

副 本

平成23年(ワ)第886号 浜岡原子力発電所運転終了・廃止等請求事件

原 告 石 垣 清 水 外3.3名

被 告 中 部 電 力 株 式 会 社

準 備 書 面 (6)

平成25年8月27日

静岡地方裁判所民事第2部合議B係 御中

被告訴訟代理人弁護士

奥 村 敕 軌

外13名



目 次

はじめに	1
1 南海トラフ検討会の強震断層モデル	1
(1) 南海トラフ検討会の検討の位置付け及び内容	1
(2) 被告が用いた南海トラフ検討会の強震断層モデル	3
2 中越沖地震及び駿河湾の地震を踏まえた本件原子力発電所の地盤増幅特性 ..	5
(1) 本件原子力発電所の地盤増幅特性に関する検討の経緯	6
(2) 地震動評価に用いる地下構造モデルの設定	7
(3) 中越沖地震における地震動の増幅要因を踏まえた検討	8
ア 敷地の地質構造に認められる向斜構造に関する検討	9
イ 地震基盤面及びそれ以浅の速度構造に関する検討	10
(4) 駿河湾の地震における本件原子力発電所 5 号機の地震動増幅を踏まえた 検討	10
ア 地震観測記録に基づく検討	12
(ア) 鉛直アレイ観測に基づく検討	12
(イ) 多点連続地震観測に基づく検討	13
(ウ) 地震観測記録に基づく地盤増幅特性及び 5 号機増幅要因の検討	15
イ 地下構造調査結果に基づく検討	15
(ア) 敷地周辺の地下構造に関する検討	16
(イ) 敷地近傍の地下構造に関する検討	16
(ウ) 地下構造調査結果に基づく地盤増幅特性及び 5 号機増幅要因の検討	18
ウ 5 号機増幅要因の検討・分析結果	19
エ 本件原子力発電所の地盤増幅特性	21
3 本件原子力発電所の地震動評価及び施設影響評価	22

(1) 南海トラフ検討会の強震断層モデルに基づく地震動評価	22
ア 南海トラフ検討会の強震断層モデルに基づく本件原子力発電所の地震 動評価.....	22
イ 5号機増幅を反映した地震動評価	23
(2) 南海トラフ検討会の強震断層モデルに基づく地震動評価結果による施設 影響評価	24
(3) 今後の対応	26
4 新規制基準への対応に向けた取り組み	26

略語例

原子炉等規制法	核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律 (昭和32年法律第166号)
本件原子力発電所	浜岡原子力発電所1ないし5号機 (なお、特定の号機を示すときには、例えば「本件原子力発電所1号機」と表す。)
中越沖地震	平成19年(2007年)新潟県中越沖地震
駿河湾の地震	平成21年8月11日の駿河湾の地震
東北地方太平洋沖地震	平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震
南海トラフ検討会	内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」

はじめに

平成25年3月、中央防災会議防災対策推進検討会議の下に設置された南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループから、「南海トラフ巨大地震の被害想定について（第二次報告）」が公表された。この被害想定においては、その基礎として、南海トラフ検討会が平成24年3月に公表した同検討会の第一次報告の強震断層モデルに基づく震度分布の推計結果が用いられた。

また、被告は、中越沖地震及び駿河湾の地震を踏まえ、地震観測及び地下構造調査を実施してきており、今般、得られた地震観測記録及び地下構造調査結果に関する検討・分析を行い、その結果を取りまとめた。

被告は、これらを踏まえ、南海トラフ検討会の第一次報告の強震断層モデルを震源として用いるとともに、地震観測記録及び地下構造調査結果の検討・分析結果に基づく本件原子力発電所の地盤増幅特性を反映した地震動評価を行い、その結果に基づき、本件原子力発電所の施設影響評価を行った。そして、被告は、地震対策について、同3ないし5号機の施設全般を対象として、具体的な工事対象施設や設計の検討を進め、工事計画を取りまとめることなどを公表した。

以下では、被告が平成25年4月26日付けで公表した、南海トラフ検討会の強震断層モデルに基づく地震動の影響評価結果について、その内容を述べる。

1 南海トラフ検討会の強震断層モデル

南海トラフ検討会の検討の位置付け及び内容について述べるとともに、被告が震源として用いた南海トラフ検討会の強震断層モデルについて述べる。

(1) 南海トラフ検討会の検討の位置付け及び内容

平成23年8月に内閣府に設置された南海トラフ検討会は、東北地方太平洋沖地震の発生を契機に中央防災会議の下に設置された「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」の報告において示された、

「あらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な地震・津波を検討していくべきである」(乙B第36号証の1 7頁)との考え方に従い、東北地方太平洋沖地震で得られたデータを含め、現時点の科学的知見に基づき、南海トラフにおいて発生し得る最大クラスの地震・津波を検討し、同年12月に中間とりまとめ(乙B第37号証の1ないし3)を、平成24年3月に第一次報告(乙B第38号証の1ないし5)を、同年8月に第二次報告(乙B第39号証の1ないし8)をそれぞれ公表している。

同検討会は、「南海トラフの巨大地震の震源断層モデルを検討するに当たり、南海トラフで発生した過去地震に加えて、世界の海溝型地震の震源断層モデルを調査し、それらの特徴等を整理した。この整理に当たっては、強震動を評価するための強震断層モデルと、津波高等を評価するための津波断層モデルをそれぞれ区別して整理した」(乙B第38号証の1 2頁)としている。

このうち強震断層モデル^{*注}の策定に当たっては、同検討会は、Mai et al. (2005)のデータベース及びMurotani et al. (2008)から抽出した海溝型地震と考えられる19の地震の震源断層モデル、Allmann and Shearer (2009)による平均応力降下量に関する統計、並びに最近のMw8クラスの地震及び東北地方太平洋沖地震の解析結果等に基づき検討を行っている。強震動生成域^{*注}の設定は地震動評価において支配的な影響を与えるものであるが、強震動生成域のすべり量については、敷地周辺の南海トラフで至近に発生したプレート間地震は約160年前の安政東海地震であるところ、上記強震断層モデルにおける強震動生成域のすべり量は、フィリピン海プレートの沈み込む速度から見ると(プレート間の固着率^{*注}を1とする。)、駿河湾域、東海域及び南海域においては、約300ないし350年分の量に相当するとされている(乙B第39号証の6 22頁)。同様に、強震動生成域の応力降下量については、東北地方太平洋沖地震の強震動生成域の応力降下量は平均24MPa程度で、これに標準偏差を加えても約30MPaであり、また、南海トラフの過

去の地震の震度分布を大きめに再現する中央防災会議（２００３）の想定東海・東南海・南海地震の強震断層モデルの強震動生成域（アスペリティ）の応力降下量が２１ないし２４MPa程度であるところ、南海トラフ検討会が策定した上記強震断層モデルのそれは３４ないし４６MPaと設定されている（同２０，４１頁）。このように、南海トラフ検討会が策定した上記強震断層モデルは大きな地震動を生ずるものとなっており、同検討会は、「本検討会で検討した強震断層モデルは、Mw 9クラスの巨大地震の中でも最大クラスのものである」（同２頁）としている。なお、上記強震断層モデルは第一次報告において策定されたものであり、第二次報告において変更はなされていない（同頁）。

被告は、本件原子力発電所の安全性を常に最新の知見を反映しながら確認するとの見地から、南海トラフ検討会の強震断層モデルは、直接原子力発電所を対象としたものではないものの、多数の学識経験者によって検討がなされ、東北地方太平洋沖地震で得られたデータを含めた現時点の最新の科学的知見に基づき、本件原子力発電所の敷地を含む南海トラフ沿いの地域において起こり得る巨大地震の中でも最大クラスの地震を生ずるモデルとされていること、また、同モデルに基づく震度分布の推計結果は、国の被害想定基礎として用いられていることを踏まえ、この南海トラフ検討会の強震断層モデルについて、内閣府からデータ提供を受け、同モデルに基づき敷地における地震動を評価して、同発電所に対する影響評価を行った。

（２）被告が用いた南海トラフ検討会の強震断層モデル

南海トラフ検討会は、強震断層モデルの強震動生成域の位置については、過去の地震時の強震動生成域と概ね同じ場所に位置する可能性が示唆されるとし、中央防災会議（２００３）の強震断層モデルによる想定東海地震、東南海・南海地震の震度分布は、１７０７年の宝永地震以降の５地震（宝永地震、安政東海地震、安政南海地震、昭和東南海地震、昭和南海地震）の震度を重ね合わ

せた震度分布を概ね再現したものとなっていることを踏まえ、この中央防災会議（２００３）の強震断層モデルの強震動生成域（アスペリティ）の位置は過去の地震の強震動生成域の概ねの位置を示していると考え、この位置を参考に強震動生成域を配置することとしている（乙Ｂ第３８号証の１ １０頁）。

そして、具体的な検討ケースとして、強震動生成域は、過去の地震時の強震動生成域と概ね同じ場所に位置する可能性が示唆されるものの、その周辺で少し位置が変わる可能性や、やや深い場所にある可能性も考えられることなどを踏まえ、中央防災会議（２００３）による想定東海・東南海・南海地震の強震断層モデルの検討結果を参考に強震動生成域を配置したものを基本ケースとしたうえで、強震動生成域の位置をやや東側に配置した東側ケース、同様にやや西側に配置した西側ケース、更に、強震動生成域が陸域側の深い場所にある陸側ケースをそれぞれ設定し、合計４ケースについて検討を行っている（同 １０，１１頁）。

被告は、南海トラフ検討会の強震断層モデルに基づく地震動に対する本件原子力発電所の影響評価を行うに当たり、上記４ケースのうち、基本ケース及び同発電所の地震動評価に及ぼす影響が大きい東側ケースを選定した。更に、同発電所の敷地直下に強震動生成域を想定する直下ケースも独自に設定し、これも地震動の影響評価に用いた（乙Ｂ第３５号証４頁）。

すでに上記（１）で述べたとおり、南海トラフ検討会の強震断層モデルの強震動生成域の応力降下量は、東北地方太平洋沖地震の解析結果等より大きく設定されており、３４ないし４６MPaとされている。また、そのうち敷地における地震動の大きさに最も影響を及ぼす、敷地に最も近い強震動生成域の応力降下量は４５．４MPaと設定されている（同６頁）。

破壊開始点については、南海トラフ検討会の設定した破壊開始点（破壊開始点１）は、紀伊半島の南に設定されており、敷地に対して南西方向から破壊が伝播することとなるが、これとは異なる敷地に対する破壊伝播方向の影響を評

価するため、被告は、敷地の北西方向及び北東方向にもそれぞれ破壊開始点（破壊開始点2及び破壊開始点3）を設定し、検討を行った（同4頁）。

2 中越沖地震及び駿河湾の地震を踏まえた本件原子力発電所の地盤増幅特性

地震とは、プレートの沈み込み等によって地下の岩盤に蓄積された歪みが、岩盤のずれ動き（断層運動）によって解放される現象である。断層運動に伴って生ずる振動を地震波という。地震が発生すると、地震波が断層の周囲のあらゆる方向に放出され、地中を伝播していく。最終的には地震波は地表付近に到達し、その地点を揺らすこととなる。このように、地震波が到達することによりその地点に生ずる揺れ動きのことを地震動という。

ある評価地点の地震動評価を行う場合、震源から当該評価地点までの地震波の伝播に係る特性を、震源から遠ざかるほど地震波の振幅が減少する、震源から当該評価地点下方の地震基盤面^{*注}までの地震波の伝播に係る特性（伝播経路特性）と、評価地点の地下の速度構造に応じて地震波の振幅が増大する、地震基盤面から当該評価地点までの地震波の伝播に係る特性（地盤増幅特性^{*注}）とに分けて検討することが一般的である。このうち、地震基盤面より上部の地盤による地震波の増幅に係る特性である地盤増幅特性には、地下の速度構造、すなわち、地盤の地震波伝播速度の分布が関係する。

ある評価地点について地震の際にどのような地震動が生ずるかを知るためには、地震観測記録の分析や地下構造調査等を行って、当該評価地点の地盤増幅特性を把握する必要がある。

被告は、南海トラフ検討会の強震断層モデルに基づく地震動評価による本件原子力発電所の影響評価については、中越沖地震において東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所の地震動が地下構造の影響によって増幅したこと及び駿河湾の地震において本件原子力発電所5号機の地震観測記録が他号機に比べて大きかったことを踏まえ実施してきた地震観測記録及び地下構造調査結果の検討・分

析の結果を本件原子力発電所の地盤増幅特性の評価に反映して行った。

具体的には、被告は、地震動評価に用いる地下構造モデル^{*注}の設定を行うとともに、中越沖地震における地震動の増幅要因を踏まえた検討の結果によれば、同モデルによる地盤増幅特性の評価を変えなければならない結果は得られていないこと、また、駿河湾の地震を踏まえた検討によれば、同地震における本件原子力発電所5号機の地震動増幅の主要因は、同号機から駿河湾の地震の地震波到来方向である北東方向にかけて分布する低速度層であること、同1ないし4号機周辺の地盤増幅特性については、低速度層の影響はなく、同様に同モデルによる地盤増幅特性の評価を変えなければならない結果は得られていないこと、同5号機周辺の地盤増幅特性については、低速度層の影響によって、駿河湾の地震の地震波到来方向付近では顕著な増幅が見られることをそれぞれ確認し、これらの結果を本件原子力発電所の地盤増幅特性の評価に反映した。

以下では、本件原子力発電所の地盤増幅特性に関する検討の経緯を述べたうえで、被告が行った地震観測記録及び地下構造調査結果の検討・分析の結果を反映した同発電所の地盤増幅特性の評価について述べる。

(1) 本件原子力発電所の地盤増幅特性に関する検討の経緯

平成19年7月、中越沖地震が発生し、柏崎刈羽原子力発電所において設計時に想定した地震動を上回る地震動が観測された。その要因としては、同発電所の敷地周辺の地下構造（地下4ないし6km程度において地震基盤上面が傾斜していることに加えて、地下2km程度において堆積層が厚く褶曲構造^{*注}を呈し、その堆積層の各層ごとの地震波の伝播速度に差があったこと）による地下構造特性への影響が挙げられ、これを踏まえて、平成20年6月には原子力安全委員会（当時）から原子力安全・保安院（当時）に対し、柏崎刈羽原子力発電所以外の原子力発電所についても地下構造特性が適切に考慮されているかどうかを検討するよう要請がなされた。被告は、これらの動向に鑑み、本件原子力

発電所の敷地周辺の地下構造を把握するため、中越沖地震を踏まえた地下構造調査（以下、「平成20年調査」という。）を実施した（乙B第35号証添付資料-1 70頁）。

また、平成21年8月に駿河湾の地震が発生し、本件原子力発電所5号機において他号機に比べ大きな地震動が観測された。原子力安全・保安院（当時）は、被告に対して、同5号機の耐震設計上重要な設備の地震応答解析による健全性評価結果等を報告すること、また、併せて、同号機の地震観測記録が他号機に比べ大きいこと等についても十分分析を行い、その結果得られる知見をバックチェックに反映することを求めた。被告は、同院の指示に基づき、同5号機の地震応答解析による健全性評価等を行い、また、同号機において他号機に比べ大きな地震動が観測された要因の分析に当たり、平成21年9月以降、敷地内の多くの地点に地震観測点を設置し、多点連続地震観測^{*注}を実施するとともに、敷地近傍の地下構造をより詳細に把握するため、追加の地下構造調査（以下、「平成21年調査」という。）を実施した（同72頁）。更に、被告は、同調査で確認された低速度層の分布形状等を詳細に確認することなどを目的に、更なる追加の地下構造調査（以下、「平成22年調査」といい、同調査と平成20年調査及び平成21年調査とを合わせて以下、「本件各調査」という。）も実施した（同頁）。なお、上記多点連続地震観測についても継続的に実施した。

（2）地震動評価に用いる地下構造モデルの設定

被告は、地震動評価に用いる地下構造モデルについて、従来は、昭和55年に敷地を含む遠州灘及び駿河湾沿いの地域において実施された屈折法地震探査^{*注}の結果と、敷地内で実施した深度300mまでのボーリング孔を利用したPS検層^{*注}の結果に基づいて設定したものを用いていたが（乙B第1号証6-5-30, 36頁）、平成20年調査において更に詳細なデータが得られたこ

とから、その調査結果を反映した見直しを行って、地震動評価に用いる地下構造モデルを改めて設定した（乙B第35号証19頁）。

具体的には、敷地内で実施したボーリング調査におけるPS検層、屈折法地震探査の結果等を用いて、統計的グリーン関数法及び理論的手法に用いる地下構造モデルをそれぞれ改めて設定した。なお、この地下構造モデルの設定に当たって、被告は、地震基盤面は地殻最上部にあるS波速度3km/s程度の堅硬な岩盤とされていることを踏まえ、S波速度が概ね3km/s程度であること及びそれ以深の速度変化が小さいことに基づき、標高約-5km付近を地震動評価における地震基盤面（ $V_s = 2,720 \text{ m/s} (= 2.72 \text{ km/s})$ ）と設定した。

そして、被告は、この地震動評価に用いる地下構造モデルについて、敷地内で実施した微動アレイ探査^{*注}により得られた観測位相速度^{*注}と地下構造モデルから算出した理論位相速度^{*注}との比較検討並びに地震観測記録から算出した観測レシーバ関数^{*注}と地下構造モデルから算出した理論レシーバ関数^{*注}との比較検討を実施するなどして、その妥当性の検証を行った。

（3）中越沖地震における地震動の増幅要因を踏まえた検討

被告は、中越沖地震における地震動の増幅要因として、柏崎刈羽原子力発電所の敷地周辺の地下構造における褶曲構造の影響及び地震基盤面の傾斜の影響が挙げられたことを踏まえ、本件原子力発電所の敷地周辺の地下構造調査の結果等に基づき、敷地周辺における地震基盤面及びそれ以浅の速度構造を対象として、地震基盤面の傾斜の状況など、地震動の増幅に影響を及ぼす速度構造の不整形性の有無につき検討を行った。その際には、敷地の地質構造には褶曲構造の一種である向斜構造^{*注}が認められることから、被告は、まず、この向斜構造について速度構造と対応しているかを検討した。

その結果、被告は、敷地の地質構造に認められる向斜構造は速度構造と対応

しておらず、地震動の増幅に影響を及ぼすものではないことを確認した後、敷地周辺における地震基盤面及びそれ以浅の速度構造においては中越沖地震で見られたような地震動の増幅に影響を及ぼす速度構造の不整形性は認められないことを確認しており、地震動評価に用いる地下構造モデルによる地盤増幅特性の評価を変えなければならない結果となっていないことを確認している。

ア 敷地の地質構造に認められる向斜構造に関する検討

本件原子力発電所の敷地には、同発電所の基礎岩盤である相良層が分布している。相良層には、同2号機と同3号機との間に概ね南北方向の向斜軸^{*注}を有する向斜構造（比木向斜）が認められる。

被告は、この敷地の地質構造に認められる向斜構造について、敷地周辺の地下構造調査結果等に基づき、これが柏崎刈羽原子力発電所の敷地周辺の地下構造における褶曲構造のように速度構造と対応し、地震動の増幅に影響を及ぼすものか否かについて検討した。

具体的には、被告は、屈折法地震探査及び反射法地震探査^{*注}における速度解析結果として得られたP波速度構造は、深度方向に漸増し、概ね水平成層を呈しており、敷地の地質構造に認められる向斜構造は、速度構造とは対応していないことを確認した。また、大深度ボーリング調査（No.0ないし3孔）におけるP S検層結果によれば、P波速度構造及びS波速度構造は、いずれも深度方向に漸増し、各調査地点の同じ深度における速度値は同程度となっており、同様に、向斜構造は速度構造とは対応していないことを確認した。

以上のことから、被告は、敷地の地質構造に認められる向斜構造は、柏崎刈羽原子力発電所の敷地周辺の地下構造における褶曲構造のように速度構造と対応するものではなく、地震動の増幅に影響を及ぼすものではないことを確認した。

イ 地震基盤面及びそれ以浅の速度構造に関する検討

被告は、敷地周辺の地下構造調査の結果等に基づき、敷地周辺における地震基盤面及びそれ以浅の速度構造を対象として、地震動の増幅に影響を及ぼす速度構造の不整形性が認められるか否かについて検討を行った。

まず、被告は、屈折法地震探査、反射法地震探査、大深度ボーリング調査（P S 検層）及び既往調査結果等に基づき、A層（解放基盤表面相当）ないしE層（地震基盤面相当）の5層からなる層境界を設定するとともに、各層に調査結果を踏まえた物性値（P波速度、S波速度及び密度）を与えて、敷地周辺の地震基盤以浅の深部地下構造モデルを作成した。そのうえで、敷地を中心として代表的な4方向に合計8断面となる二次元の解析断面を設定し、地震波の入射角を7方向に変化させて本件原子力発電所3ないし5号機の位置の地盤増幅率^{*注}を算定し、これと水平成層モデルの場合の地盤増幅率との比較検討を行った。

その結果、各号機の位置の地盤増幅率は、いずれの解析断面においても水平成層モデルの地盤増幅率と同程度であり、敷地周辺における地震基盤面及びそれ以浅の速度構造には、中越沖地震で見られたような地震動の増幅に影響を及ぼす速度構造の不整形性は認められないことを確認した。

（4）駿河湾の地震における本件原子力発電所5号機の地震動増幅を踏まえた検討

被告は、駿河湾の地震における本件原子力発電所5号機の地震動増幅の主要因（以下、同号機の地震動増幅を「5号機増幅」といい、その主要因を「5号機増幅要因」という。）について、平成21年調査において、大深度ボーリング調査のボーリング孔（No.2孔及びNo.3孔）を利用して実施したオフセットVSP探査^{*注}の初動トモグラフィ解析^{*注}結果において、周囲の岩盤に比べて顕著にS波速度が低下している構造（以下、「低速度層」という。）が認められ、この同号機周辺の地下浅部に確認された低速度層が、駿河湾の地震における5

号機増幅要因であると推定されるとの検討結果を取りまとめていた。

今般、被告は、平成21年9月以降継続的に実施してきた多点連続地震観測等の地震観測記録の分析結果の取りまとめ及び本件各調査の結果の取りまとめを踏まえ、改めて5号機増幅要因及び本件原子力発電所の地盤増幅特性について、以下に述べる全般的な検討・分析を行った（乙B第35号証添付資料－1）。

被告は、5号機増幅要因及び本件原子力発電所の地盤増幅特性の検討・分析に当たっては、自然地震によって生じ地下構造を伝播して敷地に到来した地震波を地震計で観測して分析を行うなどする地震観測記録に基づく検討と、人工震源によって発振し地下構造を伝播させた弾性波を調査測線に配置した受振器で受振して解析を行うなどする調査（地下構造調査）に基づく検討との二種類の方法に拠った。

地震観測記録に基づく検討としては、各号機で行っている鉛直アレイ観測^{*注}によって得られた地震観測記録のほか、多点連続地震観測の地震観測記録に基づき、本件原子力発電所1ないし4号機及び同5号機の地盤増幅特性の把握等を行った。

地下構造調査に基づく検討としては、本件各調査の結果に基づいて敷地周辺及び敷地近傍の地下構造を検討し、地震動の増幅に影響を及ぼす速度構造の不整形性が認められるか否かについて検討した。

そして、被告は、これらの検討結果を踏まえて5号機増幅要因の推定を行い、更に、推定した5号機増幅要因を含む地下構造モデルを作成して、本件原子力発電所5号機の地震観測記録の特徴の再現性を検討することで当該推定を検証するなど、5号機増幅要因に関する検討・分析を行った。

そのうえで、被告は、地震動評価に反映すべき本件原子力発電所1ないし4号機周辺及び同5号機周辺の地盤増幅特性を整理した。

ア 地震観測記録に基づく検討

被告は、駿河湾の地震及び同地震の余震等によって得られた地震観測記録に加えて、その他の自然地震の地震観測記録を用いて、以下に述べる検討を行った。

(ア) 鉛直アレイ観測に基づく検討

平成21年8月に発生した駿河湾の地震においては、本件原子力発電所の各号機の鉛直アレイ観測によって得られた地震観測記録において、同5号機の地震観測記録が他号機に比べて大きいことが確認されている。そこで、被告は、まず、鉛直アレイ観測によって得られた地震観測記録のうち、駿河湾の地震の本震の地震観測記録に基づく検討を行った。

具体的には、各号機の鉛直アレイ観測における地震観測記録のうち、建屋等の影響を受けにくく、SN比^{*注}が最も高いG. L. -100mの地震観測記録を対象として、駿河湾の地震の本震の地震観測記録の特徴を検討した。その結果、本件原子力発電所3、4号機の地震観測記録に対して、同5号機の地震観測記録においては、経時特性^{*注}の観点から見て、5号機増幅はS波主要動部^{*注}にのみ見られ、P波部^{*注}、Coda波部^{*注}には見られないこと及びS波主要動部では若干の位相遅れ^{*注}を伴い、一波目よりも二波目以降でより増幅が大きいことを確認した。また、周波数特性^{*注}の観点から見て、5号機増幅は、周期0.2ないし0.5秒付近の狭い範囲の周期帯で見られ、これ以外の周期帯では見られないことを確認した。更に、応答特性^{*注}の観点から見て、5号機増幅は、周期0.5秒以下の短周期側に見られ、それ以上の周期では見られないことを確認した（乙B第35号証添付資料-1 5頁）。

また、被告は、各号機の鉛直アレイ観測における地震観測記録のうち、駿河湾の地震の余震（余震①ないし③）の地震観測記録についても検討した。その結果、本震の震源位置に比較的近い余震①及び②については5号

機増幅が認められるが、本震の震源位置から離れた余震③には認められないことなどを確認した（同頁）。

更に、被告は、鉛直アレイ観測における地震観測記録について、地震波到来方向ごとの地盤増幅特性の検討を行った。駿河湾の地震及びその他の地震における地震観測記録について、本件原子力発電所3号機（3G1）を基準として、同4号機（4G1）及び同5号機（5G1，5RB）の最大加速度比、周期別S I 値比^{*注}を算定し、地震波到来方向ごとの地盤増幅特性を検討した。その結果、同3号機に対する同4号機の最大加速度比及び周期別S I 値比は、いずれの地震波到来方向においても1程度であるのに対し、同3号機に対する同5号機の最大加速度比及び周期別S I 値比は、駿河湾の地震の地震波到来方向（N60E^{*注}）付近では大きく、それ以外では1程度であることなどを確認した（同6，54，55頁）。

被告は、以上に述べた検討のほか、鉛直アレイ観測点における地震観測記録及び本件原子力発電所周辺の他機関の地震観測点（周辺観測点）の地震観測記録を用いて、駿河湾の地震における最大加速度と震源距離との関係についての検討及び地震観測記録と Noda et al.（2002）による応答スペクトル^{*注}との比についての検討も行っており、同5号機（5G1）の最大加速度は周辺観測点の平均レベルよりも大きく、距離減衰式と比較して1 σ 程度大きい^{*注}こと、地震観測記録と Noda et al.（2002）による応答スペクトルとの比は、駿河湾の地震における同号機のそれは周辺観測点の平均レベルよりも大きく、その他の地震（2011年駿河湾の地震（M6.2）及び2011年静岡県東部の地震（M6.4））においては、同3，4号機及び同5号機のいずれの応答スペクトル比も、周辺観測点の平均レベルと同程度であることなどを確認した（同6，7頁）。

（イ）多点連続地震観測に基づく検討

被告は、駿河湾の地震を受けて、敷地全体を対象に敷地内の多くの地点

に地震計を配置して地震観測点^{*注}を設置し、平成21年9月の観測開始以降平成24年12月末までの間に得られた、様々な方位で発生した地震の観測記録（各地震観測点当たり300ないし400程度）を用いて分析を行った（乙B第35号証添付資料－1 64, 65頁）。

敷地全体の解放基盤表面相当深さの地盤増幅特性を検討するため、自然地震の加速度フーリエスペクトル比^{*注}、微動アレイ探査の分散曲線^{*注}及びボーリングデータを用いて各観測点の表層地盤特性を推定し、地表で得られた地震観測記録からはざとり波^{*注}を推定した。そのうえで、この多点連続地震観測のはざとり波について、本件原子力発電所敷地のほぼ中央に位置するNo.7観測点に対するその他の観測点の振幅比^{*注}を算出して、地震波到来方向ごとの地盤増幅特性について検討を行った。

具体的には、まず、地震波到来方向や距離によって地震をグループ化して、各観測点の振幅比を検討した。その結果、本件原子力発電所5号機及び敷地東側の観測点では、駿河湾の地震のグループ及び同グループの遠方で発生した地震のグループの振幅比が大きく、中でも駿河湾の地震のグループが最も振幅比が大きいこと、同1ないし4号機周辺の観測点では、いずれの地震のグループにおいても振幅比が1程度であることを確認した（同7, 8, 66頁）。

次に、地震計の設置位置が近く、振幅比の傾向が似ている本件原子力発電所1ないし4号機周辺の観測点（No.3ないし8）と同5号機周辺の観測点（No.9ないし13）をグループ化し、No.7観測点を基準とした各地震の振幅比を地震波到来方向で整理して、地震波到来方向ごとの地盤増幅特性を検討した。その結果、同1ないし4号機周辺では、駿河湾の地震の地震波到来方向を含め、いずれの地震波到来方向の地震も振幅比が1程度であること、同5号機周辺では、駿河湾の地震の地震波到来方向を含むN30E^{*注}ないしN70E^{*注}の地震波到来方向の地震では振幅比が大きくなり、

それ以外の地震波到来方向の地震では1程度であることなどを確認した（同8，67，68頁）。

（ウ）地震観測記録に基づく地盤増幅特性及び5号機増幅要因の検討

被告は，上記（ア）及び（イ）の検討結果から，本件原子力発電所1ないし4号機及び同5号機の地盤増幅特性について，同1ないし4号機周辺の地盤増幅特性は，駿河湾の地震の地震波到来方向を含め，いずれの地震波到来方向でも顕著な増幅は見られず，周辺観測点の地盤増幅特性と同程度であること，同5号機周辺の地盤増幅特性は，駿河湾の地震の地震波到来方向付近（N30EないしN70E）では顕著な増幅が見られるが，その他の地震波到来方向ではそのような増幅は見られず，周辺観測点の地盤増幅特性と同程度であることをそれぞれ確認した（乙B第35号証添付資料－1 9頁）。

また，被告は，地震観測記録に基づき5号機増幅要因について検討を行い，駿河湾の地震の本震における本件原子力発電所5号機の地震観測記録の特徴として，S波主要動部の位相遅れ及び短周期側の狭い範囲において地震動の増幅が見られることが確認されていることから，5号機増幅要因は，深さ数百m以浅の地下浅部に存在する，S波速度が低下した不均質構造と推定した。また，5号機増幅は駿河湾の地震の地震波到来方向付近にのみ見られることから，5号機増幅要因は，同号機から駿河湾の地震の地震波到来方向にかけて局所的に分布しているものと推定した（同頁）。

イ 地下構造調査結果に基づく検討

被告は，中越沖地震において柏崎刈羽原子力発電所の地震動が地下構造の影響によって増幅したことを踏まえて行った平成20年調査においては，主に本件原子力発電所の敷地周辺の地下構造を把握するため，敷地周辺の地下構造を対象として，屈折法地震探査，反射法地震探査，大深度ボーリング調

査（P S 検層）等の各種地下構造調査を実施した。また、駿河湾の地震における 5 号機増幅を踏まえて行った平成 21 年調査及び平成 22 年調査においては、同発電所の敷地近傍の地下構造をより詳細に把握するため、敷地近傍の地下構造を対象として、より詳細な速度構造を把握する調査として、陸域においてはオフセット V S P 探査及び大深度ボーリング調査（P S 検層）を、海域においてはベイケーブル探査^{*注}及び海域発振オフセット V S P 探査^{*注}を実施した。また、地質構造を把握する調査として、陸域・海域反射法地震探査及びボーリング調査（ボーリングコア観察、室内試験^{*注}）等を実施した（乙 B 第 35 号証添付資料－1 9, 10 頁）。

これらの本件原子力発電所の敷地周辺及び敷地近傍の地下構造を対象とした地下構造調査の結果に基づいて、被告は、以下に述べるとおり、地震動の増幅に影響を及ぼす速度構造の不整形性が認められるか否かについて検討を行った。

（ア）敷地周辺の地下構造に関する検討

被告は、前記（3）において述べた、敷地の地質構造に認められる向斜構造は速度構造と対応しておらず、地震動の増幅に影響を及ぼすものではないこと並びに地震基盤面及びそれ以浅の速度構造においては、中越沖地震で見られたような地震動の増幅に影響を及ぼす速度構造の不整形性が認められないとの検討結果を踏まえ、敷地周辺の地下構造を対象とした地下構造調査の結果においては、5 号機増幅要因となり得る、地震動の増幅に影響を及ぼす速度構造の不整形性は認められないものと判断した（乙 B 第 35 号証添付資料－1 10, 11 頁）。

（イ）敷地近傍の地下構造に関する検討

被告は、駿河湾の地震を踏まえ実施した、敷地近傍の地下構造を対象としたより詳細な地下構造調査の結果に基づき、地震動の増幅に影響を及ぼす速度構造の不整形性の有無について検討を行った。

被告は、平成21年調査において、大深度ボーリング調査のボーリング孔（No.2孔及びNo.3孔）を利用して実施したオフセットVSP探査のS波の初動トモグラフィ解析結果において、周囲の岩盤に比べて顕著にS波速度が低下している構造が認められ、この本件原子力発電所5号機周辺の地下浅部に確認された低速度層が、駿河湾の地震における5号機増幅要因と推定されるとの検討結果を取りまとめている。

そのうえで、被告は、低速度層の分布形状等を詳細に確認することなどを目的として、平成22年調査において、改めて多数の測線でのオフセットVSP探査を実施した。

その結果、被告は、同探査の敷地東側の測線におけるS波の初動トモグラフィ解析によって得られたS波速度構造において、従前の調査で認められたとおり、本件原子力発電所5号機周辺の地下浅部に、地震動の増幅に影響を及ぼす速度構造の不整形性と認められる低速度層を確認した。また、敷地西側には低速度層は確認されていない（乙B第35号証添付資料－112頁）。

更に、低速度層の詳細構造を検討する観点からS波の波形全体を用いて行った解析（フルウェーブインバージョン解析^{*注}）によって得られたより詳細なS波速度構造においても、初動トモグラフィ解析と同様の位置に低速度層を確認するとともに、低速度層の内部は、低速度部が一様に分布するのではなく、濃淡のある不均質な速度構造の集合体であること、及びS波の速度低下が顕著であることについて確認した（同頁）。

なお、P波の初動トモグラフィ解析結果においては、S波速度構造において認められる低速度層に対応するP波の速度低下は認められない（同頁）。

また、低速度層の位置におけるボーリング調査のPS検層結果によれば、オフセットVSP探査の初動トモグラフィ解析結果ほど明瞭ではないが、低速度層に対応する深さにS波速度の低下が見られ、P波速度及び密度検

層結果には変化は見られていない。また、海域において実施したペイケーブル探査結果及び海域発振オフセットVSP探査結果等によれば、これらの探査から得られたS波速度構造において、本件原子力発電所5号機前面の海域部及びその他の海域部には、陸地の敷地東側で確認された低速度層は認められない（同13頁）。

被告は、低速度層と地質的特徴との対応関係についても検討を行った。その結果、低速度層に対応する位置の反射法地震探査における反射断面は周辺の構造と不調和であり、層理面と斜交した不規則な反射面^{*注}を示していること、ボーリングコアに認められる連続した乱堆積構造^{*注}が本件原子力発電所5号機より北東側に多く認められ、低速度層の分布と整合的であること、ボーリングコアを用いた室内試験結果及び薄片観察^{*注}結果によれば、周辺に比べて空隙の多い傾向が見られることなどを確認した（同13、14頁）。

以上の検討を踏まえ、被告は、低速度層は敷地東側に分布し、敷地の西側及び海側には分布していないことを確認し、その三次元分布の推定を行った。また、層理面と斜行した不規則な反射面が見られる、乱堆積構造が連続している、空隙が多い傾向が見られるなど、低速度層の地質的特徴についても整理した。

（ウ）地下構造調査結果に基づく地盤増幅特性及び5号機増幅要因の検討

被告は、上記（ア）及び（イ）における敷地周辺及び敷地近傍の地下構造を対象とした地下構造調査の結果を踏まえ、地震動の増幅に影響を及ぼす速度構造の不整形性の有無について検討を行った。

その結果、敷地周辺の地下構造を対象とした地下構造調査の結果においては地震動の増幅に影響を及ぼす速度構造の不整形性は認められず、敷地近傍の地下構造を対象としたより詳細な地下構造調査の結果において、周囲に比べて顕著にS波速度が低下した低速度層を確認した。この低速度層

は、陸域・海域で実施した複数の地下構造調査結果により、敷地東側に分布し、敷地西側及び海側には分布していないことを確認した。更に詳細に見ると、低速度層は、本件原子力発電所5号機から駿河湾の地震の地震波到来方向である北東方向にかけて、深さ数百mの地下浅部に局所的に分布していると考えられ、その内部は濃淡のある不均質な速度構造の集合体であることを確認した。また、被告は、低速度層が確認された場所では、周囲と異なる地質的特徴が認められることも確認した（乙B第35号証添付資料－1 15頁）。

ウ 5号機増幅要因の検討・分析結果

被告は、上記イの地下構造調査結果に基づく検討において認められた低速度層について、同層が、周囲に比べて顕著にS波速度が低下し、本件原子力発電所5号機から駿河湾の地震の地震波到来方向である北東方向にかけて、深さ数百mの地下浅部に局所的に分布しており、これらの特徴は、前記アにおいて述べた地震観測記録に基づく検討における5号機増幅要因の考察結果と整合していることを確認し、これらのことから、5号機増幅要因はこの低速度層によるものと推定した（乙B第35号証添付資料－1 15頁）。

更に、被告は、この5号機増幅要因の推定結果を検証するため、地下構造調査結果等に基づき低速度層を含む浅部地下構造モデル^{*注}を作成し、三次元有限差分法^{*注}による解析検討を行って、駿河湾の地震において本件原子力発電所5号機で観測された地震観測記録の特徴を再現できるかどうかについて検討を行った。

浅部地下構造モデルは、低速度層を母岩である相良層の内部にモデル化する方針とし、上記イにおいて述べたとおり、低速度層の内部は濃淡のある不均質な速度構造の集合体であることを踏まえ、これを低速度層の内部に更に速度が低い構造（小低速度層）としてモデル化した。低速度層の分布領域・

形状については、地下構造調査結果において推定した低速度層の三次元分布に基づいて設定し、小低速度層の分布領域・形状は、地震観測記録の特徴が説明できるようにチューニングを行って設定した。そのうえで、被告は、作成した浅部地下構造モデルを用いて、三次元有限差分法による解析検討を行った。また、上記検討を行うに当たっては、駿河湾の地震の震源位置を含む深部地下構造モデルを作成し、二次元のレイトレーシング解析^{*注}を行って、浅部地下構造モデルの底面への地震波の入射角を 20° に設定した（同15、16頁）。

被告は、このようにして得られた低速度層を含む浅部地下構造モデルを用いた三次元有限差分法による解析結果と、本件原子力発電所5号機（5G1）において確認された地震観測記録の特徴とを比較した。その結果、周波数特性の観点から見て、5号機増幅は周期0.2ないし0.5秒付近の狭い範囲の周期帯にのみ見られるところ、解析結果はこれらの特徴と整合していること、経時特性の観点から見て、5号機増幅はその地震観測記録の特徴として水平動でS波主要動部に顕著な増幅が見られ、やや位相遅れを伴うとともに、一波目より二波目以降でより顕著な増幅が見られ、鉛直動の位相特性^{*注}はランダムであって明瞭な特徴は見られないところ、解析結果はこれらの特徴を概ね再現していること、更に、地震波到来方向ごとの地盤増幅特性について、地震観測記録の特徴として、同5号機周辺では、駿河湾の地震の地震波到来方向付近（N30EないしN70E）の地震で顕著な増幅が見られるとともに、その他の方向の地震では同様の増幅は見られない（No.7観測点を基準とした各地震の振幅比は1程度であって、1よりやや小さい傾向も見られる）ところ、解析結果はこれらの特徴と概ね整合していることをそれぞれ確認した（同16、17頁）。

なお、被告は、上記解析結果を用いて5号機増幅のメカニズムの検討も行った。解析結果の経時的变化を示すスナップショット^{*注}によると、下方か

ら入射する平行な波面^{*注}が、内部に小低速度層を含む低速度層を通過すると、下方に凹形状に屈曲していき、それとともに一部の振幅が大きくなっている。これは、下方から伝播する地震波は低速度層及び小低速度層それぞれの境界部で屈折するとともにそれぞれの層内の伝播速度が異なることにより、その波面が凹形状に屈曲するものと推定される。被告は、この波面の凹形状の屈曲により、地震波が干渉して増幅するフォーカシング現象^{*注}が5号機増幅のメカニズムであると推定した（同17, 18頁）。

以上のことから、被告は、5号機増幅要因については、本件原子力発電所5号機から駿河湾の地震の地震波到来方向である北東方向にかけて分布する低速度層であることを確認した。また、その増幅のメカニズムは、低速度層による波面の屈曲により地震波が干渉して増幅するフォーカシング現象と考えられることを確認した（同18頁）。

エ 本件原子力発電所の地盤増幅特性

被告は、前記アの地震観測記録に基づく検討により、本件原子力発電所の地震波到来方向ごとの地盤増幅特性を把握した。また、前記イの地下構造調査結果に基づく検討により、地震動の増幅に影響を及ぼし得る速度構造の不整形性と認められる低速度層を確認し、上記ウにおいて、5号機増幅要因がこの低速度層によるものと推定し、浅部地下構造モデルを用いた解析検討によってそれを検証した。

これらの検討結果を踏まえ、被告は、地震動評価において反映すべき本件原子力発電所1ないし4号機周辺及び同5号機周辺の地盤増幅特性について以下のとおり整理した。

本件原子力発電所1ないし4号機周辺の地盤増幅特性は、5号機増幅要因である低速度層の影響はなく、駿河湾の地震の地震波到来方向を含め、いずれの地震波到来方向でも顕著な増幅は見られず、周辺観測点の地盤増幅特性

と同程度であることを確認し、地震動評価に用いる地下構造モデルによる地盤増幅特性の評価を変えなければならない結果となっていないことを確認した（乙B第35号証添付資料－1 18頁）。

次に、本件原子力発電所5号機周辺の地盤増幅特性は、5号機増幅要因である低速度層の影響により、駿河湾の地震の地震波到来方向付近では顕著な増幅が見られるが、その他の地震波到来方向ではそのような増幅は見られず、周辺観測点の地盤増幅特性と同程度であることを確認した（同頁）。

3 本件原子力発電所の地震動評価及び施設影響評価

被告は、前記1で述べた南海トラフ検討会の強震断層モデルを震源として用い、上記2で述べた地盤増幅特性を反映して本件原子力発電所の地震動評価を行った。その際には、5号機増幅を反映した地震動評価も併せて行った。

そのうえで、被告は、この地震動評価の結果に基づき、本件原子力発電所の施設影響評価を行い、南海トラフ検討会の強震断層モデルに基づく地震動評価結果は、同3、4号機の耐震安全性に特段の影響を及ぼさないこと、同5号機について現状の停止状態において安全性を確保するために必要な施設の耐震性が確保されていることをそれぞれ確認した。

（1）南海トラフ検討会の強震断層モデルに基づく地震動評価

ア 南海トラフ検討会の強震断層モデルに基づく本件原子力発電所の地震動評価

被告は、本件原子力発電所における、南海トラフ検討会の強震断層モデルに基づく地震動評価を行った。

具体的には、南海トラフ検討会の強震断層モデルの基本ケース及び東側ケース並びに被告が独自に設定した直下ケースについて、統計的グリーン関数法を用いたハイブリッド合成法による地震動評価を行った。この地震動評

価を行うに当たっては、前記2（2）において述べた、地下構造調査結果を反映して設定した地震動評価に用いる地下構造モデルを用いた。

これにより、南海トラフ検討会の強震断層モデルに基づく地震動評価として、最大加速度（水平）が、基本ケースでは約400ないし600ガル程度、東側ケース及び直下ケースでは約800ないし1000ガル程度となる結果を得た（乙B第35号証4，5頁）。

なお、すでに述べたとおり、被告は内閣府から南海トラフ検討会の強震断層モデルについてのデータ提供を受けており、その中には同モデルの基本ケースの本件原子力発電所敷地の位置の工学的基盤^{*注}における加速度時刻歴波形データが含まれる。被告は、このデータと上記被告の行った基本ケースの地震動評価結果とを比較して、両者が概ね整合していることを確認している（同5頁）。

イ 5号機増幅を反映した地震動評価

被告は、南海トラフ検討会の強震断層モデルに基づき、5号機増幅を反映した地震動評価を行った。

まず、被告は、5号機増幅の地震動評価への反映方法については、地震観測記録に基づいて5号機増幅係数を設定し、統計的グリーン関数法を用いる際に算定する小断層のグリーン関数（強震断層モデルの断層面を複数に分割した各小断層から評価地点に到来する地震波）に、上記の5号機増幅係数を乗ずる方法を採用することとし、その際、グリーン関数に5号機増幅係数を乗ずる小断層は5号機の顕著な増幅が見られた地震波到来方向を踏まえて選定することとした。そして、被告は、この反映方法の検証として駿河湾の地震の本震の地震観測記録の再現検討を行い、適切に地震観測記録が再現できることを確認した。（乙B第35号証5，6頁，同号証添付資料－1 19，20頁）。

そのうえで、被告は、南海トラフ検討会の強震断層モデルについて、駿河湾の地震の地震波到来方向に位置する小断層に対し5号機増幅を反映して地震動評価を行った。具体的には、安全評価上、敷地への影響が大きい東側ケース及び直下ケースにおける敷地直下付近の強震動生成域の位置を変更し、駿河湾の地震の地震波到来方向にかけて集約することによって、5号機増幅の見られた駿河湾の地震の地震波到来方向付近（N30EないしN70E）を包絡するように強震動生成域を設定し、この強震動生成域の小断層のグリーン関数に5号機増幅係数を乗ずることで、5号機増幅を地震動評価に反映した。なお、被告が設定した破壊開始点3は駿河湾の地震の地震波到来方向に集約した強震動生成域の破壊を本件原子力発電所の敷地に向かって進行させる位置にあり、敷地に対するディレクティビティ効果^{*註}も考慮したものとなっている。

これにより、南海トラフ検討会の強震断層モデルに基づき、5号機増幅を反映した地震動評価として、最大加速度（水平）が、約1400ないし1900ガル程度との結果を得た（乙B第35号証6頁）。

（2）南海トラフ検討会の強震断層モデルに基づく地震動評価結果による施設影響評価

被告は、南海トラフ検討会の強震断層モデルに基づく地震動評価結果を用いて本件原子力発電所の施設影響評価を行った。以下、原告らが運転の差止めを求める同3ないし5号機についてその内容を述べる。

被告は、前記（1）アで述べた、南海トラフ検討会の強震断層モデルに基づく地震動評価結果を用いて、本件原子力発電所3、4号機に対する影響評価を行った（乙B第35号証9～11頁）。

具体的には、まず、南海トラフ検討会の強震断層モデルに基づく地震動評価結果（最大加速度（水平）約400ないし1000ガル）の応答スペクトルは、

被告が自主的な取り組みとして実施した耐震裕度向上工事に当たって設定した仮想の目標地震動（同約1000ガル）の応答スペクトルにほぼ包絡されていることを確認した（同号証9，35頁）。

そのうえで、被告は、南海トラフ検討会の強震断層モデルに基づく地震動評価結果から代表波（約1070ガル）を選定して、本件原子力発電所4号機について、原子炉建屋の地震応答解析を行い、目標地震動による原子炉建屋の応答との比較検討を実施した。その結果、当該代表波による原子炉建屋の応答は、応答加速度^{*注}、せん断力^{*注}及び曲げモーメント^{*注}のいずれの点においても目標地震動による応答を下回っていることを確認した（同9，10頁）。なお、この原子炉建屋の地震応答解析は同号機を代表として行ったが、同3号機と同4号機とは、原子炉建屋の構造はほぼ同一であり、建屋の応答性状もほぼ同じであることが、従来から実施してきている原子炉建屋の地震応答解析の結果から分かっている。

このようにして、被告は、南海トラフ検討会の強震断層モデルに基づく地震動評価結果は、本件原子力発電所3，4号機の耐震安全性に特段の影響を及ぼさないことを確認した。

これに加え、念のため、被告は、上記代表波を用いて、本件原子力発電所3，4号機の現状の停止状態において安全性を確保するために必要な施設である、原子炉建屋、基礎地盤及び燃料ラックについての耐震性評価を行い、いずれの施設についても耐震性が確保されていることについても確認した（同10，11頁）。

また、被告は、上記（1）イで述べた、南海トラフ検討会の強震断層モデルに基づき、5号機増幅を反映した地震動評価結果を用いて、本件原子力発電所5号機に対する影響評価を行った（同11～13頁）。

具体的には、被告は、南海トラフ検討会の強震断層モデルに基づき、5号機増幅を反映した地震動評価結果から、施設への影響が最も大きいと考えられる

ものとして最大加速度(水平) 1916ガルの地震動を選定し、これを用いて、本件原子力発電所5号機の現状の停止状態において安全性を確保するために必要な施設である、原子炉建屋、基礎地盤及び燃料ラックについての耐震性評価を行い、いずれの施設についても耐震性が確保されていることを確認した。

(3) 今後の対応

被告は、上記(1)及び(2)において述べた地震動評価結果及び施設評価結果を踏まえると、本件原子力発電所5号機の安全上重要な施設を中心として、今後、より一層の耐震性の向上を図ることが必要と見込んでおり、地震対策について、内閣府の検討状況や新規制基準を踏まえ、同3ないし5号機の施設全般を対象として、具体的な工事対象施設や設計の検討を進め、平成25年度内のできるだけ早い段階で工事計画を取りまとめることとした。また、現在実施中の防波壁を含む津波対策についても、耐震性の精査や必要な設計見直しを行って工事を進める必要があることから、その完工目標を平成26年度末へと見直した(乙B第33号証)。

4 新規制基準への対応に向けた取り組み

原子力規制委員会における新規制基準の策定に関しては、平成25年6月28日、原子炉等規制法の発電用原子炉施設の設置、運転等に関する規制についての規定の改正を受けた原子力規制委員会規則等が制定され、同年7月8日、原子炉等規制法の上記改正に係る部分及び上記原子力規制委員会規則等が施行された(原子力規制委員会設置法附則17条、1条ただし書4号、平成25年政令第190号、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附則1項他)。

現在、被告は、上記の新規制基準等を踏まえた必要な対応について検討を進めているところである(乙C第2号証)。

以 上

(注1) 強震断層モデル

強震断層モデルとは、震源断層モデル（地震時に動く震源断層をモデル化したもの）のうち、地震時に震源断層から発生する強震動（周期数秒程度までの、地震時に構造物に被害をもたらす破壊力のある強い地震動）を評価するため、断層の形状や地震時の断層面での破壊の伝播等をモデル化したものをいう。また、地震時に海底の地殻変動によって生ずる津波を評価するため、断層の形状や地震時の断層の動き、それによって生ずる地殻変動等をモデル化したものを、津波断層モデルという。

強震断層モデルも津波断層モデルのいずれも、単に震源断層モデル（震源モデル、断層モデル）と呼ばれることがあるが、南海トラフ検討会は、誤解が生じないように、上記のように用語を整理して用いることとしている。

(注2) 強震動生成域

強震動生成域とは、断層面の中で特に強い地震動（強震動）を発生させる領域をいう。従来、中央防災会議（2003）の強震断層モデルなどでは、この領域はアスペリティと呼ばれていた。アスペリティは、専門家の中でも多様な意味を持つ用語として使用されてきており、主として強震動を発生させる領域と断層すべりの大きな領域の両方を示す用語とされてきたが、東北地方太平洋沖地震の詳細な解析の結果、両者は必ずしも一致するものでなく、領域的にも異なる場合があることが明らかとなったことから、南海トラフ検討会は、誤解が生じないように、強震動を発生させる領域について強震動生成域と呼ぶこととしたとしている。

(注3) 固着率

固着率とは、海洋プレートが陸側のプレートの下に沈み込む、プレートの沈み込み境界において、海洋プレートが沈み込んだ量に対するそのプレート境界で発生したプレート間地震によるすべり量の割合をいう。プレート境界が固着していることにより、海洋プレートの沈み込みに伴って陸側のプレートには歪みが蓄積し、その

歪みが解放されることによってプレート間地震が発生するが、ゆっくりすべりなどの非地震性すべりによっても蓄積されたプレートの歪みは解放されるため、一般には固着率は1より小さい。

(注4) 地震基盤面

地震基盤面とは、地震動評価の際に設定する、これより深部では地震波が増幅の影響を受けないと考えられるS波速度が3 km/s 程度以上の岩盤面をいう。地震動評価では、一般に、震源から評価地点までの地震波の伝播に係る特性を、震源から距離が遠ざかるほど地震波の振幅が減少する、震源から評価地点下方の地震基盤面までの地震波の伝播に係る特性（伝播経路特性）と、評価地点の地下の速度構造に応じて地震波の振幅が増大する、地震基盤面から評価地点までの地震波の伝播に係る特性（地盤増幅特性）とに分けて検討する。

(注5) 地盤増幅特性

地盤増幅特性とは、震源から放出された地震波が、地震基盤（「地震基盤面」参照）以浅の地盤を伝播する際に、評価地点の地下の速度構造に応じて地震波の振幅がどのように増幅するかについての性質をいう。「サイト（増幅）特性」又は「地下構造特性」とも呼ばれる。なお、原子力発電所の耐震設計に当たっては基準地震動等を解放基盤表面において設定するが、解放基盤表面から地震波が伝播し、原子炉建屋等の構築物を揺らす際には、建屋と地盤との相互作用等により地震動の減衰が生ずることもある。

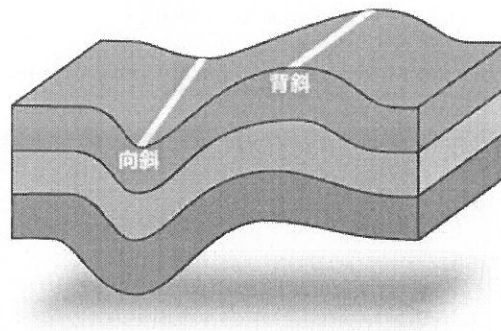
(注6) 地震動評価に用いる地下構造モデル

地震動評価に用いる地下構造モデルとは、統計的グリーン関数法や理論的手法を用いた地震動評価を行うに当たり、評価地点の地盤増幅特性を地震動評価に反映することを目的に設定する地下構造モデルをいう。

本件原子力発電所においては、地震動評価に用いる地下構造モデルとして、個別地点の地震動評価を行う場合に一般的に用いられる、当該地点の地下の速度構造を水平成層とみなした一次元地下構造モデルを用いている。

(注7) 褶曲構造, 向斜構造, 向斜軸

褶曲構造とは、地殻運動によって地層が波状に屈曲した地質構造をいう。また、向斜構造とは、褶曲構造のうち波の谷に相当する部分をいう。向斜構造の底を連ねた線を向斜軸という。なお、褶曲構造のうち、波の山に相当する部分は背斜構造、背斜構造の頂を連ねた線は背斜軸という。



(注8) 多点連続地震観測

多点連続地震観測とは、微小な振幅の揺れも観測できる高感度の地震計を用いた地表の地震観測点を多数設置し、地震発生の有無にかかわらず観測点での揺れを24時間連続して記録することで、小規模な地震を含めた多数の地震による揺れを観測する観測方法をいう。多点連続地震観測では、比較的短期間に多くの地震観測記録を取得して、地震による揺れの面的な分布を把握することができる。

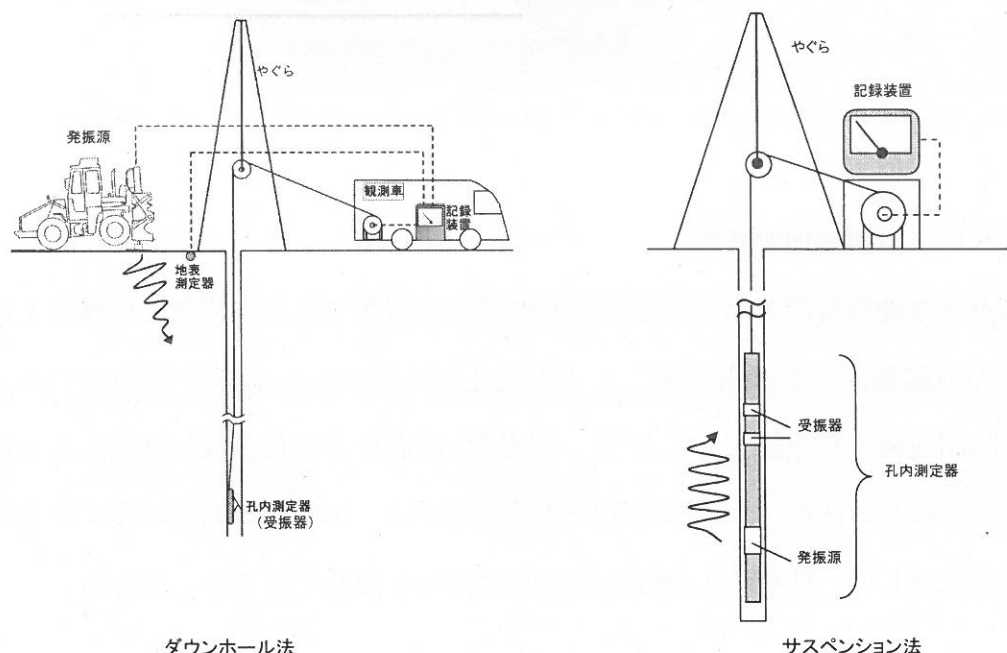
(注9) 屈折法地震探査

屈折法地震探査とは、地表付近又は海面付近で人工的に弾性波（P波又はS波）を発生させ、地下の速度層の境界で屈折して地中を伝播する屈折波を、地表又は海

底等に設置した受振器で観測し、その結果を解析して地下の速度構造を解明する探査法をいう。地中を伝わる実体波であるP波とS波のうち、P波の初動を利用するのが一般的である。発振源は、陸域においては起振車、発破など、また、海域においてはエアガンなど、様々なものが用いられる。

(注10) PS検層

PS検層とは、ボーリング孔を利用して、地下を伝播する弾性波（P波及びS波）の深さ方向の速度分布を測定する方法をいう。速度検層ともいう。具体的な測定法として、ダウンホール法とサスペンション法とがある。地上に設けた発振源から発生させた弾性波をボーリング孔内の受振器で観測し、各深度におけるP波及びS波の速度を測定する方法をダウンホール法という。また、ボーリング孔内に設けた発振源から発生させた弾性波をボーリング孔内の受振器で観測し、各深度におけるP波及びS波の速度を測定する方法をサスペンション法という。



(注11) 微動アレイ探査

微動アレイ探査とは、地震が発生していないときにも見られる地表等における常

時微動を、地表面等の水平方向に複数配置した地震計で記録し、その微動の分散曲線（「分散曲線」参照）から地下の速度構造を推定する探査手法をいう。

（注 1 2）観測位相速度，理論位相速度

位相速度とは、波の位相，すなわち、波のある特定の部分（例えば、波の山や谷の先端など）が進んでいく速度をいう。観測した地震動の位相速度を観測位相速度といい、地下構造モデルから理論的に算出される位相速度を理論位相速度という。

（注 1 3）観測レシーバ関数，理論レシーバ関数

レシーバ関数とは、地震動の P 波部分の水平成分と上下成分のスペクトル比を時間領域で表現したものをいう。レシーバ関数は、地下の速度構造に関する情報が含まれることから、速度構造を推定する手掛かりにすることができる。観測した地震動から求めたレシーバ関数を観測レシーバ関数といい、地下構造モデルから理論的に算出されるレシーバ関数を理論レシーバ関数という。

（注 1 4）反射法地震探査

反射法地震探査とは、地表又は海面付近で人工的に弾性波（P 波又は S 波）を発生させ、地下の音響インピーダンス（弾性波速度と密度とを掛けた量）の異なる境界で反射して戻ってきた反射波を、地表又は海面付近に設置した受振器で観測し、その結果を解析して地下の地質構造等を求める探査法をいう。発振源は、陸域においてはハンマー、起振車、発破など、また、海域においてはエアガン、ブーマーなど、様々なものが用いられる。

（注 1 5）地盤増幅率

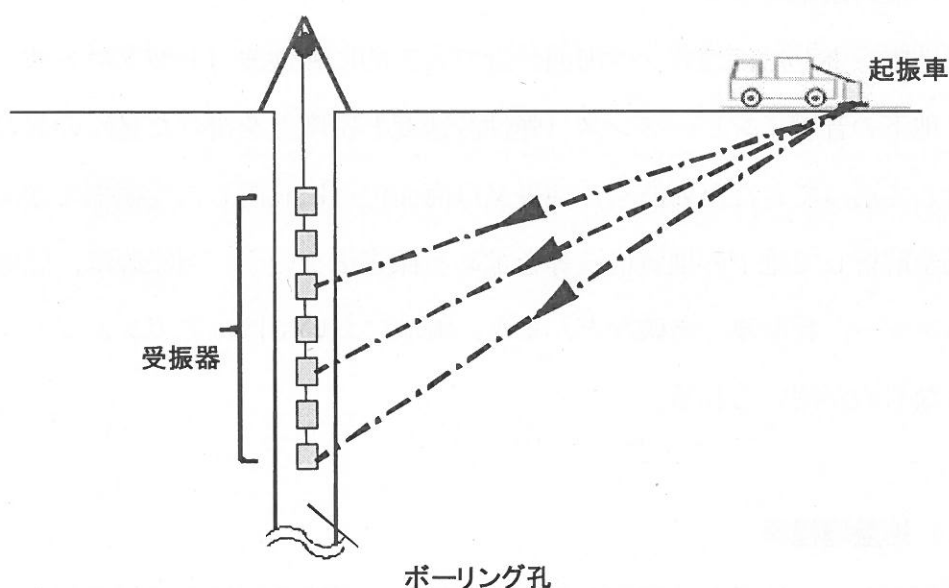
地盤増幅率とは、地盤を地震波が伝播する際に地震波の振幅が当初の振幅から増幅するその比率をいう。被告の行った地震基盤面及びそれ以浅の速度構造に関する

検討においては、検討に用いた深部地下構造モデルの解析断面において、最下部に
入力した地震波と、解放基盤表面相当の最上部における地震波との振幅の比率を求
めることにより、地盤増幅率を検討している。

(注16) オフセットVSP探査

VSP探査とは、地上に設けた発振源で発振し地下構造を伝播させた弾性波を、
ボーリング孔内に一定間隔で設置した受振器により受振し、地下の速度構造の解析
を行う手法をいう。

孔口付近に発振源を設置するものをゼロオフセットVSP探査、発振源が一定距
離離れているものをオフセットVSP探査という。また、オフセットVSP探査の
うち、特に孔口から複数のオフセット距離に発振源を配置したものをマルチオフ
セットVSP探査という。今回被告が実施した調査は、厳密にはこれに当たる。
ボーリング孔を利用したPS検層では、ボーリング位置において、深さ方向に一次
元の速度構造が得られるのに対し、マルチオフセットVSP探査では、調査地点周
辺の地下の速度構造を面的に把握することができる。



(注17) 初動トモグラフィ解析, フルウェーブインバージョン解析

初動トモグラフィ解析とは, 発振源からの弾性波を受振器で最初に受振した初動を対象として, その伝播時間を理論的に説明できるよう, 地下の速度構造を詳細に求める解析手法をいう。

また, フルウェーブインバージョン解析とは, 受振器において受振した弾性波の波形全体の伝播時間を理論的に説明できるよう, 地下の速度構造を求める解析手法をいう。フルウェーブインバージョン解析は, 初動トモグラフィ解析よりも多くの情報を用いるため, 地下の速度構造をより詳細に求めることができる。

(注18) 鉛直アレイ観測

鉛直アレイ観測とは, 鉛直方向に地震計を複数設置して行う地震観測をいう。

本件原子力発電所敷地においては, 各号機の近傍又は建屋直下に鉛直アレイ観測点が設けられている。

- ・ 2号機：自由地盤観測点 2 G 1
- ・ 3号機：自由地盤観測点 3 G 1, 3 G 2
- ・ 4号機：自由地盤観測点 4 G 1
- ・ 5号機：自由地盤観測点 5 G 1

建屋直下地盤観測点 5 R B

(注19) S N比

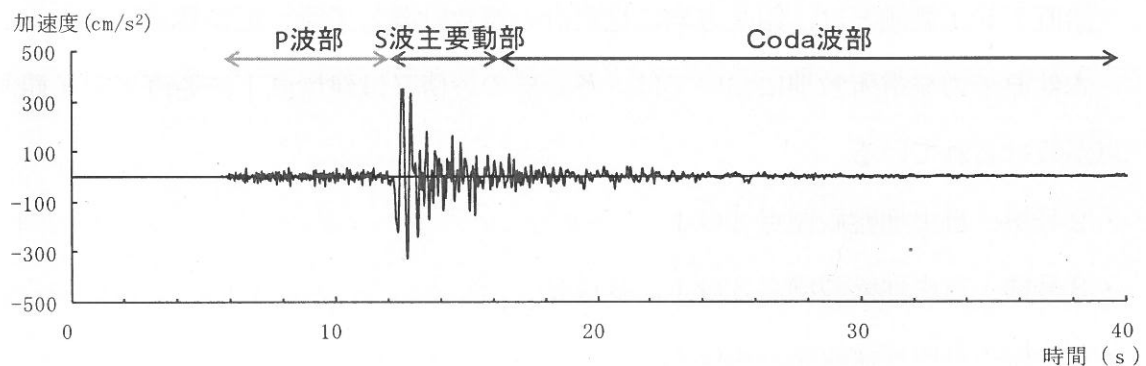
S N比とは, 雑音 (Noise) に対する信号 (Signal) の比をいう。本書面では, 地震観測点における地震によってその場所が揺れていないときの周辺施設の振動などによる定常的な揺れに対する地震による揺れの比の意味で用いている。S N比が高い地震観測記録は, 定常的な揺れの影響が小さいことから, 地震による揺れの分析に適している。

(注 2 0) 経時特性, 位相特性

経時特性とは, 地震動の時刻歴波形の振幅がどのように時間変化しているかを表す特性をいう。位相特性ともいう。

(注 2 1) S波主要動部, P波部, Coda波部

地震動の時刻歴波形は, P波(縦波)部分とS波(横波)部分とに分けられ, S波部分は更にS波主要動部とCoda波部とに分けられる。P波部とは, P波の到達時刻からS波の到達時刻までの部分をいう。S波主要動部とは, S波の到達時刻以降, S波の大きな振幅が継続している部分をいう。また, Coda波部とは, S波主要動部の後に見られるランダムな位相を持った波が続く部分をいう。



地震動の加速度時刻歴波形の例

(注 2 2) 位相遅れ

位相遅れとは, 地震動の時刻歴波形において, 位相, すなわち, 時刻歴波形のある特定の部分(例えば, 波の山や谷の先端など)が, 比較対象とした時刻歴波形から遅れていることをいう。

(注 2 3) 周波数特性

周波数特性とは, 地震動の振動成分のうち, どの周波数の振動成分が, どの程度の振幅を有しているかを表す特性をいう。地震動は, 1個の周波数しか持たない単

純な振動でなく、種々の周波数の振動成分が重なり合った周波数特性を有する。

(注24) 応答特性

応答特性とは、地震動がいろいろな固有周期（地震等の外力を受けたときに、構築物及び機器・配管は、その振動特性に応じて、速く揺れるか、ゆっくり揺れるかといったそれぞれ固有の揺れの周期を持って揺れる。その独自の周期（単位：秒）を当該構築物及び機器・配管の固有周期という。）を持つ構築物及び機器・配管に対して、どのような揺れ（応答）を生じさせるかを表す特性をいう。

(注25) 周期別S I 値（比）

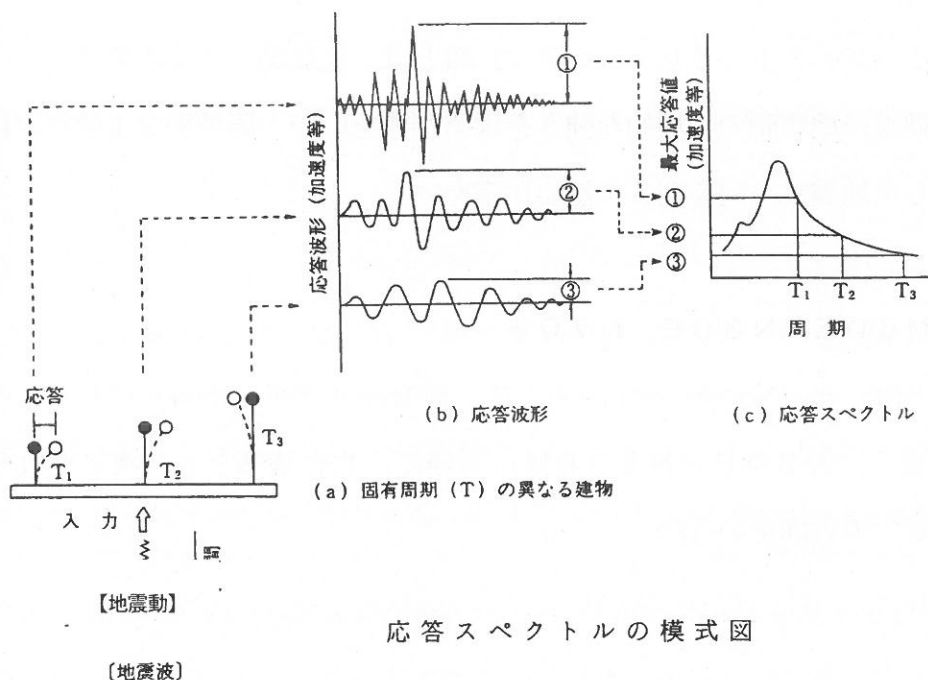
周期別S I（スペクトルインテンシティ）値とは、地震動の速度応答スペクトルからある周期帯の地震動の平均的な強さを求めた値をいい、周期別S I 値比とは、比較対象とした地震動の周期別S I 値の比率をいう。

(注26) N60E, N30E, N70E

N60Eとは、北（North）を基準として、時計回りで東（East）に60°の方向をいう。また、N30E, N70Eは、同様に、北を基準として東にそれぞれ30°, 70°の方向をいう。

(注 2 7) 応答スペクトル

応答スペクトルとは、地震動がいろいろな固有周期を持つ構造物及び機器・配管に対して、どのような揺れ（応答）を生じさせるかを、縦軸に加速度等の応答値、横軸に固有周期（若しくはその逆数の固有振動数）をとって、一見して分かりやすいように描いたものをいう。応答スペクトルは、応答値のとり量（加速度、変位等）により、加速度応答スペクトル、変位応答スペクトルなどと称される。加速度応答スペクトルを作成することにより、構造物及び機器・配管の固有周期が分かれば、構造物及び機器・配管に作用する地震力の大きさが把握できる。



(注 2 8) (5 G 1 の最大加速度は) 距離減衰式と比較して 1 σ 程度大きい

距離減衰式とは、多数の地震観測記録を分析し導かれた、震源からの距離に従って地震の揺れの強さがどれだけ減衰するかを示す経験的な式をいい、代表的なものとして、複数の地震観測記録の最大加速度等と震源距離との関係を求めた司・翠川

(1999)による距離減衰式がある。また、データの散らばり度合を表す指標を標準偏差(データの平均値と個別データの値との差を二乗し、それを平均した値の平方根)といい、 1σ とはデータの平均値から標準偏差分だけ離れていることをいう。本文に述べた「5号機(5G1)の最大加速度は周辺観測点の平均レベルよりも大きく、距離減衰式と比較して 1σ 程度大きい」とは、5G1の地震観測記録の最大加速度が、前記司・翠川の式によって算定される最大加速度と比較して、同式を作成する際に用いられたデータの標準偏差分程度大きいとの意である。

(注29) (被告が実施した多点連続地震観測の) 地震観測点

被告が実施した多点連続地震観測(「多点連続地震観測」参照)の地震観測点とは、本件原子力発電所敷地内の各所に設置し、被告が今回の分析に用いた合計25箇所の観測点をいう。このうち、No.1ないし24観測点は平成21年9月以降設置したものであり、No.34観測点は平成24年4月以降追加で設置したものである。

これらの地震観測点においては、平成21年9月の観測開始以降平成24年12月末までの間に概ね300ないし400の観測記録が得られており、No.10観測点については、津波対策工事により観測に支障が生じたことから、平成22年11月以降の観測記録を除いた、約100程度の観測記録のみを分析に用いている。また、追加設置したNo.34観測点については約60程度の観測記録が得られている。同観測点は本件原子力発電所4号機と同5号機との間に設置したものであるところ、その地震観測記録の分析によれば、駿河湾の地震の地震波到来方向を含め、いずれの地震波到来方向の地震もNo.7観測点を基準とした各地震の振幅比は1程度であり、同観測点における地盤増幅特性は、本件原子力発電所1ないし4号機周辺の地盤増幅特性に類似していることを確認している。

(注30) 加速度フーリエスペクトル(比)

加速度フーリエスペクトルとは、様々な周期の振動の集まりである地震動の加速

度時刻歴波形を、周期ごとの地震動の強さで表したものをいい、加速度フーリエスペクトル比とは、比較対象とした地震動の加速度フーリエスペクトルの比率をいう。

（注 3 1）分散曲線

分散曲線とは、地震波のうち地表に沿って伝播する表面波の波長（周波数）と伝播速度との関係を表す曲線をいう。表面波は分散現象（波長によって伝播速度が異なる現象）を示すという特徴を有しており、表面波の波長はそれが伝播してくる地盤の速度構造と関係することから、地盤の速度構造から分散曲線を算定すること、また、逆に分散曲線から地盤の速度構造を推定することができる。

（注 3 2）はざとり波

はざとり波とは、解放基盤表面において推定される地震動のことをいう。基準地震動は、表層地盤や構築物の影響を受けない、解放基盤表面における地震動として策定される。地震観測記録は、表層地盤や構築物の影響を受けたものであるため、それらの影響を取り除いて解析することによりはざとり波を推定する。

（注 3 3）振幅比

振幅比とは、二つの地震観測記録の振幅の比をいう。多点連続地震観測記録に基づく検討では、敷地内の地盤増幅特性の違いを分析するため、基準としたNo.7 観測点に対するその他の観測点の加速度時刻歴波形の振幅の最大値の比を算定している。

（注 3 4）ベイケーブル探査

ベイケーブル探査とは、海上からエアガン等を用いて発振し地下構造を伝播させた弾性波（音波）を、海底に敷設したベイケーブルに装着した受振器で受振することにより、地下の速度構造等の解析を行う探査手法をいう。

(注35) 海域発振オフセットVSP探査

海域発振オフセットVSP探査とは、海上からエアガン等を用いて発振し地下構造を伝播させた弾性波（音波）を、ボーリング孔内に一定間隔で設置した受振器により受振して行うオフセットVSP探査（「オフセットVSP探査」参照）をいう。

(注36) 室内試験

室内試験とは、ボーリング調査により得られたボーリングコア試料を用い、当該試料の地質や力学的性質等を調べる試験をいう。

(注37) 層理面と斜交した不規則な反射面

層理面とは、地層と地層とが接する面をいう。反射法地震探査（「反射法地震探査」参照）の結果において、通常は層理面に沿った反射面が見られるが、低速度層に対応する位置では層理面と斜交した不規則な反射面が見られた。

(注38) 乱堆積構造

乱堆積構造とは、局部的に堆積構造（堆積した地層に認められる堆積時の状況等を示す構造）が乱れた構造をいう。本件原子力発電所敷地の東側の相良層内においては、ボーリング調査において、「泥岩の偽礫やブロック状の泥岩・凝灰岩を含む」「顕著な削り込みが見られる」「急傾斜の葉理が見られる」といった特徴を有した乱堆積構造が確認されている。

(注39) 薄片観察

薄片観察とは、ボーリング調査によって取得したボーリングコアを輪切りにしてごく薄くしたもの（薄片）に対し、顕微鏡などを用いて行う観察をいう。

(注4 0) 低速度層を含む浅部地下構造モデル

低速度層を含む浅部地下構造モデルとは、5号機増幅要因の推定結果を検証するために作成した、敷地近傍の浅部地下構造を対象に、低速度層を含めてモデル化した三次元の地下構造モデルをいう。

(注4 1) 三次元有限差分法

三次元有限差分法とは、三次元の対象領域を複数の要素に分割して行う数値解析の一手法をいう。有限要素法などの対象領域を複数の要素に分割して行うその他の数値解析手法と比べて簡便で計算が速いことから、最近では大規模な領域を対象とした地震波の波動伝播の数値解析に多く用いられている。

(注4 2) 二次元のレイトレーシング解析

二次元のレイトレーシング解析とは、二次元断面で表した地下の速度構造に基づいて、ある震源から地表まで、地震波の伝播経路を追跡する解析をいう。

(注4 3) 解析結果の経時的变化を示すスナップショット

解析結果の経時的变化を示すスナップショットとは、経時的变化を伴う解析結果を各時刻ごとに切り出した画像をいう。被告は、低速度層を含む浅部地下構造モデルを用いた三次元有限差分法による解析結果のスナップショットを用いて、低速度層を含む浅部地下構造を地震波が伝播していく様子を詳細に分析している。

(注4 4) 波面

波面とは、波の伝播において、ある時刻に同一位相（「観測位相速度、理論位相速度」参照）にある連続面をいう。地中を伝播していく地震波について、時々刻々の波面の変化を見ることにより、地下の速度構造が地震波の伝播に及ぼす影響を分析することができる。

(注 4 5) フォーカシング現象

(地震波の) フォーカシング現象とは、特定の地点に地震波が集中して地震波の振幅が増幅する現象をいう。地下の速度構造に不整形性が存在すると、通常は重ならない複数の地震波が重なり、フォーカシング現象が生ずることがある。

(注 4 6) 工学的基盤

工学的基盤とは、主に建築や土木等の工学分野で耐震設計に用いる地震動を設定する、S波速度が300ないし700m/s程度以上の地盤をいう。南海トラフ検討会では、工学的基盤における地震動の加速度時刻歴波形データを希望者に対し提供している。

(注 4 7) ディレクティビティ効果

ディレクティビティ効果とは、震源断層の破壊伝播の影響により、地震波の振幅が方位によって異なる効果をいう。震源断層の破壊の進行方向では振幅が大きくなり、破壊が遠ざかる側では逆に振幅が小さくなる。

(注 4 8) 応答加速度

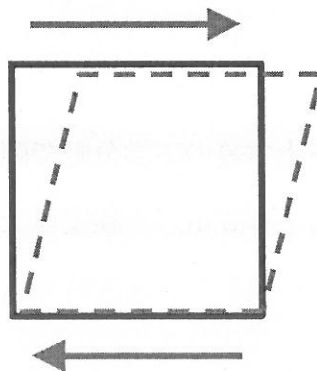
応答加速度とは、構築物及び機器・配管に地震動が作用した場合の当該構築物及び機器・配管の揺れ（応答）の加速度をいう。

一般に、極めて剛な構築物及び機器・配管に地震動が作用した場合には、当該構築物及び機器・配管は作用した地震動とほとんど同じに揺れる。特に、固有周期0.02秒以下の構築物及び機器・配管については、地震動の加速度と応答加速度はほぼ一致する。これに対して、極めて剛でない構築物及び機器・配管に地震動が作用した場合には、当該構築物及び機器・配管は作用した地震動に対して応答を生ずるようになり、地震動の加速度に対して、当該構築物及び機器・配管の応答加速

度は変化する。

(注 4 9) せん断力

せん断力とは、構造物や機器・配管等の部材などに作用する外力や応力の一つで、部材をある面の平行方向にすべらせるように作用する力のことをいう。



(注 5 0) 曲げモーメント

曲げモーメントとは、構造物や機器・配管等の部材などに作用する外力や応力の一つで、部材を曲げるように作用する力のことをいう。

