2021.10.7

小島圭二氏の意見書(丙第340号証)について

赤松 純平

小島圭二氏は意見書、丙第 340 号証 [1] において、大飯原子力発電所の地質・地質構造および地盤の速度構造に関して、「新規制基準の審査に係る各種資料、新たに関西電力が実施した反射法地震探査及び弾性波トモグラフィーに関する報告書、また関西電力から必要な事項の聴取も適宜行うことにより、取りまとめた」[[1]、1 頁」結果として、「敷地全体において速度構造上の特異な構造が見られず、ほぼ水平成層状の速度構造であると評価できることから、敷地内においてこれまで行ってきた調査で相当であり、三次元調査などの追加調査をするまでもないと判断される。さらに、高浜発電所、美浜発電所についても、それらの敷地は大飯発電所と同様に硬質な岩盤で構成されており、新規制基準適合性審査の際に同様に調査を実施していることから、大飯発電所と同様に評価できるものと考えている」[[1]1、9 頁]との意見を述べている。

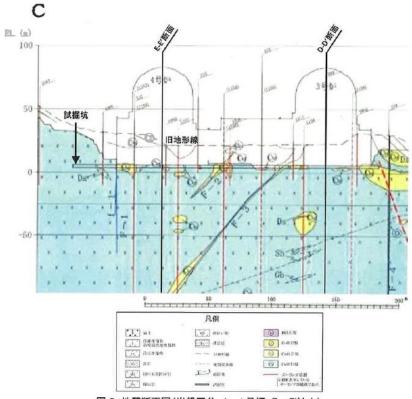
しかしながら、1章では、地質・地質構造について、地質柱状図原本とは異なる地質断面図を参照して論じていること、2章では、定量的に検討すべき物理探査の結果を定性的に論じ、断層破砕帯に関係して速度異常を示している探査結果を看過し、また、トモグラフィー解析の精度を踏まえずに議論するなど、事実誤認、虚偽説明の黙過、あるいは解釈の過誤などの瑕疵がある。以下にそれらを具体的に指摘する。なお、小島氏の意見書の文言をゴチック体表記で引用し 矢印 (→) の後にその問題点、反論等を記す。

1章 大飯発電所近傍周辺及び敷地内の地質・地質構造について

(1) 2 頁、下から 13 行目: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(図-5~7)。

2 頁、下から 7 行目: 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、・・・

→ 提示された地質図 (図-5~7) の岩級分布は、ボーリング柱状図原本 [[2] 第 3.5.28 図(1)~(54)、6-3-588~641 頁]とは異なる。図 a に図-5 の断面図を、図 b に柱状図原本に記載されている岩級分布を彩色表示して示す。原本では、標高 −150m の深さまで CM 級が 36.6%、CH 級が 61.1%の分布割合である [[2] 第 3.5.28 図(1)~(54)、6-3-588~641 頁]。また、原子炉基礎底面での CM 級の分布割合は、3 号炉では 56.1%、4 号炉では 22.0%である [[2]第 3.5.14 表、6-3-182 頁]。調査結果と異なる地質断面図による意見であり、事実誤認である。



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)

図 a 小島氏が参照している地質断面図. 大部分が CH 級と表示されている.

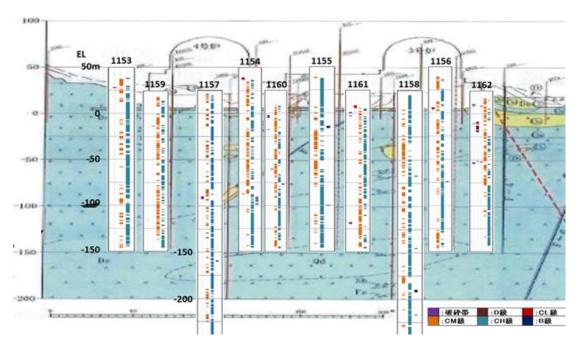


図 b ボーリング柱状図原本に記載されている岩級分布.

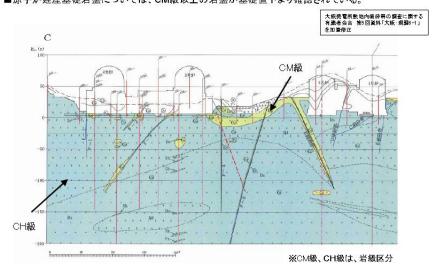
- (2) 2 頁、下から 12 行目: 例えば C-C 断面の 4 号炉直下の E.L.-50 m 付近のように、一部 CM 級以下の岩盤がレンズ状に見られるが、これらは連統性に乏しく局所的な分布であることが確認されている。
- → 「確認されている」という根拠がない。

図-5(図 a に転載)は第89回審査会合(H26.3.5)の資料3、p.11の引用であるが、同会合議事録によると、この会合での地質構造の説明は、この図を含め、「11ページからが地質構造図の断面ということで記載してございますが、基本的にこの原子炉建屋の基礎岩盤以下のところでは、CM級以上の岩盤が基礎直下から基本的に確認されてございます」(第89回議事録、57頁)とあるだけである。

図-5 として引用された第 89 回審査会合 (H25.9.18) の資料 3、p.11 は、第 21 回審査会合の資料 1-1、p.6 の再掲である。これを下図 c に示す。

1-1敷地内の地盤速度構造に関する調査

■原子炉建屋基礎岩盤については、CM級以上の岩盤が基礎直下より確認されている。



3,4号機直下の地質断面図

図 c 第 21 回審査会合の資料 1-1 p.6 の地質断面図.

図には CM 級、CH 級の位置が矢印で示されている。会合での説明は、「それから次のページ、6ページ、これは断面図ということで、いわゆる地質区分の断面図でございまして、基本的には、ここのサイトは CH 級と CM 級ということでなっていましてこの浅いところの黄色になっているところに一部 CM 級がございますが、それ以外のところは基本的には CH 級の岩盤が広がっているということになります。図中の赤の線が、これらの断面図を作成するために実施されましたボーリングの場所でございます」(第 21 回議事録、4 頁)とある。説明されている CM 級は矢印で図示された「浅いところの黄色になっているところ」であり、小島氏が説明する「4 号炉直下のE.L.-50m 付近」ではない。小島氏は「浅いところの黄色になっている」部分を大幅にカットした図を示している。また、レンズ状の CH 級はボーリング孔か

ら数 m の幅で図示されているが、隣接するボーリング孔は両側とも約 35m 離れており、幅に関する情報はなく、大きさを推測で描いている。「連統性に乏しく局所的な分布を確認」した根拠が不明である。

- (3) 2 頁、下から 1 行目:以上の大飯発電所の敷地における地質・地質構造を踏まえると、大規模な断層、褶曲、貫入岩などに起因する速度構造上の特異な構造が見られることはなく、同じ深度であればほぼ同程度の Vp、Vs になり、顕著な速度コントラストは認められないと考えられる。
- → 同じ深さでも、断層破砕帯に伴う速度異常があることを見逃している。 図 b に示されるように、ボーリング孔における CM 級と CH 級の深さ分布はボーリングの位置によって異なる。従って、速度分布はボーリング位置によって異なり、同じ深さで Vp、Vs は同程度とはならない。

2章 各種調査結果について

- 2.1 PS 検層結果について
 - (1)4頁、22行目: O1-3 孔では地表付近の一部ではダウンホール法を用いているが、 その他ではサスペンション法を用いて弾性波速度を求めている(図-10)。なお本図は、 関西電力(株より受領した PS 検層結果と柱状図をもとに作図したものである。 本孔の柱状図を確認すると・・・・
- → 図-10 の柱状図で種々確認するとあるが、図-10 は簡易柱状図と説明され、岩級区分は全て「主に」となっている。次頁の図 d に図-10 を転載する。深さ 53m (標高約−21m) 以深では全て「主に CH 級」とされており、原子炉建屋のボーリング柱状図の岩級分布(図 b)とは全く異なる。 O1-3 孔は 3 号炉の東側にあり、小島氏が認めるように、東側では CM 級が多く分布している [5 頁、下から 15~13 行] はずである。「関電から受領した柱状図」による地下の岩級分布は、3 号炉建屋と O1-3 孔との間に何らかの地質境界があって建屋周辺の地下とは全く異なるのか、あるいは、小島氏の「作図」の過程で異なったのか、詳細は不明である。

関電から受領した柱状図とあるが、O1-3 孔の柱状図は設置許可申請書の地質柱状図[[2] 第 3.5.28 図(1)~(54)、6-3-588~641 頁]には記載されていない。また規制委員会の評価会合あるいは審査会合の資料にも O1-3 孔の柱状図はない。評価会合および審査会合で O1-3 孔に関して審議されたのは、サスペンション法による Vs の結果と Q 値を求める実験結果のみである。 PS 検層については、第4 回評価会合(H25.5.10)の資料 3-1、p.20 が示されて以来、同じ図が 5 回の審査会合(第 21 回 H25.9.18 資料 1-1 p.2、第 89 回 H26.3.5 資料 3-1 p.7、

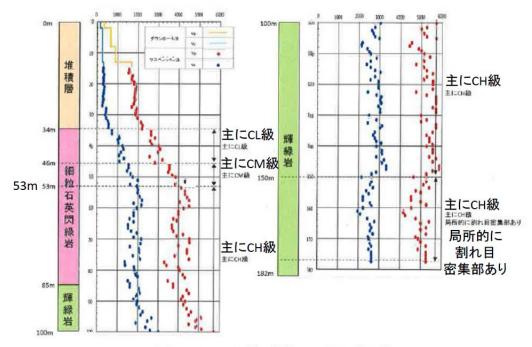


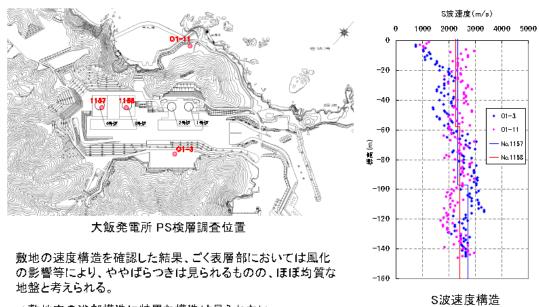
図-10 O1-3 孔 簡易柱状図及び PS 検層結果

図 d 01-3 孔の岩級区分. [1]の図-10 に拡大した文字を追記.

2-2. 地盤速度構造の評価

20

敷地浅部の地盤構造について(敷地内ボーリングデータ)



⇒敷地内の浅部構造に特異な構造は見られない

図e 第4回評価会合 (H25.5.10) の資料 3-1 p.20 の図.

第 111 回 H26.5.9 資料 1-2 p.10、第 206 回 H27.3.13 資料 3-4 p.12、第 332 回 H28.2.19 資料 1-3 p.12)で示されたのみである。前頁の図 e に、審議の元になった第 4 回評価会合で示された図を引用した。小島氏の意見は、審査会合で審議されていないボーリング柱状図によるものと考えられる。O1-3 孔の地質柱状図原本が存在するなら、審査会合において開示し、議論すべきであった。

2.2 試掘坑弾性波探査結果について

- (1) 5 頁、19 行目: 試掘坑において実施している試掘坑弾性波探査結果のうち、ここでは屈折波法について確認する。・・・地盤モデルの速度(Vs=2.2km/s、Vp=4.6km/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(図-12)。これについて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(図-13)。
- → 一面的な解釈である。試掘坑弾性波探査の試験内容として①屈折波法、②平均速度法があると説明し[5頁、14~17行]、②については調査方法を図-11に示しておきながら、調査結果を無視した。②の調査から、下図 f-1~f-2 に示すように、弾性波速度は断層破砕帯とそれに伴うシームの分布密度に相関して系統的に西から東に低下するという結果が得られている[3]。また、小島氏は①について、定性的に述べるだけで定量的な議論が欠如しており、西側よりも東側が遅くなっている理由を風化の影響と云うだけで、東側で風化の影響が大きいことの説明がない。断層破砕帯の影響であることを無視しており、これまでに判明している試掘坑弾性波探査結果についての意見としては一面的である。

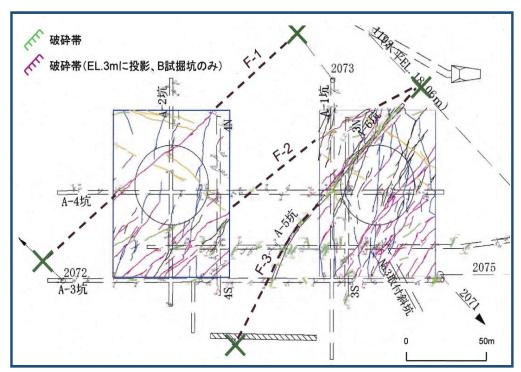


図 f-1 原子炉基礎のシーム分布.

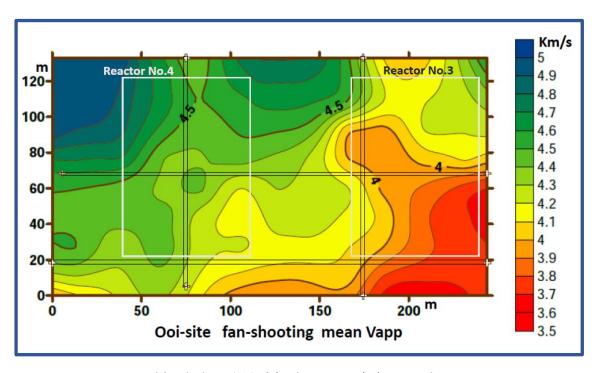


図 f-2 試掘坑坑間弾性波探査による速度トモグラフィー シームの分布密度と相関

- (2) 5 頁、下から 10 行目: 一方深度方向では、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 C-C'断面の 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(図-5)。これは破砕帯をとらえているボーリング結果に基づく評価であるが、1 章で述べたとおり、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。
- → F-3 破砕帯周辺の CM 級の厚さの事実誤認。図-5(図 a に転載)によると、F-3 破砕帯は標高約-10m から約-50m まで 1 本の線で表されている。F-3 に沿う CM 級は標高約-50m から厚さを増し、ボーリング孔と交わる位置(標高約-85m 以深)では厚さは約 15m に達する。F-3 破砕帯に沿う CM 級の厚さを誤認しており、「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」は、間違いである。
- (3) 5 頁、下から 5 行目:また、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 CH 級が広く一様に分布していることが分かる。これらの傾向は C-C 断面と直交する、3 号炉や 4 号炉を通る地質断面図(D-D) 断面、F-E 断面)でも同様であることが確認できる(図-6、7)。
- → 間違った地質断面図による間違った解釈である。図-6、7の岩級分布は柱状図原本とは違う。3 号炉建屋直下には Nos.1155,1156,1157,1161,1162 が、4 号炉建屋直下には Nos.1153,1154,1157,1159,1160 のボーリング孔があり、柱状図には岩級分布が明記されている(図 b 参照)。表 1 に標高 0m~−150m 区間の岩級分布を示す。「試掘坑より深い部分では CH 級が広く一様に分布して」はいない。

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

表 1 3 号炉、4 号炉建屋直下の岩級分布 (標高 $0\sim-150$ m 区間).

(4) 6 頁、5 行目:また、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(Vs=2.2km/s, Vp=4.6km/s)と同程度の速度を示す CH 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(Vs=2.2km/s, Vp=4.6km/s)は妥当であると考えられる。

→ 事実誤認による誤った結論である。

速度低下が掘削によるゆるみであるなら、試掘坑全体に生じる現象と考えるのが一般的。特に東側でそれが生じることの説明が必要である。風化がなぜ局所的に生じたのかの説明もない。調査結果の速度低下と断層破砕帯との関係を意図的に否定しようとする意見である。

なお、「地盤モデルの速度(Vs=2.2km/s、Vp=4.6km/s)と同程度の速度を示す CH 級」と記してあるが、試掘坑弾性波探査で CH 級が Vs=2.2km/s、Vp=4.6km/s であるとした解析結果はない。また、繰り返すが、「CH 級が、地質断面図において 広く一様に分布している」という意見も地質断面図が間違っているのであるから 事実誤認である。従って、「地盤モデルとして設定した速度(Vs=2.2km/s、Vp=4.6km/s) は妥当である」は誤った結論である。

2.3 反射法地震探査結果について

- (1) 6 頁、18 行目: 既往の反射法地震探査結果(A 測線及び B 測線)について確認する(図 -15)。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(図-16、17、別添図-11、12)。
- → A 測線には断層構造を示す回折波が認められる。回折波が現われていることは、すでに、我が国における反射法地震探査の専門家である田村八洲夫氏(元物理探査学会副会長)、芦田譲氏(元物理探査学会会長)が明確に指摘している[4、5]。小島氏は関電の探査結果の説明文を字句通りに追従しているに過ぎない。
- (2) 6 頁、24 行目: C 測線の結果は、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(図-18、別添図-9)。

→ C 測線は、A 測線で記録された回折波の位置を除外するように設定されている。また深さ方向の変化が圧縮された縦横比 1:4 の深度断面図で判断している。図 g に A 測線と C 測線の位置関係を示す。C 測線の 200m 付近が A 測線の700m 付近に相当する。

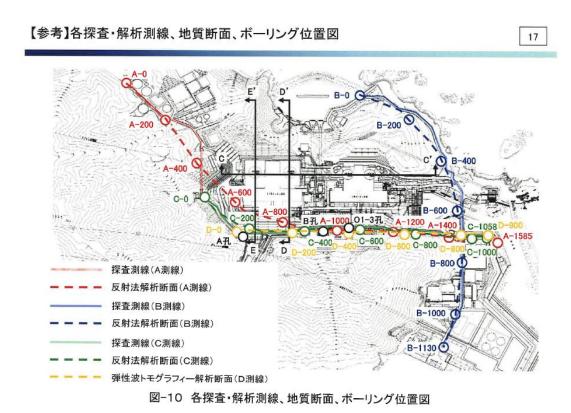


図 g A 測線と C 測線の位置関係. [6]の 17 頁を転載.

図 h に A 測線と C 測線の深度断面図[6]を並べて示す。縦横比は 1:1 である。小島氏意見書記載の深度断面図はいずれも縦横比 1:4 であるが、元資料には 1:1 の断面図がある[[6] 図 \cdot 13、20 頁]。 A 測線の断面図の黄色の書き込みは、田村氏による反射記録のうねり、断裂、回折波などである[4]。 A 測線の 700m 辺りから左側に回折波が記録され、これに対応する C 測線は 200m 辺りから左側である。図の赤矢印が概ね対応する位置を示す。回折波の出る区域は C 測線では端部なので A 測線ほど明瞭ではないが、地層の乱れが明らかである。問題となっている回折波を明らかにするための測線展開ではない。

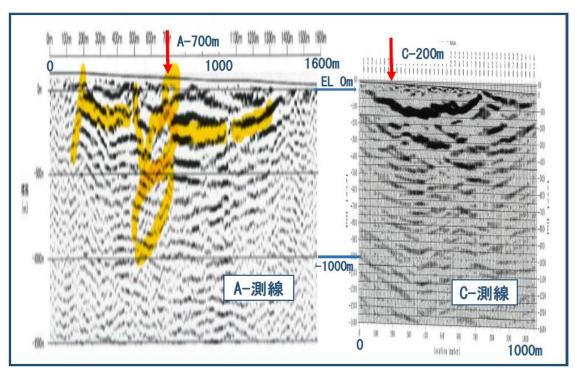


図 h A 測線および C 測線の反射深度断面図. 縦横比 1:1. A-700m と C-200m の位置が概ね対応する.

- (3) 7 頁 6 行目: ちなみに、C 測線の結果に、地質区分や当敷地で最も規模の大きい破砕帯(F-6 破砕帯)の位置を加筆した図を確認すると、地質境界に対応する反射面は認められず、また破砕帯の位置において反射面のずれは認められない(図-19)。
- → 次頁図j に、小島氏意見書の「図-19 反射法地震探査結果(C 測線、地質区分及びF-6 破砕帯を加筆)」を、図k に「図-2 地質断面図($1\sim4$ 号炉:C-C 断面)」を転載する。図j ではF-6 破砕帯は青色実線で示され、「F-6 破砕帯を加筆」と断わってある。F-6 は地表から図の右に傾斜し、標高-100m 辺りで折れ曲がって標高約-200m 付近にまで記載されている。すなわちF-6 はC 測線の展開する北東方向に傾斜しているとされている。

図 k に示す地質断面図では F-6 は左傾斜で標高-200m まで直線状に記載されている。すなわち、F-6 は C 測線と平行な C-C 断面では南西方向に傾斜しているのである。この図には (出典: 平成 28 年 2 月 19 日第 332 回審査会合 資料 1-2-1 の P. 18 に加筆) と断り書きがしてある。資料 1-2-1 の原図と照合すると、「加筆」は「試掘坑」、「E-E 断面」、「D-D 断面」、「I 地形線」の文字を大きく記載し、I と I を I である。I である。I

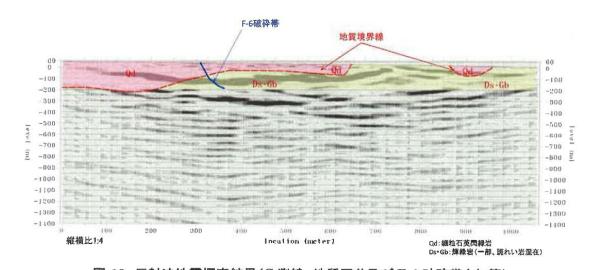


図-19 反射法地震探査結果(C測線、地質区分及びF-6 破砕帯を加筆)

図 j C測線における反射法地震探査結果。

右に傾斜する F-6 破砕帯が記入されている. [6]図-19.

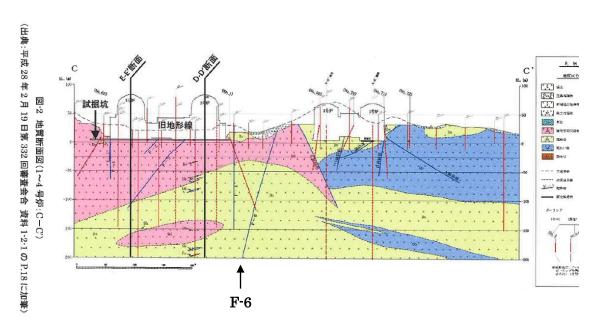


図 k 地質断面図(C-C'断面). F-6 破砕帯 (矢印で示す) は左に傾斜している. [6]図-2.

(4) 発振記録の看過:

さらに、小島氏は言及していないが、C 測線の発振記録例 (CSP:41) [[6] 7 頁] には 次頁の図 m に示すように屈折波の走時異常があり、速度境界の存在が推定される。赤 矢印でその位置を示した。CSP:41 の起振位置についての情報がないが、発振記録と深 度断面の横軸が同じであるなら、速度異常の生じた位置は C-300m 辺りとなる。深度断

面図(図 h)では、C-300m 辺りより左側で反射の乱れが生じている。A 測線の回折波や C 測線の走時異常を生じた構造上の原因とそれらの関係を検討する必要があるが、小島氏はこのことに触れていない。次の図 n に、田村八洲夫氏の解釈概念図を示す。田村氏は逆断層構造の存在を示唆している[7]。

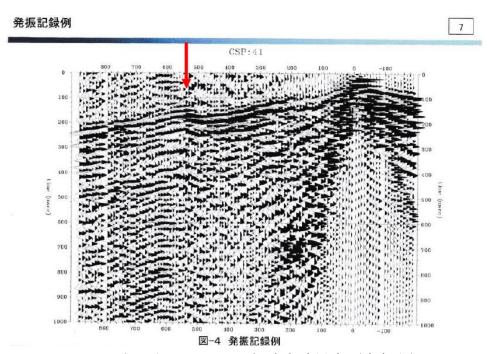


図 m 発振記録に現れた屈折波走時異常(赤矢印).

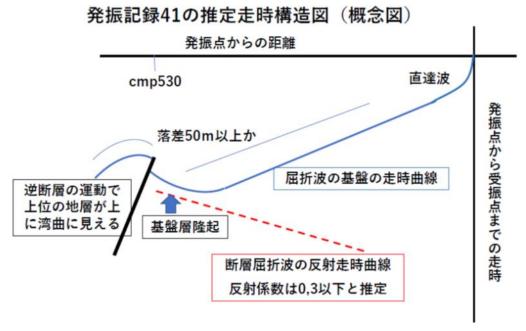


図 n 発振記録 41 の田村八洲夫氏による解釈概念図. [7]の図 5.

- 2.4 弾性波トモグラフィー結果について
- (1) 7 頁、下から 14 行目: D 測線と交差する地質断面図(D-D'断面、E-E'断面)における測線付近では、E.L.0m 程度以深で概ね CH 級が分布している(図-6、7)。
 - 7 頁、下から 5 行目: また、弾性波トモグラフィーの D 測線と離れた位置で平行する 建屋設置位置の地質断面図(C-C'断面)では、全体的に E.L.0m 程度以深で CH 級の岩盤が分布している。
 - 8 頁、下から 4 行目:以上のことから、1 章で述べたとおり。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。
- → いずれも地質柱状図の記載とは違った岩級分布の地質断面図による意見であり、事実誤認である。
- (2) 7 頁、下から 10 行目: なお、深度 150m 以深の局所的な割れ目密集部付近では、PS 検層で見られたような速度の低下は認められず、P 波速度の分布は一様である(図-22)。
- → オフセット VSP トモグラフィーの解析精度の限界を超えた意見である。図 p に割れ目密集部付近を通過する波線の模式図を示す。地表付近に厚さ数 10m の低速度層があるため、深部の解析精度は悪い(註1参照)。このため、深部の PS 検層結果の低速度区間を否定することは困難である。

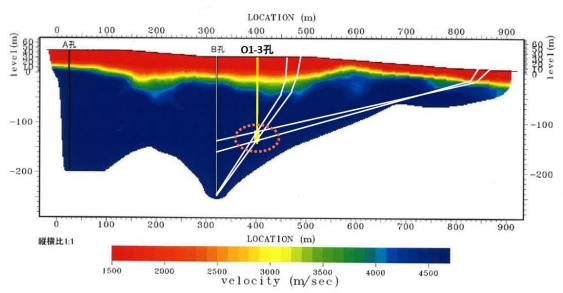


図 p O1-3 孔の割れ目密集部付近を通過する波線の模式図. [6]の8頁の図に加筆.

- (3) 7 頁、下から 4 行目:弾性波トモグラフィーの結果と比較すると、図-1 に示した 谷部による地形的な影響要因も含めて、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(図-5)。
- → 図 b の岩級の深さ分布に示されるように、CH 級岩盤の上面深度は特定できない。従ってトモグラフィーの結果と対比させることは不可能である。

さらに、モデルの深さ 3km と比較する意味はない。小島氏は割れ目や破砕帯などの不均質が地震波に及ぼす影響を、不均質の大きさと波の波長との「寸法効果」で説明している[[1] 2 頁]。寸法効果を地震波動論で量的に説明すると、地震波は波長の 1/4 程度より大きい規模の速度不均質領域の影響を受けるということになる(例えば、1/4 波長則)。すなわち、速度不均質領域の大きさの 4 倍程の長さより短い波長(より短周期、より高周波)の波が影響を受ける。トモグラフィーに現われた基盤の速度不均質の規模は、深さ方向に 50m 程度、水平方向に 100m 程度である。主要動である S 波の速度を 2km/s とすると、周波数が 10Hz の波の波長は 200m であり、波長の 1/4、すなわち 50m の大きさの不均質の影響を受ける。10Hz 以上の高周波では影響が大きくなる。基準地震動は周期 $10\sim0.02$ 秒(周波数 $0.1\sim50$ Hz)の地震波を対象にしている。 $10\sim50$ Hz の S 波に対して、トモグラフィーで示される規模の不均質を「地盤モデルのスケールからすればごく小さな高低差」と片付けることはできない。

- (4) 8 頁、下から 4 行目: なお、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 C H 級より岩級が劣るもの)は、建屋建設前には建屋般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般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(図-5~7)。
- → 地質調査の原本であるボーリング柱状図とは異なる図-5~7を引用して、 CH 級より岩級の劣る CM 級以下の岩級は、原子炉建屋般置面から旧地形線に 相当し、掘削して取り除かれているという意見は、1章(1)で指摘したように、 誤った地質断面図による事実誤認である。 CM 級岩盤は標高-150m の深部にお いても厚さ 50m に達している。

おわりに

上記のように、小島氏の判断には事実誤認、虚偽説明の黙過、あるいは解釈の過誤など多くの瑕疵があり、意見は失当である。なお、「高浜発電所、美浜発電所についても、それらの敷地は大飯発電所と同様に硬質な岩盤で構成されており、新規制基準適合性審査の際に同様に調査を実施していることから、大飯発電所と同様に評価できるものと考えている[[1]、9頁]というまとめの意見は、立地条件が全く異なるにも拘わらず、硬質な岩盤で同様な調査をしたということを理由に、調査の中味を問わない氏の非科学的な思考方法を暴露している。

参考文献

- [1] 小島圭二、意見書、令和 2 年 11 月 (丙第 340 号証).
- [2] 関西電力、大飯発電所発電用原子炉設置許可申請書(3、4号炉完本)本文 及び添付書類、平成29年5月現在(丙第178号証).
- [3] 赤松純平、大飯発電所基準地震動策定における問題点-地盤構造モデルについて-、2018年1月9日(甲第422号証).
- [4] 田村八洲夫、「反射法地震探査」のデータ評価、ShiftM.jp by もったいない 学会、http://shiftm.jp/?p=973)、2017.
- [5] 芦田譲、陳述書、平成 29 年 11 月 30 日.
- [6] 関西電力、大飯発電所弾性波トモグラフィー解析および反射法地震探査の結果について、2020年10月(丙第347号証).
- [7] 田村八洲夫、意見書(大飯発電所敷地における弾性波トモグラフィーおよび 反射法地震探査の結果について)、2021年5月.

註1 オフセット VSP (Vertical Seismic Profiling)トモグラフィー

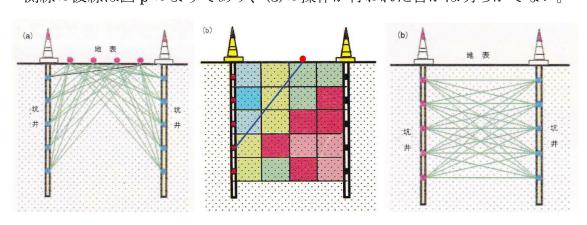
- ◎測定:下左図の様に、ボーリング孔に多数の地震計をセットし、地表の孔口から離れた位置(オフセット)の震動源からの地震波を記録して、走時(震動源から地震計まで波が到達するに要する時間)を計測する。
- ◎解析:中図の様に調査対象領域をブロックに分け、各ブロックの地震波速度 を初期値として与え、その速度で波が各ブロックを通過する時間の合計(理論 走時)が観測走時に合うように、次の手順で各ブロックの速度を反復修正する。

◎反復修正:

- (1) ブロック速度の初期値:ブロックを通過する複数の波線の速度の平均値。
- (2) ブロック速度の修正: ブロックを通過する波線について、観測走時と理論 走時の差を、各ブロックにブロック内の波線長に応じて振り分け、ブロック の速度を修正。
- (3) 波線経路の修正: 速度境界での波の屈折による波線経路をレイトレーシング (波線追跡) により修正。
- (4)(2)(3)の操作を繰り返して反復修正する。ただし、ブロック間の速度差が大きくない場合、(3)の操作は省略される。

◎解析誤差の主な要因:

- ・波線分布の偏り:波線は浅部に密、深部は疎である→深部の解析精度は劣る。 これを避けるため、孔内震源による孔井間トモグラフィー(右図)が行われる。
- ・波線経路の推定が困難である→地表付近の低速度層による屈折の影響が誤差として出る。(3)の操作を省略した直線近似では誤差は大きい。実施された D 測線の波線は図 p のようであり、(3)の操作が行われた否かは明らかでない。



VSP トモグラフィー ブロック分けと通過波線 孔井間トモグラフィー