

平成25年(ワ)第696号 原発運転差止め請求事件
原告 辻 義則 外56名
被告 関西電力株式会社

準備書面(76)

(大飯原発3、4号機基礎地盤の安定性問題)

2021年3月4日

大津地方裁判所民事部合議B口係 御中

原告ら訴訟代理人弁護士 井戸 謙 一

同 菅 充 行

同 高橋 典 明

同 吉川 実

同 加納 雄 二

同 田島 義 久

同 崔 信 義

同 定岡 由紀子

同 永 芳 明

同 藤木 達 郎

同 渡辺 輝 人

同 高橋 陽 一

同 関 根 良 平

同 森 内 彩 子

同 杉 田 哲 明

同 石 川 賢 治

同 向 川 さゆり

同 石 田 達 也

同 稲 田 ますみ

弁護士井戸謙一復代理人

同 河 合 弘 之

同 甫 守 一 樹

同 池 田 直 樹

同 清 水 脩

同 雪 谷 真里奈

同 関 口 速 人

同 中 川 博 貴

【目次】

第1	地盤安定性問題の位置づけ	3
1	「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」(原子力規制委員会規則第5号)	3
2	「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」(平成25年6月19日原規技発第1306193号原子力規制委員会決定)【乙全第5号証】	4
3	「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」(平成25年6月19日原管地発第1306194号原子力規制委員会決定)【乙全第64号証】	4
4	小括	5
第2	大飯原発3、4号機基礎地盤のすべりに対する安定性について	6
1	被告の評価	6
2	被告の評価の問題点1(恣意的な岩級区分)	12
3	被告の評価の問題点2(岩石強度と岩盤強度の恣意的利用)	13
4	被告の評価の問題点3(自らが策定したフローに従っていない疑い)	14
5	被告の評価の問題点4(異方性の無視)	16
6	まとめ	17

【本文】

第1 地盤安定性問題の位置づけ

- 1 「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」(原子力規制委員会規則第5号)

上記規則(以下「設置許可基準規則」という。)は、耐震重要施設の地盤について、基準地震動による地震力が作用した場合においても、①十分に施設を支持することができること、②変形した場合でも施設の安全機能が損なわれるおそれがないこと、③変位が生ずるおそれがないことを求め(第3条)、重大事故等対処施設の地盤について、基準地震動による地震力が作用した場合においても、①十分に施設を支持することができること(但し、常設重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設について)、②変形した場合でも施設の安全機能が損なわれるおそれがないこと、③変位が生ずるおそれがないことを求めている(第38条)。

2 「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」（平成25年6月19日原規技発第1306193号原子力規制委員会決定）【乙全第5号証】

上記決定（以下「設置許可基準規則の解釈」という。）は、その別記1において、次のとおり定めている。

- (1) （耐震重要施設において）「施設を十分に支持することができる」とは、基準地震動による地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する設計であることをいう。
- (2) 「変形」とは、地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み並びに地震発生に伴う建物・構造物間の不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状をいう。
- (3) 「変位」とは、将来活動する可能性のある断層等が活動することにより地盤に与えるずれをいう。「変位が生ずるおそれがない地盤に設け」とは・・・当該施設を将来活動する可能性のある断層等の露頭がないことを確認した地盤に設置することをいう。

3 「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」（平成25年6月19日原管地発第1306194号原子力規制委員会決定）【乙全第64号証】

上記決定（以下「基礎地盤ガイド」という。）は、次のとおり定めている。

- (1) 基礎地盤ガイドは、耐震重要施設等の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価の妥当性を厳格に確認するために活用することを目的として定められたものである。（1.1 目的）
- (2) 原子炉建屋等が設置される地盤は、将来も活動する可能性のある断層等の露頭が無いことが確認された地盤であり、想定される地震動の地震力に対して、当該地盤に設置する耐震設計上の重要度分類Sクラスの機器及びシステムを支持する建物及び構築物の安全機能が重大な影響を受けないことを確認する。（2. (1)）
- (3) 建物及び構築物が設定される地盤については、各種の地質調査、物理探査、地盤調査、地盤材料試験等の結果に基づき、地盤の構造、境界条件、初期条件、地盤材料の物理特性、力学特性（地震波の伝播特性を含む）等

が適切にモデル化されていることを確認する。特に、地盤の力学的な構成関係及びそれらに含まれる地盤パラメータが、各種の地質調査、物理探査、地盤調査、地盤材料試験等の結果を総合的に判断して適切に設定されていること、地盤パラメータの設定に当たっては、地盤材料の物理特性及び力学特性における異方性¹、不均質性、不連続性等の影響、試験結果における試料、試験地盤の乱れの影響、さらに調査及び試験の結果に含まれる不確かさ(ばらつき)を適切に考慮して設定されていることを確認する。

(3)

(4) 地震力に対する基礎地盤の安定性評価は、①基礎地盤のすべり、②基礎の支持力、③基礎底面の傾斜の観点から照査されていることを確認する。(4.1.(1))

(5) 基礎地盤のすべりについては、基礎地盤の内部及び基礎底面を通るすべり面が仮定され、そのすべり安全率によって総合的に判断されていること、動的解析における時刻歴のすべり安全率が1.5以上であることを確認する。その際、地盤内部の不安定領域(地盤要素の安全率が低い領域)の分布及び性状(応力、ひずみ等)を吟味して、仮定したすべり面の位置に係る妥当性を確認する必要がある。(4.1.(1).1))

(6) すべり安全率を求めるに当たっては、基礎底面を通るすべり面のほか、不連続面等の分布、局所安全率²、モビライズド面³の向き等に基づいてすべり面が適切に想定されていることを確認する。(4.1.(2)4))

4 小括

このように、新規制基準は、原子炉建屋等の基礎地盤の安定性評価に厳密な定めを置いている。地震によって基礎地盤が崩れたのでは、原発の重大事故の発生は必至である。基礎地盤の安定性は、原子炉設置許可処分の重要な要件であり、原子炉建屋等の基礎地盤の安定性が確認できない場合、それだけで、当該原発の設置は許されないのである。

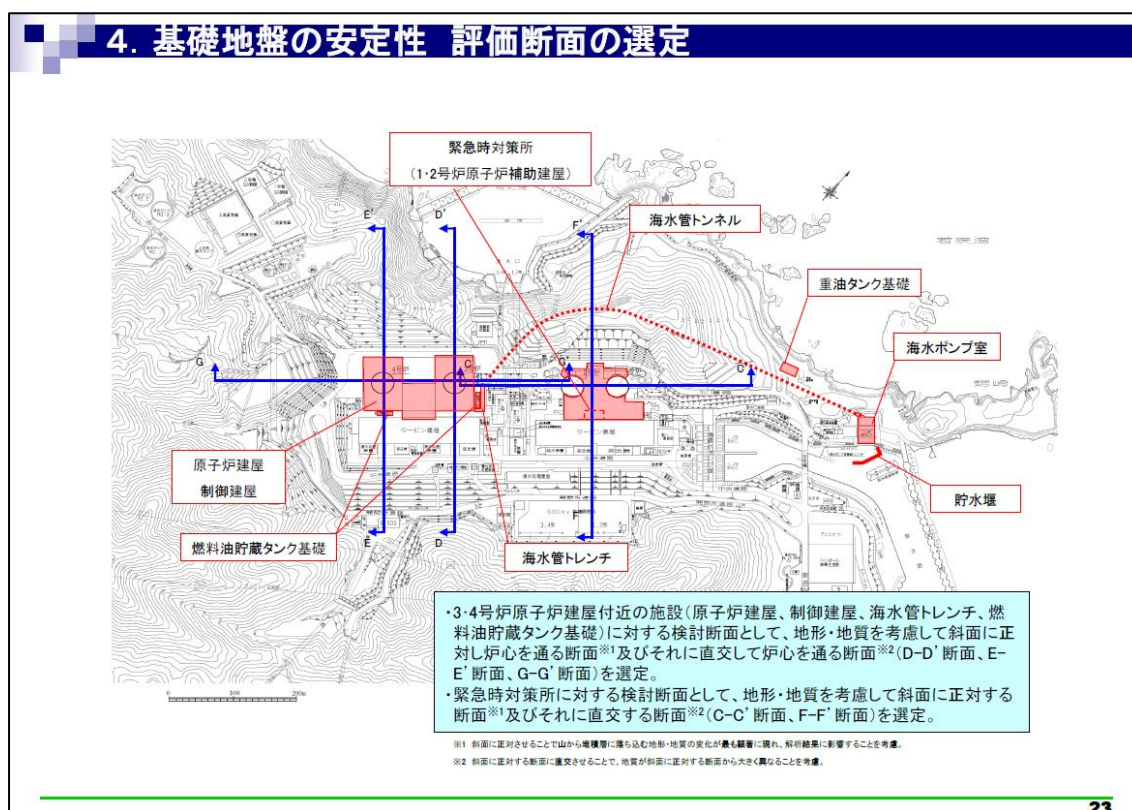
¹ 物体の物理的性質が方向によって異なること

² 後記の「二次元FEM」(有限要素法)における個々の要素の安全率。「せん断強度/せん断応力」で求められる。「局所安全係数(Fe)」と同義。

³ 「二次元FEM」(有限要素法)における個々の要素のせん断応力と主応力とから規定されるすべりの方向。潜在すべり面。

第2 大飯原発3、4号機基礎地盤のすべりに対する安定性について

大飯原発3、4号機基礎地盤のすべりに対する安定性を評価した被告の手法には、多くの問題がある。そのことは、赤松純平博士の2021年2月17日付意見書（「大飯発電所基礎地盤の地震力に対する安全性について」（甲A第15号証）に詳しい。本準備書面においては、上記意見書に基づき、大飯原発3、4号機の炉心位置を貫くG-G'断面について検討する。【断面の位置は、下記図面（甲A第17号証23頁）のとおり。】

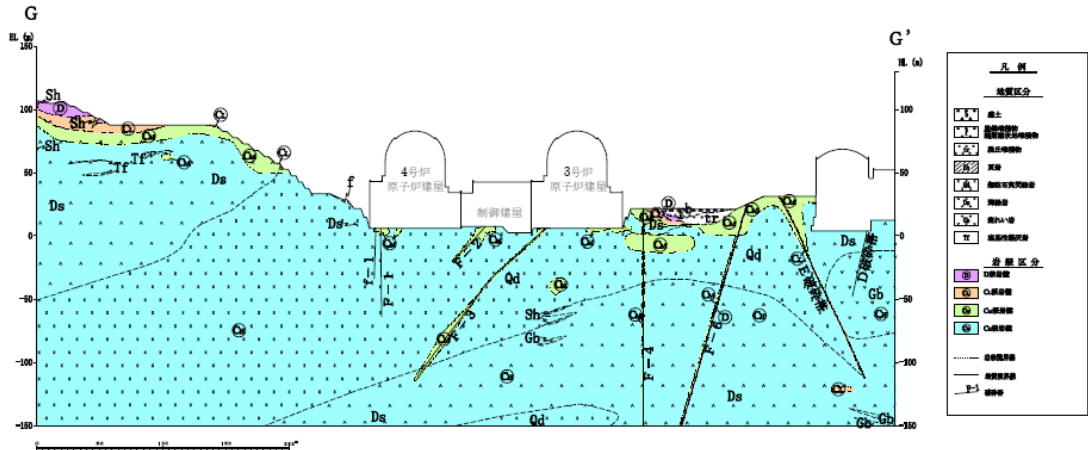


1 被告の評価

(1) 被告は、G-G'断面の地下150メートルまでの地質断面図を作成した。それが次のとおりである（甲A第17号証29頁）。

4. 地質断面図

3・4号炉基礎地盤(G-G'断面)



・基礎地盤の地質は主に細粒石英閃緑岩、輝緑岩から構成される。

29

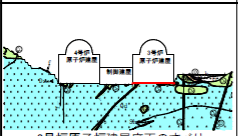
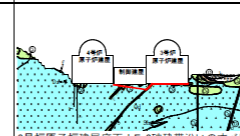
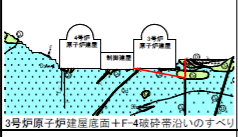
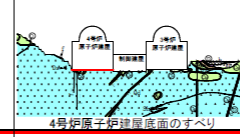
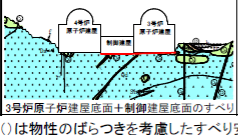
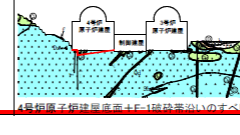
これによると、4号炉原子炉建屋直下にほぼ垂直にF-1破砕帯が、制御建屋から斜め方向にF-2破砕帯が、3号炉原子炉建屋直下に斜め方向にF-3破砕帯が、3号炉建屋のすぐ脇にほぼ垂直方向にF-4破砕帯が存在することが分かる。また、基礎地盤は、上部が細粒石英閃緑岩であり、下部が輝緑岩である。被告は、基礎地盤のほとんどがCH級岩盤であり、CM級岩盤は、破砕帯沿いの僅かな部分しか存在しないと評価していることが分かる（水色はCH級、緑色がCM級、オレンジ色がCL級、ピンク色がD級である。）。

- (2) 被告は、G-G'断面について6通りのすべり面を想定し、それぞれに基準地震動の揺れを入力した結果、すべり面番号6（4号炉原子炉建屋の西端から基礎に沿い、F-1破砕帯にぶつかるとこれに沿って垂直に下降し、その後、向きを変えて原子炉建屋基礎東端に向かうすべり面）に基準地震動Ss-10の揺れを入力したときの時刻18.37秒におけるすべり安全率2.6（ばらつきを考慮した場合は2.3）が最小すべり安全率であるから、新規制基準が定める1.5（第1の3(5)を参照）を超え

ていると評価した（甲A第17号証157頁）。

9.3 すべり安全率一覧表(基礎地盤)

3・4号炉基礎地盤(G-G'断面)

すべり面番号	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率	すべり面番号	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率
1		Ss-4	3.5 [10.66]	4		Ss-1(+,-)	3.6 [16.27]
2		Ss-4	3.2 [10.66]	5		Ss-10	3.9 [18.37]
3		Ss-1(+,-)	5.1 [16.27]	6		Ss-10	2.6 [18.37] (2.3)

※()は物性のばらつきを考慮したすべり安全率。

すべり面番号	基準地震動												
	Ss-1(+,+)	Ss-1(+,-)	Ss-1(-,+)	Ss-1(-,-)	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	Ss-9	Ss-10
6	6.4 [16.31]	6.0 [16.29]	6.9 [16.30]	4.9 [16.30]	5.8 [19.85]	5.2 [10.93]	5.7 [10.53]	7.1 [10.11]	8.0 [12.08]	9.1 [15.60]	5.8 [20.31]	5.0 [10.09]	2.6 [18.37]
	Ss-11 4.8 [10.02]	Ss-12 7.7 [10.18]	Ss-13 7.1 [11.77]	Ss-14 8.2 [12.55]	Ss-15 7.7 [12.77]	Ss-16 7.4 [14.40]	Ss-17 8.4 [20.14]	Ss-18NS(+,+) 7.6 [24.38]	Ss-18NS(-,-) 7.1 [24.38]	Ss-18EW(+,+) 7.6 [25.97]	Ss-18EW(-,-) 8.0 [24.40]	Ss-19(+,+) 6.5 [7.39]	Ss-19(-,+) 7.0 [7.38]

※基準地震動の(+,+)は位相反転なし、(+,-)は水平反転、(+,-)は鉛直反転、(-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
[]は発生時刻(秒)

(3) 上記のすべり安全率の算出手法について

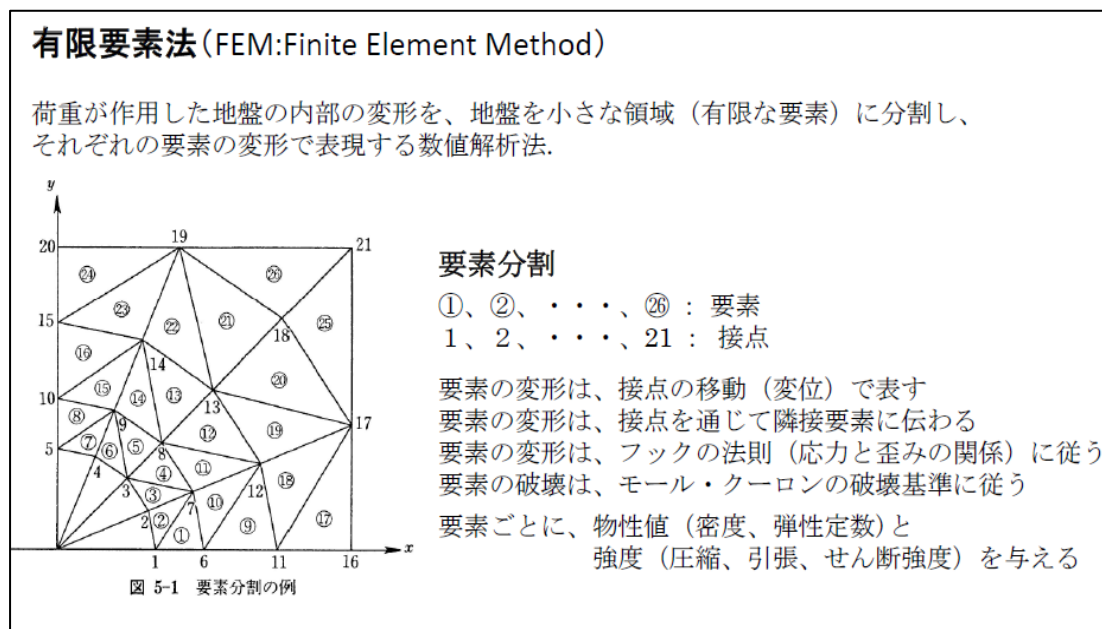
ア 被告は、次のとおり説明している。

「すべり安全率は、想定すべり面上の応力状態を基に、すべり面上のせん断抵抗力の和をすべり面上のせん断力の和で除して求めた。想定すべり面は、建屋底面を通るすべり面、破砕帯沿いすべり面及び局所安全係数やモビライズド面の向きを考慮したすべり面について検討した。」【乙A第15号証添付書類6（6-3-134頁）】

イ この手法は、二次元FEM（有限要素法）によるモデル計算である。有限要素法とは、荷重が作用した地盤の内部の変形を、地盤を小さな領域（有限な要素）に分割し、それぞれの要素の変形で表現する数値解析法である（下記図をご参照）。

すべり安全率は、上記アのように、【想定すべり面に沿う要素ごとの

せん断強度⁴の和】/【想定すべり面に沿う要素ごとのせん断応力⁵の和】
の式で求められる。



(4) ところで、新規制基準は、すべり安全率を求めるに当たり、「基礎底面を通るすべり面のほか、不連続面等の分布、局所安全率、モビライズド面の向き等に基づいてすべり面が適切に想定されていることを確認する。」と定めている (上記第 1 の 3 (6) 参照)。そこで、被告が上記 G-G 断面すべり面番号 6 の時刻 18.37 秒における局所安全係数 (Fe) を評価したが、次の図である (甲 A 第 17 号証 169 頁)。

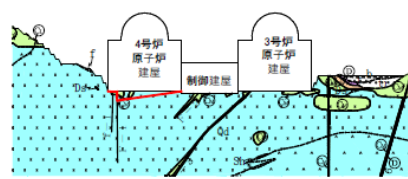
⁴ 材料のある面に平行に力が働くことを「せん断作用を受ける」といい、せん断作用を受けることによって材料が破壊されることをせん断破壊という。せん断破壊が起きたときのせん断応力をせん断強度と言い、単位面積当たりの荷重で示す。単位は、 N/mm^2 (kgf/mm^2)。

⁵ 「応力」とは外部から力を受けた物体の内部に発生する力のこと、「せん断応力」とは、材料内部のある面と平行方向にその面にすべらせるように作用する応力のこと

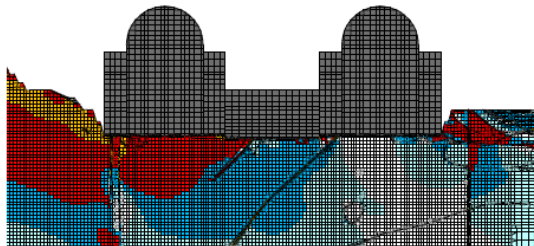
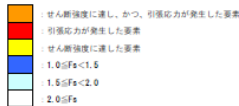
9.3 要素ごとの局所安全係数

■ 3・4号炉基礎地盤(G-G' 断面)

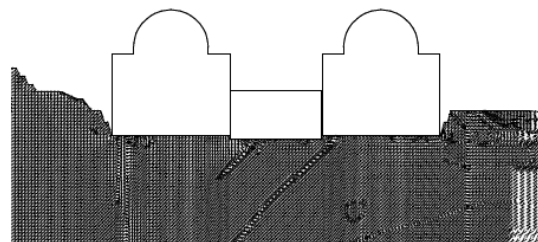
地震動: Ss-10
時刻: 18.37秒
すべり安全率: 2.6



すべり面



局所安全係数



モビライズド面

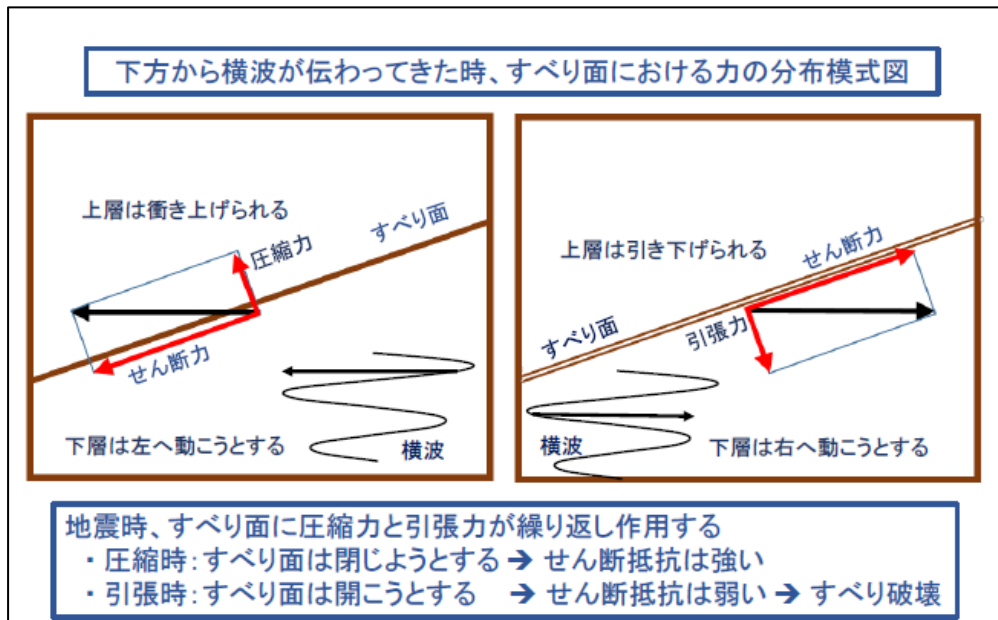
169

これによると、次のことが分かる。

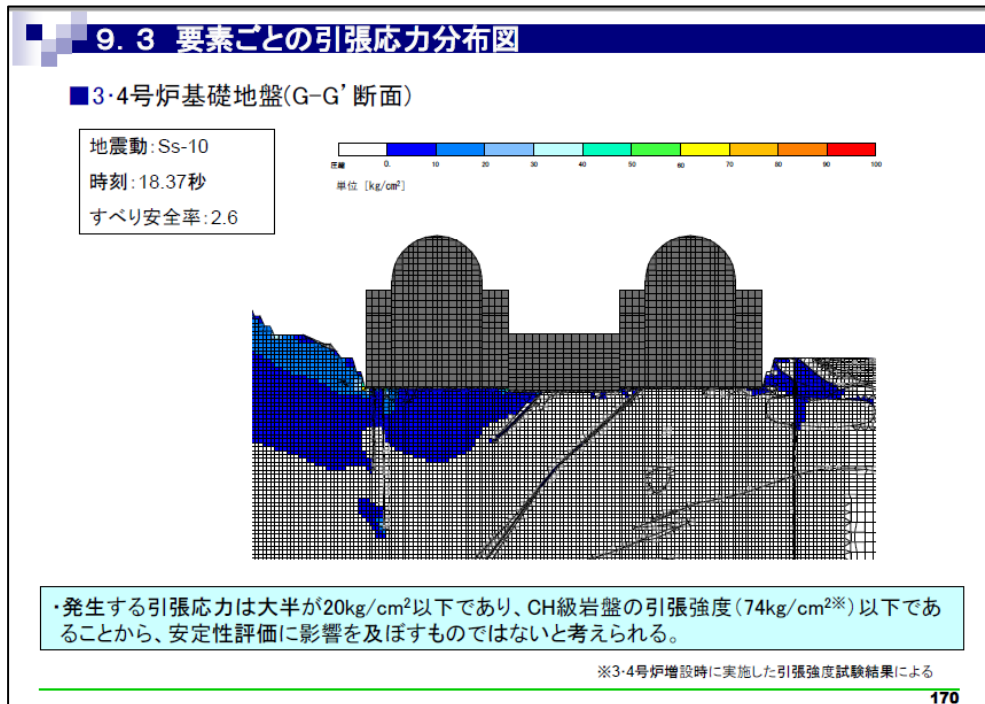
- ア 上記図のうち、局所安全係数の図には、2次元 FEM（有限要素法）によるモデル計算の結果が表されている。白色の要素は局所安全係数 (Fs) が 2.0 以上であり、水色の要素は、1.5～2.0 であり、青色の要素は、1.0～1.5 であり、いずれも安全率は 1.0 以上である。これに対し、黄色の要素は、「(せん断応力が) せん断強度に達した要素」であるから、Fs は 1.0 以下であり、赤色の要素は、「引張応力が発生した要素」であるから、せん断抵抗に問題がある。橙色の要素は、「(せん断応力) がせん断強度に達し、かつ、引張応力が発生した要素」であるから、Fs が 1.0 以下である上に、安全性に問題がある。

※ 下方から地震による横波 (S 波) が伝わってきたとき、すべり面には、せん断力が常時かかるほか、圧縮力と引張力が交互にかかる。圧縮力がかかると地盤内部に圧縮応力が発生し、引張力がかかると地盤内部に引張応力が発生する。圧縮力がかかったときは、すべり面は閉じようとするのでせん断抵抗は強くなるが、引張力がかかったときは、すべり面は開こうとするので、せん断抵抗が弱くな

り、すべり破壊を引き起こしやすくなる。よって、引張応力が発生するということは、せん断抵抗が弱くなることを意味する。（下記模式図をご参照）



イ このように、4号炉原子炉建屋の直下の地盤には、広範に引張応力が発生している。これについて被告は、下図のように、「発生する引張応力は大半が $20\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下であり、CH級岩盤の引張強度 ($74\text{kg}/\text{cm}^2$) 以下であることから、安定性評価に影響を及ぼすものではないと評価している（甲A第17号証170頁）。



2 被告の評価の問題点1 (恣意的な岩級区分)

- (1) 1 (1)で述べたとおり、被告は、3号炉原子炉建屋及び4号炉原子炉建屋の地下の岩盤の大部分をCH級岩盤と評価している。この評価は正しいのだろうか。
- (2) 被告が作成した大飯3、4号炉の「発電用原子炉設置許可申請書」(乙第15号証)の添付書類6の「第3.5.14表」(本文は6-3-128頁、表は6-3-182頁)には岩盤物性の調査結果が書かれているが、これによると、3号炉の基礎底面ではCH級が43.9%、CM級が56.1%、4号炉の基礎底面ではCH級が78.0%、CM級が22.0%とされている。上記1(1)の評価は、被告自身の上記調査結果と全く異なっている。
- (3) 更にその地下の状態は、ボーリング調査結果を見ればわかる。大飯3、4号炉の「発電用原子炉設置許可申請書」(乙第15号証)の添付書類6の6-3-588頁～6-3-641頁にボーリング調査結果が記載されており、深さごとに岩級区分も書かれている。このうち地下150メートルまでの調査結果を赤松博士が分析してCH級岩盤とCM級岩盤の割合を出された(甲井戸A第1号証の図6)。これによると、平均してCM級岩質が全体の36.6%を占めることが分かった。上記1(1)の評価は、被告自身が実

施したボーリング調査結果とも大きく異なるのである。

- (4) このように、3号炉及び4号炉の基礎地盤の岩級区分のほとんどをCH級とした被告の評価は、被告自身の各種調査結果によって真実ではないことが裏付けられており、これは単なる過ちではなく、意図的な所為である可能性が高い。
- (5) それでは、CH級とCM級とでは、せん断強度がどの程度異なるのだろうか。これも、大飯3、4号炉の「発電用原子炉設置許可申請書」(乙第15号証)添付書類6に記載されている(6-3-190頁 第3.6.1表(2)「解析用物性値その2」、なお、同表は、甲A第17号証19頁にも転記されている。)

これによると、細粒石英閃緑岩のせん断強度は、次のとおりであり、平均値はCH級の2.1に対してCM級は1.6しかなく、ばらつきを考慮すれば、CH級の1.2に対してCM級は0.78しかない。そうすると、CH級とCM級の割合を正しく是正した場合、すべり面番号6の最小すべり安全率が1.5を超えているとは必ずしも言えない。

	平均値	ばらつき考慮
CH級	2.1	1.2
CM級	1.6	0.78
CH級/CM級	1.31	1.54

3 被告の評価の問題点2 (岩石強度と岩盤強度の恣意的利用)

- (1) 被告は、CH級岩盤の引張強度が「74kg/cm²」であると主張している(上記1(4)イ)。この「74kg/cm²」の根拠はどこにあるのだろうか。
- (2) 大飯3、4号炉の「発電用原子炉設置許可申請書」(乙A第15号証)をみても、被告が原子力規制委員会に原子炉建屋基礎地盤等の安定性について説明した際の資料である甲A第17号証をみても、被告が大飯原発3、4号機地下の岩盤の引張強度の試験を実施した形跡はない。
- (3) ところで、乙A第15号証添付書類6の6-3-107~108頁では、「JISM 0303 (岩石の引張強さ試験方法)に準拠し、表面乾燥飽和状態の供試体について圧裂試験を実施した。」との記載があり、第3.5.5表(6-3-173頁)には、細粒石英閃緑岩の引張強度の平均値が、3号炉地下では「74km/cm²」、

4号炉地下では「84kg/cm²」であったとの記載がある。この記載から、被告は、岩石の引張強度の試験結果をもって、岩盤の引張強度であると主張している疑いが濃厚である。

(4) 岩盤には通常多数の亀裂があるから、岩盤の引張強度は、岩石の引張強度よりも大幅に小さくなることは容易に推測できる。そこで赤松博士は、CH級岩盤、CM級岩盤の引張強度を試算された(甲A第15号証7～8頁)。その考え方及び試算結果は、次のとおりである。

ア 被告は、大飯原発地下の岩盤のせん断強度については調査し、解析用物性値としている(甲A第17号証19頁)。これによると、細粒石英閃緑岩の場合、CH級で2.1N/mm²、地盤のばらつきを考慮すれば1.2N/mm²、CM級で1.6N/mm²、地盤のばらつきを考慮すれば0.78N/mm²である。

イ 岩盤の強度におけるせん断強度と引張強度の割合が分かれば、引張強度を推定できる。これを検討するための資料としては、次の2つがある。

(ア) 鉄道技術研究所が日本産岩石供試体による強度試験をした結果によれば、引張強度は、岩石の種類にかかわらず、せん断強度の2分の1程度である【甲A第18号証64頁の「表2.3」】。

(イ) 財団法人電力中央研究所・土木技術研究所の研究報告377012によると、地盤の物性値のうち、引張強度とせん断強度の比は、0.1136～0.1399とされている【甲A第19号証76頁】。

ウ これらのデータに基づいて細粒石英閃緑岩の岩盤の引張強度を試算すると、CH級岩盤で平均値が2.7～11kg/cm²、バラツキを考慮すれば1.5～6.1kg/cm²、CM級岩盤で平均値が2.0～8.2kg/cm²、バラツキを考慮すれば0.39～4.0kg/cm²であるという結果になる。

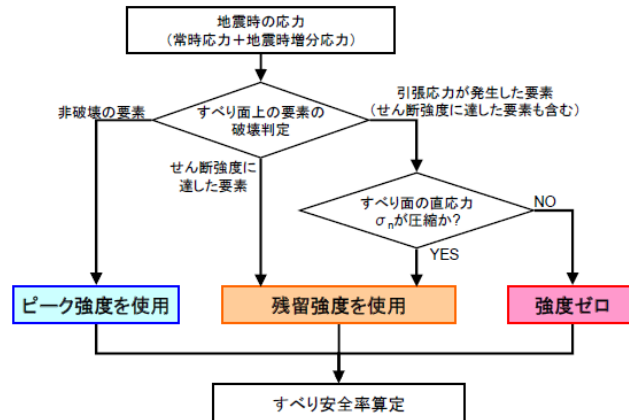
エ そうすると、3、4号炉基礎地盤のCH級とCM級が混在している岩盤の引張強度は、せいぜい10kg/cm²であると考えられるから、20kg/cm²の引張応力が発生すれば、これらの要素は、当然のこととして引張破壊を起こすことになる。

4 被告の評価の問題点3 (自らが策定したフローに従っていない疑い)

(1) 被告は、すべり安定性の評価フローを次のとおり定めている【甲A第17号証131頁】。

9.3 すべり安全率算定時のせん断強度の考え方

■安全率算定のフロー



・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いる。

131

これによれば、すべり面上の要素に引張応力が発生したり、(せん断応力が)せん断強度に達した場合は、すべり面の直応力(すべり面に垂直方向の応力)が圧縮応力かそうでないか(引張応力か)を調べ、圧縮応力でなければ、強度ゼロと評価することになっている。

(2) 1の(4)で記載したように、4号炉原子炉建屋直下の地盤には、局所安全係数が1以下(せん断応力がせん断強度に達しているということ)であったり、引張応力が発生している要素が並んでいる。原子力発電所耐震設計技術指針(甲A第16号証)の227頁には、局所安全係数は、個々の要素の局所的な破壊に対する一指標にすぎないが、局所安全係数1.0以下の要素が連続してすべり面を形成していれば、基礎地盤全体のすべり破壊に結びつく旨が書かれている。

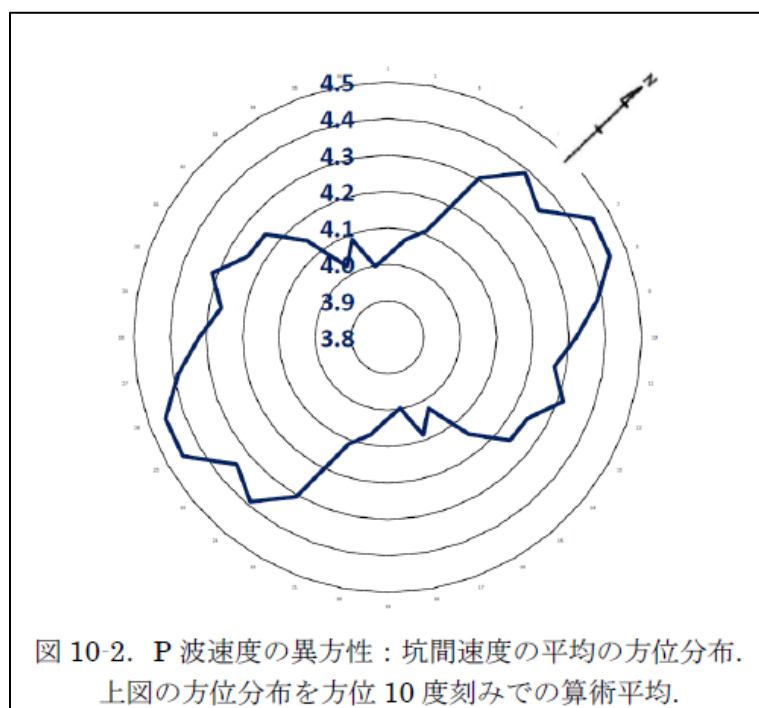
(3) 平成27年1月16日に原子力規制委員会で開かれた第183回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合において、原子力規制庁嶋崎昭夫安全規制管理官補佐から要素の強度がゼロとなったときの措置について質問を受けた被告(小倉和巳原子力事業本部土木建築グループチーフマネージャー)は、質問に直接答えず、「発生している引張応力がCH級の岩盤の引張強度(これが、CH級の岩石の引張強度であることは

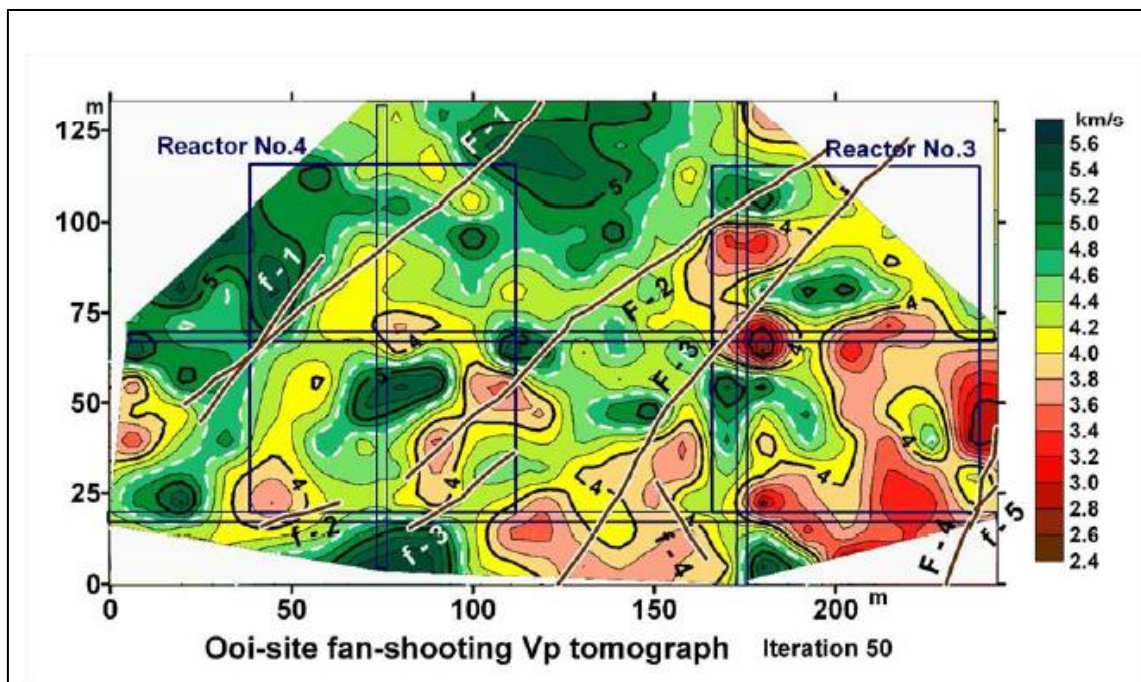
前述した。)を下回っているから問題ない」旨の回答をした(甲A第20号証57～58頁)。

- (4) この回答内容は、被告が自らの策定にかかる上記フローどおりの措置をしているのかを疑わせる。

5 被告の評価の問題点4(異方性の無視)

- (1) 基礎地盤ガイドが、地盤の異方性を適切に考慮すべきと定めていることは、第1の3(3)で述べた。
- (2) 被告は、大飯原発3、4号炉地盤に有意な異方性は認められないとして、これを全く考慮していない【甲A第17号証15頁】。
- (3) しかし、大飯原発3、4号炉地盤に有意な異方性があることは、原告ら準備書面(41)14～16頁で詳述したところである。P波速度は、西側から東側に向けて系統的に低下しているのである。P波速度の異方性を示す坑間速度の方位分布図【甲A第15号証24頁の図10-2】、赤松博士が反復修正を50回繰り返して作成された精度の高いコンター図【甲A15第1号証26頁の図11-2】を下記に転記する。西から東に向けて急速に速度が低下しており、異方性があることは明白である。





6 まとめ

以上のとおり、被告による大飯原発3、4号機基礎地盤のすべりに対する安定性の評価は、CH級岩盤とCM級岩盤が混在しているのかかわらず、ほとんどがCH級岩盤であるとしてすべり安全率を計算し、岩石の引張強度を岩盤の引張強度であるとして引張応力によるリスクを否定するなど、重大なごまかしがある。

そもそもすべり安全率評価を自らが策定したフローに従ってしているのかも疑わしく、基礎地盤ガイドによって考慮を求められている異方性を無視している。

以上によれば、大飯3、4号機の適合性審査の過程に看過しがたい過誤、欠落があったというべきであり、被告がこれらを是正して安定性評価を直し、原子力規制委員会が審査をやり直すのでなければ、大飯3、4号機の基礎地盤の安定性が確認されたということとはできないのである。

以上