度低下は浅い範囲に限られ、風化が原因と考えられ、試掘坑より深い部分はCH級が広がっており、しかも、低速度の浅い部分は原子炉建屋建設時に削り取られているなど主張する（被告関電準備書面（27）19～20頁）。

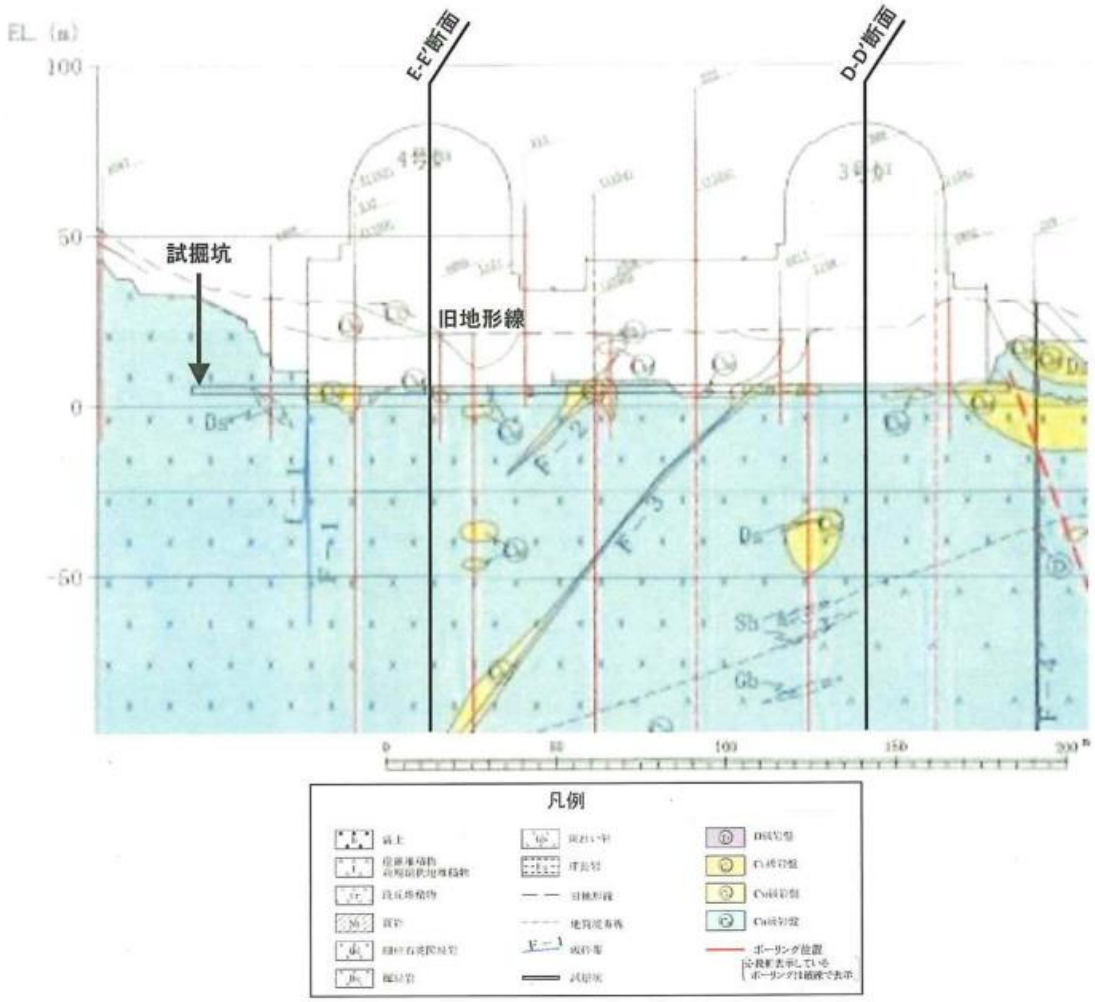


図-5　地質断面図（岩級区分，1～4 号炉：C－C'拡大）

（出典：平成 26 年 3 月 5 日第 89 回審査会合　資料 3 の P.11 に加筆）

丙340　13～15頁

ウ　この被告関電の主張に対して、原告らは、①ゆるみは東側で低速度となる理由とならないこと、②小島意見書は、専ら地質断面図を根拠にしているところ、地質断面図は本件地盤にほぼ一様にCH級が広がっていると表示しているが、実際には、EL0～-50m区間でCM級が「支配的」である割合は50．4％、EL-50～150m区間で29．2％に及んでおり、小島意見書は、この岩級分類を正しく反映し

ない地質断面図を根拠にしていることを批判した（原告ら第86準備書面24～25）。

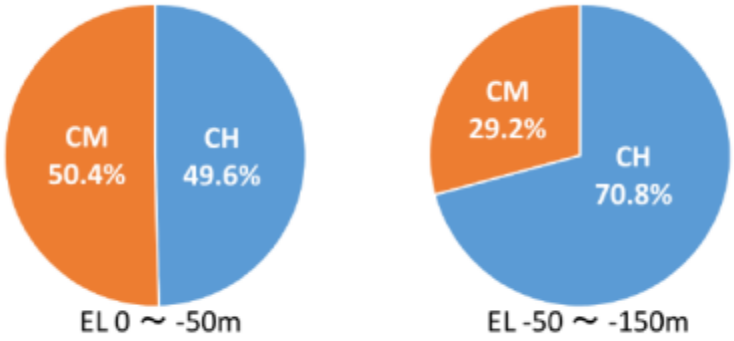


図 6. 基準区間で CM 級と CH 級が支配的となる比率.

甲603　8頁

エ　被告関電は、①ゆるみは西から東に速度が低下する理由にならないとの原告らの批判に対しては、何の反論もできず、②岩級区分を正確に表示していない地質断面図を根拠にしているとの批判にも、何らの反論もできず、地質断面図を根拠に同じ主張を繰り返すだけである。

１３　単点微動観測

単点微動観測結果（H／V＝地表面で微動を観測し、水平成分（H）を垂直成分（V）で割ったもの）から、解放基盤の上面深度がEL－25m～＋65m程度であることが分かる。

ア　被告関電は、上記上面深度は著しい高低差でないと主張し、さらに、その上面速度がVs＝2．2km/s であることも分かると主張する。

イ　原告らは、①高低差が90mもあり水平かつ成層とは到底言えないこと、②単点微動観測は、表層の厚さを求めることができるが、下層表面速度を求めるには適した調査手法と言えないことを指摘した。下層表面速度を2．2/km/s とせず、2．0km/s、1．8km/s、1．6km/s としても、表層厚さはほとんど変わらない結論となる。

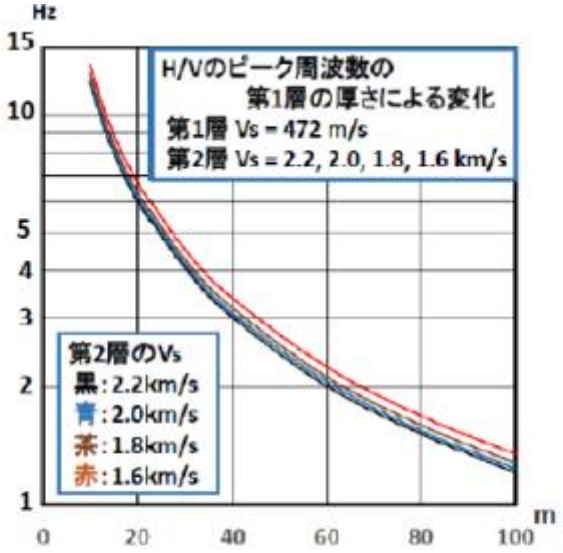


図 17 H/Vスペクトルのピーク周波数と表層の厚さの関係.
関電の2層モデルで、下層の Vs を 2.2～1.6km/s とした場合、
同一のピーク周波数に対して、岩盤の深さはほとんど変らないことが分る.
H/V スペクトルのピーク周波数は、基盤岩の速度には依存しない.

図１７

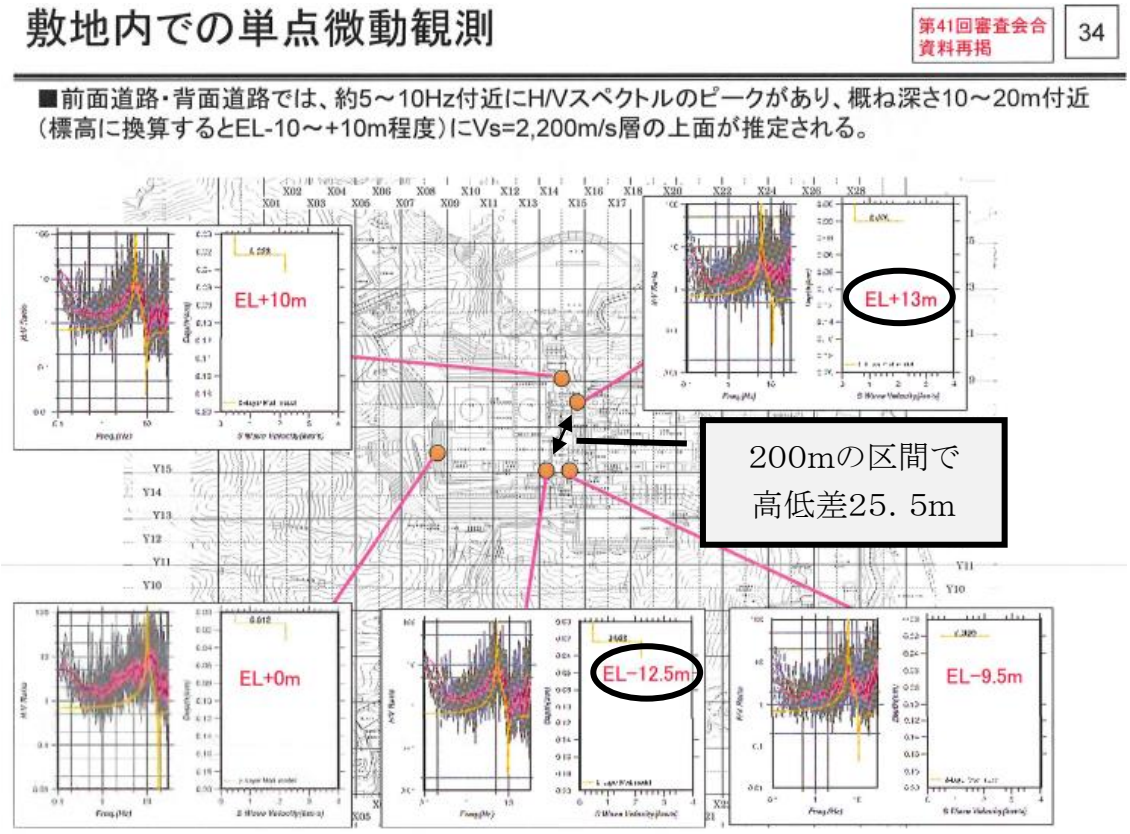
ウ　これに対して、被告関電は、単点微動観測が下層上面速度を明らかにするに適した手法でないとの指摘に対しては、何らの反論が出来なかった。

　90mの高低差については、単点微動観測が実施されたスケールに比較すると90mの高低差と言っても著しい高低差にあたらないと主張する。

エ　しかし、原子炉建屋付近では、下層上面は、北から南に向けて25．5mの低下がみられる。

　基盤は、建屋をはさむわずか200m程の区間で25．5mもの起伏を生じていることになる。

　単点微動観測結果から、原発敷地内における下層上面高低差を確認すれば、観測実施スケールを理由に、著しい高低差がないと片付けることが適切でないことは明らかである。



丙196　34頁

１４　地表における地震観測結果について

ア　被告関電は、本件原発敷地の7地点で地震波を観測し、地震波到来方向による地震増幅特性の差異を検討した結果、到来方向によらず地震増幅特性が一致しており方向依存性が見られないことから、特異な増幅をもたらす地下構造がないと主張する（被告関電準備書面（32）48～49頁）。

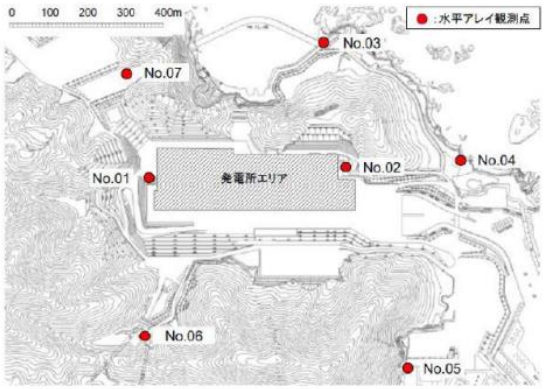


Fig. 1　Distribution of observation points for the Horizontal Array observation.

赤松意見書　甲597　19頁

イ　観測点 No.2 に対する各観測点の比率（縦軸）が1であれば、各観測点は観測点 No.2 と同じ地盤増幅特性である。被告関電は、No.1及び No.3～5の比は概ね1とするが、0．5～2倍程度である。特に原子炉建屋の北東端の No.1 と南西端 No.2 とで、倍半分の増幅特性の違いがあることは、建屋周辺の基盤の不均質構造を強く示唆している。

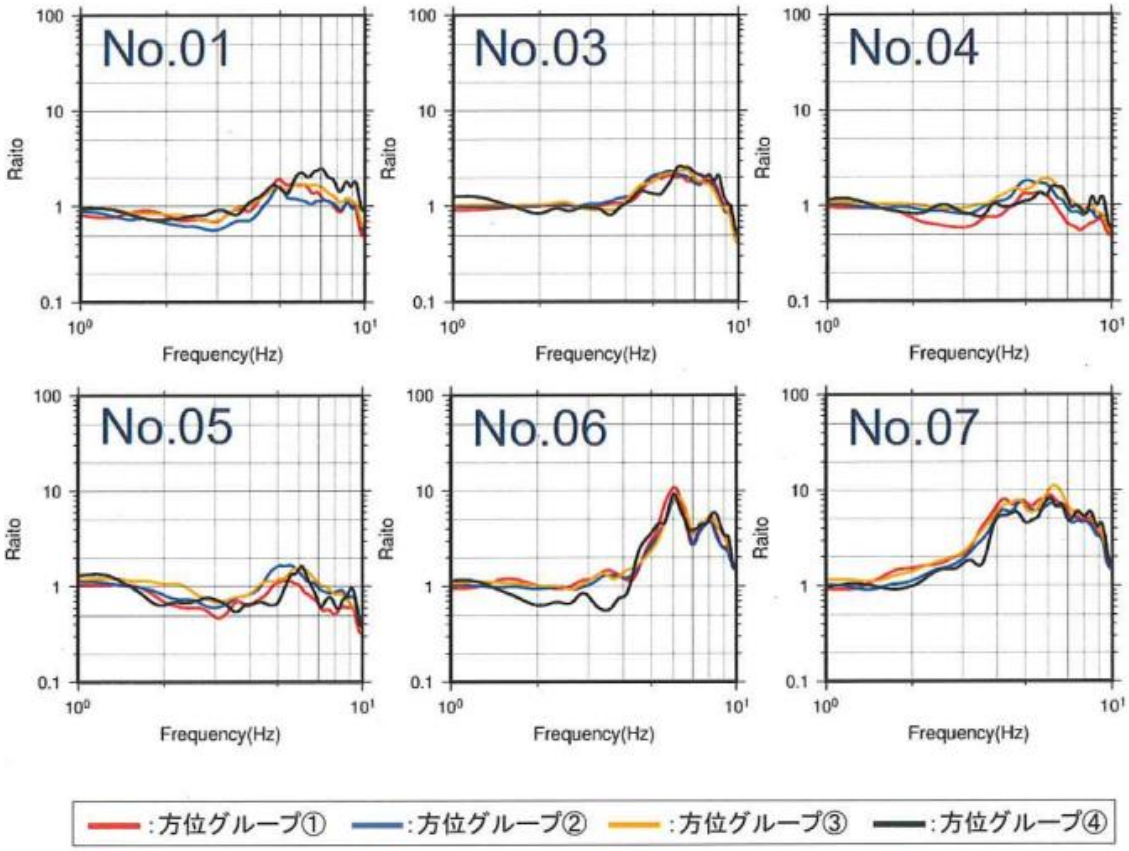


図 3(2).3：各観測点における方位グループごとの基準化スペクトル（平均）の比較

ウ　上記、原告らの指摘に対して、被告関電は、上記原告らの指摘を否定できないまま、理由を示すこともできないまま、方向によりおおむね一致したと強弁している（被告関電準備書面（32）23頁～）。

以上、被告関電の準備書面（32）の主張は、いずれも失当である。