

平成26年（ネ）第126号 大飯原発3, 4号機運転差止請求控訴事件

1 審原告 松田正 外184名

1 審被告 関西電力株式会社

準 備 書 面 （33）

平成29年1月23日

名古屋高等裁判所金沢支部第1部C1係 御中

1 審被告訴訟代理人 弁護士 小 原 正



弁護士 田 中



弁護士 西 出 智



弁護士 神 原



弁護士 原 井 大



弁護士 森 拓



弁護士 辰 田



弁護士 今 城 智



弁護士 畑 井 雅



弁護士 山 内 喜



弁護士 谷 健 太



弁護士 中 室



目 次

第1章 地震に対する安全性の確保	6
第1 地震と地震動	6
第2 地震動評価の基本的な考え方	7
第2章 本件発電所の新たな基準地震動	11
第1 基準地震動の策定方針	11
第2 地震動評価に影響を与える地域特性の調査・評価	14
1 敷地周辺の地震発生状況の調査	15
2 活断層の分布状況の調査	16
(1) 本件発電所の敷地周辺地域における活断層の痕跡の出現状況	16
(2) 調査の具体的内容	19
(3) 活断層の分布状況と検討用地震の候補	26
3 地域特性の調査・評価	28
(1) 地震の震源特性	29
(2) 地震波の伝播特性	35
(3) 地盤の増幅特性（サイト特性）	36
第3 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	41
1 検討用地震の選定	41
2 検討用地震の地震動評価の概要	42
3 応答スペクトルに基づく地震動評価	44
(1) 距離減衰式の選定	44
(2) 耐専式及び松田式の信頼性	50
(3) F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層の地震動の応答スペクトル	53
(4) 上林川断層の地震動評価	56
4 断層モデルを用いた手法による地震動評価	63

(1) 1 審被告の評価手法の概要	63
(2) レシピの信頼性	66
(3) 震源断層のモデル化（震源断層パラメータの設定）	67
(4) 地震波の伝播特性，地盤の増幅特性（サイト特性）の評価	82
(5) 地震動評価	83
5 不確かさの考慮について	87
(1) 不確かさの考慮の基本的な考え方	87
(2) 「応答スペクトルに基づく地震動評価」における不確かさの考慮	89
(3) 「断層モデルを用いた手法による地震動評価」における不確かさの考慮	90
(4) 不確かさの組合せに関する追加検討	91
(5) 小括	92
6 1 審原告らの主張に対する反論	93
(1) 「平均像」に関する主張について	93
(2) 入倉・三宅（2001）に関する主張について	94
第4 震源を特定せず策定する地震動	97
1 「震源を特定せず策定する地震動」の位置付け	97
2 本件発電所と「震源を特定せず策定する地震動」	99
(1) 加藤ほか（2004）による応答スペクトル	99
(2) 地震ガイドに例示されている16地震	100
第5 基準地震動の策定	107
1 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の評価結果に基づく基準地震動	107
(1) 応答スペクトルに基づく地震動評価結果を踏まえた基準地震動の策定	107
(2) 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を踏まえた基準地震動の策定	109
2 「震源を特定せず策定する地震動」の評価結果に基づく基準地震動	111

3	基準地震動	112
4	基準地震動の年超過確率について	114
第6	新規制基準への適合性	115
1	新規制基準に照らした本件発電所の「現状評価」の実施	115
2	新規制基準への適合性審査の状況	115
第3章	本件発電所の「安全上重要な設備」の耐震安全性について	117
第1	本件発電所の「安全上重要な設備」の耐震安全性評価	117
1	耐震安全性評価の概要	117
2	建物・構築物	117
(1)	耐震安全性評価の方法	117
(2)	耐震安全性評価結果	119
3	機器・配管系	120
(1)	耐震安全性評価の方法	120
(2)	耐震安全性評価結果	121
4	基準地震動の見直しに伴う耐震補強工事の実施	121
第2	本件発電所の「安全上重要な設備」の耐震安全上の余裕	122
1	「安全上重要な設備」の耐震性が基準地震動による地震力に対して有する余裕	122
(1)	耐震安全上の余裕の存在	122
(2)	評価基準値自体の持つ余裕(②の余裕)	123
(3)	評価値の計算条件における余裕(③の余裕)	124
(4)	小括	125
2	多度津工学試験センターでの原子力発電施設耐震信頼性実証試験	125
3	ストレステスト	126
第4章	結語	127

大飯発電所3号機及び4号機（以下、「本件発電所」という）の新たな基準地震動の策定過程並びに本件発電所の「安全上重要な設備」の耐震安全性の確認方法等については、1審被告の平成27年1月30日付準備書面（18）（以下、「1審被告準備書面（18）」といい、他の準備書面の略称もこの例による）において一通り説明したところである。

その後、1審原告らによる地震に関する新たな主張、反論等を受けて、1審被告は、必要に応じて主張立証を随時補充し、反論を行ってきている（1審被告準備書面（21）、同（23）、同（24）、同（25）、同（28）、同（31）、同（32）等）。

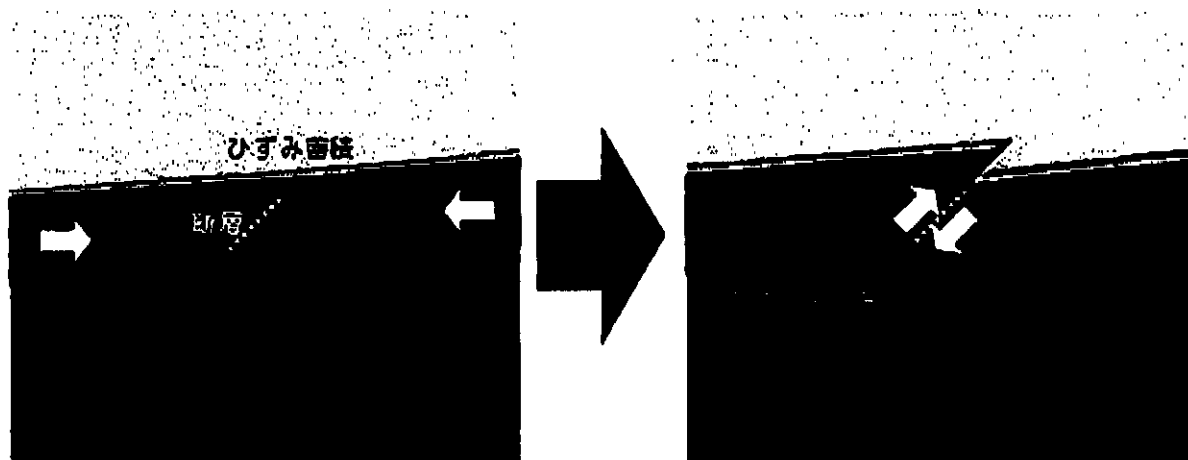
本書面では、本件訴訟の経過を踏まえ、本件発電所の新たな基準地震動の策定過程及び耐震安全性評価について、改めて全般的・概括的に整理して述べるとともに、必要に応じて、関連する当事者の主張を簡潔に引用する。

第1章 地震に対する安全性の確保

第1 地震と地震動

- 1 地震とは、地下の岩盤が周囲から力を受けることによってある面を境としてずれる現象である。内陸地殻内地震¹を例に敷衍すると、陸のプレートが周囲から力（プレート同士の圧縮力）を受けることによって岩盤内部にひずみが蓄積され、岩盤内でずれを生じさせる力が増大していき、ひずみの蓄積が限界に達する（すなわち増大した力が岩盤の破壊強度を超える）と、ある面（震源断層面）を境に岩盤がずれ動くという現象である（図表1）。

¹ 地震発生様式については、1審被告準備書面（18）11～15頁を参照。



【図表1 内陸地殻内地震発生のメカニズム】

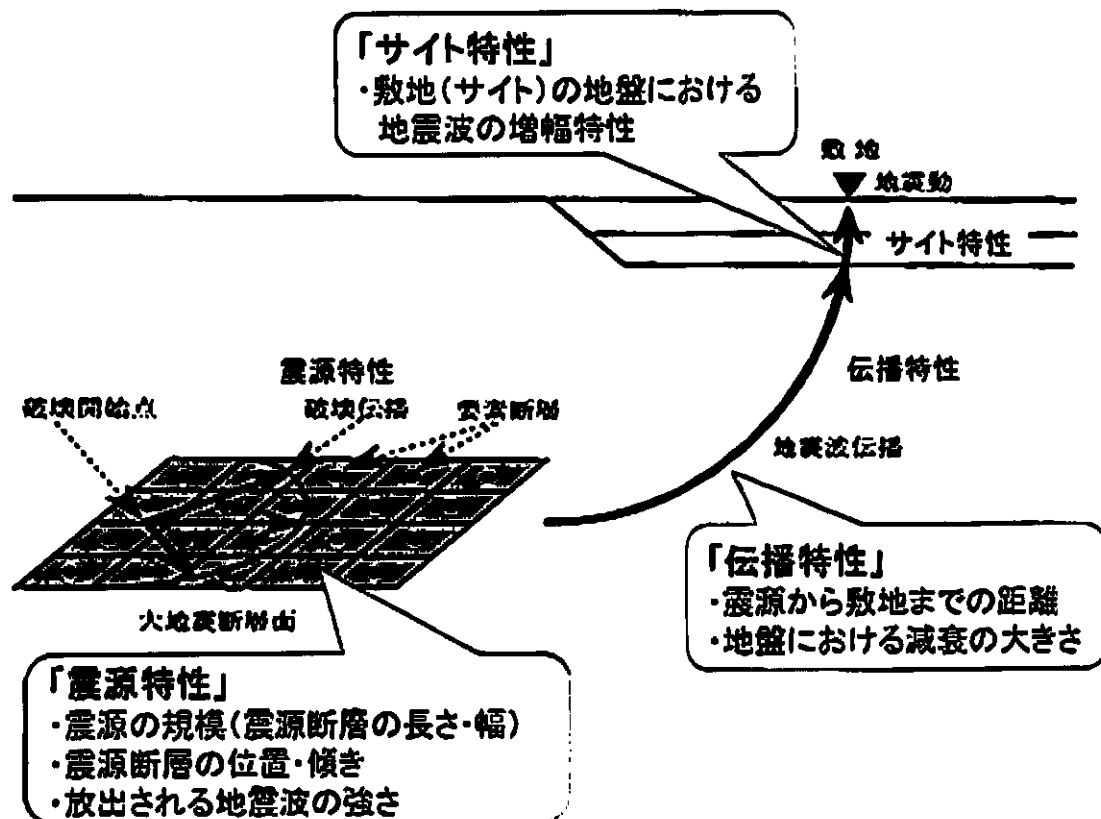
2 また、地震によって生じる、特定の地点における地盤の揺れを地震動という。

原子力発電所の地震に対する安全性は、当該発電所の敷地に到来し得る地震動を適切に評価して「基準地震動」を策定し、その上で、当該発電所の安全性を確保するために重要な役割を果たす「安全上重要な設備」が、全て、この基準地震動（による地震力）に対して耐震安全性を備えるようにすることによって確保する。

（以上について、1 審被告準備書面（18）10～15 頁，17～19 頁）

第2 地震動評価の基本的な考え方

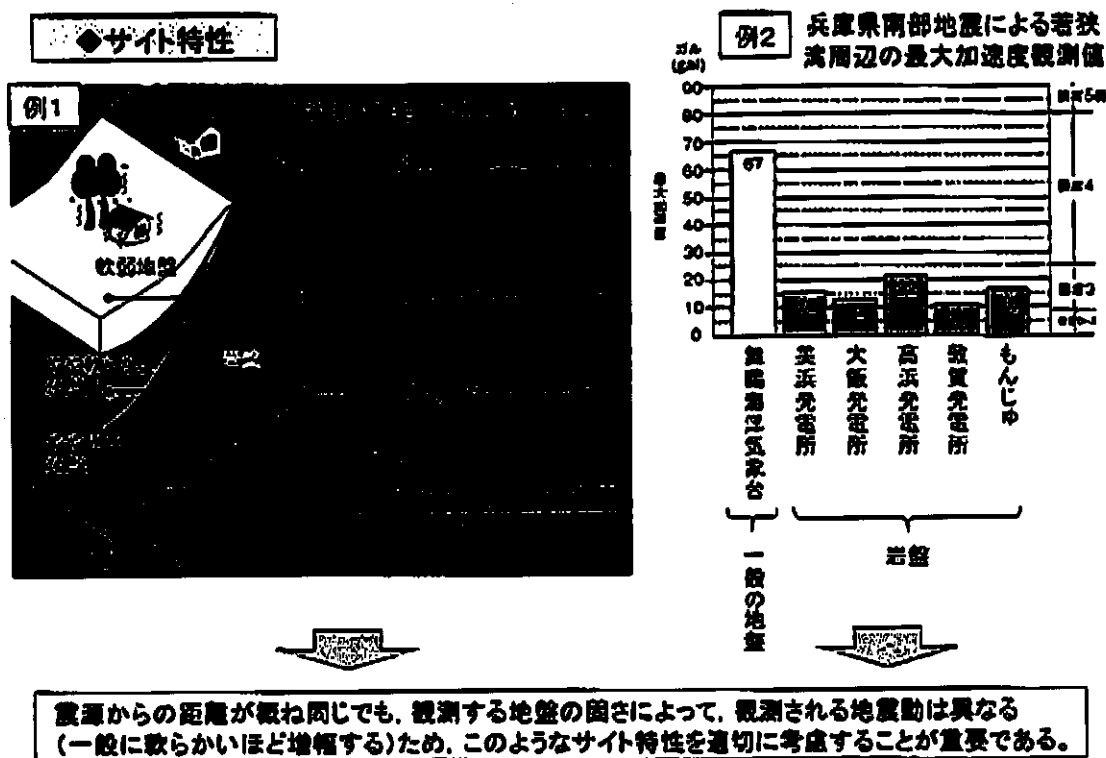
- 1 特定の地点における地震動がどのようなものになるかは、①地震の震源特性（震源の規模（震源断層の長さ・幅）、震源断層の位置・傾き、放出される地震波の強さ等）、②地震波の伝播特性、③敷地及びその周辺の地盤の増幅特性（サイト特性）によって大きく影響を受ける（図表2）（甲48，72 頁，乙57）。



【図表 2 地震動評価において考慮する特性】

そして、①震源特性は、地震発生様式、当該地域で地震が発生する領域（地震発生層）の深さや幅、岩盤の固さ等の性質、震源断層面の大きさや震源断層面の破壊の仕方（破壊伝播方向、破壊伝播速度等）等、各々の地震によって異なり、また、地震により発生する地震波の伝わり方（②伝播特性、③地盤の増幅特性（サイト特性））は、各々の伝播経路や地表付近の地盤（の地下構造の性質等）の影響によって異なり、これらの特性には地域性が存在する。

例えば、ある地震の地震動を、震源からの距離が概ね同程度である複数の地点で観測した場合であっても、各観測地点の地盤の固さによって地盤の増幅特性（サイト特性）がそれぞれ異なるために、観測地点によって地震動に数倍もの差が生じることがある（図表 3、例 2）。



【図表3 地盤の増幅特性（サイト特性）の例】

このように、ある特定の地点における地震動を適切に想定するには、①地震の震源特性、②地震波の伝播特性、及び③地盤の増幅特性（サイト特性）に関して、地域性の違いを十分に考慮することが必要不可欠である。

そのため、原子力発電所の地震に対する安全性を確保するための基準となる基準地震動は、発電所の敷地ごとに、その周辺における地域性を考慮した上で個別に策定されなければならない。

（以上について、1審被告準備書面（18）15～17頁、乙50、11～13頁）

- 2 原子力規制委員会も、新規制基準において、基準地震動は「敷地及び敷地周辺の地質・地質構造、地盤構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から想定することが適切なもの」として策定することを求め（設置許可基準

規則解釈²別記2第4条5項, 乙65, 126頁), また, 高浜発電所3号機及び4号機に係る新規制基準の適合性審査結果を取りまとめた審査書案に関するパブリックコメントに対する回答として, 「地震動に影響を及ぼす震源, 地質構造, 伝播特性等は敷地ごとに異なるため, 過去にいずれかの地域で発生した最大の地震を全ての発電所に対して一律の地震動として適用するのではなく, 発電所ごとに評価することを要求しています」との考えを示し(1審被告準備書面(24)9頁, 乙170), 基準地震動の策定にあたって敷地及びその周辺の地域性を考慮するべきことを明らかにしている。

² 正式には, 「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置, 構造及び設備の基準に関する規則の解釈」である。なお, 以下では, 「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置, 構造及び設備の基準に関する規則」は, 「設置許可基準規則」という。

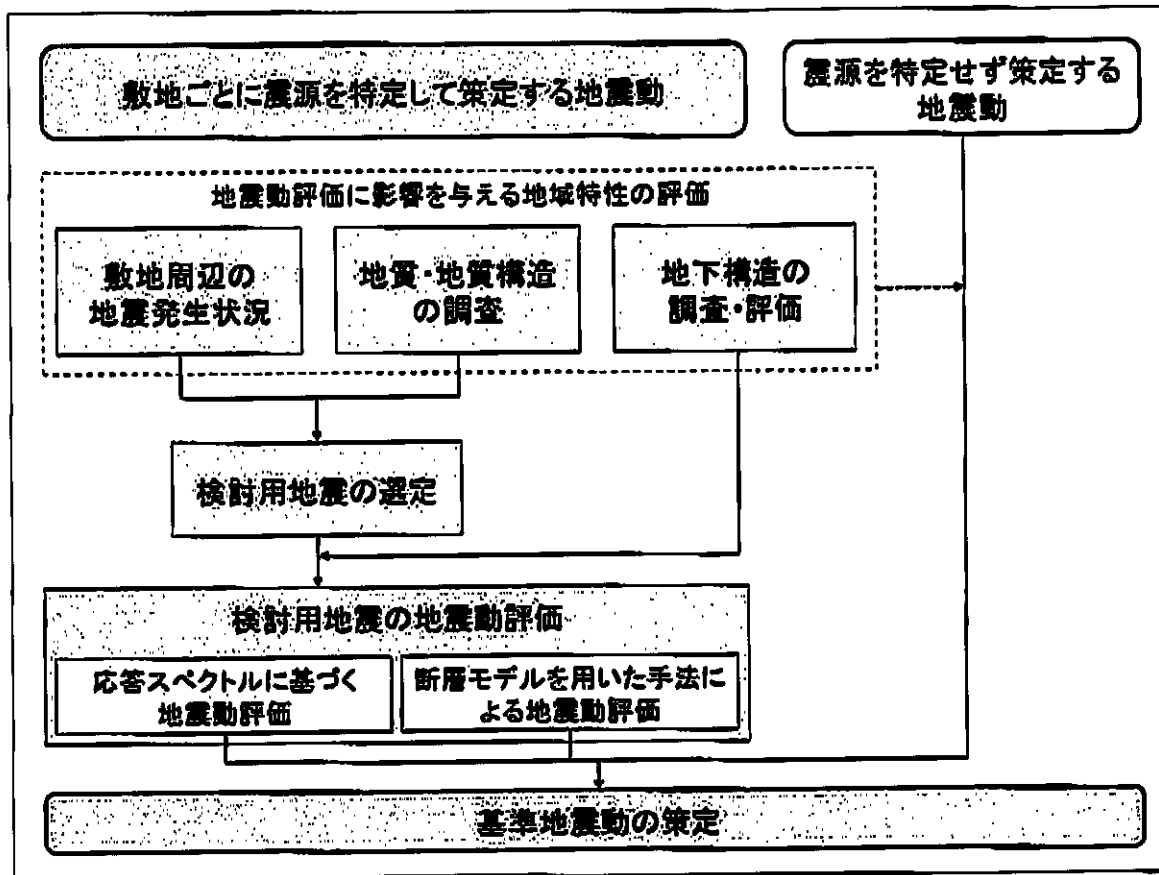
第2章 本件発電所の新たな基準地震動

第1 基準地震動の策定方針

- 1 1 審被告は、新規制基準の施行を受けて、本件発電所敷地周辺の地域性に係る詳細な調査結果及び最新の科学的・専門技術的知見を踏まえ、本件発電所の新たな基準地震動を策定している。基準地震動の策定手順の概略は図表4のとおりである（1 審被告準備書面（18）41 頁）。

なお、地震動評価等の手法については、本件発電所の建設時から一定の方法が確立されていたところ、建設以降も、地質学、地震学、地震工学等の分野における不断の調査研究により新たな知見が蓄積され、これらの手法も高度化されてきた。そして、福島第一原子力発電所事故を機に、国会・政府等の事故調査委員会の指摘事項や国際原子力機関（IAEA）、海外の規制内容等を踏まえて原子力規制委員会が策定した新規制基準では、このような知見の蓄積や手法の高度化が反映され、従来の規制基準に比して、地震動の大きさに影響を与えるパラメータ等について、より詳細な調査や確認等が求められることとなった。（1 審被告準備書面（18）24～40 頁，118～120 頁，乙113，48～51 頁，54～56 頁）

以下、図表4に沿って、基準地震動の策定手順について述べる。



【図表 4 基準地震動の策定手順】

I 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の評価

①検討用地震の選定

本件発電所敷地周辺における地震発生状況、活断層の分布状況等の地質・地質構造を詳細に調査し、地震発生様式も考慮して、敷地に大きな影響を与えると予想される地震を「検討用地震」として複数選定する（設置許可基準規則解釈別記2第4条5項2号本文，①，②i），⑦及び同項4号，乙65，126～129頁）。

②検討用地震の地震動評価

上記①で選定した各検討用地震について、本件発電所敷地及び敷地周辺の地下構造の調査・評価結果を踏まえて、「応答スペクトルに基づく地震動評価」及び「断層モデルを用いた手法による地震動評価」により本件発電

所敷地での地震動を評価する。この評価に際しては、震源断層の長さ等、地震動評価に大きな影響を与える要素について、不確かさを考慮する。（同規則解釈別記2第4条5項2号本文，② ii），④～⑦及び同項4号，乙65，126～129頁）

II 「震源を特定せず策定する地震動」の評価

一方で、本件発電所敷地周辺の状況等を十分考慮した詳細な調査を実施しても、なお敷地近傍において発生する可能性のある内陸地殻内地震の全てを事前に評価し得るとは言い切れないとの観点から、「震源を特定せず策定する地震動」を評価する（同規則解釈別記2第4条5項3号及び4号，乙65，128～129頁）。

III 基準地震動の策定

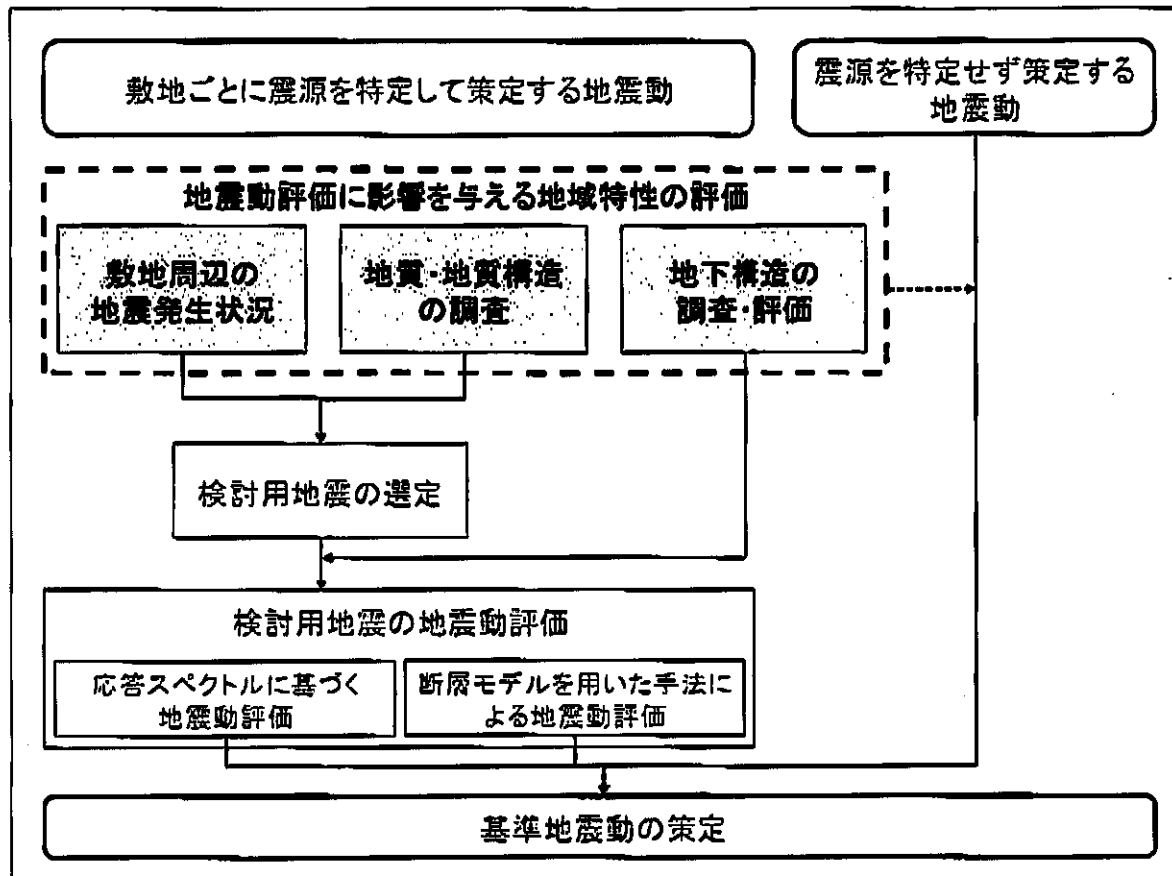
上記の「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」の評価結果を総合し、基準地震動を策定する（同規則解釈別記2第4条5項1号，乙65，126頁）。

策定した基準地震動については、確率論的な観点からいかなる水準にあるかを確認するため、年超過確率を算定し、参照する（同規則解釈別記2第4条5項4号なお書き，乙65，129頁）。

- 2 1 審被告は、以上のような手順に従って本件発電所の基準地震動を策定し、耐震重要施設である「安全上重要な設備」の耐震安全性評価に用いた（設置許可基準規則4条3項及び同規則解釈別記2第4条6項及び7項，乙65，11頁，129～131頁）。

以下、本件発電所の新たな基準地震動の策定について、上記の策定方針に沿って詳述する。

第2 地震動評価に影響を与える地域特性の調査・評価



第1章で述べたとおり，原子力発電所敷地の基準地震動を適切に評価するためには，「震源特性」「伝播特性」「地盤の増幅特性（サイト特性）」に関して，発電所敷地周辺の地域性を適切に考慮することが重要となる。そのためには，まず，発電所敷地周辺において，地震及び地震動に関係する様々な調査・評価を行うことが必要となる。

「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の評価に際しては，「検討用地震」を選定する必要があるところ，1審被告は，①本件発電所敷地周辺で過去に実際に発生した被害地震，及び②本件発電所敷地周辺の活断層によって発生することが想定される地震（内陸地殻内地震）から「検討用地震」の候補を挙げることにした（プレート間地震及び海洋プレート内地震は，本件発電所敷地へ及ぼす影響は大きくない。1審被告準備書面（18）43～44

頁)。そして、①及び②の地震から検討用地震の候補を挙げるに際して、本件発電所敷地周辺の地震発生状況、活断層の分布状況等について詳細な調査・評価を実施した（後記1及び2）。

このほか、1審被告は、「震源特性」「伝播特性」「地盤の増幅特性（サイト特性）」に関して、発電所敷地周辺の地域性を把握するための詳細な調査・評価を行った（後記3）。

以下では、本件発電所の基準地震動の策定に関して1審被告が行った地域特性の調査・評価について述べる。（なお、上記フロー図中の「地質・地質構造の調査」は、後記2（活断層の分布状況の調査）及び後記3（1）（地震の震源特性）のうち断層の位置・長さ等に概ね対応し、同図中の「地下構造の調査・評価」は、後記3（地域特性の調査・評価）に概ね対応する。）

1 敷地周辺の地震発生状況の調査

1審被告は、地震史料及び明治以降の地震観測記録をもとに主な地震について取りまとめた様々な文献から、本件発電所からの震央距離が200km程度以内の過去の主な被害地震を確認した。

そして、これらの被害地震のうち、本件発電所敷地に大きな影響を及ぼしたと考えられる9個の地震を、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の評価に用いる検討用地震の候補として抽出した（図表5）。

（以上について、1審被告準備書面（18）42～44頁、乙88、スライド2～5）

年月日	規模 M	震央距離 (km)	地 名 (地震名)
745. 6. 5	7.9	94	美濃
1185. 8. 13	7.4	61	近江・山城・大和
1586. 1. 19	7.8	104	畿内・東海・東山・北陸諸道
1596. 9. 5	7.5	85	畿内および近隣
1662. 6. 16	7.5	35	山城・大和・河内・和泉・摂津・丹後・若狹・ 近江・美濃・伊勢・駿河・三河・信濃
1819. 8. 2	7.25	70	伊勢・美濃・近江
1891. 10. 28	8.0	86	愛知県・岐阜県 (濃尾地震)
1927. 3. 7	7.3	67	京都府西北部 (北丹後地震)
1963. 3. 27	6.9	33	福井県沖 (越前岬沖地震)

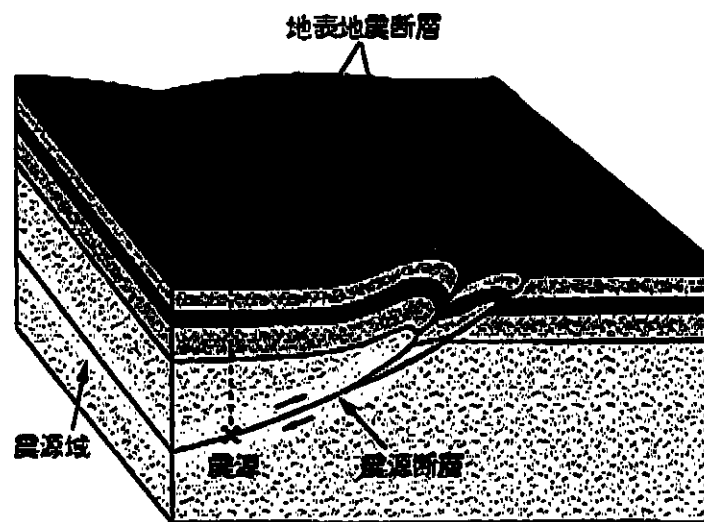
【図表 5 検討用地震の候補とした過去の被害地震】

2 活断層の分布状況の調査

1 審被告は、次に述べるとおり、本件発電所敷地周辺における活断層の痕跡の出現状況に関する知見を踏まえ、詳細な調査を行い、「震源として考慮する活断層」(後期更新世以降(約12～13万年前以降)の活動が否定できない断層。設置許可基準規則解釈別記1第3条3項(第3段落及び第4段落)、乙65、120～121頁)を網羅的に把握し、その中から検討用地震の候補とすべき活断層(による地震)を抽出した。

(1) 本件発電所の敷地周辺地域における活断層の痕跡の出現状況

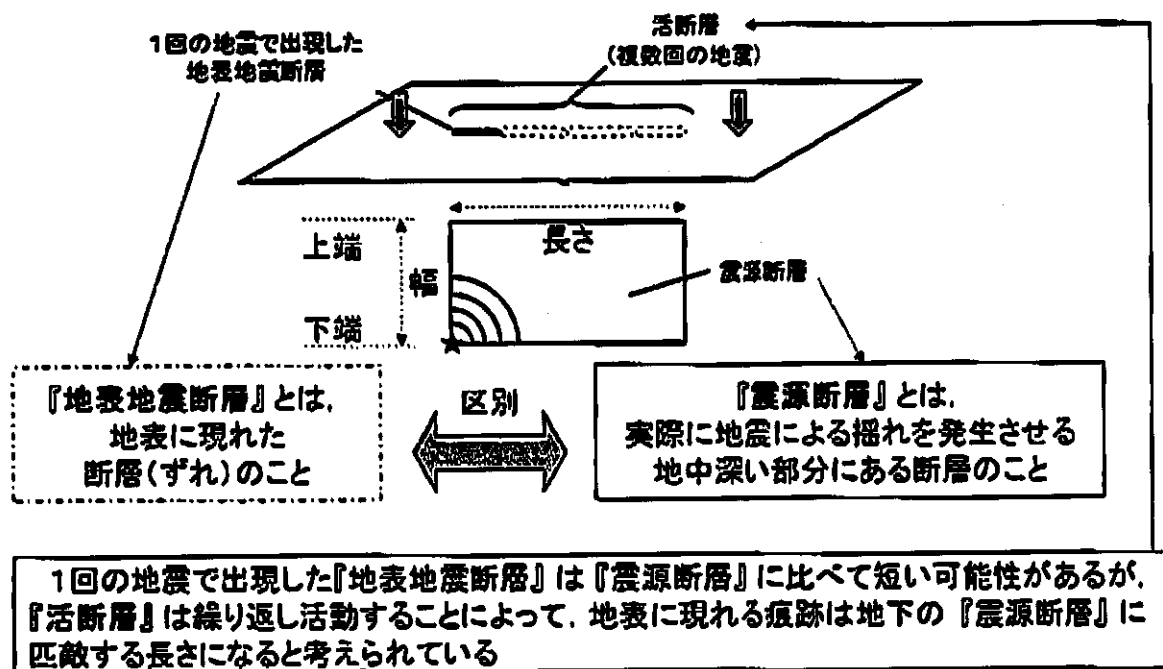
ア 本件発電所敷地への影響が大きいと考えられる地震は、いずれも内陸地殻内地震であるところ、内陸地殻内地震による揺れを発生させる、地下の深い部分にある断層を「震源断層」といい、地震の発生によって地表面に現れるずれを「地表地震断層」という(図表6)。



(地震調査研究推進本部ウェブサイトより)

【図表6 震源断層と地表地震断層】

この点、1回の地震では、地下の震源断層と同じ長さの地表地震断層が出現するとは限らないが、繰り返し地震を起こすことで、長い年月の間に地表に現れた地盤のずれやたわみが蓄積して、明瞭な痕跡が現れるようになると考えられている(図表7。乙152, 10～13頁)。そのため、断層が繰り返し活動していた場合は、地表の痕跡(地表地震断層)を調査することによって地下の震源断層を把握することができる。

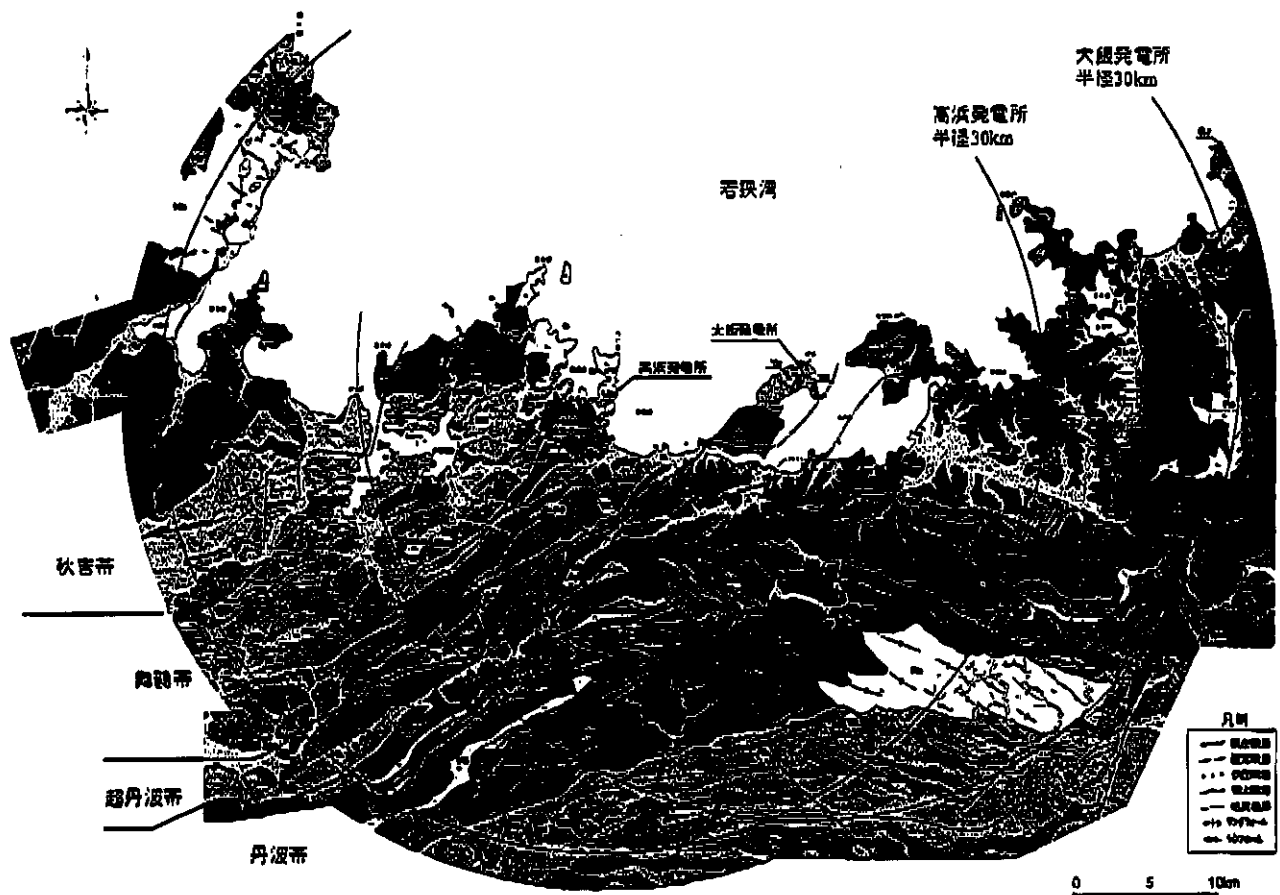


【図表 7 震源断層と地表地震断層との関係】

- イ 活断層の発達状況（成熟度）は地域によって異なるところ、本件発電所が位置する中部地方や近畿地方は、明瞭な活断層が特に多く分布している（乙152, 8頁）。そして、岡田（2002）³（乙152, 添付資料3）の指摘や詳細な調査結果を踏まえると、本件発電所の敷地周辺地域は、活断層が繰り返し活動した痕跡が地表に現れている地域であり、その現れた痕跡である地表地震断層を調査することで震源断層を把握することができる。（1審被告準備書面（32）47～48頁，乙82，乙152，10～16頁）
- ウ また、本件発電所の敷地周辺については、軟らかい堆積物や火山噴出物が厚く分布するところがないことを確認しており、軟らかい堆積物等のために、地下で生じたずれが地中に留まって震源断層が把握しづらく

³ 岡田篤正「山陰地方の活断層の諸特徴」，活断層研究 22 号，17-32 頁。なお，この岡田（2002）は，乙 82 号証の 9 頁左で引用している論文である。

なるようなことはない⁴（図表 8。乙152, 17頁）。



【図表 8 本件発電所敷地周辺の地質】

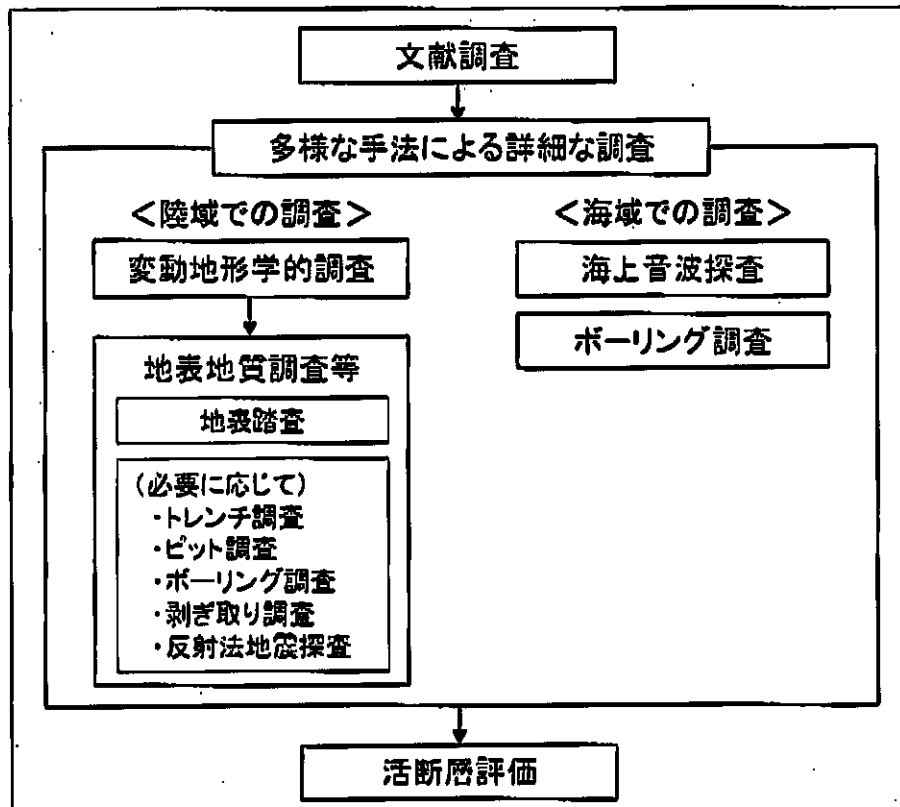
(2) 調査の具体的内容

1 審被告は、上記（1）で述べた地域的な特性を踏まえ、本件発電所の敷地周辺については、地表地震断層の詳細な調査結果から震源断層を把握することとした。そして、本件発電所の地震動評価で考慮すべき活断層を見落とすことがないよう、文献調査及び多様な手法による詳細な調査を組み合わせ

⁴ 本件発電所敷地周辺では、舞鶴帯、超丹波帯、丹波帯とよばれる新第三紀（約 2300 万年前～約 260 万年前）よりも前の比較的硬い岩盤が分布している（乙 152, 17 頁、乙 182 の 1、「大飯発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書（3 号及び 4 号発電用原子炉施設の変更）」の一部補正書、添付書類六、6-3-6～6-3-18 頁）。

て、陸域及び海域を問わず全域において活断層調査を網羅的に行った（図表9）。（1審被告準備書面（18）44～46頁，乙50，16～26頁，乙152，19～31頁）

以下、この調査の内容について述べる。



【図表9 断層の調査・評価の流れ】

ア 文献調査

まず、敷地から概ね半径100kmの範囲の陸域及び海域については、活断層研究会の『[新編] 日本の活断層』、海上保安庁水路部（現海上保安庁海洋情報部）発行の『5万分の1沿岸の海の基本図』等の各種文献から、その地形及び地質・地質構造を把握するとともに、文献に記載されている活断層を抽出した（乙182の1，添付書類六，6-3-2～6-3-3頁，6-5-2～6-5-3頁）。

この文献調査により、主要な活断層の有無，位置，長さ等を把握することができ，本件発電所の基準地震動を策定する際に参照すべき活断層を把

握することができる。

イ 陸域及び海域における調査

次に、本件発電所敷地の近くで発生する地震は敷地への影響がより大きいことを踏まえ、本件発電所から少なくとも半径30km以内については、陸域及び海域それぞれの全域で多様な手法による調査を行い、網羅的に活断層を把握した（図表9，乙182の1，添付書類六，6-3-3～6-3-5頁）。

以下、陸域と海域に分けて説明する。

（ア）陸域における調査

α 変動地形学的な観点に基づく地形調査

活断層は繰り返し地震を起こすことで、長い年月の間に地表に現れた地盤のずれやたわみが蓄積し、明瞭な痕跡としての変動地形・リニアメント⁵（図表10）が形成され则认为られている。

そこで、活断層の有無やその位置等を把握するために、まず、空中写真判読（図表11）・航空レーザー測量等を用いた変動地形学的調査⁶を本件発電所の半径30km以内で網羅的に実施し、変動地形・リニアメントの可能性のある地域を、不明瞭なものや断層活動によるものではない可能性があるものも含め、漏れなく抽出した。

⁵ 断層が繰り返し活動すること等により、谷や尾根において、その傾斜が急変したり、横ずれしたりする地形的な特徴が現れ、このような特徴が直線、又は直線に近い状態で配列することが知られている。このような断層活動等に伴う変動地形の可能性のある地形をリニアメントという。リニアメントは変動地形の一種である。（乙152，24頁）

⁶ 変動地形とは、長い地質時代の中に繰り返し発生した地震及び火山活動等に起因する痕跡の累積効果である特徴的な地形をいい、変動地形学とは、変動地形を研究対象として、地殻変動やその原因を研究する学問（地形学の一種）をいう（乙152，24頁）。



【図表10 リニアメントの例】



(文部科学省ウェブサイトより)

【図表11 空中写真判読】

b 地表地質調査等

上記の文献調査及び変動地形学的調査により、活断層又は変動地形・リニアメントの可能性があると考えられた地域については、稠密な地表踏査を行い、さらにトレンチ調査⁷ (図表12)、ピット調査⁸、ボー

⁷ トレンチ調査とは、対象とする断層等を横切るように溝状に地面を掘削して地質の分布等を直接観察する調査をいう (乙152, 27頁)。

⁸ ピット調査とは、地表から比較的規模の小さな縦穴 (ピット) を掘って、地表面下の地質状況を直接観察する調査をいう (乙152, 27頁)。

リング調査⁹（図表12）、剥ぎ取り調査¹⁰、反射法地震探査¹¹といった多様な手法も適切に組み合わせることで、より精度の高い、詳細な地表地質調査等を実施した。



（乙3、「原子力発電所の耐震安全性」7頁より）

【図表12 トレンチ調査】



（文部科学省ウェブサイトより）

【図表13 ボーリング調査】

1 審被告は、これらの地表地質調査等によって、断層の有無や活動

⁹ ボーリング調査とは、地表から円柱状に抜き取った試料を詳細に観察することで地質分布を確認する調査をいう（乙152、27頁）。

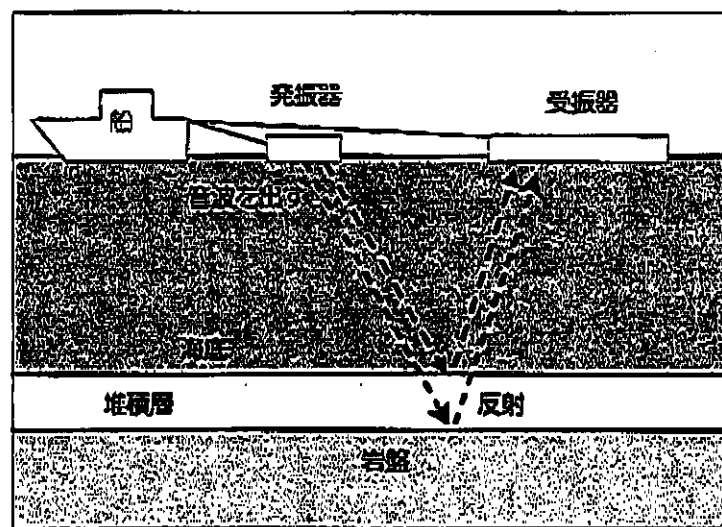
¹⁰ 剥ぎ取り調査とは、地表に堆積した土砂、草木等を取り除き、地表面下の地質状況を直接観察する調査をいう（乙152、27頁）。

¹¹ 反射法地震探査とは、発振器で地表面から人工的に地震波を発し、受振器で地層からの反射地震波を観測し、解析して、地下の速度構造分布（波が伝わる速度が変化する境界面の位置、構造）を把握する調査手法をいう（乙152、27頁）。

性を詳細かつ網羅的に把握して、後期更新世以降（約12～13万年前以降）に堆積した地層に断層活動による変位・変形が確認できた場合は、後期更新世以降に断層活動があったものと評価し、「震源として考慮する活断層」とした。

（イ）海域における調査

- a 一方、海域においては、1 審被告は、地質調査所（現産業技術総合研究所）及び海上保安庁が行った海上音波探査記録を用いて地質・地質構造を評価するとともに、自らも海上ボーリング調査及び海上音波探査¹²（図表14）を行った。



【図表14 海上音波探査】

- b このうち後者の1 審被告が行った現地調査では、まず、海上ボーリング調査で採取した堆積物や岩石を分析することにより、海域に堆積している地層の年代と深度を把握し、その上で海上音波探査を行った。

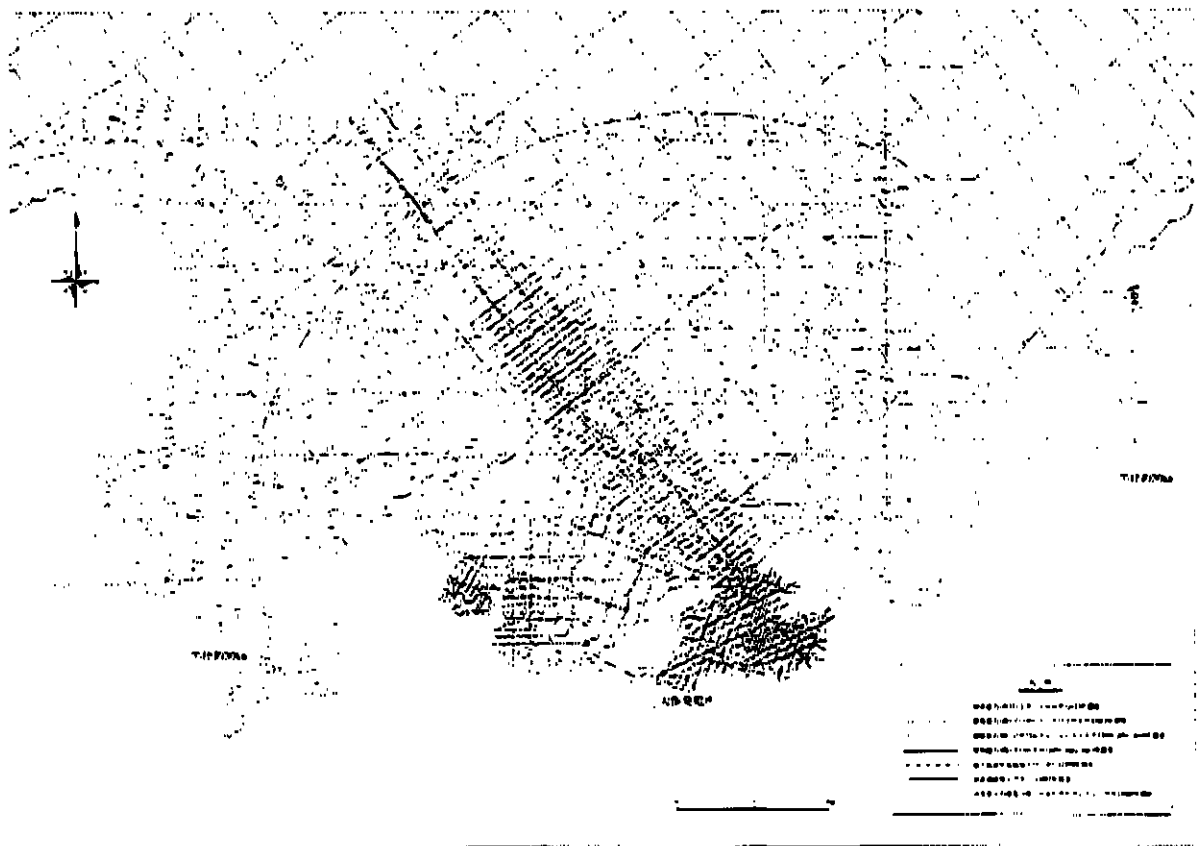
¹² 海上音波探査は、調査船が曳航する発振器で海面下から音波を発し、これが海底面や海底下の地層境界で反射したものを受振器で観測することで海底下の地層の速度構造分布を把握する調査手法である（乙152、29頁）。

そして、海上音波探査では、本件発電所敷地周辺の海域における断層の有無や活動性を網羅的に把握するため、当該海域に格子状等に配置した無数の海上音波探査測線により、詳細に評価した（図表15。乙87、163頁）。

これらの調査により、陸域と同様、後期更新世以降（約12～13万年前以降）の断層活動の痕跡（変位・変形）の有無を確認した。

その際、敷地に与える影響が大きい断層については、その端部や、延長部分の付近において、断層の走向に対して直交するように複数の測線を近接して配置し、断層の端部を慎重に評価した。

（以上について、乙50、16～18頁、乙152、23～31頁、乙182の1、添付書類六、乙87等）



【図表15 敷地周辺の海上音波探査測線】

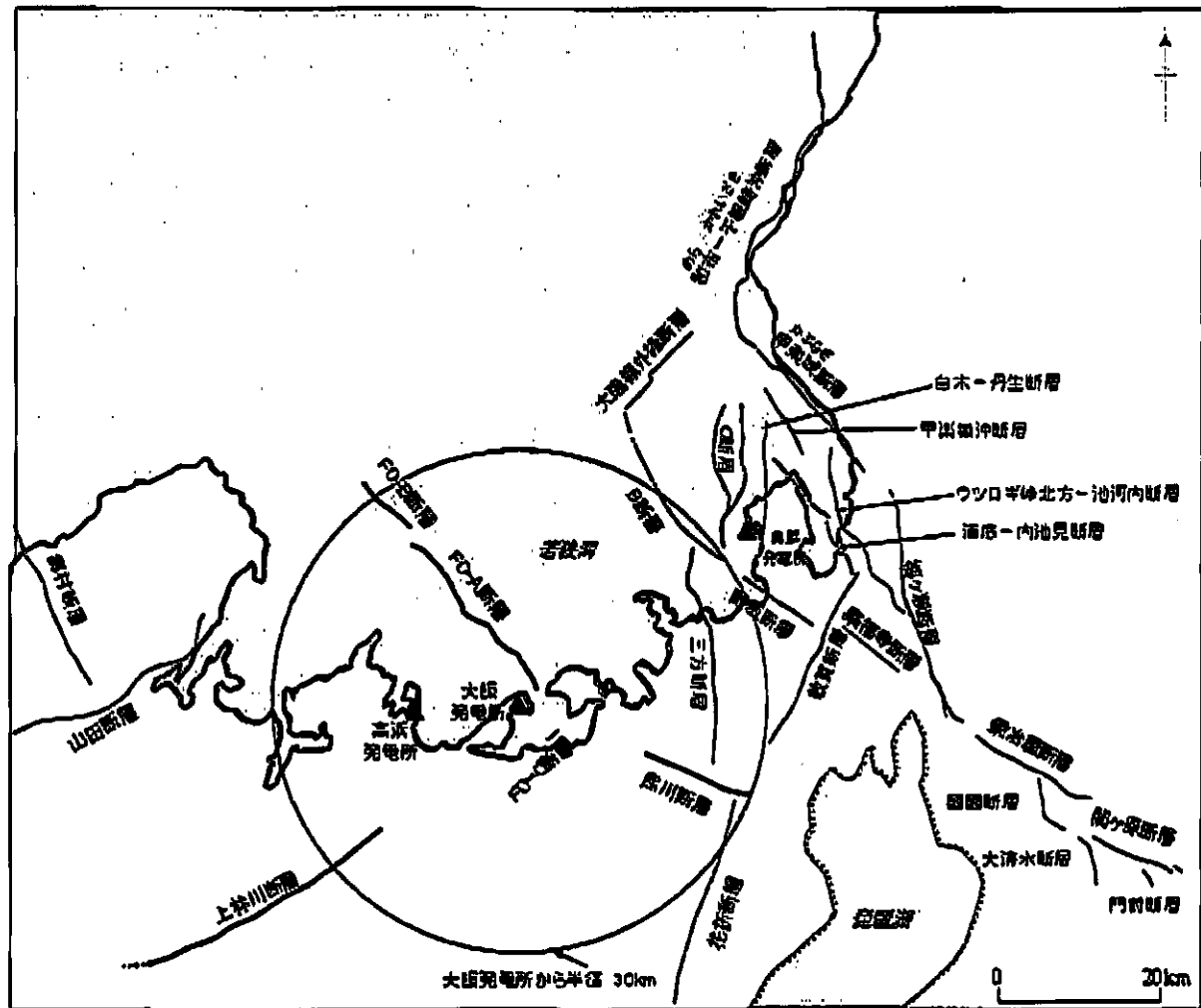
ウ 小括

以上のとおり、1 審被告は、陸域・海域を問わず、概ね半径100km以内の全域で、活断層の有無、位置、長さ等の概要を把握するとともに、半径30km以内の全域で変動地形学的調査及び海上音波探査により、活断層や変動地形が存在する可能性のある地域を網羅的に抽出した。

そして、これらの地域において、多様な手法を組み合わせる詳細な調査を実施し、地質・地質構造を把握して、本件発電所の地震動評価において「震源として考慮する活断層」を漏れなく把握した。

(3) 活断層の分布状況と検討用地震の候補

以上の調査によって確認した、本件発電所敷地周辺を含む若狭湾周辺における「震源として考慮する活断層」の主なものの分布は、図表16のとおりである（乙88、スライド6）。



【図表 1 6 若狭湾周辺の主な活断層の分布】

1 審被告は、活断層の長さから想定される地震の規模及び震央距離から、敷地に大きな影響を及ぼすと考えられる、F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層、上林川断層等、16 個の活断層による地震を、敷地に影響を及ぼすと考えられる活断層による地震として抽出し（図表 1 7）、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の評価に用いる「検討用地震」の候補とした（1 審被告準備書面（1 8）47~48 頁，乙 88，スライド 7~8）。

番号	断 層 名	長さ (km)	規模 M	震央 距離 (km)
1	和布-干飯崎沖～甲斐城断層	60	7.8	59
2	柳ヶ瀬断層	31	7.3	49
3	ウツロ半 峠北方-池河内断層	23	7.1	45
4	C断層	18	6.9	36
5	敦賀断層	23	7.1	36
6	大陸棚外縁～B～野坂断層	49	7.7	32
7	三方断層	27	7.2	29
8	花折断層	58	7.8	44
9	琵琶湖西岸断層系	60	7.8	45
10	濃尾地震断層系	80	8.0	95
11	FO-A～FO-B断層～熊川断層	63.4*	7.8	3
12	上林川断層	39.5*	7.5	38
13	有馬-高槻構造線	45	7.6	81
14	山田断層	33	7.4	51
15	狹村断層	34	7.4	63
16	FGA3東部	29	7.3	54

※地震動評価上の長さ

【図表 1 7 検討用地震の候補とした活断層による地震】

3 地域特性の調査・評価

1 審被告は、上記 1 及び 2 の調査・評価のほか、本件発電所敷地周辺の地質・地質構造、敷地及び敷地周辺の地下構造に関する様々な調査を行い、その結果から、地震動評価に影響を与える地域的な特性である「震源特性」「伝播特性」「地盤の増幅特性（サイト特性）」を評価した（1 審被告準備書面（1 8）50～56頁、乙50、14～42頁）。

こうした地域的な特性に関する調査・評価の結果は、後記第 3 で述べる地震動評価のパラメータとして用いるなど、基準地震動の評価結果を左右することになる。そのため、調査・評価にあたっては、基準地震動の過小評価をもたら

すことのないよう、随所で安全側の考慮を行っている。

以下、この調査・評価について、具体的に説明する。

(1) 地震の震源特性

1 審被告は、地震の震源特性（震源から放出される地震波の大きさ等に関する特性）を把握するため、「震源として考慮する活断層」の位置・長さ、断層の傾き、断層の幅（地震発生層の上端・下端深さ）について、次のとおり評価した。

ア 断層の位置・長さ

(ア) 1 審被告は、上記 2 で述べたとおり、各種の調査を適切に組み合わせることで、活断層の分布状況を網羅的に把握し、「震源として考慮する活断層」を抽出した。その上で、1 審被告は、「震源として考慮する活断層」のうち本件発電所に与える影響が大きいと考えられる活断層（F O-A～F O-B 断層、熊川断層及び上林川断層）については、次に述べるとおり、基準地震動の評価が安全側となるよう、長さや連動の可能性を保守的に評価した。

(イ) まず、活断層の長さについては、詳細な調査に基づき、活断層の位置を把握した上で、活断層の存在を明確に否定できる箇所を端部とすることで、長さを保守的に長く評価した。例えば、上林川断層の長さについては、活断層の存在が明確な範囲は約 26km であるが、末端が確認できなかった西端部を、活断層の存在を明確に否定できる地点まで延長して、保守的に 39.5km と評価した（乙 81, 40 頁, 乙 87, 40 頁, 乙 152, 48～50 頁）。

(ウ) また、「震源として考慮する活断層」が近接して分布する場合は、両断層を結ぶような構造の有無を確認し、それらが同時に活動する（連動

する)可能性を検討した(乙152, 18頁)。この点, FO-A~FO-B断層と熊川断層との関係については, 詳細な地質・地質構造調査の結果, 両断層が連続していることを示す地質構造は確認されず, 両断層の間は約15kmの離隔を有しているので, 1審被告は, 両断層は連動しないと判断している。しかしながら, 原子力規制委員会における議論も踏まえ, より安全側に考えることとし, 断層の存在が確認されていない区間(約15km)を含めて, FO-A~FO-B断層(約35km)と熊川断層(約14km)との連動(3連動)(63.4km)を考慮して, これを基本ケースとして地震動を評価することとした。(乙87, 184~185頁)

(エ) このように, 1審被告は, 「震源として考慮する活断層」のうち本件発電所に与える影響が大きいと考えられる活断層については, その長さや連動を保守的に考慮することにより, 地震動評価に用いる活断層の長さを保守的に評価している。

(以上について, 1審被告準備書面(18)48~50頁, 同(32)49~50頁, 乙50, 16~26頁, 乙54, 4~5頁, 乙87, 15~71頁, 157~185頁, 乙89の1, 乙89の2, 乙90の1, 乙90の2, 乙91, 乙152, 34~50頁, 乙182の1, 添付書類六, 6-3-19~6-3-27頁, 6-3-33~6-3-43頁, 6-3-77~6-3-82頁)

イ 断層の傾き(断層傾斜角)

1審被告は, 「震源として考慮する活断層」のうち本件発電所に与える影響が大きいと考えられる活断層(FO-A~FO-B断層, 熊川断層及び上林川断層)について, 広域応力場と断層の方向(走向)との関係に関する知見(乙87, 10~11頁, 乙183, 産業技術総合研究所ウェブサイト「活断層データベース」起震断層・活動セグメント検索)等をもとに, 各断層とも横ずれ断層であり, 断層の傾き(断層傾斜角)が90°(断層面が鉛直)

であると評価した（乙88，スライド70，110）。

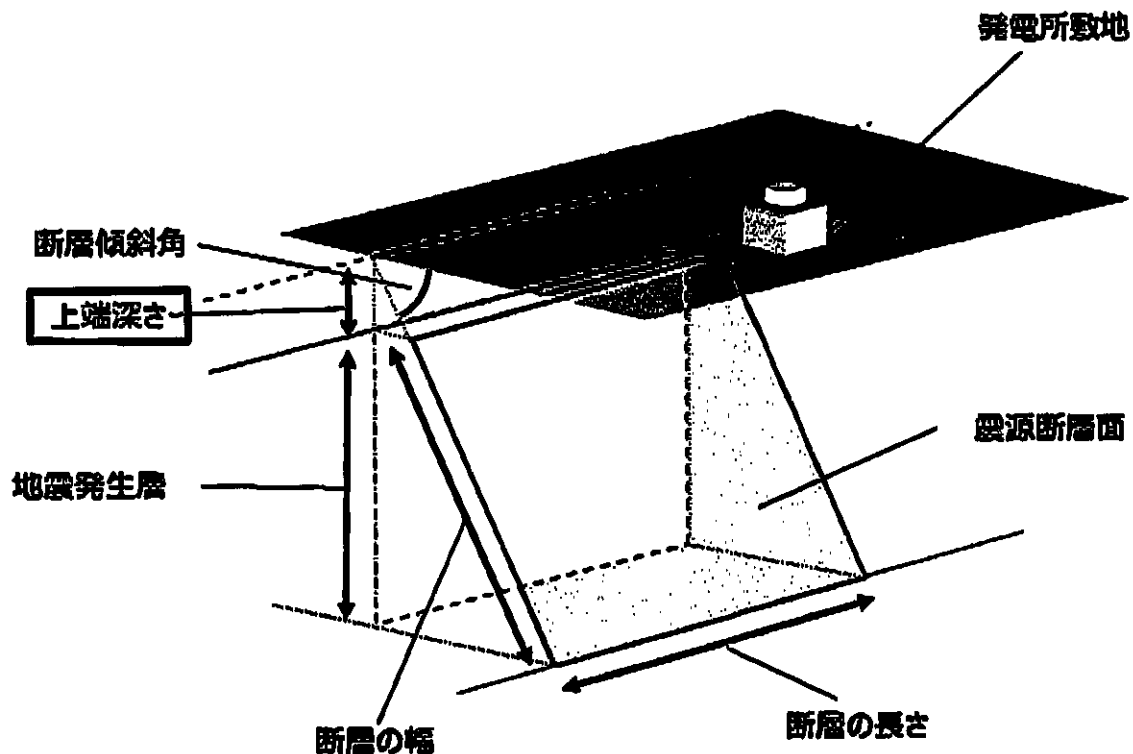
ウ 断層の幅（地震発生層の深さ）

（ア）地震発生層の深さと断層の幅

内陸地殻内地震が発生する地下の領域（層）を地震発生層といい、その深さは、ある一定の範囲に限られる（1審被告準備書面（18）51頁脚注80，乙50，9頁，乙152，5頁）。また、地震動を発生させる震源断層は、1回の地震で必ずしも断層全体が一度にずれるわけではないところ、1審被告は、保守的な評価という観点から、地震発生層の上端から下端まで一杯に広がった断層面の全体が一度にずれるものと想定して地震動評価を行っている（乙50，27頁，乙88，スライド80，113等）。

これらを踏まえ、震源断層の幅は、詳細な調査結果によって得た地震発生層の厚さ（上端深さ及び下端深さ）及び断層の傾き（断層傾斜角）をもとに評価している。すなわち、地震発生層の上端を震源断層の上端とし、地震発生層の下端を震源断層の下端と評価し、断層の傾きを考慮して、震源断層の幅を評価している。（図表18）

このため、地震発生層の上端深さが浅いほど、断層の幅が大きくなることで震源断層が大きくなるとともに、断層から原子力発電所敷地までの距離も短くなることから（図表18を参照）、上端深さを浅く想定するほうが、敷地での地震動がより大きくなり、保守的な評価となる。



【図表 1 8 地震発生層の上端深さ】

(イ) 地震発生層の上端深さ

1 審被告は、地震発生層の上端深さについて、次のとおり評価した。すなわち、文部科学省の大都市大震災軽減化特別プロジェクトによる地下構造探査（図表 1 9）や、震源から複数の観測点までの地震波の到達する時間差を用いた解析により地盤の速度構造（地震波の伝わる速さが異なる地層の並びをいう。後記（3）で述べる）を求めた地震波トモグラフィ（1 審被告準備書面（1 8）54頁脚注90）による検討¹³（図表 2 0）等といった既往の研究成果（乙92, 117～118頁）、及び後記（3）の地震波干渉法及び微動アレイ観測による地盤の速度構造の解析結果をもとに、上端深さを4kmと評価した。

¹³ 川里健ほか「若狭湾地域における地震発生層の推定 その2-地震波速度トモグラフィ解析とまとめ」地球惑星科学関連学会合同大会予稿集

その後、1審被告は、原子力規制委員会での議論を踏まえ、より一層の保守的な評価という観点から、上端深さを3kmとして地震動評価を行うこととした。

(以上について、乙50、27～30頁、乙54、6～7頁)

■地盤速度構造による地震発生層の検討

若狭周辺地域において、大都市大震災軽減化特別プロジェクト(大大特)による大規模な地下構造探査が実施されており、内陸地殻内地震が発生する上部地殻に相当する $V_p=6.0\sim 6.2\text{km/s}$ 層は、深さ約6～16kmであった。また、速度構造断面図に気象庁一元化カタログによる測線に沿う幅20kmの範囲内の震源分布は、 $V_p=6.0\sim 6.2\text{km/s}$ 層に対応している。

○新宮～舞鶴測線(2004)の探査結果

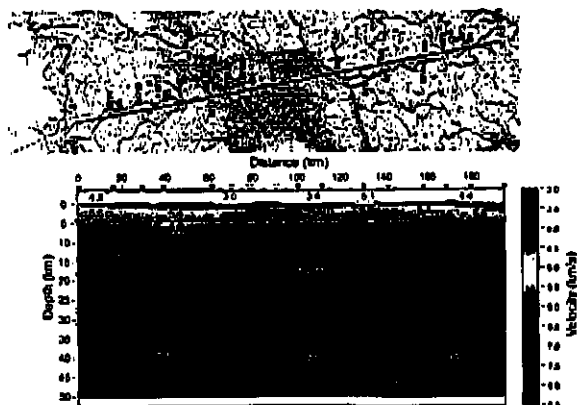


Fig. 9 P-wave velocity structure for the Newmiya-Shimada line. The top panel shows the seismic image with distance (km) on the x-axis and depth (km) on the y-axis. The bottom panel shows the velocity structure with distance (km) on the x-axis and depth (km) on the y-axis. The color bar indicates the velocity in km/s.

伊藤、他(2007)に一部加筆

○藤橋～上郡測線(1989)の再解析結果

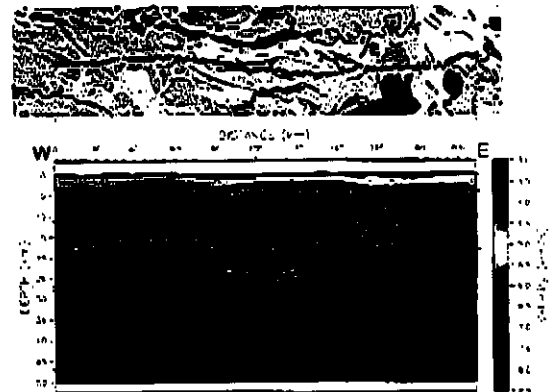


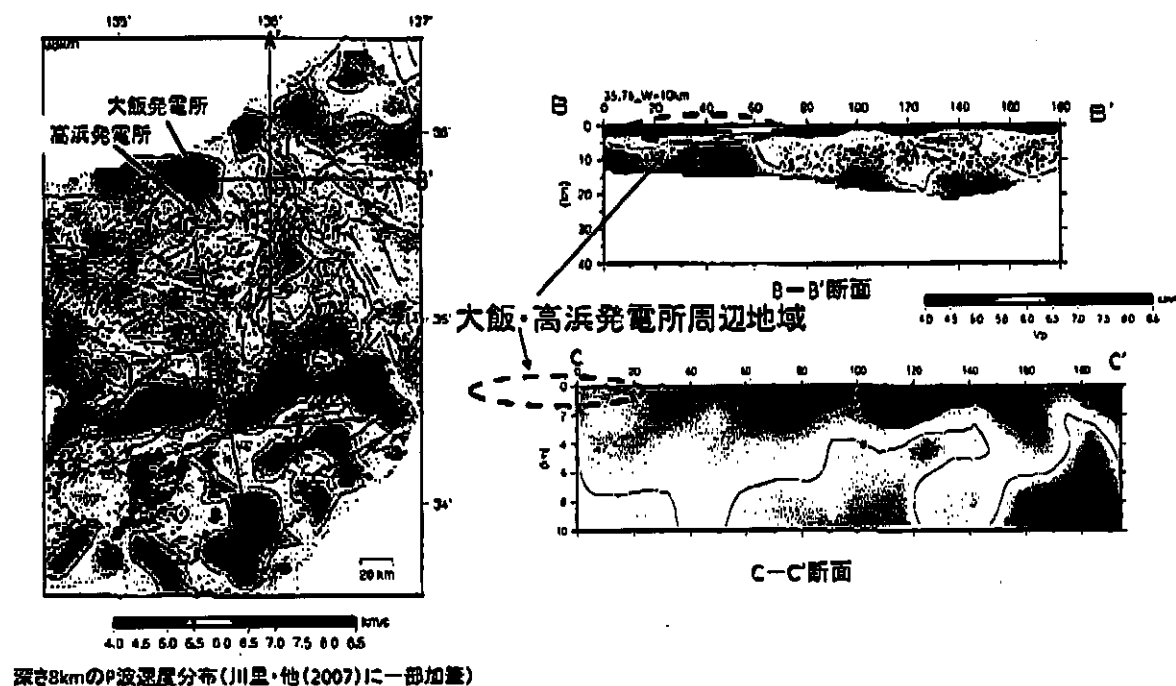
Fig. 10 Re-analysis results of the Fujihashi-Utsunomiya line. The top panel shows the seismic image with distance (km) on the x-axis and depth (km) on the y-axis. The bottom panel shows the velocity structure with distance (km) on the x-axis and depth (km) on the y-axis. The color bar indicates the velocity in km/s.

伊藤、他(2006)に一部加筆

【図表 19 大都市大震災軽減化特別プロジェクトによる地下構造探査】

■地震波トモグラフィによる検討

地震波トモグラフィ解析によれば、大飯・高浜発電所周辺地域の $V_p=6\text{km/s}$ 層は深さ4～5kmに分布している。また、 $V_p=6\text{km/s}$ 層と地震発生の上限深さが概ね一致している。



【図表20 地震波トモグラフィによる検討】

(ウ) 地震発生層の下端深さ

地震発生層の下端深さについては、気象庁の震源データを用いた震源深さの分布の検討(乙92, 119頁, 121頁)等、既往の研究結果を用いて、18kmと評価した(乙50, 29～30頁, 乙54, 6頁)。

(エ) 断層の幅

以上より、地震発生層の上端深さ3km, 下端深さ18kmと評価した。そして、「震源として考慮する活断層」のうち本件発電所に与える影響が大きいと考えられる活断層(FO-A～FO-B断層, 熊川断層及び上林川断層)については断層傾斜角が 90° であることから、これらの活断層の幅は15kmと評価した。

(以上, ウについて, 1 審被告準備書面 (1 8) 53~55頁, 乙50, 27~30頁, 38~42頁)

エ 小括

以上述べたとおり, 1 審被告は, 地震動評価の対象とした活断層について詳細な調査を行うことにより, 「震源として考慮する活断層」の位置・長さ・傾き・幅を精度良く把握した上で, 活断層の大きさを, 不確かさを考慮して保守的に(長さは長く, 幅は広く)評価した。

(2) 地震波の伝播特性

震源で発生した地震波は, 地中の固い岩盤を伝播し, 震源からの距離が遠くなるほど小さくなっていく。このような地震波の伝わり方(減衰)に関する特性を地震波の「伝播特性」という。(1 審被告準備書面 (1 8) 16頁, 乙50, 11頁, 甲48, 73頁)

地震波の伝播特性には, 「幾何減衰」と「内部減衰」とがあり, 1 審被告は, これらを次のとおり評価した。

ア 幾何減衰

震源で発生した地震波は, 震源を中心にしてその周囲に広がっていくため, 地震波は, 震源から遠ざかるほど減衰する。このように, 震源距離とともに地震波の振幅が減少することを「幾何減衰」という(甲48, 73頁)。この幾何減衰は, 伝播特性のうち大きな部分を占める。

幾何減衰の程度は, 地域ごとに大きな違いはなく, 震源から敷地までの距離によって決まることから, 震源の位置を把握することが重要となる。1 審被告は, 上記2で述べたように「震源として考慮する活断層」の位置を詳細に把握しているため, 幾何減衰について精度良く評価できている

(乙50, 31頁)。

イ 内部減衰

地震波は、媒質（岩石等）を伝わる間にそのエネルギーの一部が摩擦熱等に変換されることで、若干小さくなっていく。これを「内部減衰」といい、その程度は、地震波が伝わる媒質（岩石等）の影響を受けることから、幾何減衰と異なり、地域により違いがある。内部減衰は、媒質に固有の値（Q値）で表され、Q値が小さいほど減衰の効果が大きい。（甲48, 75頁, 乙50, 31頁）

1 審被告は、本件発電所敷地周辺について、佐藤ほか（2007）¹⁴の知見をもとに、Q値を $50f^{1.1}$ （fは地震波の周波数¹⁵で、周波数毎にQ値は変化する）と設定している（乙50, 31～32頁, 乙88, スライド80等の各表の「Q値」の欄を参照）が、この値は、国内における平均的な値である $50f$ と同程度である¹⁶。

ウ 小括

上記のように、1 審被告は、調査結果等に基づき、本件発電所周辺を含む若狭湾付近の伝播特性の大半を占める幾何減衰を適切に評価した。また、内部減衰については、若狭湾付近に係る既往の知見をもとに評価し、その値は国内の平均程度となった。

(3) 地盤の増幅特性（サイト特性）

地震波が固い（地震波の伝わる速さが大きい）地層から相対的に軟らかい

¹⁴ 佐藤智英ほか「若狭湾周辺の地殻内地震の記録を用いたスペクトルインバージョン解析」日本地震学会 2007 年秋季大会講演予稿集, 286 頁。

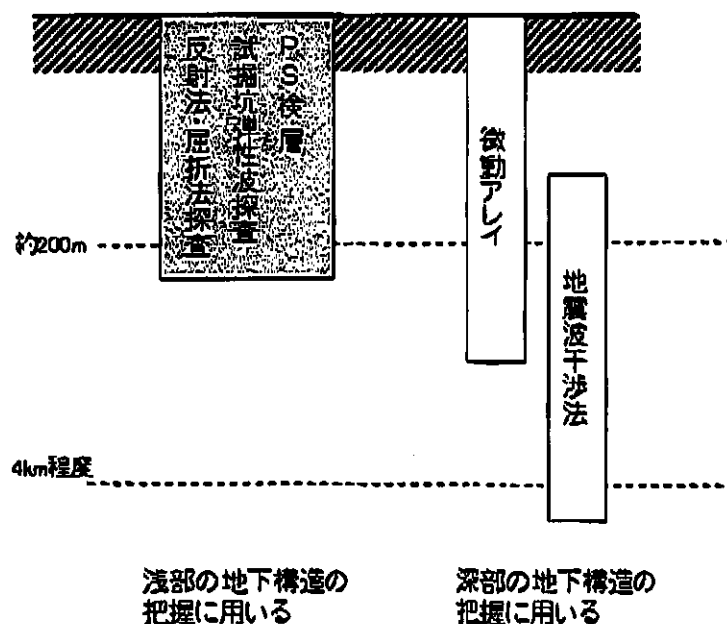
¹⁵ 地震波の周波数とは、1 秒間に繰り返される地震波の振動数をいい、周期の逆数となる（例えば、周期 0.2 秒の場合、周波数は 5Hz（ヘルツ）となる）。

¹⁶ 佐藤智美「伝播経路モデルの与え方」日本建築学会 2006 年地盤震動シンポジウム, 23-34 頁。

(地震波の伝わる速さが小さい) 地層へ伝播する際に増幅される特性を、「地盤の増幅特性 (サイト特性)」といい、この増幅の程度は、速度構造 (地震波の伝わる速さが異なる地層の並び) の影響を受ける (1 審被告準備書面 (18) 16頁, 甲48, 79頁, 乙50, 11~12頁)。

また、地震波の進む方向は、地震波の伝わる速さが異なる地層の境界面で変化することから (甲48, 81頁)、地盤の速度構造に特異な構造がある場合は、局所的に地震波が集中する可能性がある。このため、地盤の「増幅特性 (サイト特性)」の評価の際には、こうした特異な構造の有無を含めて、地盤の速度構造を把握することが重要となる。

そこで、1 審被告は、このような速度構造を評価するために、①地下200 m程度までの浅部地盤、及び②地中の固い岩盤までの (地下4km程度までの) 深部地盤について、各々、調査を行った (図表21。1 審被告準備書面 (18) 50~56頁, 乙50, 33~42頁, 乙92, 5頁以下)。以下、浅部地盤と深部地盤とに分けて説明する。



【図表21 地下構造の把握に係る各種調査】

ア 浅部地盤の速度構造に関する調査

1 審被告は、本件発電所敷地の地表面近くの浅部地盤の速度構造について、①PS検層、②試掘坑弾性波探査、③反射法地震探査の結果により評価した（1 審被告準備書面（18）51～52頁，乙50，34～37頁，乙92，7～10頁，41～56頁，乙92，5頁）。

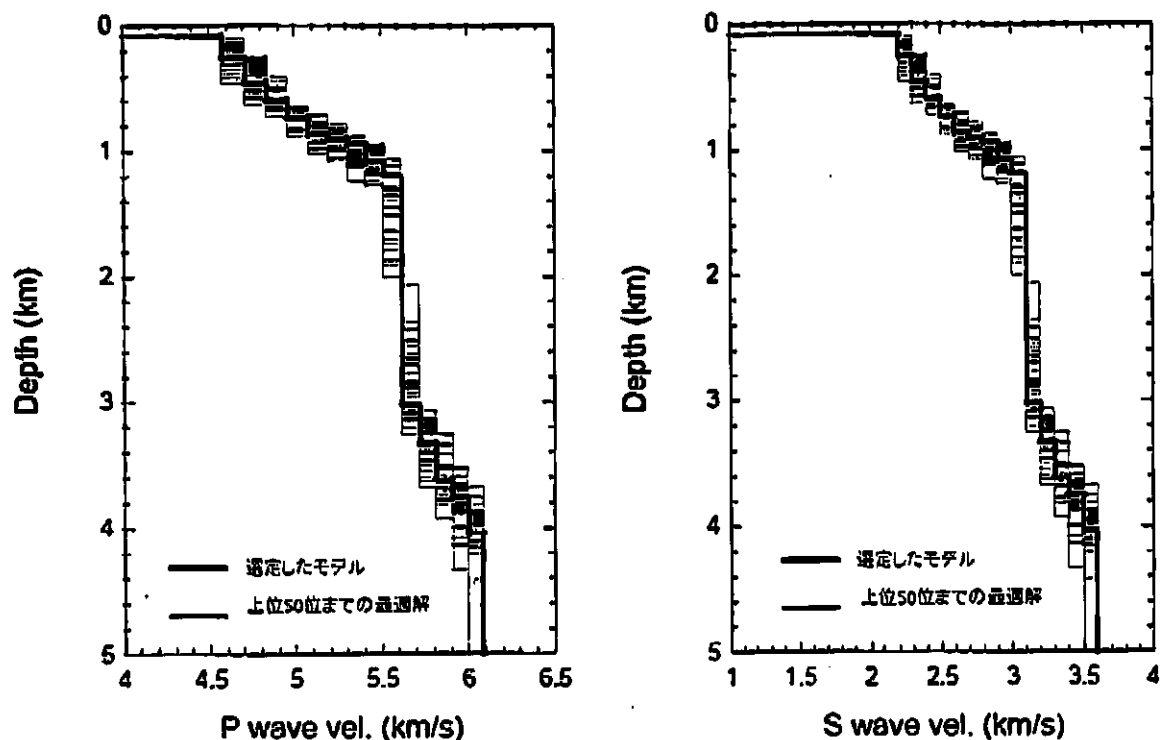
これらの調査結果により、敷地の地表面付近にP波速度及びS波速度がそれぞれ約4.3km/s，約2.2km/sの硬質な岩盤が広がっており、敷地の地下に、地層の極端な起伏等の地震波の伝播に影響を与えるような特異な構造が認められないことを確認した。

イ 深部地盤の速度構造に関する調査

1 審被告は、①地震波干渉法、及び②微動アレイ観測により、本件発電所敷地内や周辺地点において、非常に小さな地震・波浪・風や、産業活動・交通に伴う振動等によって常時存在する地面の小さな揺れ（常時微動）の観測を行い、その観測記録を解析して、深部までの地盤の速度構造を評価した（1 審被告準備書面（18）52～53頁，55～56頁，乙50，38～42頁，乙92，14～18頁，64～112頁）。

これらの調査を踏まえ、本件発電所敷地の地盤の一次元の速度構造モデル（波の速度が変化する境界面（速度構造）が地表面と平行となっているモデル）を解析により求めた結果、図表22（乙92，107頁¹⁷）のとおりとなった（同図内の「選定したモデル」の線。横軸が地震波の速度（km/s），縦軸が地中の深さ（km）である）。

¹⁷ 図表22は、図表23との対応関係を示すため、乙92号証107頁の図の左右を入れ替えたものとしている。



【図表 2 2 本件発電所の地盤の速度構造モデル（左：P波速度，右：S波速度）】

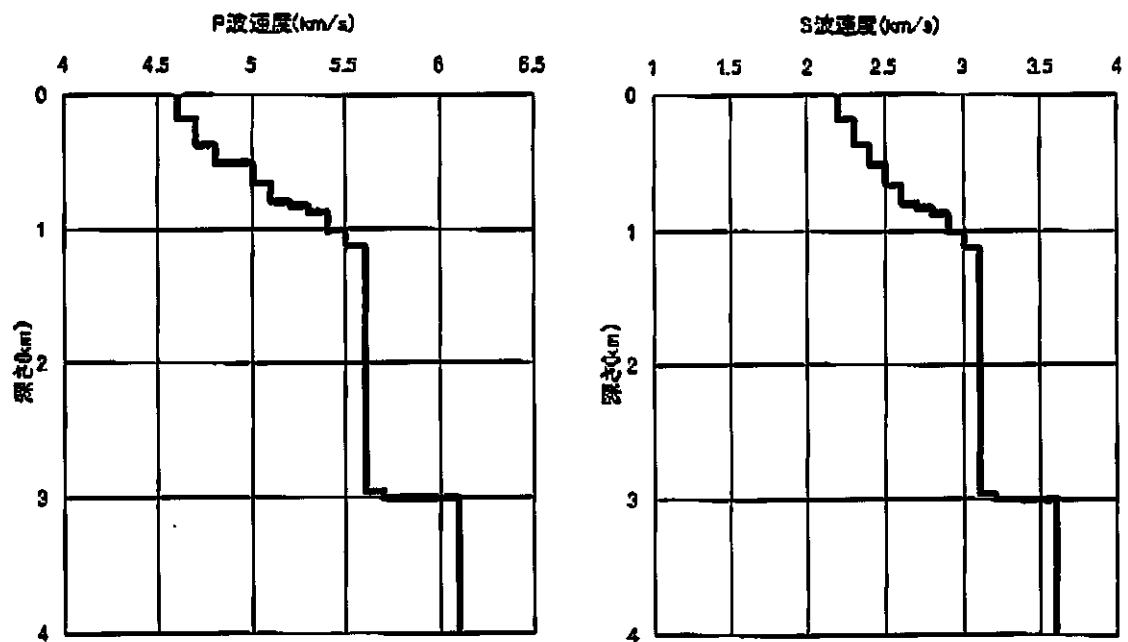
ウ 小括

上記のように、1審被告は、各種の詳細な調査を行うことにより、本件発電所敷地及び敷地周辺の地盤の速度構造を精度良く把握し、また、局所的に地震波の集中をもたらすような特異な速度構造がないことを確認した。

その上で、原子力規制委員会での議論を踏まえて地震発生層の上端深さを3kmとしたこと（上記（1）ウ（イ））を受けて、本件発電所敷地の地盤の速度構造モデルを図表 2 3（1審被告準備書面（18）56頁の図表 2 0）のとおりに設定した¹⁸。

¹⁸ 例えば、P波速度について説明すると、図表 2 2において、P波速度が 6.1km/s となるのは「深さ 4 km」以深であり、「深さ 3km」におけるP波速度は 5.7km/s であるとしていたところ、図表 2 3においては、「深さ 3km」の所で赤い線が右に曲がって 6.1km/s となり、それ以深も同じ速度であるとした。S波速度も同様である。

この速度構造モデルにより，本件発電所の地震動評価において考慮すべき地盤の増幅特性（サイト特性）を評価することができる。



【図表 2 3 地盤の速度構造の評価結果（地震発生層の評価反映後）

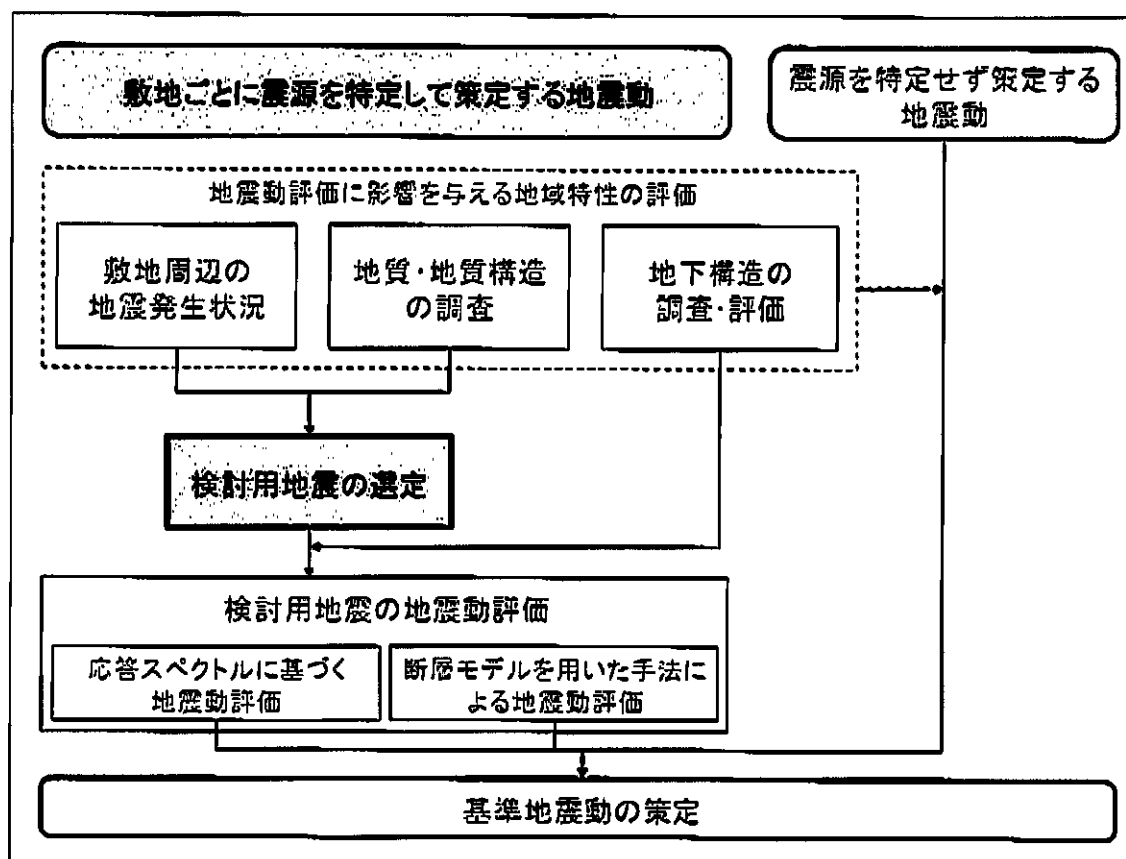
（左：P波，右：S波）】

第3 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

1 審被告は、第2で述べた詳細な調査結果を踏まえて検討用地震を選定し、各検討用地震について、当該地震が発生した場合に本件発電所敷地で想定される地震動を評価した（「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の評価）。

以下、この地震動評価の過程について述べる。

1 検討用地震の選定



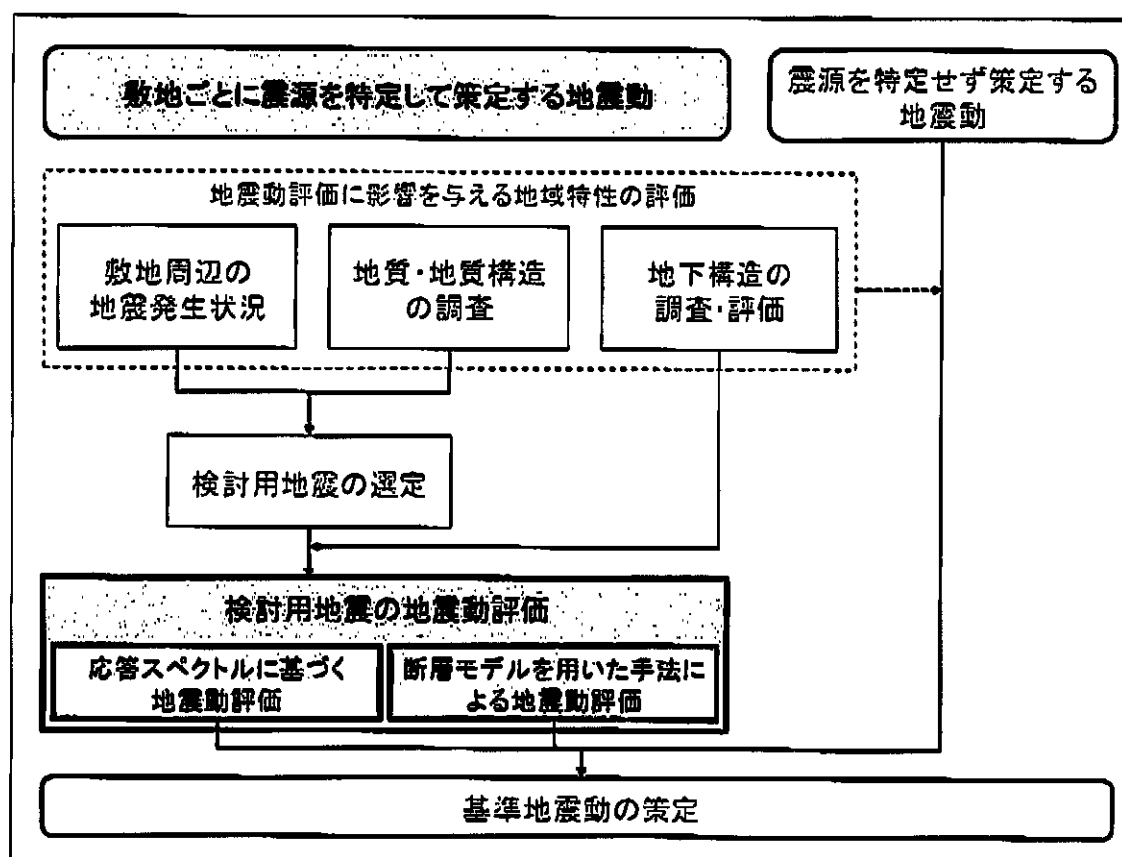
1 審被告は、上記第2の1（敷地周辺の地震発生状況の調査）及び2（活断層の分布状況の調査）の調査結果により検討用地震の候補として抽出された25個の地震を対象に、地震の規模及び敷地までの距離に基づいて敷地に与える影響を詳細に検討した。

その結果、本件発電所敷地への影響が大きいと考えられる地震として、断

層が本件発電所敷地近傍に存在する「F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震」，及び断層の走向（図表 40 を参照）が本件発電所敷地に向いている「上林川断層による地震」の 2 つを，検討用地震として選定した。

（以上について，1 審被告準備書面（18）50 頁，乙 88，スライド 9）

2 検討用地震の地震動評価の概要



1 審被告は，上記 1 で選定した各検討用地震（「F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震」及び「上林川断層による地震」）が発生した場合に本件発電所敷地で想定される地震動を評価するため，「応答スペクトルに基づく地震動評価」及び「断層モデルを用いた手法による地震動評価」を実施した。

「応答スペクトルに基づく地震動評価」は，実際には広がりをもった震源断層面から放出される地震波を，ある 1 点の震源から放出されるものと仮定し（点震源），距離減衰式を用いて，地震の規模，評価地点までの距離等の諸

元から地震動の応答スペクトル¹⁹を求めて、地震動を評価するものである。

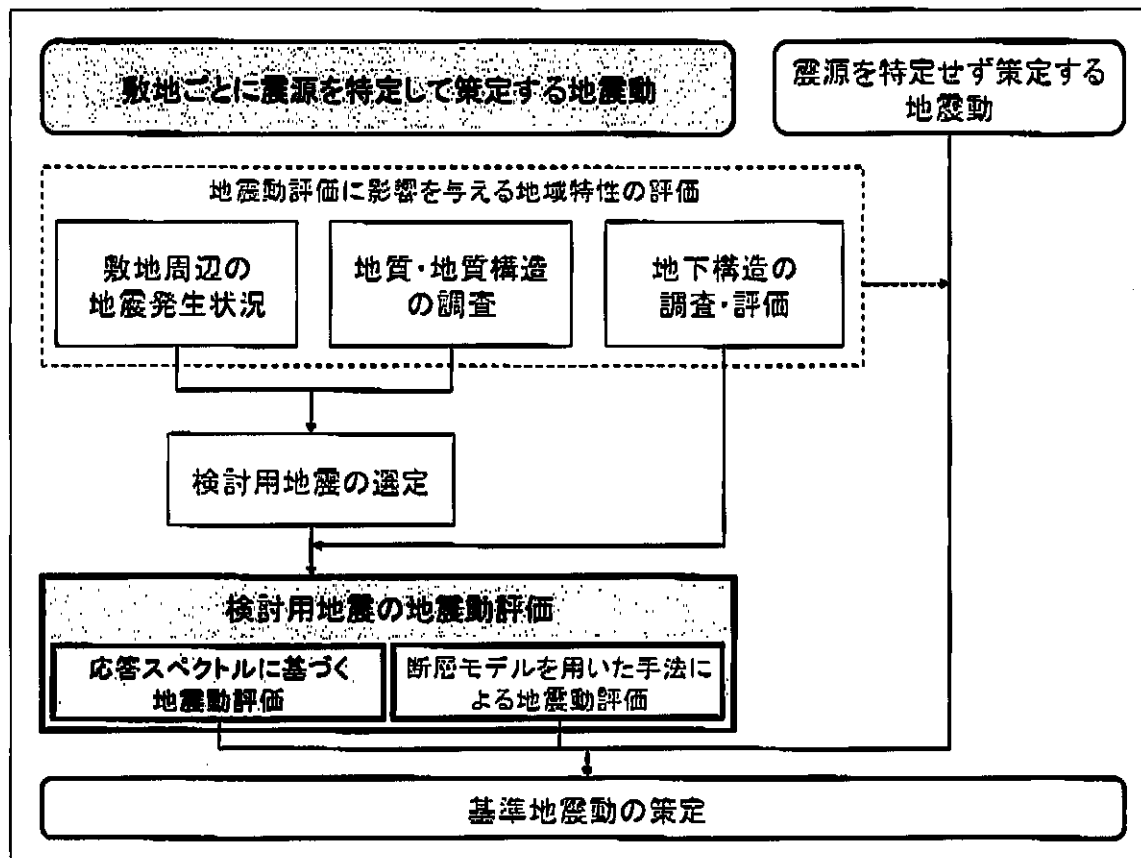
一方、「断層モデルを用いた手法による地震動評価」は、震源となる断層（震源断層）をモデル化し、震源から本件発電所敷地までの地震波の伝播特性、本件発電所敷地の地盤における地震波の増幅特性（サイト特性）を考慮して行う地震動評価である。

「応答スペクトルに基づく地震動評価」と「断層モデルを用いた手法による地震動評価」とを組み合わせることで、それぞれの手法の特徴を活かした地震動評価を行うことができる。

以下、本件発電所における両者の地震動評価の過程及びその結果について、項を改めて述べる。

¹⁹ 応答スペクトルの基本的事項については、1 審被告準備書面（18）19～23 頁を参照。

3 応答スペクトルに基づく地震動評価



一般に、地震動は、地震によって放出されるエネルギーが大きいほど、また、震源に近いほど大きくなる。この性質を利用し、地震の規模及び震源からの距離から、特定の地点で想定される地震動を経験的に求める手法を距離減衰式という。「応答スペクトルに基づく地震動評価」は、地震が発生したときの敷地における地震動の応答スペクトルを、距離減衰式によって経験的に求める方法により行う。

以下、検討用地震の「応答スペクトルに基づく地震動評価」について述べる。

(1) 距離減衰式の選定

ア 「耐専式」の選定

(ア) 1 審被告は、本件発電所の「応答スペクトルに基づく地震動評価」

に用いる距離減衰式として、原則として、後述する利点・信頼性が認められる Noda et al. (2002) の方法²⁰ (以下、「耐専式」という) を用いることにした (乙 88, スライド 63)。

耐専式は、地震の規模 (マグニチュード, M)、等価震源距離 (X_{eq}) 及び評価地点の地盤の P 波速度・S 波速度から、評価地点の水平方向及び鉛直方向の地震動の応答スペクトルを評価するものである。

すなわち、耐専式では、地震の規模と等価震源距離が与えられると、特定の 8 つの周期に対する応答値が算定され、8 つの周期とその周期に対する応答値を、横軸に周期をとったグラフ上に書き出し、それら 8 つの点 (図表 2 4 内の「A」から「H」までの 8 つの点) を線で結ぶことにより、応答スペクトルが求められる (図表 2 4)。

そして、この応答スペクトルに、評価地点の地盤の P 波速度・S 波速度を考慮して地盤増幅率を乗じることで、評価地点の岩盤の固さに応じた応答スペクトルに補正される。つまり、耐専式で地震動を評価する際には、評価地点の地域性を踏まえて地震動評価を行うことが予定されている。

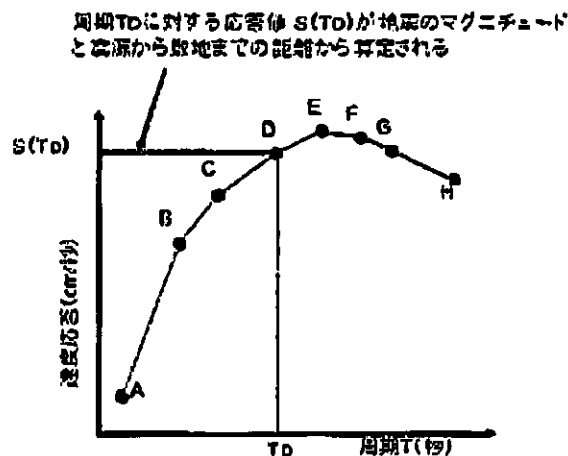
²⁰ Noda et al. (2002) 「Response Spectra for Design Purpose of Stiff Structures on Rock Sites」.

表 1.2.3.2-1 地震基礎における水平地震動のコントロールポイント

領域	M	X_m (km)	コントロールポイントの指標 ${}_pS_v$ (cm/s)							
			A	B	C	D	E	F	G	H
			T_A (s)	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)	T_E (s)	T_F (s)	T_G (s)	T_H (s)
			0.02	0.09	0.13	0.30	0.60	1.00	2.00	5.00
近距離	8.5	40	1.62	18.44	27.32	47.87	68.05	84.66	53.52	40.06
	8	25	1.69	20.05	28.96	48.22	67.80	85.25	52.51	38.36
	7	12	1.40	17.20	24.84	39.86	48.42	36.42	29.16	17.85
	6	6	1.04	12.82	18.51	21.84	23.17	17.41	9.64	3.88
近距離	8.5	80	0.73	7.36	11.43	22.92	34.79	32.58	27.60	21.96
	8	50	0.67	7.45	11.17	20.06	28.65	27.06	22.70	17.19
	7	20	0.78	9.44	13.64	19.10	24.83	20.69	14.46	10.37
	6	8	0.77	9.48	13.65	16.23	17.38	12.73	7.16	2.89
中距離	8.5	100	0.26	2.22	3.67	9.46	15.17	14.83	13.04	12.26
	8	100	0.32	3.08	4.86	10.27	16.04	14.96	12.73	10.37
	7	50	0.23	2.65	4.01	6.02	7.64	6.68	4.87	3.64
	6	25	0.21	2.49	3.60	4.64	4.83	3.98	2.87	0.86
遠距離	8.5	200	0.18	1.44	2.43	6.87	11.17	11.17	10.67	10.04
	8	200	0.19	0.80	1.35	3.82	6.21	6.21	5.93	5.58
	7	125	0.046	0.43	0.70	1.34	1.81	1.59	1.26	1.05
	6	78	0.041	0.45	0.65	0.95	1.03	0.80	0.49	0.22

${}_pS_v$ の値は、減衰定数 5% の擬似速度応答スペクトルの絶対値

(乙 50, 45 頁)



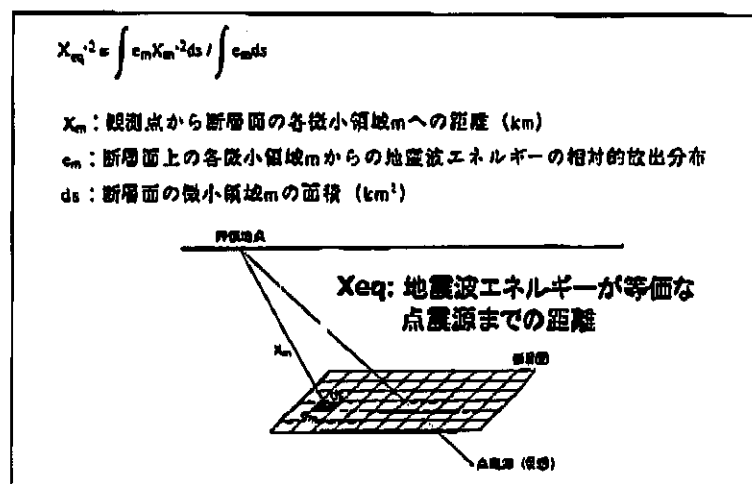
【図表 2 4 耐専式による応答スペクトルの作成】

- (イ) 耐専式に入力する地震の規模 (M) については、松田時彦東京大学名誉教授が「活断層から発生する地震の規模と周期について」(1975 年) (乙 99) で提案した、活断層長さ (L) と地震のマグニチュード (M)

との関係を表す経験式($\log L = 0.6M - 2.9$) (乙 99, 271 頁) を用いて、断層長さから求めた。この式は「松田式」と呼ばれる。(乙 88, スライド 63)

(ウ) また、耐専式では、震源から敷地までの距離として等価震源距離 (X_{eq}) を用いている。等価震源距離とは、震源断層面の各部から放出され敷地に到達する地震波のエネルギーの総計が、特定の 1 点 (点震源) から放出されたものと仮定した場合に到達するエネルギーと等しくなるときの点震源から敷地までの距離をいう (図表 2 5)。実際は広がりをもった震源断層面から放出された地震波を、ある 1 つの震源 (点震源) から放出されるものと仮想することにより、等価震源距離という 1 つの数値の中で、震源断層面の広がりや断層面の不均質性 (アスペリティ分布) の効果をも考慮することができる。

(以上について、1 審被告準備書面 (1 8) 56~58 頁, 乙 50, 43~46 頁, 乙 54, 9~10 頁)



【図表 2 5 等価震源距離】

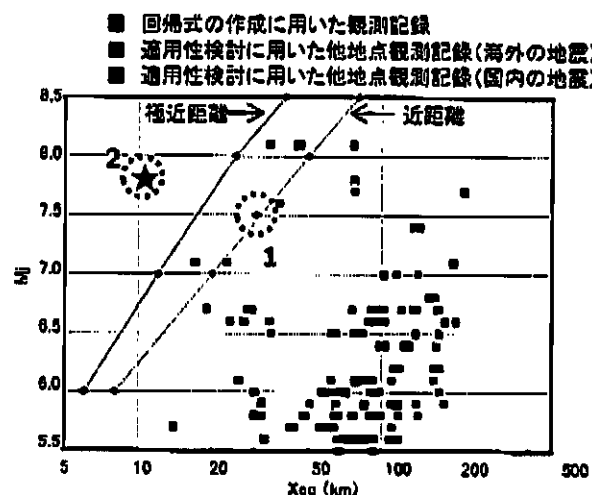
イ 耐専式の適用が不適当な場合の取扱い（各種の距離減衰式）

（ア）耐専式の適用性

距離減衰式は、様々な観測地点で得られた多くの地震観測記録を回帰分析²¹等によって統計的に処理するという経験的な手法によって作成されている。そのため、距離減衰式を用いる際には、その元となった地震観測記録群の範囲（地震規模、震源からの距離等）を踏まえ、評価地点における地震動評価に用いることが適当かどうか（適用性）を確認した上で用いる必要がある（甲 47, 4 頁, I 3.3.1 (1) ①1, 乙 54, 13 頁）。

耐専式については、その作成にあたって基礎とされた地震観測記録群のほか、適用性の確認に用いられた地震観測記録群もあるが、これらの記録群には、等価震源距離が「極近距離」（マグニチュード 8 なら 25km, マグニチュード 7 なら 12km 等）よりも著しく短い場合の地震観測記録は含まれていない（図表 2 6, 甲 209, 14 頁, 乙 54, 13 頁, 乙 88, スライド 64）。また、等価震源距離が「極近距離」より著しく短い場合は、等価震源距離が短くなるにつれて、実際の地震動に比べて大きな評価結果が得られる傾向があるとされている（甲 125, スライド 40）。そのため、等価震源距離が著しく短い場合、耐専式を用いることが適当ではない場合がある。

²¹ 回帰分析とは、多数のデータをもとに統計的な分析を行い、複数のパラメータ間の最も確からしい関係式（回帰式）を導くことである。地震学・地震工学を含む自然科学においては、様々な自然現象から基本的な原理・法則・傾向を見出すにあたって、回帰分析が幅広く行われている（1 番被害準備書面（1 8）140 頁, 脚注 180）。



No.	検討用地震	Mj	Xeq (km)
大飯	1 上林川断層	7.5	30.2
	2 FO-A~FO-B断層~熊川断層	7.8	11.0

※Xeqは基本ケースの値

FO-A~FO-B~熊川断層については、極近距離との乖離が大きいので、耐専式を適用範囲外と判断する。

(乙88, スライド64から抜粋)

※左側の図において、FO-A~FO-B~熊川断層を表す「2」の点が、「極近距離」の斜線から大きく離れており、同断層の等価震源距離(Xeq)が「極近距離」よりも著しく短いことを示している。

【図表26 耐専式の適用可否の検討】

(イ) 本件発電所における取扱い

本件発電所の検討用地震のうち、上林川断層による地震(マグニチュード7.5)は、等価震源距離が30.2kmであり、耐専式における「極近距離」に比べて十分長い一方、FO-A~FO-B~熊川断層による地震(マグニチュード7.8)は、等価震源距離が11.0kmと、「極近距離」に比べて著しく短い(図表26)。

そこで、1審被告は、上林川断層による地震の地震動評価には耐専式を用いることとしたが、FO-A~FO-B~熊川断層による地震の地震動評価については、耐専式を用いるのは不相当と判断し、耐専式以外の各種の距離減衰式により応答スペクトルを求めることとした(乙88, スライド65, 甲296, 甲401等)。

なお、このように震源が近い地震について距離減衰式で求めた応答スペクトルについては、その取扱いに際して特別な留意を行っている。

すなわち、1審被告は、新規制基準において、「震源が敷地に近く、その破壊過程が地震動評価に大きな影響を与えると考えられる地震については、断層モデルを用いた手法が重視されている必要がある」とされていることも踏まえ（甲47, 3頁, I3.1(2)), FO-A~FO-B~熊川断層による地震の地震動評価については、後記4の「断層モデルを用いた手法による地震動評価」を重視することとし、各種の距離減衰式によって求めた応答スペクトルは、あくまで「断層モデルを用いた手法による地震動評価」の妥当性を検討するために用いるものとした。

（以上について、1審被告準備書面（18）60~61頁, 同（28）13~16頁, 同（32）19~27頁, 乙88, スライド63~65）

（2）耐専式及び松田式の信頼性

ア 耐専式の信頼性

耐専式は、日本電気協会の原子力発電耐震専門部会で審議され、取りまとめられた式であり、本件発電所敷地地盤と同様の岩盤上の20年以上にわたる地震観測記録（水平成分214個、上下成分107個）を統計的に分析すること（回帰分析）により得られた算定式である（乙50, 44頁）。

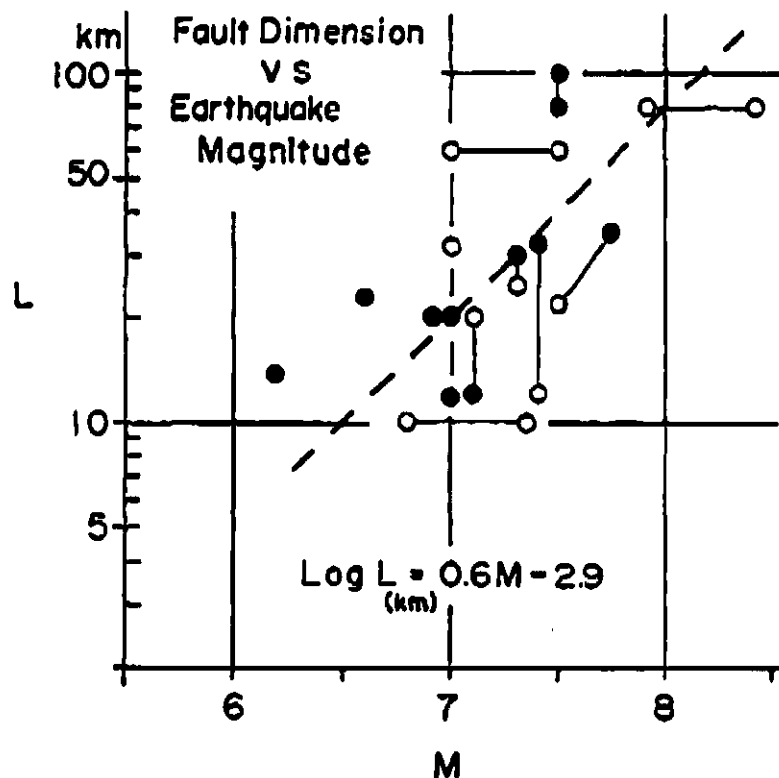
耐専式は、上記部会において平成11年に策定されて以降、地震観測データを用いて適用性の検証、確認が継続的に行われており、信頼性を有する地震動評価手法といえる。

（以上について、1審被告準備書面（28）17~18頁, 同（32）28~29頁, 甲118, 甲208, 甲209, 乙54, 9~11頁, 乙96, 乙157, 乙158）

イ 松田式の信頼性

（ア）松田式は、上記（1）ア（イ）で述べたとおり活断層長さ（L）と地

震のマグニチュード (M) との関係を表す経験式である (図表 27 (乙 99, 270 頁, Fig. 1(a) の図))。松田式を用いることで、活断層の長さからその活断層が起こす地震の規模を求めることができる。



(乙 99, 270 頁より)

【図表 27 松田式 (破線) 及び松田式の元となった 14 地震のデータ】

松田式は、政府の地震調査研究推進本部の「震源断層を特定した地震の強震動予測手法 (『レシピ』)」(甲 56²²。以下、「レシピ」という) においても、地震の規模を求めるための関係式として引用されており (甲 56, 付録 3-5 頁, (d)²³)、活断層と地震の規模との関係式として信頼性を

²² 甲 120 号証は甲 56 号証と同一であり、以下では甲 56 号証のみ引用する。なお、甲 371 号証は、甲 56 号証 (及び甲 120 号証) の改訂版である。

²³ なお、甲 56 号証の付録 3-5 頁の (d) は、同頁の (イ) における、地表の活断層の長さ等から地震規模を設定し震源断層モデルを設定する手順の一部であるが、1 審被告は、付録 3-3 頁の (ア) の

有するものである。

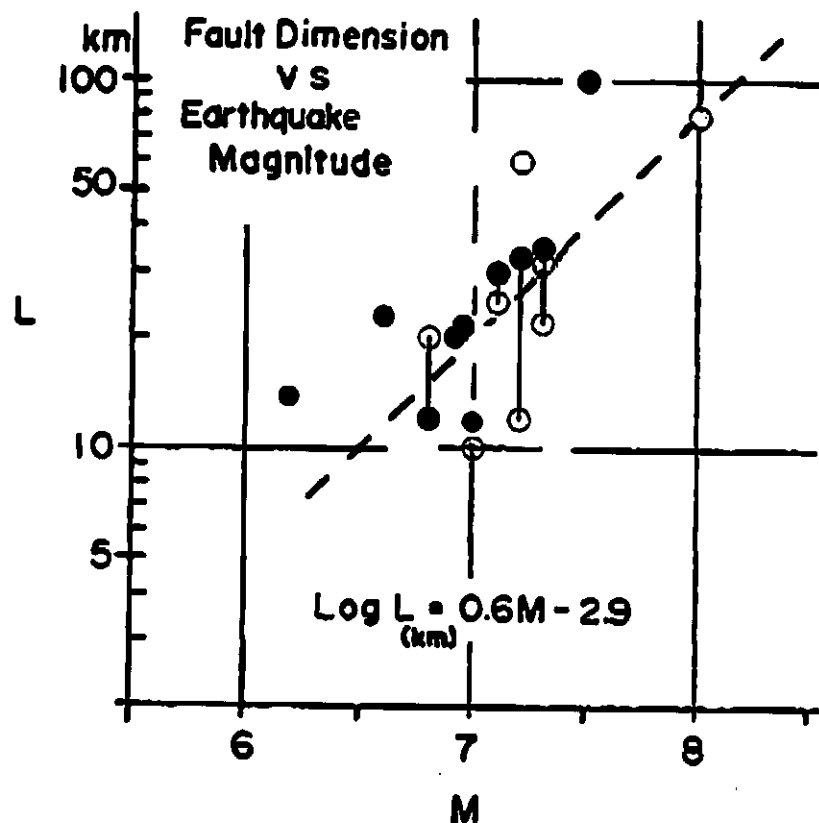
図表27の見方について説明すると、同図において、○印で示されたデータのLが地表地震断層の長さを示すのに対し、●印で示されたデータのLは地震学的及び測地学的データ（例えば、余震分布や地殻変動のデータ）から得られた断層長さであり、これは地中の震源断層の長さに対応する²⁴。

1審被告が各種調査（上記第2の2及び3（1））を行って評価しているのは、●印にあたる震源断層の長さであり、震源断層の長さ（L）から松田式を用いてマグニチュード（M）を求めている。

（イ）1審被告は、松田式の元となった14地震について、平成15年に気象庁が再評価した過去の地震のマグニチュード（M）の値を基に改めて自ら検証を行っており、これら14地震のデータが松田式に良く整合していることを確認している（図表28。1審被告準備書面（24）17～18頁，乙100）。

手順を参照して、調査結果等の諸知見を吟味・判断して震源断層モデルを設定し、「断層モデルを用いた手法による地震動評価」を行っており、同評価において松田式は用いていない。

²⁴ 乙99号証，270頁の「Fig.1」に「○：values observed on the surface」（地表面で観測された値），「●：values estimated from seismological or geodetic data」（地震学的または測地学的データから推定された値）と記載されている。



(乙100, 3頁, 図表3)

【図表28 再評価されたマグニチュード (M) を反映した14地震のデータ】

(3) FO-A～FO-B～熊川断層の地震動の応答スペクトル

上記(1)イ(イ)で述べたとおり, FO-A～FO-B～熊川断層の地震については, 耐震式ではなく, 各種の距離減衰式を用いて応答スペクトルを求めた。その際, 起こりうる不確かさについても適切に考慮した。

以下, この点について述べる。

ア 基本ケース

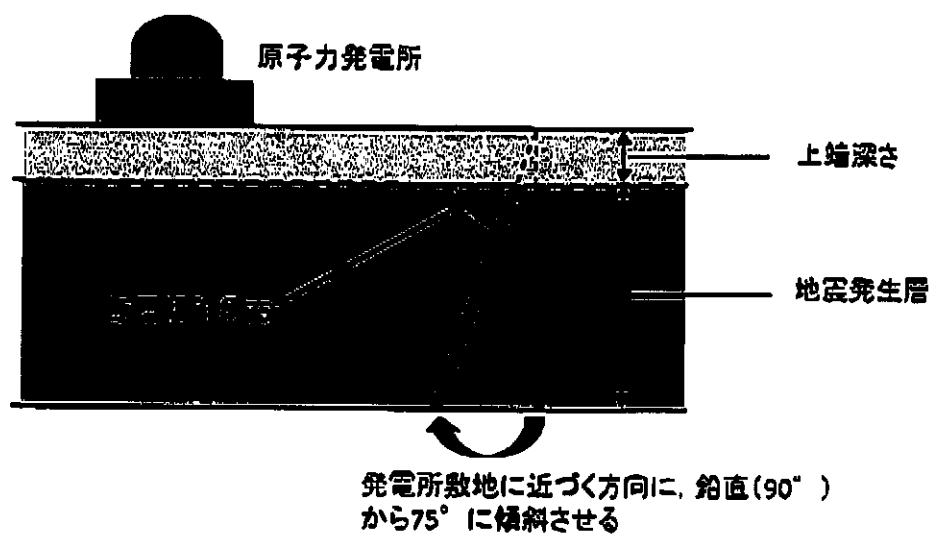
1 審被告は, 9 個の距離減衰式 (乙 88, スライド 65) のそれぞれに, 地震の規模 (マグニチュード 7.8), 震源からの距離等の必要なパラメータを入力して, 応答スペクトルを求めた。

イ 不確かさの考慮ケース（傾斜角 75° ケース）

また、F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層については、本件発電所敷地との位置関係等を踏まえ、各種の距離減衰式による応答スペクトルを求めるに際し、不確かさを考慮して、敷地での地震動が更に大きくなるケースを追加的に検討した。

すなわち、上記第2の3（1）イで述べたとおり、F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層は、上林川断層と同様、横ずれ断層であり、断層の傾きが90°（断層面が鉛直）であると評価される。しかし、F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層は、上林川断層と異なり、本件発電所敷地のごく近傍にあり、想定される地震が敷地に与える影響が大きいため、断層の傾きの違いが地震動評価に少なからず影響を及ぼす可能性があると考えられる。そこで、不確かさの考慮として、念のため、周辺の逆断層の断層傾斜角を参考に震源断層面の傾斜角を75°に変えることで、震源断層面と敷地との距離を近づける（地震動がより大きくなる）ケースを検討した（図表29）。

（以上ア、イについて、1審被告準備書面（18）61～62頁。乙182の1、添付書類六、6-5-35頁）

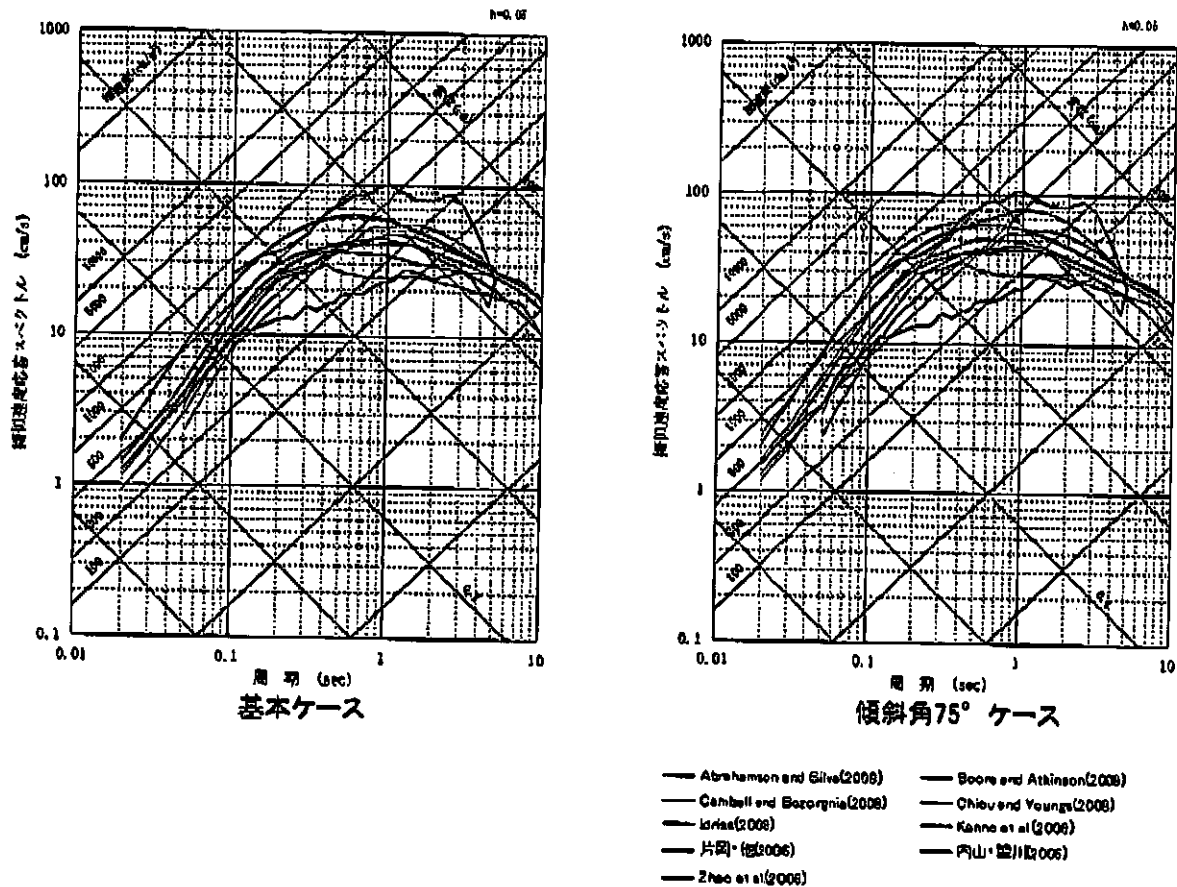


【図表 2 9 断層傾斜角】

ウ 応答スペクトル

9 個の距離減衰式により求めた F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震の応答スペクトルは、図表 3 0 のとおりである(乙 88, スライド 93)。

1 審被告は、上記 (1) イ (イ) で述べたように、これらの応答スペクトルを「断層モデルを用いた手法による地震動評価」の妥当性の検討に用いることとした(検討結果については後記第 5 の 1 (2) を参照)。

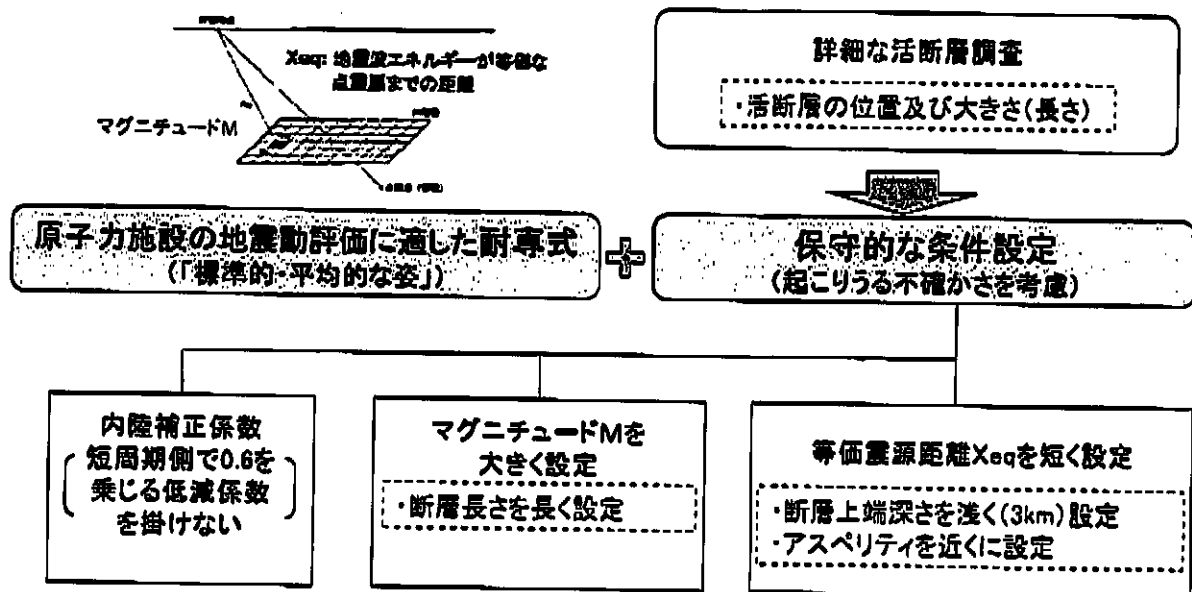


【図表 30 F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震（基本ケース・傾斜角 75° ケース）の各種距離減衰式による応答スペクトル】

(4) 上林川断層の地震動評価

1 審被告は、上林川断層については、耐専式を用いた地震動評価を行った。この評価にあたっては、不確かさを考慮し、保守的な条件により設定した地震の規模（マグニチュード、M）と等価震源距離（Xeq）等のパラメータを耐専式に入力して、地震動評価が保守的になるようにしている（図表 3 1）。

（1 審被告準備書面（1 8）59～60頁）



【図表 3.1 耐専式を用いる際の保守的な条件設定】

ア 地震の規模 (M)

地震の規模 (M) は、詳細な調査に基づいて把握した断層の長さを松田式に入力して求めるところ、1 審被告は、断層の長さを保守的に評価することで、地震の規模を保守的に評価した。

すなわち、上林川断層による地震の規模は、文献等で記載されている活断層の長さ約26kmの場合でマグニチュード7.2であるところ、その長さを39.5kmと評価することによりマグニチュード7.5とした（乙87、40頁、乙88、スライド63等）。

イ 等価震源距離 (Xeq)

1 審被告は、等価震源距離 (Xeq) を求めるのに必要となる断層の上端（地震発生層の上端）の深さ、アスペリティの配置、断層傾斜角等を保守的に条件設定することで、等価震源距離が短くなり、ひいては地震動が大きくなるように評価している。

(ア) 断層の上端（地震発生層の上端）の深さ

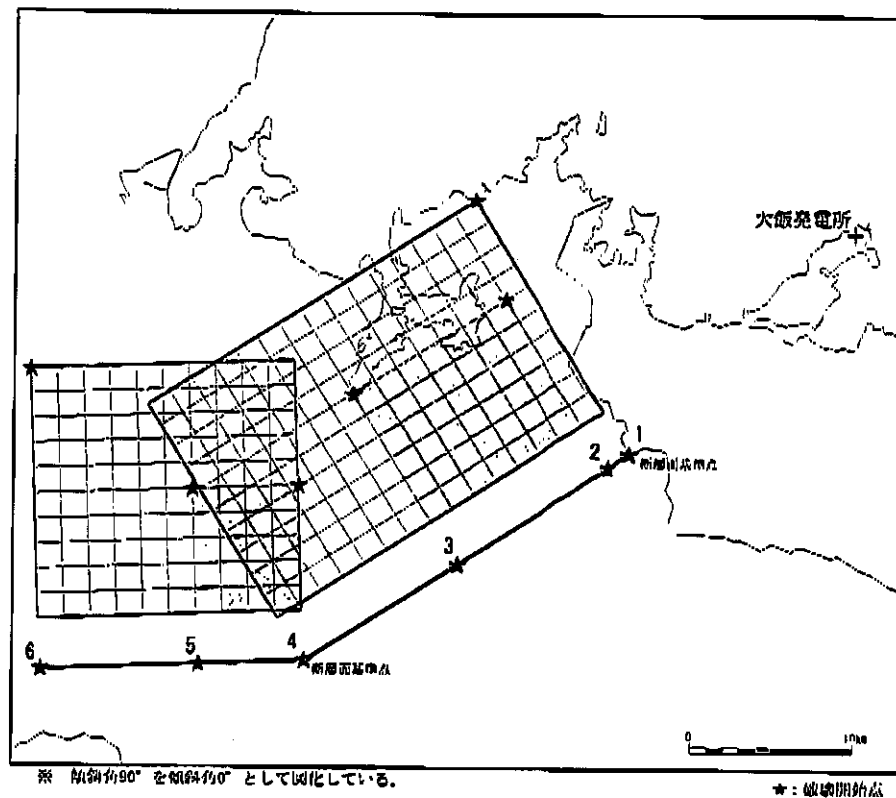
断層の上端（地震発生層の上端）の深さについては、上記第2の3(1)ウ(イ)で述べたとおり、詳細な調査結果から深さ4km程度と評価していたが、原子力規制委員会における議論も踏まえ、より浅く（保守的に）深さ3kmと設定することで、震源断層面が発電所敷地により近づく設定とした。（なお、下端深さは18kmとした。）

(イ) アスペリティの配置

震源断層面において周囲よりもすべり量が大きく、強い揺れが生起される部分（アスペリティ）の配置については、断層面の中央付近に設定することが基本とされている（甲56、付録3-8頁、(a)欄外）。

しかしながら、1審被告は、詳細な調査に基づいてその位置を把握し、断層の長さや幅を保守的に評価した上で、等価震源距離が短く（発電所敷地に近く）なるよう、断層面のうち本件発電所敷地に近い位置にアスペリティを配置した（図表32）。

（1審被告準備書面（18）74頁の図表32。乙182の1、添付書類六、6-5-77頁、乙88、スライド112）



i) 断層配置図

【図表3-2 上林川断層のモデル図（基本ケース）】

※赤線は震源断層の位置を示し、赤線沿いに描かれた格子状の図はその線の位置の地下にある震源断層面を表している（赤線に近い側が地表に近い）。青色部分がアスペリティである。

※小さな星印は（後記4（3）イ（イ）で述べる）破壊開始点を示している。赤線上の緑色の星印は平面図上での位置を示しており、格子状の図にある水色の星印は、上記緑色の各星印の震源断層面における位置を示している。

（ウ）断層傾斜角

上記第2の3（1）イで述べたとおり、上林川断層は「横ずれ断層」であると評価し、断層傾斜角は鉛直（水平面から90°下向き）と評価した。

（エ）等価震源距離の評価

以上のような保守的な条件設定により、上林川断層の等価震源距離は

30.2kmとなった。

ウ 内陸補正係数

耐専式の元データとなった地震には、内陸地殻内地震だけでなく、プレート間地震や海洋プレート内地震が含まれているが、内陸地殻内地震による地震動は、他の地震に比べて、地震の規模の割に地震動が小さめであることが分かっている。そのため、内陸地殻内地震に耐専式をそのまま適用すると、実際の地震動の観測記録のほうが小さく、耐専式による評価結果は過大評価となる。そこで、内陸地殻内地震の場合には、低減係数である内陸補正係数で補正するものとされている。

上林川断層の地震は内陸地殻内地震であり、本来は内陸補正係数を用いるところ、1審被告は、より保守的に地震動を評価する観点から、この内陸補正係数を用いないこととしている。

(以上について、1審被告準備書面(18)57～58頁、乙182の1、添付書類六、6-5-10頁、乙184、「原子力発電所耐震設計技術指針JEAG4601-2015」47～48頁、(5))

エ その他のパラメータ等

(ア) P波速度・S波速度

耐専式は、評価地点の地盤のP波速度・S波速度を考慮して地盤増幅率を乗じることで、評価地点の岩盤の固さに応じた応答スペクトルに補正するようになっており、評価地点の地域性を踏まえて地震動評価を行うことが予定されている。

そこで、1審被告は、地盤の増幅特性(サイト特性)について、上記第2の3(3)アで述べた詳細な調査に基づいて、本件発電所敷地の解放基盤表面(この面で基準地震動を評価する)のP波速度及びS波速度

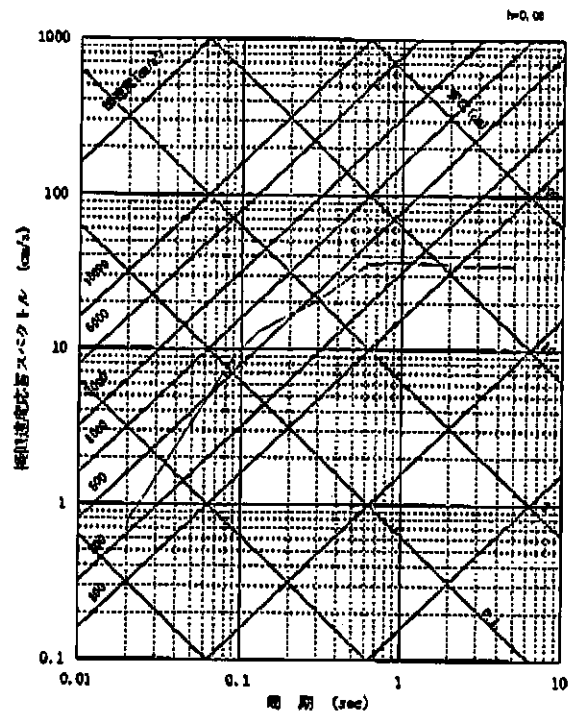
をそれぞれ約4.3km/s, 約2.2km/sと評価するとともに, 地震波の局所的な集中を生じさせるような特異な地下の速度構造がなく, 耐専式で得られる評価結果を補正する必要がないことを確認した。

(イ) 伝播特性

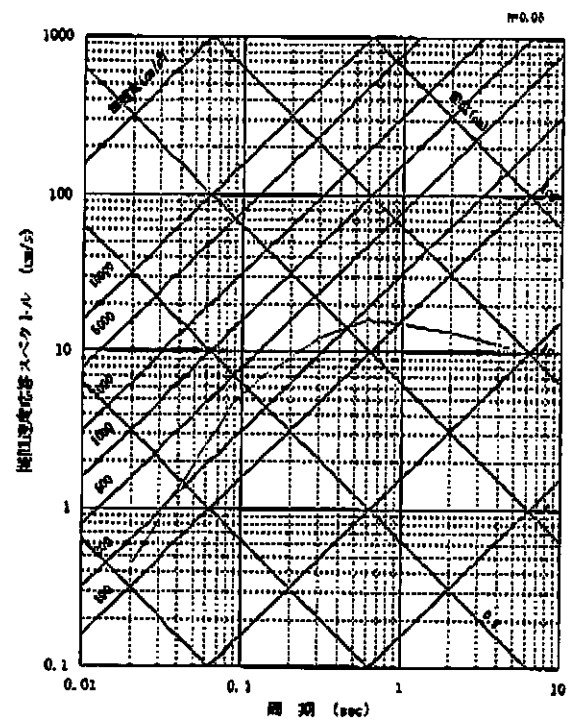
伝播特性については, 上記第2の3(2)で述べたとおり, 影響の大きい幾何減衰には地域性がなく, また, 内部減衰に関する本件発電所敷地周辺を含む若狭湾付近の媒質(岩石等)に固有の値(Q値)は, 既往の研究成果から50f^{1.1}と, 国内における平均的な値であったことから, 耐専式で得られる評価結果を補正する必要がないことを確認した。

オ 地震動評価結果

耐専式によって求められた, 上林川断層による地震(基本ケース)の本件発電所敷地における地震動評価結果(応答スペクトル)は, 図表33のとおりである(乙88, スライド115)。



水平方向

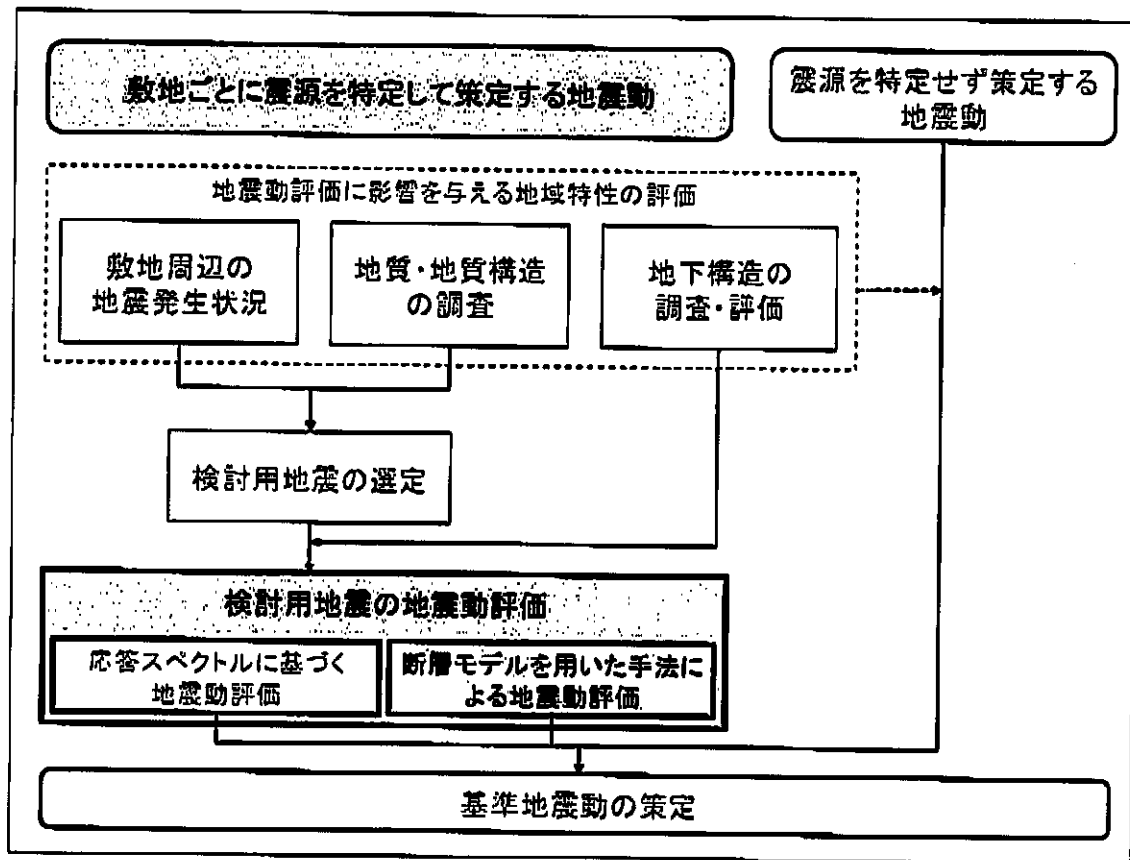


鉛直方向

—基本ケース (M7.5, X₀=30.2km)

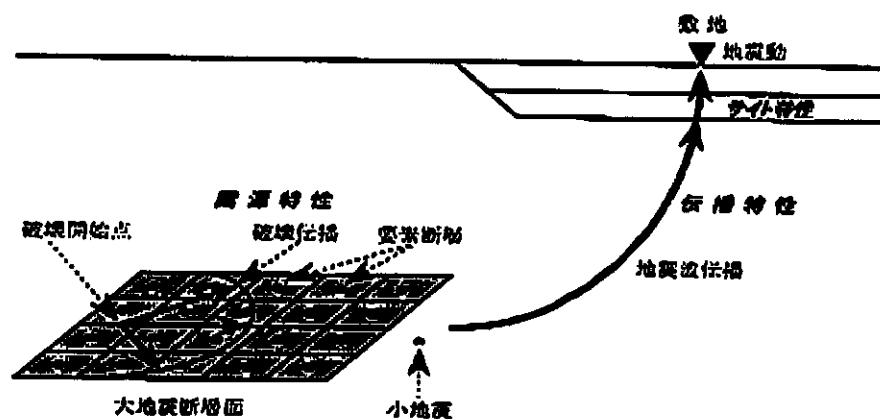
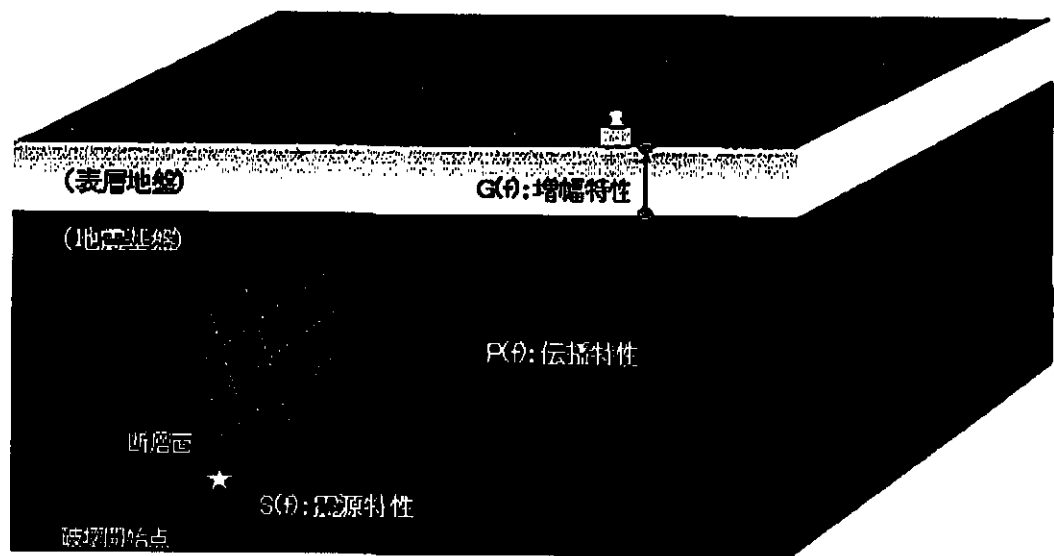
【図表 3 3 上林川断層による地震（基本ケース）の耐震式による地震動評価結果】

4 断層モデルを用いた手法による地震動評価



(1) 1 審被告の評価手法の概要

「断層モデルを用いた手法による地震動評価」は、震源となる断層（震源断層）をモデル化し、震源から本件発電所敷地までの地震波の伝播特性、本件発電所敷地の地盤における地震波の増幅特性（サイト特性）を考慮して行う地震動評価である（図表34）。

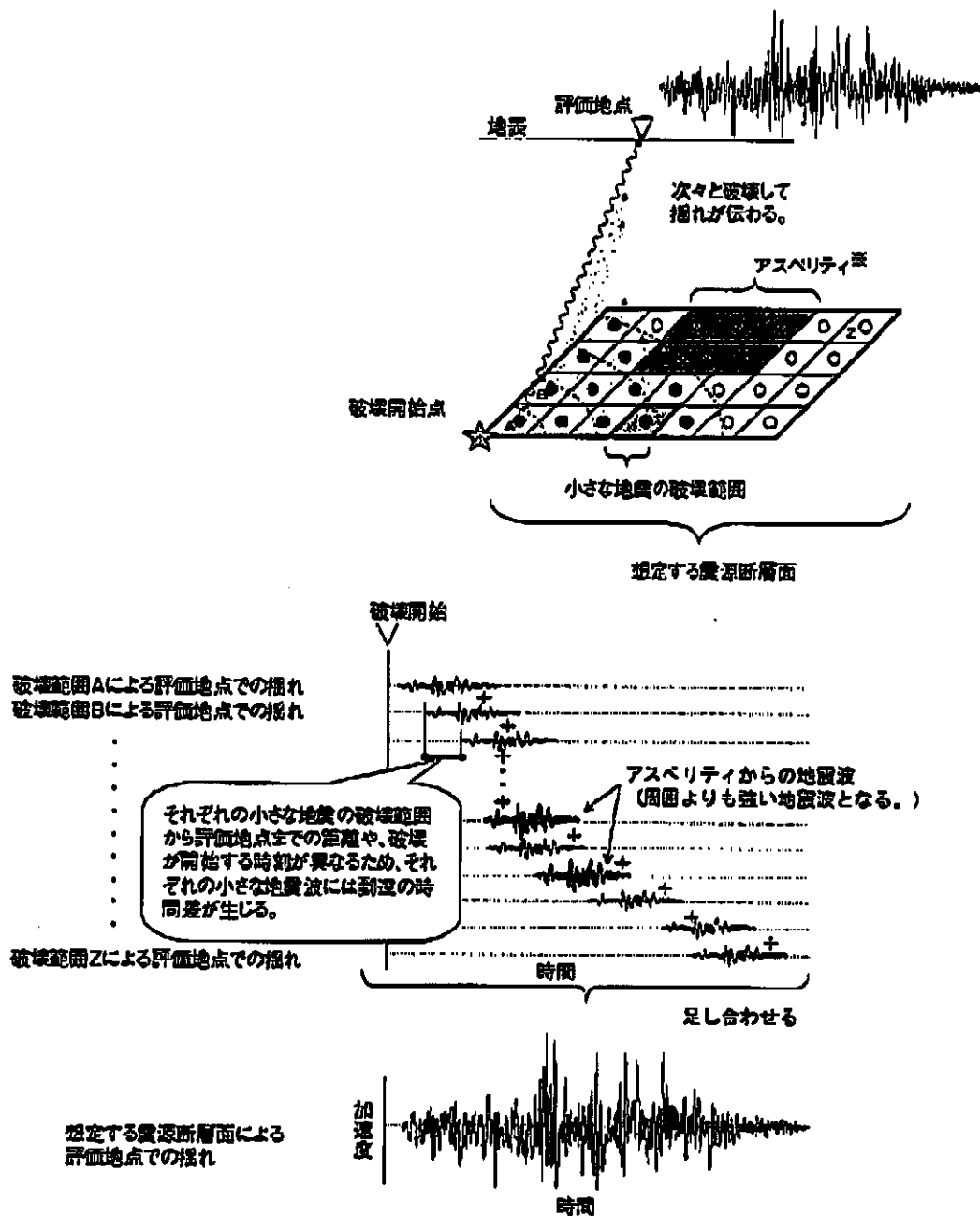


【図表 3 4 断層モデルを用いた手法の模式図】

1 審被告は、「断層モデルを用いた手法による地震動評価」を、統計的グリーン関数法等²⁵を用いて行うこととした。統計的グリーン関数法は、震源断層をモデル化した上で小さな区画（要素）に分割し、その要素ごとのずれ（要素地震）による地震波によって生じる評価地点での小さな地震動（要素

²⁵ 1 審被告は、短周期側について統計的グリーン関数法を用いて計算した地震動と、長周期側について理論的方法を用いて計算した地震動とを組み合わせる、ハイブリッド合成法を用いて波形合成を行っている（1 審被告準備書面（1 8）65 頁脚注 114）。

地震による地震動)を、各要素地震の地震波が次々に到達することによる時間差を考慮して重ね合わせることで、震源断層のずれ全体による評価地点での地震動を評価する手法である(図表35を参照。1審被告準備書面(18)65頁脚注114, 乙50, 51頁)。



【図表35 波形合成法】

「断層モデルを用いた手法による地震動評価」にあたっては、まず、レシピ（甲56）を参照して震源断層パラメータを設定し、震源断層をモデル化した。その上で、要素地震による評価地点での地震動は、モデル化した震源断層（の要素）から発せられる地震波に伝播特性と地盤の増幅特性（サイト特性）とを乗じて設定するものであることから、1審被告は、地震波の伝播特性と地盤の増幅特性（サイト特性）を評価し、これらを用いて地震動評価を行った。

（以上について、1審被告準備書面（18）63～66頁）

（2）レシピの信頼性

1審被告が震源断層パラメータの設定にあたって参照したレシピ（甲56）は、多数のパラメータがパラメータ間の関係式を用いて設定されている一連の地震動評価手法であるが、このレシピは、実際の地震動を精度よく再現できるものとして、その有効性・信頼性が確認されている（甲56、付録3-1頁、乙50、50頁、乙54、16～17頁、1審被告準備書面（18）150頁）。

このことは、新規制基準の「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」（甲47。以下、「地震ガイド」という）において、「震源断層のパラメータは、活断層調査結果等に基づき、地震調査研究推進本部による『震源断層を特定した地震の強震動予測手法』等の最新の研究成果を考慮し設定されていること」（甲47、4～5頁、I 3.3.2(4)①1))として、レシピの採用が明確に規定されていることに加え、国の防災計画の検討において実績の豊富な信頼性の高い手法として採用されていること（乙50、50頁）からも裏付けられる。

(3) 震源断層のモデル化 (震源断層パラメータの設定)

ア レシピによるパラメータ設定

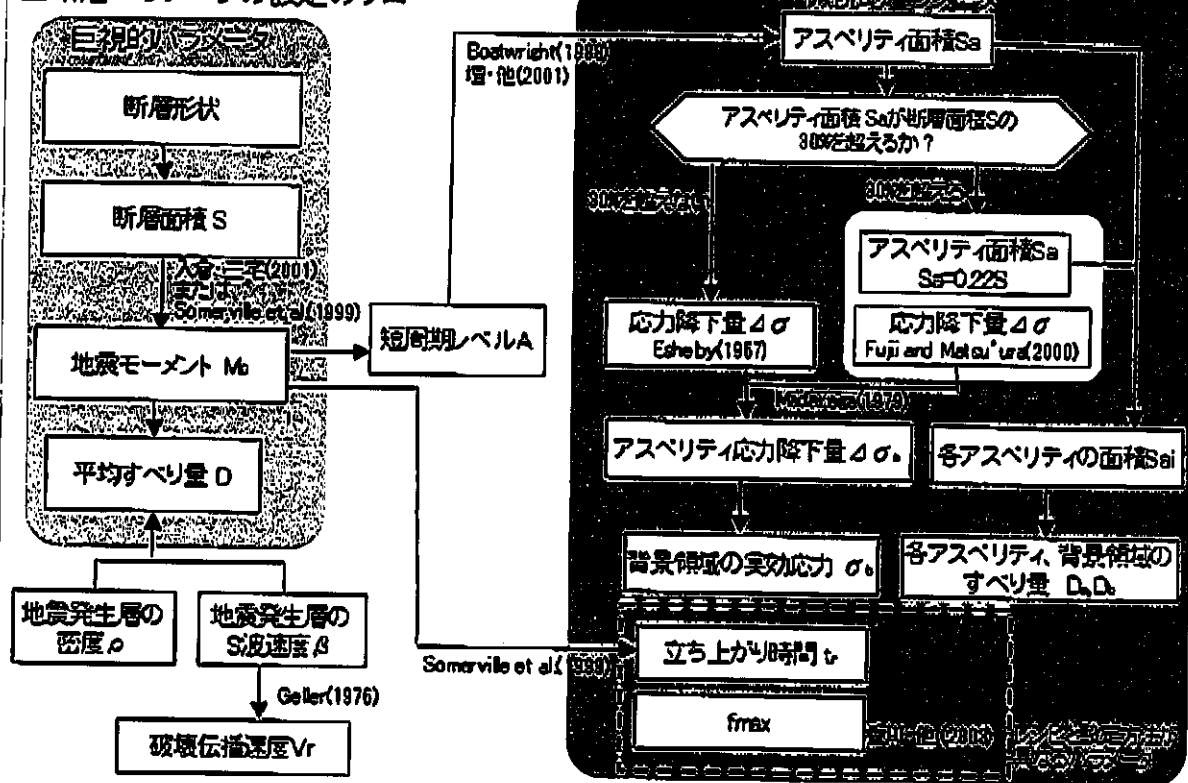
1 審被告は、次に述べるとおり、レシピを参照して、各種パラメータ間の関係式に基づいて震源断層パラメータを設定した (図表 3 6。1 審被告準備書面 (1 8) 64~75 頁, 乙 182 の 1, 添付書類六, 6-5-72 頁, 乙 88, スライド 66)。その際、起こりうる不確かさを考慮した場合のパラメータも設定した。

4. 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

第111回審査会合
資料再掲

66

■断層パラメータの設定のフロー



【図表 3 6 「断層モデルを用いた手法による地震動評価」における

震源断層パラメータの設定の流れ】

(ア) 断層面積 (S)

a 基本ケース

まず、上記第2の3(1)で述べたとおり保守的に設定した震源断層の長さ(L)及び断層の幅(W)から、震源断層の面積(S)を求めた($S=L \times W$)。

震源断層の長さについては、上記第2の3(1)アで述べたとおり、FO-A～FO-B～熊川断層は3連動を考慮して63.4kmと設定し、上林川断層は保守的に39.5kmと設定した。また、断層の幅については、上記第2の3(1)ウで述べたとおり、FO-A～FO-B～熊川断層及び上林川断層のいずれについても、地震発生層の上端深さを3kmとし、地震発生層の厚さ15km、断層傾斜角 90° (鉛直)から、断層の幅を15kmと設定した。この結果、断層面積は、FO-A～FO-B～熊川断層は 951km^2 、上林川断層は 592.5km^2 となった。(乙182の1、添付書類六、6-5-37頁、6-5-42頁等、乙88、スライド70、80、110、113等)

この面積は、保守的な条件設定をしない場合と比べて相当大きくなっており、例えば、FO-A～FO-B～熊川断層の面積は、FO-A～FO-B断層の2連動のみ、断層上端深さ4kmの場合の約2倍である(1審被告準備書面(24)14頁)。

b 不確かさの考慮

さらに、FO-A～FO-B～熊川断層については、後記5(3)で述べるとおり、不確かさを考慮し、断層傾斜角を 75° にしたケースも設定しているところ、この場合の断層面積は、 1002.85km^2 となった(乙88、スライド70、87)。

(イ) 地震モーメント (M_0)

a 基本ケース

次に、レシピに示された入倉・三宅 (2001)²⁶ (乙75²⁷) で提案されている断層面積 (S) と地震モーメント (M_0) との関係式²⁸ ($M_0 \geq 7.5 \times 10^{25} \text{ dyne-cm}$ の場合は $S = 4.24 \times 10^{-11} \times M_0^{1/2}$) により、上記 (ア) の断層面積 (S) から地震モーメント (M_0) を求めた (1 審被告準備書面 (25) 14頁)。

地震モーメント (M_0) とは、地震の規模を表す指標の1つで、断層運動の大きさ (エネルギー) を表す値である。上記の関係式は、他のパラメータを介さず、直接、断層面積 (S) から地震モーメント (M_0) を導くことができ、「断層モデルを用いた手法による地震動評価」を行う際に、個々の活断層ごとに震源断層面の大きさ (長さ・幅)・深さ・傾斜を設定して断層面積 (S) を算定し、地震モーメント (M_0) 等の震源パラメータを設定する場合に適している。

上記 (ア) のとおり断層面積を保守的に大きく設定した結果、上記関係式により断層面積 (S) から求められる地震モーメント (M_0) も、保守的な条件設定をしない場合と比べて大きな値となり、F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層については $5.03 \times 10^{19} \text{ N} \cdot \text{m}$ 、上林川断層については $1.95 \times 10^{19} \text{ N} \cdot \text{m}$ となった (乙182の1, 添付書類六, 6-5-37頁, 6-5-42頁, 乙88, スライド80, 113等)。(なお, F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層については, 断層面積が 494.2 km^2 の場合 (F O - A ~ F O - B 断層の2連動で断層上端深さ 4 km の場合) で $1.36 \times 10^{19} \text{ N} \cdot \text{m}$ であった。また, 上林川断層については, 断層面積が 364 km^2 の場合 (断層長さ 26 km で断層上端深さ 4 km の場合) で $0.66 \times 10^{19} \text{ N} \cdot \text{m}$ であった。

²⁶ 入倉孝次郎・三宅弘恵「シナリオ地震の強震動予測」地学雑誌第110巻, 849~875頁

²⁷ 甲212号証も同じ書証である。以下, 号証番号として乙75号証のみを摘示する。

²⁸ 乙75号証の861頁, 図8の「Step3」の式 (レシピでは, 甲56号証の付録3-4頁, (3)の式)。

1 審被告準備書面（24）14頁，乙50，54頁等）

b 不確かさの考慮

さらに，FO-A～FO-B～熊川断層については，後記5（3）で述べるとおり，断層傾斜角を 75° にしたケースも設定しているところ，この場合の地震モーメント（ M_0 ）は， $5.59 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m}$ となった（乙182の1，添付書類六，6-5-38頁，乙88，スライド87）。

（ウ）短周期レベル（A）

a 基本ケース

続いて，レシピに示された壇ほか（2001）²⁹で提案されている地震モーメント（ M_0 ）と短周期レベル（A）との関係式（ $A = 2.46 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$ ）により，（イ）の地震モーメント（ M_0 ）から短周期レベル（A）を求めた。

短周期レベル（A）とは，震源特性のうち，短周期領域における加速度震源スペクトルのレベルを表す値をいう。震源は，様々な周期の揺れを発生させるが，このうち短い周期の揺れを発生させる能力の大きさを表したものと見える。

上記（イ）の地震モーメント（ M_0 ）が保守的に大きな値となった結果，この値から求められる短周期レベル（A）も大きな値となり，FO-A～FO-B～熊川断層については $1.96 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m/s}^2$ ，上林川断層については $1.43 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m/s}^2$ となった（乙182の1，添付書類六，6-5-37頁，6-5-42頁等，乙88，スライド80，113等）。

²⁹ 壇一男ほか「断層の非一様すべり破壊モデルから算定される短周期レベルと半経験的波形合成法による強震動予測のための震源断層のモデル化」日本建築学会構造系論文集第545号，51～62頁

b 不確かさの考慮

さらに、FO-A～FO-B～熊川断層については、後記第5(3)で述べるとおり、不確かさを考慮し、断層傾斜角を 75° にしたケースも設定しているところ、この場合の短周期レベル(A)は、 $2.03 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m/s}^2$ となった(乙88, スライド87, 乙182の1, 添付書類六, 6-5-38頁)。

なお、新潟県中越沖地震の短周期レベルが平均的な短周期レベルの1.5倍であったとの新たな知見(乙27)については、別途不確かさとして考慮し、短周期の地震動レベルを1.5倍とするケースも設定することとした(後記ウの図表4-1及び4-2の「不確かさを考慮したケース」。1審被告準備書面(18)37頁, 67頁, 73頁, 乙88, スライド70, 110, 乙182の1, 添付書類六, 6-5-37頁, 6-5-42頁)。加えて、後記5(4)における不確かさの組合せに関する追加検討においては、破壊伝播速度を 0.87β に上げるとともに短周期の地震動レベルを1.25倍とするケースも設定することとした(1審被告準備書面(18)94～95頁, 乙88, スライド70, 84～85, 乙182の1, 添付書類六, 6-5-40頁)。

(エ) アスぺリティ面積(Sa)

a 基本ケース

続いて、レシピに示された壇ほか(2001)等で提案されている関係式により、(ウ)の短周期レベル(A)からアスぺリティ面積(Sa)を求めた。

アスぺリティとは、震源断層面において周囲よりも地震時のすべり量が大きく、強い揺れが生起される部分のことである。これに対し、震源断層面のうちアスぺリティ以外の部分は、背景領域と呼ばれる。

上記の関係式は、震源断層面の一部であるアスペリティの面積を求めるものである。

もつとも、この関係式では、断層が長大で面積が大きくなるほど、アスペリティ面積（ S_a ）が過大評価となる傾向にあるとされている（甲56，付録3-9頁，(b)）。この点，アスペリティの総面積は断層総面積の20～30%に分布するとの知見が示されているところ（甲213，2-14）， $FO-A \sim FO-B \sim$ 熊川断層については，関係式による算定の結果，アスペリティ面積比（震源断層全体に占めるアスペリティの面積）が30%を超えたため，中央防災会議での知見及びレシピに示されたSomerville et al. (1999)³⁰で提案されている知見により，アスペリティ面積比を22%として震源断層面積（ S ）からアスペリティ面積（ S_a ）を求めた。

この結果，各検討用地震の断層に係るアスペリティの総面積は， $FO-A \sim FO-B \sim$ 熊川断層で209.22km²，上林川断層で158.31km²となった。

b 不確かさの考慮

また， $FO-A \sim FO-B \sim$ 熊川断層については，後記5（3）で述べるとおり，不確かさを考慮して，断層傾斜角を75°にしたケースも設定しているところ，この場合のアスペリティの総面積は，220.63km²となった。

（以上（エ）について，1審被告準備書面（28）27頁，同（32）43～44頁，乙182の1，添付書類六，6-5-37頁，6-5-38頁，6-5-42頁，乙88，スライド81，88，113等）

³⁰ Somerville, P. G. ほか「Characterizing crustal earthquake slip models for the prediction of strong ground motion」, Seismological Research Letters, 70, 59-80 頁

(オ) 震源断層全体の応力降下量 ($\Delta \sigma$)

応力降下量とは、震源断層面にかかる地震発生直前と直後のせん断応力の差をいい、単位面積当たりの力として示される。

1 審被告は、レシピに示されたEshelby (1957) ³¹等で提案されている関係式により、上記 (ア) 及び (イ) で求めた震源断層面積 (S) 及び地震モーメント (M_0) から震源断層全体の応力降下量 ($\Delta \sigma$) を求めた ($\Delta \sigma = (7\pi^{1.5}/16) (M_0/S^{1.5})$)。

ただし、FO-A～FO-B～熊川断層については、上記 (エ) で述べたとおり長大な断層であることから、レシピに示されたFujii&Matsu'ura (2000) ³²で提案されている知見 (甲56, 付録3-11頁, (d)) により、震源断層全体の応力降下量を3.1MPaとした。

(以上について、1 審被告準備書面 (32) 44頁, 乙182の1, 添付書類六, 6-5-37頁, 6-5-42頁, 乙88, スライド80, 113等)

(カ) アスペリティの応力降下量 ($\Delta \sigma_a$)

震源断層面上に蓄積されるひずみは、震源断層面全体に一様に蓄積されているわけではなく、固着の強いアスペリティ部分では大きなひずみが蓄積される一方で、それ以外の背景領域ではあまり蓄積されない。このため、アスペリティ部分の応力降下量 ($\Delta \sigma_a$) は、震源断層面全体で平均した単位面積当たりの応力降下量 (平均応力降下量: $\Delta \sigma$) よりも大きな値となる。

³¹ Eshelby, J. D. 「The determination of the elastic field of an ellipsoidal inclusion, and related problems」, Proceedings of the Royal Society, A241, 376-396 頁

³² Fujii, Y. and M. Matsu'ura 「Regional Difference in Scaling Laws for Large Earthquakes and its Tectonic Implication」, Pure and Applied Geophysics, 157, 2283-2302 頁

1 審被告は、レシピに示されたMadariaga (1979) ³³で提案されている関係式により、震源断層面積 (S) に占めるアスペリティ面積 (S_a) の割合 (S_a/S) と、上記 (オ) の震源断層全体の応力低下量 ($\Delta\sigma$) から、アスペリティの応力低下量 ($\Delta\sigma_a$) を求めた ($\Delta\sigma_a = (S/S_a) \times \Delta\sigma$)

(以上について、1 審被告準備書面 (32) 44頁, 乙182の1, 添付書類六, 6-5-37頁, 6-5-42頁, 乙88, スライド81, 113等)。

(キ) 破壊伝播速度 (V_r)

a 基本ケース

破壊伝播速度 (V_r) とは、断層の破壊開始点から始まったずれ (破壊) が震源断層面上を広がっていく速さをいう。既往の研究において、標準的には地震発生層の S 波速度 β の 0.72 倍 (0.72β) とされており、本件発電所の地震動評価においても 0.72β としている (後記ウの図表 4 1 及び 4 2 の「基本ケース」。乙182の1, 添付書類六, 6-5-37頁, 6-5-42頁, 乙88, スライド69, 80, 113等)。

b 不確かさの考慮

破壊伝播速度 (V_r) が大きくなると、断層の破壊が震源断層面上でより速く広がるため、より短い時間に多くの地震波が敷地に到達することとなり、敷地での地震動も一般的には大きくなる。そこで、1 審被告は、破壊伝播速度の不確かさも考慮することとし、既往の研究による、過去の地震における破壊伝播速度の不確かさも考慮して、 β の 0.87 倍 (0.87β) としたケースを設定した (後記ウの図表 4 1 及び

³³ Madariaga, R. 「On the relation between seismic moment and stress drop in the presence of stress and strength heterogeneity」, Journal of Geophysical Research, 84, 2243-2250 頁

42の「不確かさを考慮したケース」。乙182の1, 添付書類六, 6-5-40頁, 6-5-43頁, 乙88, スライド70, 84, 110, 114)。

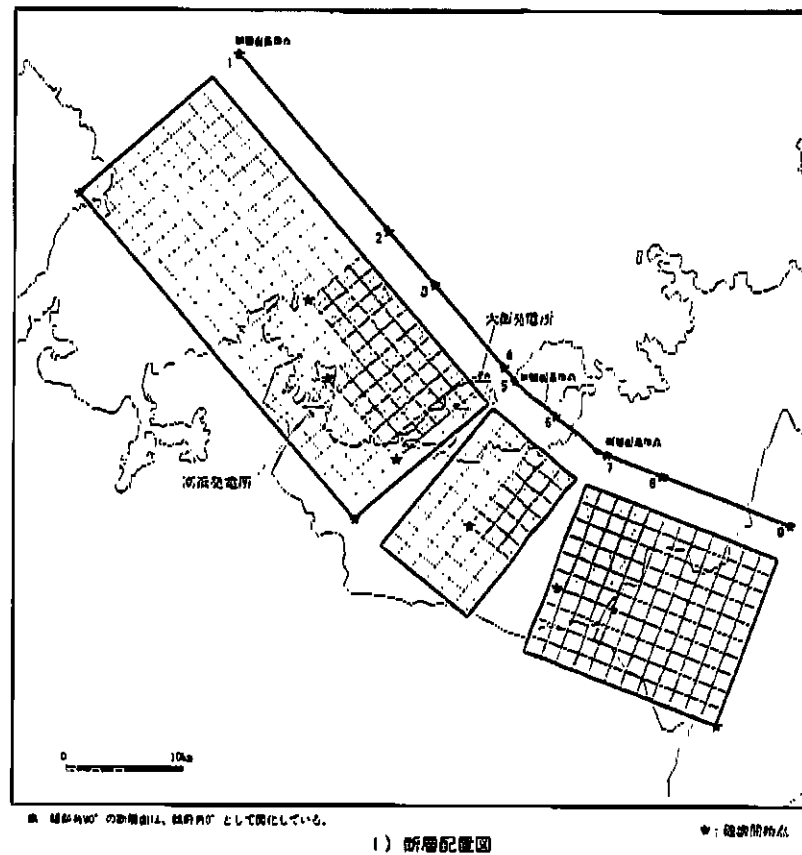
イ その他のパラメータ設定

1 審被告は, 上記アのとおり, 各種パラメータ間の関係式等に基づいて震源断層パラメータを設定したほか, 以下に挙げる震源断層パラメータも設定した。

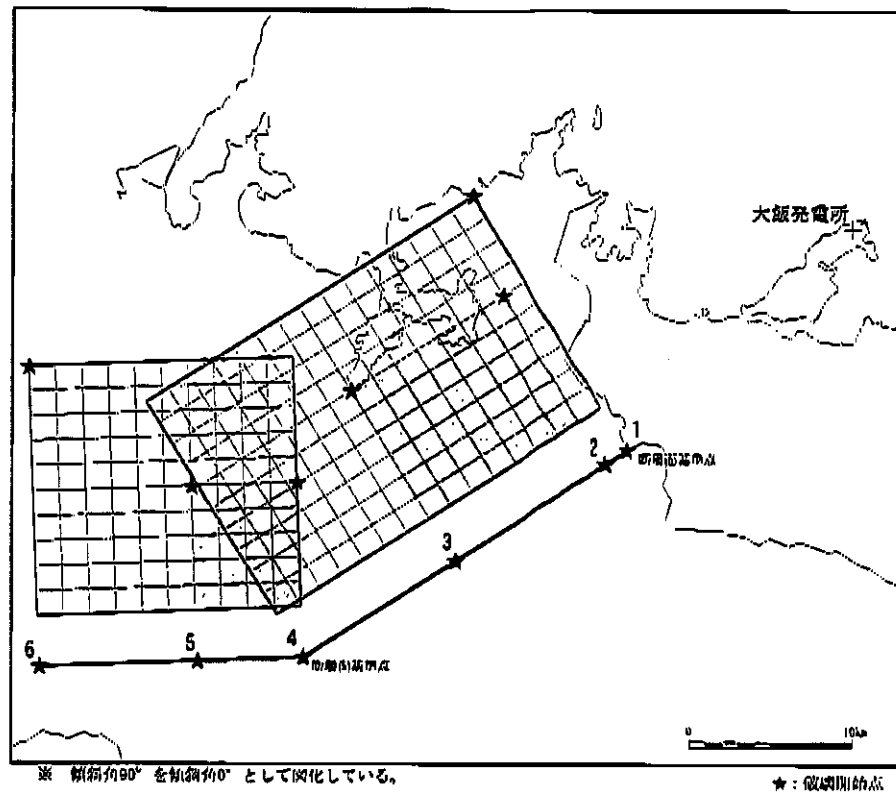
(ア) アスペリティの配置

a 基本ケース

1 審被告は, アスペリティの位置を地震の発生前に正確に特定するのは困難であることを踏まえ, 保守的な観点から, FO-A~FO-B~熊川断層, 上林川断層のいずれについても, アスペリティを本件発電所敷地に近い位置で, かつ断層の上端に配置することで, より大きな地震動を想定することとした(図表37及び38。乙182の1, 添付書類六, 6-5-73頁, 6-5-77頁, 乙88, スライド70, 79, 110, 112)。



【図表37 FO-A～FO-B～熊川断層のモデル図（基本ケース）】

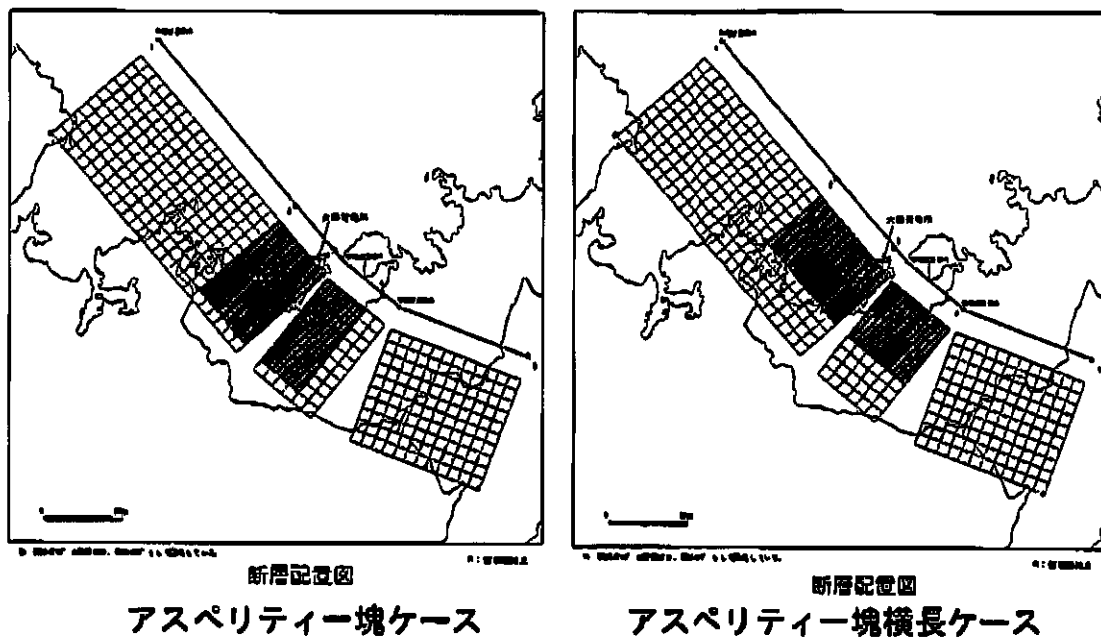


i) 断層配置図

【図表38 上林川断層のモデル図（基本ケース）】

b 不確かさの考慮

その上で、1審被告は、F O-A～F O-B～熊川断層について、原子力規制委員会の議論も踏まえ、念のため、現実には起こるとは想定し難いようなアスペリティの配置（アスペリティを一塊に寄せ集めたケース）も設定することとした（図表39。これを後記ウの図表41の「不確かさを考慮したケース」として設定した。乙182の1，添付書類六，6-5-75～6-5-76頁，乙88，スライド70，89，91）。



【図表39 FO-A～FO-B～熊川断層のモデル図

(アスぺリティー塊ケース・アスぺリティー塊横長ケース)】

(イ) 破壊開始点

震源断層面は一度に全ての領域が破壊されるのではなく、断層面のあ
る点で開始した破壊が、時間の経過とともに次第に断層面上を広がって
いく。この一連の破壊が始まる位置を「破壊開始点」という。

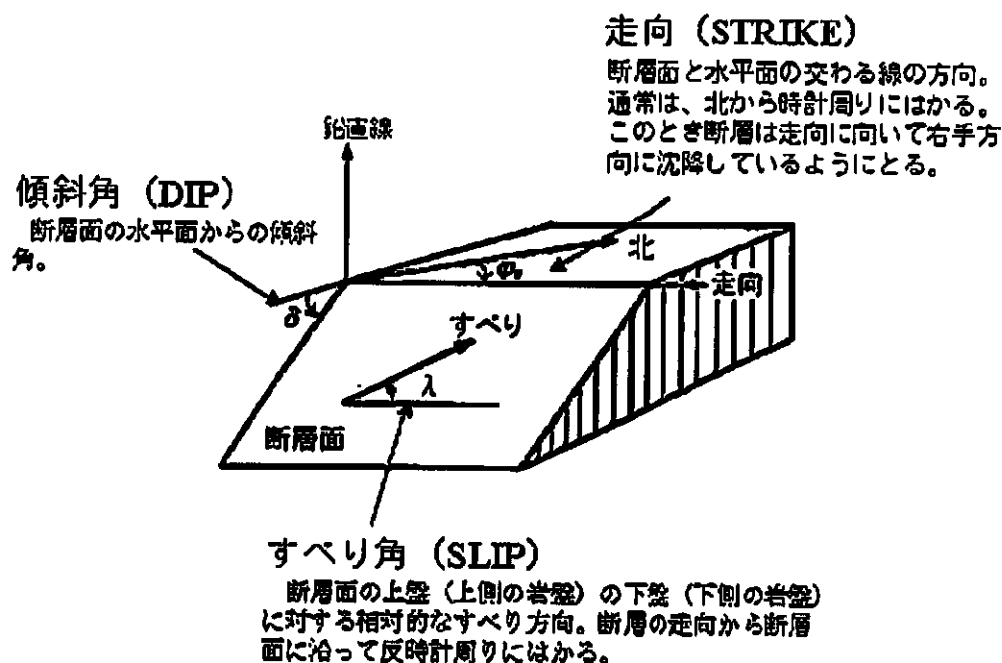
破壊開始点については、地震の発生前に位置を予測することが難しく、
また、地震動の評価地点（発電所敷地）から見て遠い方から近い方に破
壊が進行していく場合に評価地点での地震動が大きくなるとされてい
る。

そこで、1審被告は、破壊開始点を、断層の端やアスぺリティの端と
いった本件発電所敷地から遠い位置に置くなど、複数のケース（FO-A～FO-B～熊川断層について5箇所ないし9箇所、上林川断層につい
て6箇所）を設定した（乙182の1、添付書類六、6-5-73頁、6-5-77頁等、
乙88、スライド70、79、110、112等）。

(ウ) 断層傾斜角及びすべり角

a 基本ケース

断層傾斜角とは、震源断層面と水平面とがなす角度の小さい方をいう。また、すべり角とは、震源断層の上盤側の、下盤側に対する相対的なずれの方向をいう（断層の走向から断層面に沿って反時計回りの角度で示す）。(図表40)



【図表40 断層の模式図 (断層傾斜角, すべり角等)】

FO-A～FO-B～熊川断層及び上林川断層については、詳細な地質調査の結果、断層傾斜角は上記第2の3(1)イで述べたとおり鉛直 (水平面から90° 下向き) としている。また、すべり角 (断層のずれの方向) は、水平 (FO-A～FO-B～熊川断層は0° , 上林川断層は180°) としている (乙182の1, 添付書類六, 6-5-37頁, 6-5-42頁等, 乙88, スライド70, 80, 110, 113等)。

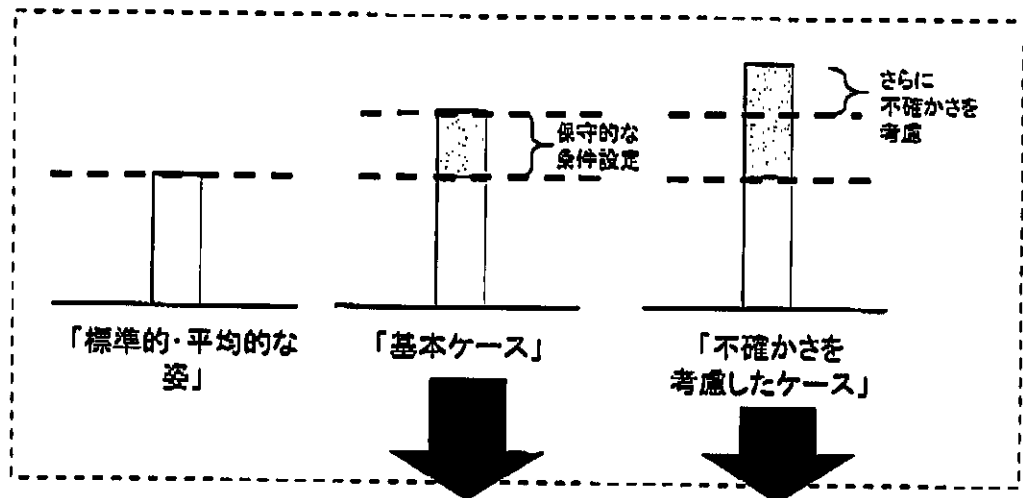
b 不確かさの考慮

もつとも、断層傾斜角は鉛直から多少傾斜する可能性があり、また、すべり角（断層のずれの方向）についても断層面の傾きや広域応力場の向きによって水平から多少傾斜する可能性が考えられ、特に震源断層が発電所敷地に近い場合には、これらの不確かさが発電所敷地での地震動に影響する可能性がある。

このことから、1 審被告は、検討用地震に係る断層のうち本件発電所敷地に近く長大なF O - A ~ F O - B ~ 熊川断層の断層傾斜角とすべり角について、不確かさを想定することとした。具体的には、周辺の断層も参照して、断層傾斜角を水平面から75° 下向き（上記3（3）イと同様）にしたケース、すべり角を30° 上向きにしたケースを設定した（後記ウの図表4 1の「不確かさを考慮したケース」。乙182の1、添付書類六、6-5-38頁、6-5-39頁、乙88、スライド70、82、87等）。

ウ 震源断層パラメータのまとめ

1 審被告は、上記ア及びイのとおり、検討用地震の震源断層パラメータを設定し、震源断層をモデル化した（1 審被告準備書面（1 8）64~74頁、92~95頁、乙182の1、添付書類六、6-5-33~6-5-34頁、6-5-36~6-5-43頁）。このパラメータ設定の主なものをまとめると、図表4 1及び4 2のとおりとなる（乙88、スライド70、110。なお、図表4 1上部に記載の「標準的・平均的な姿」、「基本ケース」、「不確かさを考慮したケース」のグラフについては、後記5（1）で説明する）。



断層パラメータ	標準的・平均的な姿	基本ケース	不確かさを考慮したケース
断層の長さ	35.3km(2運動を考慮)	63.4km(3運動を考慮)	
断層の幅 (地震発生層)	14km(上端深さ:4km, 下端深さ:18km)	15km(上端深さ:3km, 下端深さ:18km)	
短周期の 地震動レベル	レシビ平均	レシビ平均	新潟県中越沖地震の知見を踏まえ、 レシビ平均×1.5倍 (不確かさ組合せの追加検討で、 レシビ平均×1.25倍)
断層傾斜角	調査結果に基づき、90°	調査結果に基づき、90°	横ずれ断層であるが、縦ずれ成分 もあることを考慮し、また、周辺の断 層も参照して、75°
すべり角	調査結果に基づき、0°	調査結果に基づき、0°	横ずれ断層であるが、縦ずれ成分 もあることを考慮し、また、周辺の断 層も参照して、30°
破壊伝播速度	レシビに基づき、0.72β ※βは地震発生層のS波速 度	レシビに基づき、0.72β	既往の知見を参考に、アスベリティ 領域の平均的な破壊伝播速度に標 準偏差1σを考慮して、0.87β
アスベリティ配置	敷地近傍に配置 (なお、レシビでは、断層面 の中央付近に配置するのが 基本とされている)	敷地近傍に配置	・敷地近傍に正方形に一塊にして 配置 ・敷地近傍に長方形に一塊にして 配置
破壊開始点	断層面およびアスベリティの 下端に複数設定(6箇所)	断層面およびアスベリティの下端に複数設定(5~9箇所)	

【図表 4 1 断層モデルを用いた手法による地震動評価における

震源断層パラメータの設定 (F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震)】

断層パラメータ	標準的・平均的な姿	基本ケース	不確かさを考慮したケース
断層の長さ	26km(文献等に記載)	39.5km(断層の存在を確実に否定できるところまで大幅に延長)	
断層の幅 (地震発生層)	14km(上端深さ:4km, 下端深さ:18km)	15km (上端深さ:3km, 下端深さ:18km)	
短周期の 地震動レベル	レシビ平均	レシビ平均	新潟県中越沖地震の知見を踏まえ、 レシビ平均×1.5倍
断層傾斜角	調査結果に基づき、90°	調査結果に基づき、90°	
すべり角	調査結果に基づき、180°	調査結果に基づき、180°	
破壊伝播速度	レシビに基づき、 0.72β ※ β は地震発生層のS波速度	レシビに基づき、 0.72β	既往の知見を参考に、アスペリティ領域の平均的な破壊伝播速度に標準偏差1 σ を考慮して、 0.87β
アスペリティ配置	敷地近傍に配置 (レシビでは、断層面の中央付近に配置するのが基本)	敷地近傍に配置	
破壊開始点	断層面及びアスペリティの下端に複数設定(6箇所)	断層面及びアスペリティの下端に複数設定(6箇所)	

【図表 4 2 断層モデルを用いた手法による地震動評価における

震源断層パラメータの設定 (上林川断層による地震)】

(4) 地震波の伝播特性、地盤の増幅特性 (サイト特性) の評価

1 審被告は、統計的グリーン関数法等を用いて地震動計算をするにあたって、地震波の伝播特性、地盤の増幅特性 (サイト特性) を適切に評価した。

すなわち、まず、地震波の伝播特性については、上記第2の3 (2) で述べたとおり、詳細な調査により評価した震源断層の位置に基づき敷地との距離から幾何減衰を評価するとともに、既往の文献をもとに内部減衰のQ値を $50f^{1.1}$ と設定した。

また、地盤の増幅特性 (サイト特性) については、上記第2の3 (3) で述べた詳細な調査結果から、本件発電所敷地及び敷地周辺の地盤の速度構造を精度良く把握するとともに、局所的に地震波の集中をもたらすような特異な構造が見られないことを確認した。

(5) 地震動評価

上記(3)で設定したパラメータにより震源断層をモデル化し、上記(4)により地震波の伝播特性と地盤の増幅特性(サイト特性)を設定した上で、これらをもとに、統計的グリーン関数法等を用いて「断層モデルを用いた手法による地震動評価」を行った。

震源断層パラメータについて様々な不確かさを考慮することとした結果、本件発電所敷地に近いF O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震については、図表43(1審被告準備書面(18)93頁図表43, 95頁図表44, 乙88, スライド78)のとおり、64ものケースを設定して保守的に評価した。また、上林川断層による地震についても、図表44により、18のケースを設定して評価した(1審被告準備書面(18)73頁の図表31, 乙88, スライド111)。

考慮した不確かさ	短周期の地震動レベル	断層傾斜角	すべり角	破壊伝播速度 V_r	アスペリティ配置	破壊開始点
基本ケース	レスビ平均	90°	0°	$V_r=0.72\beta$	①断層ごと敷地近傍に配置	9箇所
短周期の地震動レベル	レスビ平均×1.5倍	90°	0°	$V_r=0.72\beta$	①断層ごと敷地近傍に配置	9箇所
断層傾斜角	レスビ平均	75°	0°	$V_r=0.72\beta$	①断層ごと敷地近傍に配置	9箇所
すべり角	レスビ平均	90°	30°	$V_r=0.72\beta$	①断層ごと敷地近傍に配置	9箇所
破壊伝播速度 V_r	レスビ平均	90°	0°	$V_r=0.87\beta$	①断層ごと敷地近傍に配置	9箇所
アスペリティ配置	レスビ平均	90°	0°	$V_r=0.72\beta$	②敷地近傍に一塊(正方形)	5箇所
	レスビ平均	90°	0°	$V_r=0.72\beta$	③敷地近傍に一塊(長方形)	5箇所
短周期の地震動レベルおよび破壊伝播速度 V_r の不確かさの組合せを考慮	レスビ平均×1.25倍	90°	0°	$V_r=0.87\beta$	①断層ごと敷地近傍に配置	9箇所

□ : 不確かさを独立して考慮するパラメータ ■ : 不確かさを重畳して考慮するパラメータ

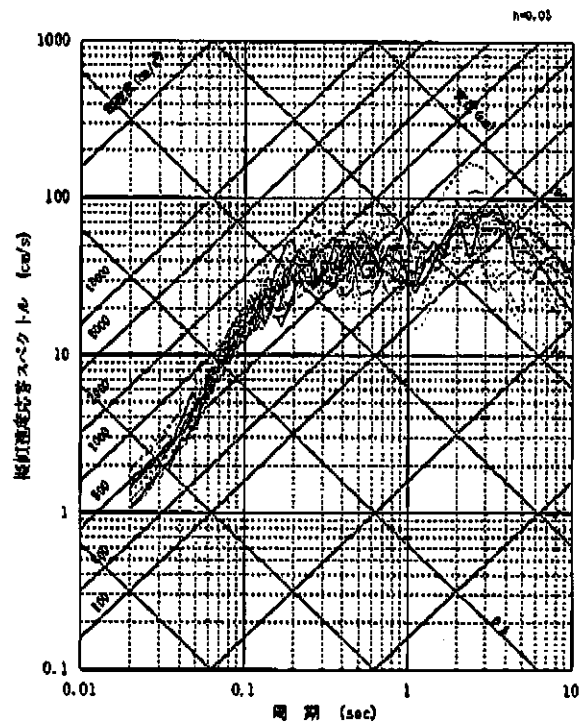
【図表43 F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震の地震動評価ケース】

	短周期の 地震動レベル	破壊伝播速度 V_r	アスペリティ	破壊開始点
基本ケース	レスピ平均	$V_r=0.72\beta$	敷地に近い 位置に配置	複数設定
短周期の地震動レベルの 不確かさを考慮	レスピ平均 $\times 1.5$ 倍	$V_r=0.72\beta$	敷地に近い 位置に配置	複数設定
破壊伝播速度 V_r の 不確かさを考慮	レスピ平均	$V_r=0.87\beta$	敷地に近い 位置に配置	複数設定

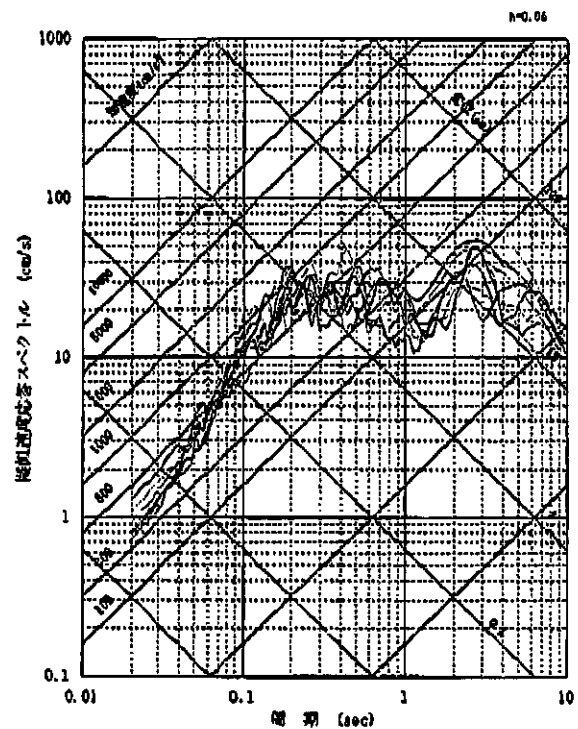
☐ :不確かさを考慮したパラメータ

【図表 4 4 上林川断層による地震の地震動評価ケース】

以上の設定をもとにした地震動評価の結果（応答スペクトル）は、図表 4 5（F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震）及び図表 4 6（上林川断層による地震）のとおりである（1 審被告準備書面（1 8）72頁の図表 3 0, 75頁の図表 3 3, いずれも基本ケース。また、基本ケースを含む全ケースの結果について、乙182の1, 添付書類六, 6-5-84~6-5-116頁, 乙88, スライド94, 116等）。



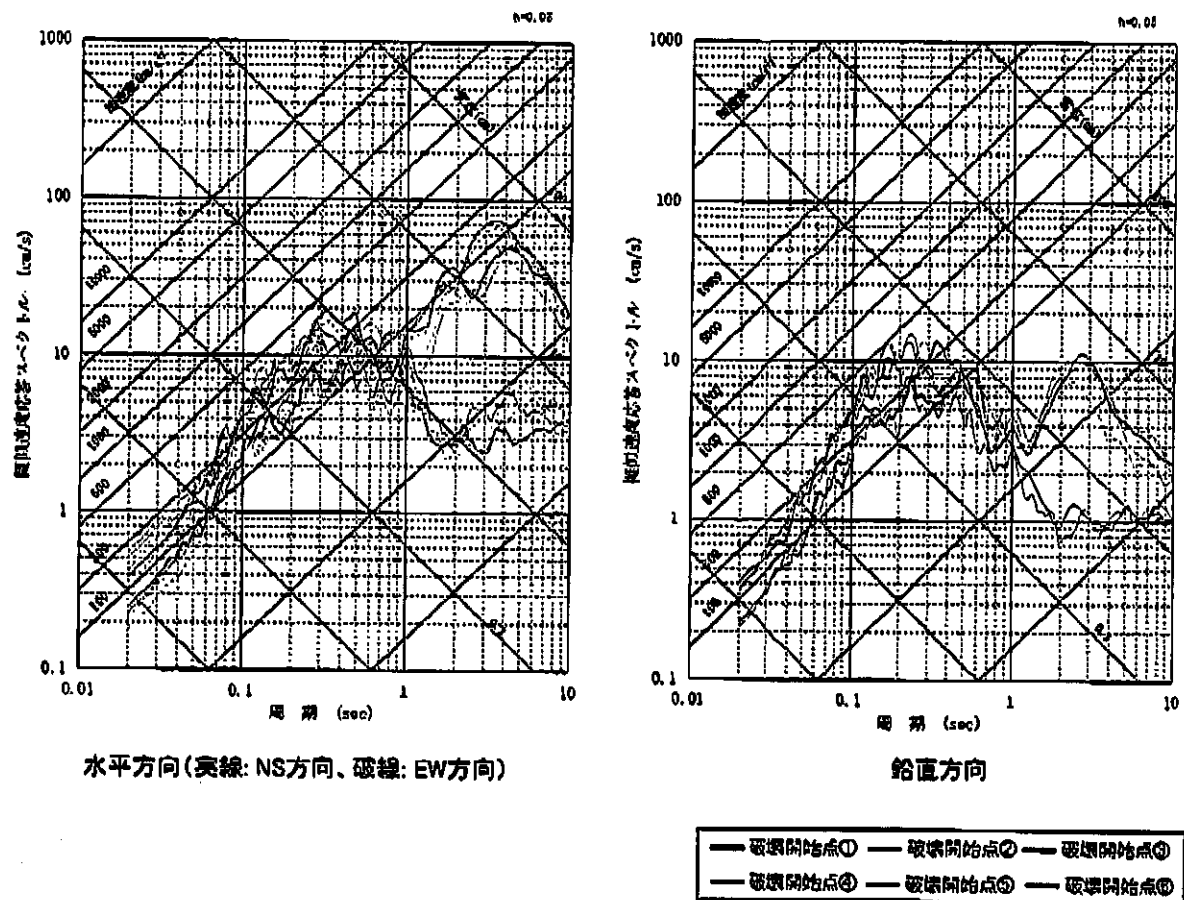
水平方向(実線: NS方向、破線: EW方向)



鉛直方向

— 破壊開始点①	— 破壊開始点②	— 破壊開始点③
— 破壊開始点④	— 破壊開始点⑤	— 破壊開始点⑥
— 破壊開始点⑦	— 破壊開始点⑧	— 破壊開始点⑨

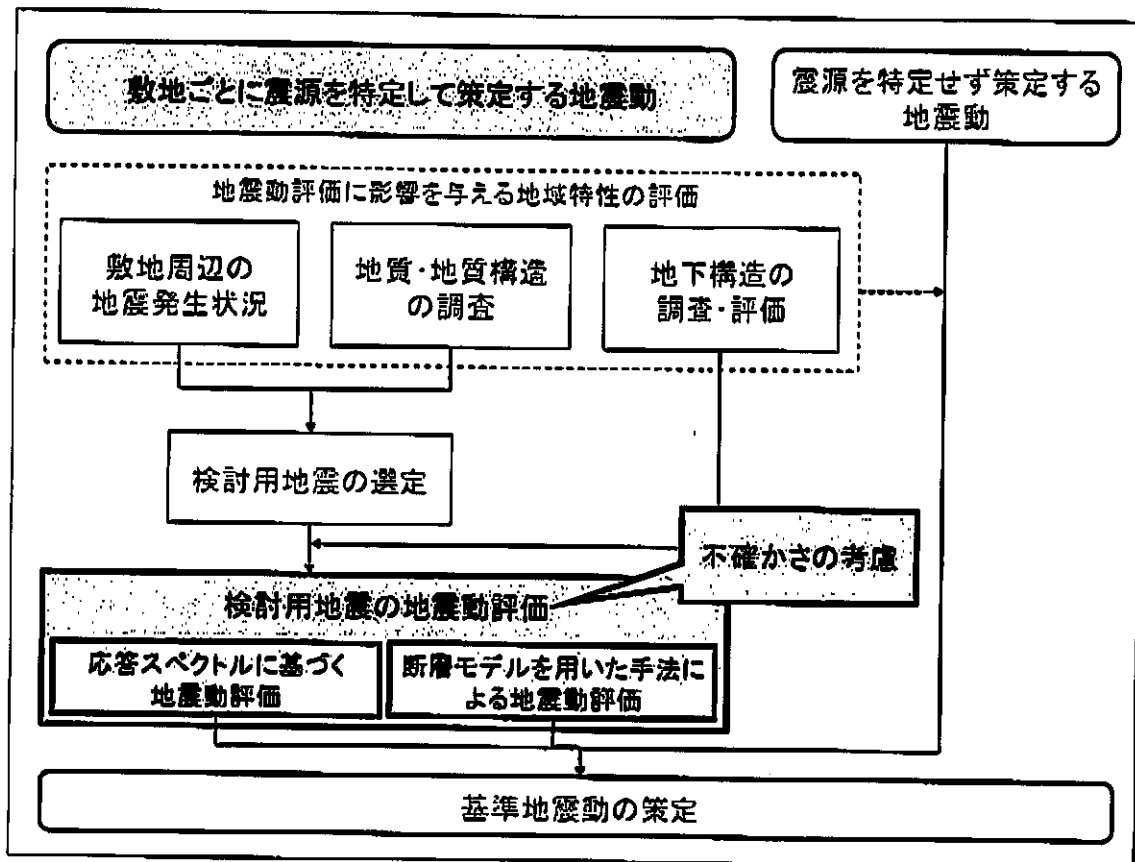
【図表 4 5 FO-A～FO-B～熊川断層による地震（基本ケース）の
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果】



【図表 4 6 上林川断層による地震（基本ケース）の

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果】

5 不確かさの考慮について



上記3及び4で述べたとおり、各検討用地震に係る「応答スペクトルに基づく地震動評価」及び「断層モデルを用いた手法による地震動評価」において、1審被告は、不確かさを十分に考慮して地震動を保守的に評価している。本項では、両評価での不確かさの考慮について補足する。

(1) 不確かさの考慮の基本的な考え方

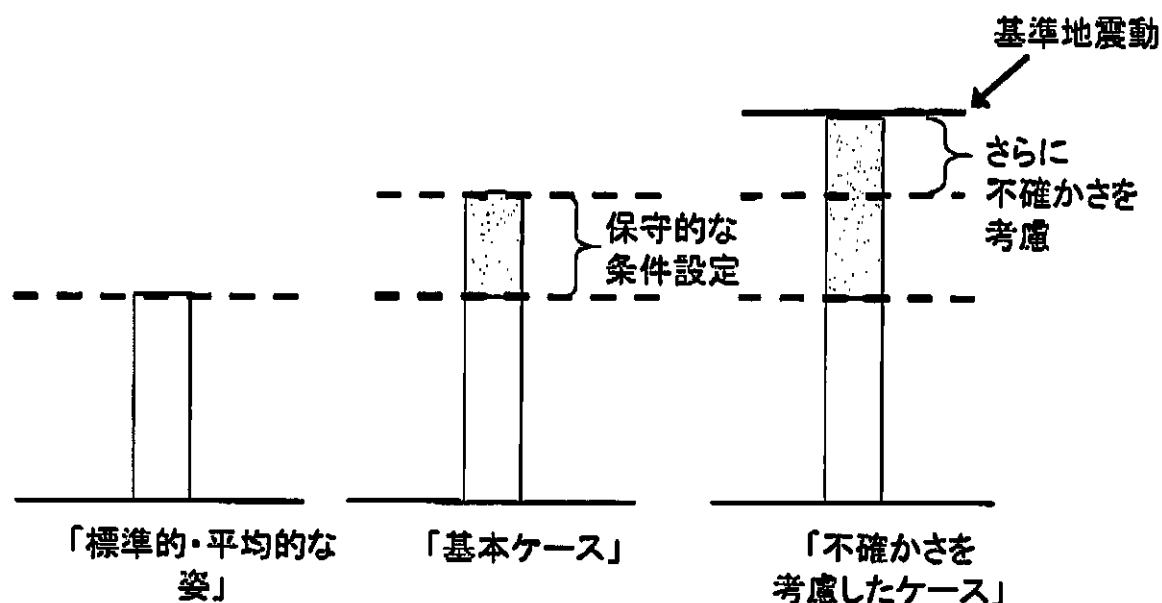
ア 1審被告は、基準地震動の策定にあたって、信頼性のある関係式や手法（例えば耐専式、松田式、入倉・三宅（2001）等）を用いている。これらの関係式や手法は、観測記録等の分析結果から地震の「標準的・平均的な姿」を経験的に明らかにしたもの（例えば、松田式は、ある断層長さの値（ L ）に対応する標準的・平均的な地震規模の値（ M ）が導ける関係式）であり、実際には各地域における特性がもたらすばらつきが存在する。

このことを踏まえ、1 審被告は、これらの関係式や手法を本件発電所敷地で適用するにあたっては、詳細な調査結果を踏まえ、敷地周辺の地域性を把握し、起こりうる不確かさを考慮して、十分に保守的なパラメータを入力するなどして基準地震動を策定しており、これにより経験式のばらつきに対応している（1 審被告準備書面（18）137～145頁）。

イ なお、1 審被告は、基準地震動の策定にあたって、各検討用地震の地震動評価における「基本ケース」を設定しているが、そもそも、この「基本ケース」自体、地震動評価において設定すべき各種パラメータについて、詳細な調査に基づき、不確かさを考慮して保守的な条件を設定している。すなわち、1 審被告は、「基本ケース」の設定段階において、「震源断層の長さ」、震源断層面積や震源距離に影響する「断層上端深さ」、震源断層面における「アスペリティ位置」、「破壊開始点の位置」といったパラメータについて、より安全側に立った保守的な条件設定を行っており、「基本ケース」の地震動評価結果自体が、保守性を有するものとなっている。

そして、これに加えて、「不確かさを考慮したケース」も設定しているところ、同ケースは、各種パラメータについて、（場合によっては科学的・専門技術的知見から合理的に考慮できる範囲を超えて）更に不確かさを考慮して保守的に設定したものであり、これとの区別のため、前者を便宜上「基本ケース」と呼んでいる（図表47）。

（以上イについて、1 審被告準備書面（18）90～92頁、乙50、52～54頁、乙54、14～15頁、19～20頁等）



「基本ケース」の設定の段階から、保守的な条件設定を行い、すでに不確かさを十分に考慮している。
「不確かさを考慮したケース」は、不確かさをさらに考慮したもの。

【図表47 「基本ケース」と「不確かさを考慮したケース」】

1 審被告は、上記（1）の考え方にに基づき、「応答スペクトルに基づく地震動評価」及び「断層モデルを用いた手法による地震動評価」において、不確かさを考慮している。この点につき、以下で改めて述べる。

（2）「応答スペクトルに基づく地震動評価」における不確かさの考慮

ア 基本ケースの保守性

上記第2の3及び第3の3で述べたとおり、「応答スペクトルに基づく地震動評価」では、詳細な調査に基づき、断層の長さは保守的に長く評価し、地震発生層の上端深さは（等価震源距離がより短い（近い）設定となるよう）より浅く評価した。また、アスペリティの位置については、本件発電所敷地により近い位置に設定した（いわゆる「基本ケース」）。

イ 不確かさを考慮したケース

以上のような条件設定により、地震動はすでに保守的で大きなものとなっているが、1審被告は、更に不確かさを考慮した条件設定も行った（いわゆる「不確かさを考慮したケース」）。

すなわち、上記3（3）イで述べたとおり、本件発電所敷地に近く長大なF O - A ~ F O - B ~ 熊川断層については、震源距離に影響する断層傾斜角を鉛直（90°）と評価しているところ、発電所敷地に近づくよう、あえて75°に傾斜させるケースを設定した。

（以上について、1審被告準備書面（18）61～62頁，乙54，14～15頁，乙182の1，添付書類六，6-5-35頁）

（3）「断層モデルを用いた手法による地震動評価」における不確かさの考慮

ア 基本ケースの保守性

上記4（3）で述べたとおり、「断層モデルを用いた手法による地震動評価」においては、まず、断層の長さ、幅を保守的に評価して、震源断層をより大きく、また本件発電所敷地により近い位置になるように設定した。これに伴い、各関係式等により算定される地震モーメント、応力降下量、短周期の地震動レベル等も、保守的な値となっている。

また、アスペリティは発電所敷地により近い位置に設定し、破壊開始点は震源断層面又はアスペリティの下端に複数配置するという保守的な条件設定をした（いわゆる「基本ケース」）。

イ 不確かさを考慮したケース

以上のような評価により、本件発電所の「断層モデルを用いた手法による地震動評価」による地震動は、すでに保守的で大きなものとなっている

ところ、上記4（3）で述べたとおり、1審被告は、更に不確かさを考慮した条件設定も行った（短周期の地震動レベル1.5倍、断層傾斜角75°、すべり角30°、破壊伝播速度0.87 β 、アスペリティを一塊で配置）。

その上で、1審被告は、「断層モデルを用いた手法による地震動評価」において大きな影響を与え得るパラメータのうち、短周期の地震動レベル、断層傾斜角、すべり角、破壊伝播速度については、それぞれ独立して不確かさを考慮することとした。すなわち、これらのパラメータは、その性質上、事前の詳細な調査や、地震に関する過去のデータによる経験則等から地震発生前におおよそ把握できるもの（認識論的な不確かさ）であるところ、上記のとおり、各パラメータについて相当な保守性を持たせた値、場合によっては科学的・専門技術的知見から合理的に考慮できる範囲を超えた値を設定して不確かさの考慮を行っているため、これらの複数のパラメータが同時に基本ケースを超えて大きな値になることは考えにくいことから、それぞれ独立して考慮することとした。

これに対し、アスペリティの位置、破壊開始点の位置については、性質上、地震発生後の分析等により初めて把握できるものであり、地震発生前の把握が困難（事前の詳細な調査等からは特定が困難）なもの（偶然的な不確かさ）であることから、不確かさを重畳させて考慮することとした。

（上記4（5）の図表43及び44）

（いわゆる「不確かさを考慮したケース」。以上（3）について、1審被告準備書面（18）64～74頁、乙50、52～57頁、乙54、17～20頁、乙88、スライド70、78、110、111、乙182の1、添付書類六、6-5-36頁、）

（4）不確かさの組合せに関する追加検討

ア 1審被告は、上記のとおり不確かさを考慮したが、検討用地震のうち、F O - A ～ F O - B ～熊川断層による地震については、本件発電所敷地

近傍における長い断層による地震であることに鑑み、「断層モデルを用いた手法による地震動評価」にあたって、上記にとどまらず、更に不確かさを重畳させたケースを追加的に考慮することとした。具体的には、上記の各パラメータのうち、短周期の地震動レベルと破壊伝播速度について、不確かさを重畳させた場合の地震動評価を行うこととした。

これは、上記の各パラメータのうち、断層傾斜角とすべり角は、地質調査の結果等から相対的に不確かさは小さい（したがって重畳させる必要性は小さい）と考えられること、一方、破壊伝播速度については、短周期側の地震動への影響は断層傾斜角やすべり角と同程度であるものの、長周期側の地震動に最も大きな影響を及ぼすパラメータであることから、この破壊伝播速度を、短周期の地震動レベルと重畳させて考慮することとしたものである。（アスペリティ配置と破壊開始点については、上記（3）イと同様に、ここでも重畳させて検討する。）

イ なお、短周期の地震動レベルについては、①F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層は横ずれ断層である一方、新潟県中越沖地震の震源断層は逆断層であること、②逆断層型の地震の短周期領域での地震動レベルは、横ずれ断層型の地震に比して 1.2 倍程度と評価されているなどの知見があることから、新潟県中越沖地震を踏まえて考慮した「1.5 倍」を 1.2 で除して、短周期の地震動レベルを 1.25 倍として再設定することとした。

（以上（4）について、1 審被告準備書面（18）93～95 頁、乙 50, 57 頁、乙 88, スライド 71～78）

（5）小括

本件発電所の「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の評価では、以上述べたとおり、保守的な地震動評価となるよう、不確かさを適切に考慮している。この不確かさの考慮が科学的合理性を有していることは、後記第

5の4で述べるとおり、本件発電所の基準地震動に対する年超過確率が 10^{-4} ～ 10^{-5} /年程度と極めて低いことにも表れている。

6 1審原告らの主張に対する反論

ここで、基準地震動に関する争点のうち、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の策定過程における位置付けを示すことが争点整理に資すると考えられるものにつき、1審原告らの主張とこれに対する1審被告の反論を改めて簡潔に述べる。

(1)「平均像」に関する主張について

ア 1審原告らは、基準地震動は既往地震の平均像で作られており、不十分であると繰り返し主張している（1審原告らの原審第14準備書面9頁、41頁、46頁、64～67頁、控訴審第1準備書面54～93頁、控訴審第3準備書面9～13頁、18～21頁等）。

この主張は、要するに、上記3の「応答スペクトルに基づく地震動評価」に用いた耐専式・松田式、上記4の「断層モデルを用いた手法による地震動評価」で参照したレシピに記載の入倉・三宅（2001）の関係式等が、実際に生じた地震の記録をもとに、その平均像ないし平均的關係を求めた経験式に過ぎないから、これにより導かれる地震動も平均的なものに過ぎず、本件発電所の基準地震動は過小・不十分なものであるというものである。

イ これに対し、1審被告は、上記関係式はいずれも信頼性が認められること、実際の地震観測記録が関係式から乖離する（ばらつく）のは、観測地点ごとの「震源特性」「伝播特性」「地盤の増幅特性（サイト特性）」といった地域性がもたらすものであること、地震動評価の際に関係式を用いるにあたっては、詳細な調査により本件発電所敷地周辺の地域性を

踏まえ、かつ起こりうる不確かさを考慮してパラメータを保守的に設定していることを主張済みである（1 審被告準備書面（1 8）137～150 頁，同（2 4）12～29 頁，同（3 1）35～38 頁）。

したがって、上記関係式が地震の「標準的・平均的な姿」を経験的に明らかにしたものであることと、本件発電所の基準地震動が過小・不十分なものであるか否かとは、次元の異なる問題である。

（2）入倉・三宅（2001）に関する主張について

ア 1 審原告らは、原子力規制委員会の元委員である島崎邦彦氏の文献を引用するなどして、地震発生前に把握できる活断層の情報をもとにすれば、レシピに記載の入倉・三宅（2001）の関係式では、武村式等の他の関係式に比べて地震モーメントが過小評価され、地震動の過小評価をもたらすと主張している（1 審原告らの原審第 1 4 準備書面 57 頁，控訴審第 1 準備書面 73～74 頁，控訴審第 8 準備書面 14～16 頁，控訴審第 1 3 準備書面 8～10 頁等）。

この主張が問題視する入倉・三宅（2001）の関係式は、上記 4（3）ア（イ）で述べたとおり、「断層モデルを用いた手法による地震動評価」において震源断層パラメータを設定する際に、断層面積（ S ）から地震モーメント（ M_0 ）を算出する際に用いるものである。

イ かかる主張に対し、1 審被告は、レシピは最新の技術的知見に照らしても信頼性を有していること、入倉・三宅（2001）の関係式と武村式等とでは断層の捉え方が異なっており、震源断層面積の把握を前提とする入倉・三宅（2001）の関係式を、震源断層の長さではない長さを用いて他の関係式と比較することは科学的に無意味であること等を主張済みである（1 審被告準備書面（2 5）12～15 頁，同（2 8）22～23 頁，同（3 2）30～41 頁）。

ウ この点、原子力規制委員会における議論では、レシピに記載された入倉・三宅（2001）の関係式を武村式に置き換えて地震動を算定することには、次のような問題があるとの見解が示されている（甲 346, 乙 159）。以下、議事録（甲 346）から要約して示す。

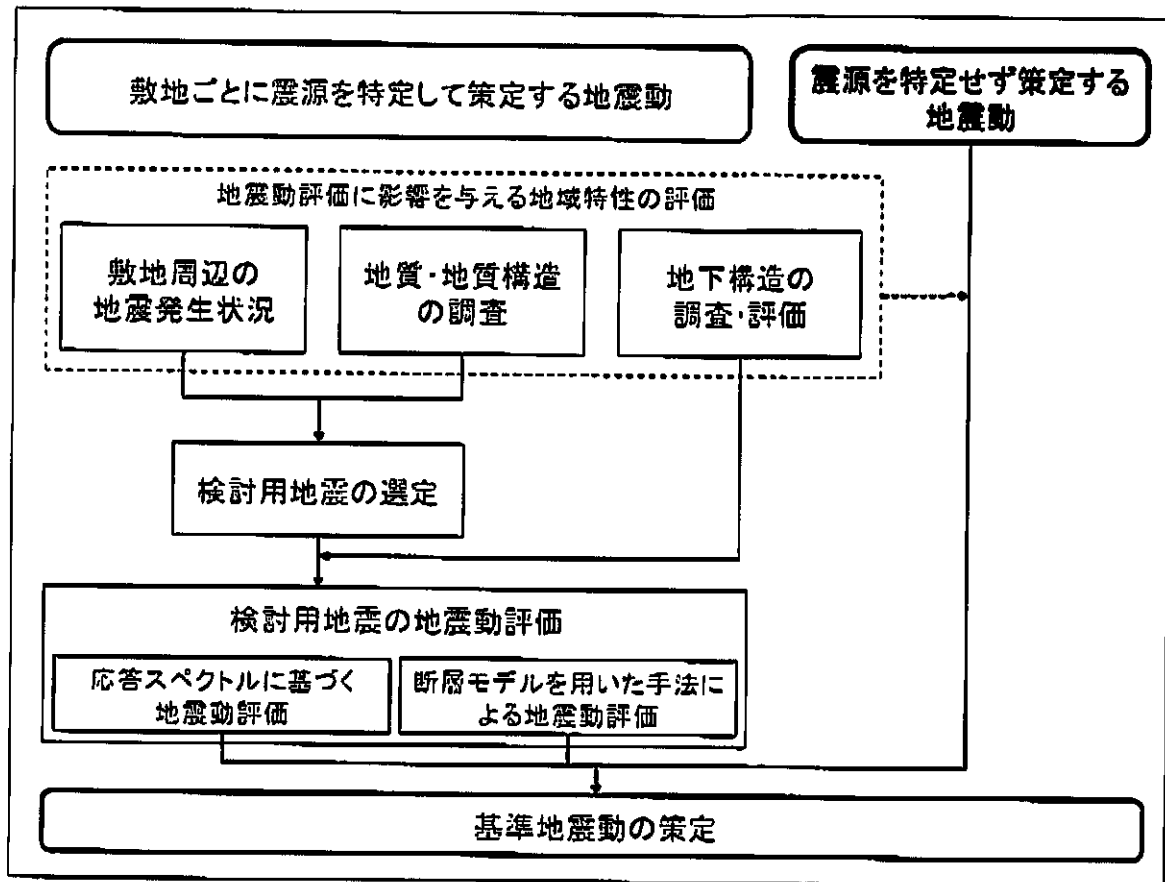
- ・ 武村式を使う場合には、地表の断層の長さを用いるのが適切であると考えられるところ、1 審被告は F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層の長さを、地表で確認できない長さも含めて 63.4km と設定している（甲 346, 3~4 頁）。
- ・ 今回、断層長さを 63.4km として、入倉・三宅（2001）の関係式に代えて武村式から地震モーメントを求め、他はレシピに従って計算を進めたところ、本来、震源断層の一部であるはずのアスペリティの総面積が、震源断層の総面積より大きいという矛盾が発生した（同 4 頁）。そこで、レシピと異なる手順でアスペリティの総面積を算出して計算を進めたところ、背景領域の応力降下量が非現実的な値となった（同 6 頁）。
- ・ 入倉・三宅（2001）の関係式以外の方法については、どのような保守性を確保して基準地震動を妥当なものにするのかといったことが明らかでなく、規制側からの要求・推奨と位置付けるまでの科学的・技術的熟度に至っていない（同 10 頁）。武村式は断層の長さから地震モーメントを求める式であるが、そこから更に強震動を計算する方法は確立されていない（同 17 頁）。

その上で、この原子力規制委員会における議論では、原子力分野では従来から綿密な調査を行っており（甲 346, 16 頁）、F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層については、震源断層の長さ・幅等を保守的に評価し（同 7 ~ 8 頁）、不確かさを十分に考慮していることから（同 19 ~ 20 頁）、本件発電所の基準地震動は「相当セーフティーサイド」に評価されており、

これを見直す必要はない，との判断が示されている（同 20 頁）。

エ 以上のとおり，1 審原告らの主張は科学的合理性を欠いており，原子力規制委員会も，入倉・三宅（2001）の関係式を用いて策定された本件発電所の基準地震動が妥当であると判断している。

第4 震源を特定せず策定する地震動



1 「震源を特定せず策定する地震動」の位置付け

(1) 上記第1の1で述べたとおり、「震源を特定せず策定する地震動」は、本件発電所敷地周辺の状況等を十分考慮した詳細な調査を実施しても、なお敷地近傍において発生する可能性のある内陸地殻内地震の全てを事前に評価し得るとは言い切れないとの観点から策定するものである。

新規制基準は、「震源を特定せず策定する地震動」について、「震源と活断層を関連づけることが困難な過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における観測記録を収集し、これらを基に、各種の不確かさを考慮して敷地の地盤物性に応じた応答スペクトルを設定して策定すること」を求めている（設置許可基準規則解釈別記2第4条5項3号、乙65、128～129頁）。要するに、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」のように震源断層を

- 設定し、「地震」を想定して「地震動」を評価するのではなく、地震動の観測記録をもとに、直接「地震動」のレベルから算定することを求めている。
- (2) 新規制基準の上記要求事項は、次のような考え方によるものと解される。

すなわち、昭和 56 年改訂の「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（以下、「耐震設計審査指針」という）では、マグニチュード 6.5 より小さい規模の地震では断層が地表に現れない可能性もあることを踏まえ、敷地周辺に活断層の存在が確認できない場合でも、マグニチュード 6.5 の直下地震といった一定規模の「地震」を想定して地震動を設定することが求められていた。しかし、その後の研究により、アスペリティの位置が浅いときには地表地震断層が出現するが、アスペリティの位置が深いときには地表地震断層が出現しないことがあるという新たな知見が得られ、活断層を事前に特定できるか否かを「地震」の規模で規定するのは問題があるとの指摘がなされるに至った。そこで、平成 18 年改訂の耐震設計審査指針では、一定規模の「地震」を想定して地震動を評価するのではなく、過去に観測された「地震動」のレベルから直接「震源を特定せず策定する地震動」を設定することとされた。（乙 93, 25～26 頁）

新規制基準もこのような考え方を踏襲している（乙 65, 128～129 頁, 甲 47, 7～8 頁）。原子力規制委員会が、『「震源を特定せず策定する地震動」の策定に当たっては、・・・マグニチュードや震源距離を規定する方法ではなく、国内外の震源近傍の強震観測記録に基づいて地震動レベルを直接設定することとしており・・・なお、マグニチュードと加速度とは単純な比例関係にあるものではありません』（乙 94）との見解を示しているのは、この趣旨をいうものと解される。

- (3) この点、1 審原告らは、震源モデル等を仮定して解析によって得た（観測記録ではない）地震動を「震源を特定せず策定する地震動」として想定すべきと主張するが（1 審原告の控訴審第 13 準備書面 2～4 頁, 同第 24

準備書面7～10頁等), かかる主張は, 新規制基準における「震源を特定せず策定する地震動」を理解せずなされたものである。

(以上について, 1 審被告準備書面(1 8) 76～77 頁, 同(2 4) 33～34 頁, 同(2 8) 4～7 頁, 乙 50, 59～60 頁)

2 本件発電所と「震源を特定せず策定する地震動」

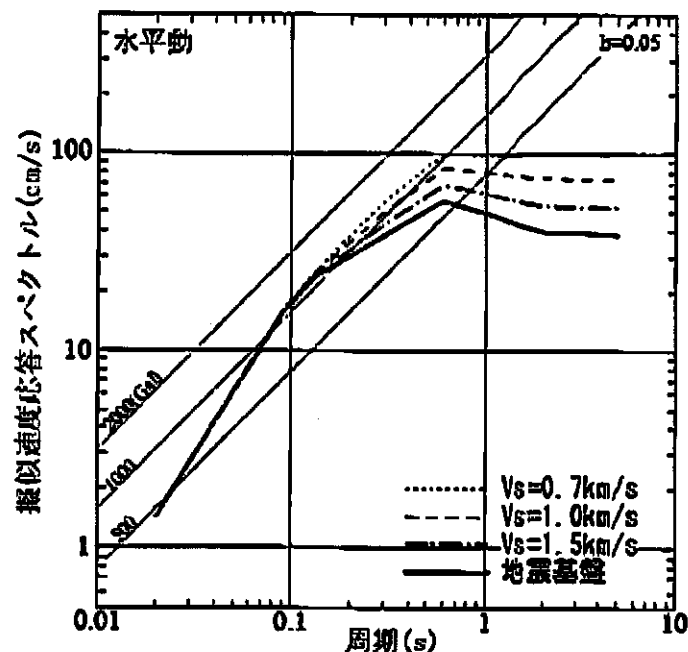
本件発電所においては, 敷地近く(震央距離3km)の長大なF O－A～F O－B～熊川断層による地震(マグニチュード7. 8)の地震動の大きさから考えて, 発電所敷地に到来し得る地震動の想定においては「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」が支配的な地位を占めており, 「震源を特定せず策定する地震動」が寄与する度合いは小さい(1 審被告準備書面(1 8) 77頁)。

しかるところ, 1 審被告は, 新規制基準の要求事項を踏まえ, 「震源を特定せず策定する地震動」について, 以下のとおり評価を行っている。

(1) 加藤ほか(2004)による応答スペクトル

まず, 加藤ほか(2004)³⁴(甲122)で示されている応答スペクトルについて検討した。加藤ほか(2004)では, 日本や米国のカリフォルニアで発生した内陸地殻内地震を対象に, 文献調査, 空中写真判読によるリニアメント調査, 地表踏査等の詳細な地質学的調査によってもなお, 震源位置と地震規模を前もって特定できなかったと考えられる地震を選定し, 選定された地震の震源近傍の観測記録等を概ね上回るような地震動の応答スペクトルが示されている(図表4 8。甲122, 65頁)。

³⁴ 加藤研一ほか「震源を事前に特定できない内陸地殻内地震による地震動レベルー地質学的調査による地震の分類と強震観測記録に基づく上限レベルの検討ー」日本地震工学会論文集第4巻, 第4号, 46～86頁



(甲122, 65頁の図9)

【図表4.8 加藤ほか(2004)による水平方向の地震動の応答スペクトル】

本件発電所敷地の地盤はS波速度2.2km/sであるところ、加藤ほか(2004)では、S波速度2.2km/s以上の地盤について、図表4.8に示す「地震基盤」の応答スペクトルが設定されていることから、1審被告は、この応答スペクトルを採用することとした(1審被告準備書面(18)78~79頁、乙50, 60~61頁)。

(2) 地震ガイドに例示されている16地震

次に、地震ガイドに例示されている地震について検討した。

地震ガイドに例示された16地震(図表4.9。甲47, 8頁の表-1, 乙182の1, 添付書類六, 6-5-45頁)は、原子力規制委員会及び多数の専門家による検討の結果、最新の科学的・技術的知見に照らして、「震源を特定せず策定する地震動」において考慮すべき地震として選定されたものである。

表-1 収集対象となる内陸地殻内の地震の例

1	2008年岩手・宮城内陸地震	2008/06/14, 08:43	Mw6.9
2	2000年鳥取県西部地震	2000/10/06, 13:30	Mw6.6
3	2011年長野県北部地震	2011/03/12, 03:59	Mw6.2
4	1997年3月底児島県北西部地震	1997/03/26, 17:31	Mw6.1
5	2003年宮城県北部地震	2003/07/26, 07:13	Mw6.1
6	1996年宮城県北部(鬼首)地震	1996/08/11, 03:12	Mw6.0
7	1997年5月底児島県北西部地震	1997/05/13, 14:38	Mw6.0
8	1998年岩手県内陸北部地震	1998/09/03, 16:58	Mw5.9
9	2011年静岡県東部地震	2011/03/15, 22:31	Mw5.9
10	1997年山口県北部地震	1997/06/25, 18:50	Mw5.8
11	2011年茨城県北部地震	2011/03/19, 18:56	Mw5.8
12	2013年栃木県北部地震	2013/02/25, 16:23	Mw5.8
13	2004北海道留萌支庁南部地震	2004/12/14, 14:56	Mw5.7
14	2005年福岡県西方沖地震の最大余震	2005/04/20, 06:11	Mw5.4
15	2012年茨城県北部地震	2012/03/10, 02:25	Mw5.2
16	2011年和歌山県北部地震	2011/07/05, 19:18	Mw5.0

(甲47, 8頁の表-1)

【図表49 地震ガイドで例示されている16地震】

1 審被告は、地震ガイドに示された「事前に活断層の存在が指摘されていなかった地域において発生し、地表付近に一部の痕跡が確認された地震」と「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」の区別（甲47, 7頁）に従い、Mw6.5以上の2地震（後記ア）とMw6.5未満の14地震（後記イ）とに分けて検討を行った。

ア Mw6.5以上の2地震

地震ガイドは、Mw6.5以上の地震として、2008年岩手・宮城内陸地震

と2000年鳥取県西部地震（以下、「鳥取県西部地震」という）を挙げている。

地震ガイドでは、活断層や地表地震断層の出現要因に関する地域差を考慮して、（「震源を特定せず策定する地震動」の評価に用いるかどうかを）個別に検討する必要があるとされていることを踏まえ（甲47, 8頁, I 4. 2. 1解説(2)）, 1 審被告は、上記2つの地震の震源域周辺と本件発電所敷地周辺の地域性とを比較するなどした。その結果、本件発電所敷地周辺において、上記2つの地震と同規模の地震を発生させる活断層を事前に見出せないことは考えにくいと評価できるところであったが、原子力規制委員会における議論も踏まえ、鳥取県西部地震の観測記録を採用することとした。

そして、新規制基準では、観測記録をもとに、「敷地の地盤物性に応じた応答スペクトルを設定」することが求められている（設置許可基準規則解釈別記2第4条5項3号, 乙65, 128頁）。これは、観測記録が得られた地盤と原子力発電所敷地の地盤との間における増幅特性（サイト特性）の差異を踏まえた地震動の補正作業を行うことを要求するものと解される。

この点、1 審被告は、鳥取県西部地震の震源近傍に位置する賀祥ダムでの地震動の観測記録を用いることとした。本件発電所の解放基盤表面（S波速度2.2km/s）は、賀祥ダムの地盤（S波速度1.2～1.3km/s）よりもS波速度が速く固い地盤であるため、仮に本件発電所敷地周辺で同様の地震が生じた場合は、この観測記録よりも小さい揺れになると考えられる。

しかし、1 審被告は、保守的な観点から、あえて補正を実施せず、鳥取県西部地震の観測記録をそのまま用いて応答スペクトルを設定した。

（以上について、1 審被告準備書面（18）80～82頁, 123～127頁, 同

(32) 7～9頁, 乙50, 63頁, 乙88, スライド124, 乙182の1, 添付書類六, 6-5-13～6-5-14頁)

イ Mw6.5未満の14地震

次に, Mw6.5未満の14地震については, その観測記録のうち, 加藤ほか(2004)の応答スペクトルとの比較において特に影響が大きいと考えられ, かつ, はぎとり解析により, 観測点において地下の岩盤面(基盤面)における地震動を推定するために必要な精度の高い地盤情報が得られている記録は, 2004年北海道留萌支庁南部地震(以下, 「北海道留萌支庁南部地震」という)のみであったことから, この地震の観測記録を採用することとした。もっとも, 同地震に関しては, 佐藤ほか(2013)³⁵(乙95)が, 港町観測点(HKD020)における観測記録及び地下構造等の十分な検討をもとに, 同観測点の基盤面における地震動を推定していることから(最大加速度³⁶は, 水平方向585ガル, 鉛直方向296ガル), この地震動を採用することとした。

ここで, 本件発電所敷地の基準地震動を評価する解放基盤表面(S波速度2.2km/s)は, 港町観測点(HKD020)の基盤面(S波速度938m/s)に比べて地震波の伝播速度が速く, 固い地盤であるため, 同様の地震が発生した場合でも, 地震波の増幅の程度は港町観測点(HKD020)の地盤よりも本件発電所敷地の地盤の方が小さくなり, その結果, 本件発電所敷地の解放基盤表面で想定される揺れは, この港町観測点(HKD020)での観測記録よりも小さい揺れになると考えられる。しかしながら, 1審被告は, より保守的に評価するため, 港町観測点(HKD020)の基盤面において推定された

³⁵ 佐藤浩幸ほか「物理探査・室内試験に基づく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評価」電力中央研究所報告

³⁶ 最大加速度とは, ある地震動における加速度の最大値をいう。応答スペクトルの一番短い周期(応答スペクトルの曲線の左端)での加速度の最大値は, 当該地震動の最大加速度とほぼ一致する(1審被告準備書面(18)23頁)。

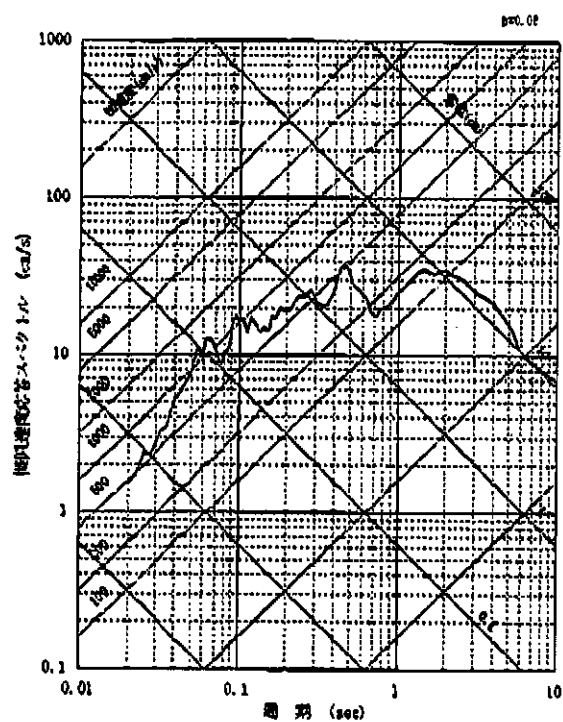
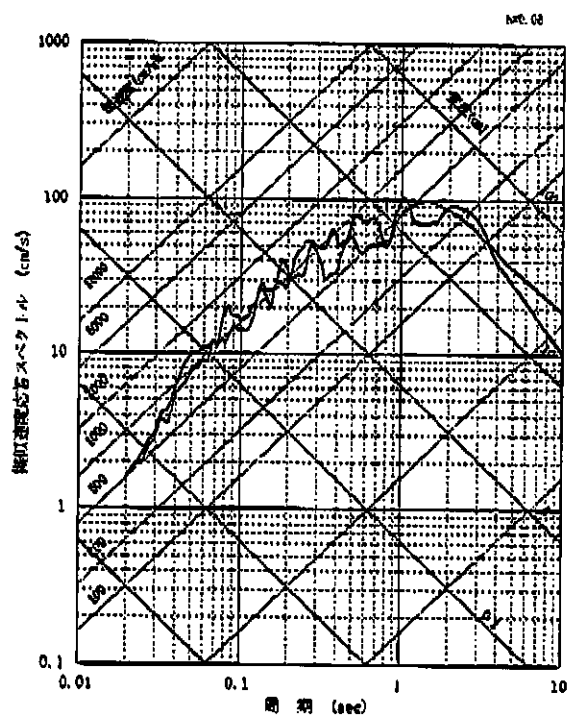
地震動を、地盤の特性により補正等することなく採用することとした。

その上で、1 審被告は、港町観測点（HKD020）の地下構造（地震波の減衰）についての不確かさを考慮して、基盤面から地表までの間の減衰をより大きく、すなわち基盤面における地震動をより大きく評価し（最大加速度は、水平方向609ガル、鉛直方向306ガルとした）、さらに、この地震動の評価結果を保守的により大きく（最大加速度を、水平方向を609ガルから620ガルに、鉛直方向306ガルから320ガルに）して、本件発電所の「震源を特定せず策定する地震動」として評価し、応答スペクトルを設定した。

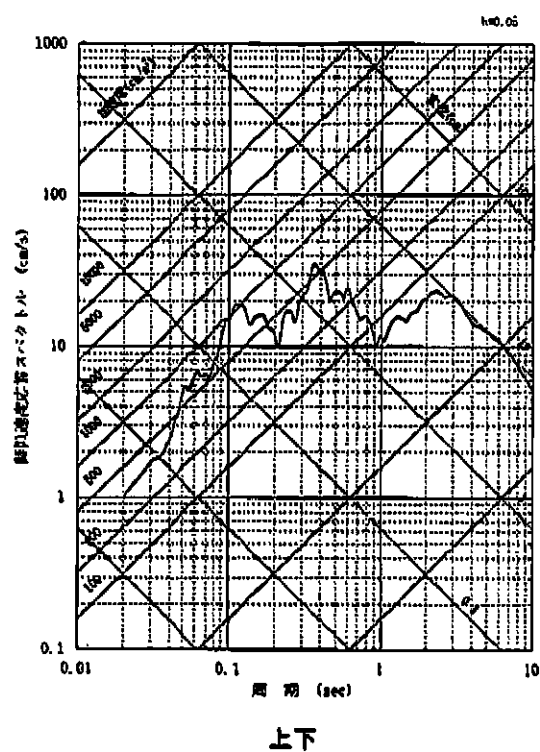
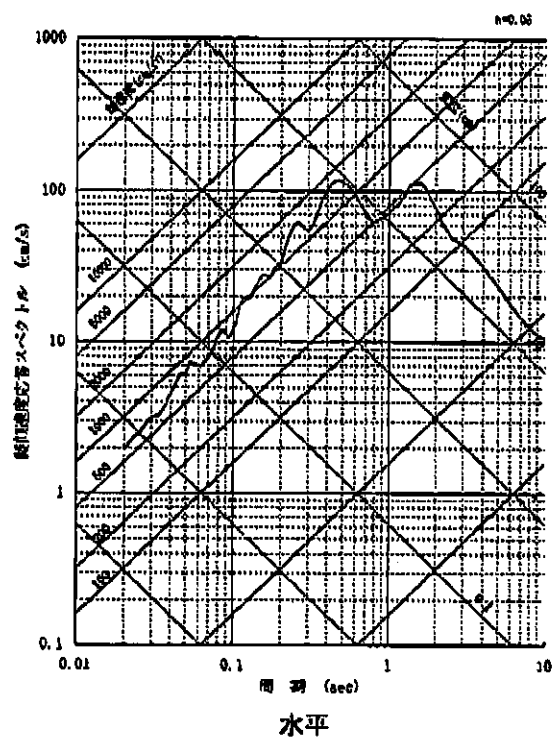
（以上について、1 審被告準備書面（18）82～83頁、乙50、63～64頁、乙88、スライド127～129、乙182の1、添付書類六、6-5-14頁、）

ウ 地震動評価結果（応答スペクトル）

以上より、鳥取県西部地震及び北海道留萌支庁南部地震の観測記録から設定した応答スペクトルは、それぞれ図表50及び51のとおりである（乙88、スライド124、129）。



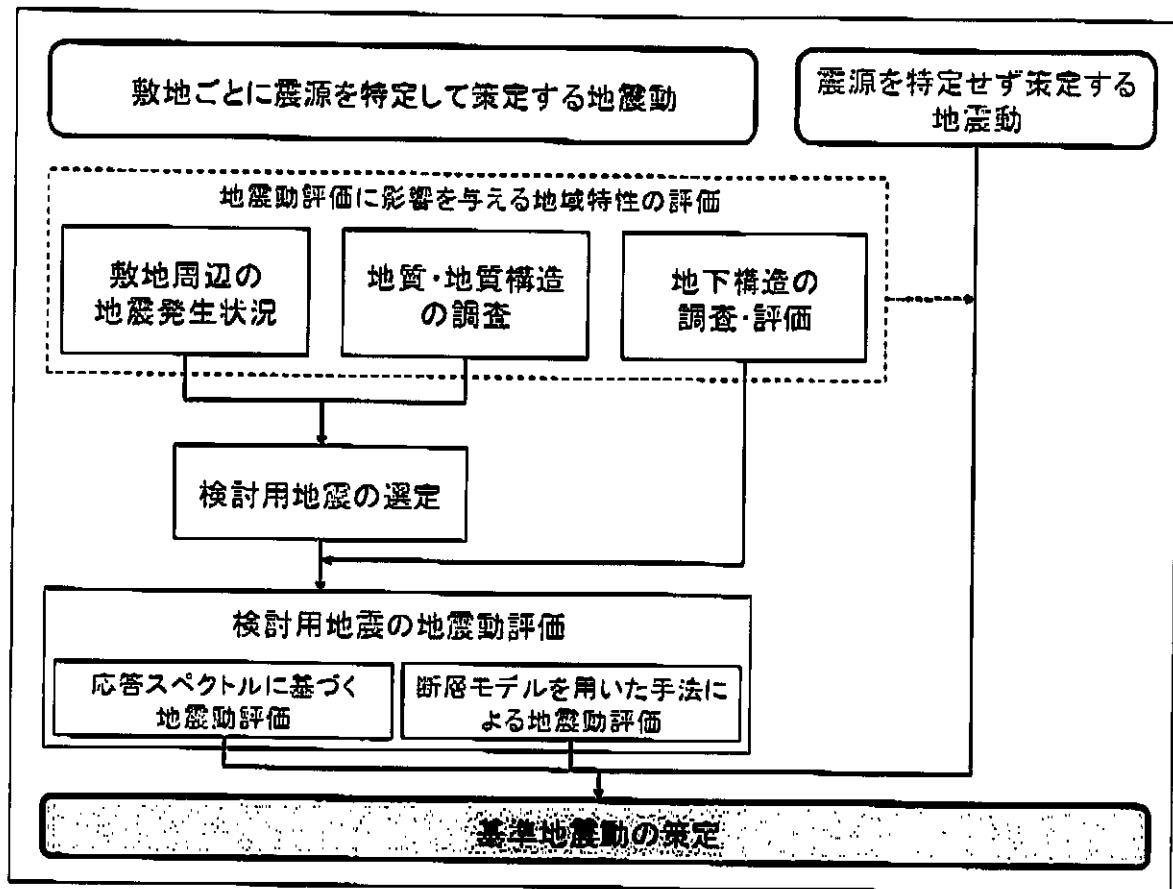
【図表 5 0 鳥取県西部地震の観測記録による応答スペクトル】



—— 震源を特定せず策定する地震動(留萌)

【図表 5 1 北海道留萌支庁南部地震の観測記録を考慮した応答スペクトル】

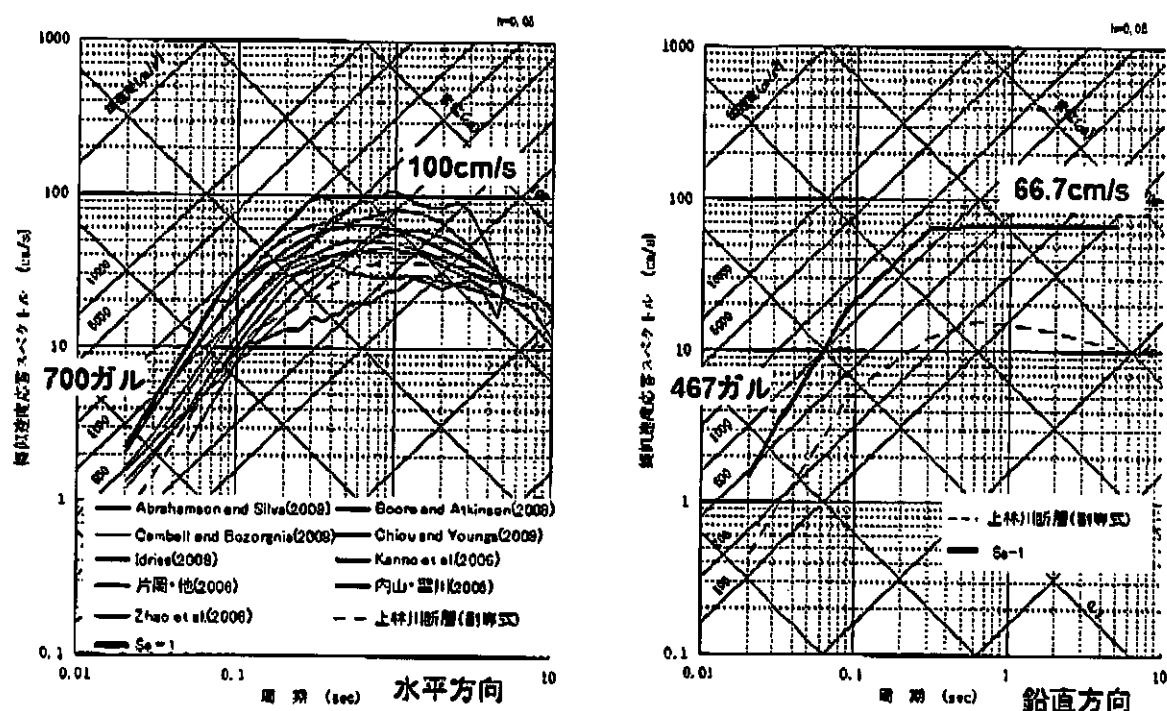
第5 基準地震動の策定



1 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の評価結果に基づく基準地震動

(1) 応答スペクトルに基づく地震動評価結果を踏まえた基準地震動の策定

ア 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の評価結果より、まず、応答スペクトルに基づく地震動評価の結果（上記第3の3）を踏まえて、本件発電所の基準地震動 $S_s - 1$ の応答スペクトルを、図表52の黒色線のとおり策定した（乙88，スライド130）。最大加速度は700ガル（水平方向）である。（加速度時刻歴波形については、乙88号証のスライド135を参照）



【図表 5 2 基準地震動 $S_s - 1$ の応答スペクトル（黒色線）】

イ 基準地震動 $S_s - 1$ の応答スペクトルは、上林川断層による地震の耐震式による地震動評価結果（図表 5 2 の破線）を、水平方向・鉛直方向ともに、全ての周期帯で上回っている。

ウ 一方、 $FO - A \sim FO - B \sim$ 熊川断層による地震の各種距離減衰式による応答スペクトルと、基準地震動 $S_s - 1$ の応答スペクトル（水平方向）とを比較すると、①傾斜角 75° ケースの Abrahamson ほか (2008) による応答スペクトル³⁷が、短周期側 (0.02 秒付近) で 700 ガルを超えており、また、②傾斜角 75° ケースの片岡式による応答スペクトル³⁸が、長周期側 (1 秒付近) で 100cm/s をわずかに上回っている（図表 5 2 の左側の図を参照）。

しかしながら、上記①については、後述の「断層モデルを用いた手法

³⁷ 図表 5 2 の左側の図の「Abrahamson and Silva (2008)」(桃色線) で示されている応答スペクトルを指す。

³⁸ 図表 5 2 の左側の図の「片岡・他 (2006)」(紫色線) で示されている応答スペクトルを指す。

による地震動評価」の結果に基づいて策定した基準地震動 $S_s - 4$ の最大加速度 856 ガルは下回った。

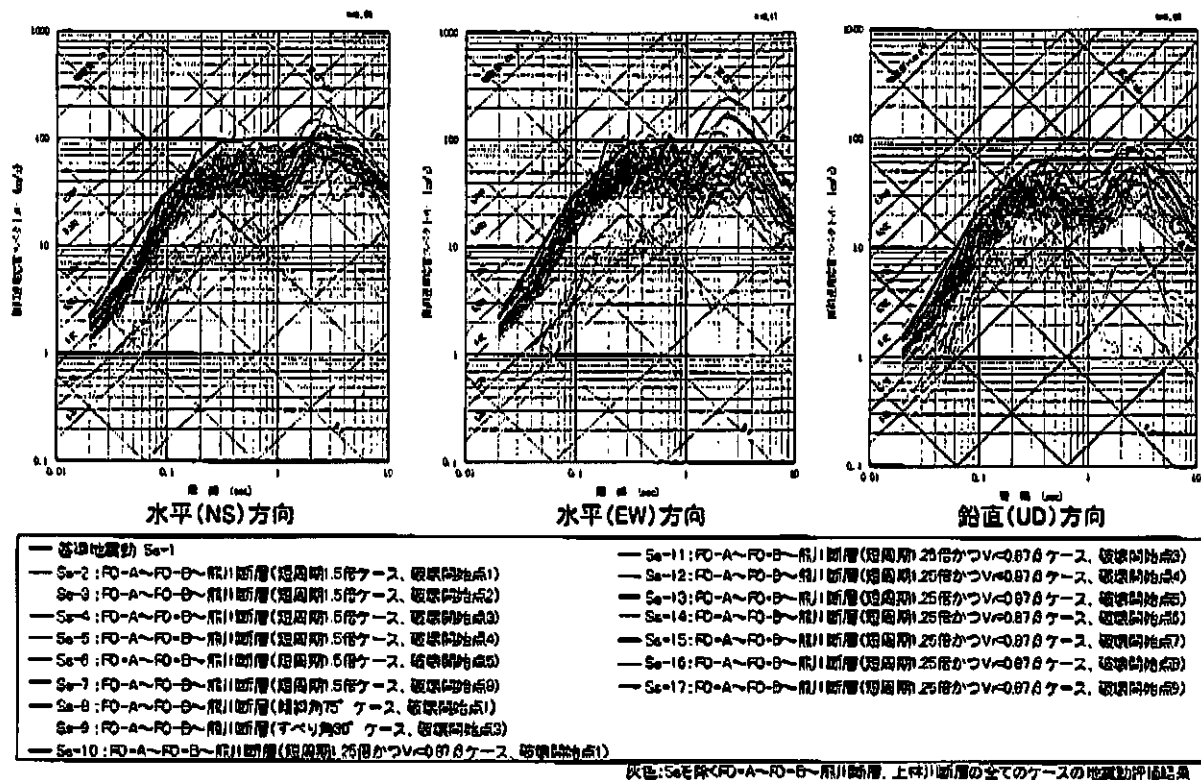
また、上記②について、片岡式が基礎としている観測記録が得られた各観測点の表層地盤の S 波速度の平均値は 720m/s であり、S 波速度 2.2km/s である本件発電所の解放基盤表面の硬質な地盤特性とは乖離がある。そこで、複数の補正式を用いて補正したところ、いずれの補正式によっても、補正された応答スペクトルは、基準地震動 $S_s - 1$ の応答スペクトルを下回る結果となった。

(以上について、1 審被告準備書面 (1 8) 84～86 頁)

(2) 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を踏まえた基準地震動の策定

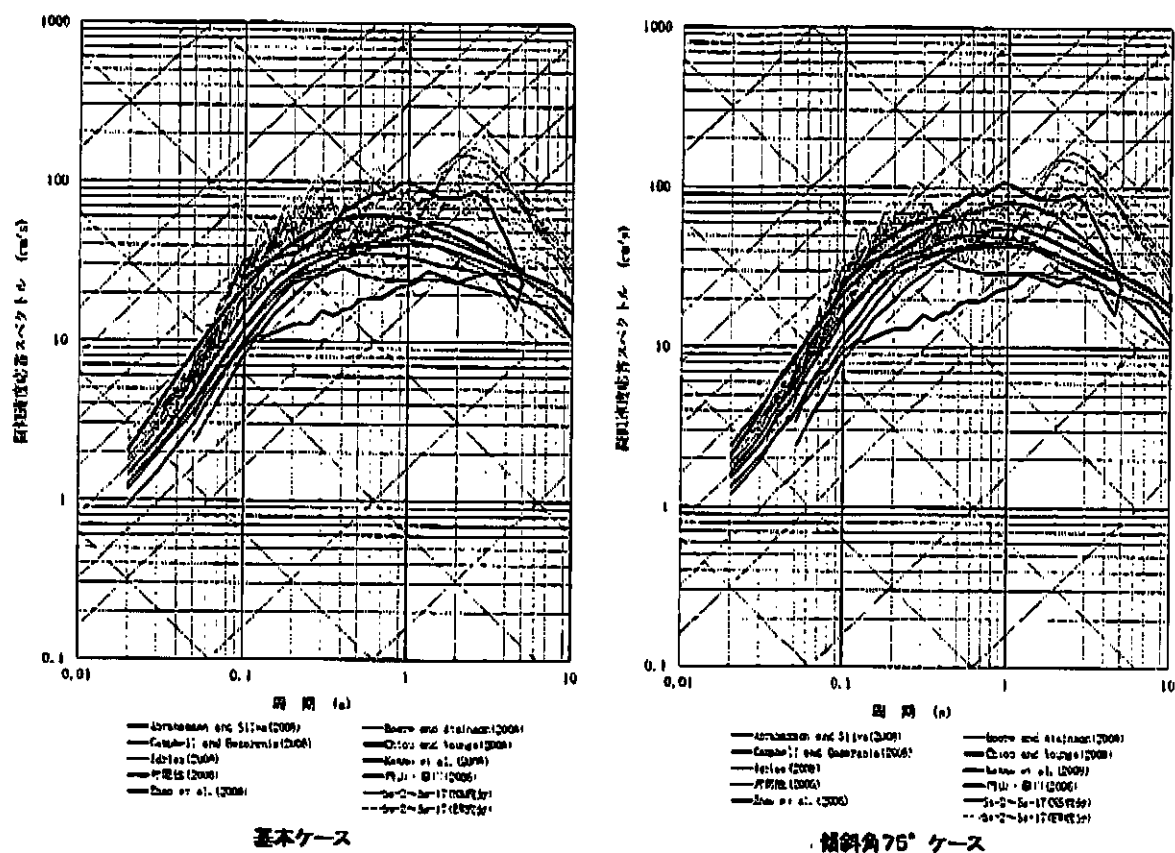
次に、F O - A ～ F O - B ～ 熊川断層による地震 (全 64 ケース) 及び上林川断層による地震 (全 18 ケース) に係る「断層モデルを用いた手法による地震動評価」の結果 (上記第 3 の 4) のうち、基準地震動 $S_s - 1$ の応答スペクトルを上回るケースから 16 ケースを、それぞれ基準地震動 $S_s - 2 \sim S_s - 17$ として策定した (図表 5 3。乙 88, スライド 131)。最大加速度は、水平方向が基準地震動 $S_s - 4$ (E W 方向) の 856 ガル、鉛直方向が基準地震動 $S_s - 2$ の 583 ガルである。(基準地震動 $S_s - 2 \sim S_s - 17$ の加速度時刻歴波形については、乙 88, スライド 136～139 を参照)

(以上について、1 審被告準備書面 (1 8) 86～88 頁, 90～96 頁)



【図表 5 3 基準地震動 S s - 2 ~ S s - 1 7 の応答スペクトル】

なお、FO-A~FO-B~熊川断層による地震の各種距離減衰式による応答スペクトル（図表 5 2 の左図）と、基準地震動 S s - 2 ~ S s - 1 7 の応答スペクトル（水平方向）とを重ね合わせて比較し、「断層モデルを用いた手法による地震動評価」の妥当性を検討したものが図表 5 4 である。「断層モデルを用いた手法による地震動評価」による基準地震動 S s - 2 ~ S s - 1 7 の応答スペクトルは、各種距離減衰式による応答スペクトルと概ね同等ないしはこれを上回る結果となっており、「断層モデルを用いた手法による地震動評価」の妥当性が示されているといえる。



【図表 5 4 F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震の各種距離減衰式による
応答スペクトルと基準地震動 $S_s - 2 \sim S_s - 17$ との比較】

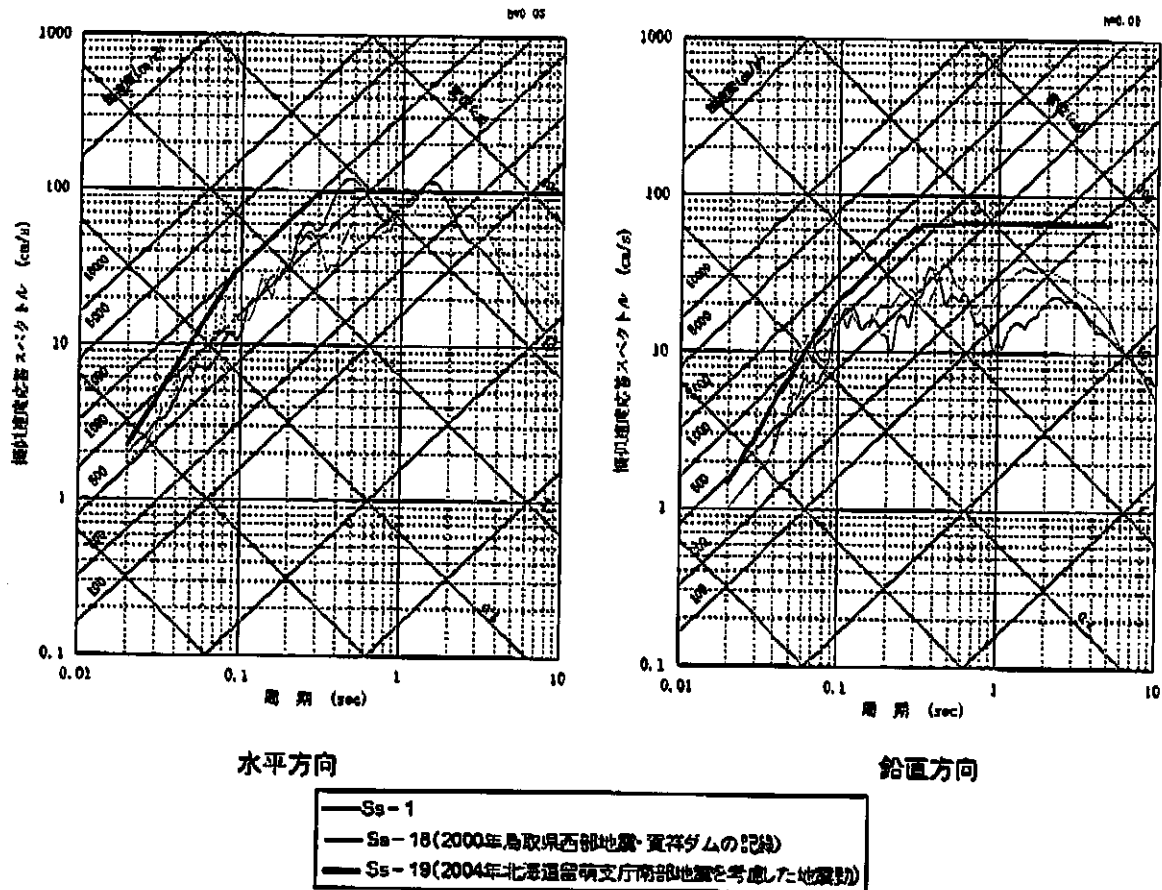
2 「震源を特定せず策定する地震動」の評価結果に基づく基準地震動

上記第4で評価した「震源を特定せず策定する地震動」のうち、第4の2(1)で設定した加藤ほか(2004)による応答スペクトルは、水平方向・鉛直方向ともに、全周期帯で基準地震動 $S_s - 1$ の応答スペクトルを下回っていることから、基準地震動には採用しなかった。

一方、上記第4の2(2)で設定した、鳥取県西部地震の観測記録を考慮した応答スペクトル及び北海道留萌支庁南部地震の観測記録を考慮した応答スペクトルは、いずれも基準地震動 $S_s - 1$ の応答スペクトルをある周期で上回るため(図表55)、これらを、それぞれ基準地震動 $S_s - 18$, $S_s - 19$ として策定した。

基準地震動 S_s-18 及び S_s-19 の応答スペクトルは、図表 5 5 のとおりである（乙 88, スライド 132, 乙 182 の 1, 添付書類六, 6-5-134~6-5-136 頁）。（加速度時刻歴波形については、乙 88, スライド 140 を参照）

（以上について、1 審被告準備書面（1 8）88~89 頁）



【図表 5 5 基準地震動 S_s-18 , S_s-19 の応答スペクトル】

3 基準地震動

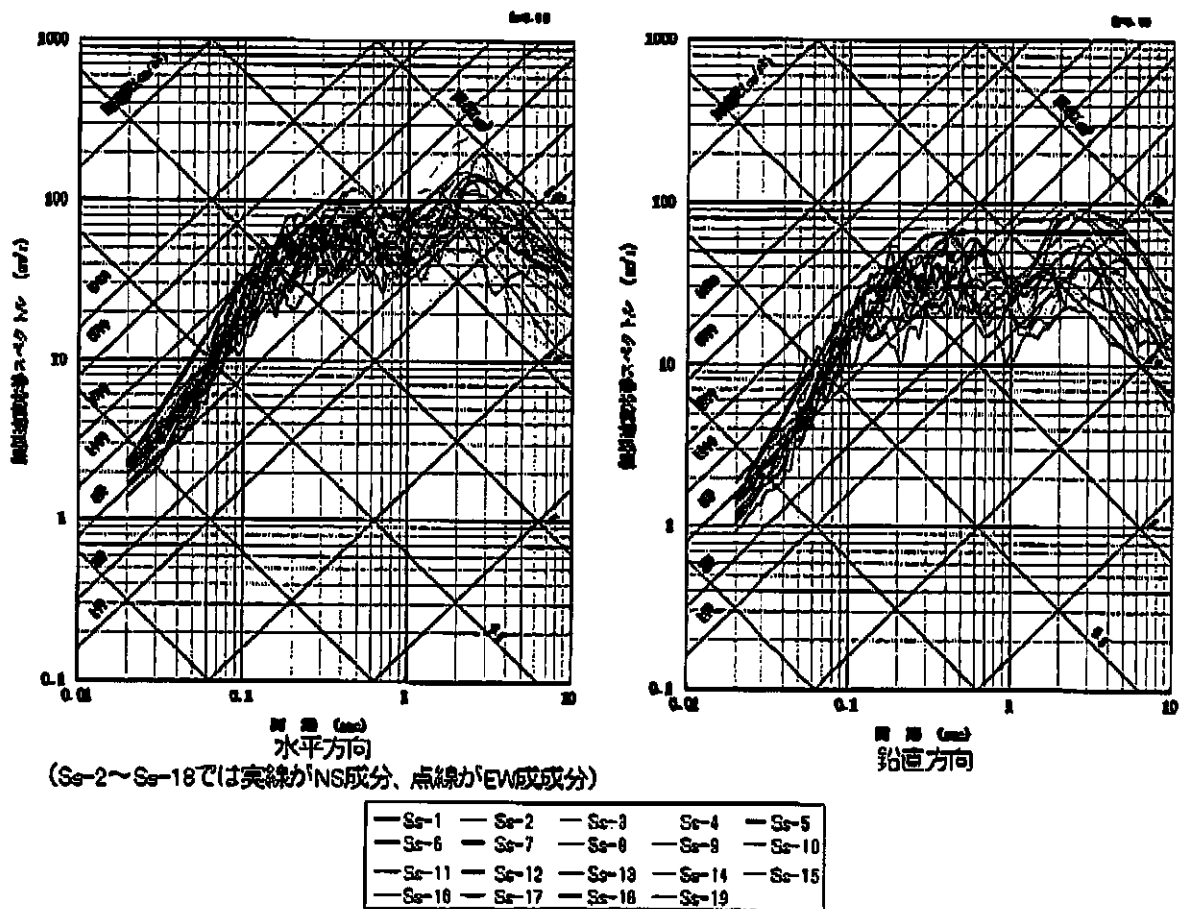
以上より、本件発電所の基準地震動として、基準地震動 $S_s-1 \sim S_s-19$ を策定した。最大加速度は、水平方向が基準地震動 S_s-4 (EW 方向) の 856 ガル、鉛直方向が基準地震動 S_s-14 の 613 ガルである（図表 5 6。乙 88, スライド 141）。最終的な基準地震動 $S_s-1 \sim S_s-19$ の応答スペクトルを図表 5 7 に示す（乙 88, スライド 134。加速度時刻歴波形につい

ては、乙 88、スライド 135～140 を参照）。

（以上について、1 審被告準備書面（1 8）98～99 頁）

		(cm/s ²)		
基準地震動		NS方向	EW方向	UD方向
Ss-1	設計用模擬地震波	700		488
Ss-2	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.5倍ケース・破壊開始点1)	690	776	593
Ss-3	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.5倍ケース・破壊開始点2)	496	826	383
Ss-4	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.5倍ケース・破壊開始点3)	546	856	518
Ss-5	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.5倍ケース・破壊開始点4)	511	653	451
Ss-6	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.5倍ケース・破壊開始点5)	660	578	450
Ss-7	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.5倍ケース・破壊開始点8)	442	745	373
Ss-8	FO-A～FO-B～熊川断層(傾斜角75° ケース・破壊開始点1)	434	555	349
Ss-9	FO-A～FO-B～熊川断層(すべり角30° ケース・破壊開始点3)	499	595	291
Ss-10	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.25倍かつ $V_r=0.87$ β ケース・破壊開始点1)	511	762	361
Ss-11	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.25倍かつ $V_r=0.87$ β ケース・破壊開始点3)	658	727	469
Ss-12	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.25倍かつ $V_r=0.87$ β ケース・破壊開始点4)	495	546	334
Ss-13	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.25倍かつ $V_r=0.87$ β ケース・破壊開始点5)	744	694	380
Ss-14	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.25倍かつ $V_r=0.87$ β ケース・破壊開始点8)	723	630	613
Ss-15	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.25倍かつ $V_r=0.87$ β ケース・破壊開始点7)	695	728	430
Ss-16	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.25倍かつ $V_r=0.87$ β ケース・破壊開始点8)	677	753	391
Ss-17	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.25倍かつ $V_r=0.87$ β ケース・破壊開始点9)	594	807	436
Ss-18	2000年鳥取県西部地震・賀茂ダムの記録	528	531	485
Ss-19	2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動	620		320

【図表 5 6 基準地震動 S s - 1 ～ S s - 1 9 の最大加速度】



【図表 5 7 基準地震動 S s - 1 ～ S s - 1 9 の応答スペクトル】

4 基準地震動の年超過確率について

1 審被告は、地震ガイドに記載されている「原子力発電所の地震を起因とした確率論的安全評価実施基準：2007」（甲 47, 10 頁, 乙 154）を参照し、本件発電所の基準地震動の年超過確率（1 年間にある値を超過する確率を表すもの）を算定した。

その結果、年超過確率は $10^{-4} \sim 10^{-6}$ / 年となり、基準地震動を超過する地震動が到来する可能性は極めて低いことが分かる。

（以上について、1 審被告準備書面（1 8）99～100 頁, 同（3 2）17～18 頁, 乙 50, 66 頁, 乙 88, スライド 142～165, 乙 155）

第6 新規制基準への適合性

1 新規制基準に照らした本件発電所の「現状評価」の実施

本件発電所については、新規制基準の施行に先立って、平成25年4月から7月にかけて、原子力規制委員会により、本件発電所がその時点で新規制基準をどのくらい満たしているかについての「現状評価」が実施された。

その結果、1審被告によるF O - A ~ F O - B 断層と熊川断層との連動を考慮した地震動評価結果も踏まえた上で、「耐震設計評価については、安全上重大な問題があるものではない」（乙22, 45頁）と結論付けられた。

（以上について、1審被告準備書面（18）39頁、乙22）

2 新規制基準への適合性審査の状況

（1）1審被告は、平成25年7月、新規制基準の施行を受けて、原子力規制委員会に対し、本件発電所に係る原子炉設置変更許可等の申請を行い（乙42）、以降、同委員会の審査会合において、新規制基準への適合性について審査が行われてきた。

（2）この審査において、本件発電所の基準地震動に関し、1審被告が原子力規制委員会の委員等から受けたコメントに対する回答を行ったところ、平成26年10月29日の第153回審査会合において、石渡明委員から、「今日は大飯発電所の地震動評価ということでやってきたわけですが、今回のコメントの回答につきましては、一応、必要な検討がなされて回答はされているというふうに思います」との発言があり（乙61, 23頁）、本件発電所の基準地震動が審査会合において概ね了承された³⁹。

³⁹ なお、美浜発電所3号機、高浜発電所1号機及び2号機の設置変更許可申請に係る原子力規制委員会の審査会合における議論を踏まえ、本件発電所敷地周辺の活断層分布について諸元の見直しを行った。その結果、より保守的な観点から、当初連動しないとしていた和布干飯崎沖～甲楽城断層と安島岬沖断層が連動するものとした他、海域活断層として、甲楽城沖断層～浦底断層～池河内断層～柳ヶ瀬山断層を追加したが、いずれも本件発電所の検討用地震の選定に影響がないことを確認している（乙155, 8頁）。また、本件発電所の基準地震動の年超過確率についても当該見直しを

(3) その後、原子力規制委員会は、島崎邦彦氏からの指摘を受けて本件発電所の基準地震動を再検討した結果、平成28年7月27日の原子力規制委員会第23回会議において、現時点で本件発電所の基準地震動を見直す必要はないと判断している（甲346, 20頁）。

受けた計算を行ったが、従来の評価から変わらないことを確認している（1審被告準備書面（32）18頁脚注4, 乙88, スライド164, 乙155, 164頁, 乙182の1, 添付書類六, 6-5-18頁）。

第3章 本件発電所の「安全上重要な設備」の耐震安全性について

第1 本件発電所の「安全上重要な設備」の耐震安全性評価

1 耐震安全性評価の概要

1 審被告は、本件発電所の「安全上重要な設備」について、第2章で策定した基準地震動に対する耐震安全性を評価している。

この耐震安全性評価においては、各設備を適切なモデルに置き換え、そのモデルに地震動を入力して、構造物の揺れ方や力の働き方等を求める地震応答解析等を行い、その結果得られた発生応力値⁴⁰等（評価値）が、基準・規格等に基づいて定められている評価基準値（許容値）を満たすことを確認するなどの評価を行っている。

以下、この耐震安全性評価について、建物・構築物と機器・配管系とに分けて述べる。

2 建物・構築物

（1）耐震安全性評価の方法

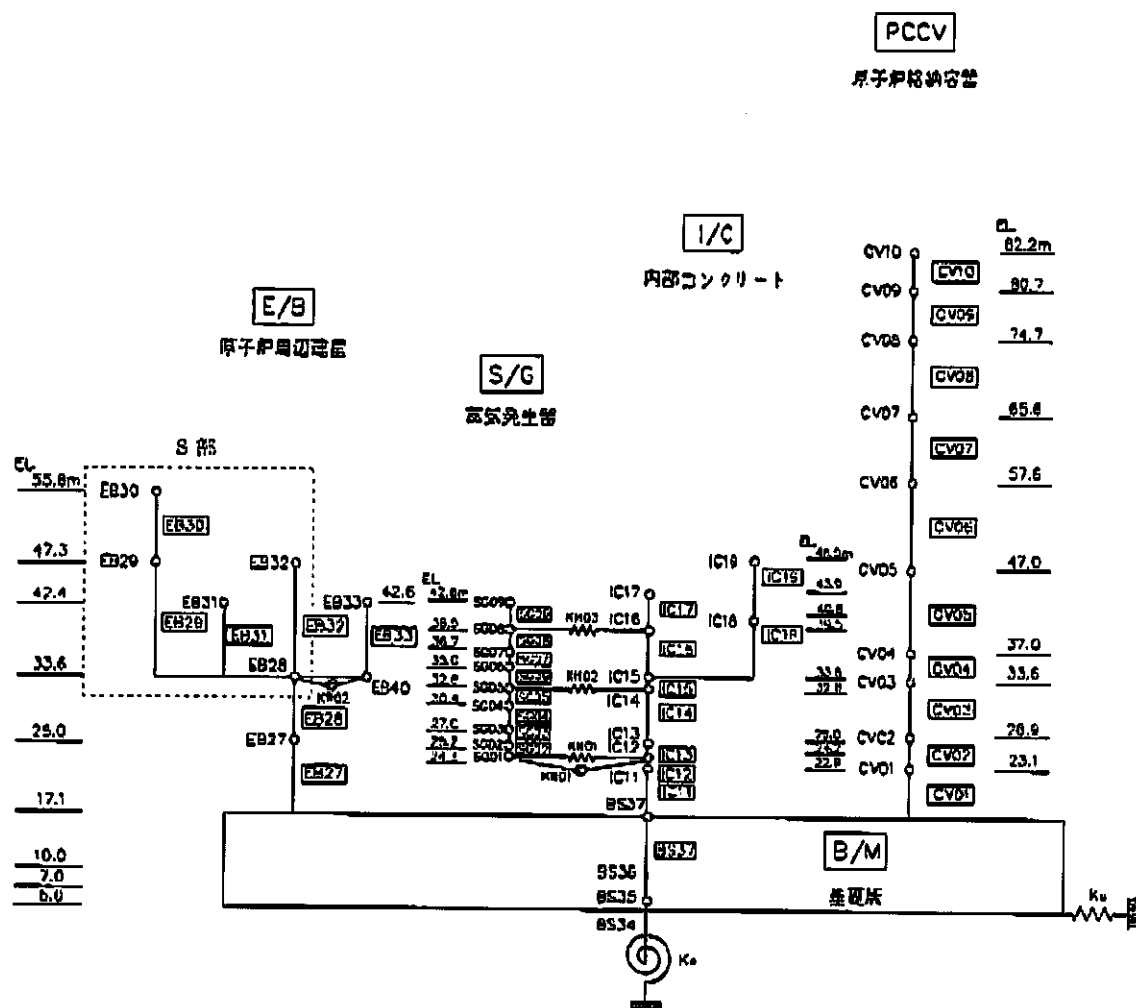
建物・構築物の耐震安全性評価においては、評価対象である原子炉建屋や制御建屋について、地震応答解析モデルを構築し（図表58）、基準地震動 $S_s-1 \sim S_s-19$ それぞれの加速度時刻歴波を、モデル化された建屋に入力して、各々の基準地震動に対し、そのモデルがどのように揺れるか、またどの箇所にどのような力が働くかを解析する。

そして、上記解析により、モデルの各層の鉄筋コンクリート造耐震壁のせん断ひずみ⁴¹（図表59）の最大値を評価し、この最大値（評価値）が評価

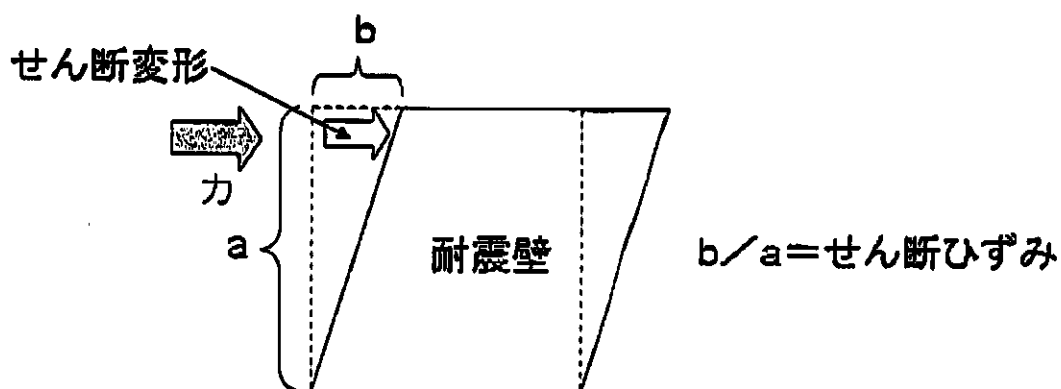
⁴⁰ 物体に対して外部から力（外力）が加えられると、その物体には外力に応じた変形と外力に対抗する内力（応力）が発生する。この内力の大きさを応力値という。

⁴¹ せん断ひずみとは、せん断力（外力を受けて物体内部で生じる、ずれを生じさせる力）によって変形（せん断変形）する際の変形の割合をいう。耐震壁の場合は、地震時に生じるせん断変形（長さ）を耐震壁の高さで除すことで求められる。例えば、高さ10mの耐震壁でせん断変形が1cmであれば、せん断ひずみは 1×10^{-3} となる。

基準値（許容値： 2.0×10^{-3} ）を超えないことをもって、基準地震動に対する各建屋の耐震安全性が確保されていることを確認する。



【図表 5 8 原子炉建屋の地震応答解析モデル（質点系モデル）（EW方向）】



【図表 5 9 せん断変形とせん断ひずみ】

(2) 耐震安全性評価結果

本件発電所の原子炉建屋及び制御建屋について、基準地震動による各層の鉄筋コンクリート造耐震壁のせん断ひずみの最大値を評価した結果が、図表 6 0 である。

各建屋のせん断ひずみの最大値（評価値）は、いずれも評価基準値（許容値： 2.0×10^{-3} ）を下回っており、各建屋が基準地震動に対して耐震安全性を有することが確認されている。

（以上 2 について、1 審被告準備書面（18）103～107 頁）

評価対象建屋		対象部位	評価値 (せん断ひずみの最大値)	評価基準値
3 号機	原子炉建屋	耐震壁	1.39×10^{-3}	2.0×10^{-3}
	制御建屋		1.01×10^{-3}	
4 号機	原子炉建屋	耐震壁	1.39×10^{-3}	
	制御建屋		3 号機と共用	

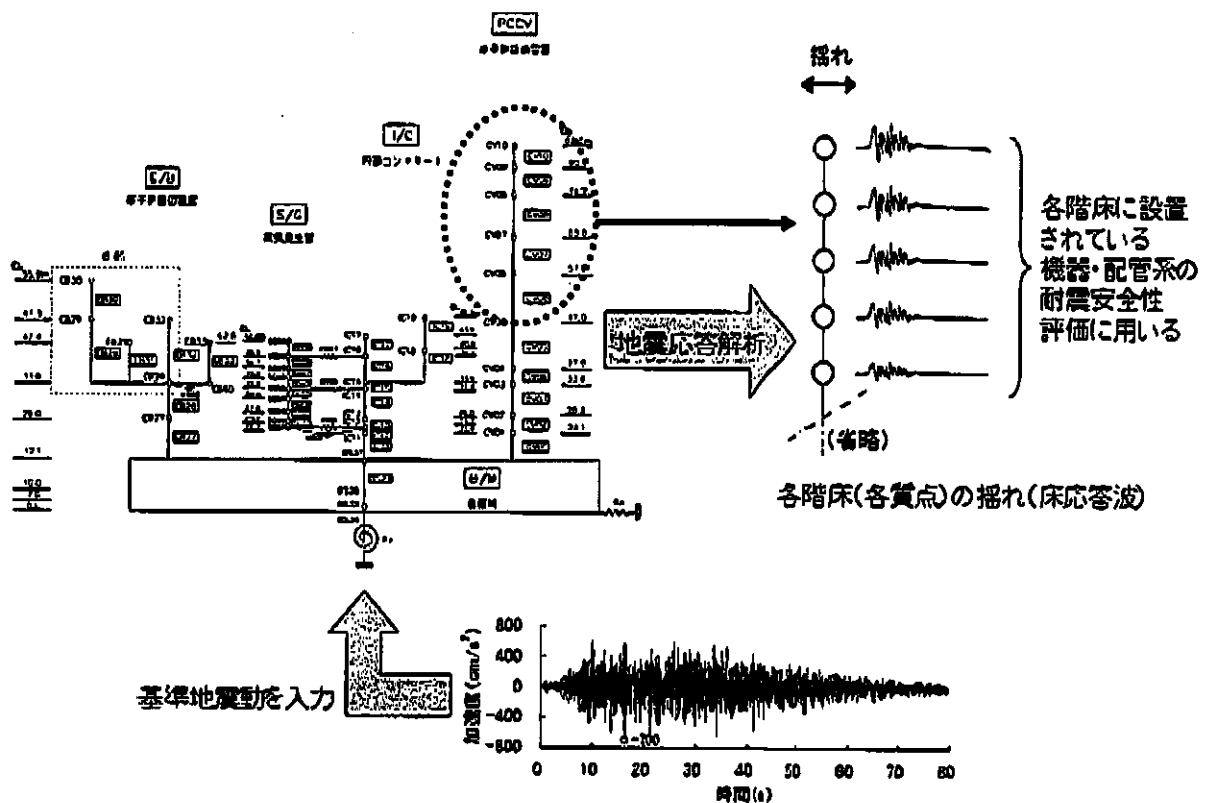
【図表 6 0 原子炉建屋及び制御建屋の耐震安全性評価結果】

3 機器・配管系

(1) 耐震安全性評価の方法

機器・配管系の耐震安全性評価にあたっては、まず、建物・構築物（建屋）のモデルに基準地震動を入力し、それぞれの建屋の各階床の揺れ（床応答波）を求める（図表61）。

次に、この各階床の揺れ（床応答波）をもとに、当該階床に設置している機器・配管系に生じる応力値等（評価値）を求め、これを、規格等で定められた評価基準値（許容値）と比較し、評価値が評価基準値を超えないことをもって、機器・配管系の耐震安全性を確認する（構造強度評価）。また、制御棒については、安全解析の際に条件として用いた原子炉内への挿入時間を評価基準値（許容値）とし、地震時においてもそれ以内の時間で挿入されることを確認する（動的機能維持評価）。



【図表61 機器・配管系の耐震安全性評価】

(2) 耐震安全性評価結果

本件発電所の安全上重要な機器・配管系について、構造強度評価及び動的機能維持評価を行っており、代表的な評価結果を示したものが図表62である⁴²。

発生応力値等（評価値）は、いずれも評価基準値（許容値）を下回っており、本件発電所の安全上重要な機器・配管系が、基準地震動に対して機能が損なわれない（耐震安全性を有する）ことを確認しているところである。

（以上3について、1審被告準備書面（18）107～109頁）

区分	評価対象設備	評価項目	3号機		4号機	
			評価値	評価基準値	評価値	評価基準値
止める	炉内構造物	ラジアルサポートの構造強度 (応力: MPa)	184	372	184	372
	制御棒	挿入性 (挿入時間: 秒)	2.07	2.2	2.07	2.2
冷やす	余熱除去ポンプ	基礎ボルトの構造強度 (応力: MPa)	38	210	38	210
	余熱除去配管	配管本体の構造強度 (応力: MPa)	253	361	253	361
閉じ込める	原子炉容器	本体の構造強度 (応力: MPa)	278	420	278	420
	1次冷却材管	配管本体の構造強度 (応力: MPa)	175	383	175	383
	蒸気発生器	支持構造物の構造強度 (応力: MPa)	434	582	434	582
	原子炉格納容器	耐震壁 (せん断ひずみ)	1.21 $\times 10^{-3}$	2.0 $\times 10^{-3}$	1.21 $\times 10^{-3}$	2.0 $\times 10^{-3}$

【図表62 代表的な機器・配管系の耐震安全性評価結果】

4 基準地震動の見直しに伴う耐震補強工事の実施

1審被告は、基準地震動を見直した際には、必要に応じて耐震補強工事を実施することで、新たな基準地震動に対する耐震安全性を確保している。

1審被告準備書面（21）4～5頁、同（23）5～6頁でも述べたように、

⁴² 図表62に記載した評価値は暫定値である。

1 審被告は、第2章で述べた新たな基準地震動の策定に伴い、本件発電所においても耐震補強工事を実施した。この工事は約1200箇所を実施したが、平成28年12月に全ての工事が完了した。

第2 本件発電所の「安全上重要な設備」の耐震安全上の余裕

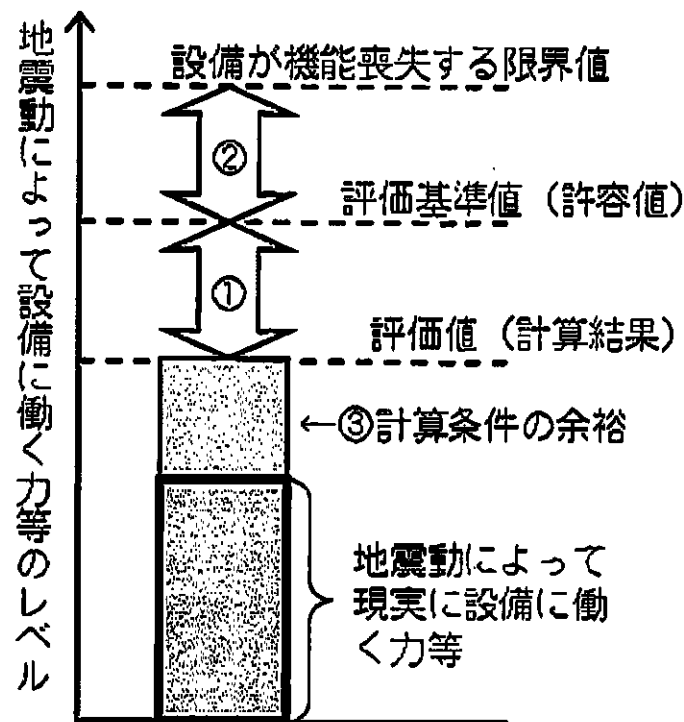
1 「安全上重要な設備」の耐震性が基準地震動による地震力に対して有する余裕

(1) 耐震安全上の余裕の存在

上記第1で述べた耐震安全性評価結果において、基準地震動による地震力が作用した際の各施設の評価値（建物・構築物（建屋）耐震壁のせん断ひずみや機器・配管系に生じる応力値等）は、いずれも評価基準値（許容値）を下回っており、評価基準値（許容値）に対して余裕を有している（図表63における①の余裕）。

さらに、評価基準値（許容値）自体が、実際に機器等が機能喪失する（損壊する）限界値に対して余裕を持った値が設定されている上に（図表63における②の余裕）、評価値（基準地震動による地震力が作用した際の機器・配管系に生じる応力値等）を計算する過程においても、計算結果が保守的なものとなるよう、計算条件の設定等で余裕を持たせている（図表63における③の余裕）。

（以上について、1審被告準備書面（18）109～110頁、乙50、68～70頁）



【図表 6-3 耐震安全上の様々な余裕】

（２）評価基準値自体の持つ余裕（②の余裕）

ア 1 審被告は、評価基準値（許容値）を、社団法人日本電気協会が策定した民間規格である「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987」及び「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補-1984」等（以下、「JEAG4601」と総称する）に基づいて設定している。この JEAG4601 は、新規制基準における「耐震設計に係る工認審査ガイド」（乙 185）において、適用可能な規格として示されている（乙 185, 2～3 頁, 1.3 の⑥～⑧）。

イ JEAG4601 では、実際に破壊に至る時点から十分な余裕をもたせた評価基準値（許容値）が定められている。鉄筋コンクリート造耐震壁を例にとると、せん断ひずみの評価基準値（許容値）は、既往の実験結果のばらつきも考慮して評価した鉄筋コンクリート造耐震壁の終局せん断ひず

み⁴³「 4.0×10^{-3} 」に、余裕を持たせて「 2.0×10^{-3} 」と設定されている。したがって、仮に、基準地震動による地震力が作用した際の評価値が評価基準値（許容値）に対して余裕がないとしても、実際に耐震壁がせん断力により破壊に至る限界値までにはまだ余裕が存在することになる。

（以上について、1 審被告準備書面（1 8）111 頁、乙 180）

（3）評価値の計算条件における余裕（③の余裕）

ア 評価値を計算する過程においても、計算結果が保守的なものとなるよう、計算条件の設定等で余裕を持たせている。

イ 例えば、機器・配管系の耐震安全性評価においては、地震の揺れによって瞬間的に作用する最大の力が、設備にとって厳しい方向に一定してかかり続けると仮定して評価を行っている。実際の地震の揺れによる力は、特定の方角にかかり続けるものではなく、また、瞬間的に大きな力がかかることがあっても、それで設備が破損に至るほどの大きな変形が直ちに生じるわけではないため、このような仮定は安全側の取扱いとして余裕を生じさせることになる。

ウ また、機器・配管系の耐震安全性評価においては、エネルギー吸収効果を考慮していない。すなわち、設備に力が加わることで設備を構成する材料が変形するが、材料に発生する応力が降伏点⁴⁴を越えると、変形は、弾性変形から塑性変形に変わる⁴⁵。そして、材料が塑性変形するとより大きなエネルギー吸収が期待でき、設備の揺れを抑制する効果が生じる。これがエネルギー吸収効果である。この効果は、建設省告示（昭和 55 年建設省告示第 1792 号）において採用され、建築物では活用可能な知見として

⁴³ 終局せん断ひずみとは、部材がせん断力により破壊する時点のせん断ひずみをいう。

⁴⁴ 降伏点とは、物体に加える力を増していったときに、元に戻らなくなる（塑性変形する）ときの発生応力値のことをいう。

⁴⁵ 物体に加わって変形を生じさせる外力が取り除かれると元に戻る変形のことを弾性変形といい、物体に加わっている外力が取り除かれた後も元に戻らずに残る変形のことを塑性変形という。

考慮されている。エネルギー吸収効果の程度は塑性エネルギー吸収係数として表されるところ、例えば、配管等を支える支持構造物で用いられる一般鋼材については、塑性エネルギー吸収係数は約2と評価される。これは、かかる塑性エネルギー吸収係数を考慮した場合には、考慮しない場合に比べて、応力は約2分の1と評価できることを示している。本件発電所の設備の耐震安全性評価では、このようなエネルギー吸収効果を見込んでおらず（「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」（乙179）において、この効果が見込めることが紹介されている）、このことは安全側の取扱いとして余裕を生じさせることになる。

（以上について、1審被告準備書面（18）111～112頁、乙180）

（4）小括

以上のとおり、本件発電所の「安全上重要な設備」の耐震性は、基準地震動による地震力に対して余裕を有している。

第2章で詳述したとおり、そもそも保守的に策定した本件発電所に基準地震動を超える地震動が到来することはまず考えられないところ、本件発電所の「安全上重要な設備」の耐震性は、基準地震動による地震力に対して余裕を有しているため、万一、本件発電所が基準地震動を超える地震動に襲われることがあったとしても、「安全上重要な設備」が直ちに機能喪失することにはならないのである。

2 多度津工学試験センターでの原子力発電施設耐震信頼性実証試験

- （1）原子力発電所における「安全上重要な設備」の耐震安全上の余裕を現実の試験によって実証したのが、財団法人原子力発電技術機構の多度津工学試験センターにおいて、大型高性能振動台を用いて、原子力発電所の実機を模擬した試験体に対して実施された振動実験（「原子力発電施設耐震信

頼性実証試験」)である(乙3, 20頁, 乙58, 乙59)。この実験では, 例えば, プレストレストコンクリート製原子炉格納容器は, 強度実証試験における入力波の最大加速度557ガルの約6倍である3398ガルまで加振して, はじめて機能喪失に至ったこと等から, 原子力発電所における「安全上重要な設備」が一般的に有する耐震安全上の余裕が実証された。

- (2) 上記実証試験で用いられた試験体は, 全ての原子力発電所で共通的に採用されている標準的な設計方法に依拠して, 可能な限り実機を模擬して製作されたものであることから, かかる試験体と同様の設計を行っている本件発電所の「安全上重要な設備」も, 上記実証試験の結果と同等の耐震安全上の余裕を有すると考えられる。

(以上について, 1審被告準備書面(18)113~115頁)

3 ストレステスト

- (1) 本件発電所に生じる地震動の大きさを, 仮想的に基準地震動をも超過させて評価していった場合に, どの程度の大きさの地震動までなら本件発電所の燃料の重大な損傷が生じないか, という観点から, 基準地震動に対するプラントの総合的な余裕を, 一定の前提の下で定量的に評価するために実施されたのが, ストレステスト⁴⁶である。

ストレステストの結果, 本件発電所の地震に係るクリフエッジ(それを超えると燃料の重大な損傷に至る可能性が生じる地震動のレベル)は基準地震動 S_s (700ガル)の1.80倍と評価されている(大飯発電所4号機につき, 甲14, 乙33)。なお, これは当時の施設状態を前提としており, また, 当時の基準地震動 S_s (700ガル)を基礎としたものである。

- (2) もっとも, このストレステストは, あくまでも一定の前提の下で, プラ

⁴⁶ 正式には, 「東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた既設の発電用原子炉施設の安全性に関する総合評価」である。

ントの耐震安全上の余裕を評価したものにとどまり、例えば、各機器の耐震裕度を評価するに際しては、原則として評価基準値（許容値）を評価値で除した値がそのまま利用されているに過ぎない（前述の「評価基準値（許容値）の持つ余裕」や「計算条件の余裕」は含まれていない）など、全ての余裕が定量的に評価されて見込まれているわけではない。

（以上について、1 審被告準備書面（18）116～117 頁，同（24）6～7 頁）

第4章 結語

以上述べてきたとおり、1 審被告は、本件発電所敷地周辺の地震発生状況、活断層の分布状況等の地質・地質構造に関して、詳細な調査・評価を実施した上で、それらの調査・評価結果に基づき、本件発電所敷地に大きな影響を与えると予想される検討用地震を選定している。そして、敷地及び敷地周辺の地下構造の調査・評価結果も踏まえて、保守的な条件で「基本ケース」を設定するとともに、さらに様々な不確かさも適切に考慮した上で、検討用地震の地震動評価を行っている。したがって、本件発電所に基準地震動を超える地震動が到来することはまず考えられない。

そして、本件発電所の「安全上重要な設備」は、全て、基準地震動に対する耐震安全性を備えており、また、実際には、「安全上重要な設備」の耐震性は、基準地震動に対して余裕を有しているので、万一、本件発電所に基準地震動を超える地震動が到来することがあっても、「安全上重要な設備」が直ちに機能喪失し、本件発電所が危険な状態に陥ることにはならない。

以上より、本件発電所の地震に対する安全性は確保されており、地震に起因して、1 審原告らの人格権を侵害する具体的危険性が生じることはない。

以 上