

令和2年(ワ)第6225号 六ヶ所再処理工場運転差止請求事件

原告 岩田雅一 外210名

被告 日本原燃株式会社

準 備 書 面 (3)

令和3年3月31日

東京地方裁判所民事第37部合議C係 御中

被告訴訟代理人 弁護士 池田直樹



弁護士 長屋文裕



弁護士 坂本倫子



弁護士 大久保由美



弁護士 伊藤菜々子



弁護士 枝吉経



弁護士 増田剛



## 略語例

本件再処理工場	被告の有する青森県上北郡六ヶ所村所在の再処理工場
本件再処理施設	本件再処理工場に係る原子炉等規制法で定める再処理施設
再処理事業所	本件再処理施設を設置する被告の事業所（本件指定申請をした当時の名称は六ヶ所事業所であり、平成4年7月1日に六ヶ所再処理・廃棄物事業所と、平成6年7月1日に再処理事業所と、名称を順次変更した。）
本件指定申請	日本原燃サービス株式会社（当時）が平成元年3月30日付で内閣総理大臣に対して行った再処理事業所における再処理の事業の指定の申請
本件指定	被告が平成4年12月24日付で本件指定申請に対し内閣総理大臣から受けた再処理事業所における再処理の事業の指定
本事業変更許可申請	被告が平成26年1月7日付で原子力規制委員会に対して行った再処理事業所における再処理の事業の変更許可の申請

本件事業変更許可 被告が令和2年7月29日付けで本件事業変更許可申請に対し原子力規制委員会から受けた再処理事業所における再処理の事業の変更許可

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

(福島第一原子力発電所事故 東北地方太平洋沖地震に伴う津波に起因して生じた東京電力株式会社(当時)福島第一原子力発電所における事故)

設置許可基準規則 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈(平成25年6月19日原子力規制委員会決定)

(耐震設計審査指針 発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針(昭和56年7月20日原子力安全委員会決定))

新耐震設計審査指針 平成18年9月19日に改訂された耐震設計審査指針

再処理施設安全審査指針 再処理施設安全審査指針(昭和61年2月20日原子力安全委員会決定)

再処理事業指定基 準規則 再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成25年原子力規制委員会規則第27号）

再処理事業指定基 準規則の解釈 再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（平成25年11月27日原子力規制委員会決定）

（ ） 本件敷地 本件再処理工場の敷地

Noda et al. (2002) の方法 Noda et al. (2002) 「Response Spectra for Design Purpose of Stiff Structures on Rock Sites」に示されている応答スペクトルに基づく地震動評価方法

新潟県中越沖地震 平成19年（2007年）新潟県中越沖地震

（ ） 地質調査ガイド 敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド（平成25年6月19日原子力規制委員会決定）

地震ガイド 基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド（平成25年6月19日原子力規制委員会決定）

## 目 次

第 1 章	立地条件に係る本件再処理工場の安全性 .....	9
第 2 章	地震に係る本件再処理工場の安全性 .....	11
第 1	地震及び地震動に関する基礎的事項 .....	12
1	地震と地震動 .....	12
2	地震発生様式による地震の分類 .....	13
3	断層運動とその種類 .....	15
4	地震動に影響を与える特性 .....	16
5	基準地震動と時刻歴波形 .....	17
6	基準地震動と応答スペクトル .....	19
第 2	本件再処理工場の建設開始の際の検討及び対応 .....	21
1	本件再処理工場の耐震設計に用いた地震動の策定 .....	22
2	耐震設計上の重要度分類 .....	23
( 1 )	A クラス .....	23
( 2 )	B クラス .....	24
( 3 )	C クラス .....	24
3	本件再処理工場の耐震設計 .....	24
第 3	本件再処理工場の新耐震設計審査指針に照らした耐震安全性評価 .....	28
1	新耐震設計審査指針の策定に至る経過 .....	28
2	新耐震設計審査指針の求める地震動評価と耐震設計 .....	29
3	新潟県中越沖地震の知見の反映 .....	33
4	本件再処理工場の耐震安全性の再評価 .....	34
第 4	新規制基準を踏まえた本件再処理工場の地震に対する安全性 .....	35
1	基準地震動 S s の策定 .....	37

(1) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動 .....	37
ア 地形、地質・地質構造 .....	39
(ア) 敷地周辺陸域、同海域、敷地近傍及び本件敷地の地盤 を構成する地層 .....	39
(イ) 敷地周辺陸域の段丘面 .....	40
イ 敷地周辺における地震発生状況 .....	41
(ア) プレート間地震 .....	41
(イ) 海洋プレート内地震 .....	42
(ウ) 内陸地殻内地震 .....	43
ウ 断層等の評価 .....	43
(ア) 活動性の評価方法 .....	43
(イ) 敷地周辺陸域の調査結果 .....	45
(ウ) 敷地周辺海域の調査結果 .....	46
(エ) 敷地近傍の調査結果 .....	47
(オ) 本件敷地の調査結果 .....	49
エ 本件敷地地盤の地下構造評価 .....	49
(ア) 解放基盤表面の設定 .....	50
(イ) 本件敷地地盤の地下構造の評価 .....	51
(ウ) 地震観測記録による調査 .....	51
(エ) 深部地盤モデルの作成 .....	52
(オ) 小括 .....	53
オ 検討用地震の選定 .....	53
(ア) プレート間地震 .....	54
(イ) 海洋プレート内地震 .....	55
(ウ) 内陸地殻内地震 .....	56
カ 検討用地震の地震動評価 .....	58

(ア) プレート間地震 .....	59
(イ) 海洋プレート内地震 .....	64
(ウ) 内陸地殻内地震 .....	68
(2) 震源を特定せず策定する地震動 .....	74
ア 検討の概要.....	74
イ 収集の対象とする観測記録の選定 .....	75
(ア) $Mw$ 6.5 以上の地震 .....	75
(イ) $Mw$ 6.5 未満の地震 .....	79
ウ 震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトル ....	81
(3) 基準地震動 $S_s$ の策定 .....	81
2 耐震安全性評価.....	83
(1) 耐震設計方針.....	84
ア 耐震重要度分類とクラス別の耐震設計に関する基本的な 方針.....	84
イ 地震力の算定法.....	86
ウ 荷重の組合せと許容限界 .....	87
(ア) 建物・構築物 .....	87
(イ) 機器・配管系 .....	87
(2) 基準地震動 $S_s$ による地震力に対する耐震安全性評価の手 順 .....	88
ア 建物・構築物.....	88
イ 機器・配管系.....	91
(3) 耐震重要施設の耐震性が基準地震動 $S_s$ による地震力に対 して有する余裕 .....	91
ア 耐震安全上の余裕の存在 .....	91
イ 許容限界自体の設定の持つ余裕(別紙図 7-6 における②の	

余裕) .....	92
ウ 評価値の計算条件の設定等における余裕(別紙図76における③の余裕) .....	93
エ 小括.....	95
第5 結語.....	96

## 第1章 立地条件に係る本件再処理工場の安全性

再処理工場の設置に当たっては、使用済燃料等による放射性物質の有する危険性が、当該再処理工場の基本的立地条件（自然環境に係るものとして本件再処理工場の重要な施設を支持する地盤、地震、津波等、社会環境に係るものとして航空機事故等による飛来物等）によって顕在化することのないよう十分配慮する必要がある。そのため、被告は、本件再処理工場の建設を始めるに際して、事故の誘因を排除し、災害の拡大を防止する観点から、本件敷地及びその周辺における過去の記録の調査や詳細な現地調査等を行い、その調査結果を踏まえた検討を行って、その基本的立地条件が本件再処理工場の安全確保上支障がないことを確認した上で、更に本件敷地及びその周辺に想定される地震等の自然現象を含む外部事象に起因してその安全性が損なわれることがないよう、例えば、安全機能を有する施設のうち重要なものについては地震による損傷を防止するよう、設計等を行い、再処理の事業の指定（本件指定）及び本件再処理施設の設計及び工事の方法の認可を受け、本件再処理工場の建設に着工した。

その後も、被告は、その時々の最新の知見、技術の進歩等を踏まえた評価・検討を行い、本件再処理工場の安全性に問題のないことを継続して確認している。福島第一原子力発電所事故後には、新規制基準に沿って、本件敷地及びその周辺の詳細な調査結果に基づき、まず、地盤（再処理事業指定基準規則6条）に関して、耐震重要施設（注1）の支持地盤について、将来活動する可能性のある断層等（注2）の活動によって重要な施設の安全機能に重大な影響を与えるずれ（変位）（注3）が生ずるおそれがなく、重要な施設を支持するための十分な支持性能を有すること、重要な施設は周辺地盤の不等沈下、液状化及び搖すり込み沈下による影響を受けるおそれがないことを確認して

いる（乙第85号証5ないし8，4-4-160ないし4-4-168ページ，乙第86号証56ないし60ページ）。地震（同規則7条）に関しては，本件再処理工場における想定をより保守的に行った上で対策を講じ，津波（同規則8条），火山の影響，竜巻，森林火災その他の自然現象（同規則9条1項，2項）や航空機落下等による飛来物等の人為事象（同条3項）に関しても改めて評価し，本件再処理工場の安全性が確保されていることを確認している（乙第85号証30ないし52ページ，乙第86号証26ないし56，61ないし106ページ）。これらの確認等を行って，被告は，本件事業変更許可申請を行い（乙第85号証），原子力規制委員会は，当該申請が再処理事業指定基準規則に適合することを確認し，本件事業変更許可をした（乙第14号証，乙第86号証）。

被告は，本件再処理工場を新規制基準に適合させるにとどまらず，上記各事象に対する安全性が十分に確保されるよう種々の安全対策を講じており，今後もその時々の最新の知見，技術の進歩等を踏まえた評価・検討を不斷に行い，本件再処理工場の安全を達成・維持・向上させていくものである。

以下では，上記各事象に係る安全性のうち，本件訴訟の争点である地震に係る安全性について述べる（後記第2章）。

## 第2章 地震に係る本件再処理工場の安全性

再処理工場は、当該再処理工場の供用中に発生する可能性があり、再処理工場に大きな影響を及ぼすおそれがあるとして想定される地震に対して、これが大きな事故の誘因とならないように十分な耐震安全性を有していなければならない。

そのため、被告は、本件再処理工場の建設を始めるに際し、本件敷地及びその周辺における過去の記録の調査や詳細な現地調査等を行い、再処理施設安全審査指針（甲第29号証）、耐震設計審査指針（旧指針）（甲第21号証）等に基づき基準地震動S<sub>1</sub>及びS<sub>2</sub>（注4）（注5）を策定して各施設の耐震設計を行った。

被告は、その後も、本件再処理工場の地震に対する安全性の確保に係るデータの充実を図るため、本件敷地及びその周辺において様々な調査・観測等を継続的に実施するとともに、耐震安全性等に係る最新の技術的知見及び研究動向の把握にも継続的に取り組んできた。そして、被告は、平成18年に決定された新耐震設計審査指針（甲第23号証）に照らした耐震安全性評価として、新耐震設計審査指針に基づく基準地震動S<sub>s</sub>を策定し、これを用いた評価を行い、本件再処理工場の耐震設計上重要な施設（注1）が基準地震動S<sub>s</sub>による地震力（注6）に対して安全機能が保持できることを確認した。また、被告は、本件再処理工場の耐震安全性に対する信頼性をより一層向上させるため、耐震裕度向上工事を自主的に実施した。

その後、東北地方太平洋沖地震等から得られた知見を踏まえて新規制基準が制定されたところ、被告は、新規制基準に沿って、上記の継続的に取り組んできた調査・観測及び最新の技術的知見等を考慮し、本件再処理工場における想定をより保守的に行って基準地震動S<sub>s</sub>を策定し（乙第85号証、乙第86号証、乙第91号証）、本件再処

理工場の耐震安全性を確保することとしている。

以下においては、まず、地震及び地震動に関する基礎的事項について述べた上で（後記第1），本件再処理工場について、その建設を始めるに際して行った検討及び対応（後記第2），新耐震設計審査指針に照らして行った耐震安全性評価（後記第3），並びに新規制基準を踏まえて行っている地震に対する安全性の評価（後記第4）について順に述べる。

## 第1 地震及び地震動に関する基礎的事項

### 1 地震と地震動

「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のことである。この「地震」の発生によって放出されたエネルギーは、地震波（注4）として震源（注7）から地殻（注8）内のあらゆる方向に伝わっていき、ある特定の地点に到達するとその地盤を揺らすことになるが、この特定の地点における地盤の揺れのことを「地震動」といい、「地震」と区別される。

「地震」そのものの規模を表す指標は「マグニチュード（M）」（注9）である。これに対し、「地震動」（特定の地点における揺れ）の程度を表す指標は「震度」（気象庁震度階級）（注10）であり、また、「地震動」を加速度（注11）で表す場合の単位は「ガル（Gal）」（注11）である。1 Galは $1 \text{ cm/s}^2$ に相当する。

ある地震について、「地震」の規模を表す「マグニチュード」は、特定の（1つの）値が定められるのに対して、「地震動」（特定の地点における揺れ）の大きさに係る「震度」及び「加速度」

は、観測する地点ごとに値が異なり、観測する地点の数に応じていくつもの値が存在するものである。(乙第92号証17, 27ページ)

「地震動」は、短周期から長周期までの様々な周期の波が合成された波であり、その特性は、最大振幅値（時々刻々と揺れる地震動について、変位、速度又は加速度の波形で表した場合の振幅の最大値。）、経時特性（揺れが時間とともにどう変化するか。）や周期特性（構造物の固有周期（注12）に対応する揺れがどのようなものであるか。）等の多くの要素によって表されるものである（乙第93号証143ページ）。

現在我が国で使用されている震度である気象庁震度階級は、原則として地表や低層建物の1階に設置した計測震度計による地震動の加速度、揺れの周期及び継続時間から自動で算出されるものであり、最大振幅値のうち加速度振幅の最大値である最大加速度が大きい地点において震度も大きくなるとは限らないし、ある震度が加速度で何G a 1に相当するということもできない（乙第18号証）。

## 2 地震発生様式による地震の分類

地球の表面は、十数枚のプレート（硬い岩盤）で覆われている。プレートは、その下にあるマントル（注8）の対流によって、年間数cm程度の速さで移動しているが、それぞれ移動方向が異なっているため、プレート同士が衝突したり、一方のプレートがもう一方のプレートの下に沈み込んだりすることで、プレート同士の間に押し合う力が働く。地震とは、このようなプレート運動により地下の岩盤に圧縮又は引っ張りの力が働くことによって蓄

積されたひずみが限界を超えるとプレート境界部やプレート内部のある面（断层面）を境として岩盤が破壊する（ずれる）ことによって解放される現象をいう（プレートテクトニクス（注8））。（乙第92号証6, 7, 24ページ）

日本列島の周辺には、海のプレートである太平洋プレート及びフィリピン海プレート、並びに陸のプレートであるユーラシアプレート及び北米プレートがあり、海のプレートが陸のプレートの下へ沈み込んでいる（別紙図1）（乙第92号証6, 7, 30ページ）。

地震発生様式（注13）とは、地震が発生する場所やメカニズム（地震の起こり方）の違いによる地震の分類をいう。

相接する2つのプレートの境界面で発生する地震を「プレート間地震」（注13）、海のプレートの内部で発生する地震を「海洋プレート内地震」（注13）、海岸のやや沖合いで起こるものも含め陸のプレートの地震発生層（注14）で発生する地震を「内陸地殻内地震」（注13）という（別紙図2）（乙第92号証30ないし32ページ）。

地震発生様式によって、地震の規模や発生頻度が異なり、例えば、一般に、プレート間地震は、陸のプレートとその下へ沈みこむ海のプレートとの境界の広い範囲で圧縮の力がかかり、大きくずれるため、規模の大きな地震が発生し、また、プレート運動によるひずみが直接的に蓄積されるためその発生間隔が短い。これに対し、内陸地殻内地震は、プレート間地震と比較して、ずれ動く範囲が小さいため規模が比較的小さく、陸のプレートが沈み込む海のプレートに押されることにより間接的にひずみが蓄積されるため、ひずみの蓄積するスピードが遅く、その発生間隔も長

い。(乙第92号証11, 35ページ, 乙第94号証)

### 3 断層運動とその種類

前記2で述べたとおり、プレート運動によって地下の岩盤に蓄積されたひずみが限界を超え、断層面を境として岩盤が破壊されずれ動き、地震が発生する。既存の断層を動かしたり、新たに断層を作ったりする動きを、断層運動と呼ぶ。

断層運動は、地下の岩盤に働く力の向きの違いにより様々なタイプ（変位センス（注3））の動きが生じる。断層面を境として両側のブロックが上下方向に動く場合を「縦ずれ断層」（注15）といい、特に、傾斜している断層面上に乗っている岩盤（上盤（注15））がずり下がる場合を「正断層」（別紙図3左上）（注15）、上盤が乗り上がる場合を「逆断層」（同右上）（注15）という。他方、両側のブロックが水平方向に動く場合を「横ずれ断層」（注15）という（同左下及び右下）。（乙第92号証26, 27ページ）

震源断層（注16）とは、地震の発生原因となる岩盤の破壊（ずれる）面をいい、その領域のことを震源断層面（断層面）（注16）という。断層長さとは、震源断層面の走向（注17）方向の長さをいい、断層幅とは、震源断層面の傾斜方向の幅をいう。走向とは、震源断層面又はその延長が水平面と交わる線の方向をいい、北から時計回りの角度で示す。また、一般的に断層の走向という場合、方位で示すこともある。傾斜角（注17）とは、震源断層面と水平面とのなす角度をいう。すべり角（注17）とは、断層面の上盤の下盤に対する相対的なすべり方向をいい、断層の走向から断層面に沿って反時計回りの角度で表す。（別紙図4）

#### 4 地震動に影響を与える特性

地震の際に震源断層面のある点（震源）から始まった破壊は震源断層面を拡大していき、地震波が逐次放出され、放出された地震波は地中を伝播していき、最終的には地表付近に到達し、その地点の地盤に揺れが生ずる。この特定の地点に生じた揺れが地震動である。

地震動は、「震源特性」（注18）、「地震波の伝播特性」（注19）及び「地盤の增幅特性」（注19）という3つの特性によって決定される。

すなわち、震源から放出される地震波の性質は、震源断層面の大きさ、震源断層面における破壊の過程等によって決まる。これを地震の「震源特性」という。

また、震源から放出された地震波は、エネルギーが拡散され、深く硬い地盤内を震源からの距離とともにその振幅を減じながら伝播して地震基盤（注20）面に達する。この伝播の仕方等を地震波の「伝播特性」という。

さらに、対象地点近傍の地震基盤面まで伝播してきた地震波は、より浅く軟らかい地盤へ入射する際に屈折を繰り返しつつ、地盤の速度構造（注21）の影響を受けてその振幅を増大させ又は減衰させながら地表に到達する。一般に、地盤は、深い地点ほど硬く（地震波の伝播速度が速い。）、浅い地点ほど軟らかい（地震波の伝播速度が遅い。）。このため、地震波が地盤中を下方から上方に伝播する過程においては、相対的に地震波の伝播速度が速い層から遅い層に地震波が透過することとなり、地震波の速度は遅くなり、地震波の速度の変化に応じて振幅が増大する（増幅する）。

このような現象が地盤中で繰り返し生ずることにより、地震基盤面以浅の地盤に入射した地震波は地表に近づくに従って振幅がより増大する傾向にあり、軟らかい地盤上の地点では、硬い地盤上の地点に比べて大きな揺れ（地震動）をもたらすことになる。地震波は、地震基盤面以浅の地盤に入射した後も、伝播特性と同様に、伝播するにつれてその振幅を減衰させる影響も受けるが、その影響よりも地盤による振幅の増幅の影響の方が地震波に与える影響が大きいことが一般的である。これを地盤の「増幅特性（サイト特性）」という。（別紙図5）

震源特性は、地震発生様式、地震発生層の深さや幅、震源断層面の大きさや破壊の仕方（アスペリティ（注22）の位置、面積、応力降下量（注22）等）等、地震ごとによって異なり、また、地震により発生する地震波の伝わり方（伝播特性及び増幅特性）は、評価地点及びその周辺における地質構造や評価地点の地盤の速度構造等の地下構造等の影響によって異なり、これらは全国一様なものではなく、地域ごとの特性（地域性）があることが知られている。

このため、特定の地点における地震動を評価するためには、当該地点及びその周辺の地域において地質調査、地震観測等を行い、その地域性を十分に把握することが重要となる。（乙第26号証247、248ページ、乙第92号証13、37ページ、乙第93号証67ないし72ページ）

## 5 基準地震動と時刻歴波形

ある地震によって放出された地震波がある評価地点に達した際の時々刻々の地盤の揺れ（地震動）は、「時刻歴波形」によつ

て表現される。時刻歴波形は、横軸に時間をとり、縦軸には加速度、速度又は変位をとる（別紙図6）。別紙図7は、縦軸に加速度をとった「加速度時刻歴波形」である。

原子力発電所や再処理工場等の基準地震動は、解放基盤表面（注23）における（水平方向及び鉛直方向の）地震動として策定されるので、上記の「地盤の揺れ（地震動）」は、解放基盤表面における揺れ（地震動）を意味することになる。

解放基盤表面とは、基準地震動を策定するために、基盤面上の表層及び構造物がないものとして仮想的に設定する自由表面（注23）であって、著しい高低差がなく、ほぼ水平で相当な拡がりを持って想定される基盤の表面をいう。ここでいう「基盤」とは、概ねS波速度 $V_s$ （注24）=700m/s以上の硬質地盤であって、著しい風化を受けていないものとされている（再処理事業指定基準規則の解釈別記2の6ー（乙第25号証90ページ）、設置許可基準規則の解釈別記2の5ー（甲第27号証134ページ））。後記第4・1（1）エ（ア）で述べるとおり、被告は、本件再処理工場の解放基盤表面について、標高-70mに $V_s=700m/s$ 以上の硬質な岩盤がほぼ均質に広がっていることから、同位置（深さ）に設定している。

基準地震動の大きさを示す際には、原子力発電所や再処理工場等の間での比較等をしやすいよう、便宜的に、加速度時刻歴波形における最大加速度値でいい表すことがある。別紙図7の加速度時刻歴波形（本件再処理工場の基準地震動 $S_s-A$ （水平方向）の時刻歴波形）において、最大加速度は縦軸方向に最も大きく振れた瞬間の数値を指す。この時刻歴波形では、揺れが始まってから約30秒付近で瞬間に700Galとなり、これがこの基準

地震動における最大加速度となる。ただし、最大加速度を観測する時間の前後で数十秒間揺れが生じており、これらの揺れも本件再処理工場に影響を与える。耐震安全性の評価に用いる基準地震動は、この揺れの全体であり、最大加速度は、基準地震動の姿を表すための数値の一つに過ぎない。(乙第26号証277ページ)

## 6 基準地震動と応答スペクトル

前記1で述べたとおり、地震動は、短周期から長周期までの様々な周期の波が合成された波であり、地震動の特性は、最大振幅値、経時特性及び周期特性等の多くの要素によって表される。前記5で述べた時刻歴波形で表現される基準地震動も、その点は異ならない。地震動が構造物に与える影響について検討する際には、最大振幅値のうち加速度振幅の最大値である最大加速度値だけではなく、それ以外の経時特性及び周期特性といった地震動の特性を考慮することに加え、建物・構築物も含め物体は特定の揺れやすい周期（固有周期）を持っており、その固有周期と一致した成分が卓越した地震波が到来すると、これと共に共振（注25）して大きく揺れる（応答（注26）する）ことから、当該構造物の固有周期も考慮することが極めて重要である（乙第92号証15ページ、乙第95号証100ないし102ページ）。例えば、原子力施設の安全上重要な機能を有する主要な施設は、その固有周期が短周期領域（注27）にあり（本件再処理工場の建物は概ね周期0.3秒以下）、短周期領域の地震動の影響を強く受ける（乙第93号証138、139ページ）。

そこで、原子力発電所や再処理工場等の耐震安全性の評価に当たっては、ある一つの基準地震動の時刻歴波形が与えられた場合

に、各々固有周期を持つ様々な構造物が揺すられる際の加速度・速度・変位を、固有周期を横軸にとって並べた「応答スペクトル」（注28）（別紙図8）を利用している。応答スペクトルは、地震動が、それぞれの固有周期を持つ様々な構造物に生じさせるその固有周期に応じた揺れ（応答）がどの程度の大きさのものかを分かりやすく示したものである（乙第26号証264, 265ページ、乙第93号証142ないし147ページ）。

応答スペクトルの一例を別紙図9に示す。横軸は構造物の固有周期（単位：秒（s））、縦軸は構造物の揺れの最大速度（単位： $\text{cm}/\text{s}$ ）、右上がりの斜線は構造物の揺れの最大加速度（単位： $\text{Gal} = \text{cm}/\text{s}^2$ ）、右下がりの斜線は構造物の揺れの最大変位（揺れ幅、単位： $\text{cm}$ ）の目盛りである。

前記5で述べたとおり、基準地震動の大きさを示す際に、便宜的に、最大加速度値でいい表すことがあるが、これは、応答スペクトル図の固有周期0.02秒の加速度の値で表現することと同じことである。すなわち、応答スペクトルにおいては、最も短い周期（別紙図9の応答スペクトルの曲線の左端、周期0.02秒）での揺れは極めて強固な構造物の揺れを示しているところ、そのような構造物が解放基盤表面に設置されていたときは、別紙図9に示した地震動に対して揺れの増幅が生じず、解放基盤表面の揺れ（地震動）とほぼ一致した揺れを見せる。別紙図9の場合、最も短い周期（0.02秒）の加速度の値は約700Galであるから、この地震動の最大加速度は約700Galであることが分かる。

一方、固有周期のより長い構造物が解放基盤表面に設置されていたときは、地震動に対して揺れの増幅が生じ、増幅された（応

答) 加速度で揺すられることになる。例えば、別紙図9に示した周期特性を有する地震動が到来した場合の、固有周期0.6秒の構造物の揺れ(応答)の加速度の最大値を把握するには、横軸の周期0.6秒から応答スペクトルとの交点まで上がり、その交点が右上がりの斜線でいくつになるかを読むこととなり、この場合、当該構造物の揺れ(応答)の最大加速度は約1000G<sub>a</sub>1である。すなわち、固有周期0.6秒の構造物は、この地震動で揺らされることで時々刻々に様々な揺れを見せるが、その揺れ(応答)の加速度が最大で約1000G<sub>a</sub>1となることを示している。耐震安全性の評価に当たっては、このようにして、各構造物について、当該構造物の固有周期から、この地震動に揺すられたときの揺れ(応答)の大きさを把握していくことになる。

本件再処理工場の耐震安全性の確認に当たっても、それぞれの固有周期を持つ建物等の構造物が、基準地震動によってどの程度揺すられるのかを応答スペクトルにより把握すること、すなわち、応答スペクトル上の、周期ごとの揺れ(応答)の値の大小を読み取る必要がある。

## 第2 本件再処理工場の建設開始の際の検討及び対応

本件再処理工場は、想定されるいかなる地震力に対しても、これが大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有するように設計している。また、本件再処理工場の建物・構築物は十分な強度(注29)、剛性(注29)及び耐力(注30)を有する構造とするとともに、重要な建物・構築物はいずれも、支持地盤として十分な安全性を有する岩盤である鷹架層<sup>たかはこ</sup>の上に設置することで支持させている。このように重要な建物・構築物を岩盤に支持させることは、

表層地盤による地震動の増幅を回避し,かつ,地盤破壊や不等沈下による影響を避けることができるとの工学的知見(乙第96号証7,8ページ)に基づいている。

以下においては,本件再処理工場の建設を始めるに際して被告が行った検討及び対応に関し,本件再処理工場の耐震設計に用いた地震動の策定(後記1),耐震設計上の重要度分類(後記2)及び本件再処理工場の耐震設計(後記3)について順に述べる。

## 1 本件再処理工場の耐震設計に用いた地震動の策定

再処理施設安全審査指針(甲第29号証指針13)により再処理施設に適用される耐震設計審査指針(旧指針)(甲第21号証)においては,基準地震動 $S_1$ 及び $S_2$ の策定が求められており,被告は,旧指針に基づき,本件再処理工場の基準地震動 $S_1$ 及び $S_2$ を,過去に敷地に被害を及ぼしたと考えられる地震や活断層(注2)の活動性等についての調査を行い,再処理施設の耐震設計を講じる上で想定すべき地震(耐震設計上想定すべき地震)を選定し,経験的な評価手法等により策定した。

基準地震動 $S_1$ については,これをもたらす「設計用最強地震」(注31)として,「歴史的資料から過去において敷地又はその近傍に影響を与えたと考えられる地震が再び起こり,敷地及びその周辺に同様の影響を与えるおそれのある地震及び近い将来敷地に影響を与えるおそれのある活動度の高い活断層による地震のうちから最も影響の大きいものを想定することとされていた。また,基準地震動 $S_2$ については,これをもたらす「設計用限界地震」(注31)として,「地震学的見地に立脚し設計用最強地震を上回る地震について,過去の地震の発生状況,敷地周辺の活断

層の性質及び地震地体構造（注32）に基づき工学的見地からの検討を加え、最も影響の大きいものを想定することとされており、その際「直下地震によるもの」も考慮することとされていた。

（甲第21号証380、381ページ、乙第26号証269、270ページ、乙第96号証9ないし12ページ）

被告は、本件敷地を中心とする半径30kmの範囲の敷地周辺（以下「敷地周辺」という。）における過去の被害地震（注33）の調査、断層の活動性の調査、地震地体構造の確認等を適切に行った上で、耐震設計上想定すべき地震として、設計用最強地震及び設計用限界地震を想定し、応答スペクトルに基づく地震動評価（注34）の手法である大崎の方法（注35）に基づく各地震の応答スペクトルを上回る設計用応答スペクトル（注28）を設定し、それに適合する設計用模擬地震波（注36）を作成し、基準地震動S<sub>1</sub>-D（最大加速度230G<sub>a</sub>1）、基準地震動S<sub>2</sub>-D（最大加速度320G<sub>a</sub>1）及びS<sub>2</sub>-N（最大加速度375G<sub>a</sub>1）を策定した。基準地震動S<sub>2</sub>の策定に当たっては、M6.5の直下型地震も考慮した。

## 2 耐震設計上の重要度分類

本件再処理工場の各施設は、地震により発生する可能性のある放射線による環境への影響の観点から、以下に示すとおり耐震設計上の重要度分類（耐震重要度分類）を行った上、重要度に応じた耐震設計を行った（甲第29号証指針13）。

### （1）Aクラス

①自ら放射性物質を内蔵しているか又は内蔵している施設に直接関係しており、その機能喪失により放射性物質を外部に

放散する可能性のあるもの、及び②これらの事態を防止するために必要なもの、並びに③このような事故発生の際に、外部に放散される放射性物質による影響を低減させるために必要なものであって、その影響や効果の大きいものをAクラスと分類した。さらに、Aクラスの施設のうち特に重要な施設をAsクラスと分類した。

本件再処理工場において、Aクラスの施設としては、清澄・計量設備の清澄機（令和3年3月31日付け準備書面（2）（以下「被告準備書面（2）」という。）第4章第2・2（2）参照）、放射性廃棄物の廃棄施設のせん断処理・溶解廃ガス処理設備（同章第5・1参照）等を、Asクラスの施設としては、使用済燃料貯蔵設備の燃料貯蔵プール（同章第1・2参照）、溶解設備の溶解槽（同章第2・2（1）参照）、分離設備の抽出塔（同章第2・3（1）参照）、固体廃棄物の廃棄施設のガラス溶融炉（同章第5・3参照）、非常用所内電源設備の第1非常用ディーゼル発電機及び第2非常用ディーゼル発電機（同準備書面第6章第6・2参照）等を分類した。

#### （2）Bクラス

Aクラスで述べたことの影響や効果が比較的小さいものをBクラスと分類した。

#### （3）Cクラス

A及びBクラスの施設以外であって、一般産業施設と同等の安全性を保持すればよいものをCクラスと分類した。

### 3 本件再処理工場の耐震設計

（1）被告は、本件再処理工場の各施設を、耐震設計審査指針（旧

指針) に示される耐震設計に関する基本的な方針に基づき設計した(甲第21号証378ないし382ページ)。

Aクラスの施設は、基準地震動  $S_1$  に基づく地震力と静的地震力(注6)とのいずれか大きい方の地震力に耐えるように設計した。ここで、「耐える」とは、「施設全体として概ね弾性範囲(注37)にあること」と解されている。

A<sub>s</sub>クラスの施設は、更に、基準地震動  $S_2$  に基づく地震力に対しても、その安全機能が保持できるように設計した。

B, Cクラスの施設は、各クラスに対応した静的地震力に耐えるように設計し、また、共振のおそれのあるBクラスの施設については、その影響の検討も行った。

上記において、上位の重要度分類に属するものは、下位の分類に属するものの破損によって波及的破損が生じないように設計した。

(2) 具体的な耐震設計について、Aクラスの施設は、基準地震動  $S_1$  に基づく地震力と静的地震力とのいずれか大きい方の地震力に、地震以外の荷重として常時作用している荷重(施設の自重等)及び通常運転時の状態で当該施設に作用する荷重を組み合わせて、建物の耐震壁(注38)や基礎等の各部材に生ずる応力値(注39)を算出し、施設全体として概ね弾性範囲にあるように定められた許容限界(注40)を満足するように設計した。

A<sub>s</sub>クラスの建物・構築物は、Aクラスとしての耐震設計に加えて、更に基準地震動  $S_2$  に基づく地震力に対しても、建物・構築物の変形能力や終局耐力(注30)に対して十分な余裕があるように設計した。

A クラスの機器・配管系は、建物・構築物と同様に、基準地震動  $S_1$  に基づく地震力と静的地震力とのいずれか大きい方の地震力に、地震以外の荷重を組み合わせて、耐震構造上重要な部位における応力値を算出し、概ね弾性範囲にあるように定められた許容限界を満足するように設計している。

A s クラスの機器・配管系は、A クラスとしての耐震設計に加えて、更に基準地震動  $S_2$  に基づく地震力により、塑性変形（注 3 7）する場合でも過大な変形等が生じ、安全機能に影響を及ぼすことのない値として定められた許容限界を満足するように設計している。

ここで、基準地震動  $S_1$  及び  $S_2$  に基づく地震力は、建物・構築物及び機器・配管系を適切な解析モデルに置き換えた上で、計算機上で地震動を入力して、建物・構築物及び機器・配管系の各部位の揺れ（応答）の大きさ（応答加速度）（注 2 6）を解析的に求めるなど（地震応答解析（注 2 6））して算定される。この地震力は、動的地震力（注 6）と呼ばれる、時々刻々と変化する地震動に合わせて建物・構築物及び機器・配管系に作用する力であり、周期的に大きさが正負に繰り返し作用するもの（これを交番荷重という。）であるが、各部位の応力評価に当たっては、基準地震動  $S_1$  及び  $S_2$  に基づき算定された動的地震力の最大値を一定の力と仮定して用いるとともに、この地震力（水平地震力）と、基準地震動  $S_1$  及び  $S_2$  の最大加速度振幅の 2 分の 1 の値を鉛直震度（注 4 1）として求めた鉛直地震力とが同時に不利な方向の組合せで作用するものとして評価する。これにより、建物・構築物及び機器・配管系に「ほんの一瞬」作用するだけの地震力について、それが「変化せず、一定

の力で作用し続ける」という仮定をし、これに基づき保守的に設計していることになる。

他方、静的地震力は、本来は周期的に大きさが正負に繰り返し作用する荷重である地震力を時間が経過しても変化しない一定の力と仮定したものであり、一般建築物の設計で広く用いられているものである。静的地震力は、建物・構築物にあっては、その高さ方向の階層ごとに算定されるものであり、層せん断力係数（注42）に算定対象の階層及び当該階層より上にあるすべての階層の重量の和を乗じて算定される（建築基準法施行令88条1項、昭和55年11月27日建設省告示第1793号第3）。実際の地震時における建物・構築物の地震応答では、上階と下階とでは最大となる応答値の生ずる時刻はまちまちであるが、静的地震力では、このような生起時刻の違いは無視し、各階における最大の応答値が同方向に同時に発生するものとして保守的に扱っている。本件再処理工場の建築物も、建築基準法の適用を受け、一般建築物と同様に同法の規定に適合するよう設計され、その確認を受けているが、本件再処理工場の建物・構築物に係る静的地震力については、層せん断力係数は、一般の建物に関し建築基準法に規定されているものと同様に、標準せん断力係数を0.2以上として、建物・構築物の振動特性等を考慮して求めた値に、耐震重要度分類に応じた係数（Aクラス3.0、Bクラス1.5、Cクラス1.0）を乗じて算定される。すなわち、Aクラスの建物・構築物は、一般建築物に関して建築基準法が定める静的地震力の3倍の地震力に対して各部位が受ける力を算定することとなる。

機器・配管系に係る静的地震力は、上記の建物・構築物の層

せん断力係数の値を水平震度（注41）とし、これに更に2割増し（Aクラスは、一般建築物の3・6倍の地震力）とした震度により算定される。

加えて、算定された地震力（水平地震力）による各部位の応力（注39）を計算する際、Aクラスの建物・構築物及び機器・配管系については、水平地震力と鉛直地震力とが同時に不利な方向の組合せで作用するものとして評価する。この鉛直地震力は、建物・構築物にあっては、震度0・3を基準として建物・構築物の振動特性とを考慮して求めた鉛直震度を高さ方向に一定として算定され、機器・配管系にあっては、この建物・構築物の鉛直震度を2割増しとした震度により算定される。

### 第3 本件再処理工場の新耐震設計審査指針に照らした耐震安全性評価

#### 1 新耐震設計審査指針の策定に至る経過

地質学、地震学、地震工学等の分野における調査研究は従来から不断に行われており、被告が本件再処理工場の建設を開始した当時においても、既に、基準地震動の策定に関して一定の方法が確立されていたところであるが、その後、これらの分野において新たな知見が蓄積され、技術の進歩等があり、それらをより所に、震源となる活断層の調査手法や地震動評価の手法等がより一層高度化されるなどした。特に、平成7年（1995年）兵庫県南部地震（内陸地殻内地震、M7・3）は、原子力施設に特段の影響を及ぼしたものではなかったが、関連する調査研究の成果等を通じて、断層の活動様式、地震動に影響を与える特性、構造物の耐震性等に係る知見をもたらし、これらの知見の上に、文部科学

省地震調査研究推進本部(以下「地震調査研究推進本部」という。)(注43)が中心となって「震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)」(乙第97号証)(以下「強震動予測レシピ」という。)(注44)が整備されるなど断層モデル(注45)を用いた手法等の地震動評価に関する研究が大きく進展し、震源特性、地下構造による地震波の伝播特性及び地盤の增幅特性を、詳細な調査に基づき、地域性を踏まえて詳細に考慮する地震動評価手法が、実務に採り入れられるようになった。

このような状況を踏まえて、平成18年9月、耐震設計審査指針(旧指針)(甲第21号証)が改訂され、新耐震設計審査指針(甲第23号証)が策定された。同指針は、原子力施設の耐震安全性に対する信頼を一層向上させる目的で、旧指針策定以降の地震学及び地震工学に関する新たな知見の蓄積並びに原子力発電所における耐震設計技術の改良、進歩を反映したものであり、原子力発電所以外の原子力施設においてもその基本的な考え方が参考となるものとされた(新耐震設計審査指針2(甲第23号証1ページ))。

## 2 新耐震設計審査指針の求める地震動評価と耐震設計

(1) 新耐震設計審査指針では、「耐震設計上重要な施設は、敷地周辺の地質・地質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施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切な地震動による地震力に対して、その安全機能が損なわれることがないように設計されなければならない」との基本方針が示された(新耐震設計審査指針3(甲第2

3号証1, 2ページ))。

(2) この地震動として、耐震設計審査指針（旧指針）の基準地震動  $S_1$  及び  $S_2$  に代わり「基準地震動  $S_s$ 」が定義され、「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」について、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定することとなった（新耐震設計審査指針5(1), 解説II(1)（甲第23号証4, 5ページ）)。

(3) 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」とは、敷地ごとの、当該敷地周辺の地質状況、地震発生状況、活断層の状況、プレート境界との関係を考慮した、当該敷地固有の特性に基づく地震動である。新耐震設計審査指針では、断層の活動性評価に万全を期すため、従来評価していた概ね5万年前以降（甲第21号証386, 387ページ）にとどまらず、後期更新世（注46）以降において、活動性が否定できないものを耐震設計上考慮すべき活断層とし、また、地形学、地質学、地球物理学的手法を総合して、より詳細かつ入念な調査を実施し、その結果を踏まえて評価することとされた（新耐震設計審査指針5(2)②（甲第23号証4ページ））。また、検討用地震（敷地に大きな影響を与えると予想される地震）を複数選定し、選定した複数の検討用地震ごとに、「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」（注45）の双方による地震動評価を行うこととされた（同指針5(2)①, ③（甲第23号証4, 5ページ））。

(4) 「応答スペクトルに基づく地震動評価」は、過去の地震観測記録を収集し統計的に処理することによって、地震のマグニチ

ュードや震源からの距離といった少数の入力パラメータの間の関係式（距離減衰式（注47）とも呼ばれる。）を用いて、地震動を評価する手法であり、「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、各要素から放出される小地震の地震波を重ね合わせた波形合成を行うことによって、数値解析的に地震動を計算する方法である。「断層モデルを用いた手法による地震動評価」は技術的進歩が著しく、地震波の特性がより現実の地震波のそれに近い結果が得られるようになっていることから、応答スペクトルを用いた従来からの方法に加えて、これを行うことは、耐震性についての説明性をより一層向上させるものであるとされた。すなわち、断層面が敷地近傍にある場合には、断層の面的効果（敷地との相対的な位置、破壊の伝播方向等）が地震動に大きく影響するところ、断層モデルを用いた手法は、断層面積や地震規模のような震源の全体像を表す巨視的断層パラメータ（注48）と、震源断層の中の不均質性を表すアスペリティ面積やアスペリティの応力降下量等の微視的断層パラメータ（注48）との両方を考慮することで、上記のような断層の面的効果を適切に反映して地震動を算定することができるものである。そこで、特に、「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による地震動評価を重視すべきであるとされた（同指針解説Ⅱ（3）③（甲第23号証6ページ）。（乙第26号証262ページ）

他方、「応答スペクトルに基づく地震動評価」も、発展を遂げており、強震動観測網の充実によりこれまで以上に数多くの

収集し得た観測記録を基に、過去の地震の標準的・平均的な姿を精度良く評価できるようになった。その結果、「応答スペクトルに基づく地震動評価」においても、過去の地震の標準的・平均的な姿と各地域で得られた観測記録とを比較することにより、各地域の地震像の特性を把握し、反映することができるようになった。

基準地震動は、設計用模擬地震波（時刻歴波形）で表されるところ、「断層モデルを用いた手法による地震動評価」では、数値解析により、地震波の時々刻々の変化を表現できるその位相（注49）を含めた設計用模擬地震波（時刻歴波形）を求めることができ、その後に、その作用による構造物の揺れの最大値を表す応答スペクトルを作成するのに対し、「応答スペクトルに基づく地震動評価」では、まず設計用応答スペクトルを求め、それに適合するよう時刻歴波形を作成することとなる（乙第26号証261，266，267ページ）。

(5) 新耐震設計審査指針では、地震動評価の際には、基準地震動  $S_s$  の策定過程に伴う不確かさ（ばらつき）について、基準地震動  $S_s$  の策定に及ぼす影響が大きいと考えられる不確かさの要因及びその大きさの程度を十分踏まえつつ、適切な手法を用いて考慮することとされた（新耐震設計審査指針解説Ⅱ(3)④（甲第23号証6ページ））。

(6) 新耐震設計審査指針では、「震源を特定せず策定する地震動」について、国内外において震源と活断層とを関連付けることが困難な過去の内陸地殻内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、これらのデータに基づき、敷地の地盤物性（注50）を加味した応答スペクトルを設定し、地震動の

継続時間等の地震動特性を適切に考慮して策定することとされた。これは、旧指針の下で行っていたM 6.5 の直下型地震の考慮に対応するものであり、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すべてを事前に評価し得るとは限らないことを考慮して、敷地近傍における詳細な調査の結果にかかわらず、すべての原子炉施設において共通的に考慮すべき地震動と位置づけられたものである（新耐震設計審査指針5(3), 解説II(3)⑤(甲第23号証5, 6ページ)。(乙第26号証270ページ)

また、施設の耐震重要度分類のうち旧指針におけるAクラス全体をA<sub>s</sub>クラスと同等に扱うこととして、すべてSクラスに区分し、Sクラスの施設について基準地震動S<sub>s</sub>による地震力に対してその安全機能が保持できることを求めることがされた。基準地震動S<sub>s</sub>による地震力は、鉛直方向の地震力についても動的に考慮することとされた（新耐震設計審査指針6(1)①, (2)①(甲第23号証7, 8ページ)。(乙第26号証223, 227, 228ページ)

### 3 新潟県中越沖地震の知見の反映

平成19年7月16日に新潟県中越沖地震が発生し、同地震の際に東京電力株式会社（当時、以下同じ。）柏崎刈羽原子力発電所1ないし7号機の各原子炉建屋基礎版上（注51）において観測された最大加速度が、設計時に策定された基準地震動S<sub>2</sub>（耐震設計審査指針（旧指針）策定前に設計された同1号機については設計用地震動（注52））に基づく原子炉建屋基礎版上の最大

応答加速度を上回った。原子力安全・保安院（当時、以下同じ。）

(注53)は、その要因について、震源特性については、同地震の短周期レベル（注54）が平均的な内陸地殻内地震のそれ（注54）と比べ1.5倍程度大きかったと分析し、伝播特性及び増幅特性については、深部の地層境界が陸側から海側に向かい深くなる構造や敷地直下に存在する褶曲構造（注55）が影響していると分析し、知見として整理した。そして、同院は、震源特性については、「検討用地震による敷地への地震動を応答スペクトル及び断層モデルによる手法に基づいて評価する際には、震源モデルのパラメータの不確かさを考慮した評価を行う」ことを、伝播特性及び増幅特性については、「地下構造モデルを構築することにより考慮する」ことを、新耐震設計審査指針に照らした耐震安全性評価に反映すべき事項とした（乙第98号証）。

#### 4 本件再処理工場の耐震安全性の再評価

被告は、新耐震設計審査指針に照らした耐震安全性評価において、内陸地殻内地震である出戸西方断層（でとせいほうじょう）（後記第4・1（1）ウ（エ）参照）による地震等の各検討用地震について、本件敷地に厳しい影響を与えるようにアスペリティ位置、断層面の広がり及び傾斜角の不確かさを考慮するなどして、「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」を行い、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」による基準地震動Ss-1（水平方向最大加速度450Ga1）を策定した。また、国内で発生した震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内地震について観測記録を収集し、これらに基づき本件敷地の地盤物性を加味して、「震源を特定せず策定

する地震動」による基準地震動 S<sub>s</sub> - 2（水平方向最大加速度 450 G<sub>a</sub> 1）を策定した。その上で、安全上重要な建物・構築物及び機器・配管系について、これらの基準地震動 S<sub>s</sub> に対し、耐震安全性が確保されていることを確認した。（乙第 99 号証）

この確認の結果については、原子力安全・保安院から妥当である旨の確認がされ、同院からの報告を受けた原子力安全委員会（当時）（注 56）においても同院の確認が適切に行われているとする決定がされた（乙第 100 号証、乙第 101 号証）。

また、被告は、本件再処理工場の耐震安全性に対する信頼性をより一層向上させるため、設備の耐震裕度向上工事を自主的に実施した。例えば、第 1 ガラス固化体貯蔵建屋（被告準備書面（2）第 6 章第 3・2（3）参照）のガラス固化体貯蔵設備の床面走行クレーンについて、ガラス固化体を取り扱う作業の際にガーダ（クレーンの走行レール上に水平に渡された桁で、ガラス固化体を収納した台車を横行させる構造物）を床面に固定する装置の設置等を行い、また、ケーブルトレイ、電線管等についてサポートの追加等を行った。

#### 第 4 新規制基準を踏まえた本件再処理工場の地震に対する安全性

平成 25 年 1 月に施行された新規制基準は、被告準備書面（2）第 2 章第 1・2 で述べたとおり、東北地方太平洋沖地震に係る知見、福島第一原子力発電所事故の発生等を踏まえて制定されたものであり、そのうち基準地震動 S<sub>s</sub> 及び耐震設計に係る基本的な考え方については新耐震設計審査指針を踏襲している。もっとも、東北地方太平洋沖地震で得られた知見等を踏まえより詳細な調査や検討を求めるここととした点があり、基準地震動 S<sub>s</sub> の策定等に対する規

制は実質的に強化されているということができる。すなわち、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動に関し、内陸地殻内地震の震源断層の評価において、複数の活断層が連続又は近接して分岐、並行する場合には連動を考慮することとされ（再処理事業指定基準規則の解釈別記2の6二②b（乙第25号証91ページ）、地質調査ガイドI.4.4.2(1)（乙第102号証21ページ））、検討用地震の地震動評価に関し、震源モデルの断層パラメータ（注48）の設定に当たっての不確かさの考慮に関する内容が充実されるなどした（再処理事業指定基準規則の解釈別記2の6二⑤（乙第25号証91ページ）、地震ガイド3.3.3（甲第28号証6,7ページ））。また、新潟県中越沖地震における東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所での事例（前記第3・3）等を踏まえ、地震波の伝播特性に与える影響を検討する際に、地下構造が成層かつ均質（水平成層構造）と認められる場合を除き、三次元的な地下構造により検討することを新たに求めるなど、その求める地震動評価手法が更に高度化したものとされた（再処理事業指定基準規則の解釈別記2の6四①（乙第25号証92ページ）、地震ガイド3.3.2⑤4（甲第28号証6ページ））。

被告は、新規制基準を踏まえ、本件敷地及び敷地周辺の詳細な調査を実施した上で地震に対する安全性の評価を行い、以下で述べるとおり、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」について、前記第3・4で述べた基準地震動S<sub>s</sub>-1を変更して基準地震動S<sub>s</sub>-A, S<sub>s</sub>-B1ないしS<sub>s</sub>-B5を策定し、また、「震源を特定せず策定する地震動」について、前記第3・4で述べた基準地震動S<sub>s</sub>-2を変更して基準地震動S<sub>s</sub>-C1ないしS<sub>s</sub>-C4を策定した。そして、本件再処理工場の耐震重要施設が基準地震動

S<sub>s</sub>による地震力に対して安全機能が損なわれるおそれがないことを確認する。

以下においては、新規制基準を踏まえた基準地震動S<sub>s</sub>の策定（後記1）、及び耐震安全性評価（後記2）について述べる。

## 1 基準地震動S<sub>s</sub>の策定

被告は、基準地震動S<sub>s</sub>を、「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」について、それぞれ解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動として策定した（再処理事業指定基準規則の解釈別記2の6（乙第25号証90ないし93ページ））。

基準地震動S<sub>s</sub>の策定手順の概略は、別紙図10に示すとおりである（乙第91号証4ページ）。

### （1）敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

被告は、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の策定において、検討用地震を選定するに先立ち、敷地周辺の地質・地質構造の把握を目的として、本件敷地を中心とする半径30kmの範囲（敷地周辺）及びその周辺を対象に各種調査を行った。被告は、本件再処理工場の建設を始めるに際し、本件敷地及びその周辺における過去の記録の調査や詳細な現地調査等を行い、本件指定を受けた後も、地震に対する安全性の確保に係るデータの充実を図るため、本件敷地及びその周辺において様々な調査・観測等を継続的に実施するとともに、耐震安全性等に係る最新の技術的知見及び研究動向の把握にも継続的に取り組んでおり、今般、新規制基準を含む最新の知見や上記の調査・観測により拡充したデータ、更に追加して実施した調査

の結果を活用して基準地震動 S s を策定しているものであるが、以下、調査及びその結果については、建設を開始する際に行ったものとそれ以降に行ったものとを区別せずに述べる。

被告は、敷地周辺陸域においては、まず文献調査を行い、次いで変動地形学的調査（注 57）、地表地質調査（注 58）、物理探査（注 59）、ボーリング調査（注 60）等の各種調査を実施し（乙第 85 号証 4-4-1, 4-4-5, 4-4-6 ページ、乙第 86 号証 31 ページ）、敷地周辺海域においては、文献調査のほか、海上音波探査（注 61）、海底地形面調査（注 62）、海上ボーリング調査（注 63）等を実施し、国土地理院、工業技術院地質調査所（当時）、海上保安庁、石油公団（当時）、東北電力株式会社、東京電力株式会社等により実施された音波探査記録の解析を実施した（乙第 85 号証 4-4-1, 4-4-5 ないし 4-4-7 ページ、乙第 86 号証 31 ページ）。また、被告は、本件敷地の近傍の地質・地質構造を詳細に把握するため、敷地周辺における調査結果を踏まえ、本件敷地を中心とする半径約 5 km の範囲の敷地近傍（以下「敷地近傍」という。）において、文献調査、変動地形学的調査、地表地質調査、物理探査、ボーリング調査、トレンチ調査（注 64）等を行った（乙第 85 号証 4-4-2, 4-4-86, 4-4-87 ページ、乙第 86 号証 31 ページ）。本件敷地については、その全域について地表地質調査、地表弾性波探査（注 65）、ボーリング調査、トレンチ調査、試掘坑調査（注 66）等を実施した（乙第 85 号証 4-4-3, 4-4-119 ないし 4-4-123 ページ、乙第 86 号証 32 ページ）。

そして、過去及び現在の地震発生状況、敷地周辺の活断層の

状況等を考慮し、プレート間地震、海洋プレート内地震及び内陸地殻内地震のそれぞれについて検討用地震を選定し、その検討用地震ごとに、「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」の双方を実施した。これらの過程においては、震源特性については、詳細な調査結果等を踏まえた震源モデルを設定することによって、伝播特性及び增幅特性については、適切な地震観測記録が得られていればこれを用いて、得られていなければ本件敷地地盤の地下構造等に係る情報を用いることによって、それぞれの地域性を考慮し、また、本件敷地に影響を与える影響の大きい断層パラメータについて不確かさを考慮して設定するなどして十分に保守的な評価をしている。

以下では、敷地周辺陸域、同海域、敷地近傍及び本件敷地の地盤を構成する地形、地質・地質構造について説明した上で(後記ア)、検討用地震の選定に当たり調査した、敷地周辺における地震発生状況(後記イ)、敷地周辺陸域、同海域、敷地近傍及び本件敷地に分布する断層等の評価(後記ウ)、並びに、本件敷地地盤の地下構造の評価について述べる(後記エ)。続いて、検討用地震の選定(後記オ)、及び、検討用地震の地震動評価(後記カ)について述べる。

#### ア 地形、地質・地質構造

(ア) 敷地周辺陸域、同海域、敷地近傍及び本件敷地の地盤を構成する地層

a 敷地周辺陸域は、地形の特徴から、主に山地からなる吹越地域、台地からなる六ヶ所地域及び山地からなる東岳・八幡岳地域に大きく区分される。本件敷地は、六

ヶ所地域の北東部の台地に位置する（別紙図11）（乙第85号証997，998，4-4-8ページ）。

敷地周辺陸域の地質層序は、別紙図12に示すとおりである（乙第85号証4-4-9ないし4-4-16ページ）。

b 敷地周辺海域の地質層序は、別紙図13に示すとおりである（乙第85号証4-4-73ないし4-4-78ページ）。

c 敷地近傍の地質層序は、別紙図14に示すとおりである（乙第85号証4-4-88ないし4-4-91ページ）。

d 本件敷地内の地質層序は、別紙図15に示すとおりである（乙第85号証4-4-124ないし4-4-128ページ）。

#### （イ）敷地周辺陸域の段丘面

前記（ア）aで述べたとおり、本件敷地が位置する六ヶ所地域は主に台地からなり、台地には数段の段丘面（注67）が分布している。敷地周辺陸域の段丘面は、分布標高から高位面（H面）、中位面（M面）及び低位面（L面）に区分される。これらは、空中写真判読（注57）及び地表地質調査による段丘面の分布標高、分布形態及び火山灰層との関係等から、高位から順にH<sub>1</sub>面ないしH<sub>6</sub>面、M<sub>1</sub>面ないしM<sub>3</sub>面、L<sub>1</sub>面ないしL<sub>3</sub>面の12面に細区分される。H<sub>1</sub>面ないしH<sub>5</sub>面は酸素同位体ステージ（以下「MIS」という。）（注68）7（約21万年前）又はそれ以前、H<sub>6</sub>面はMIS6（約17万年前）、M<sub>1</sub>面はMIS5e（約1

2万ないし13万年前),  $M_2$ 面はM I S 5 e末又は直後,  
 $M_3$ 面はM I S 5 c(約10万年前), L面群はM I S 5 a  
(約8万年前)又はそれ以降の時期のものとされる(別紙  
図16)。(乙第85号証4-4-13ないし4-4-15  
ページ)

#### イ 敷地周辺における地震発生状況

被告は、過去の被害地震について、地震史料及び明治以降  
の地震観測記録をもとに、主な地震の震央(注7)位置、地  
震規模等を取りまとめた資料である、宇佐美ほか(2013)  
「日本被害地震総覧599-2012」(以下「日本被害地  
震総覧」という。), 気象庁「地震年報」, 宇津(1982)  
「日本付近のM 6.0以上の地震および被害地震の表」から,  
本件敷地からの震央距離(注7)が200km程度以内の被  
害地震を確認した。そして、日本被害地震総覧及び気象庁で  
公表されている震度分布図、並びに震央距離と地震規模から  
確認した被害地震のうち本件敷地での震度が5弱(平成8年  
9月以前は震度V。以下同じ。)程度以上と推定されるもの  
について、その地震発生様式別に以下のとおり分類した。(乙  
第85号証4-6-2ないし4-6-9ページ)

##### (ア) プレート間地震

プレート間地震と考えられる本件敷地からの震央距離  
が200km程度以内の主な被害地震は、以下のとおりで  
ある。

- ・延宝5年(1677年)陸中の地震( $M 7.4$ , 震央  
距離77km)
- ・宝暦13年(1763年)1月陸奥八戸の地震( $M 7.$ )

4, 震央距離 77 km)

- ・宝暦 13 年 (1763 年) 3 月 陸奥八戸の地震 (M 7.1/4, 震央距離 56 km)
- ・安政 3 年 (1856 年) 日高・胆振・渡島・津軽・南部の地震 (M 7.5, 震央距離 98 km)
- ・安政 5 年 (1858 年) 八戸・三戸の地震 (M 7.3, 震央距離 61 km)
- ・明治 35 年 (1902 年) 三戸地方の地震 (M 7.0, 震央距離 51 km)
- ・昭和 43 年 (1968 年) 十勝沖地震 (M 7.9, 震央距離 193 km)
- ・平成 6 年 (1994 年) 三陸はるか沖地震 (M 7.6, 震央距離 212 km)

また、本件敷地から震央距離が 300 km 以上離れており、本件敷地での揺れは震度 5 弱には満たないものの、国内の既往最大のプレート間地震として東北地方太平洋沖地震 (モーメントマグニチュード (Mw) (注 9) 9.0) がある (敷地周辺の震度は 4 であった。)。(乙第 85 号証 4-6-12 ページ)

#### (イ) 海洋プレート内地震

海洋プレート内地震と考えられる地震で過去に本件敷地に震度 5 弱程度以上の揺れをもたらしたものは認められないが、東北地方から北海道にかけて発生した主な地震で、本件敷地からの震央距離が 200 km 程度以内のものとして、平成 20 年 (2008 年) 岩手県沿岸北部の地震 (M 6.8) がある。また、本件敷地からの震央距離が 3

00 km 以上のものとして、昭和 8 年（1933 年）昭和三陸地震（M 8.1），平成 5 年（1993 年）釧路沖地震（M 7.5），平成 6 年（1994 年）北海道東方沖地震（M 8.2），平成 15 年（2003 年）宮城県沖の地震（M 7.1），平成 23 年（2011 年）宮城県沖の地震（M 7.2）及び平成 23 年（2011 年）三陸沖の地震（M 7.3）がある。（乙第 85 号証 4-6-13 ページ）

#### （ウ）内陸地殻内地震

内陸地殻内地震と考えられる本件敷地からの震央距離が 200 km 程度以内の主な被害地震は、以下のとおりである。

- ・明和 3 年（1766 年）津軽の地震（M 7 1/4，震央距離 76 km）
- ・昭和 53 年（1978 年）青森県東岸の 2 地震（共に M 5.8，震央距離 11 km, 10 km）

敷地周辺で発生した内陸地殻内地震のうち最も規模の大きな地震は、明和 3 年（1766 年）津軽の地震（M 7 1/4）であり、同地震は、本件敷地を中心とする半径 30 km 以遠の断層である津軽山地西縁断層帯北部（後記ウ（イ）a 参照）と関連付けられている。同地震による敷地周辺における揺れは、震度 V 程度とされている。

なお、敷地近傍には、M 5.0 以下の小・微小地震の集中は認められない（乙第 85 号証 4-6-14 ページ、乙第 91 号証 12 ないし 15 ページ）。

#### ウ 断層等の評価

##### （ア）活動性の評価方法

内陸地殻内地震に係る検討用地震を選定するためには、「震源として考慮する活断層」を認定する必要がある（再処理事業指定基準規則の解釈別記2の6二②a（乙第25号証91ページ））。

活断層とは、最近の地質時代に繰り返し活動し、将来も活動する可能性のある断層のことをいう。その活動の間隔は、短いもので数百年、長いもので数万年と考えられており、このような活動間隔を考慮し、後期更新世以降（約13万ないし12万年前以降）の活動が否定できないものであって、地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊し、地震動による施設への影響を検討する必要があるものを、震源として考慮する活断層としている。なお、震源として考慮する活断層の認定に当たって、後期更新世の地形面又は地層が欠如するなど、後期更新世以降の活動性が明確に判断できない場合には、中期更新世（注46）以降（約40万年前以降）まで遡って断層の活動性を評価することとしている。（再処理事業指定基準規則の解釈別記1の3（乙第25号証83、84ページ））

震源断層は、地下深部数km以深に存在するものであるが、震源断層がずれ動くと、当該震源断層より上の地層や地形面が変位・変形（注3）し、繰り返しの活動によって、その痕跡が地表又は地表近くに出現する。すなわち、震源断層に働く力のもとはプレート運動（プレート同士の圧縮力）であり、その運動の向きや速さは現在の応力場（注69）が変わらなければ基本的に変化しないので、震源断層に働く力も変わらず、そのため、震源断層の活動は同じ動

きが繰り返される。活断層周辺の地形は、このように繰り返された動きの累積によって形成されることから、一般的に、地表の地形を見ることで地下の震源断層の活動を把握することが可能となる。しかし、活断層以外の要因によつて変動地形に似た地形が形成される可能性も否定できないことから、地形だけでなく、地下構造も併せてみて、変位・変形の累積を確認する必要がある。また、活断層は、繰り返し活動するものであるため、それにより生ずる変位・変形の量は累積して次第に増加し、古い地層や地形面ほど変位・変形の量が大きいという特徴がある。

断層の活動の有無及びその時期については、当該断層の上の地層や地形面に変位・変形が認められるか否かで判断することが多い。これは、上記のとおり、断層がずれ動くと断層より上の地層や地形面が変位・変形するからである。被告は、このような性質を利用して、検討の対象とする断層の上の地層や地形面の形成年代を特定することにより、当該断層の後期更新世以降の活動性の有無を判断した。この検討の結果、後期更新世以降の活動が否定できない場合には、震源として考慮する活断層とし、当該断層が活動したときの地震規模等を評価するため、後期更新世以降の活動が認められなくなる地点（端点）を特定するなどして活断層の長さを評価した。

#### (イ) 敷地周辺陸域の調査結果

##### a 主要な断層の評価

文献調査結果及び変動地形学的調査の結果に基づき、本件敷地を中心とする半径 30 km の範囲の敷地周辺

陸域における主要な断層として、横浜断層、野辺地断層、上原子断層、七戸西方断層及び後川一土場川断層を抽出した（別紙図17）。これらについて、活動性、断層長さ等を評価した結果は、別紙図18-1のとおりである。

（乙第85号証4-4-18ないし4-4-63ページ、乙第86号証31ページ）

また、文献調査結果に基づき、本件敷地を中心とする半径30km以遠100kmまでの範囲の陸域における主要な活断層として、折爪断層、青森湾西岸断層帯、津軽山地西縁断層帯（北部・南部）を抽出した（別紙図19）。これらについて、活動性、断層長さ等を評価した結果は、別紙図18-2のとおりである。（乙第85号証4-4-63ないし4-4-71ページ、乙第86号証31ページ）

#### b 断層の運動可能性評価

被告は、前記aで活動性を考慮することとした上原子断層及び七戸西方断層について、それぞれ東上がりの逆断層と西上がりの逆断層であり、変位センスが異なるものの、これらの断層の位置関係や活動時期の類似性から、保守的に、地震動評価上は一連のものと想定し、その長さを約51kmと評価している（乙第85号証4-4-38ページ、乙第91号証115ページ）。

#### （ウ）敷地周辺海域の調査結果

文献調査結果及び音波探査記録の解析結果に基づき、本件敷地を中心とする半径30km範囲の敷地周辺海域における主要な断層として、大陸棚外縁断層及びF-d断層

を、半径 30 km 以遠の海域における主要な断層として、F-a 断層、F-b 断層及び F-c 断層を抽出した（別紙図 20）。これらについて、活動性、断層長さ等を評価した結果は、別紙図 21 に示すとおりである。（乙第 85 号証 4-4-79 ないし 4-4-85 ページ、乙第 86 号証 31 ページ）

#### （エ）敷地近傍の調査結果

a 文献調査結果及び変動地形学的調査の結果に基づき、敷地近傍の断層・リニアメント（注 70）として、出戸西方断層、二又付近のリニアメント、戸鎖付近のリニアメント及び老部川（南）上流付近のリニアメントの合計 4 条の断層及びリニアメントを抽出し（別紙図 22），活動性を評価した。これらのうち、出戸西方断層以外のリニアメントについて活動性を評価した結果は、別紙図 23 に示すとおりであり、いずれも後期更新世以降に活動はないことから、震源として考慮する活断層とは認められない。（乙第 85 号証 4-4-93 ないし 4-4-118 ページ、乙第 86 号証 31 ページ）

b 出戸西方断層は、本件敷地北側に南北に延びる断層である（別紙図 24）。被告は、文献調査、空中写真判読、重力探査、反射法地震探査、地表地質調査、ボーリング調査、トレチ調査により出戸西方断層について調査し、その結果、後期更新世に形成された中位段丘堆積層（M<sub>2</sub> 面堆積物）に変位を与えていたことから、後期更新世以降の活動を否定できず、これを震源として考慮する活断層と認めた。

そして、出戸西方断層の長さを詳細に把握するため、北端付近においては空中写真判読、露頭（注71）調査、薄片観察（注72）を実施した。空中写真判読及び露頭調査の結果、OT-1露頭（露頭位置及び測線（注73）の位置は別紙図24参照。）以北にリニアメント・変動地形は判読されない。また、薄片観察結果によれば、同露頭の最新面での変位は正断層センスであり、出戸西方断層の変位が逆断層センスであるのとは変位センスが異なる。さらに、同露頭における断層の破碎幅は、約1cmと小さい。これらのことなどから、OT-1露頭以北では出戸西方断層の活動性は認められず、同断層の北端は同露頭であると評価した。南端については、空中写真判読の結果、Z測線以南には、リニアメント・変動地形は判読されず、出戸西方断層と同じ西傾斜の逆断層は認められない。B測線付近において断層南方延長トレーニング調査を実施した結果3つの断層が確認されたが、これらの断層は、第四紀（注46）の地層に繰り返し活動した痕跡が認められず、変位方向も出戸西方断層のそれとは異なり、東傾斜・東上がりであることから、同断層と連続するものではない。これらのことから、同断層は、少なくともB測線付近には連続していないことが強く推認されるが、安全側の評価として、上記3つの断層が出戸西方断層から分岐した副次的な断層である可能性を考慮することとした。出戸西方断層及び上記の副次的な断層は、C測線以南には認められない。これらのことなどから、C測線以南では出戸西方断層の活動性は認め

られず、同断層の南端はC測線であると評価した。

このように詳細な調査を実施して、出戸西方断層の活動の痕跡のないことが明確に確認できる地点（端点）を保守的に特定し、同断層の長さをOT-1露頭からC測線までの約1.1kmと認定した（乙第85号証4-4-94ないし4-4-112ページ、乙第86号証32ないし35ページ）。

#### （オ）本件敷地の調査結果

本件敷地には、f系断層（f-1断層、f-2断層、並びにそれらから派生するf-1a断層、f-1b断層及びf-2a断層）、sf系断層（sf-1断層ないしsf-6断層）が認められるが（別紙図25），その性状及び活動性は別紙図26に示すとおりであり、いずれも後期更新世以降に活動はないことから、震源として考慮する活断層とは認められない（乙第85号証4-4-128ないし4-4-135ページ、乙第86号証32ページ）。

#### （エ）本件敷地地盤の地下構造評価

一般に、地盤を地震波が伝播する速度は、浅い地盤であるほど遅いため、スネルの法則（注74）に従って、地震波は、地表に向かって伝播速度の小さい地層に入射するたびに鉛直に近い角度となる（乙第93号証81ページ）。通常、地盤の速度構造は、速度層が水平をなして拡がっている水平成層構造とみなせることが多く、その場合には地盤の速度境界で屈折した地震波は平行に伝播し、波の重なり合いが生じることはない。一方、地層の傾斜や褶曲構造等の存在から速度層に特異な構造が認められ、地盤の速度構造を水平成層構造

とみなせない場合には、その発生条件は限られるものの、局所的に地震波が重なり合って集中し、大きく増幅する可能性が生じる（乙第92号証13ページ）。このため、地震波の伝播特性及び地盤の増幅特性を評価する上では、こうした速度層の特異な構造の有無を含めて、敷地周辺の地下構造を把握することが重要である。

被告は、本件敷地内において従来から詳細な地質調査を実施しているが、本件事業変更許可申請に当たり、以下のとおり、地震観測記録の分析、地下構造の把握、及び解析的検討を更に精緻に実施し、解放基盤表面を設定するとともに、地震基盤から解放基盤表面までの地下構造をモデル化して地盤の増幅特性について評価した。

#### （ア）解放基盤表面の設定

本件敷地は標高が概ね60mの台地上に位置している。台地を構成する地層として、概ね30mより低い標高には、新第三紀中新世（注46）の地層である鷹架層が拡がっている。本件敷地の地質構造は、f-1断層及びf-2断層を境にした3つの領域（中央地盤、西側地盤、東側地盤）で異なっているが、被告が実施したP.S.検層（注75）の結果、いずれの領域においても、標高-70mの位置における鷹架層のS波速度は概ね700m/s以上であった。

また、被告は、後記（イ）で述べるとおり、本件敷地及び敷地周辺の地盤の速度構造は、概ね水平成層かつ均質であることを確認した。

これらのことから、被告は、本件敷地地下で著しい高低差がなく、ほぼ水平で相当な拡がりを有し、著しい風化を

受けていない岩盤である鷹架層において、S波速度が概ね 700m/s 以上となる標高 -70m の位置に、解放基盤表面を設定した。(乙第 85 号証 4-6-17, 4-6-18 ページ、乙第 86 号証 27, 28 ページ、乙第 91 号証 23 ないし 27 ページ)

(イ) 本件敷地地盤の地下構造の評価

被告は、本件敷地及び敷地周辺の地盤の速度構造を把握するため屈折法地震探査(注 65)及び反射法地震探査(注 65)を実施した。

その結果から、本件敷地及び敷地周辺の地盤の速度構造は、概ね水平成層かつ均質であることを確認した。(乙第 85 号証 4-6-17 ページ、乙第 91 号証 21, 22 ページ)

(ウ) 地震観測記録による調査

前記(イ)の調査に加え、被告は、本件敷地における地震波の伝播特性及び地盤の增幅特性について、地震観測記録を用いて評価を実施した。前記(ア)で述べたとおり、本件敷地の地質構造は 3 つの領域(中央地盤、西側地盤、東側地盤)で異なることから、本件敷地地盤における地震観測は、その領域ごとに観測点を設けて実施している。地震観測記録の評価に当たっては、解放基盤表面以浅の地盤の影響を取り除くため、はぎとり解析(注 76)を行った。

上記の 3 地点の観測点で得られた地震観測記録を用い、地震発生様式ごとの代表的な地震について、それぞれ地盤の各深度で得られた地震観測記録の応答スペクトルを作成し、分析したところ、いずれの地震についても、解放基

盤表面相当レベルまでは特定周期での特異な増幅等がなく、上記の観測点間で顕著な差が認められないことを確認した。

さらに、地震波の到来方向別の伝播特性及び増幅特性に関して、震央距離が 300 km 以内の地震の解放基盤表面で得られた地震観測記録を対象に、本件敷地から東西南北の 4 方位に分類して検討を行った結果、地震波の到来方向の違いによって伝播特性や増幅特性が異なるような傾向はみられないことを確認した。

これらのことから、本件敷地の地盤は水平成層構造とみなすことができることを確認した。(乙第 85 号証 4-6-19, 4-6-20 ページ、乙第 86 号証 29 ページ、乙第 91 号証 28 ないし 43 ページ)

#### (エ) 深部地盤モデルの作成

被告は、後記カ(イ)dで述べるとおり、「断層モデルを用いた手法による地震動評価」の一部を統計的グリーン関数法(注 77)によって行っている。そこで、これに用いる解放基盤表面以深の深部地盤モデルを、本件敷地における代表地盤観測点(前記(ウ)の観測点のうち中央地盤の観測点)の地震観測記録に基づき作成した。

前記(ウ)で述べたとおり、本件敷地の地盤は水平成層構造とみなすことができることから、深部地盤モデルは、一次元の速度構造でモデル化したものを、代表地盤観測点の鉛直アレー地震観測(注 78)による地震観測記録を基に、深部地盤モデルの層厚、S 波速度、P 波速度( $V_p$ ) (注 24) 及び Q 値(注 79)を設定した。

さらに、本件敷地の地震観測記録を用いた解析方法（スペクトルインバージョン法）、及び鶴来ほか（1997）「経験的サイト增幅特性評価手法に関する検討」で提案されている経験的に地盤の增幅特性（サイト增幅特性）を評価する手法により、それぞれ本件敷地における地盤の增幅特性を抽出し、それらの增幅特性と上記の深部地盤モデルによる增幅特性とを比較検討し、それらの增幅特性が上記の深部地盤モデルによる增幅特性と同等又は深部地盤モデルによる増幅率が若干大きいことを確認した。また、本件敷地及び敷地近傍の地質調査結果等を用いて作成した三次元地下構造モデルを用いて增幅シミュレーションを行い、本件敷地内の主要な範囲では特異な增幅がみられないことを確認した。これらにより、上記の深部地盤モデルが妥当であることを確認した。（乙第85号証4-6-21、4-6-22ページ、乙第86号証29ページ、乙第91号証44、50ないし58ページ）

(オ) 小括

以上のように、被告は、各種調査を行い、本件敷地及び敷地周辺の地盤の速度構造は概ね水平成層かつ均質であることを確認し、また、本件敷地に対する地震波の到来方向の違いによって伝播特性や增幅特性が異なるような傾向はみられないことを確認するなど、地下構造を適切に評価した。

才 検討用地震の選定

被告は、前記アないしウで述べた、地震に関する各種調査を詳細に行うことにより得た本件敷地における地域性に資

するデータ等を詳細に考慮して、プレート間地震、海洋プレート内地震及び内陸地殻内地震の3つの地震発生様式ごとに、検討用地震を選定した（乙第91号証72ページ）。

#### （ア）プレート間地震

前記イ（ア）に挙げた、本件敷地での震度が5弱程度以上と推定される地震のうち、本件敷地に最も影響を及ぼしたもののは昭和43年（1968年）十勝沖地震（M7.9）である。地震調査研究推進本部（2004）「三陸沖北部の地震を想定した強震動評価」（乙第103号証）では、既往の研究成果を基に三陸沖北部の領域において発生する可能性が高い地震として、昭和43年（1968年）十勝沖地震を踏まえて地震の規模や震源域等を設定し、「三陸沖北部の地震（Mw8.3）」（以下「想定三陸沖北部の地震」という。）として震源モデルを設定している。そこで、被告は、想定三陸沖北部の地震をプレート間地震の検討用地震の候補とした。

また、東北地方太平洋沖地震（Mw9.0）は、本件敷地から200km以上離れた位置で発生しており、本件敷地に対する影響は小さかったものの、同地震の知見を踏まえ、同規模の地震が本件敷地前面の太平洋プレートが沈み込む三陸沖北部の領域を含む範囲で連動して発生するとして、「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」を設定し、これをプレート間地震の検討用地震の候補とした。

さらに、17世紀に北海道東部に大きな津波をもたらした地震が発生したとされており、地震調査研究推進本部

(2017)「千島海溝沿いの地震活動の長期評価（第三版）」（乙第104号証）では、そのような地震を十勝沖から択捉島を震源領域とするM8.8程度以上の「超巨大地震（17世紀型）」としていることから、被告はこれを検討用地震の候補とした。

上記の各地震について、地震規模、強震動生成域(Strong Motion Generation Areas。以下「SMGA」という。)（注80）の面積、短周期レベル及び本件敷地との距離等を比較した結果、本件敷地に対する影響は、「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」が最も大きいと考えられることから、同地震をプレート間地震の検討用地震として選定した。その震源モデルは、別紙図27に示すとおりである。（乙第85号証4-6-24ないし4-6-26ページ、乙第86号証36ページ、乙第91号証74ないし78ページ）

#### （イ）海洋プレート内地震

海洋プレート内地震については、前記イ（イ）で述べたとおり、過去に本件敷地に震度5弱程度以上の揺れをもたらした地震は認められないが、地震の発生機構やテクトニクス的背景（注8）の類似性が認められる地域で過去に発生した地震（前記イ（イ））を考慮した上で、敷地周辺の適切な位置に震源を考慮した震源モデルを設定して、検討用地震の候補とした。

まず、被告は、過去に東北地方で発生した海洋プレート内地震（沈み込んだ海洋プレート内の地震）を、二重深発地震面（注81）上面の地震、二重深発地震面下面の地震、

及び沖合いの浅い地震の3タイプに分類した上で、本件敷地に対して影響の大きい地震を抽出した。二重深発地震面上面の地震については平成23年（2011年）宮城県沖の地震、二重深発地震面下面の地震については平成20年（2008年）岩手県沿岸北部の地震、沖合いの浅い地震については平成23年（2011年）三陸沖の地震をそれぞれ考慮し、地震規模（マグニチュード）として各タイプの領域で発生した最大のものを想定し、震源の位置として各タイプの発生位置に応じて本件敷地との距離が最小となる位置に設定した各地震の震源モデルを設定した。

そして、これらの震源モデルについて、解放基盤表面における地震動の応答スペクトルを算出することができ、敷地における地震観測記録を用いて地震動を補正することによって敷地の伝播特性及び増幅特性等の地域性を反映することが可能な Noda et al. (2002) の方法（注82）（乙第105号証）に基づき地震動を評価し、本件敷地への影響を相対的に比較した結果、二重深発地震面上面の地震（平成23年（2011年）宮城県沖の地震（M7.2）と同様の地震が本件敷地前面で発生することを考慮した地震）が本件敷地への影響が最も大きかったことから、これを「想定海洋プレート内地震」として検討用地震に選定した。同地震の断層面の位置は、別紙図28に示すとおりである。（乙第85号証4-6-26ないし4-6-28ページ、乙第86号証36、37ページ、乙第91号証93ないし101ページ）

#### （ウ）内陸地殻内地震

被告は、前記ウで述べたとおり、活断層による地震の活動性に関する情報を得るべく陸域・海域を問わず実施した各種調査により、別紙図29及び30に示した合計12条の断層を「震源として考慮する活断層」と評価した。

震源として考慮する活断層による地震が本件敷地に及ぼす影響を検討するために、断層長さの短い出戸西方断層及びF-d断層を除いた10条の断層について、各断層から想定される地震規模（マグニチュード）、断層の中心を震央にした場合の震央距離、及び本件敷地で想定される震度の関係から、本件敷地に影響を与えるおそれがあると考えられる地震として、「折爪断層による地震」、「横浜断層による地震」及び「上原子～七戸西方断層による地震」を抽出した。出戸西方断層及びF-d断層については、孤立した長さの短い活断層（注83）として、震源断層が地震発生層の上端から下端まで拡がっているとし、この場合、同じ地震規模を考慮すると、本件敷地により近い「出戸西方断層による地震」の方が本件敷地に与える影響が大きい地震となることから、本件敷地に影響を与えるおそれがあると考えられる地震として同地震を抽出した。このようにして抽出した4地震について、前記（イ）で述べた海洋プレート内地震と同様にNoda et al. (2002) の方法により求めた地震動を比較した結果、本件敷地への影響が相対的に最も大きい「出戸西方断層による地震」を検討用地震として選定した（別紙図31）。（乙第85号証4-6-28ないし4-6-30ページ、乙第86号証35、36ページ、乙第91号証115ないし117ページ）

## カ 検討用地震の地震動評価

被告は、前記オにおいて検討用地震としてプレート間地震から選定した「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」、海洋プレート内地震から選定した「想定海洋プレート内地震」、及び内陸地殻内地震から選定した「出戸西方断層による地震」について、それぞれ、「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」とを行った。

応答スペクトルに基づく地震動評価では、検討用地震の地震規模、震源距離（注7）等から関係式の適用状況及び適用範囲について検討した上で、適切な関係式を用いることとした。

断層モデルを用いた手法による地震動評価では、本件敷地において要素地震（注77）として適切な地震の観測記録が得られている地震については、震源特性、地震波の伝播特性及び地盤の增幅特性を的確に反映することが可能である経験的グリーン関数法（注77）により、得られていない地震については、統計的グリーン関数法により、それぞれ行うこととした。統計的グリーン関数法においては、前記エ（エ）で述べた深部地盤モデルを用いることにより地震波の伝播特性及び地盤の增幅特性を反映している。（乙第85号証4-6-30, 4-6-31ページ）

これらの地震動評価に当たっては、基本の震源モデル（以下「基本モデル」という。）を保守的に設定した上で、更に本件敷地に与える影響の大きい断層パラメータについて不確かさを考慮するという安全側の配慮を重ねて行っている。加

えて、被告は、不確かさを考慮する断層パラメータについて、事前の詳細な調査や経験式に基づき設定できる「認識論的不確かさ」と、事前の詳細な調査や経験式からは特定が困難な「偶然的不確かさ」とに分類した上で、認識論的不確かさは独立して、偶然的不確かさは認識論的不確かさに重畠させて、それぞれ考慮している。認識論的不確かさを考慮する断層パラメータの例としては、地震規模、断層面の位置、短周期レベル、断層傾斜角が挙げられ、偶然的不確かさを考慮する断層パラメータの例としては、アスペリティの位置、破壊開始点が挙げられる。(乙第91号証123ページ)

(ア) プレート間地震

a 基本モデルの設定

プレート間地震の検討用地震として選定した「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」については、諸井ほか(2013)「標準的な強震動レシピに基づく東北地方太平洋沖巨大地震の強震動の再現」(以下「諸井ほか(2013)」という。)(乙第106号証)(注84)により、東北地方太平洋沖地震の強震動予測レシピ(乙第97号証)の適用性が確認されていることから、強震動予測レシピに基づき、地震調査研究推進本部(2004)「三陸沖北部の地震を想定した強震動評価」(乙第103号証)及び諸井ほか(2013)を参考に基本モデルを設定した。

① 断層面の設定に当たっては、本件敷地前面の三陸沖北部の領域を含む領域の運動を考慮し、「三陸沖北部

～宮城県沖の運動」及び「三陸沖北部～根室沖の運動」について、それぞれモデルを設定した。

- ② 各領域におけるSMGAの位置については、諸井ほか（2013）と同様に、モデル化する領域ごとに過去に発生した地震を参考して地域性を考慮した位置に設定した。
- ③ SMGAの面積については、諸井ほか（2013）と同様に、断層面積に対するSMGAの面積比（以下「SMGA面積比」という。）が12.5%となるよう設定した。
- ④ SMGAの短周期レベルについては、諸井ほか（2013）に基づくSMGA面積比12.5%相当の地震モーメント（注9）と短周期レベルとの関係を基本として設定した。地震モーメントと短周期レベルとの関係については、東北地方太平洋沖地震と整合することが確認されている佐藤（2010）「逆断層と横ずれ断層の違いを考慮した日本の地殻内地震の短周期レベルのスケーリング則」のスケーリング則（注85）もあるところ、上記の諸井ほか（2013）に基づくSMGA面積比12.5%相当の地震モーメントと短周期レベルとの関係の方が、求められる短周期レベルの値がより大きくなる。そして、本件敷地に近く影響が大きい、三陸沖北部の領域のSMGA1及びSMGA2の短周期レベルについては、過去に同領域で発生した平成6年（1994年）三陸はるか沖地震（M7.6）の短周期レベルが諸井ほか（2013）に基づく

S M G A 面積比 1 2 . 5 % 相当の地震モーメントと短周期レベルとの関係から求められる値を 1 . 3 倍上回っていることから、保守的に 1 . 4 倍にした値に設定し、本件敷地から遠く影響の小さい S M G A 3 ないし 7 については、諸井ほか（2013）に基づく S M G A 面積比 1 2 . 5 % 相当の値に設定した。

⑤ 震源断層面は、一度にすべ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共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（注86）という。破壊開始点については、地震の発生前にその位置を予測することが難しく、また、地震動の評価地点（本件再処理工場の基準地震動 S s の策定においては、本件敷地がそれである。）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当該評価地点での地震動が大きくなるとされている。そこで、被告は、破壊開始点について、断層の端やアスペリティの端といった本件敷地から遠い位置にこれを置くケースが含まれるよう、複数の位置を設定した。

基本モデルの断層モデルは、別紙図 3 2 及び 3 3 に示すとおりである。

なお、被告は、上記の基本モデルで設定した S M G A 面積、短周期レベル及び S M G A 面積比について、田島ほか（2013）「内陸地殻内および沈み込みプレート境界で発生する巨大地震の震源パラメータに関するスケーリング則の比較研究」において取りまとめられていて

る各種震源モデルのそれら、及び諸井ほか（2013）に示されているSMGA面積比を変えた場合のSMGAの短周期レベルと比較し、被告の基本モデルの設定が妥当であることを確認した。（乙第85号証4-6-31ないし4-6-33ページ、乙第86号証39、40ページ、乙第91号証79ないし88ページ）

b 不確かさを考慮する断層パラメータの選定

被告は、「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の断層パラメータのうちSMGAの位置が地震動に大きく影響するものであることから、その不確かさを考慮することが必要であると判断し、「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の不確かさとして、本件敷地に最も近いSMGA1の位置を本件敷地直近（断層面西端）に移動させたケースを考慮した。

また、破壊開始点については、上記のSMGAの位置を移動させたケースについても、前記a⑤で述べたように複数の位置を設定した。

上記の不確かさを考慮したケースの断層モデルは、別紙図34及び35に示すとおりである。（乙第85号証4-6-33ページ、乙第86号証40ページ、乙第91号証85ないし88ページ）

c 応答スペクトルに基づく地震動評価

「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」については、その地震規模がNoda et al.（2002）の方法の適用範囲の上限であるM8.5を超えており、同方法を適用することはできない。また、東北地方太平

洋沖地震の本震のような巨大地震の複雑な震源過程から生成される強震動について、短周期から長周期にわたり精度良く評価でき、実務に活用された実績のある関係式（距離減衰式）はないと考えられる。そこで、「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」については、応答スペクトルに基づく地震動評価は行わないこととした。（乙第85号証4-6-33ページ、乙第86号証40ページ、乙第91号証89ページ）

#### d 断層モデルを用いた手法による地震動評価

「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の断層モデルを用いた手法による地震動評価では、本件敷地において要素地震として利用可能な地震観測記録が得られていることから、経験的グリーン関数法を用いた。

要素地震としては、各領域で発生した同様の震源メカニズムをもつ地震の観測記録を用いることとし、三陸沖北部の領域に対して平成13年（2001年）8月14日の地震（M6.4）、三陸沖中南部の領域に対して平成27年（2015年）5月13日の地震（M6.8）、宮城県沖の領域に対して平成23年（2011年）3月10日の地震（M6.8）、十勝沖の領域に対して平成20年（2008年）9月11日の地震（M7.1）、根室沖の領域に対して平成16年（2004年）11月29日の地震（M7.1）の本件敷地における地震観測記録を用いて、地震波の伝播特性及び地盤の增幅特性を地震動評価に反映した。

基本モデル（前記 a）及び不確かさを考慮した各ケース（前記 b）の断層モデルを用いた手法による地震動評価の結果（応答スペクトル）は、別紙図 3 6ないし 4 3 に示すとおりである。（乙第 8 5 号証 4 - 6 - 3 3，4 - 6 - 3 4 ページ、乙第 8 6 号証 4 0，4 1 ページ、乙第 9 1 号証 8 9ないし 9 1 ページ）

#### （イ）海洋プレート内地震

##### a 基本モデルの設定

海洋プレート内地震の検討用地震として選定した「想定海洋プレート内地震」については、強震動予測レシピ（乙第 9 7 号証）を基に、基本モデルの断層モデル及び断層パラメータを設定した。

- ① 地震規模については、本件敷地の同一テクトニクス（注 8）内の東北地方で発生した二重深発地震面上面の地震の最大地震である、平成 2 3 年（2 0 1 1 年）宮城県沖の地震と同規模（M 7. 2，Mw 7. 1）とした。
- ② 短周期レベルについては、強震動予測レシピによる海洋プレート内地震の標準的な短周期レベルを考慮して設定した。
- ③ 断層面の位置については、本件敷地前面の沈み込む海のプレートと本件敷地との距離が最小となる位置の海洋性マントル内に設定した。
- ④ 破壊開始点については、断層の端やアスペリティの端といった本件敷地から遠い位置にこれを置くケースが含まれるよう、複数の位置を設定した。

基本モデルの断層モデルは、別紙図44に示すとおりである。（乙第85号証4-6-34、4-6-35ページ、乙第86号証41ページ、乙第91号証103ないし106ページ）

b 不確かさを考慮する断層パラメータの選定

被告は、「想定海洋プレート内地震」については、短周期レベル、断層位置及び地震規模の不確かさを考慮した。

すなわち、短周期レベルは、震源における地震動の短周期領域での大きさを表すパラメータであり、評価地点での短周期領域の地震動の大きさに大きく関係する。前記第1・6で述べたとおり、現実の地震波は、短周期側から長周期側まで様々な周期の地震波が合成されてできる複雑な波であるところ、建物・構築物を含め、物体は、特定の揺れやすい周期（固有周期）をもち、その固有周期と一致した成分の卓越した地震波が到来すると、これと共に共振して大きく揺れる。原子力施設の安全上重要な機能を有する主要な施設は、その固有周期が短周期領域（本件再処理工場の建物は概ね周期0.3秒以下。）にあり、本件再処理工場の耐震重要施設は短周期領域の地震動の影響を強く受けるため、評価地点での短周期領域の地震動の大きさに関する短周期レベルは重要なパラメータである。そこで、短周期レベルの不確かさとして、同一テクトニクス内で発生した地震である平成23年（2011年）宮城県沖の地震に関する原田・釜江（2011）「2011年4月7日宮城県沖のスラブ内

地震の震源のモデル化」の知見を踏まえ、短周期レベルの値を強震動予測レシピによる値の1.5倍としたケースを設定した。

また、断層位置について、地震動に大きく影響するパラメータであることから、その不確かさを考慮することが必要であると判断し、これを本件敷地直近とするため、断層面上端が海洋性地殻の上端に位置するように設定した上で、アスペリティについても本件敷地直近となるよう断層面上端に配置したケースを設定した。

地震規模の不確かさとしては、平成23年（2011年）宮城県沖の地震の地震規模を上回るMw 7.4としたケースを設定した。

破壊開始点については、上記のそれぞれの不確かさケースについて、複数の位置を設定した。

不確かさを考慮した以上のケースの各断層モデルは、別紙図44に示すとおりである。（乙第85号証4-6-35ページ、乙第86号証41ページ、乙第91号証102ないし106ページ）

#### c 応答スペクトルに基づく地震動評価

「想定海洋プレート内地震」の応答スペクトルに基づく地震動評価には、地震規模に対応する震源距離がNoda et al. (2002) の方法の適用範囲にあることから、同方法を用いた。

被告は、Noda et al. (2002) の方法で得られた応答スペクトルに対して、本件敷地における海洋プレート内地震の観測記録に基づき、海洋プレート内地震に關

する地震波の伝播特性及び地盤の增幅特性を考慮した補正を行った。具体的には、本件敷地における海洋プレート内地震による観測記録の応答スペクトルは、Noda et al. (2002) の方法に基づく応答スペクトルに対して 2ないし 3倍程度となっていることから（乙第 85 号証 4-6-187 ページ），安全側に、Noda et al. (2002) の方法に基づく応答スペクトルに対し全周期帶で 3 倍の補正を行うこととした。

「想定海洋プレート内地震」の基本モデル（前記 a）及び不確かさを考慮した各ケース（前記 b）の応答スペクトルに基づく地震動評価の結果は、別紙図 4-5 及び 4-6 に示すとおりである。（乙第 85 号証 4-6-35, 4-6-36 ページ、乙第 86 号証 4-1 ページ、乙第 91 号証 107, 108 ページ）

#### d 断層モデルを用いた手法による地震動評価

断層モデルを用いた手法による地震動評価では、「想定海洋プレート内地震」に関しては適切な要素地震となる地震観測記録が本件敷地で得られていないことから、統計的グリーン関数法を用いた。統計的グリーン関数法に用いる地下深部構造モデルについては、前記エ（エ）で述べた、被告が地震観測記録や地質・地質構造等の調査結果等に基づき作成した深部地盤モデルを用いて地盤の增幅特性を反映した。また、東北地方の海溝型地震（注 13）の伝播経路に関する既往知見である佐藤ほか（2002）「全国の強震記録に基づく内陸地震と海溝

性地震の震源・伝播・サイト特性」に基づき、地震波の伝播特性を反映した。

基本モデル（前記 a）及び不確かさを考慮した各ケース（前記 b）の断層モデルを用いた手法による地震動評価の結果（応答スペクトル）は、別紙図 4-7 及び 4-8 に示すとおりである。（乙第 85 号証 4-6-36 ページ、乙第 86 号証 4-1 ページ、乙第 91 号証 107, 109 ページ）

#### （ウ）内陸地殻内地震

##### a 地震発生層の設定

内陸地殻内地震の地震動評価に用いる地震発生層の上端深さ及び下端深さについては、震源断層の面積や、震源断层面と本件敷地との距離に影響する条件であることから、被告は、本件敷地及び敷地周辺における地震発生層について、他機関の検討結果や被告による調査等の各種検討結果を踏まえ総合的に判断して設定した。

すなわち、独立行政法人原子力安全基盤機構（注 87）（2004）「平成 15 年度 地震記録データベース S A N D E L のデータ整備と地震発生上下限層深さの評価に関する報告書」によれば、本件敷地を含む東北地方東部の領域では、地震発生層上端は 6.2 km、地震発生層下端は 13.8 km とされている。

また、被告が敷地周辺の内陸地殻内で発生した小・微小地震を調査した結果、その多くは深さ 8.2 km 以深、15.3 km 以浅で発生している。

入倉・三宅（2001）「シナリオ地震の強震動予測」等の文献によれば、地震発生層の上端深さは概ねP波速度 $6 \text{ km/s}$ と対応しているとされているところ、敷地周辺においては、P波速度 $6 \text{ km/s}$ の層は $3 \text{ km}$ よりも深い。

長谷川ほか（2004）「東北日本弧における地殻の変形と内陸地震の発生様式」（以下「長谷川ほか（2004）」という。）によれば、東北日本の内陸地殻内地震が発生する深さはおよそ $15 \text{ km}$ 程度以浅であり、それより深部の地殻は温度が高くなり、岩石が軟らかくなつており流動変形する傾向が強まるため、ひずみを蓄えることができず、急激な断層運動である地震は発生しないとされている。被告が実施した敷地周辺における地震波トモグラフィ解析（注88）の結果等も、長谷川ほか（2004）と整合している。

以上のことなどを踏まえ、被告は、内陸地殻内地震の地震動評価に用いる地震発生層の上端深さを $3 \text{ km}$ 、下端深さを $15 \text{ km}$ と設定した（乙第85号証4-6-28、4-6-29ページ、乙第86号証38ページ、乙第91号証120ページ）。

#### b 基本モデルの設定

内陸地殻内地震の検討用地震として選定した「出戸西方断層による地震」の基本モデルは、強震動予測レシピ（乙第97号証）に基づき設定した。

① 地震規模の設定については、まず、出戸西方断層の長さについて、被告は、前記ウ（エ）b（ウ）で述べ

たとおり約 1.1 km と評価しているものの、保守的にこれを断層幅（上記 a で述べたとおり地震発生層の厚さを 1.2 km とし、地質調査結果に基づき断層傾斜角を 70 度とすると断層幅は 1.2. 8 km となる。）と等しいものとして 1.2. 8 km とし、Mw 6. 2 と設定することが考えられる。

しかしながら、被告は、出戸西方断層が孤立した長さの短い活断層として、震源断層が地表断層長さ以上に拡がっている可能性を考慮するため、地震規模及び断層長さをより保守的に設定することとし、具体的には、地震規模については上記の Mw 6. 2 を上回る Mw 6. 5 とし、地震動評価上考慮する断層長さについては、地震規模が Mw 6. 5 となるよう 2.8. 7 km と設定した。

② 地震モーメント ( $M_0$ ) については、地震規模 Mw 6. 5 となる地震モーメントは  $M_0 = 7.09 \times 10^{18} \text{ N m}$  であるが、保守的に  $7.51 \times 10^{18} \text{ N m}$  とした。

③ 短周期レベルについては、上記②の地震モーメント  $7.51 \times 10^{18} \text{ N m}$  に相当する  $1.2 \times 10^{19} \text{ N m} / \text{s}^2$  とした。

④ アスペリティの位置については、本件敷地への影響が大きくなるように、アスペリティが本件敷地に最も接近する位置に設定することとし、具体的には、アスペリティの南端を出戸西方断層の南端に、また、アスペリティの上端を断層面の上端に、それぞれ設定した。

⑤ 破壊開始点については、断層の端やアスペリティの端といった本件敷地から遠い位置にこれを置くケースが含まれるよう、複数の位置を設定した。

基本モデルの断層モデルは、別紙図4-9に示すとおりである。(乙第85号証4-6-36, 4-6-37ページ, 乙第86号証38ページ, 乙第91号証118, 119, 121, 122, 124ないし127ページ)

c 不確かさを考慮する断層パラメータの選定

「出戸西方断層による地震」については、短周期レベル及び断層傾斜角の不確かさについて考慮した。

すなわち、前記(イ)bで述べたとおり、本件再処理工場の耐震重要施設は短周期領域の地震動の影響を強く受けるため、評価地点での短周期領域の地震動の大きさに關係するパラメータである短周期レベルの不確かさを考慮する必要があると判断した。短周期レベルの不確かさを考慮したケースについては、前記第3・3で述べたとおり、新潟県中越沖地震において短周期レベルが平均的なものよりおよそ1.5倍程度大きかったとの知見を踏まえ、基本モデルにおける値の1.5倍の値を考慮した。

また、断層傾斜角については、出戸西方断層は、地質調査結果に基づき、断層傾斜角約70度の逆断層であることが確認されているが、念のため、断層面積が大きくなり本件敷地における地震動がより大きくなるよう、断層傾斜角を45度に設定した地震動評価を行った。

さらに、被告は、出戸西方断層が本件敷地の極近傍に位置しており、基準地震動の策定に支配的な断層であることから、不確かさをどのように考慮するかが地震動評価結果に非常に大きく影響することを踏まえ、本来、不確かさの重畠については、認識論的不確かさは独立して、偶然的不確かさは上記の認識論的不確かさに重畠させてそれぞれ考慮するというのが原則であるが（前記力柱書）、本件再処理工場の安全性をより一層高める観点から、「出戸西方断層による地震」の地震動評価については、認識論的不確かさの重畠についても考慮することとした。具体的には、短周期の地震動レベルに影響のあるパラメータである短周期レベルの不確かさ、及び、長周期の地震動レベルに影響のある物理量である地震モーメントが大きくなるパラメータである断層傾斜角の不確かさは、いずれも認識論的不確かさであるが、これらを重畠させたケースについても考慮することにより、全周期帯での評価が保守的になる地震動評価を行った。

なお、破壊開始点については、上記のそれぞれの不確かさを考慮した各ケースについて、複数の位置を設定した。

以上の検討ケースは、別紙図50に示すとおりである。これらを基に、被告は別紙図51のとおり断層モデルを設定した。（乙第85号証4-6-37、4-6-38ページ、乙第86号証38ページ、乙第91号証123ないし127ページ）

#### d 応答スペクトルに基づく地震動評価

前記 b 及び c に基づき設定した「出戸西方断層による地震」による評価ケースの諸元と, Noda et al. (2002) の方法の作成及び適用性検討に用いられている諸元とを比較した結果, 「出戸西方断層による地震」については, 本件敷地から, Noda et al. (2002) の示す極近距離の地震よりも更に近距離の地震となっていることから, Noda et al. (2002) の方法の適用範囲外と判断した(別紙図 5-2)。そこで, 同方法の代わりに, 国内外において提案されている Kanno et al. (2006) 「A New Attenuation Relation for Strong Ground Motion in Japan Based on Recorded Data」その他の 9 つの距離減衰式(注 8-9)によって評価した。

これらの距離減衰式による基本モデル(前記 b)及び不確かさを考慮した各ケース(前記 c)の応答スペクトルに基づく地震動評価の結果は, 別紙図 5-3 及び 5-4 に示すとおりである。(乙第 8-5 号証 4-6-38, 4-6-54, 4-6-55, 4-6-93 ページ, 乙第 8-6 号証 38 ページ, 乙第 9-1 号証 128 ないし 130 ページ)

#### e 断層モデルを用いた手法による地震動評価

断層モデルを用いた手法による地震動評価では, 「出戸西方断層による地震」に関しては, 本件敷地において要素地震として利用可能な観測記録が得られていることから, 経験的グリーン関数法を用いた。

要素地震については, 出戸西方断層の断层面近傍の内陸地殻内で発生し, 地質調査結果と整合的な震源メカニ

ズムを持つ、平成11年（1999年）9月13日の地震（M4.0）の本件敷地における観測記録を用いて、地震波の伝播特性及び地盤の增幅特性を地震動評価に反映した。

基本モデル（前記b）及び各不確かさケース（前記c）の断層モデルを用いた手法による地震動評価の結果（応答スペクトル）は、別紙図55ないし62に示すとおりである。（乙第85号証4-6-38、4-6-39ページ、乙第86号証38、39ページ、乙第91号証131、132ページ）

## （2）震源を特定せず策定する地震動

### ア 検討の概要

被告は、前記（1）ウ（イ）ないし（オ）で述べたとおり、敷地周辺、敷地近傍及び本件敷地において詳細に活断層の調査を行い、震源として考慮する活断層を把握し、前記（1）オで述べたとおり、検討用地震を選定した上、前記（1）カで述べたとおり、選定された検討用地震について震源モデルを設定して地震動評価を行い、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動を策定している。しかしながら、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すべてを事前に評価し得るとはいえないとの観点から、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動に対して補完的な位置付けとして、震源近傍における観測記録を重視し、「震源を特定せず策定する地震動」を策定している。

具体的には、震源と活断層とを関連付けることが困難な過

去の内陸地殻内地震で得られた震源近傍における観測記録から、要否を検討して収集の対象とするものを選定し、本件敷地の地盤物性を加味した応答スペクトルを設定している。

収集の対象とする地震観測記録の選定に当たっては、敷地周辺との地域差を検討するとともに、震源を特定せず策定する地震動の評価においては、観測記録と加藤ほか(2004)「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－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－」(以下「加藤ほか(2004)」という。)による応答スペクトル(注90)との大小関係を考慮している。(乙第85号証4-6-40ページ、乙第91号証134ページ)

#### イ 収集の対象とする観測記録の選定

震源と活断層とを関連付けることが困難な過去の内陸地殻内地震の震源近傍の観測記録の収集においては、震源断層がほぼ地震発生層の厚さ全体に拡がっているものの、地表地震断層(注91)としてその全容を現すまでには至っていないMw 6.5以上の地震(後記(ア)), 及び断層破壊領域が地震発生層内部に留まり、国内においてどこでも発生すると考えられる地震で、震源の位置も規模も分からない地震として地震学的検討から全国共通で考慮すべきMw 6.5未満の地震(後記(イ))を対象とした。(乙第85号証4-6-40ないし4-6-44, 4-6-95ページ、乙第91号証136ないし155ページ)

##### (ア) Mw 6.5以上の地震

地震ガイド(甲第28号証)に例示されている検討対象

地震（同号証 8 ページ）（別紙図 6 3）のうち、 $M_w$  6.5 以上の地震は、①平成 20 年（2008 年）岩手・宮城内陸地震（以下「岩手・宮城内陸地震」という。）及び②平成 12 年（2000 年）鳥取県西部地震（以下「鳥取県西部地震」という。）である。これらは、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である。

活断層や地表地震断層の出現要因の可能性として、地域によって活断層の成熟度が異なること、上部に軟岩や火山岩、堆積層が厚く分布する場合や地質体の違い等の地域差があることが考えられる。そこで、被告は、これらの地震の震源域と本件敷地の周辺との地域差を検討し、観測記録収集の対象とすることの要否について検討を行った。

#### a 岩手・宮城内陸地震

岩手・宮城内陸地震の震源域は、地震地体構造区分としては東北日本弧内帯（8 C）とされており、その近傍は、新第三紀以降の火山岩類及び堆積岩類が広く分布し、断続的な褶曲構造が認められ、東西圧縮応力による逆断層により脊梁山脈（注 9 2）を成長させている地域である。さらに、火山フロンクト（注 9 3）に位置し、火山噴出物に広く覆われており断層変位基準となる段丘面の分布が限られていることから、活断層の認定が難しい地域である。また、震源近傍は、地質学的・測地学的ひずみ集中帯（注 9 4）の領域内にある。

一方、本件敷地の周辺は、地震地体構造が東北日本弧外帯（8 B）とされており、岩手・宮城内陸地震の震源

域とはその区分が異なること、断層変位基準となる海成段丘面が広く分布していること、火山フロントの海溝側に位置し顕著な火山噴出物が認められないこと、地質学的・測地学的ひずみ集中帯の領域外に位置していることなど、震源域近傍との地域差は認められる。しかしながら、本件敷地の周辺では震源域と同様に東西圧縮応力による逆断層型の地震が発生していることや、火山岩類及び堆積岩類が分布し、褶曲構造の分布が認められることなど、一部で類似点も認められる。そこで、被告は、更なる安全性向上の観点から、より保守的に岩手・宮城内陸地震を観測記録収集の対象として選定した。

その上で、被告は、岩手・宮城内陸地震の震源近傍の観測記録を収集し、その地震動レベル及び地盤特性を評価した結果、5地点の観測記録を信頼性の高い基盤地震動（基盤層での地震動）を評価することが可能な観測記録として抽出した。そして、これらを比較した結果、①栗駒ダム（右岸地山）、②K i K - n e t（注95）金ヶ崎観測点及び③K i K - n e t 一関東観測点（水平方向のみ）の観測記録が基盤層では地震動の大きいものであることから、これらの観測記録を、震源を特定せず策定する地震動に考慮する基盤地震動として選定した（①栗駒ダム（右岸地山）：水平方向最大加速度 4 6 3 G a l，鉛直方向最大加速度 2 9 8 G a l，②K i K - n e t 金ヶ崎観測点：水平方向最大加速度 4 0 1 G a l，鉛直方向最大加速度 2 7 9 G a l，及び③K i K - n e t 一関東観測点：水平方向最大加速度 5 1 1 G a l）。

上記の基盤地震動を評価した各観測点位置の S 波速度は、①栗駒ダム（右岸地山）で 700 m/s 以上、② K i K - n e t 金ヶ崎観測点で 540 m/s、③ K i K - n e t 一関東観測点で 680 m/s と、本件敷地の解放基盤表面の S 波速度 700 m/s と同等あるいは低い値となっているが、被告は、地震動がより大きくなる条件とするために、地盤の S 波速度による補正を行わないこととした。

そして、上記の基盤地震動に、はぎとり解析のばらつきが考えられることや、現時点において震源域の広範囲な観測記録を説明できる震源モデルや震源特性に関する知見が十分でないことを踏まえて更に保守性を考慮した地震動（①栗駒ダム（右岸地山）：水平方向最大加速度 490 Gal，鉛直方向最大加速度 320 Gal，② K i K - n e t 金ヶ崎観測点：水平方向最大加速度 430 Gal，鉛直方向最大加速度 300 Gal，及び③ K i K - n e t 一関東観測点：水平方向最大加速度 540 Gal）を、「震源を特定せず策定する地震動」として選定した。（乙第 85 号証 4-6-40 ないし 4-6-43 ページ、乙第 86 号証 43, 44 ページ、乙第 91 号証 137 ないし 146 ページ）

#### b 鳥取県西部地震

鳥取県西部地震は、西北西－東南東の圧縮応力による横ずれ断層の地震とされている。その震源域は、地震地体構造区分としては中国山地・瀬戸内海（10C5）とされており、その近傍の地質・地質構造は主に古第三系

(注46)の花崗岩及び新第三系中新統(注46)の安山岩～玄武岩質の岩脈が分布する。同震源域周辺の活断層は、第四紀中期以降に新たに断層面を形成して、断層が発達しつつあり、活断層の発達過程でみると未成熟な段階にあり、また、明瞭な断層変位基準が少ないことから、活断層の認定が難しい地域である。

一方、本件敷地の周辺は、東西圧縮応力による逆断層として出戸西方断層等が認められる地域である。敷地周辺の地震地体構造区分は、前記aのとおり東北日本弧外帶(8B)とされており、地質・地質構造は主に新第三系中新統の泊層、鷹架層や第四系中部～上部更新統(注46)の段丘堆積層(注67)等が分布し、大規模な岩脈の分布は認められない。また、断層変位基準となる海成段丘面が広く認められる地域である。

以上のことから、鳥取県西部地震の震源域と本件敷地の周辺地域とは活断層の特徴、地質・地質構造等に地域差が認められるので、鳥取県西部地震は観測記録収集の対象としないこととした。(乙第85号証4-6-43, 6-4-44ページ、乙第86号証44ページ、乙第91号証147, 148ページ)

#### (イ) Mw 6.5未満の地震

地震ガイドに例示されているMw 6.5未満の14地震について、震源近傍の観測点の観測記録から、その地震動レベルを整理した。これらの観測記録について、重点的に検討すべき観測記録を抽出するため、加藤ほか(2004)による応答スペクトルとの比較を行った結果、①平成16

年（2004年）北海道留萌支庁南部地震（以下「留萌支庁南部地震」という。）のH K D 0 2 0 港町（K - N E T（注95）），②平成25年（2013年）栃木県北部地震のT C G H 0 7 栗山西（K i K - n e t），③平成23年（2011年）茨城県北部地震のI B R H 1 3 高萩（K i K - n e t），④平成23年（2011年）和歌山県北部地震のW K Y H 0 1 広川（K i K - n e t），及び⑤平成23年（2011年）長野県北部地震のN I G 0 2 3 津南（K - N E T）の各観測点の観測記録を抽出した。

これらの観測記録のうち，②ないし⑤については，当該観測記録の再現が可能な地盤モデルが構築できず，基盤地震動の評価が困難であることから，震源を特定せず策定する地震動に考慮しないこととした。

一方，①の留萌支庁南部地震については，震源近傍のH K D 0 2 0 港町観測点において，佐藤ほか（2013）「物理探査・室内試験に基づく2004年留萌支庁南部地震の地震によるK - N E T 港町観測点（H K D 0 2 0）の基盤地震動とサイト特性評価」（乙第107号証）（以下「佐藤ほか（2013）」という。）がボーリング調査やP S 検層といった詳細な地盤調査に基づいて基盤地震動の推定を行っており，信頼性の高い基盤地震動が得られていることから，被告は，佐藤ほか（2013）の知見を基に地下構造モデルを設定し，基盤地震動（水平方向最大加速度6.09 G a l，鉛直方向最大加速度3.06 G a l）を評価した。

その上で，この基盤地震動に施設の耐震性に求められる保守性を勘案して嵩上げをし，震源を特定せず策定する地

震動として、留萌支庁南部地震（K-NET港町）（水平方向最大加速度 620 G a l，鉛直方向最大加速度 320 G a l）を考慮した。（乙第 85 号証 4-6-44 ページ、乙第 86 号証 44, 45 ページ、乙第 91 号証 150 ないし 155 ページ）

ウ 震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトル

前記ア及びイで述べた検討を踏まえ、被告は、「震源を特定せず策定する地震動」として、岩手・宮城内陸地震の栗駒ダム（右岸地山）、K i K - n e t 金ヶ崎、及び K i K - n e t 一関東の各検討結果に保守性を考慮した地震動、並びに、留萌支庁南部地震（K-NET港町）に保守性を考慮した地震動について、その応答スペクトルを考慮した（別紙図 64 及び 65）。（乙第 85 号証 4-6-44 ページ、乙第 86 号証 43 ないし 45 ページ、乙第 91 号証 157, 158 ページ）。

（3）基準地震動 S s の策定

被告は、前記（1）で述べた「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び前記（2）で述べた「震源を特定せず策定する地震動」に基づき、基準地震動 S s を本件敷地の解放基盤表面における水平成分及び鉛直成分の地震動として策定した。

「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」に関しては、各検討用地震の基本モデル及び不確かさを考慮したケースについての応答スペクトルに基づく方法による各地震動評価の結果を踏まえて、これらをすべて包絡した上で、さらに余裕を持たせて設計用応答スペクトルを保守的に設定し、水平方向の基準地震動 S s - A H （最大加速度 700 G a l）を策定する

とともに、鉛直方向の基準地震動  $S_s - A_v$ （最大加速度 4.67 G a l）を策定した（別紙図 6 6 及び 6 7）。また、断層モデルを用いた手法による基準地震動  $S_s$  については、各検討用地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価の結果のうち、一部周期帯で設計用応答スペクトル  $S_s - A_H$  又は  $S_s - A_v$  を上回るものを  $S_s - B_1$  ないし  $S_s - B_5$ （最大加速度 5.38 G a l）として策定した。（別紙図 6 8 ないし 7 0）

「震源を特定せず策定する地震動」に関しては、留萌支庁南部地震（K-N E T 港町）及び岩手・宮城内陸地震（栗駒ダム（右岸地山）、K i K-n e t 金ヶ崎、K i K-n e t 一関東）の 4 つの応答スペクトルが、いずれも基準地震動  $S_s - A$  の設計用応答スペクトルを一部周期帯で上回るため、それぞれ基準地震動  $S_s - C_1$  ないし  $S_s - C_4$ （ $S_s - C_4$  は水平方向のみ。最大加速度 6.20 G a l）として策定した（別紙図 7 1 及び 7 2）。

このようにして、基準地震動  $S_s - A$  では 1 ケース、 $S_s - B$  では 5 ケース、 $S_s - C$  では 4 ケースの基準地震動をそれぞれ策定した。これらの応答スペクトルは、別紙図 7 3 及び 7 4 に示すとおりである。（乙第 8 5 号証 3 2、3 3、4-6-4 5、4-6-4 6 ページ、乙第 8 6 号証 4 5 ないし 4 7 ページ、乙第 9 1 号証 1 6 0 ないし 1 7 1 ページ）

以上に述べたとおりであって、被告は、本件再処理工場の基準地震動  $S_s$  を策定するに当たって、十分保守的な評価を行っている。

なお、新規制基準では、新耐震設計審査指針の示していた「策定された地震動を上回る地震動が生起することは否定できず、

その影響が施設に及ぶことにより、施設に重大な損傷事象が発生すること、或はそれらの結果として周辺公衆に対して放射線被ばくによる災害を及ぼすことのリスク」（いわゆる「残余のリスク」）の概念が継承されており、地震動の超過確率（1年間にある値を超過する確率を表すもの。）を適切に参考することが求められている（再処理事業指定基準規則の解釈別記2の6四（乙第25号証92、93ページ）、設置許可基準規則の解釈別記2の5四（甲第27号証137ページ）、乙第26号証291ページ）。これを踏まえ、被告は、日本原子力学会（2007）「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」等を参考し、本件再処理工場の基準地震動S<sub>s</sub>の年超過確率を算定した。その結果、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の年超過確率は $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 程度、「震源を特定せず策定する地震動」の年超過確率は $10^{-4} \sim 10^{-6}$ 程度であり、基準地震動S<sub>s</sub>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が、被告は、その時々の最新の知見、技術の進歩等を踏まえた評価・検討を不斷に行い、本件再処理工場の安全を向上させていくものである。（乙第85号証4-6-47、4-6-48ページ、乙第86号証47ページ、乙第91号証174ないし194ページ）

## 2 耐震安全性評価

本件再処理工場の施設は、耐震重要度分類の各クラスに応じて算定される地震力に十分に耐えることができるものでなければならず、このうち耐震重要施設は、その供用中に当該施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用す

る地震力、すなわち基準地震動による地震力に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならぬ（再処理事業指定基準規則7条1ないし3項、再処理事業指定基準規則の解釈別記2の1ないし5、7、8（乙第25号証18、85ないし90、93ないし95ページ））。

被告は、前記1で述べたとおり、新規制基準に基づき基準地震動S<sub>s</sub>（S<sub>s</sub>-A、S<sub>s</sub>-B1ないしS<sub>s</sub>-B5、S<sub>s</sub>-C1ないしS<sub>s</sub>-C4）を策定し、本件再処理工場の耐震重要施設につき、新規制基準に基づく基準地震動S<sub>s</sub>による地震力に対して安全機能が損なわれるおそれがないことを確認するとの耐震設計方針を示して本件事業変更許可を得ている。被告は、耐震安全性評価において、次のとおり、基準地震動S<sub>s</sub>による地震力に対して安全機能が損なわれるおそれがないことを評価、確認する。

#### （1）耐震設計方針

##### ア 耐震重要度分類とクラス別の耐震設計に関する基本的な方針

被告は、本件再処理工場の各施設につき、地震により発生するおそれがある各施設の安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、その影響の程度（耐震重要度）に応じて、影響が大きい施設をSクラス（耐震重要施設はSクラスである。）、Sクラスと比べて機能喪失した場合の影響が小さい施設はBクラス、これら以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設をCクラスに分類し、それぞれ耐震重要度のクラスに応じた耐震設計、評価を行うこととしている。

Sクラスの各施設は、基準地震動S<sub>s</sub>による地震力に対し

て、その安全機能が保持できること、及び基準地震動  $S_s$  の応答スペクトルの比率が目安として 0.5 を下回らないような値で工学的判断に基づいて設定される弾性設計用地震動（注 96）による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対して概ね弾性状態に留まる範囲で耐えることを確認する。一般に、構造物の弾性限界と終局強度との間には大きな差があり、弾性設計（注 96）された構造物は、設計で考慮した地震動を超える地震動に対しても損壊するまでに余裕がある。そのため、原子力施設の設計でも弾性設計用地震動が設定され、S クラスの各施設は、弾性設計用地震動に対して概ね弾性範囲となることを確認することにより、基準地震動  $S_s$  に対する施設の安全機能の保持をより高い精度で確認できるとされている。また、基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動による地震力（動的地震力）だけではなく、一般建築物で広く用いられている静的地震力による設計手法を用いることは、一般建築物の構造基準である建築基準法との対比も分かりやすいことから、基準地震動  $S_s$  や弾性設計用地震動による動的な解析と併せて S クラスの施設の耐震設計の信頼性を高める役割を担うものとされている。

B クラスの各施設は、静的地震力に対して概ね弾性状態に留まる範囲で耐えることを確認するとともに、共振のおそれのある施設については、その影響についての検討を行う。

C クラスの各施設は、静的地震力に対して概ね弾性状態に留まる範囲で耐えることを確認する。（乙第 26 号証 233 ないし 238 ページ、乙第 85 号証 30, 31 ページ、乙第 86 号証 47, 48 ページ）

## イ 地震力の算定法

基準地震動 S s 及び弾性設計用地震動による地震力（動的地震力）は、地震応答解析を行って水平 2 方向及び鉛直方向について適切に組み合わせたものとして算定する。

静的地震力については、前記第 2・3（2）で述べたように、建物・構築物にあっては、水平地震力は、層せん断力係数に算定対象の層以上にあるすべての階層の重量の和を乗じて算定する。このうち、層せん断力係数は、標準せん断力係数を 0.2 以上として、建物・構築物の振動特性等を考慮して求めた値に、施設の耐震重要度分類に応じた係数（S クラス 3.0, B クラス 1.5, C クラス 1.0）を乗じて算定する。すなわち、S クラスの建物・構築物は、一般建築物に関して建築基準法が定める静的地震力の 3 倍の水平地震力に対して各部位が受ける力を算定することとなる。機器・配管系にあっては、水平地震力は、建物・構築物の層せん断力係数の値を水平震度とし、これを 2 割増し（S クラスは、一般建築物の 3.6 倍の地震力）とした震度により算定する。

建物・構築物にあっては、鉛直地震力は、震度 0.3 を基準として建物・構築物の振動特性等を考慮し、高さ方向に一定として求めた鉛直震度により算定する。機器・配管系にあっては、上記の建物・構築物の鉛直震度を 2 割増しとした震度により、鉛直地震動を算定する。

S クラスの建物・構築物及び機器・配管系については、水平地震力と鉛直地震力とが同時に不利な方向の組合せで作用するものとして評価する。（乙第 26 号証 236 ないし 238 ページ、乙第 85 号証 33 ないし 35 ページ、乙第 86

号証 4 9 ないし 5 2 ページ)

#### ウ 荷重の組合せと許容限界

以下のように、前記アの地震力とその他の荷重とを組み合わせて、その組合せが許容限界を下回ることを確認する。

##### (ア) 建物・構築物

S クラスの建物・構築物については、基準地震動 S<sub>s</sub> による地震力と常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重との組合せに対して、当該建物・構築物が構造物全体としての変形能力（終局耐力時の変形）について十分な余裕を有し、建物・構築物の終局耐力に対し妥当な安全余裕を有していることを確認する。

また、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力と、常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重を組み合わせ、その結果発生する応力が、建築基準法の規定等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容限界を下回ることを確認する。（乙第 2 6 号証 2 3 8, 2 3 9 ページ、乙第 8 5 号証 3 5, 3 6 ページ、乙第 8 6 号証 5 2, 5 3 ページ）

##### (イ) 機器・配管系

S クラスの機器・配管系については、基準地震動 S<sub>s</sub> による地震力と、通常運転時、運転時の異常な過渡変化（注 9 7）時及び事故時に生じるそれぞれの荷重とを組み合わせた荷重条件に対して、その施設に要求される機能を保持することを確認する。動的機器等については、基準地震動 S<sub>s</sub> による応答に対して、その設備に要求される機能を保持することを確認する。

また、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び事故時に生じるそれぞれの荷重と、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力とを組み合わせた荷重条件に対して、応答が全体的に概ね弾性状態に留まることも確認する。

(乙第26号証240ページ、乙第85号証36ページ、  
乙第86号証53ないし55ページ)

## (2) 基準地震動 S s による地震力に対する耐震安全性評価の手順

前記2柱書で述べたとおり、被告は、本件再処理工場について、耐震重要施設は、基準地震動 S s による地震力に対して安全機能が損なわれるおそれがないものとすることとし、そのような設計としていることを確認することとしている。その手順は、まず、基準地震動 S s から入力地震動（注98）を設定し、施設を適切な解析モデルに置き換えて入力地震動を入力して地震応答解析を行い、各施設の揺れ（応答）の大きさ（応答加速度）及び各施設に作用する力（地震力）を解析的に求める。そして、応力解析（注39）を行い、各施設に作用する地震力（地震荷重（注99））から各部位に生ずる応力値又は変形量を求め、これが許容限界を充足するかどうかを確認する。（乙第26号証281ないし284ページ）

以下、本件再処理工場の耐震安全性評価の手順を、建物・構築物、機器・配管系それぞれにつき説明する。

### ア 建物・構築物

基準地震動 S s は、解放基盤表面における地震動として策定されるものであるため、入力地震動を設定するためには、解放基盤表面より上の地盤における増幅特性等を反映する必要がある。建物・構築物の地震応答解析に当たり、当該建

物・構築物が解放基盤表面に設置され、埋込みが無視し得ると判断される場合には、解放基盤表面における基準地震動  $S_s$  をそのまま入力地震動として扱うが、そうでない場合には、敷地の地形、地層、当該施設の埋込み深さ等に応じて、解放基盤表面における基準地震動  $S_s$  から一次元波動論（注 100）等により地盤の応答解析を実施し、当該施設の基礎版における入力地震動を求めることになる。地盤はせん断弾性係数（注 101）と密度の異なる複数の層で構成されており、鉛直下方から入射してきた地震波がこれらの層の境界で反射と透過を繰り返して、增幅したり減衰したりするものであるところ、一次元波動論等を用いて各境界面において反射波及び透過波を時々刻々と求めて重ね合わせることにより、地盤の任意の箇所の応答（応力、変位、加速度等）を算定することができる（乙第 108 号証 181 ないし 183 ページ）。

入力地震動を入力して地震応答解析を行うに当たっては、各施設を適切な解析モデルに置き換える必要があり、質量を質点に集中させて軸ばねで支える質点系モデル（注 102）が用いられる。実際の建物・構築物は各部が質量を持っているが、建物・構築物全体の質量が床面に集中しているとして質点を床面位置に配置してモデル化することにより、建物・構築物全体の応答を精度よく計算することができる。階数の多い建物では床の数に等しい質点を持つ多質点系モデル（注 102）となる。また、施設が地盤に埋め込まれている場合には、地盤と建物・構築物の相互作用効果（注 103）の影響が大きいため、地震応答解析を行うに当たり、地盤の影響

を適切にモデルに採り入れる必要がある。それをすることができる代表的なモデルである、埋め込みを考慮したスウェイ・ロッキングモデル（注104）は、水平方向の地震応答解析に当たり地盤を動的ばねに置き換えるモデルであり、建物・構築物の底面の地盤、及び埋込部分の建物・構築物の側面の地盤を地盤ばね（注105）として評価する。また、鉛直方向の地震応答解析に当たっても、建物・構築物の底面の地盤を地盤ばねとして評価する。その上で、上記の建物・構築物のモデルと地盤モデルとを連成させた地盤－建物連成モデル（以下「解析モデル」という。）により地震応答解析を行う。

そして、この解析モデルに入力地震動を入力し、各施設の揺れ（応答）の大きさ（応答加速度）及び各施設に作用する力（地震力）を解析的に求める（地震応答解析）。さらに、各施設の各階に作用する力や生ずる変形を基に、建物・構築物の各部材（壁、柱、梁等）に作用する力や生ずる変形を評価する。

例えば、解析モデルの各層の鉄筋コンクリート造耐震壁については、地震応答解析により、その最大応答せん断ひずみ（注106）を評価し、その結果（評価値）が、一般社団法人日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1）」（以下「J E A G 4 6 0 1」という。）（注107）等に基づき設定した許容限界（ $2.0 \times 10^{-3}$ ）を超えないことを確認する。

ちなみに、前記第1・6で述べたとおり、基準地震動 S s は様々な周期の波を含んでおり、建物・構築物の固有周期に

よって、揺れの大きさが大きく異なる。例えば、基準地震動 S<sub>s</sub> - A に対して、固有周期 0.3 秒の建物の場合は最大加速度 1300 Gal 程度の応答（揺れ）となるのに対し、固有周期 1.0 秒の建物の場合は最大加速度 650 Gal 程度の応答（揺れ）となる。

#### イ 機器・配管系

機器・配管系の耐震安全性評価に当たっては、建物・構築物について構築した解析モデルに入力地震動を入力し、それぞれの施設の各階床の揺れ（床応答波）を求める（別紙図 7-5）。次に、この各階床の揺れを基に、当該各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、これを材料ごとに規格を基に設定した許容限界を超えないことを確認する。そして、地震時及び地震後に動的機能が要求される動的機器（弁、ポンプ等）については、基準地震動 S<sub>s</sub> がもたらす加速度を、試験又は解析によって当該動的機器の動作することが確認されている加速度と比較することなどによって、その動的機能が維持できることも確認する。

#### （3）耐震重要施設の耐震性が基準地震動 S<sub>s</sub> による地震力に対して有する余裕

##### ア 耐震安全上の余裕の存在

被告は、前記（1）、（2）で述べたとおり、本件再処理工場の耐震重要施設につき、基準地震動 S<sub>s</sub> による地震力から求められる応力値等が許容限界を満足することを評価、確認することとしている。

したがって、基準地震動 S<sub>s</sub> 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)と許容限界との間に差が生じ、この差が耐震安全上の余裕となる(別紙図76における①の余裕)。

さらに、許容限界自体について、実際に建物・構築物、機器・配管系が機能喪失する(損壊する)限界値に対して余裕を持った値に設定されている上に(別紙図76における②の余裕)，評価値を算定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、計算条件の設定等に余裕を持たせている(別紙図76における③の余裕)。

以下、許容限界自体の設定の持つ余裕、評価値の計算条件の設定等における余裕について、順に述べる。

#### イ 許容限界自体の設定の持つ余裕(別紙図76における②の余裕)

(ア) 前記(2)アで述べたとおり、被告は、許容限界をJ E A G 4 6 0 1等に基づいて設定している。このJ E A G 4 6 0 1は、「耐震設計に係る工認審査ガイド」(乙第109号証)において、適用可能な規格として示されたものである(耐震設計に係る工認審査ガイド1.3⑥ないし⑧(同号証))。

J E A G 4 6 0 1は、実際に破壊に至る時点から十分な余裕をもたせた許容限界を示している。例えば、建屋の鉄筋コンクリート造耐震壁を例にとると、せん断ひずみの許容限界は、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(注106)「 $4.0 \times 10^{-3}$ 」に余裕を持たせて、その2分の1の値である「 $2.0 \times 10^{-3}$ 」に設定している。

このように、仮に、基準地震動  $S_s$  による地震力が作用した際に発生する応力等の評価値が許容限界に対して余裕がないとしても、実際に耐震壁がせん断力（注 4-2）により破壊に至る限界までにはまだ余裕が存在することになる。

(イ) また、機器・配管系の許容限界も、材料の過度な変形や破損に対して余裕を持った値に設定されている。

$S$  クラスの設備のうち、例えば、プルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮液受槽（被告準備書面（2）第 4 章第 2・4（2）、別紙図 4-8 参照）の一次一般膜応力（構造的な不連続部から離された一般的な部位における板厚方向の平均応力）については、材料の設計引張強さ ( $S_u$ ) (注 1-08) の 3 分の 2 の値を、基準地震動  $S_s$  に対する許容値としており（乙第 1-10 号証 501 ページ）、 $S_u$  に対して余裕を持った値としている。加えて、 $S_u$  の値自体も、材料のばらつきを考慮して保守的な値に設定されているところ、本件再処理工場の設備に使用される材料は、 $S_u$  値よりも強度のあるものが製作されていることから、上記許容値には更に余裕がある。

ウ 評価値の計算条件の設定等における余裕（別紙図 7-6 における③の余裕）

評価値を算定する過程においても、算定結果が保守的なものとなるよう、計算条件の設定等に余裕を持たせている。

(ア) 地震応答解析で用いる解析モデルには、対象とする建物・構築物、機器・配管系の剛性、減衰定数（注 1-09）等の値が設定される。これらの値は、地震応答解析によって算

定される応答値が大きくなるように、保守的な値に設定している。

例えば、建屋については、その耐震性を高めるべく耐震壁をバランスよく配置しており、実際の地震の際には、遮へい壁、間仕切り壁、柱、梁といった数多く設置される各部材が一体となって地震力に対して抵抗するところを、評価の上では、質点系モデルのばねの設定に当たり、耐震壁については剛性を考慮する一方、遮へい壁等については剛性を考慮しないこととしている。これにより、建物全体の耐力を小さめに見積もった評価を行っており、評価値と実耐力との差が余裕となる。

(イ) また、機器・配管系については、発生する応力が降伏点（注37）を超えて塑性変形に至った場合、塑性変形に伴うエネルギー吸収効果（塑性変形に至ると、地震力によるエネルギーの大部分は変形の増加に費やされ、実際には応力の増加は緩やかになる。）が期待されるが、これを考慮しないこととしている。

エネルギー吸収効果は、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、塑性エネルギー吸収係数を考慮して算定した実際の応力値はこれを考慮しないで計算した値の約2分の1と評価できることを意味する。それにもかかわらず、本件再処理工場の

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まず、別紙図77で示すような線形解析（降伏点を超えて、そのまま応力が増加すると仮定して発生応力を算定する。）を行い、応力値を実際に発生する値よりも大きく算定することにより、耐震安全上の余裕を生じさせることになる。

(ウ) また、建物・構築物及び機器・配管系のいずれについても、耐震安全性評価においては、地震の揺れによって瞬間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。時々刻々と変化する地震動に合わせて建屋に作用する力（動的地震力）は周期的に大きさが正負に繰り返し作用するものであるが、例えば、セル（注110）を構成する壁の応力評価に当たっては、基準地震動S<sub>s</sub>に基づき算定された地震力の最大値を一定の力と仮定して用いるとともに、水平地震力と鉛直地震力とが同時に不利な方向の組合せで作用するものとして評価する（前記第2・3）。これにより、セルを構成する壁に「ほんの一瞬」作用するだけの地震力について、それが「変化せず、一定の力で不利な方向に作用し続ける」という仮定をしていることになるが、このような仮定は、セルを構成する壁の応力値を実際に発生する応力値よりも大きく算定することになり、耐震安全上の余裕を生じさせることとなる。

## エ 小括

前記1で述べたとおり、そもそも本件再処理工場においては基準地震動S<sub>s</sub>を保守的に策定しており、基準地震動S<sub>s</sub>

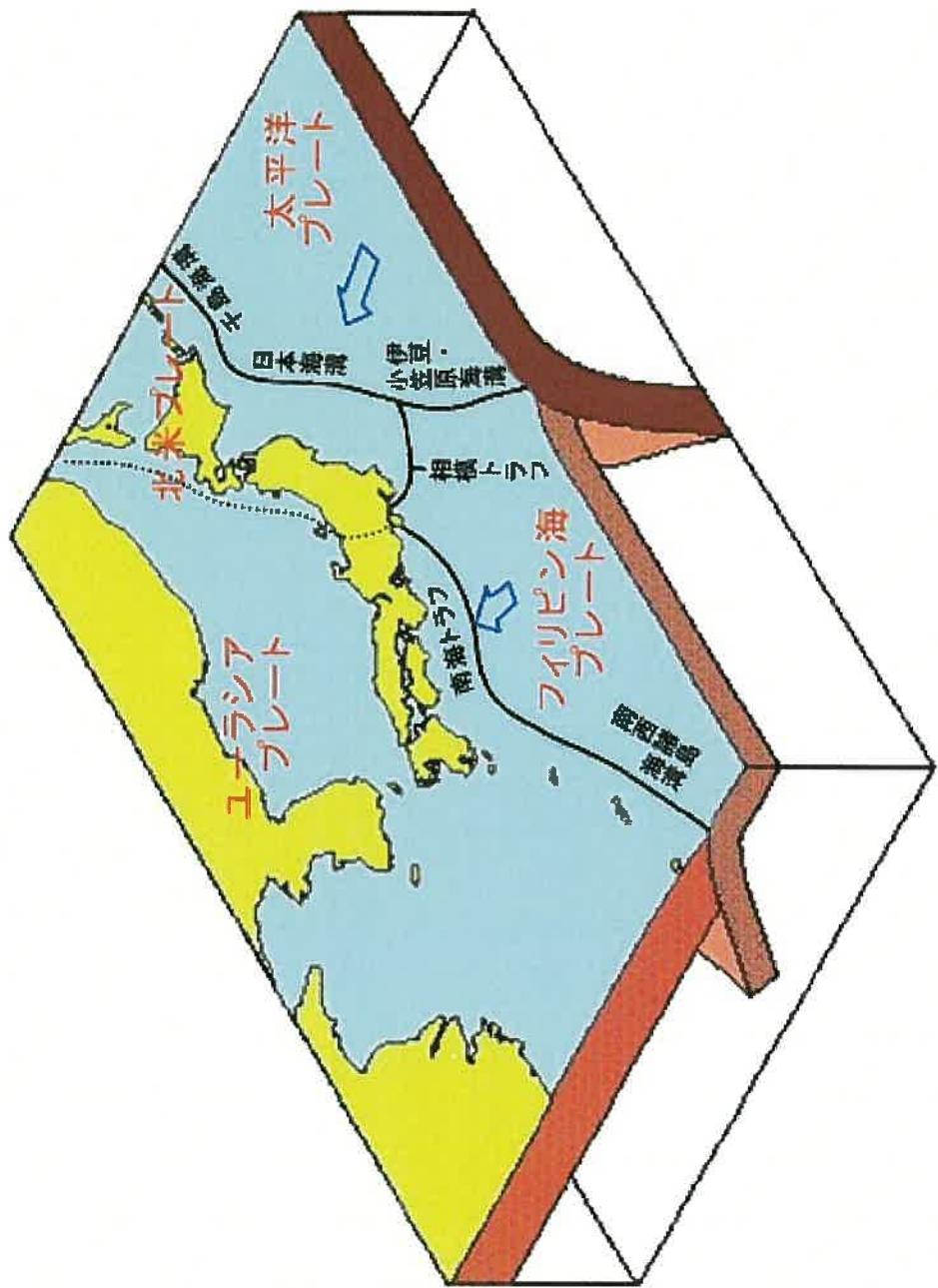
を超える地震動が到来する可能性は極めて小さいが、さらに、以上に述べたとおり、本件再処理工場の耐震重要施設は基準地震動 S s による地震力に対して余裕を有するものとなっていることから、万一、本件再処理工場が基準地震動 S s を超える地震動に襲われることがあったとしても、耐震重要施設が直ちに機能喪失することにはならない（乙第 26 号証 281ないし 288 ページ）。

## 第 5 結語

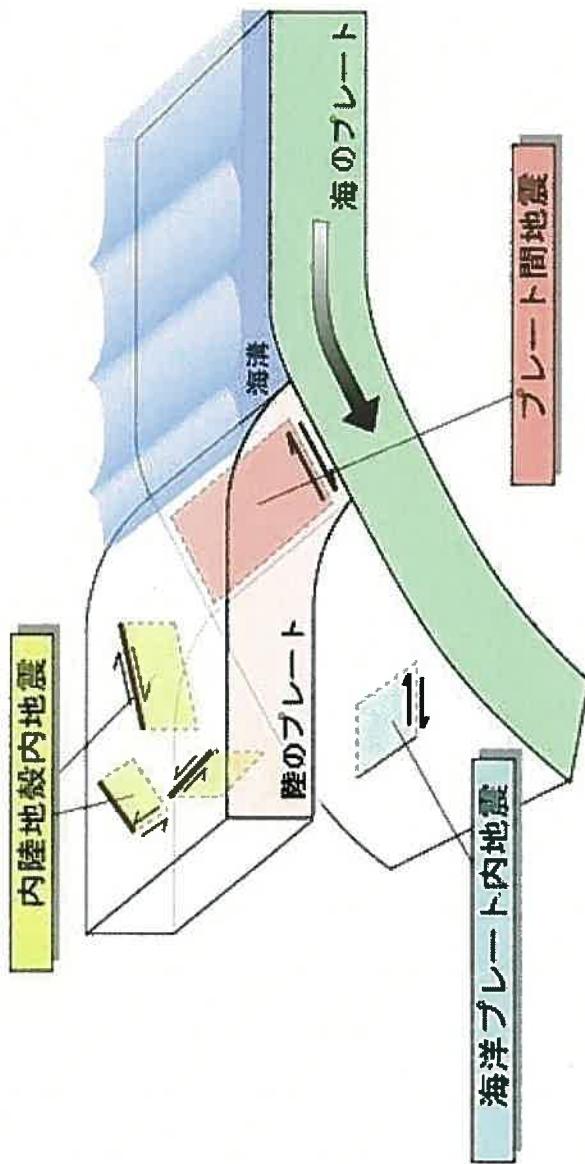
以上のとおり、被告は、本件再処理工場において、地震学、地震工学等における最新の科学的・技術的知見を踏まえ、詳細な調査に基づき検討用地震を選定し、地震動の特性や不確かさを考慮して地震動評価を行い、従前以上に保守的な基準地震動 S s を策定した。その上で、被告は、各施設の耐震重要度分類に応じた地震力に対する耐震安全性を確認し、その上で、本件再処理工場の運転をすることとしている。

以上

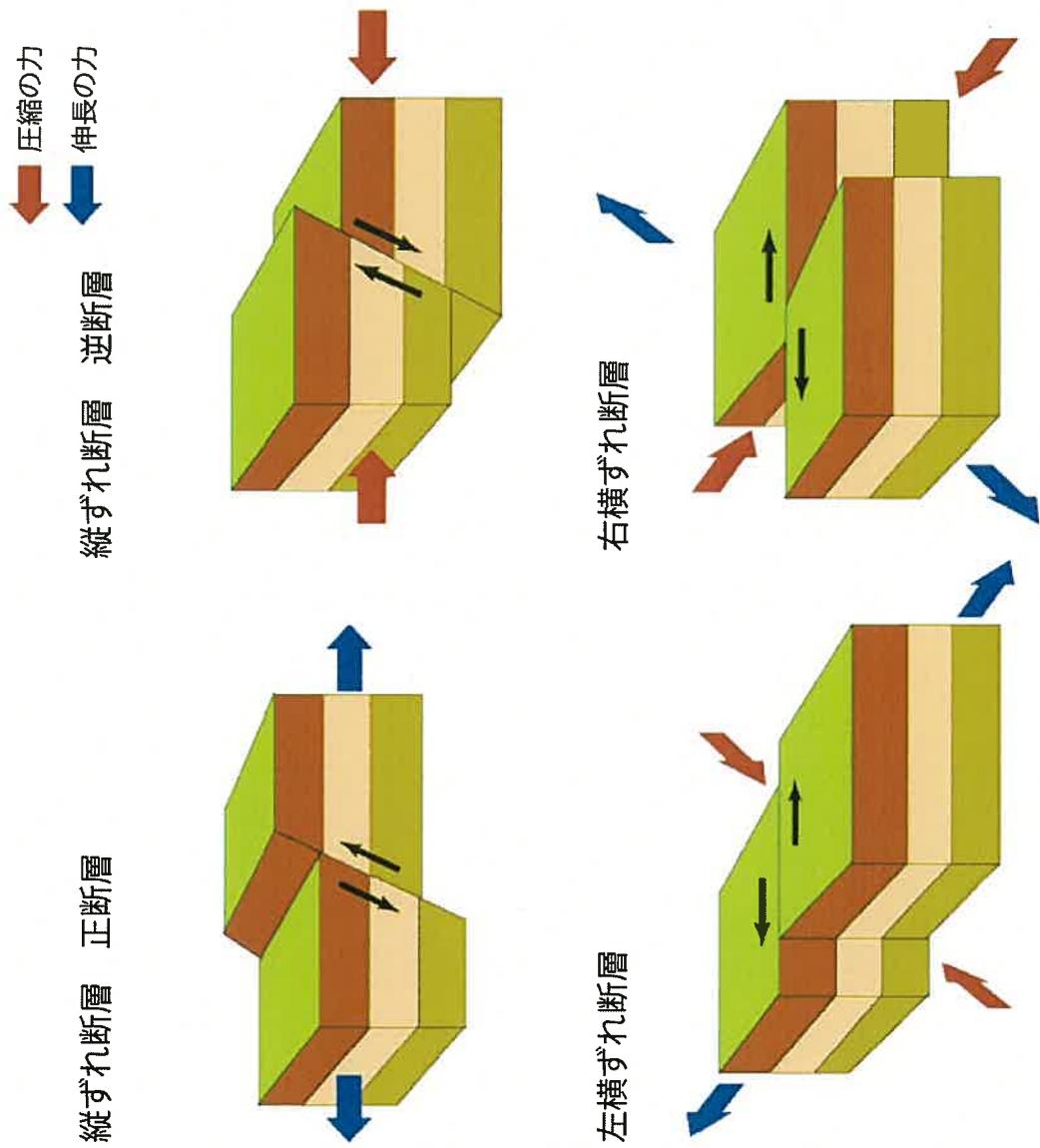
別紙図1 日本列島とその周辺のプレート（地震調査研究推進本部ウェブサイトより）



別紙図2 地震発生様式



別紙図 3 断層運動のタイプ（乙第92号証26ページより）



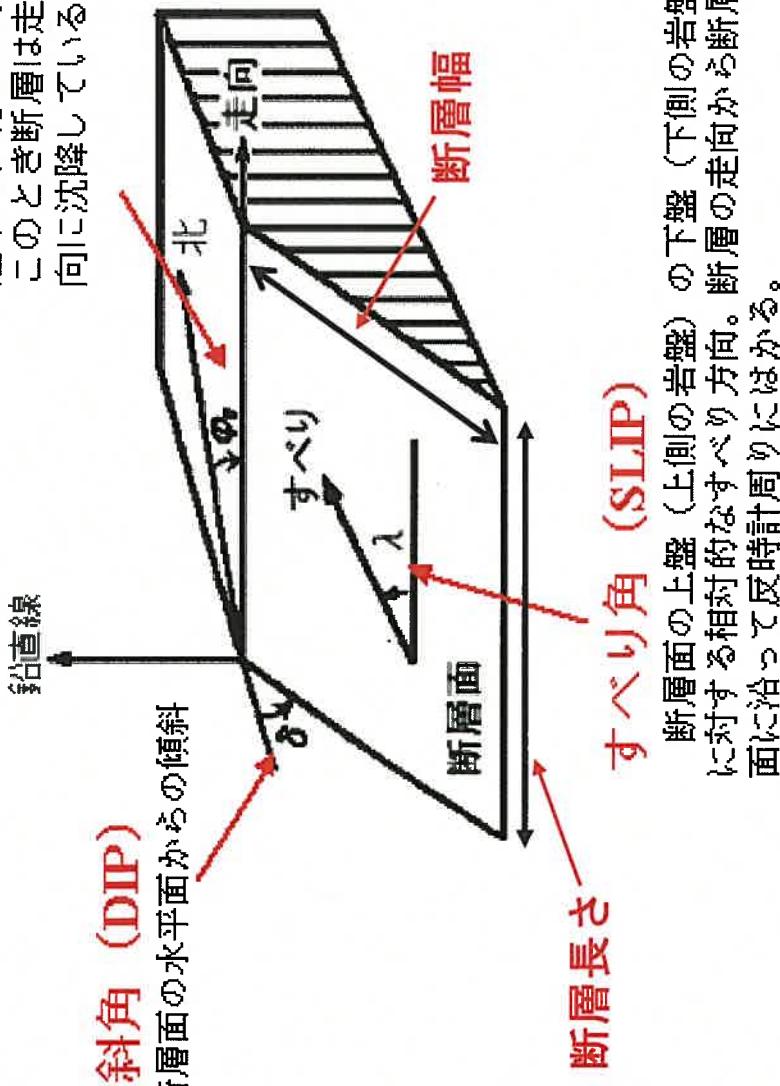
別紙図4 断層面の走向、傾斜角等（気象庁ウェブサイトに被告において一部加筆）

## 走向 (STRIKE)

断層面と水平面の交わる線の方向。  
通常は、北から時計回りに向いて右手方  
このとき断層は走向に向いて沈降しているように見える。

## 傾斜角 (DIP)

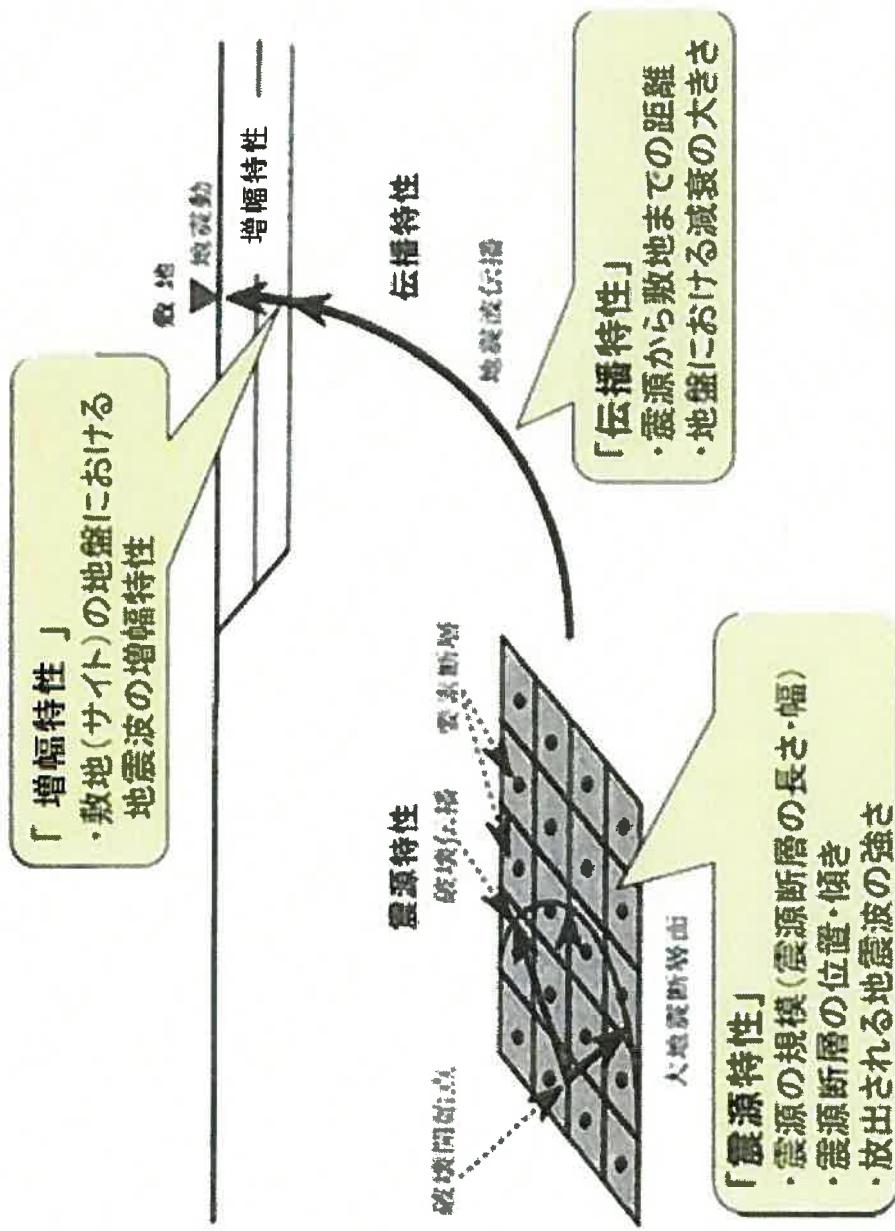
断層面の水平面からの傾斜  
角。



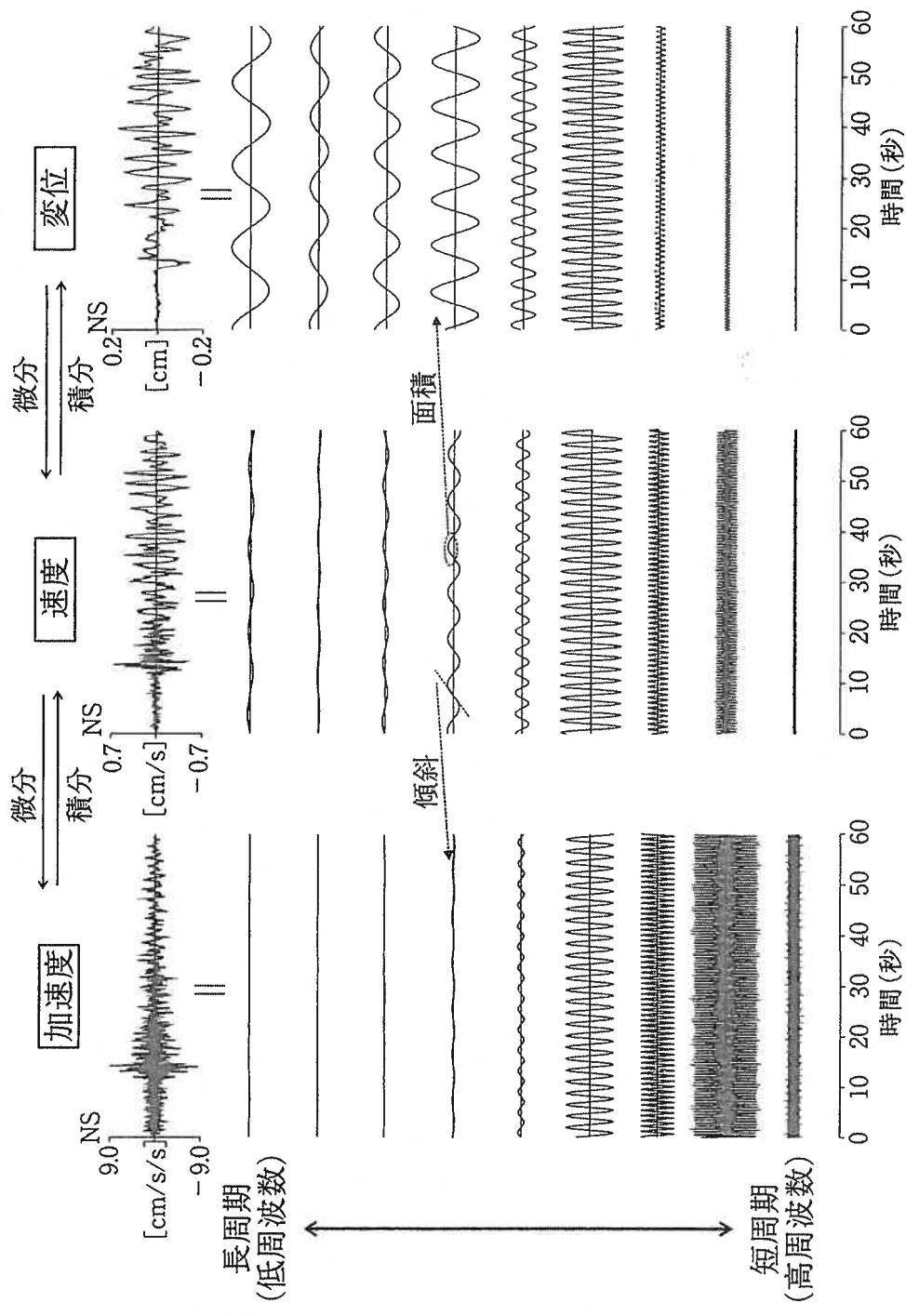
## すべり角 (SLIP)

断層面の上盤（上側の岩盤）の下盤（下側の岩盤）  
に対する相対的なすべり方向。断層の走向から断層  
面に沿って反時計回りにはかる。

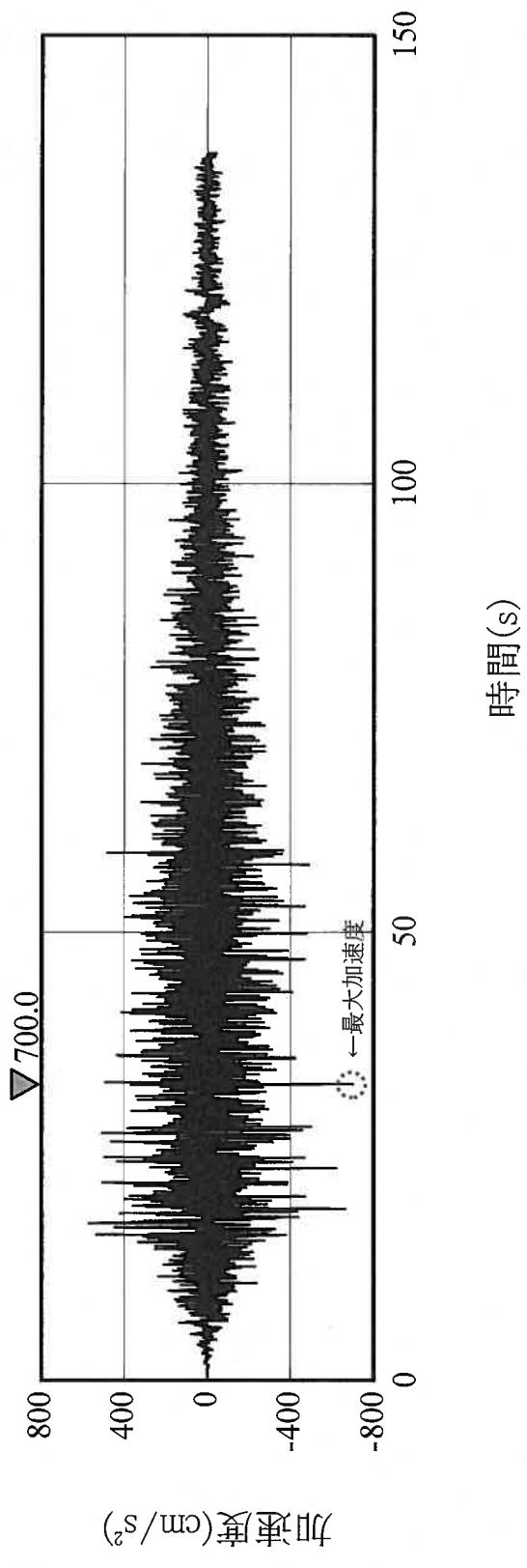
別紙図 5 地震動に影響を与える特性のイメージ



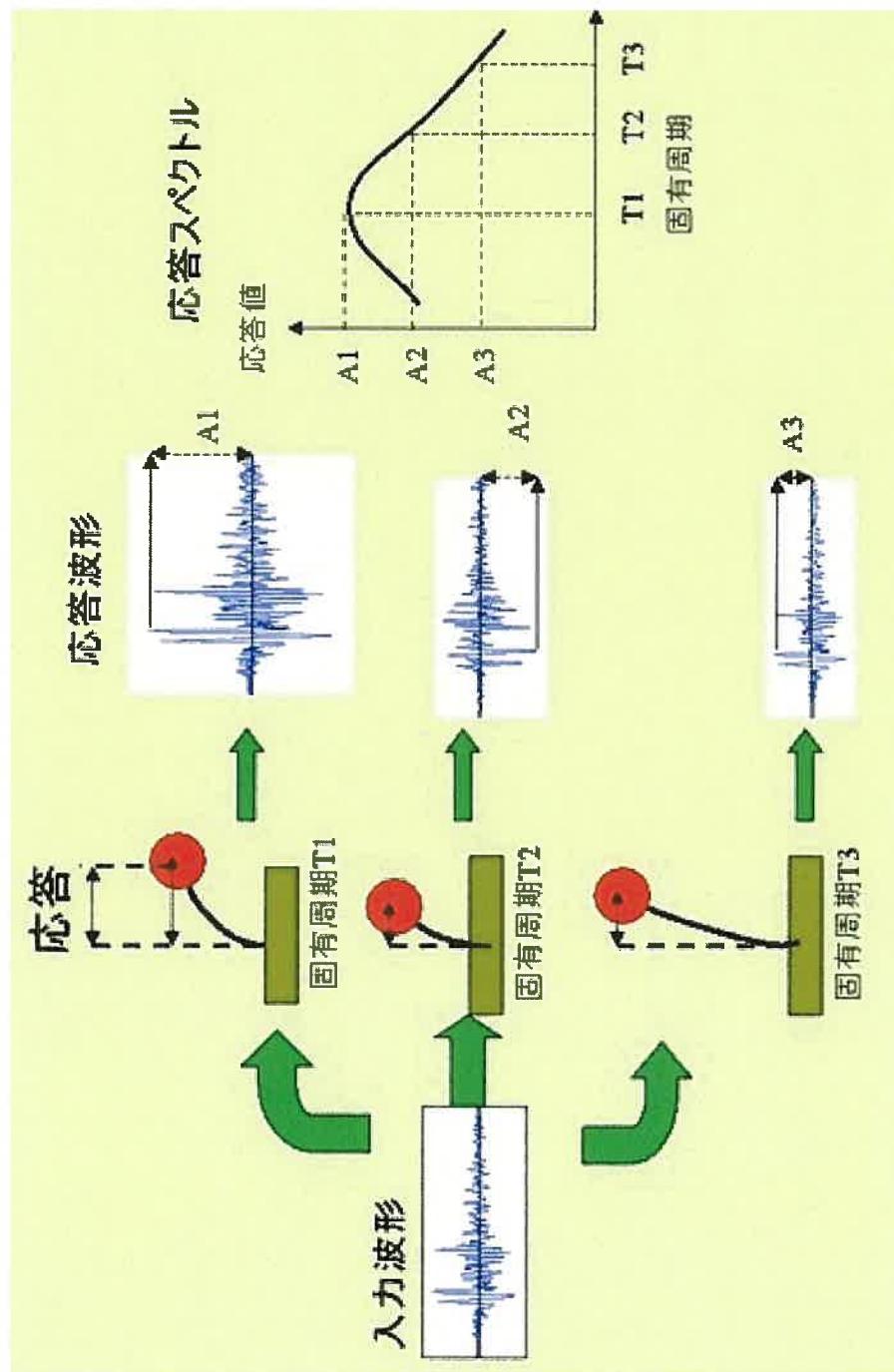
別紙図 6 時刻歴波形（乙第93号証102ページより）



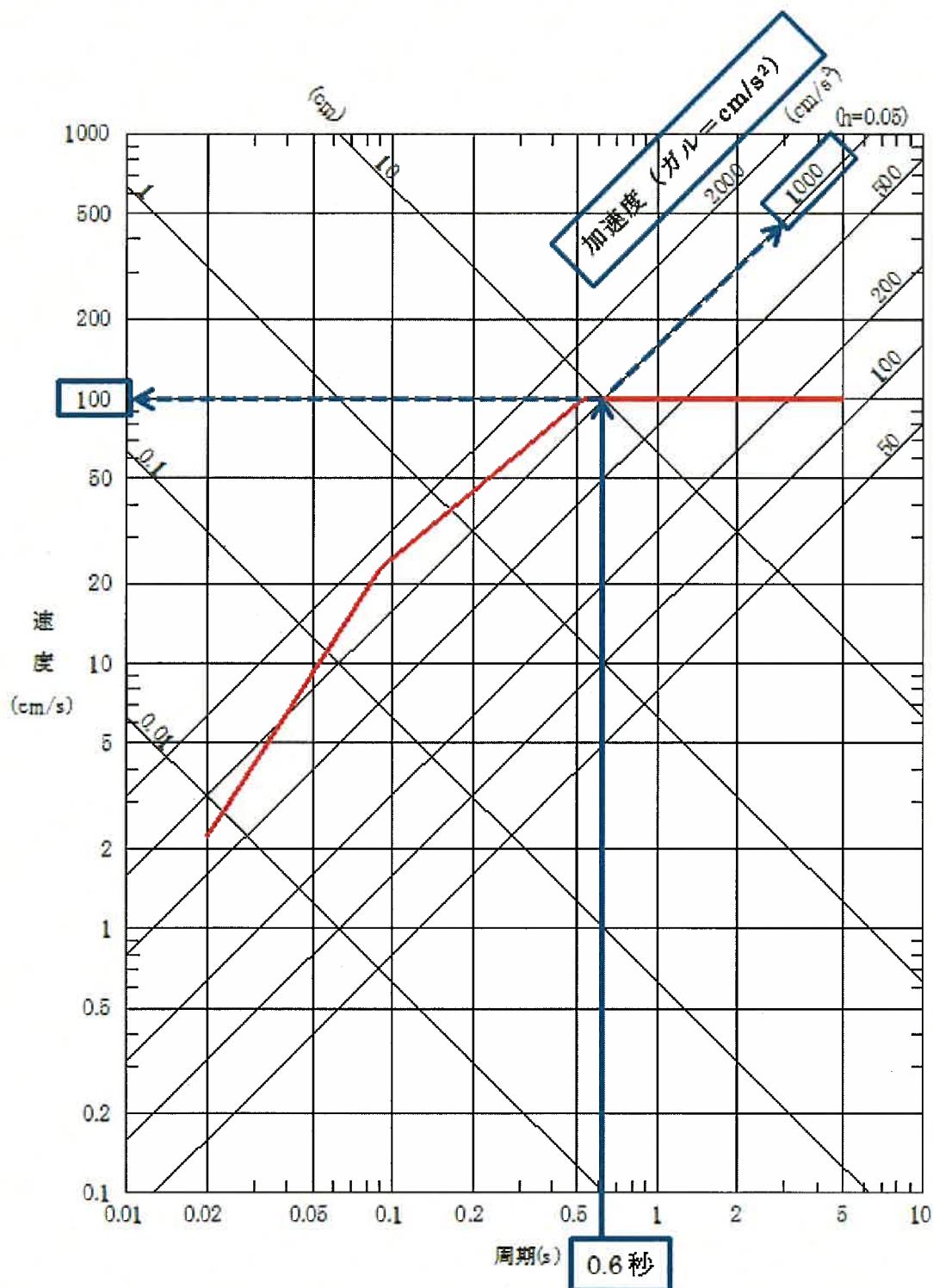
別紙図 7 加速度時刻歴波形の例（乙第85号証4-6-220ページより抜粋）



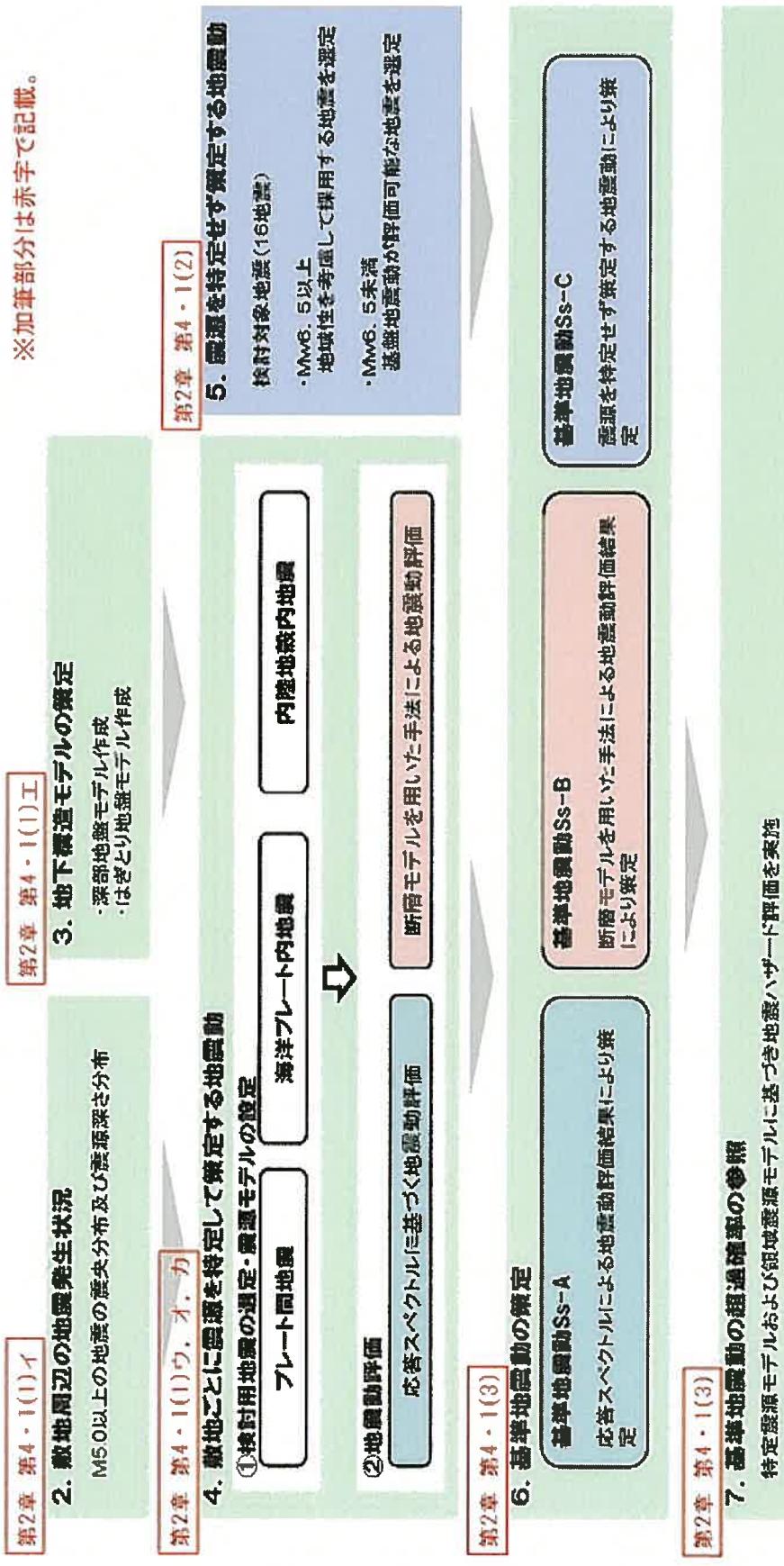
別紙図 8 応答スペクトルの概念図（気象庁ウェブサイトより）



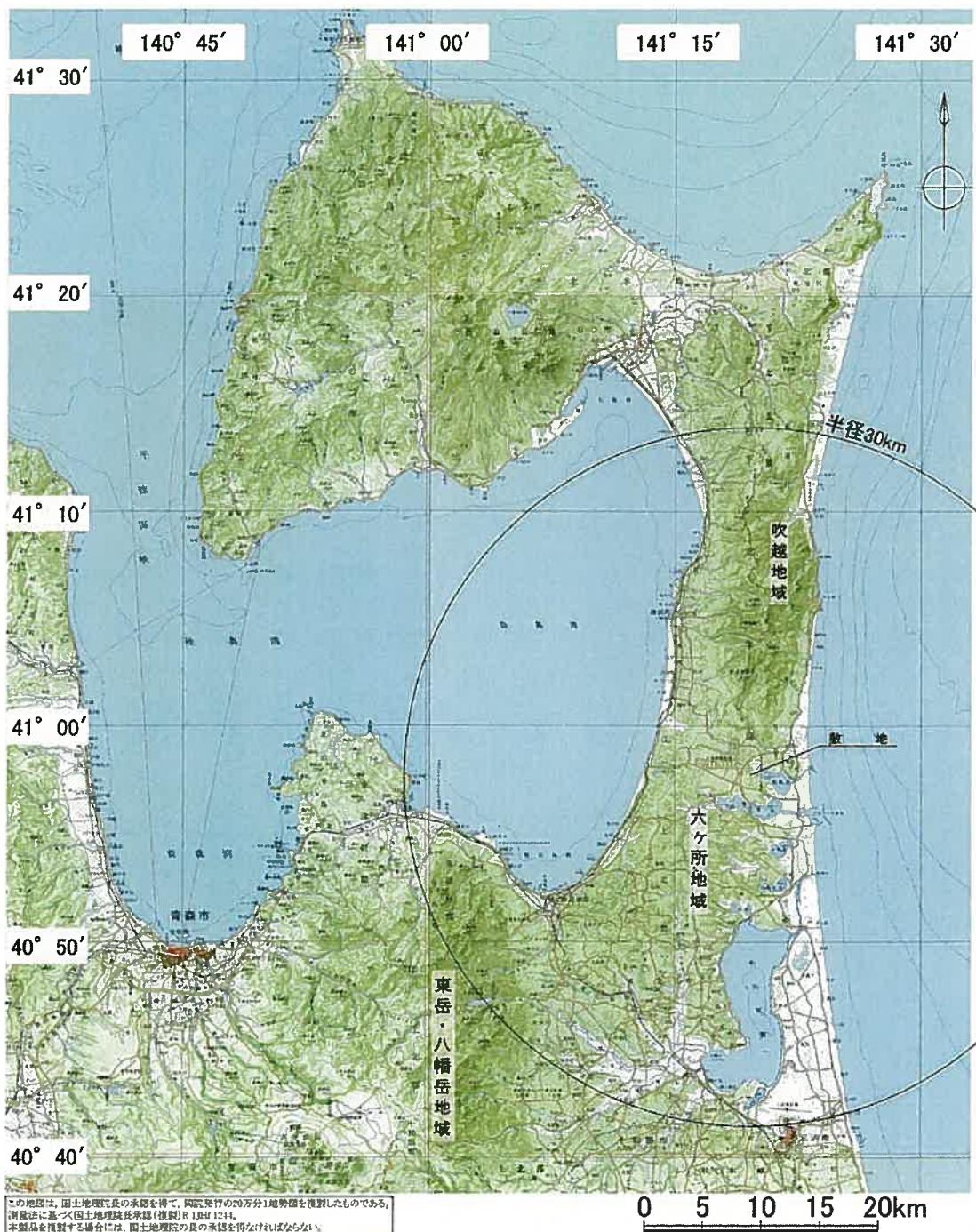
別紙図9 応答スペクトルの例



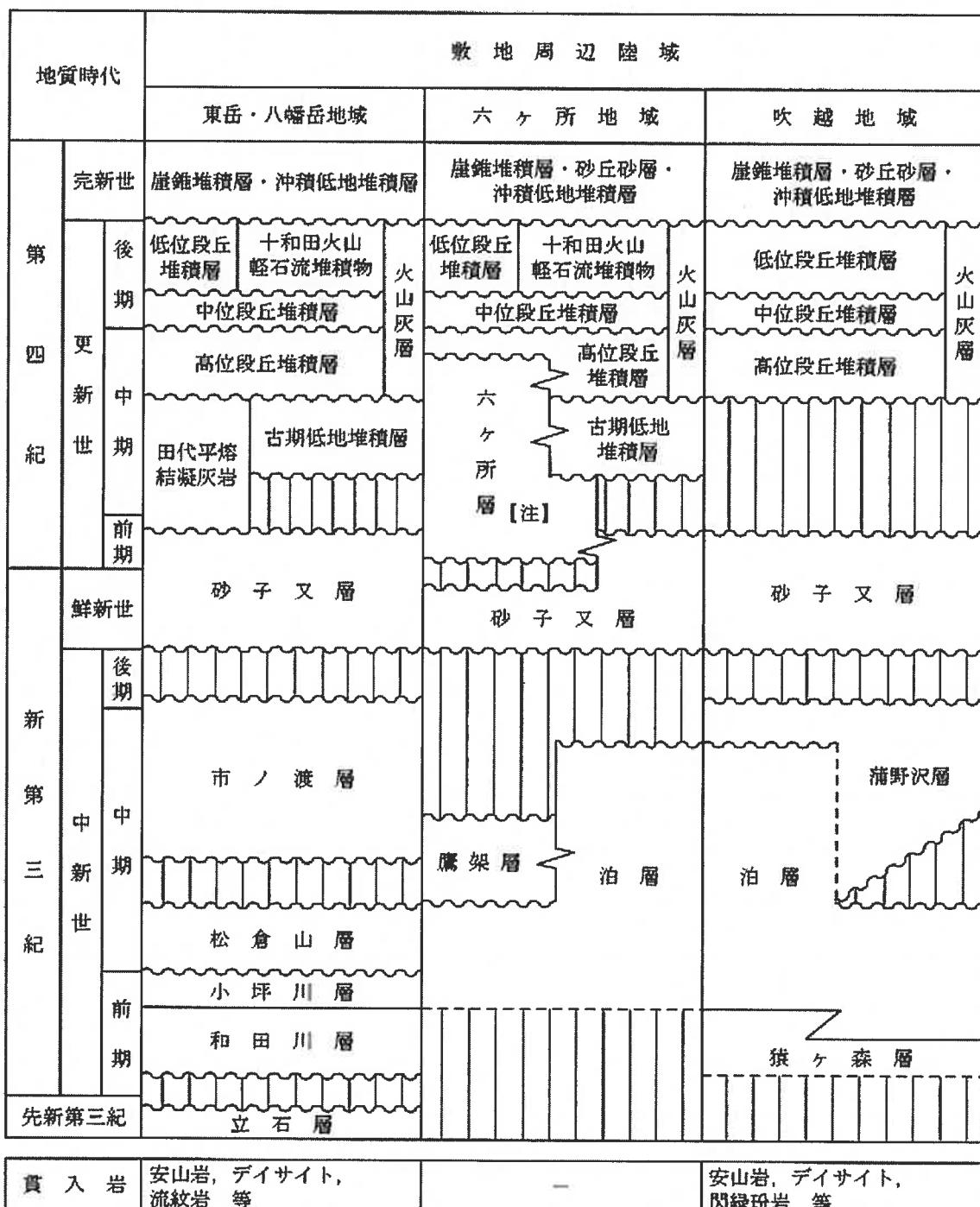
別紙図10 基準地震動の策定手順（乙第91号証4ページに被告において一部加筆）



別紙図11 敷地周辺陸域の地形図（乙第85号証4-4-239ページより）



別紙図12 敷地周辺陸域の地質層序（乙第85号証4-4-184ページより）



注) ————— は、整合関係を示す。

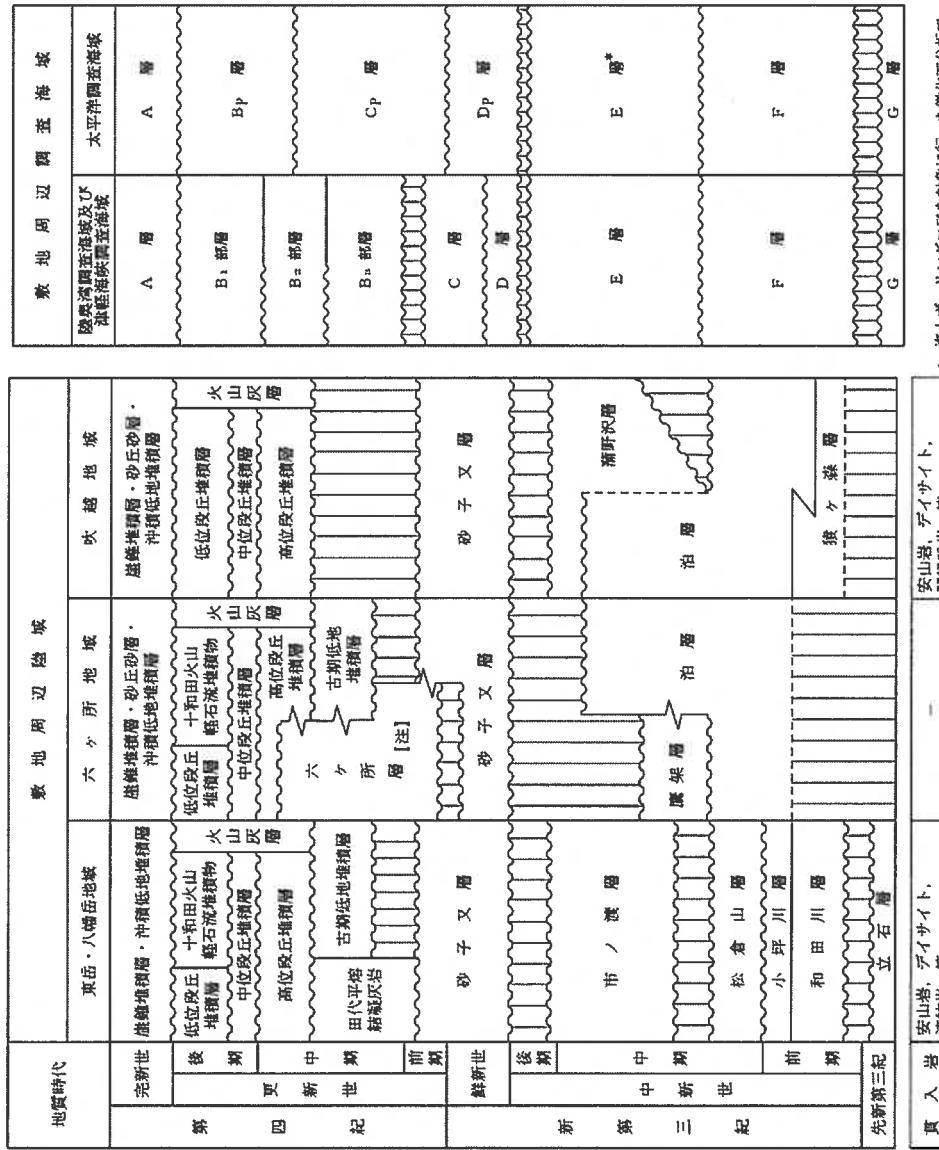
~~~~~ は、不整合関係を示す。

→ は、一部指交関係を示す。

---- は、下位層との関係が未確認であることを示す。

【注】：従来「砂子又層上部層」として  
いた地層のうち、敷地近傍の  
第四系下部～中部更新統について、  
「六ヶ所層」と仮称する。

別紙図13 豊地周辺陸域と同海域との地層の対比（乙第85号証4-4-184ページより（抜粋））



注) ———は、整合関係を示す。  
~~~~~は、不整合関係を示す。  
———は、一部指交關係を示す。  
-----は、一部未確認であることを示す。

【注】：從来「砂子又層上部層」として  
いた地層のうち、轟地近傍の  
猿田系下部～中部更新統について、  
「六ヶ所層」と呼称する。

別紙図14 敷地近傍の地質層序（乙第85号証4-4-186ページより）

| 地質時代 |     | 地層名                    | 記号   | 主な層相及び岩層                      |
|------|-----|------------------------|--|-------------------------------|
| 第四紀  | 完新世 | 崖錐堆積層・砂丘砂層<br>・沖積低地堆積層 | dt・du・al                                       | 礫、砂、粘土                        |
|      | 後期  | 低位段丘堆積層                | L <sub>3</sub> ・L <sub>2</sub> ・L <sub>1</sub> | 粘土                            |
|      | 中期  | 中位段丘堆積層                | M <sub>3</sub> ・M <sub>2</sub> ・M <sub>1</sub> | 質火山灰                          |
|      | 中期  | 高位段丘堆積層                | H <sub>5</sub>                                 | 砂、礫                           |
|      | 前期  | 古期低地堆積層                | H <sub>4</sub>                                 | シルト、砂、礫                       |
|      | 前期  | 六ヶ所層                   | H <sub>3</sub>                                 | シルト、砂等                        |
|      | 前期  | do                     | R  | 細粒砂、シルト等                      |
|      | 鮮新世 | 砂子又層                   | S <sub>2</sub>                                 | シルト岩等                         |
| 新第三紀 | 鮮新世 | 中部層                    | S <sub>1</sub>                                 | 凝灰質粗粒砂岩等                      |
|      | 後期  | 下部層                    | T <sub>3</sub>                                 | 泥岩、細粒砂岩等                      |
|      | 中期  | 鷹架層                    | T <sub>2</sub>                                 | 礫岩、礫混り砂岩、軽石質砂岩、<br>軽石凝灰岩、凝灰岩等 |
|      | 中期  | 上部層                    | T <sub>1</sub>                                 | 泥岩、細粒砂岩等                      |
|      | 前期  | 泊層                     | T <sub>0</sub>                                 | 安山岩溶岩、凝灰角礫岩、<br>軽石凝灰岩等        |
|      | 前期  |                        |  |                               |
|      | 前期  |                        |  |                               |
|      | 前期  |                        |  |                               |

注) ————— は、整合関係を示す。  
~~~~~ は、不整合関係を示す。  
————— は、一部指交関係を示す。  
----- は、下位層との関係が未確認であることを示す。

・表中の「火山灰層」は、火山灰を含むレスからなり、上部に土壤化がみられる風成層を表す名称として用いている。

【注】従来「砂子又層上部層」としていた地層のうち、敷地近傍の第四系下部～中部更新統について、「六ヶ所層」と仮称する。

別紙図15 敷地内の地質層序（乙第85号証4-4-188ページより）

| 地質時代 |     |         | 地層名                             | 記号                     | 主な層相及び岩相                                                                                                         |
|------|-----|---------|---------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 新紀   | 完新世 | 崖錐堆積層   | dt                              | 礫，砂，粘土                 |                                                                                                                  |
|      |     | 沖積低地堆積層 | a1                              | 礫，砂，粘土，腐植土             |                                                                                                                  |
|      | 更新期 | 火山灰層    | lm                              | 褐色の粘土質火山灰              |                                                                                                                  |
|      |     | 中位段丘堆積層 | M <sub>2</sub> , M <sub>1</sub> | 主に石英粒子からなる淘汰の良い中粒砂～粗粒砂 |                                                                                                                  |
|      |     | 高位段丘堆積層 | H <sub>5</sub>                  | 主に石英粒子からなる淘汰の良い中粒砂～粗粒砂 |                                                                                                                  |
|      |     | 六ヶ所層【注】 | R                               | 砂，シルト，礫                |                                                                                                                  |
|      |     |         |                                 |                        |                                                                                                                  |
|      | 鮮新世 | 砂子又層    | S <sub>1</sub>                  | 凝灰質砂岩                  |                                                                                                                  |
|      |     | 下部層     |                                 |                        |                                                                                                                  |
| 生代   | 中新世 | 鷹架層     | 上部層(T <sub>3</sub> )            | 泥岩層                    | T <sub>3ms</sub> 泥岩<br>一部に凝灰岩を挟む。                                                                                |
|      |     |         | 中部層(T <sub>2</sub> )            | 礫混り砂岩層                 | T <sub>2ss</sub> 矶混り砂岩                                                                                           |
|      |     |         |                                 | 軽石混り砂岩層                | T <sub>2ps</sub> 砂岩・凝灰岩互層<br>礫混り砂岩<br>砂岩・泥岩互層<br>軽石混り砂岩(3)<br>砂質軽石凝灰岩(2)<br>軽石混り砂岩(2)<br>砂質軽石凝灰岩(1)<br>軽石混り砂岩(1) |
|      |     |         |                                 | 軽石凝灰岩層                 | T <sub>2pt</sub> 凝灰岩<br>軽石凝灰岩<br>軽石質砂岩<br>礫岩                                                                     |
|      |     |         |                                 | 粗粒砂岩層                  | T <sub>2cs</sub> 砂質軽石凝灰岩<br>粗粒砂岩                                                                                 |
|      |     |         | 下部層(T <sub>1</sub> )            | 細粒砂岩層                  | T <sub>1fs</sub> 細粒砂岩<br>一部に粗粒砂岩を挟む。                                                                             |
|      |     |         |                                 | 泥岩層                    | T <sub>1ms</sub> 泥岩<br>一部に凝灰質砂岩，砂質軽石凝灰岩を挟む。                                                                      |

注) ——は、整合関係を示す。～～は、不整合関係を示す。

主な層相及び岩相の上下順序は、層位関係を示す。

【注】：從来「砂子又層上部層」としていた地層のうち、敷地近傍の第四系下部～中部更新統について、「六ヶ所層」と仮称する。

別紙図16 敷地段丘堆積層と示標テフラの層位関係（乙第85号証4-4-181ページより）

表1:町田・新井(2011)より引用

資料來源：新華社

图3：放射性钼代值及石墨位能值关系图

第三：原創性單元置及心臟  
第四：圖文關係之判斷

第5：放射性辐射情况，是否

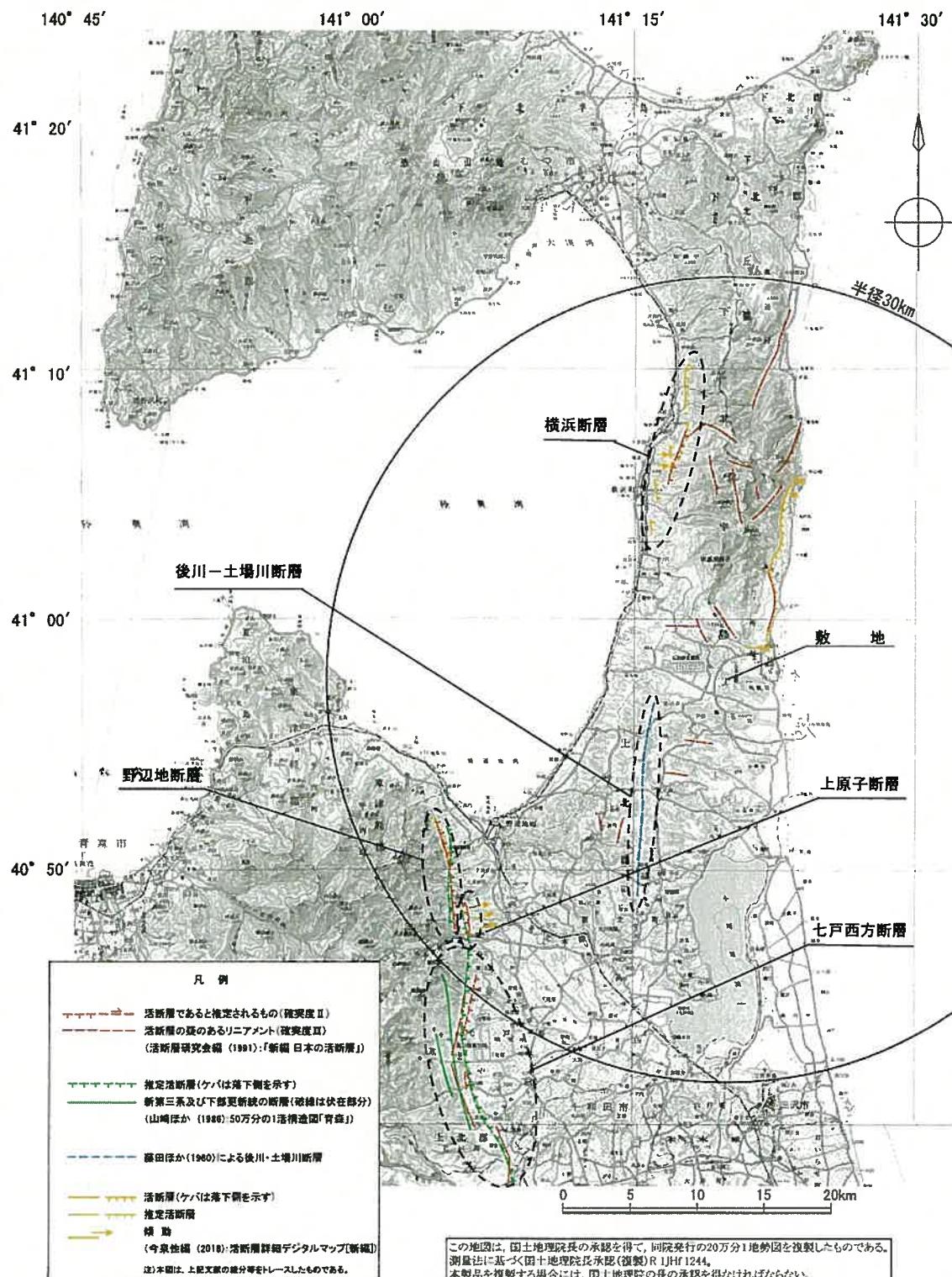
表5:放射性年代値、桑原(2007)、Matsu'ura et. al(2014)等の文献値、及び層位関係から判断、  
岩手・福島地盤年代表、東北地盤年代表、西日本地盤年代表

表6: 放射性年代値、宮内(1988)、及び層位関係から判

参考文献の「北山田風」は、北山田を含む「北山田」、一部は「北山田」

蒸気吹きの「火山灰層」は、火山灰を含むし

別紙図17 敷地周辺陸域の断層分布図（乙第85号証4-4-250ページに被告において一部加筆）



別紙図18-1 本件敷地を中心とする半径30kmの範囲の周辺陸域における主要な断層の評価結果

| 断層名   | 評価 | 活動性                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 断層長さ                                                                                                                                                                                                  |
|-------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 横浜断層  |    | <p>活断層研究会（1991）「[新編] 日本の活断層」（以下「活断層研究会（1991）」）では、横浜町有畠東方から同町横浜東方にかけて、NNE-SW方向、長さ4km、活動度（注別-1）C、確実度（注別-2）IIの横浜断層が示されている。今泉ほか（2018）「活断層詳細デジタルマップ〔新編〕」（以下「今泉ほか（2018）」）は、むつ市中野沢付近から横浜町向平付近に、長さ約10km（図説では約13km）、ほぼ南北方向に延びる西側隆起の逆断層帶として横浜断層帶が示されている。</p> <p>変動地形学的調査結果によると、むつ市中野沢東方の畠沢川左岸から横浜町有畠東方の鶏沢川を経て、同町横浜南東の荒内川右岸に至る約13km間に、NNE-SSW～N-S方向のL<sub>B</sub>、L<sub>C</sub>及びL<sub>D</sub>リニアメント（注70）が断続的に判読され、これらの中、鶏沢川付近から横浜町北東の田ノ沢川付近に至る約4km間が活断層研究会（1991）の横浜断層に、林崎川付近から荒内川付近に至る約10km間が今泉ほか（2018）の横浜断層帶にほぼ対応する。</p> <p>地表地質調査結果によると、南川代沢付近から三保川付近にかけて分布する砂子又層（新第三紀鮮新世～第四紀前期更新世）には、ほぼNNE-SW方向に延びる1背斜（注別-3）・1向斜（注別-4）からなる褶曲構造が認められる。背斜の東翼部（注別-5）には、東急傾斜の摺曲構造（注別-6）が認められ、この摺曲構造上に洞爺火山灰（11.2～11.5万年前）に変位を与える西上がりの逆断層が認められる。これらのことなどから、横浜断層は、後期更新世以降における活動性が否定できないものと判断される。（乙第85号証4-4-19ないし4-25ページ）</p> | <p>活動性を考慮する区間の北端については、北川代沢では、斜構造が確認され、摺曲構造は北川代沢まで連続している。</p> <p>南端については、向平付近に位置の砂子又層に断層及び摺曲構造は認められない。</p> <p>これらのことなどから、被告は、横浜断層の長さについて、北端を北川代沢付近、南端を向平付近とする約15kmと評価している。（乙第85号証4-4-19ないし4-25ページ）</p> |
| 野辺地断層 |    | <p>活断層研究会（1991）では、NNW-SSE方向、長さ7km、活動度B、確実度IIの野辺地断層が示されている。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -                                                                                                                                                                                                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>変動地形学的調査結果、文献が指摘する野辺地断層周辺には<math>L_D</math>リニアメントが断続的に存在する。これらの<math>L_D</math>リニアメントは、ほぼ地層境界に対応し、相対的な岩質の硬軟の差を反映した侵食地形であると判断される。</p> <p>地形断面の検討の結果によると、<math>L_D</math>リニアメント北方延長（<math>H_4</math>面）（M I S 7、約21万年前又はそれ以前）及び南方延長の田代平溶結凝灰岩の火碎流堆積面（約40万年前）に断層運動に起因する変位及び変形は認められない。</p> <p>地表地質調査結果によると、古期低地堆積層は、添ノ沢付近において<math>L_D</math>リニアメントを挟んで5°～8°東傾斜を示し、まかど温泉付近の<math>L_D</math>リニアメント沿いで実施したボーリング調査の結果、高位段丘堆積層（<math>H_4</math>面堆積物）の上面及びオレンジ堅石（17万年前）に高度不連続<sup>くろのきさわ</sup>は認められず、断層運動に起因する変位及び変形は認められない。さらに南方の栗ノ木沢、山屋及び大林川周辺ではリニアメント周辺で4°～14°東傾斜を示しており、リニアメント近傍で傾斜が大きくなるなどの傾向は認められない。</p> <p>これらのことなどから、文献が指摘する野辺地断層付近には、後期更新世以降に活動した断層は存在しないものと判断される。（乙第85号証4-4-26ないし4-4-30ページ）</p> | <p>活動性を考慮する区間の北端については、枇杷野川右岸に分布する高位面（<math>H_4</math>面）にリニアメント・変動地形の位置を挟んで高度不連続は認められない。南端については、坪川右岸に分布する田代平溶結凝灰岩の火碎流堆積面（約40万年前）にリニアメント・変動地形の位置を挟んで高度不連続は認められない。これらの</p>                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p>上原子断層</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>活断層研究会（1991）では、東北町宇道坂南方の清水目川右岸付近から七戸町上原子北西の坪川左岸付近にかけて、N-S方向、長さ2km、活動度C、確実度IIの上原子断層が示されている。</p> <p>変動地形学的調査結果によると、野辺地町上小中野開拓南西の尾根から七戸町上原子北西までの約5km間に、NNW-SSE～N-S方向の<math>L_B</math>及び<math>L_C</math>リニアメントが断続的に判読される。これらは、上記の上原子断層にほぼ対応する。</p> <p>地表地質調査結果によると、東北町赤川右岸、宇道坂の清水目川右岸及び添ノ沢東方に断層露頭が認められ、<math>L_B</math>リニアメントに対応する東上がりの逆断層が存在し、赤川右岸では、高位段丘堆積層（<math>H_3</math>面堆積物）（中期更新世）に約20mの変位が想定される。</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>これらのことなどから、上原子断層は、後期更新世以降における活動性が否定できないものと判断される。(乙第85号証4-4-30ないし4-4-33ページ)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p>ことなどから、被告は、上原子断層の長さについて、北端を坪川右岸の田代平溶結凝灰岩の火碎流堆積面とする約5kmと評価している。(乙第85号証4-4-30ないし4-4-33ページ)</p>                                                                                                                                                                                     |
| <p>七戸西方断層</p> <p>活断層研究会（1991）では、七戸町栗ノ木沢から同町上牧場を経て十和田市奥入瀬川左岸にかけて、天間林断層及び十和田市西方断層が示されている。このうち、天間林断層については、NNE-SSE-NNW-SSE方向、長さ9km、活動度B、確実度Ⅱ、十和田市西方断層については、NNW-SSE方向、長さ6km、確実度Ⅲとされている。被告は、これらに対応した断層を「七戸西方断層」と呼んでいる。</p> <p>変動地形学的調査結果によると、七戸町白石の坪川右岸から十和田市奥入瀬川を経て二戸市金田一川までの約55km間にL<sub>c</sub>及びL<sub>D</sub>リニアメントが、平行又は断続的に判読され、このうち、坪川右岸から十和田市矢神に至る約22km間が活断層研究会（1991）の示す上記断層にほぼ対応する。</p> <p>地表地質調査結果によると、高位段丘堆積層（H<sub>4</sub>面堆積物）（中期更新世）が、撓曲する砂子又層（新第三紀鮮新世～第四紀前期更新世）を不整合に覆い、かつ東に約15°傾動していることが確認される。</p> <p>これらのことなどから、七戸西方断層は、後期更新世以降における活動性が否定できないものと判断される。(乙第85号証4-4-30ないし4-4-38ページ)</p> | <p>活動性を考慮する区間の北端については、坪川右岸に分布する田代平溶結凝灰岩の火碎流堆積面（約40万年前）にリニアメント・変動地形の位置を挟んで高度不連続は認められない。南端については、猿辺川付近では、市ノ渡層（新第三紀中新世）が顯著な撓曲構造を示しているが、その上位に分布する高堂デイサイト（新第三紀鮮新世）に撓曲構造は認められない。これらのことなどから、被告は、上原子断層の長さについて、北端を坪川右岸の田代平溶結凝灰岩の火碎流堆積面、南端を猿辺川付近とする約46kmと評価している。(乙第85号証4-4-30ないし4-4-38ページ)</p> |

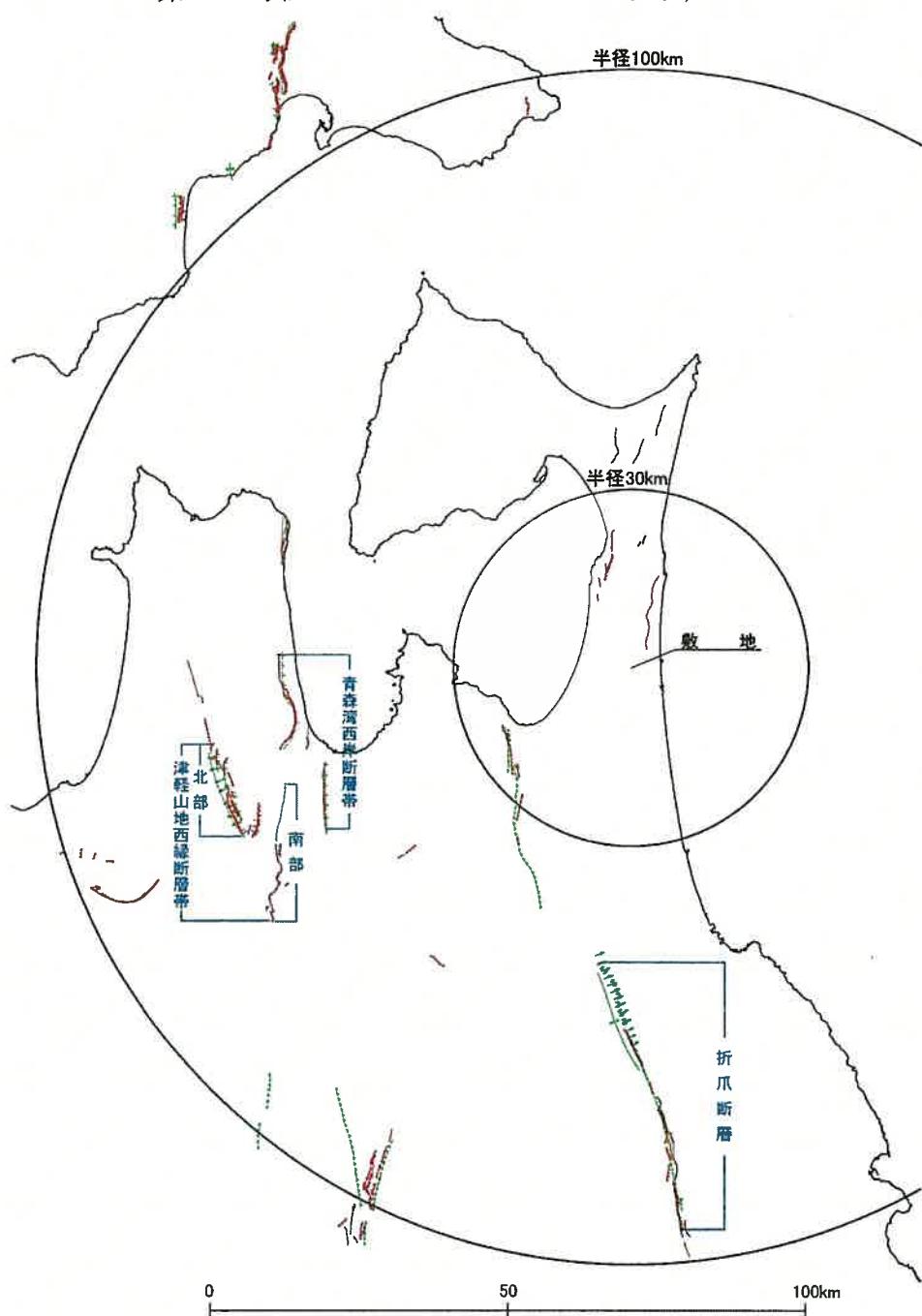
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ージ) |
| 後川ー土場<br>川断層 | 藤田ほか（1980）「むつ小川原・石油備蓄基地建設予定地」における“活断層”問題<br>題一特に“島弧変動論”的立場から」（以下「藤田ほか（1980）」という。）は、六ヶ所村千樽付近の後川から東北町切左坂付近の土場川沿いにかけて、長さ約14kmの南北方向の断層を図示している。さらに、東北町柵ヶ崎東方の後川流域で断層露頭を確認したとし、露頭には5条の断層が存在し、このうちの2条の断層は鷹架層（新第三紀中新世）及び野辺地層（第四紀）を切っていると記載している。被告は、これらに対応した断層を「後川ー土場川断層」と呼んでいる。<br>変動地形学的調査結果によると、藤田ほか（1980）が後川ー土場川断層を示す位置周辺に、断層運動に起因するようなりニメント・変動地形は判読されない。<br>地表地質調査結果によると、後川及び土場川両岸において、高位段丘堆積層（H <sub>4</sub> 面堆積物）の下面及び砂子又層上部（新第三紀鮮新世～第四紀前期更新世）の下面には、ほとんど標高差は認められない。<br>これらのことなどから、後川ー土場川断層付近には、後期更新世以降に活動した断層は存在しないものと判断される。（乙第85号証4-4-38ないし4-4-42ページ） |     |

別紙図 18-2 本件敷地を中心とする半径 30 km 以遠 100 km までの範囲における主要な活断層の評価結果

| 断層名  | 評価                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 断層長さ                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 活動性  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 折爪断層 | <p>活断層研究会（1991）では、南部町高瀬付近の馬淵川右岸から葛巻町葛巻付近にかけて、NNW-SSE 方向、長さ 44 km、活動度 B、確実度 II、西側隆起 30 m の折爪断層が示されている。</p> <p>変動地形学的調査結果によると、青森県五戸町清三久保付近の五戸川左岸から、岩手県葛巻町茶屋場付近に至る約 57 km 間に、L<sub>B</sub>、L<sub>C</sub> 及び L<sub>D</sub> リニアメントが断続的に判読される。このうち、南部町高瀬付近の馬淵川右岸から南方の葛巻町に至る間にについては、活断層研究会（1991）の示す折爪断層の位置にほぼ対応する。</p> <p>地表地質調査結果によると、馬淵川以北から五戸川左岸付近にかけては、新第三系に撓曲構造が認められ、地下深部に断層の存在が推定される。馬淵川右岸以南では、折爪岳南部にかけて、山地と丘陵地の境界付近に分布する新第三系に、東急傾斜を示す撓曲構造が認められる。以上のことなどにより、判読されるリニアメント・変動地形にはほぼ対応する位置に断層の存在が推定されるが、断層と第四系上部更新統との関係を確認することはできない。</p> <p>これらのことから、折爪断層は、後期更新世以降における活動性が否定できないものと判断される。（乙第 85 号証 4-4-64 ないし 4-68 ページ）</p> | <p>活動性を考慮する区間の北端については、後藤川左岸の H<sub>4</sub> 面に高度不連続は認められない。南端については、葛巻町馬場付近より以南には、リニアメント・変動地形は山地内の鞍部（注別-7）の断続として判読され、変位の向きも一定せず、更に南方の良沢付近においては、リニアメント・変動地形の判読位置に断層は確認されず、中・古生層とデイサイトが貫入関係で接していることが確認される。これらのことながら、被告は、折爪断層の長さについて、北端を後藤川左岸、南端を葛巻町馬場付近とする約 53 km と評価している。（乙第 85 号証 4-4-64 ないし 4-68 ページ）</p> |

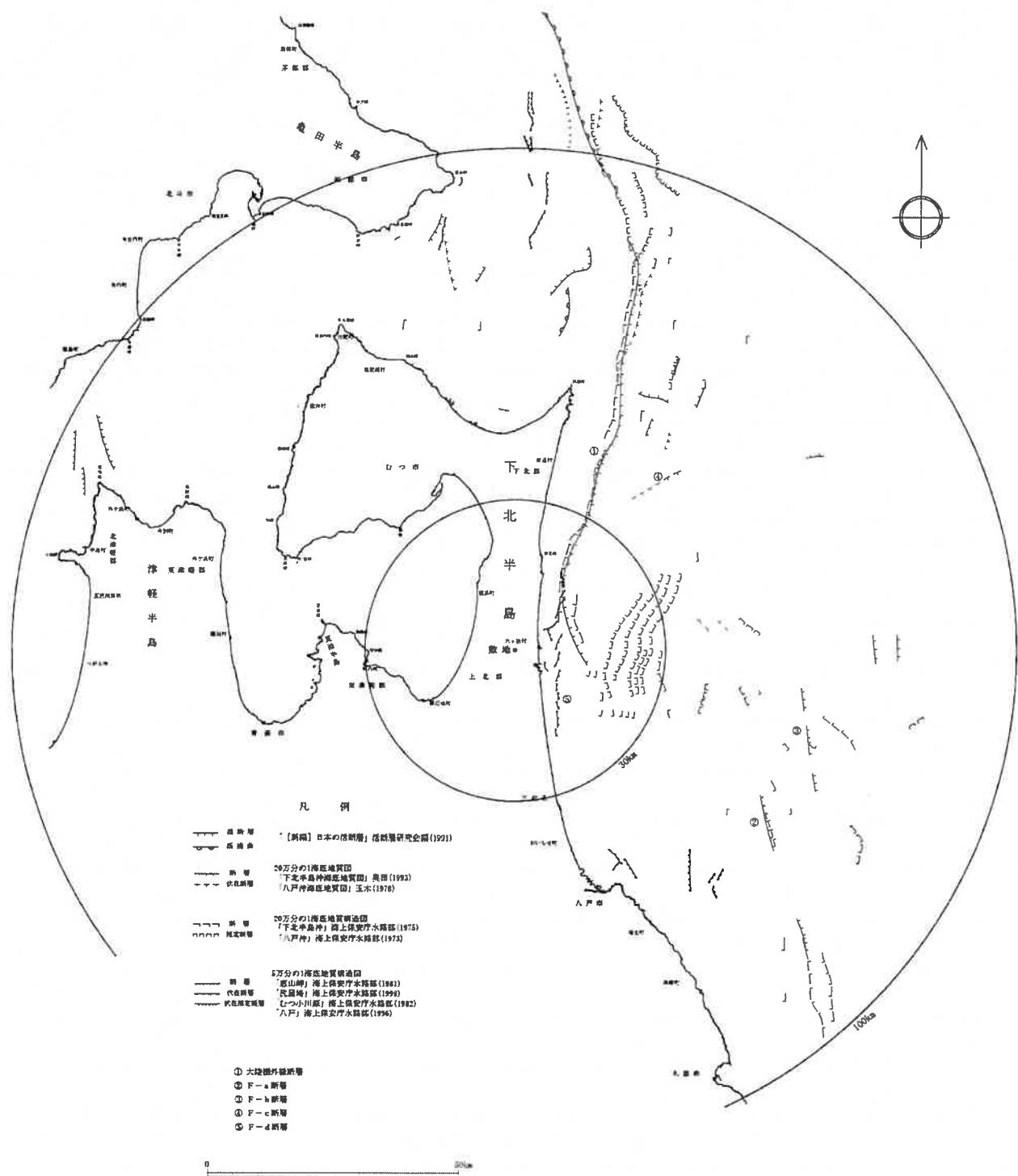
|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                              |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 青森湾西岸<br>断層帶          | 地震調査委員会（2004）「青森湾西岸断層帶の長期評価について」では、蓬田村付近から青森市入内付近にかけて、青森湾西断層、野木和断層及び入内断層によつて構成される長さ約31kmの青森湾西岸断層帶が示され、同断層帶の地震規模は、断層長さからM7.3程度とされている。                                                                                                                                                                                      | 地震調査委員会（2004）「青森湾西岸断層帶の長期評価について」による長期評価は、断層長さと本件敷地との位置関係から本件敷地に与える影響が大きいと考えられるうことから、同文献の青森湾西岸断層帶の約31kmについて、後期更新世以降の活動性を考慮することとした。（乙第85号証4-4-68ないし4-4-70ページ）。                                                                                                                                                              | 蓬田村付近から青森市入内付近までの約31kmと評価している。（乙第85号証4-4-68ないし4-4-70ページ）。    |
| 津軽山地西<br>縁断層帶<br>(北部) | 地震調査委員会（2004）「津軽山地西縁断層帶の長期評価について」では、五所川原市飯詰付近から青森市浪岡付近にかけて、五所川原市一浪岡町付近の断層、大平断層、山越断層及び浪岡撓曲によつて構成される長さ約16km、東側隆起の逆断層の津軽山地西縁断層帯北部が示され、その最新活動は1766年（明和3年）の地震とされている。また、青森市西部から青森県南津軽郡平賀町（現在の平川市）にかけて、黒石断層から構成される長さ約23km、東側隆起の逆断層の津軽山地西縁断層帯南部が示され、その最新活動も上記地震とされている。津軽山地西縁断層帯北部及び同断層帶南部の地震規模について、その最大は、上記地震から、いすれもM7.3程度とされている。 | 地震調査委員会（2004）「津軽山地西縁断層帶の長期評価について」では、五所川原市飯詰付近から青森市浪岡付近にかけて、五所川原市一浪岡町付近の断層、大平断層、山越断層及び浪岡撓曲によつて構成される長さ約16km、東側隆起の逆断層の津軽山地西縁断層帯北部が示され、その最新活動は1766年（明和3年）の地震とされている。また、青森市西部から青森県南津軽郡平賀町（現在の平川市）にかけて、黒石断層から構成される長さ約23km、東側隆起の逆断層の津軽山地西縁断層帯南部が示され、その最新活動も上記地震とされている。津軽山地西縁断層帯北部及び同断層帶南部の地震規模について、その最大は、上記地震から、いすれもM7.3程度とされている。 | 五所川原市飯詰付近から青森市浪岡付近までの約16kmと評価している。（乙第85号証4-4-70, 4-4-71ページ）。 |
| 津軽山地西<br>縁断層帶<br>(南部) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 青森市西部から平川市付近までの約23kmと評価している。（乙第85号証4-4-70, 4-4-71ページ）。       |

別紙図19 敷地を中心とする半径100km範囲の陸域の活断層分布図（乙  
第85号証4-4-358ページより）



| 凡 例                    |                                            |
|------------------------|--------------------------------------------|
| 活断層研究会編(1991)          | 山崎ほか(1986)                                 |
| ■ 活断層であることが確実なもの(確実度Ⅰ) | 活断層(主として第四紀後期に活動したもの)                      |
| △ 活断層であると推定されるもの(確実度Ⅱ) | △ 推定断層(同上)                                 |
| ○ 短線は該断層の低下側を示す。       | △ 上記の断層における変位の向き<br>(矢印は走向ずれの方向、ケバは落下方を示す) |
| 今泉ほか編(2018)            | △ 第四紀後期層の背斜軸                               |
| — 活断層                  | △ 第四紀後期層の拗曲                                |
| - - - 活断層(位置やや不明確)     | △ 第四紀後期層の傾動方向                              |
| - - - - 活断層(伏在部)       |                                            |
| —— 推定活断層               | 青字は地震調査委員会(2004)の評価                        |

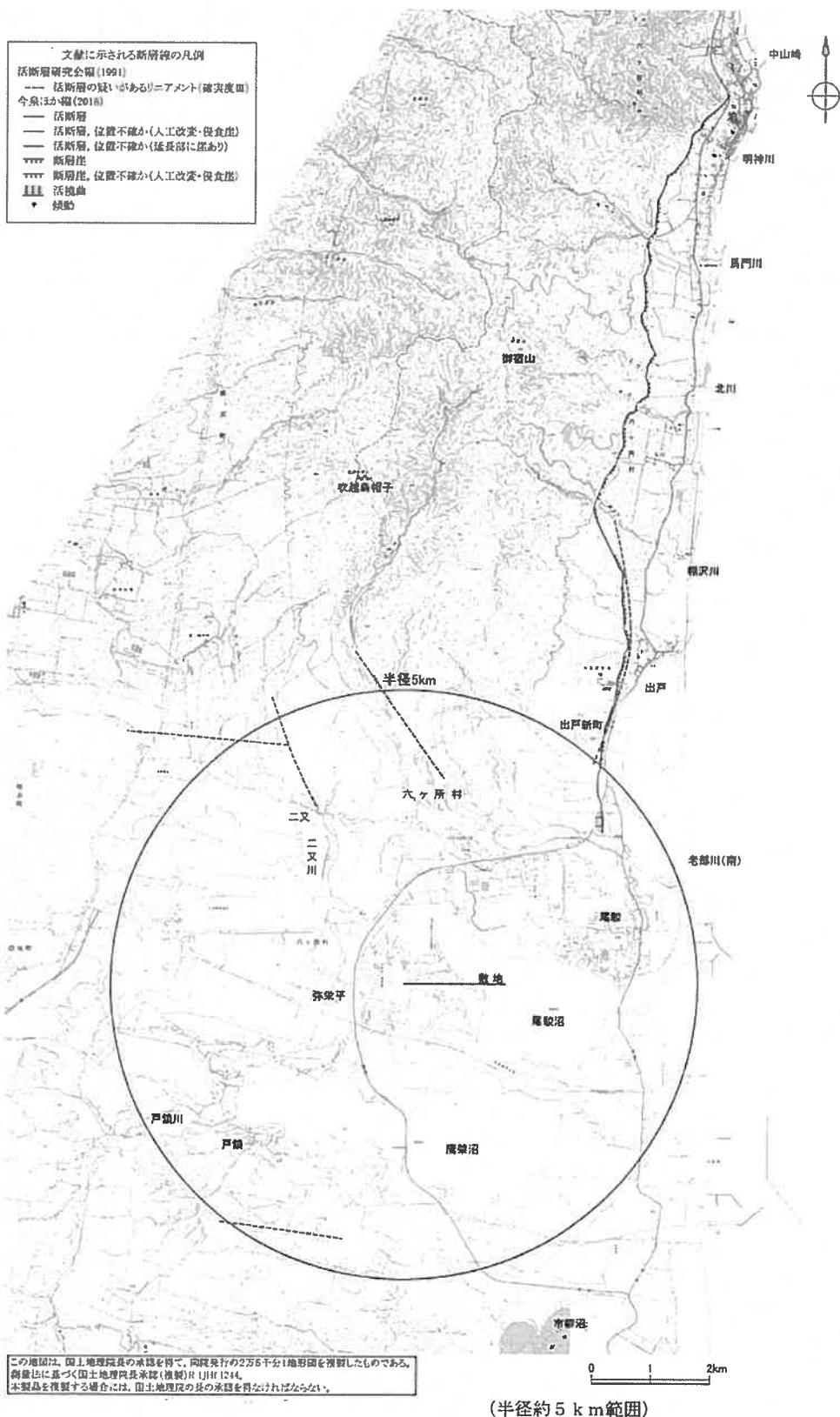
別紙図20 敷地周辺海域の断層分布図（乙第85号証4-4-397ページより）



別紙図21 敷地周辺海域の主要断層一覧表（乙第85号証4-4-185ページより）

| 項目                                                                | 断層名                                                                                                | 大陸棚外縁断層                                                                            | F-d 断層                                                                                   | F-c 断層                                                                     | F-a 断層                                      | F-b 断層 |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------|
| 地形的位置                                                             | 尻屋海脚東線の大陸棚外縁<br>～下北半島南部の大陸棚                                                                        | 下北半島南端部の大陸棚                                                                        | 下北半島東方沖の大陸斜面上部                                                                           | 八戸市北東沖の大陸棚                                                                 | 八戸市北東沖の大陸斜面上部                               |        |
| 走向                                                                | NNE-S SW                                                                                           | N-S                                                                                | NE-SW                                                                                    | NNW-S SE                                                                   | NNW-S SE                                    |        |
| 相対的落下側                                                            | ESE                                                                                                | E                                                                                  | SE                                                                                       | ENE                                                                        | ENE                                         |        |
| 20万分の海底地質構造図<br>「八戸沖」「下北半島沖」<br>海上保安庁水路部 (1973)                   | 北側に長さ約45kmの断層<br>南側に長さ約37kmの断層                                                                     | 断層は示されていない                                                                         | 断層は示されていない                                                                               | 長さ約8kmの断層                                                                  | 断層は示されていない                                  |        |
| 「[新編] 日本の活断層」<br>活断層研究会編 (1991)                                   | 長さ約84kmの活断層                                                                                        | 断層は示されていない                                                                         | 断層は示されていない                                                                               | 長さ約11kmの活断層                                                                | 約21km間に3条の活断層                               |        |
| 20万分の海洋地質図<br>「八戸沖海底地質図」<br>玉木 (1978)<br>奥田 (1993)                | 北部に長さ約23.5kmの断層<br>(総19.5km間は伏在断層)<br>南部に長さ約6kmの伏在断層                                               | 断層は示されていない                                                                         | 長さ約11.5kmの伏在断層                                                                           | 断層は示されていない                                                                 | 断層は示されていない                                  |        |
| 5万分の海底地質構造図<br>「むつ小川原」「尻屋崎」<br>海上保安庁水路部 (1982)<br>海上保安庁水路部 (1998) | 断層は示されていない                                                                                         | 約34km間に14条の伏在断層                                                                    | 断層は示されていない                                                                               | 図郭範囲外                                                                      | 図郭範囲外                                       |        |
| 音波探査記録解釈結果                                                        | 全区間ににおいてC <sub>p</sub> 層下部に変位あるいは変形が認められるものの、いすくともB <sub>p</sub> /C <sub>p</sub> 境界に変位及び変形は認められない。 | 文献により断層が示されている位置付近においてC <sub>p</sub> 層以下の地層に断層・複屈曲が推定され、B <sub>p</sub> 層に変形が認められる。 | 文献により断層が示されている位置付近においてC <sub>p</sub> 層中に断層・複屈曲が推定され、B <sub>p</sub> 層に変形が及んでいる可能性は否定できない。 | 文献により断層が示されている位置付近においてE層中に断層が推定され、B <sub>p</sub> 層もしくは変形が及んでいる可能性は示されていない。 | 文献により断層が示されている位置付近においてE層中に断層の存在を否定できない。     |        |
| 評価                                                                | 第四紀後期更新世以降における活動性を考慮するとしてし、その長さを約16kmと評価する。                                                        | 第四紀後期更新世以降における活動性を考慮するとしてし、その長さを約6kmと評価する。                                         | 第四紀後期更新世以降における活動性を考慮するとしてし、その長さを約20kmと評価する。                                              | 第四紀後期更新世以降における活動性を考慮するとしてし、その長さを約15kmと評価する。                                | 第四紀後期更新世以降における活動性を考慮するとしてし、その長さを約15kmと評価する。 |        |

別紙図22 敷地近傍の断層分布図（乙第85号証4-4-458ページより）



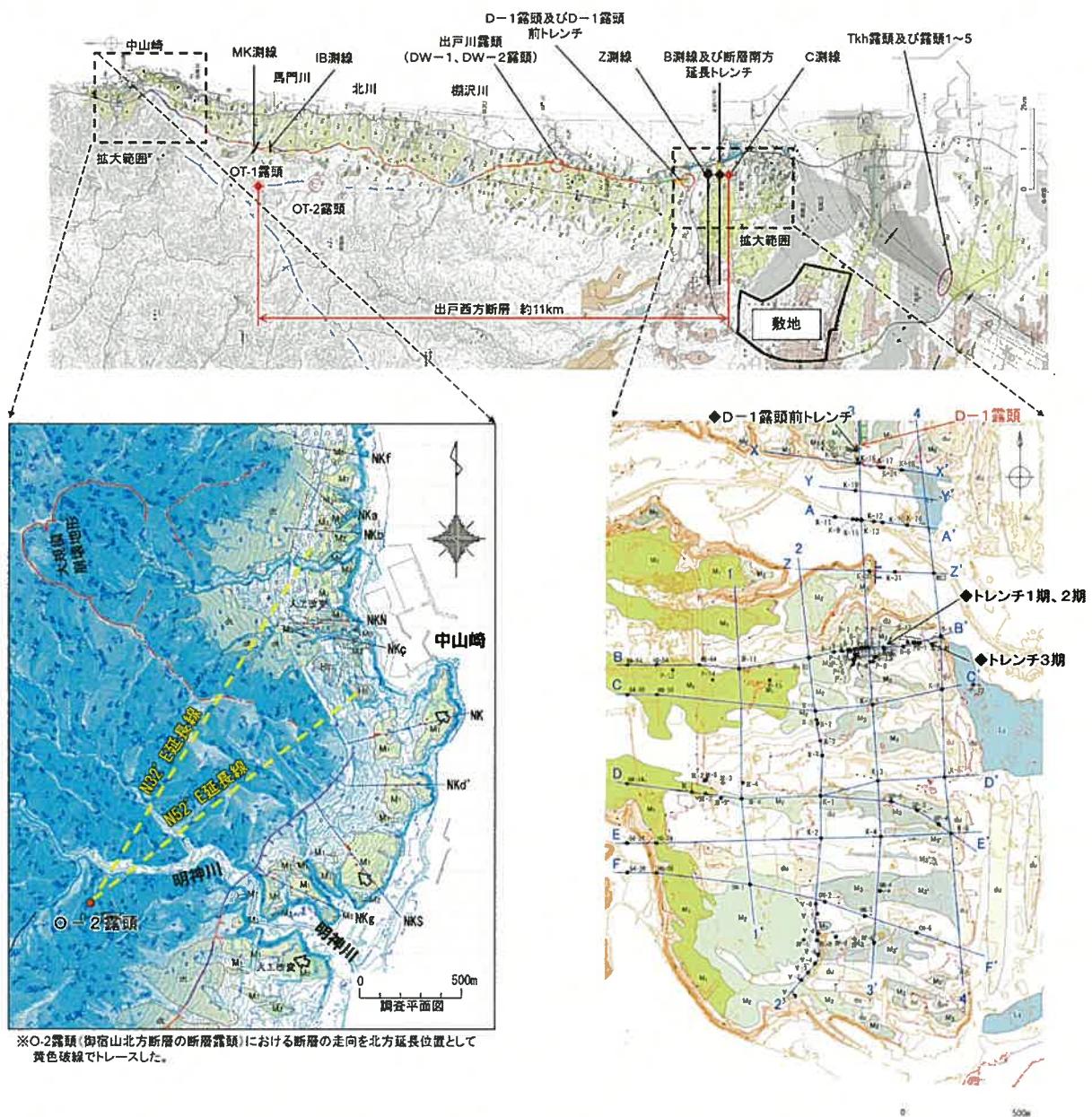
(半径約5km範囲)

別紙図23 敷地近傍の断層の調査結果

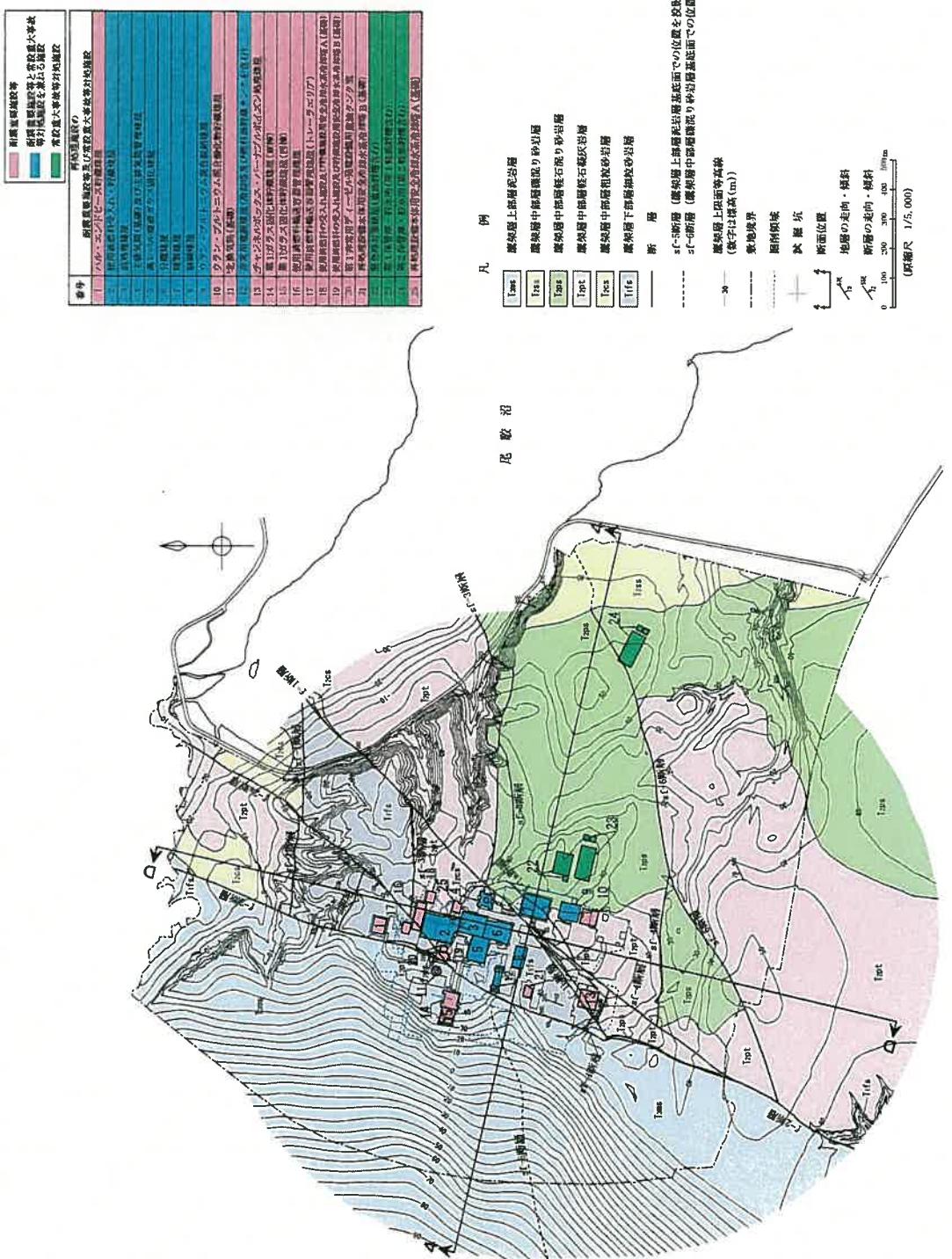
| 断層名               | 活動性の評価                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 二又付近のリニアメント       | <p>文献調査結果によると、活断層研究会（1991）では、六ヶ所村二又の北西付近に、長さ約2.3km, E-W方向のリニアメント及びNW-SSE方向のリニアメントが図示され、確実度Ⅲとされている。</p> <p>変動地形学的調査結果によると、活断層研究会（1991）の示す上記リニアメントとはほぼ同じ位置に、E-W方向のLDリニアメント及びNW-SSE方向のLDリニアメントが判読される。</p> <p>地表地質調査結果によると、二又周辺には、泊層及び鷲架層（いづれも新第三紀中新世）、砂子又層下部層（新第三紀鮮新世）が分布する。また、これらを不整合に覆つて六ヶ所層（第四紀前期～中期更新世）及び高位段丘堆積層（中期更新世）が広く分布し、沢沿いの一部に低位段丘堆積層（後期更新世）が局所的に分布する。LDリニアメント及び活断層研究会（1991）の示すリニアメントを挟んで、砂子又層下部層（新第三紀鮮新世）の地質構造に不連続は認められず、高位段丘堆積層（H<sub>4</sub>面堆積物）（中期更新世）上面にも高度不連続は認められないものと判断される。（乙第85号証4-4-112ないし4-4-115ページ）</p>                           |
| 戸鎖付近のリニアメント       | <p>文献調査結果によると、活断層研究会（1991）では、六ヶ所村戸鎖付近に、長さ約2.2km, E-W方向、確実度Ⅲのリニアメントが図示されている。</p> <p>変動地形学的調査結果によると、活断層研究会（1991）の示す上記のLDリニアメントから約1km北方の位置に、E-W方向のLDリニアメント及びNW-SSE方向のLDリニアメントが判読される。</p> <p>地表地質調査結果によると、戸鎖周辺には、主に鷲架層（新第三紀中新世）、砂子又層下部層（新第三紀鮮新世）、六ヶ所層（前期～中期更新世）、高位段丘堆積層（中期更新世）、中位段丘堆積層等（後期更新世）が分布する。LDリニアメントの位置を挟んで、高位段丘堆積層（H<sub>5</sub>面堆積物）（中期更新世）の下面がほぼ水平に連続して分布している。また、活断層研究会（1991）の示すリニアメントの両側に分布する高位段丘堆積層（H<sub>4</sub>面堆積物）（MIS7）の下面に高度不連続は認められない。</p> <p>これらのことなどから、戸鎖付近のリニアメント周辺には、後期更新世以降に活動した断層は存在しないものと判断される。（乙第85号証4-4-115ないし4-4-117ページ）</p> |
| 老部川(南)上流付近のリニアメント | <p>活断層研究会（1991）では、六ヶ所村の老部川（南）上流付近に、長さ約2.8km, NW-SSE方向、確実度Ⅲのリニアメントが図示されている。変動地形学的調査結果によると、リニアメント・変動地形形は判読されない。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| アメント | <p>地表地質調査結果によると、老部川（南）上流周辺には、主に鷹架層及び泊層（いすれも新第三紀中新世）と、これ<br/>を覆う高位段丘堆積層（中期更新世）等が分布する。</p> <p>活断層研究会（1991）の示すリニアメントは、直線状の谷にほぼ位置し、泊層の連続露頭に断層は認められず、<br/>泊層の安山岩溶岩もリニアメント位置を挟んで不連続は認められない。</p> <p>これらのことなどから、老部川（南）上流付近のリニアメント周辺には、後期更新世以降に活動した断層は存在し<br/>ないものと判断される。（乙第85号証4-4-117, 4-4-118ページ）</p> |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

別紙図24 出戸西方断層



本件敷地の断層の位置図(乙第85号証4-4-543ページより)



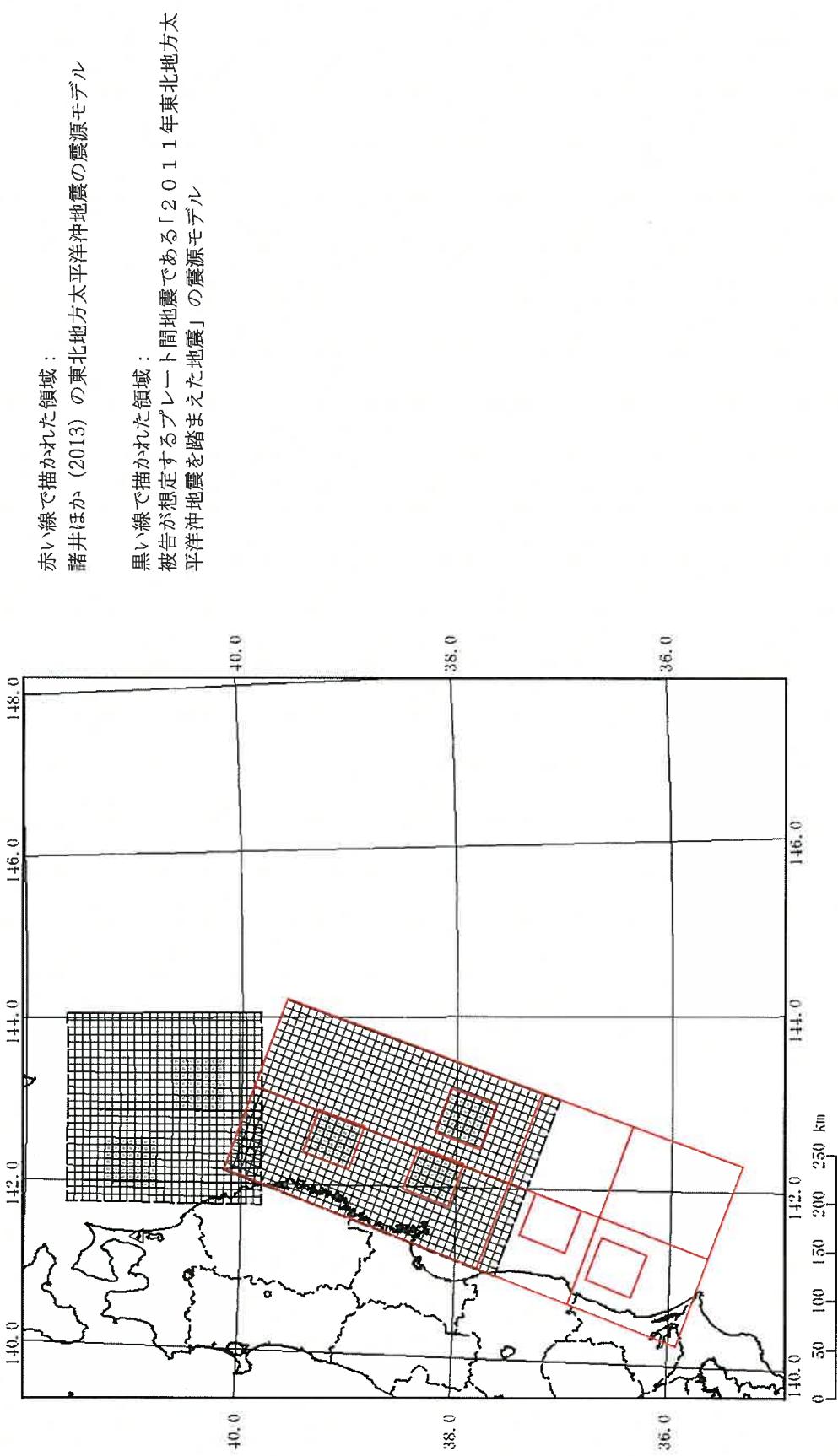
別紙図26 敷地内の断層性状一覧表（乙第85号証4-4-189ページより）

| 断層名      | 確認位置                 | 主な走向           | 主な傾斜          | センス   | 最大鉛直変位量(cm) | 破壊部最大幅(cm) | 主な性状                                              | 活動性                                                                             |
|----------|----------------------|----------------|---------------|-------|-------------|------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| f-1 断層   | ボーリングトレンチ基礎掘削面※1     | N40°E<br>~50°E | 60°~85°<br>南東 | 東落ち正  | 140         | 145        | 断層面は密着する。鱗片状～角様状のセビオライトを有する。同系統の断層が数条分布する。        | 六ヶ所層に変位を与えない。                                                                   |
| f-2 断層   | ボーリングトレンチ基礎掘削面※1     | N10°E<br>~55°E | 50°~70°<br>北西 | 西落ち正  | 330         | 138        | 断層面には鏡肌、条線が見られる。鱗片状～角様状のセビオライトを有する。同系統の断層が数条分布する。 | 敷地北部では砂子又層下部層に変位を与えない。<br>敷地南部では六ヶ所層に見かけ1~6cm程度の逆断層センスの変位を与えるが、高位段丘堆積層に変位を与えない。 |
| f-1 a 断層 | ボーリングトレンチ基礎掘削面※1 試掘坑 | N25°E<br>~70°E | 65°~80°<br>南東 | 東落ち正  | 20          | なし         | 断層面は密着し、条線が見られる。断層面付近は細粒化し周辺よりも硬質である。             | 六ヶ所層に変位を与えない。                                                                   |
| f-1 b 断層 | ボーリングトレンチ基礎掘削面※1     | N40°E<br>~70°E | 55°~85°<br>南東 | 東落ち正  | 30          | なし         | 断層面は密着し、鏡肌、条線が見られる。                               | 六ヶ所層に変位を与えない。                                                                   |
| f-2 a 断層 | ボーリングトレンチ基礎掘削面※1     | N45°E<br>~60°E | 50°~80°<br>北西 | 西落ち正  | 45          | 94         | 断層面は密着し、鏡肌、条線が見られる。鱗片状～角様状のセビオライトを有する。            | 六ヶ所層に見かけ10cm程度の西上がり逆断層センスの変位を与えるが、古期低地堆積層及び槽位段丘堆積層に変位を与えない。                     |
| s f-1 断層 | ボーリング                | N80°W<br>~EW   | 50°~60°<br>南  | 南上がり逆 | 85          | なし         | 断層の上下盤の地質が構成粒子の破碎を伴わずに混在する。                       | 断層がf-2断層に切られる。※2                                                                |
| s f-2 断層 | ボーリング                | N70°W          | 40°~65°<br>南  | 南上がり逆 | 25          | なし         | 断層面は固結・ゆきする。                                      | 西側がf-2断層に切られる。※2                                                                |
| s f-3 断層 | ボーリングトレンチ            | EW~N55°E       | 30°~70°<br>北  | 北上がり逆 | 145         | なし         | 固結した細粒物を挟在する。                                     | 断層の上下盤の地質が構成粒子の破碎を伴わずに混在する。断層近傍の軽石f-1断層に切られる。※2                                 |
| s f-4 断層 | ボーリングトレンチ            | N60°W<br>~EW   | 50°~70°<br>北  | 北上がり逆 | 70          | なし         | 断層面は固結・ゆきする。断層の上下盤の地質が構成粒子の破碎を伴わずに混在する。           | 断層面は固結・ゆきする。断層と平行に配列する。                                                         |
| s f-5 断層 | ボーリング                | EW~N75°E       | 20°~50°<br>北  | 北上がり逆 | 90<br>以上    | なし         | 断層面は固結・ゆきする。                                      | 断層の上下盤の地質が構成粒子の破碎を伴わずに混在する。                                                     |
| s f-6 断層 | ボーリング                | N60°~70°E      | 50°~60°<br>南  | 南上がり逆 | 70          | なし         | 断層面は固結・ゆきする。                                      | 断層の上下盤の地質が構成粒子の破碎を伴わずに混在する。                                                     |

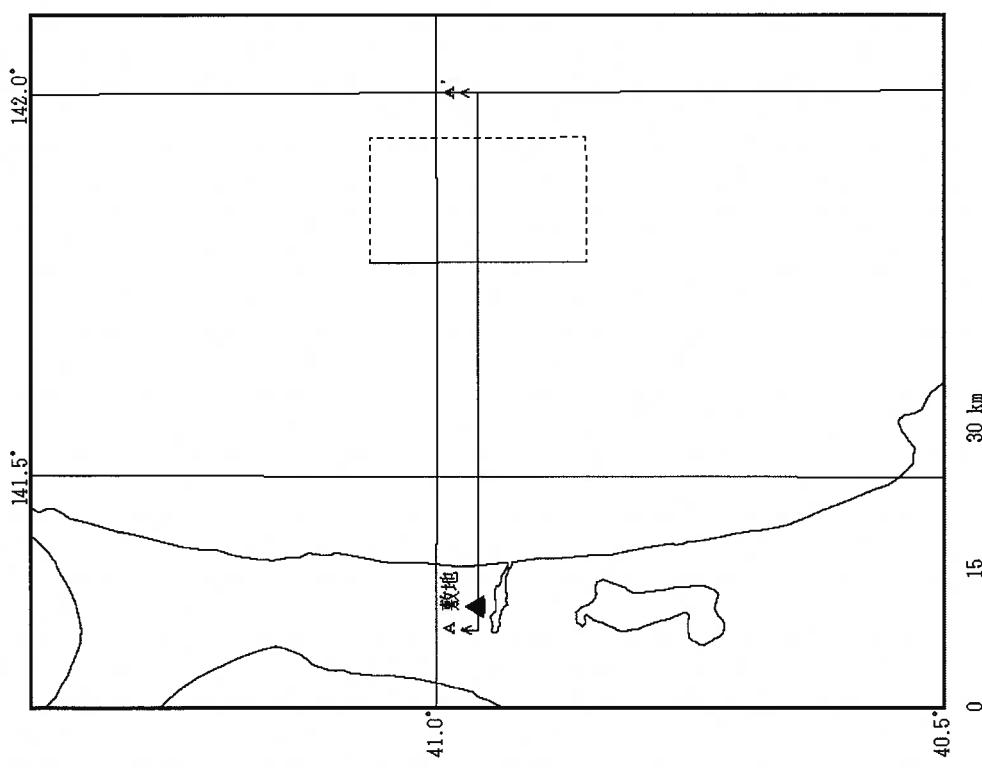
※1：基礎掘削工事範囲の掘削面。

※2：s f系断層の活動性については、ボーリング調査及び基礎掘削工事に伴う地質調査で確認した地質分布から判断した箇所について記載している。

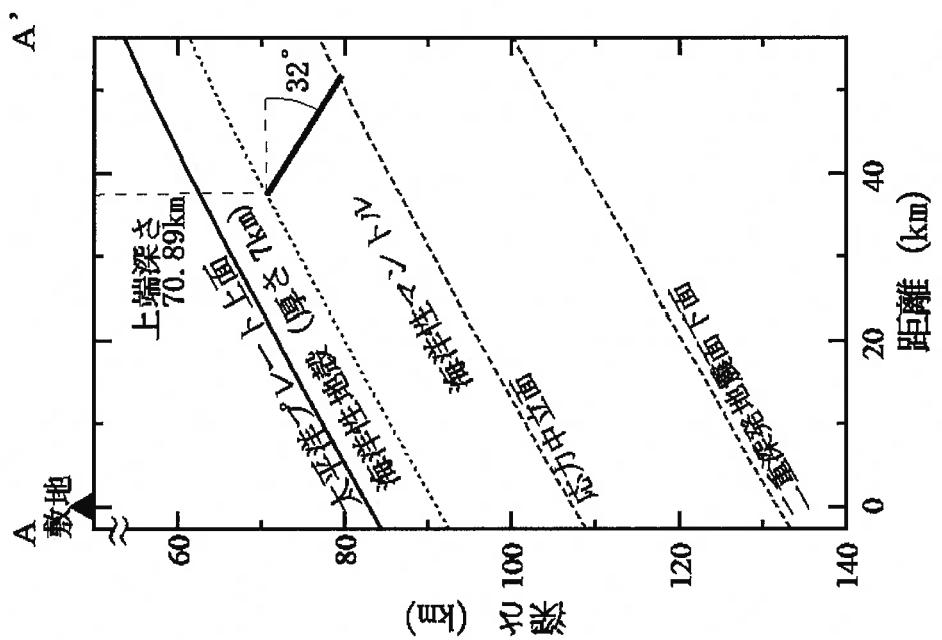
別紙図27 「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の震源モデル



別紙図28 「想定海洋プレート内地震」の断層面の位置（乙第85号証4-6-159ページより）



(1) 断層配置図

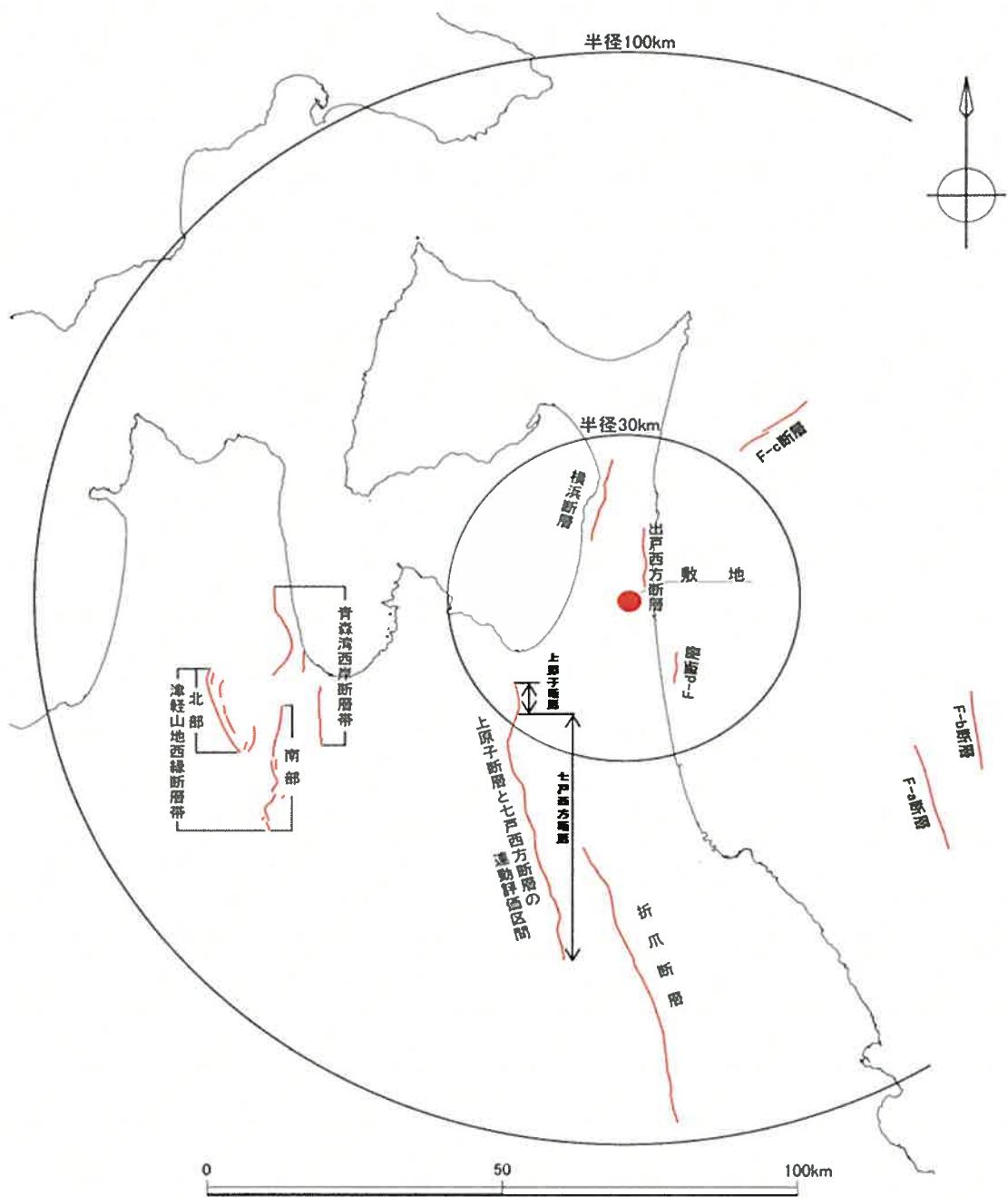


(2) 断層面（敷地前面に想定する地震）  
(A-A' 断面図)

別紙図29 震源として考慮する活断層の一覧

| 断層名 |          | 断層長さ<br>(km) |      |
|-----|----------|--------------|------|
| 陸域  | 出戸西方断層   | 11           |      |
|     | 横浜断層     | 15           |      |
|     | 上原子断層    | 5            | 運動考慮 |
|     | 七戸西方断層   | 46           |      |
|     | 折爪断層     | 53           |      |
|     | 青森湾西岸断層帯 | 31           |      |
|     | 津軽山地     | 北部           | 16   |
|     | 西縁断層帯    | 南部           | 23   |
| 海域  | F-a断層    | 20           |      |
|     | F-b断層    | 15           |      |
|     | F-c断層    | 15           |      |
|     | F-d断層    | 6            |      |

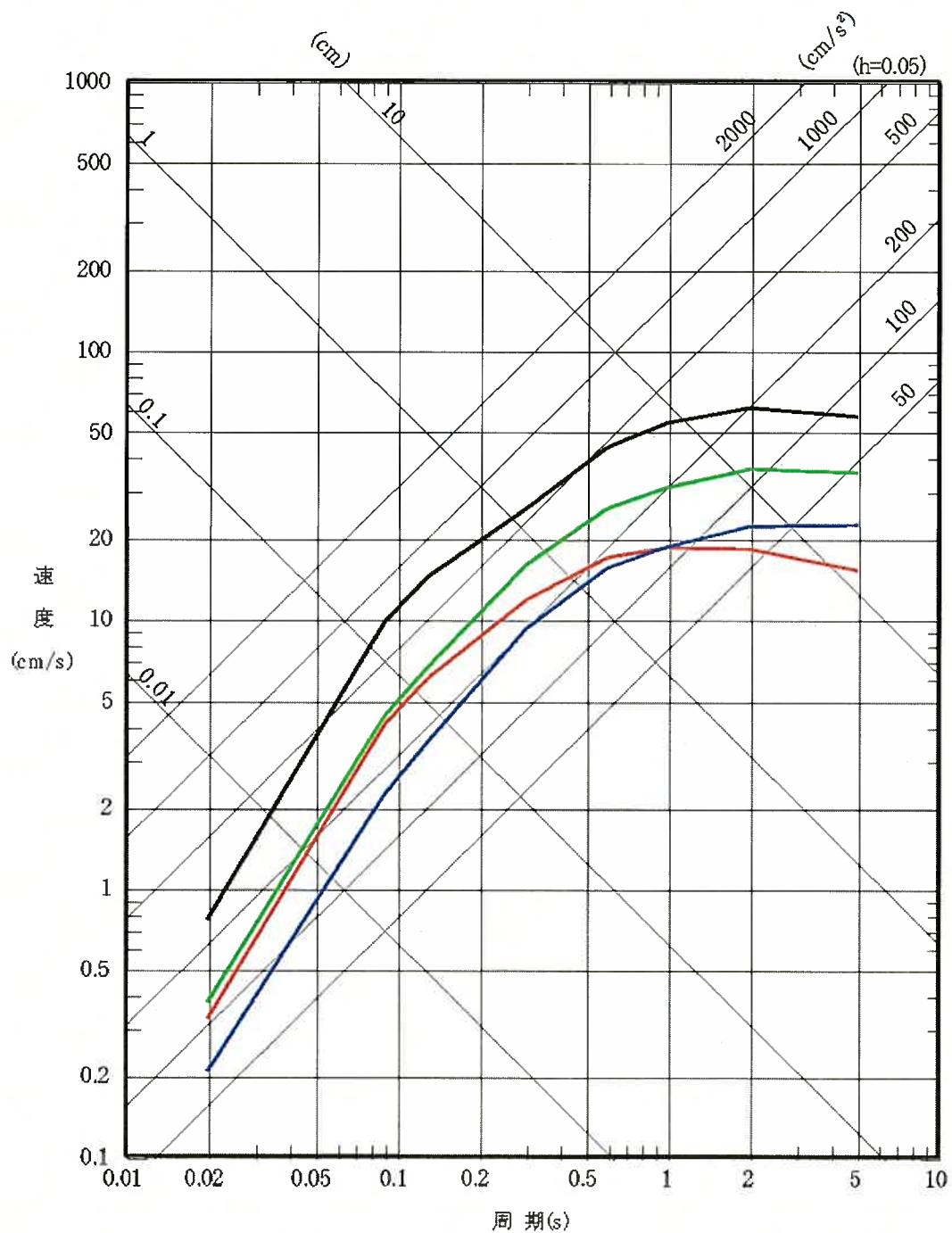
別紙図30 敷地周辺における活断層分布（乙第91号証115ページより）



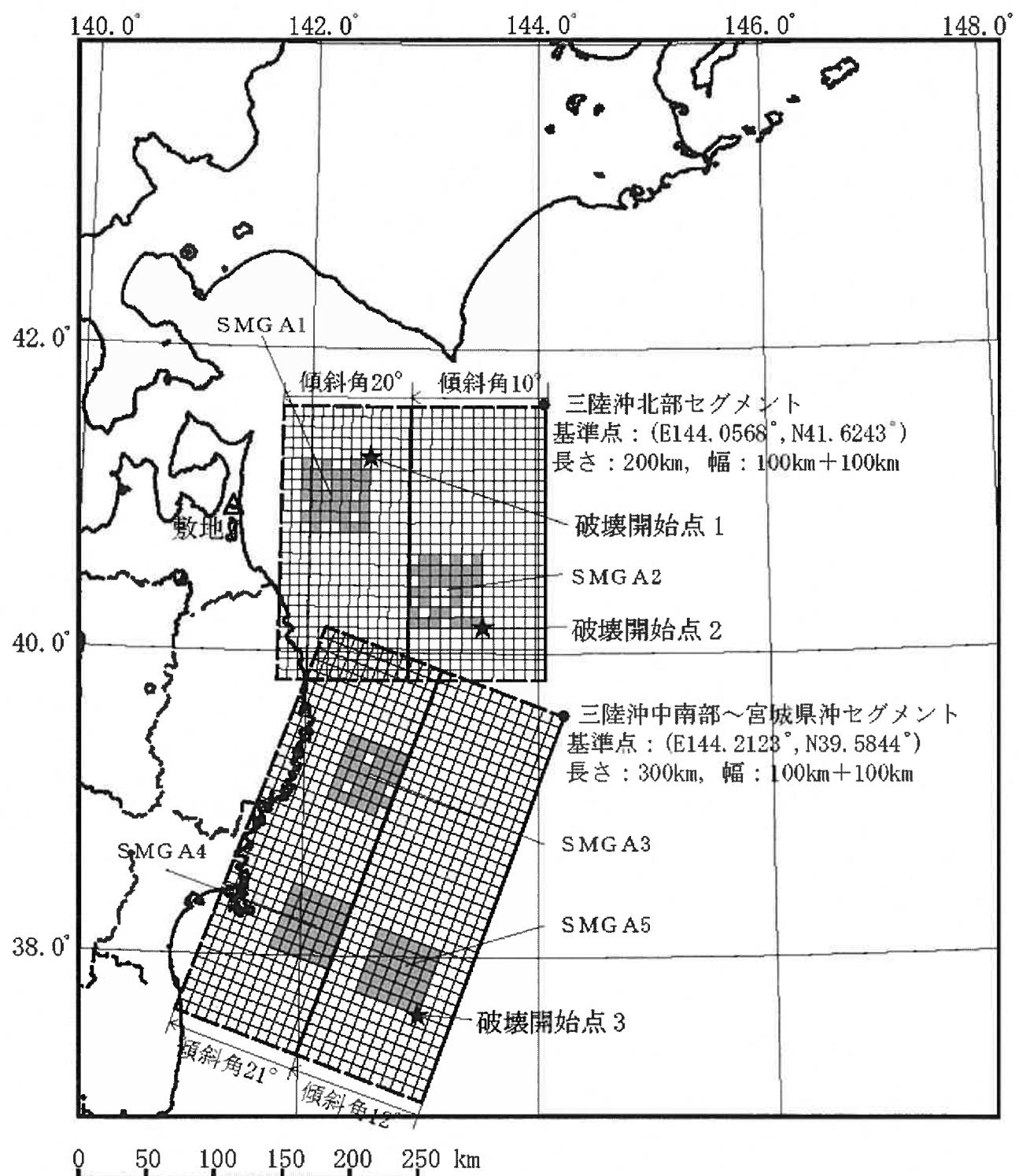
別紙図3 1 敷地に影響を与えるおそれがあると考えられる地震の応答スペクトル（乙第85号証4-6-165ページより）

- 出戸西方断層による地震 (M6.5, Xeq=8.1km)
- 横浜断層による地震 (M6.8, Xeq=22km)
- 折爪断層による地震 (M7.7, Xeq=70km)
- 上原子断層～七戸西方断層による地震 (M7.7, Xeq=42km)

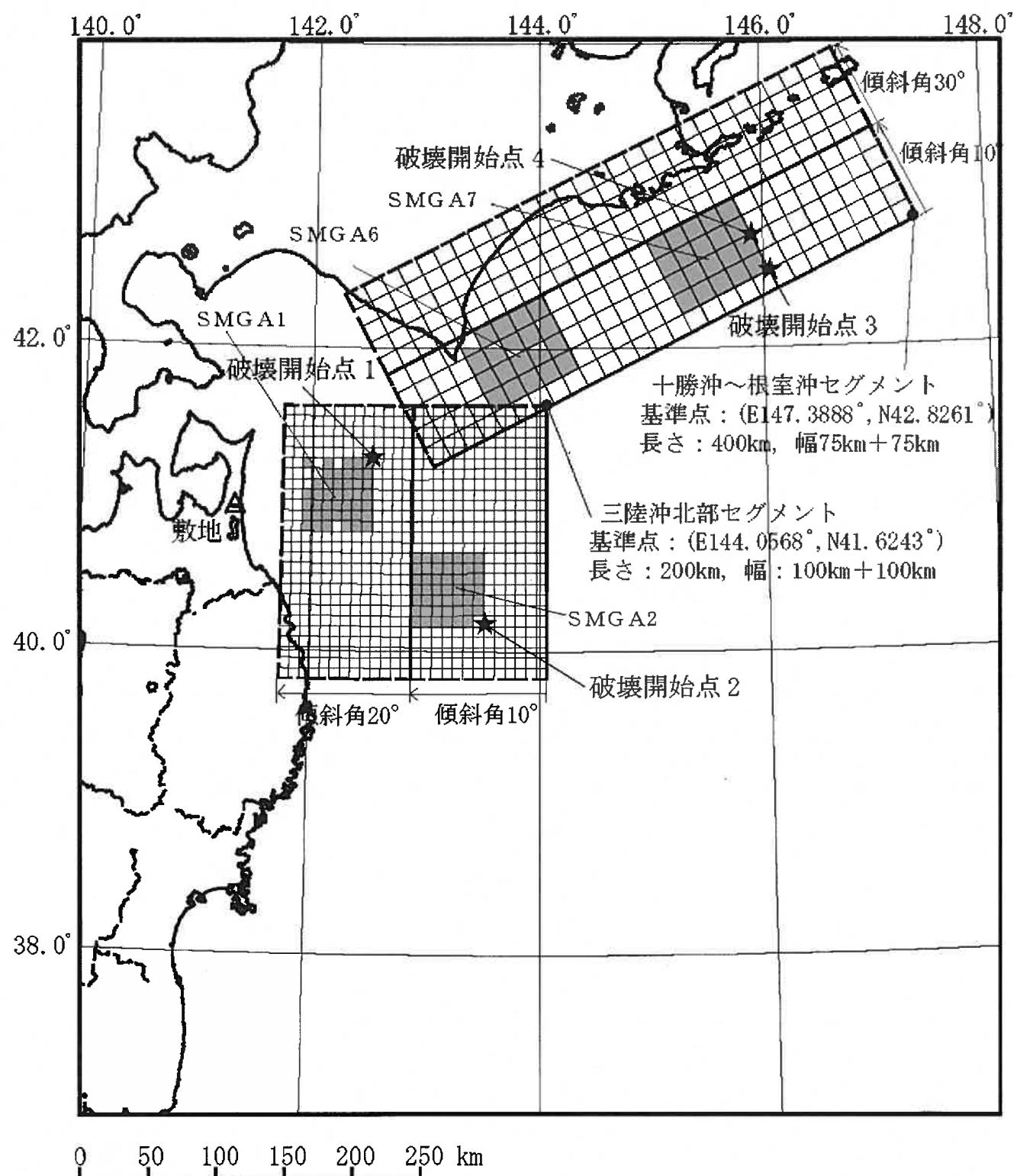
※Xeq=等価震源距離



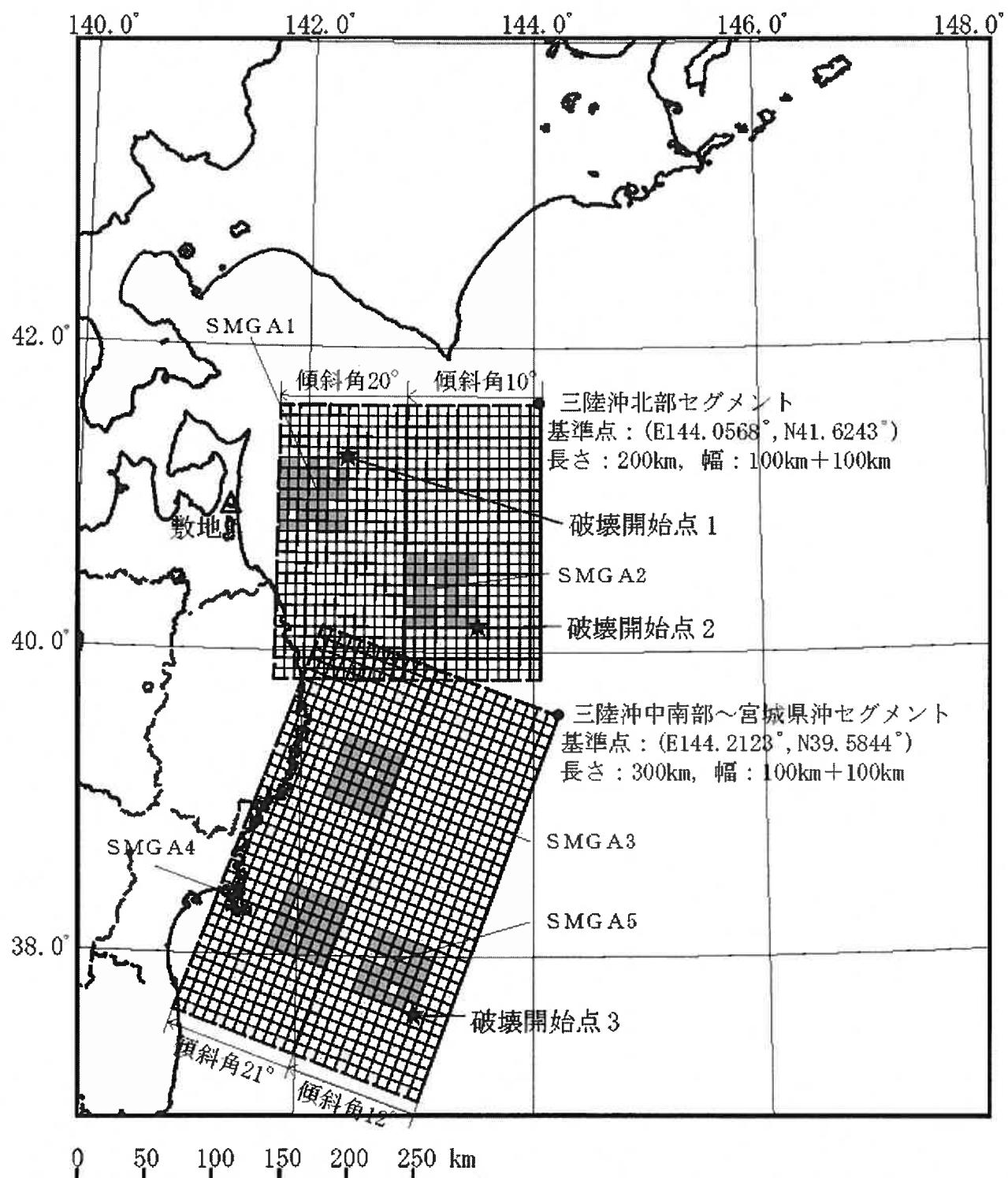
別紙図32 「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」断層モデル  
 (三陸沖北部～宮城県沖の運動、基本モデル) (乙第85号証4-6  
 -167ページより)



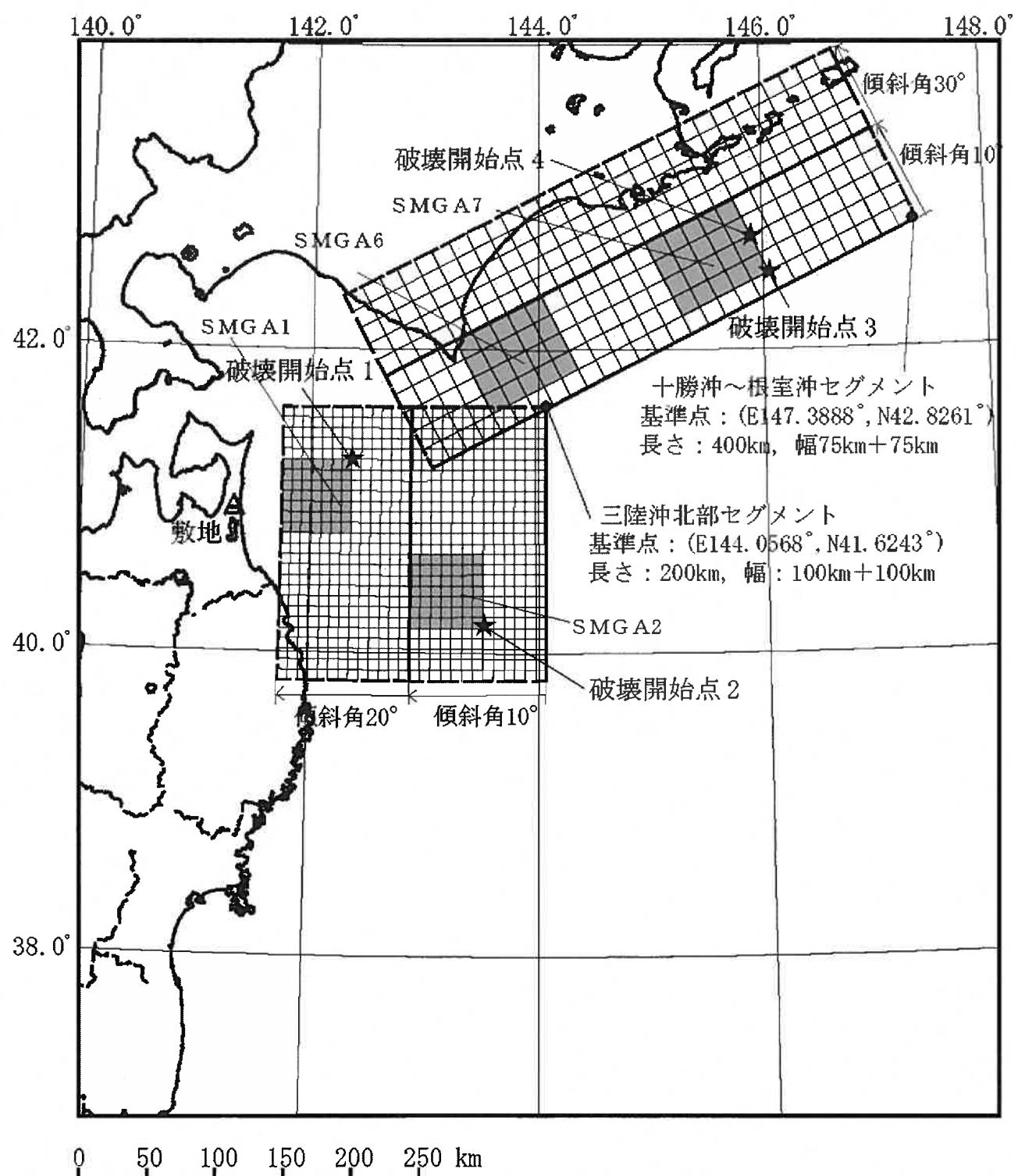
別紙図33 「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」断層モデル  
 (三陸沖北部～根室沖の運動、基本モデル) (乙第85号証4-6-  
 168ページより)



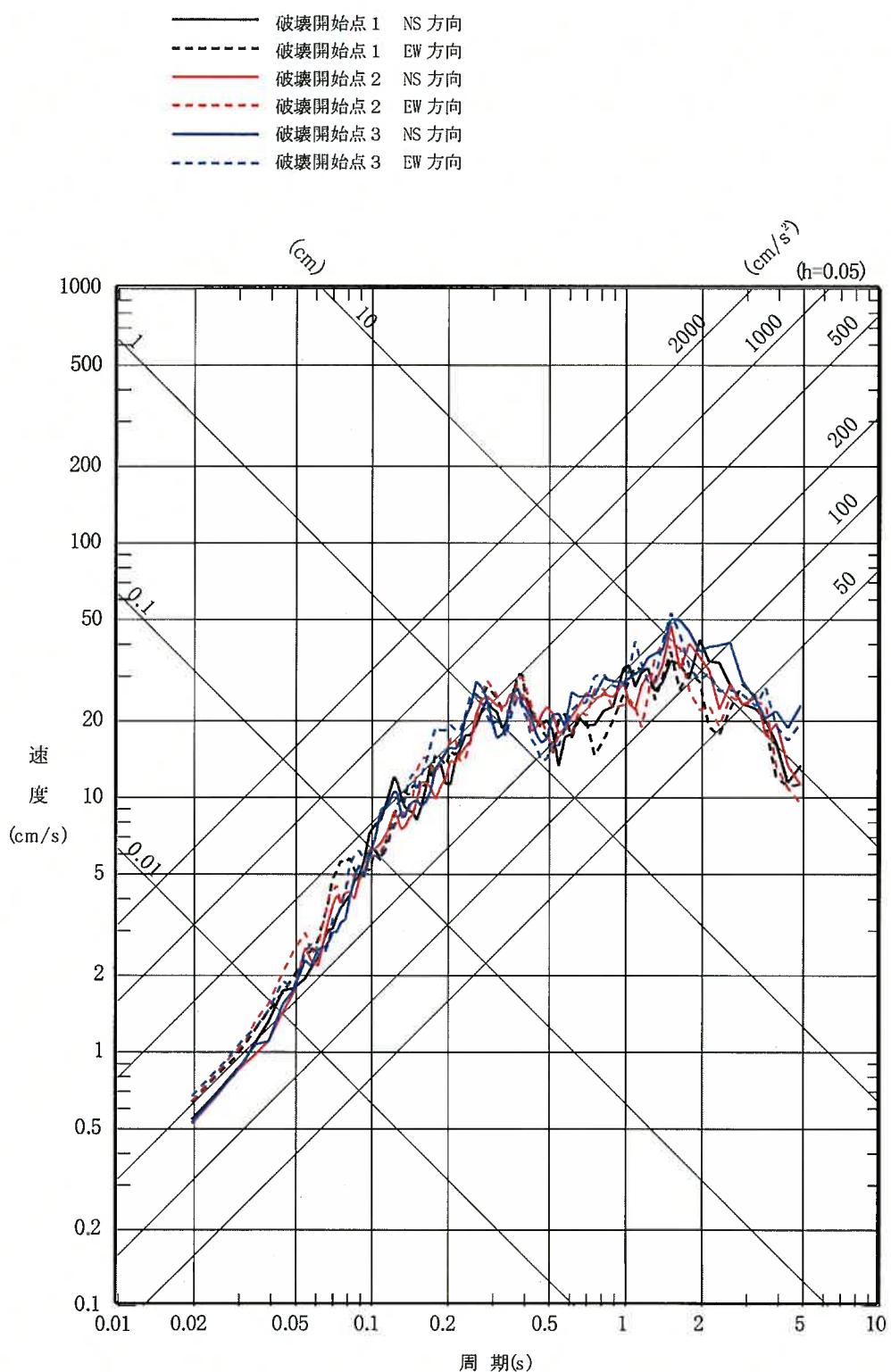
別紙図34 「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」断層モデル  
 (三陸沖北部～宮城県沖の運動, SMGA位置の不確かさケース)  
 (乙第85号証4-6-170ページより)



別紙図35 「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」断層モデル  
 (三陸沖北部～根室沖の運動, SMGA位置の不確かさケース) (乙  
 第85号証4-6-171ページより)

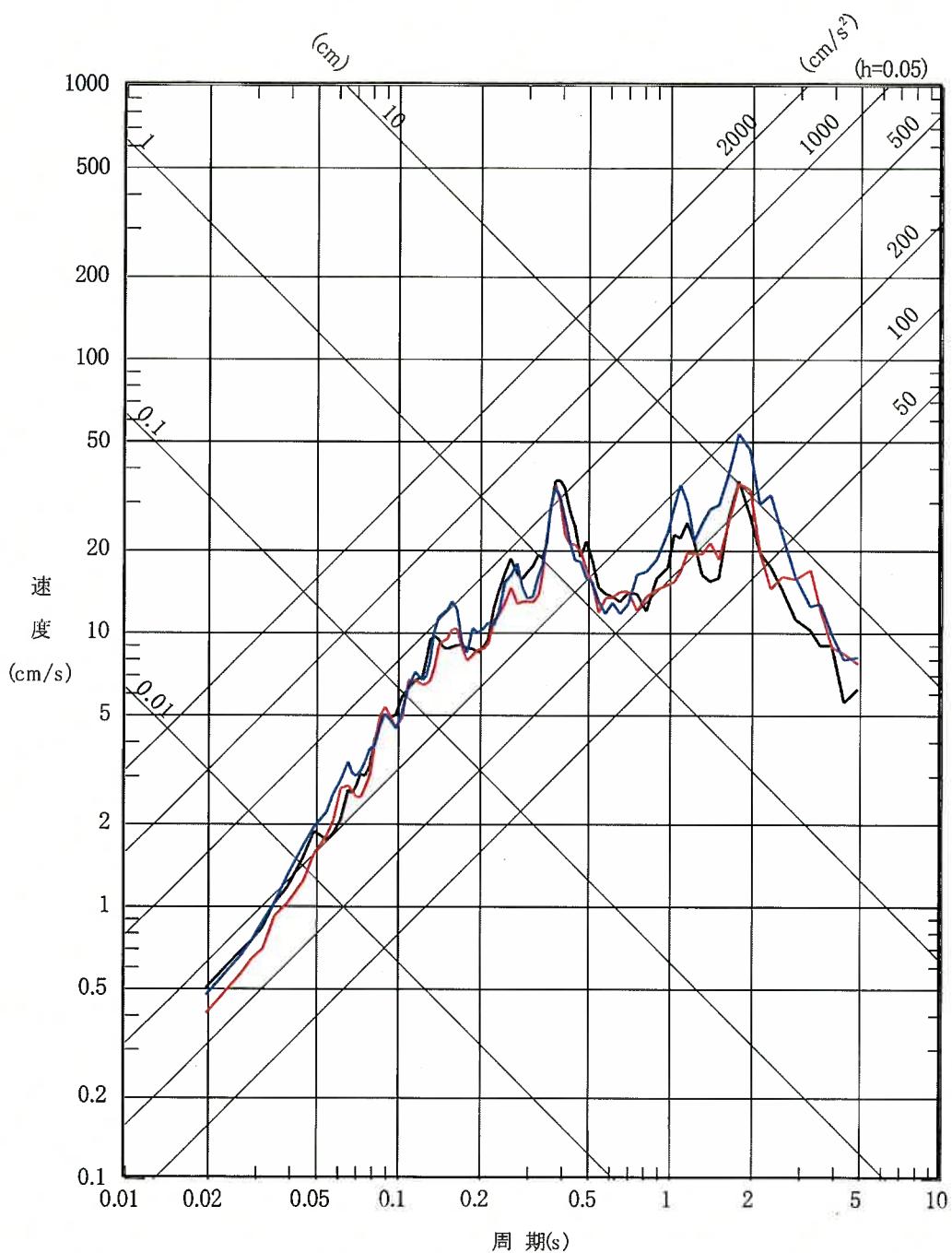


別紙図3 6 「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の応答スペクトル（断層モデルを用いた手法）（三陸沖北部～宮城県沖の連動、基本モデル）（水平方向）（乙第85号証4-6-174ページより）

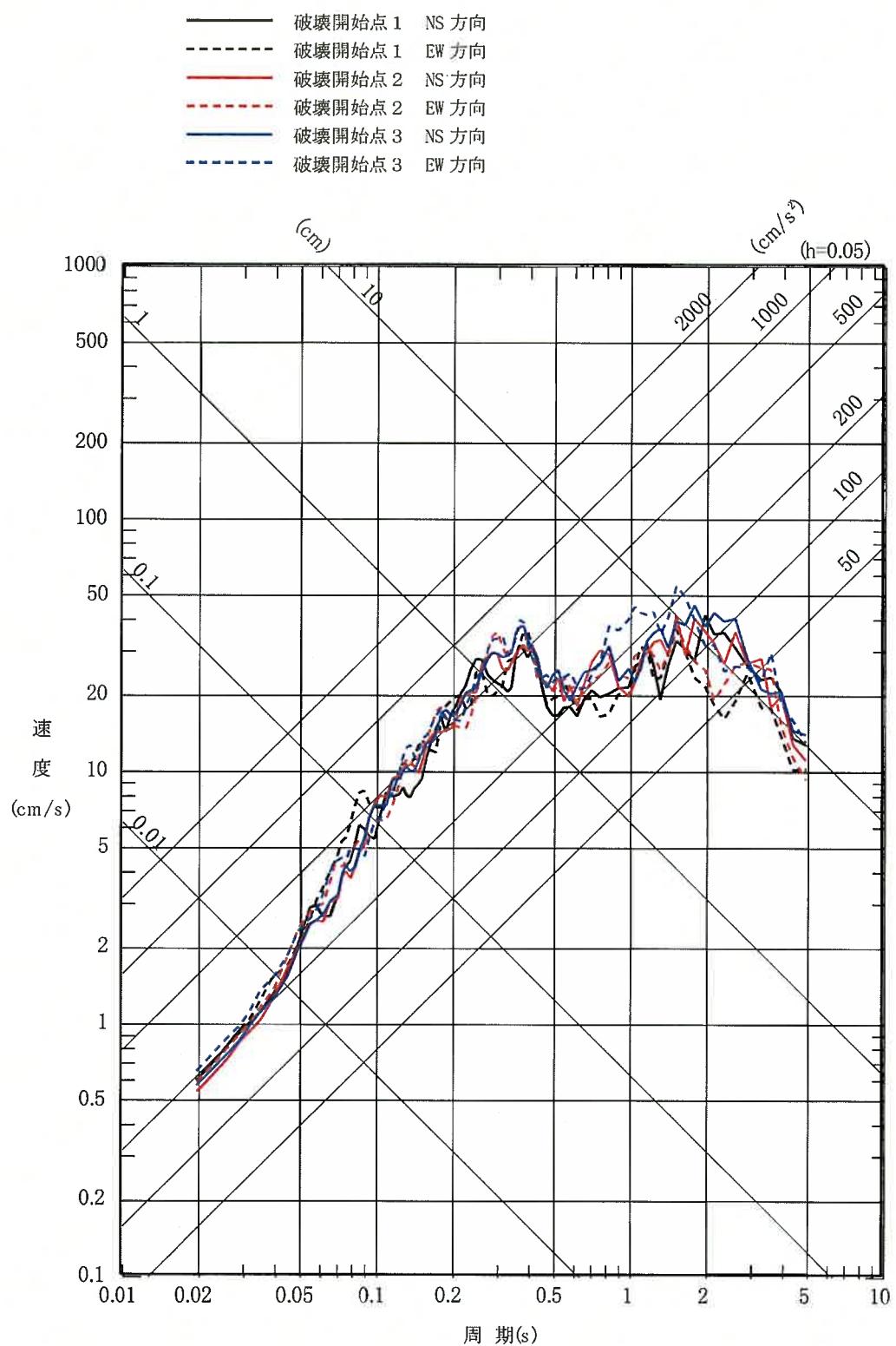


別紙図37 「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の応答スペクトル（断層モデルを用いた手法）（三陸沖北部～宮城県沖の連動、基本モデル）（鉛直方向）（乙第85号証4-6-175ページより）

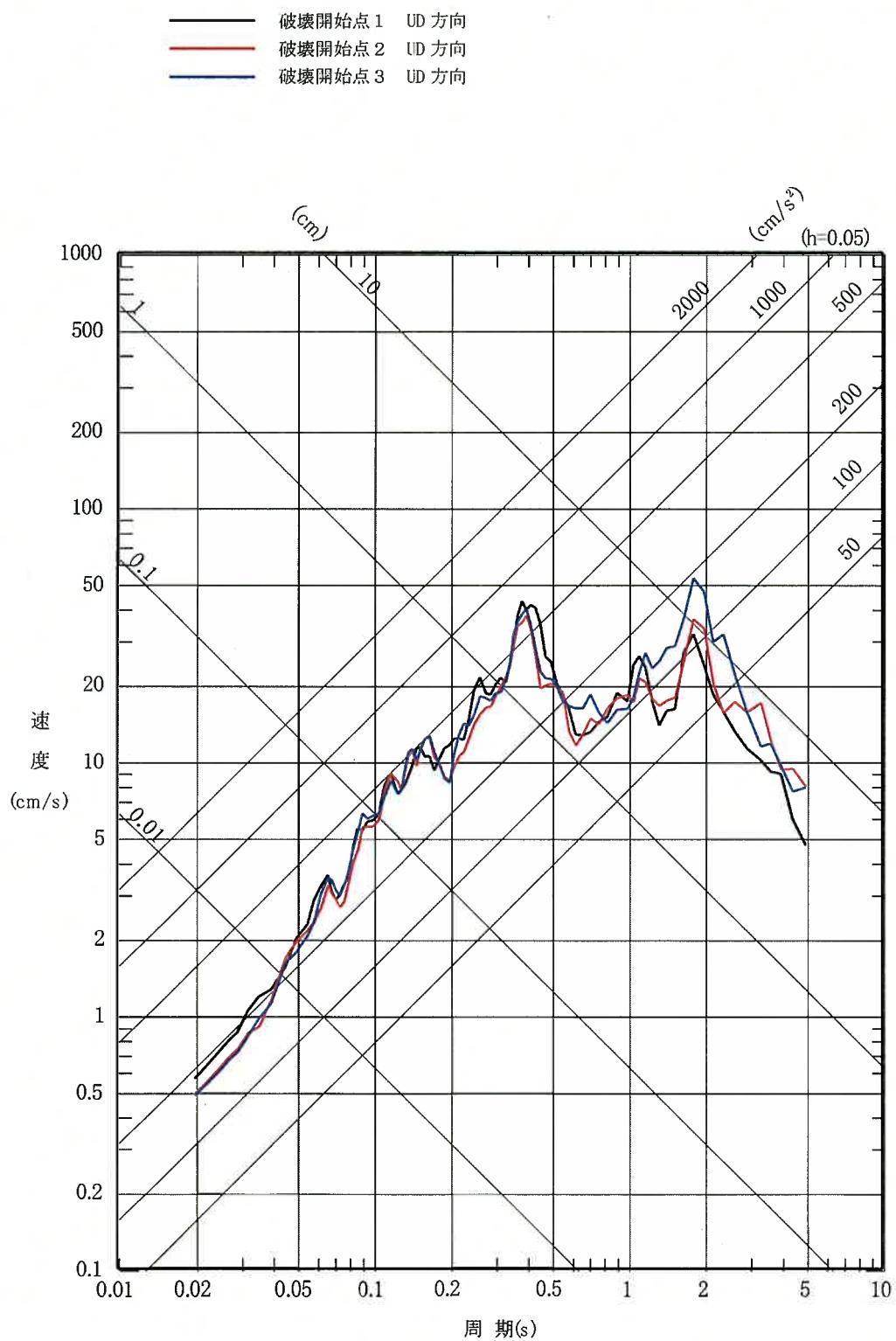
—— 破壊開始点1 UD 方向  
 — 破壊開始点2 UD 方向  
 - 破壊開始点3 UD 方向



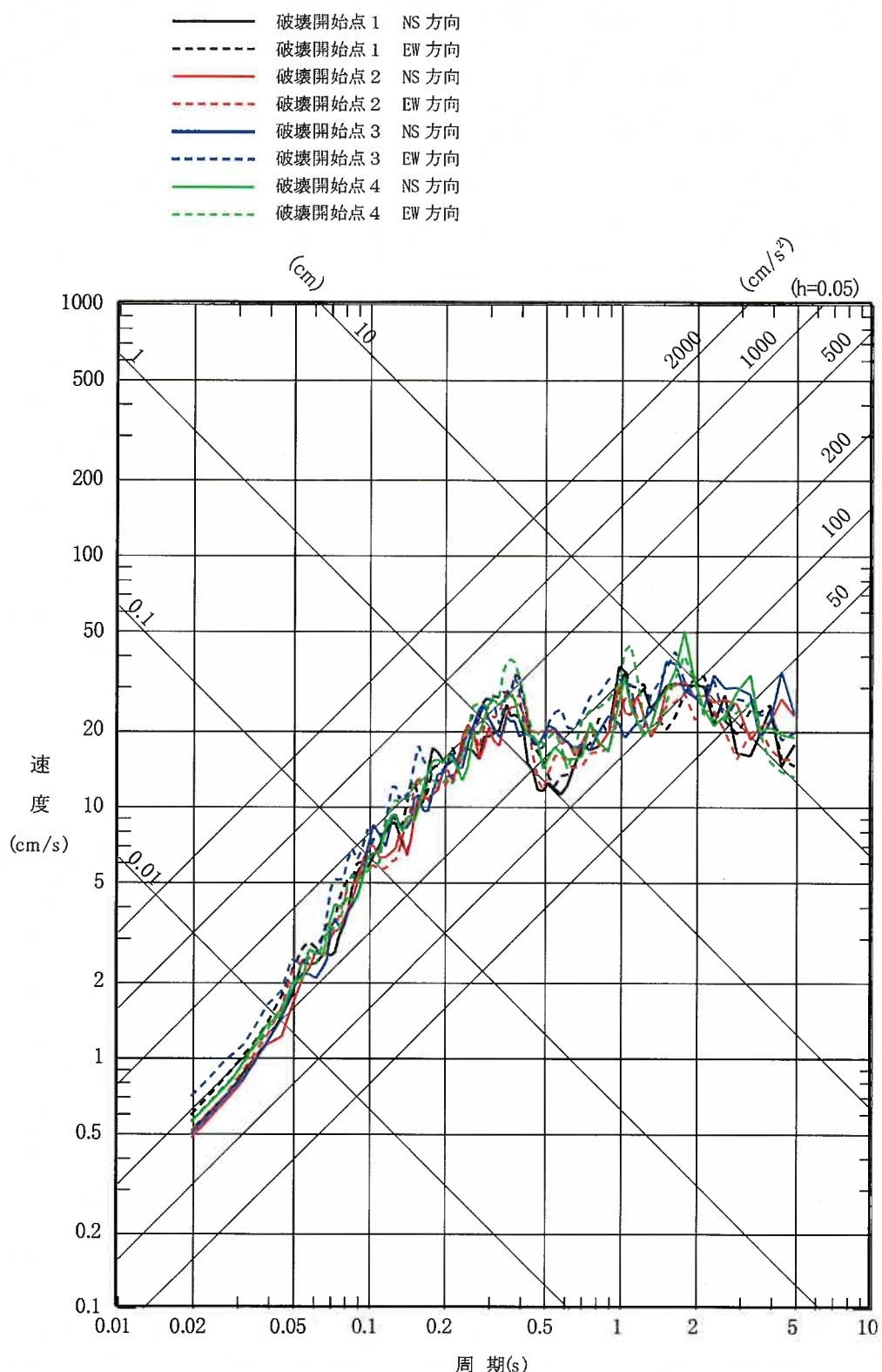
別紙図38 「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の応答スペクトル（断層モデルを用いた手法）（三陸沖北部～宮城県沖の連動、S MGA位置の不確かさケース）（水平方向）（乙第85号証4-6-1 76ページより）



別紙図39 「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の応答スペクトル（断層モデルを用いた手法）（三陸沖北部～宮城県沖の運動、S MGA位置の不確かさケース）（鉛直方向）（乙第85号証4-6-1 77ページより）

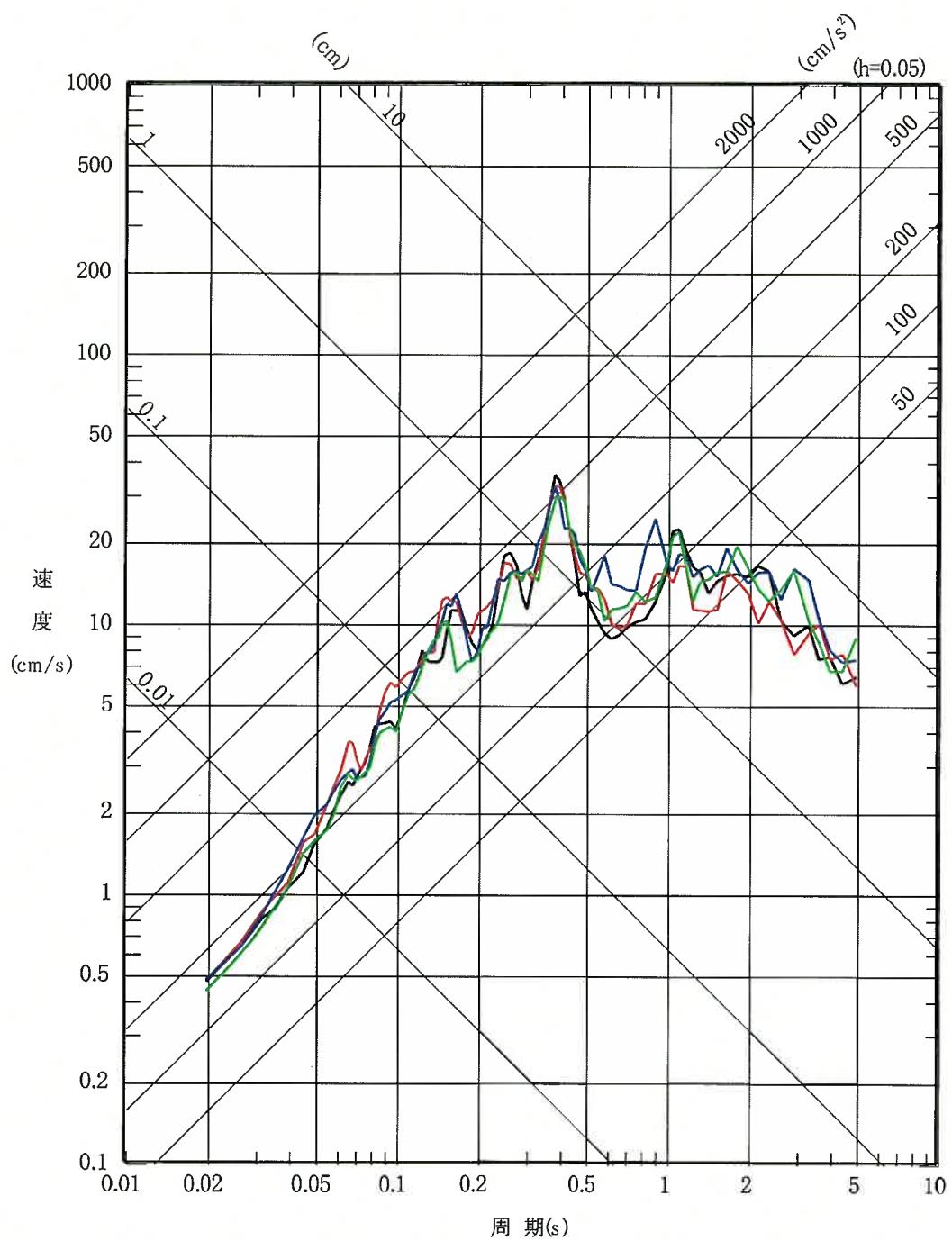


別紙図40 「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の応答スペクトル（断層モデルを用いた手法）（三陸沖北部～根室沖の運動、基本モデル）（水平方向）（乙第85号証4-6-178ページより）

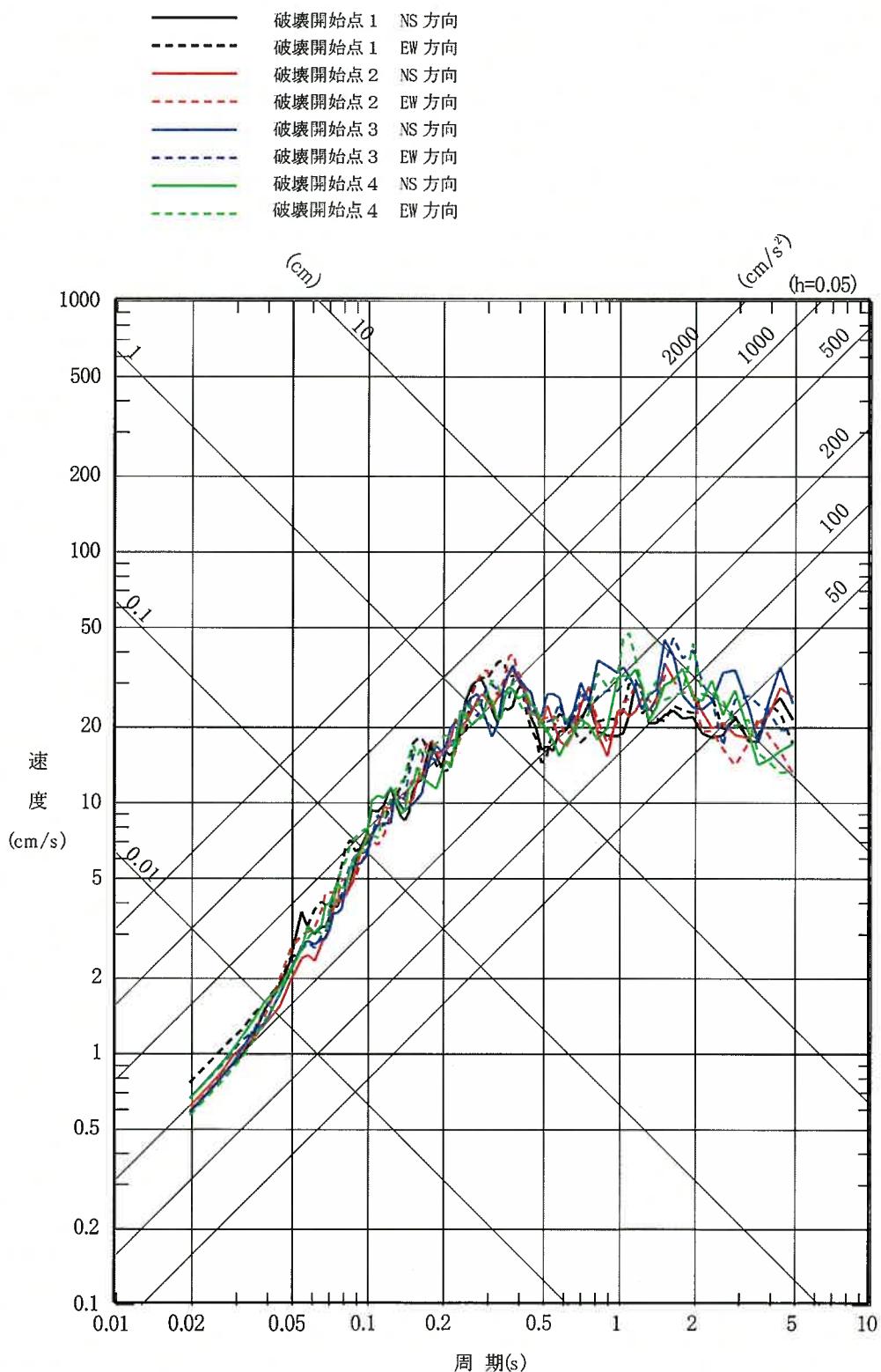


別紙図41 「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の応答スペクトル（断層モデルを用いた手法）（三陸沖北部～根室沖の運動、基本モデル）（鉛直方向）（乙第85号証4-6-179ページより）

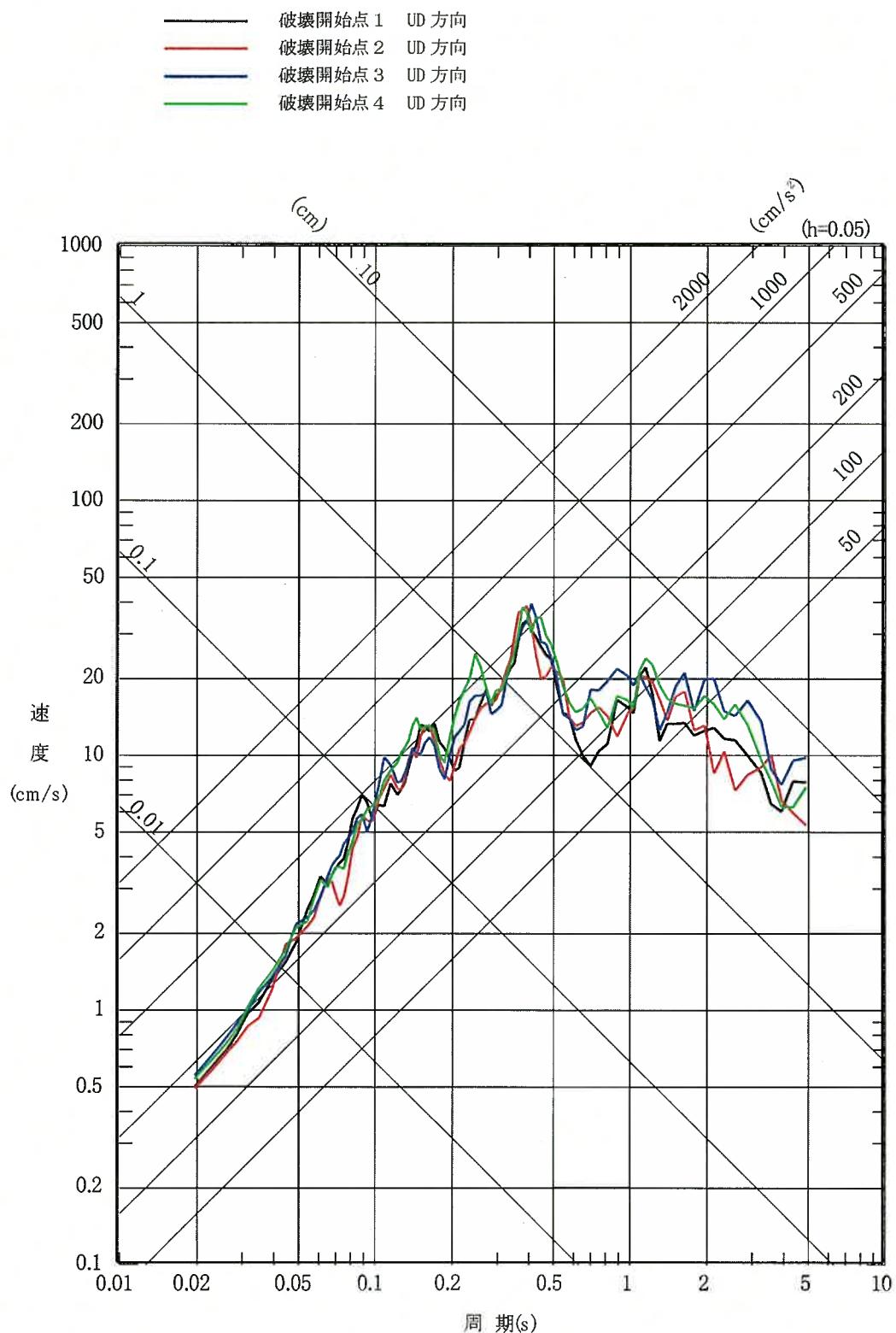
- 破壊開始点1 UD 方向
- 破壊開始点2 UD 方向
- 破壊開始点3 UD 方向
- 破壊開始点4 UD 方向



別紙図4.2 「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の応答スペクトル（断層モデルを用いた手法）（三陸沖北部～根室沖の連動，SMA位置の不確かさケース）（水平方向）（乙第85号証4-6-180ページより）



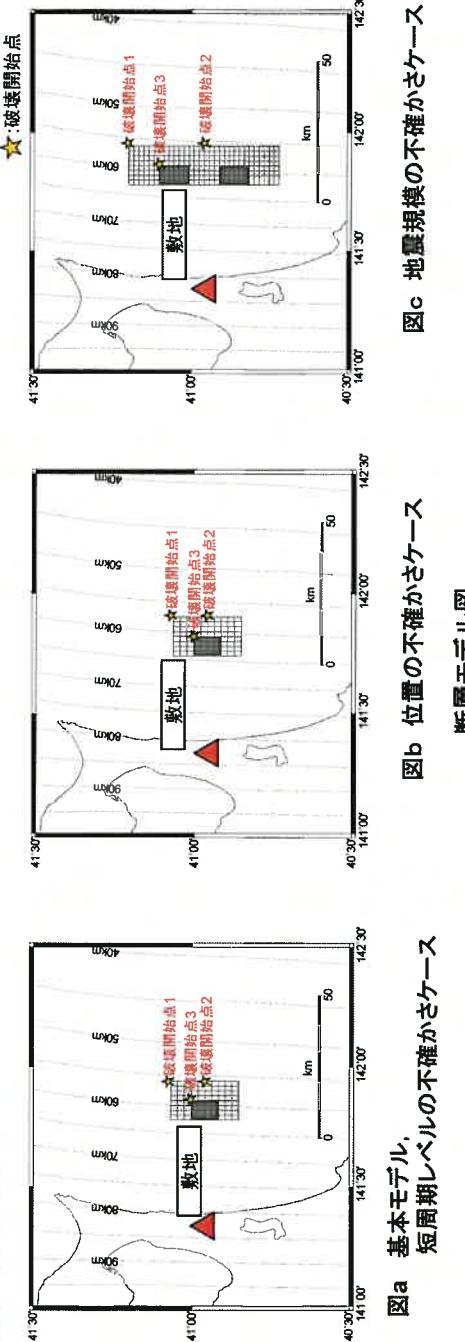
別紙図4.3 「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の応答スペクトル（断層モデルを用いた手法）（三陸沖北部～根室沖の連動，SMA位置の不確かさケース）（鉛直方向）（乙第85号証4-6-18  
1ページより）



別紙図4-4 検討用地震の検討ケース一覧及び断層モデル（乙第91号証103ページに被告において一部加筆）

| ケース             | 地震規模  | 断層面及びアスペリティの位置               | 短周期レベル              | アスペリティの位置 | 破壊開始点 |
|-----------------|-------|------------------------------|---------------------|-----------|-------|
| ①基本モデル          | MJ7.2 | 敷地直近となる位置<br>(海洋性地殻下端～応力中立面) | 地震調査委員会(2016)に基づく値  | 断層面上端     | 複数    |
| ②短周期レベルの不確かさケース | MJ7.2 | 敷地直近となる位置<br>(海洋性地殻下端～応力中立面) | 地震調査委員会(2016) × 1.5 | 断層面上端     | 複数    |
| ③位置の不確かさケース     | MJ7.2 | 敷地直近となる位置<br>(海洋性地殻上端に配置)    | 地震調査委員会(2016)に基づく値  | 断層面上端     | 複数    |
| ④地震規模の不確かさケース   | Mw7.4 | 敷地直近となる位置<br>(海洋性地殻下端～応力中立面) | 地震調査委員会(2016)に基づく値  | 断層面上端     | 複数    |

※地盤調査委員会(2016)とは、強震動予測レシピを指す。  
■:認識論的不確かさとして考慮するパラメータ  
■:偶然的不確かさとして考慮するパラメータ



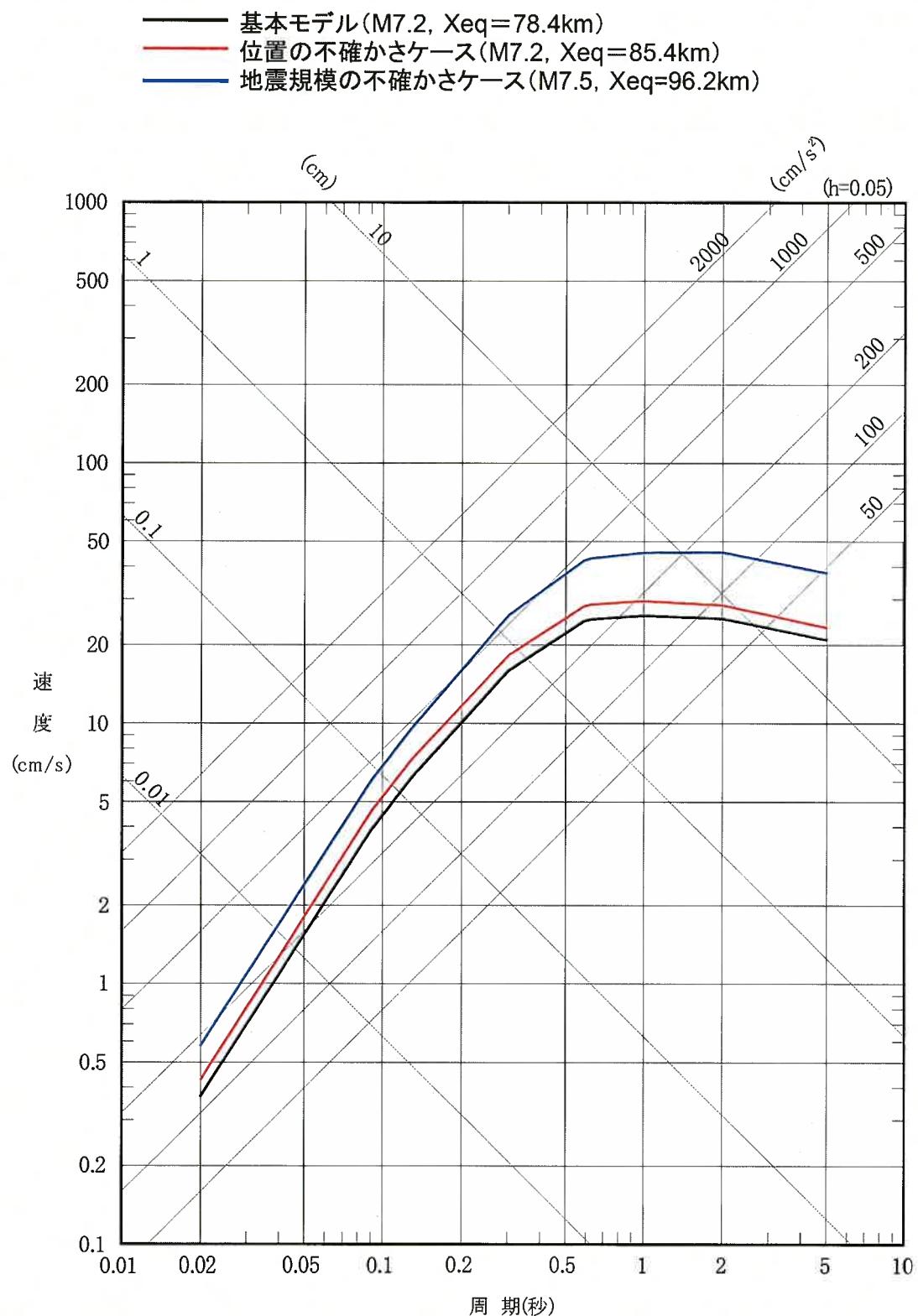
図a 基本モデル、短周期レベルの不確かさケース

断層モデル図

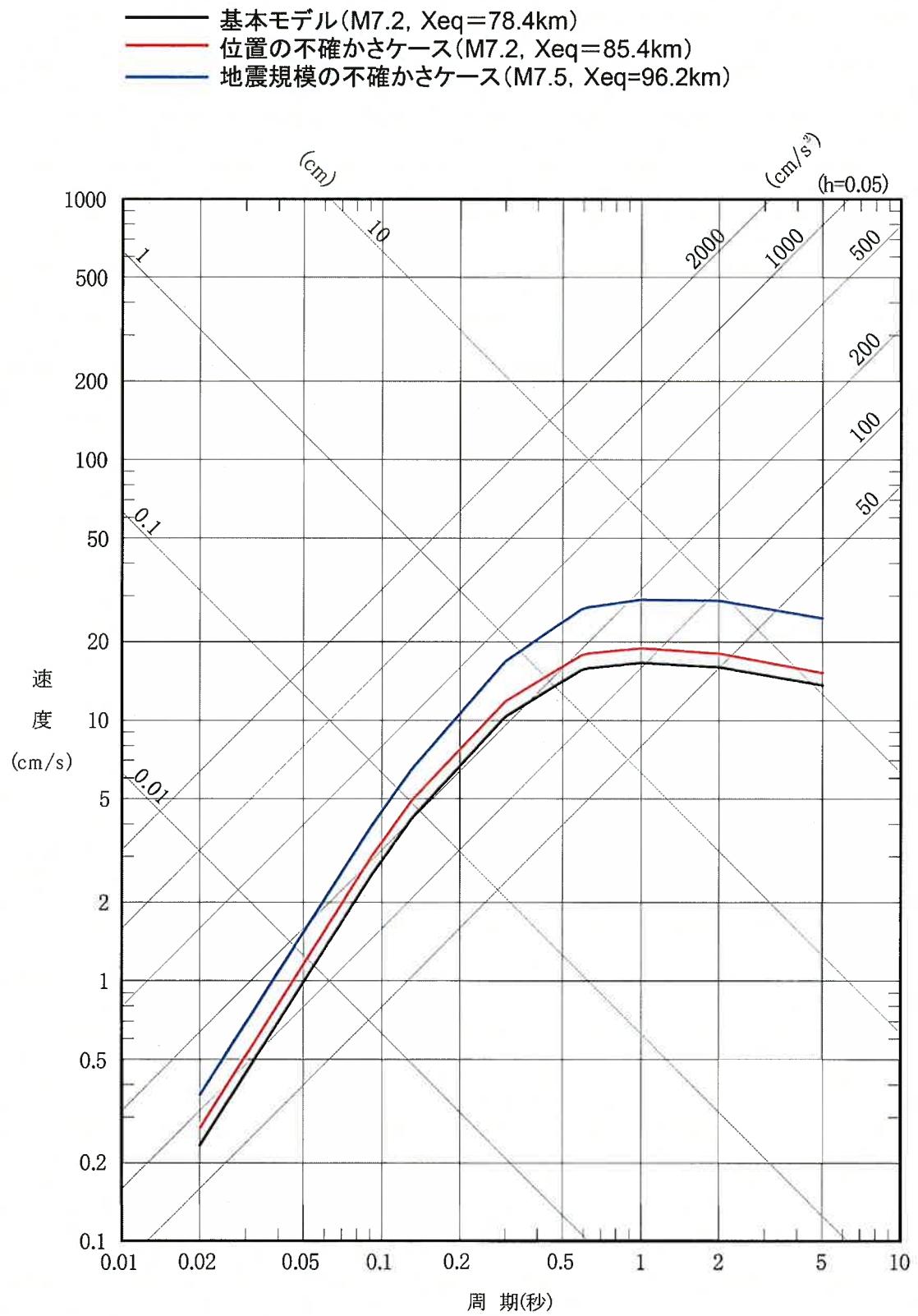
図b 位置の不確かさケース、断層モデル図

図c 地震規模の不確かさケース

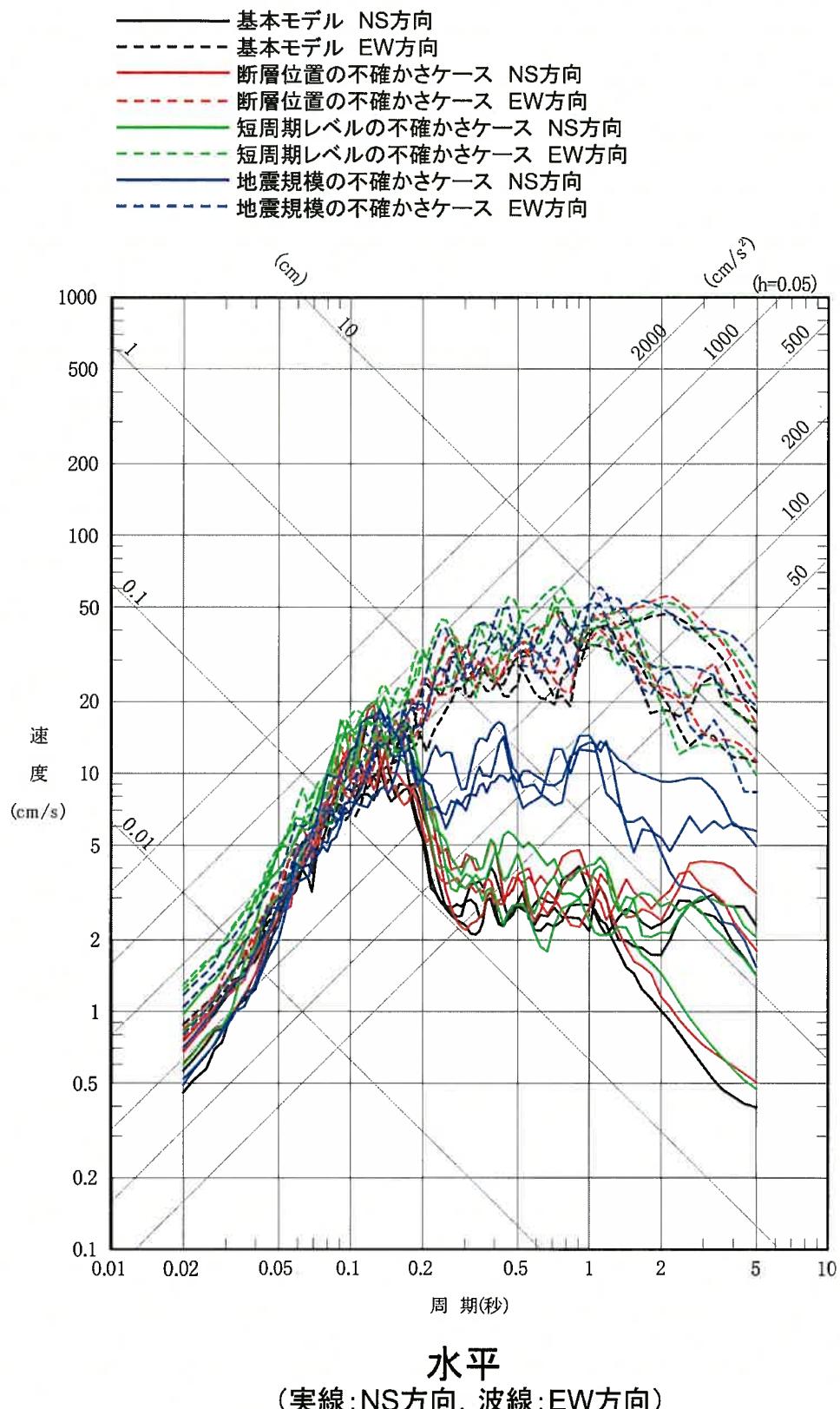
別紙図4.5 「想定海洋プレート内地震」の応答スペクトル（応答スペクトルに基づく手法）（水平方向）（乙第91号証108ページより）



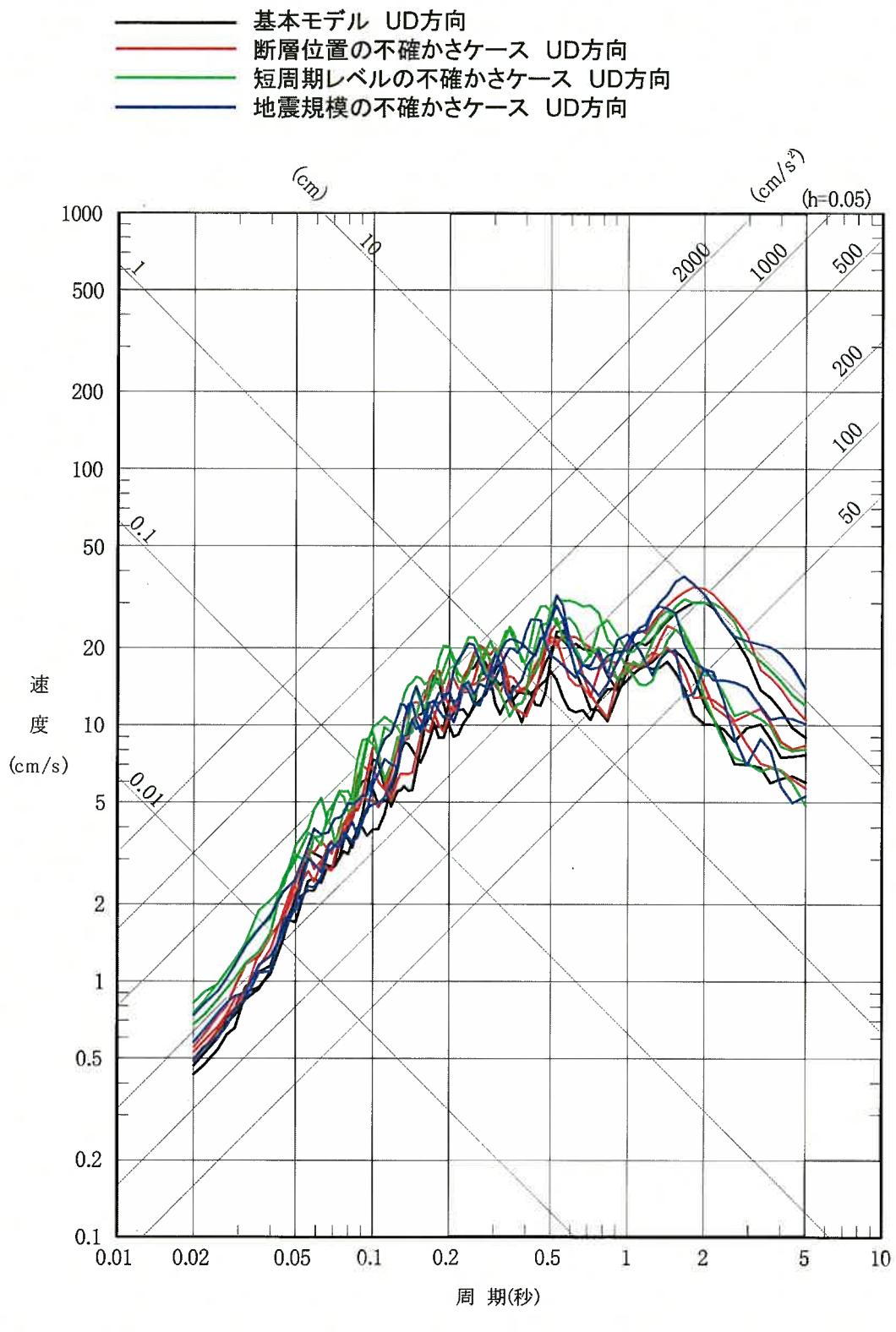
別紙図4 6 「想定海洋プレート内地震」の応答スペクトル（応答スペクトルに基づく手法）（鉛直方向）（乙第91号証108ページより）



別紙図4 7 「想定海洋プレート内地震」の応答スペクトル（断層モデルを用いた手法）（水平方向）（乙第91号証109ページより）



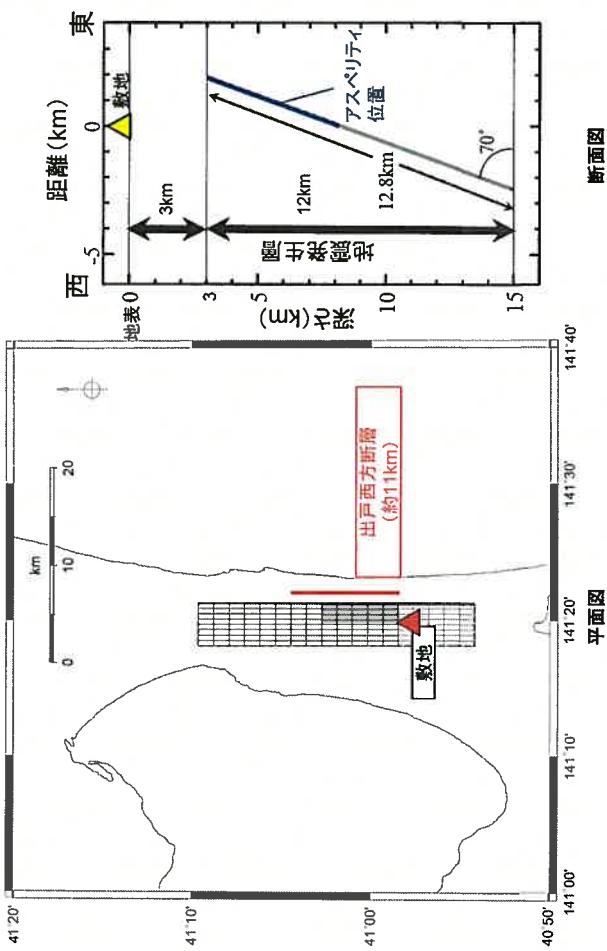
別紙図4.8 「想定海洋プレート内地震」の応答スペクトル（断層モデルを用いた手法）（鉛直方向）（乙第91号証109ページより）



別紙図4.9 「出戸西方断層による地震」基本モデル（乙第91号証122ページより）

▶ 出戸西方断層による地震の基本的な震源パラメータの設定方針を、以下に示す。下表以外のパラメータについては、地震調査委員会のレシピに基づき設定する。

| 項目     | 設定根拠                                                             |
|--------|------------------------------------------------------------------|
| 断層長さ   | Mw6.5 ( $M_0 = 7.5 \times 10^{18} \text{Nm}$ 相当) となる断層長さ(28.7km) |
| 傾斜角    | 反射法地震探査結果に基づき設定<br>(70度)                                         |
| 断層面    | 地震発生層厚さ(上限3km, 下限15km), 傾斜角(70度)を考慮して設定(12.8km)                  |
| 断層面積   | 断層長さと断層幅の積で計算                                                    |
| 位置     | 活断層調査結果により評価された出戸西方断層(約11km)に対して、南北均等に断層面を設定。                    |
| アスペリティ | 活断層調査結果により評価された出戸西方断層(約11km)のうち、敷地に最も近い位置(南端)に設定                 |



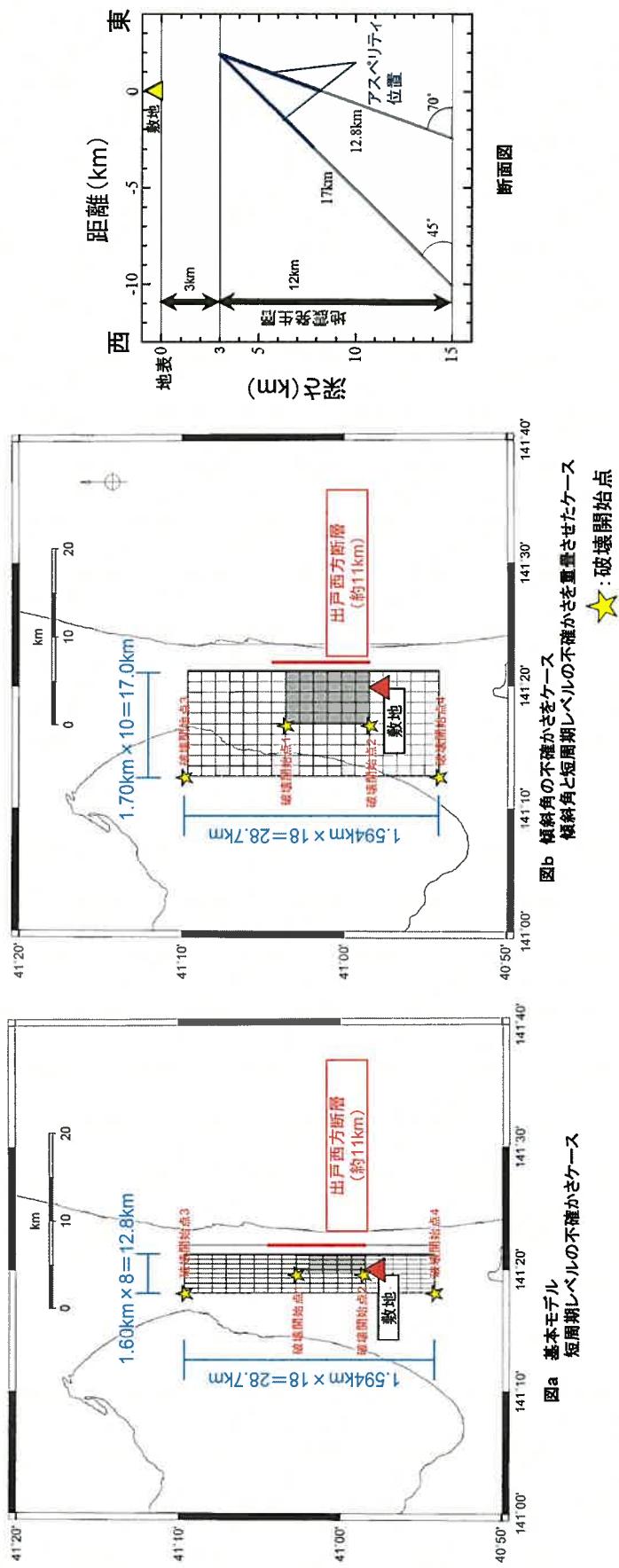
別紙図50 「出戸西方断層による地震」検討ケース一覧（乙第91号証124ページより）

- ▶ 出戸西方断層における検討ケースを以下に示す。
- ▶ 出戸西方断層は敷地の極近傍に位置しており、基準地震動SSsの策定に支配的な断層であることから、不確かさの考え方が地震動評価結果に与える影響が非常に大きい。
- ▶ 上記を踏まえ、原子力施設の安全性の観点から、前頁に示した考え方[に加え、短周期の地震動レベルに影響のある「短周期レベルの不確かさ」と、長周期の地震動レベルに影響のある地震モーメントが大きくなる設定である「傾斜角の不確かさ」]について重置させたケースについても考慮し、全周期帯での評価結果が保守的になるよう、地震動評価を実施している。

| 検討ケース                                 | 断層長さ<br>(km) | 断層面積<br>(km <sup>2</sup> )             | 地震規模<br>(M <sub>J</sub> ) | 傾斜角<br>(度) | 短周期レベル<br>(Nm/s <sup>2</sup> ) | 断層位置             |      | アスペリティ<br>面積<br>(km <sup>2</sup> ) | アスペリティの<br>応力降下量<br>(Mpa) | 破壊開始点 |
|---------------------------------------|--------------|----------------------------------------|---------------------------|------------|--------------------------------|------------------|------|------------------------------------|---------------------------|-------|
|                                       | 断層幅<br>(km)  | アスペリティ位置                               |                           |            |                                |                  |      |                                    |                           |       |
| 六ヶ所地点の特性から得られる地盤規模に対する保守的地震規模を考慮したモデル | 27.9         | 357.1<br>(M <sub>0</sub> =7.09E+18N·m) | 6.9                       | 70         | 1.18E+19<br>(レシピ×1.0)          | 活動性を考慮する範囲から南北均等 | 48.1 | 48.1                               | 19.0                      | 複数設定  |
|                                       | 12.8         |                                        |                           |            |                                | 敷地に近い位置に配置       |      |                                    |                           |       |
| ①基本モデル                                | 28.7         | 367.4<br>(M <sub>0</sub> =7.51E+18N·m) | 7.0                       | 70         | 1.20E+19<br>(レシピ×1.0)          | 活動性を考慮する範囲から南北均等 | 50.4 | 50.4                               | 18.9                      | 複数設定  |
|                                       | 12.8         |                                        |                           |            |                                | 敷地に近い位置に配置       |      |                                    |                           |       |
| ②短周期レベルの不確かさケース                       | 28.7         | 367.4<br>(M <sub>0</sub> =7.51E+18N·m) | 7.0                       | 70         | 1.80E+19<br>(レシピ×1.5)          | 活動性を考慮する範囲から南北均等 | 50.4 | 50.4                               | 28.4                      | 複数設定  |
|                                       | 12.8         |                                        |                           |            |                                | 敷地に近い位置に配置       |      |                                    |                           |       |
| ③傾斜角の不確かさケース                          | 28.7         | 487.9<br>(M <sub>0</sub> =1.32E+19N·m) | 7.2                       | 45         | 1.39E+19<br>(レシピ×1.0)          | 活動性を考慮する範囲から南北均等 | 80.9 | 80.9                               | 18.1                      | 複数設定  |
|                                       | 17.0         |                                        |                           |            |                                | 敷地に近い位置に配置       |      |                                    |                           |       |
| ④傾斜角と短周期レベルの不確かさを重置させたケース             | 28.7         | 487.9<br>(M <sub>0</sub> =1.32E+19N·m) | 7.2                       | 45         | 2.08E+19<br>(レシピ×1.5)          | 活動性を考慮する範囲から南北均等 | 80.9 | 80.9                               | 27.1                      | 複数設定  |
|                                       | 17.0         |                                        |                           |            |                                | 敷地に近い位置に配置       |      |                                    |                           |       |

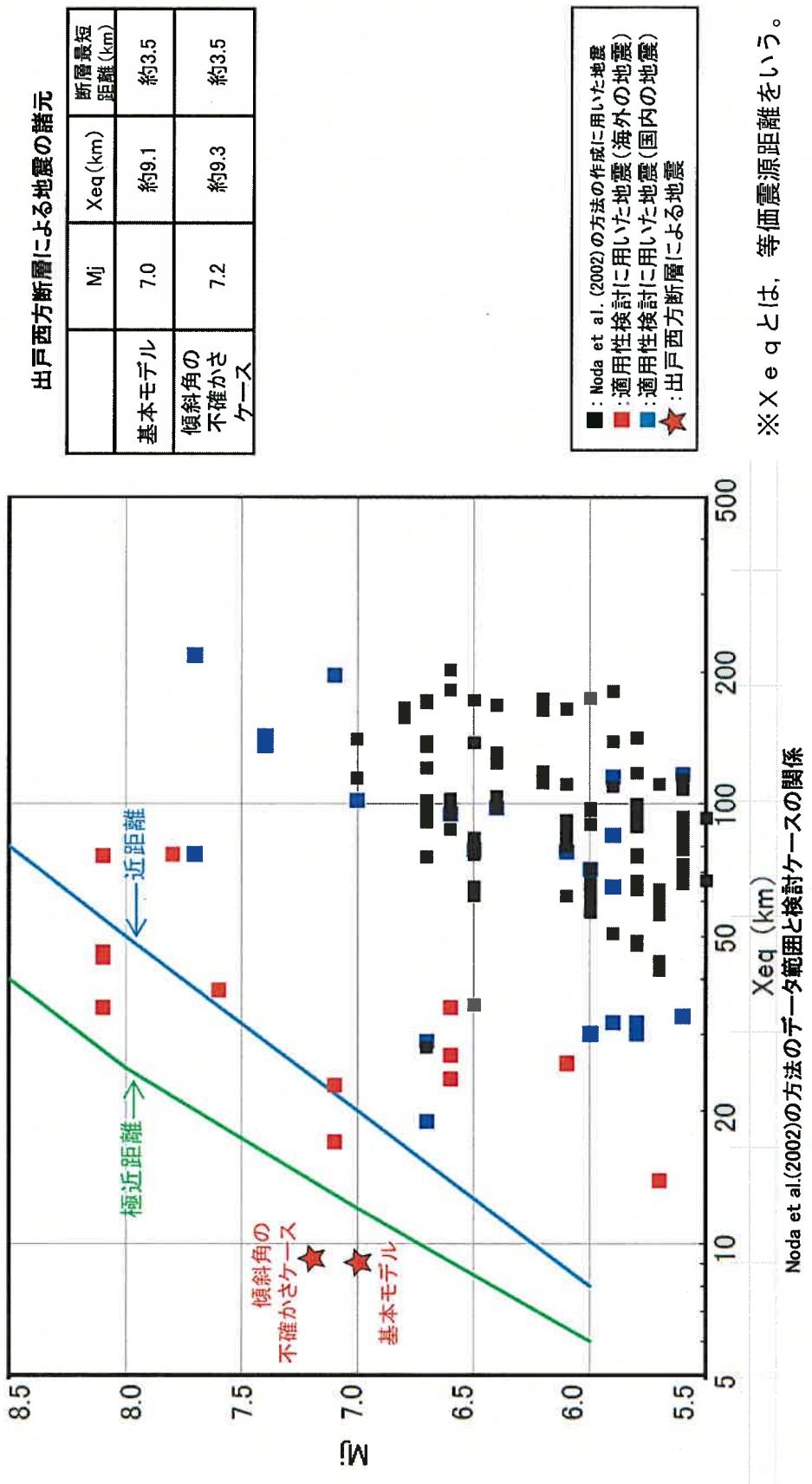
■：認識論的不確かさとして考慮すべきパラメータ  
■：慣然的不確かさとして考慮すべきパラメータ

別紙図51 「出戸西方断層による地震」断層モデル（基本及び不確かさケース）（乙第91号証125ページより）



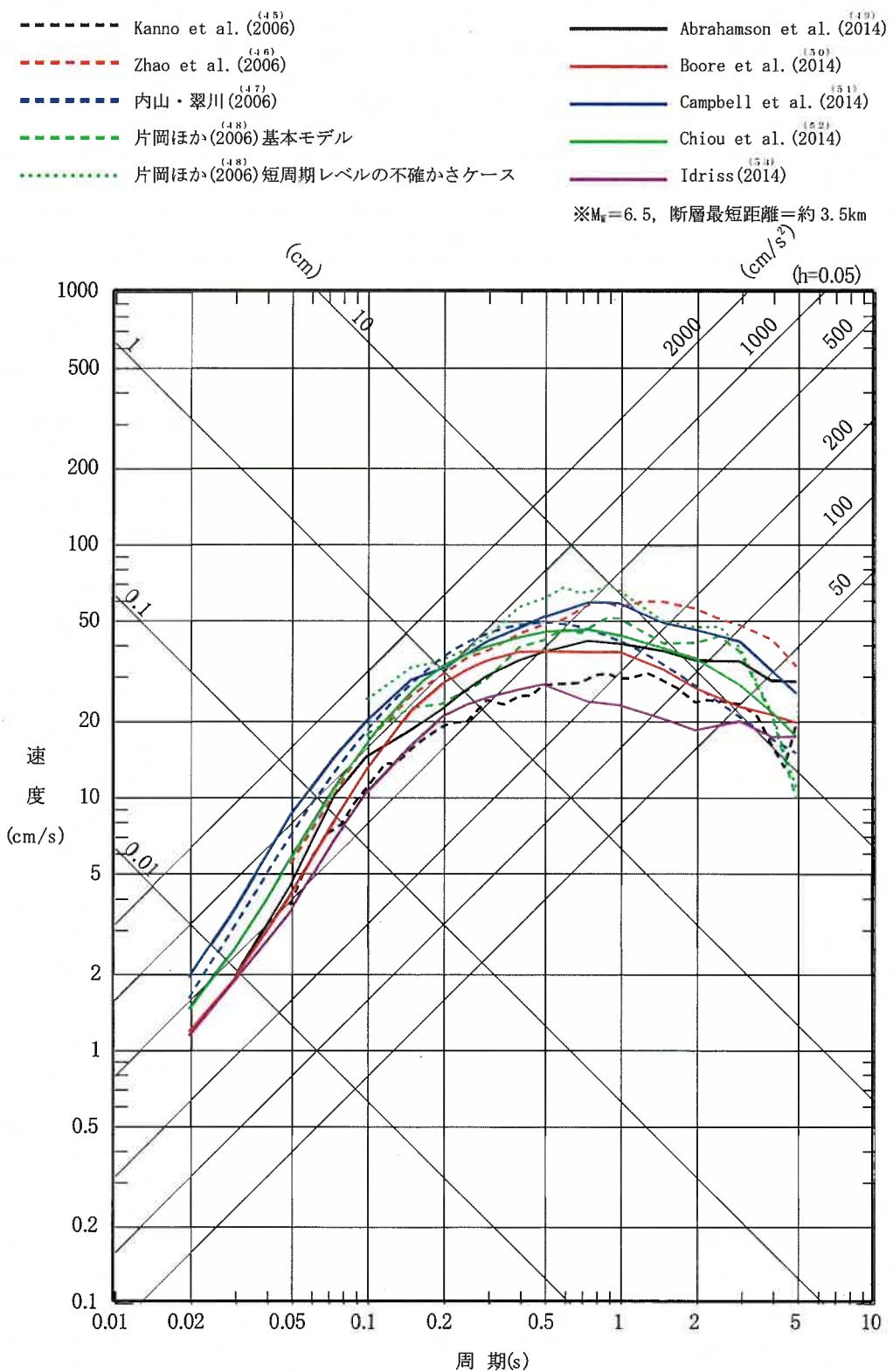
図a 基本モデル  
図b 傾斜角の不確かさをケース  
傾斜角と短周期レベルの不確かさを重量させたケース  
★:破壊開始点

別紙図5 2 Noda et al. (2002) の極近距離 (乙第91号証128ページに被告において一部加筆)

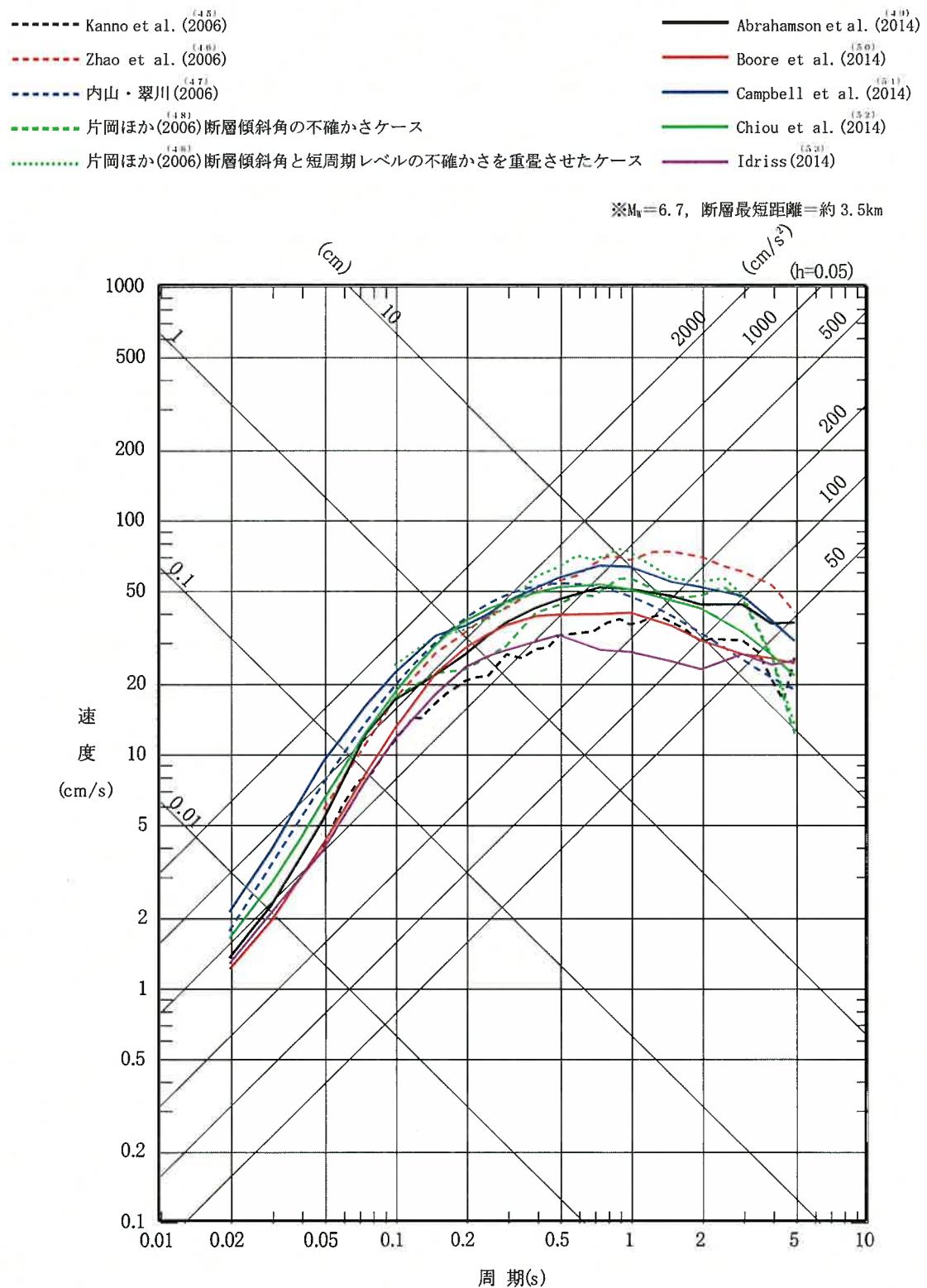


※X<sub>eq</sub>とは、等価震源距離をいう。

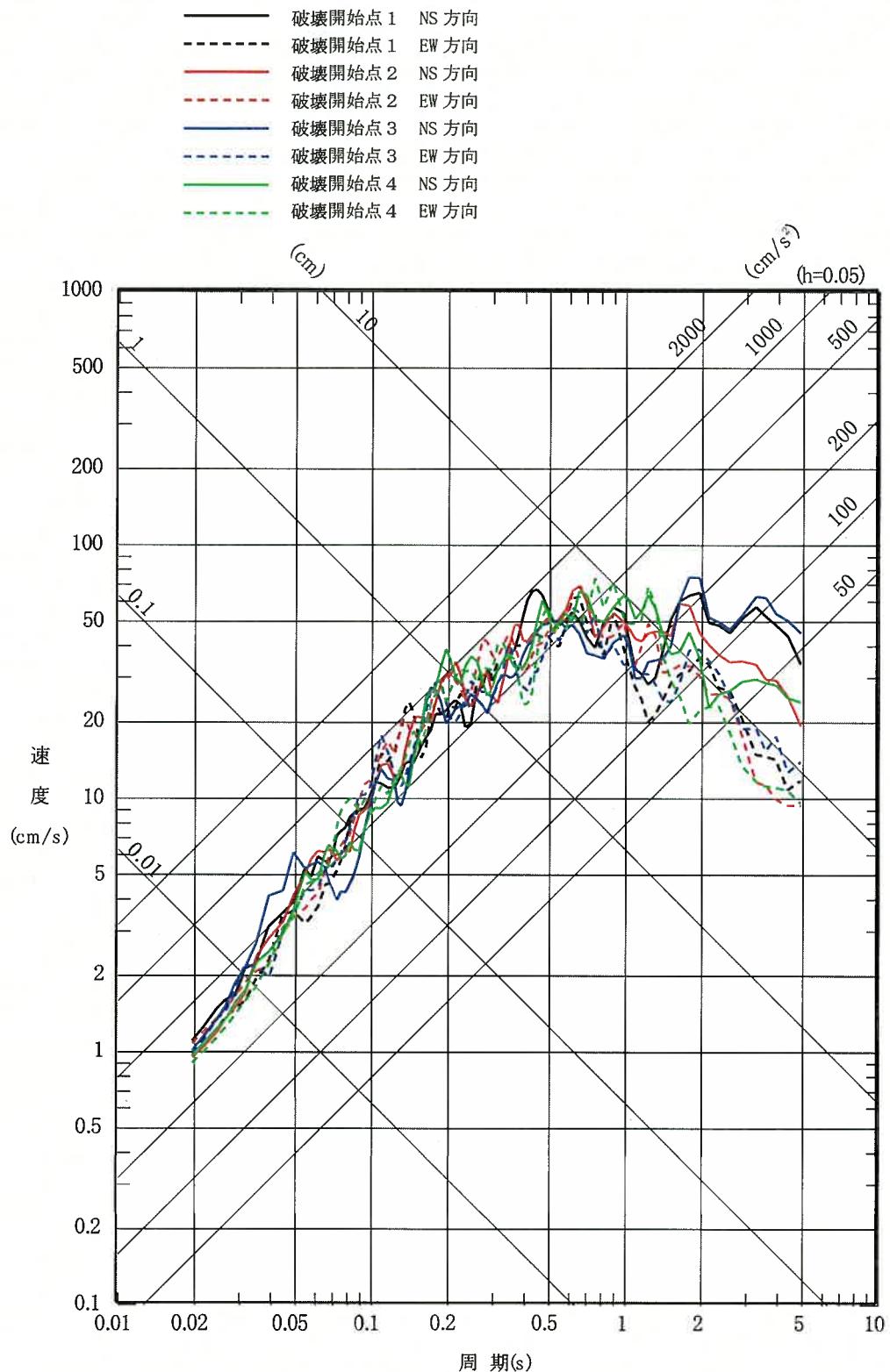
別紙図5 3 「出戸西方断層による地震」の応答スペクトル（応答スペクトルに基づく手法）（基本モデル・短周期レベルの不確かさケース、水平方向）（乙第85号証4-6-201ページより）



別紙図 5.4 「出戸西方断層による地震」の応答スペクトル（応答スペクトルに基づく手法）（断層傾斜角の不確かさケース・断層傾斜角と短周期レベルの不確かさを重畠させたケース、水平方向）（乙第 85 号証 4-6-202 ページより）

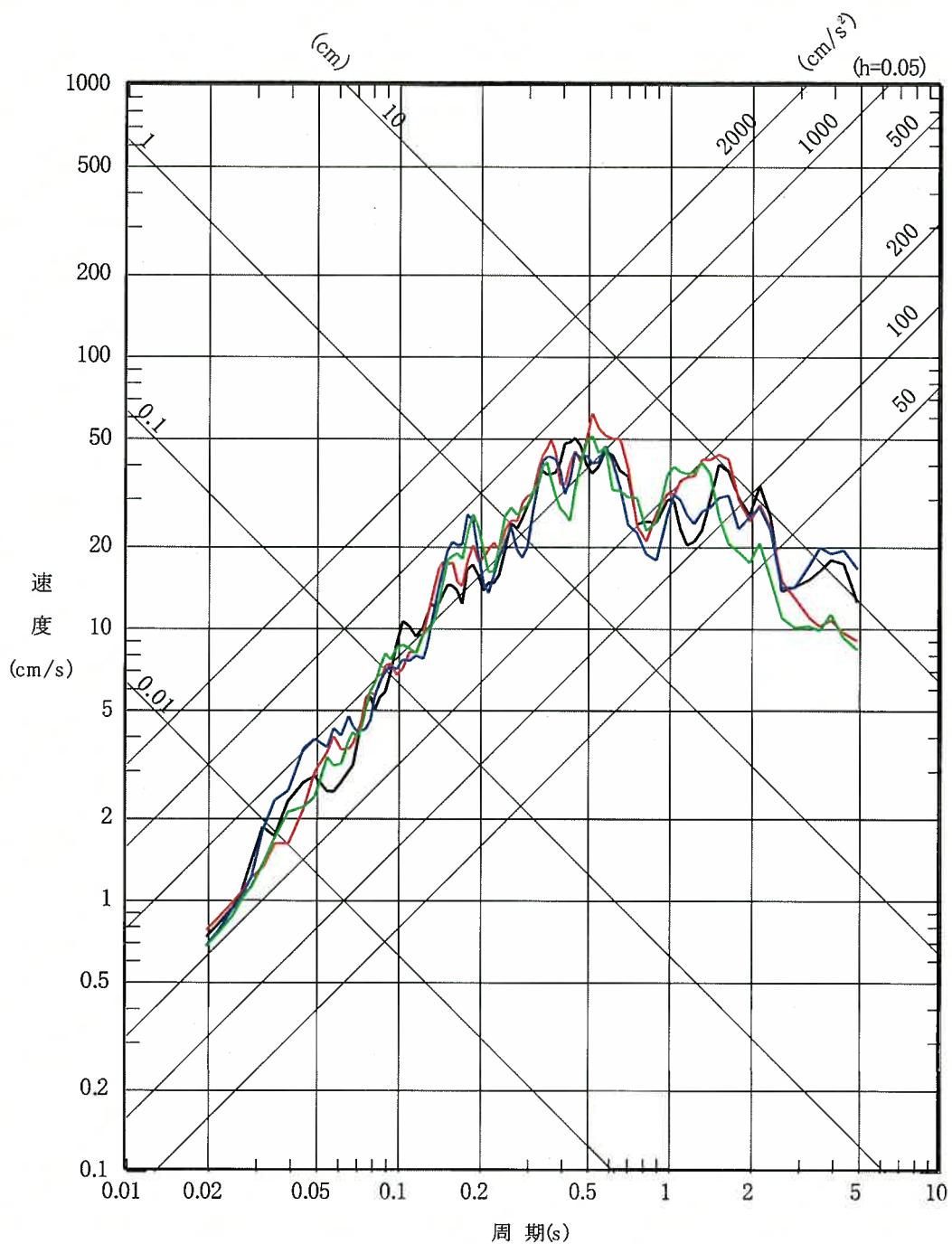


別紙図5 5 「出戸西方断層による地震」の応答スペクトル(断層モデルを用いた手法)(基本モデル, 水平方向)(乙第85号証4-6-204ページより)

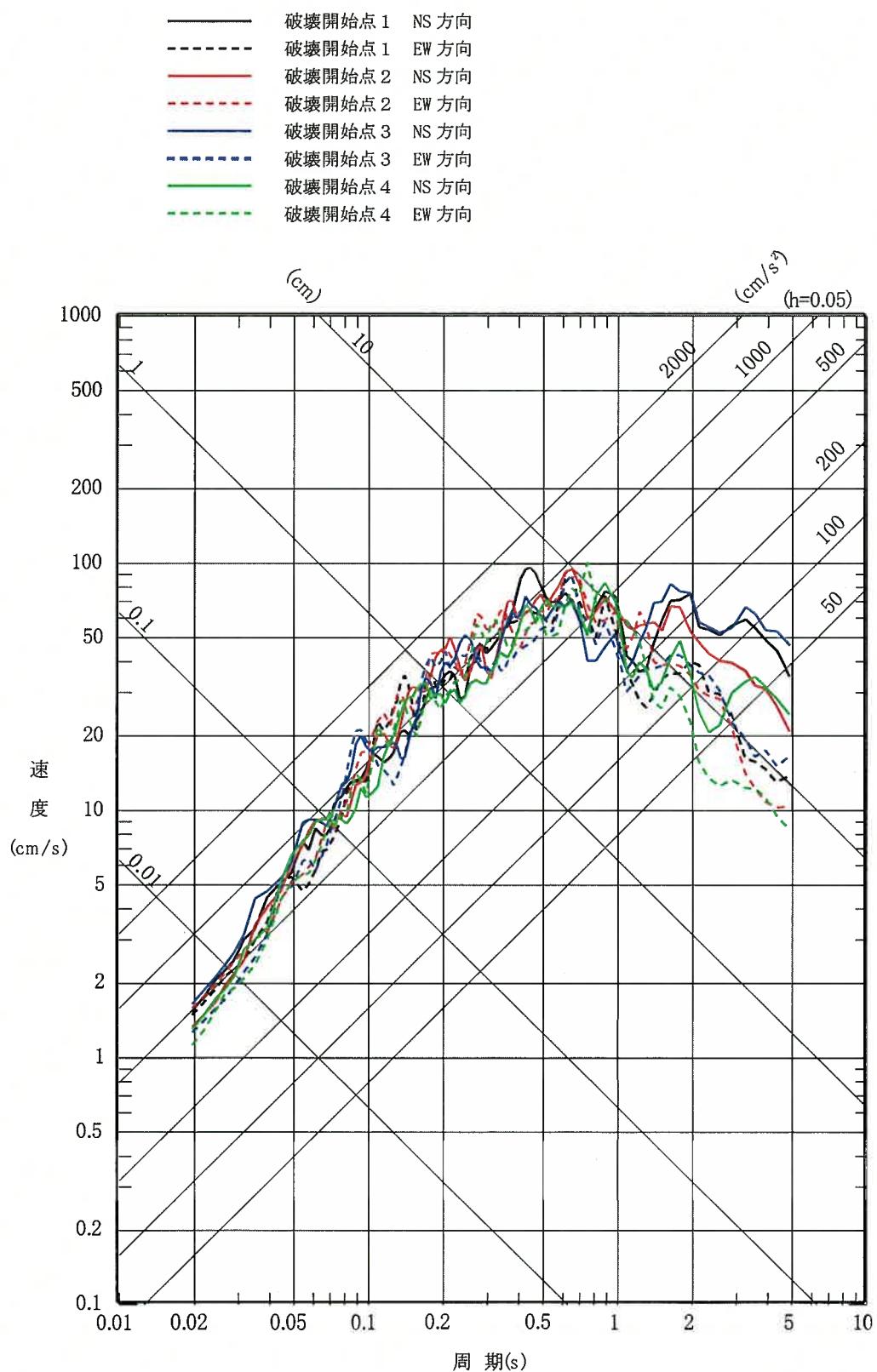


別紙図 5-6 「出戸西方断層による地震」の応答スペクトル（断層モデルを用いた手法）（基本モデル、鉛直方向）（乙第85号証4-6-205ページより）

- 破壞開始點 1 UD 方向
- 破壞開始點 2 UD 方向
- 破壞開始點 3 UD 方向
- 破壞開始點 4 UD 方向

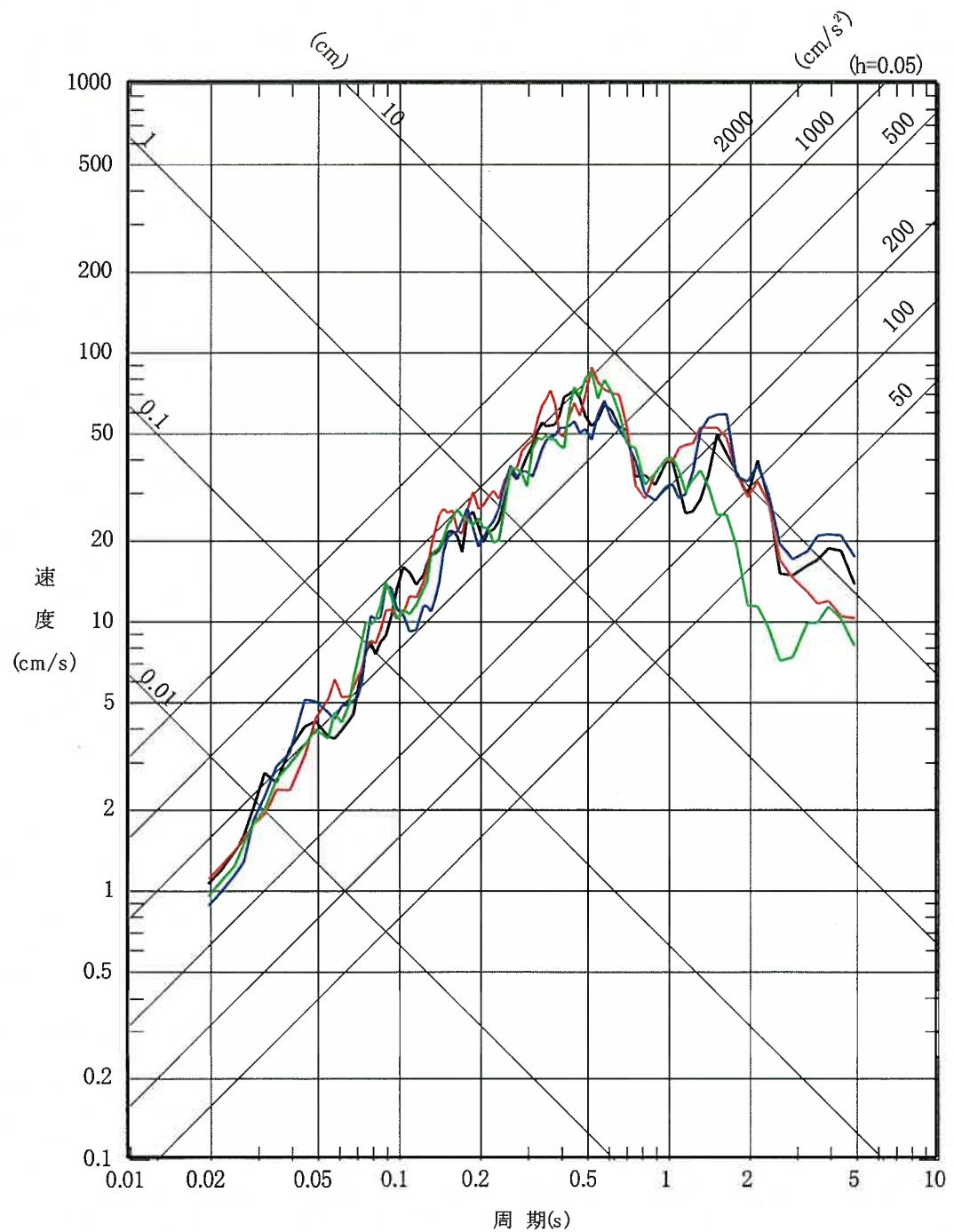


別紙図 5 7 「出戸西方断層による地震」の応答スペクトル(断層モデルを用いた手法)(短周期レベルの不確かさケース、水平方向)(乙第 85 号証 4-6-206 ページより)

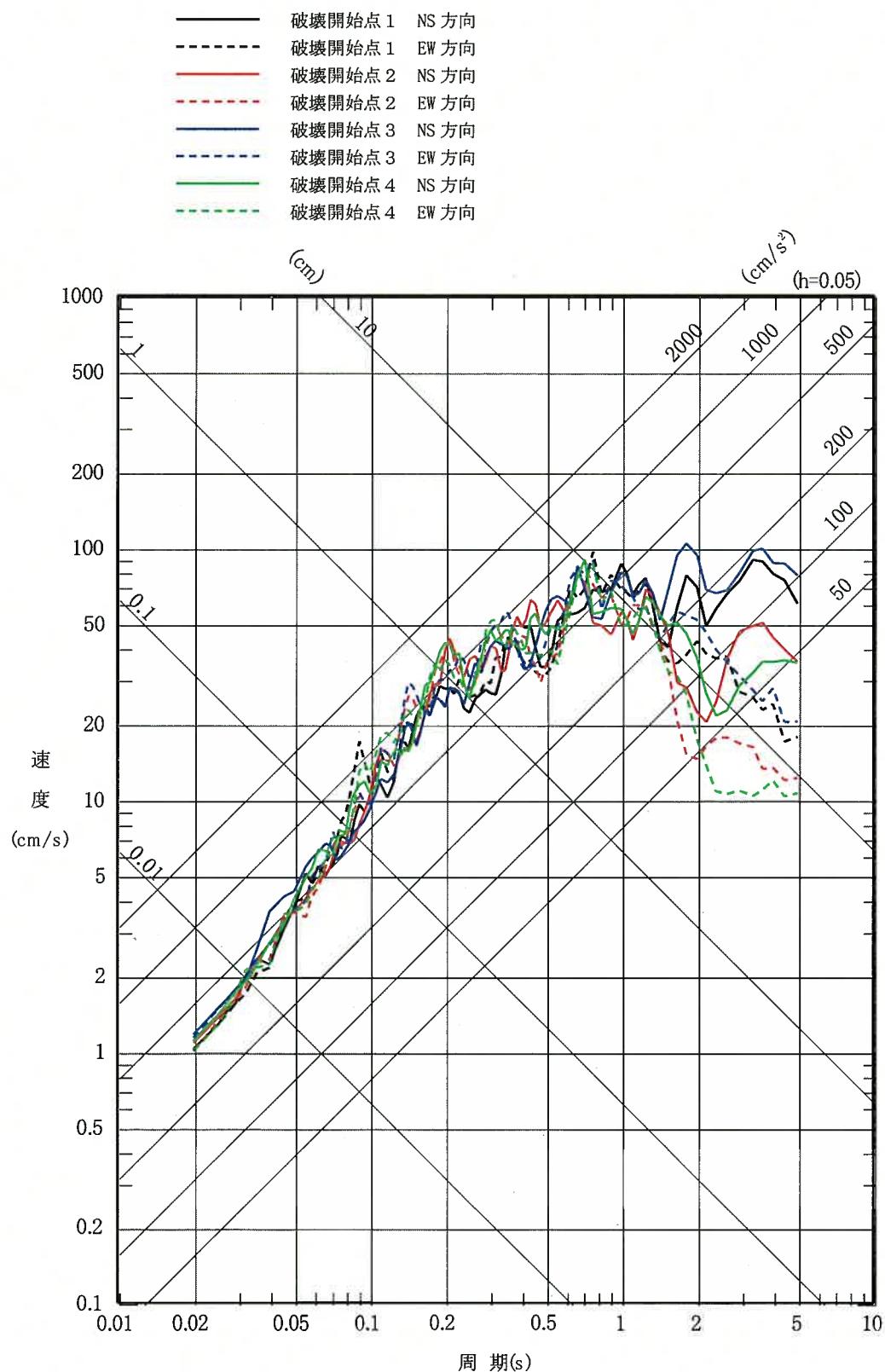


別紙図 5.8 「出戸西方断層による地震」の応答スペクトル（断層モデルを用いた手法）（短周期レベルの不確かさケース、鉛直方向）（乙第 85 号証 4-6-207 ページより）

───────── 破壊開始点 1 UD 方向  
 ───────── 破壊開始点 2 UD 方向  
 ───────── 破壊開始点 3 UD 方向  
 ───────── 破壊開始点 4 UD 方向

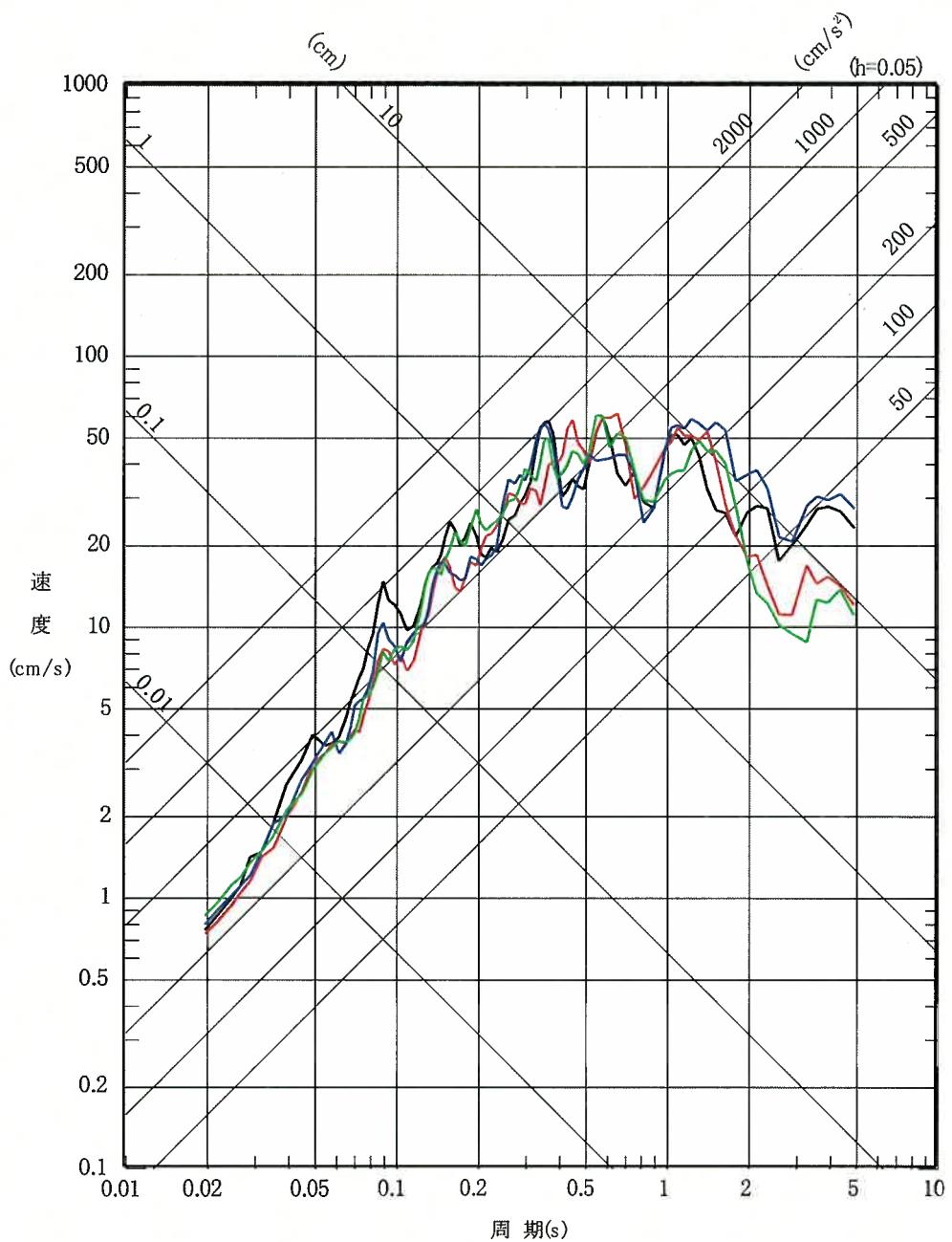


別紙図 5 9 「出戸西方断層による地震」の応答スペクトル（断層モデルを用いた手法）（断層傾斜角の不確かさケース、水平方向）（乙第 85 号証 4 - 6 - 208 ページより）

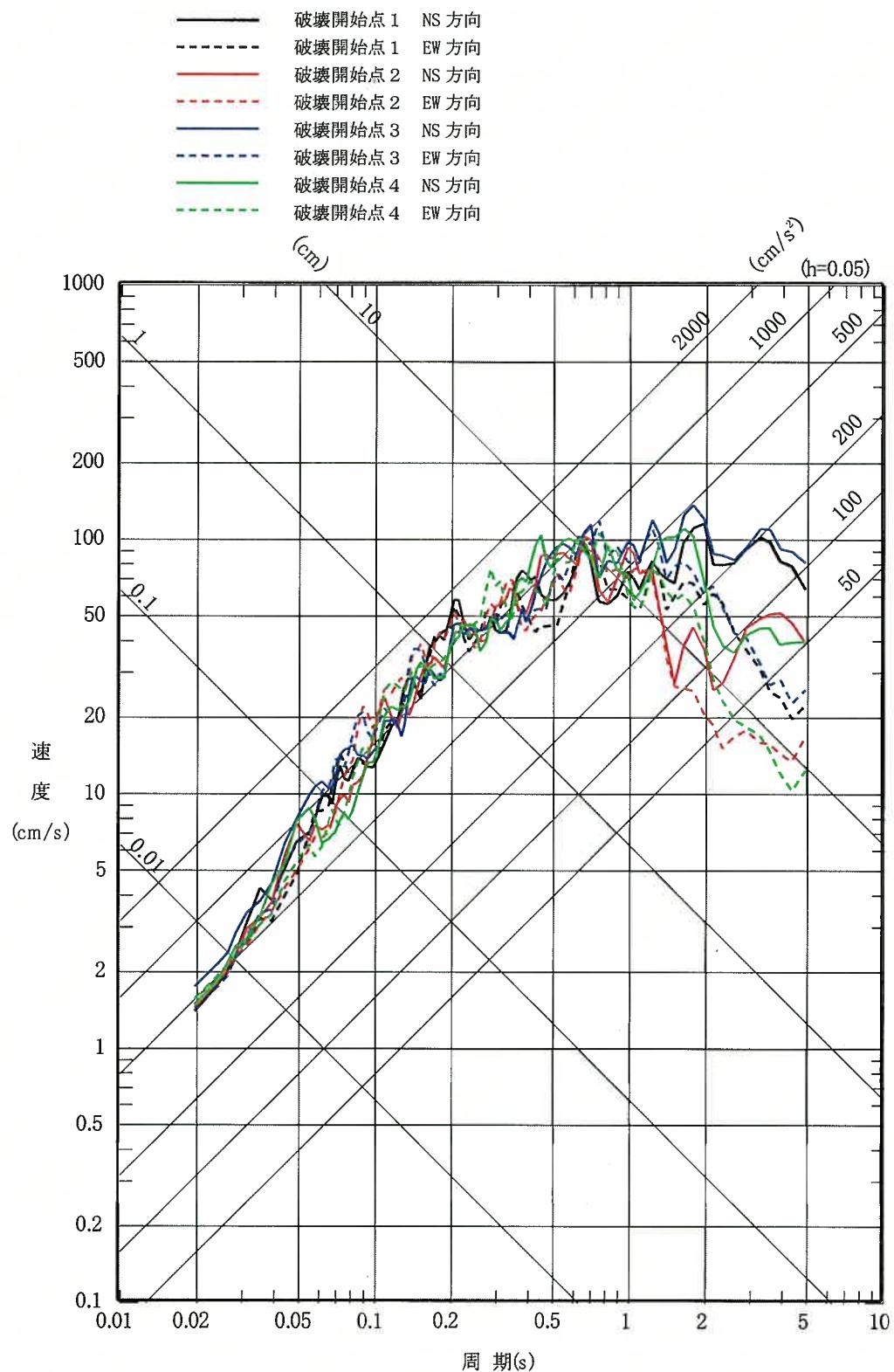


別紙図 6 0 「出戸西方断層による地震」の応答スペクトル（断層モデルを用いた手法）（断層傾斜角の不確かさケース、鉛直方向）（乙第 8 5 号証 4 - 6 - 2 0 9 ページより）

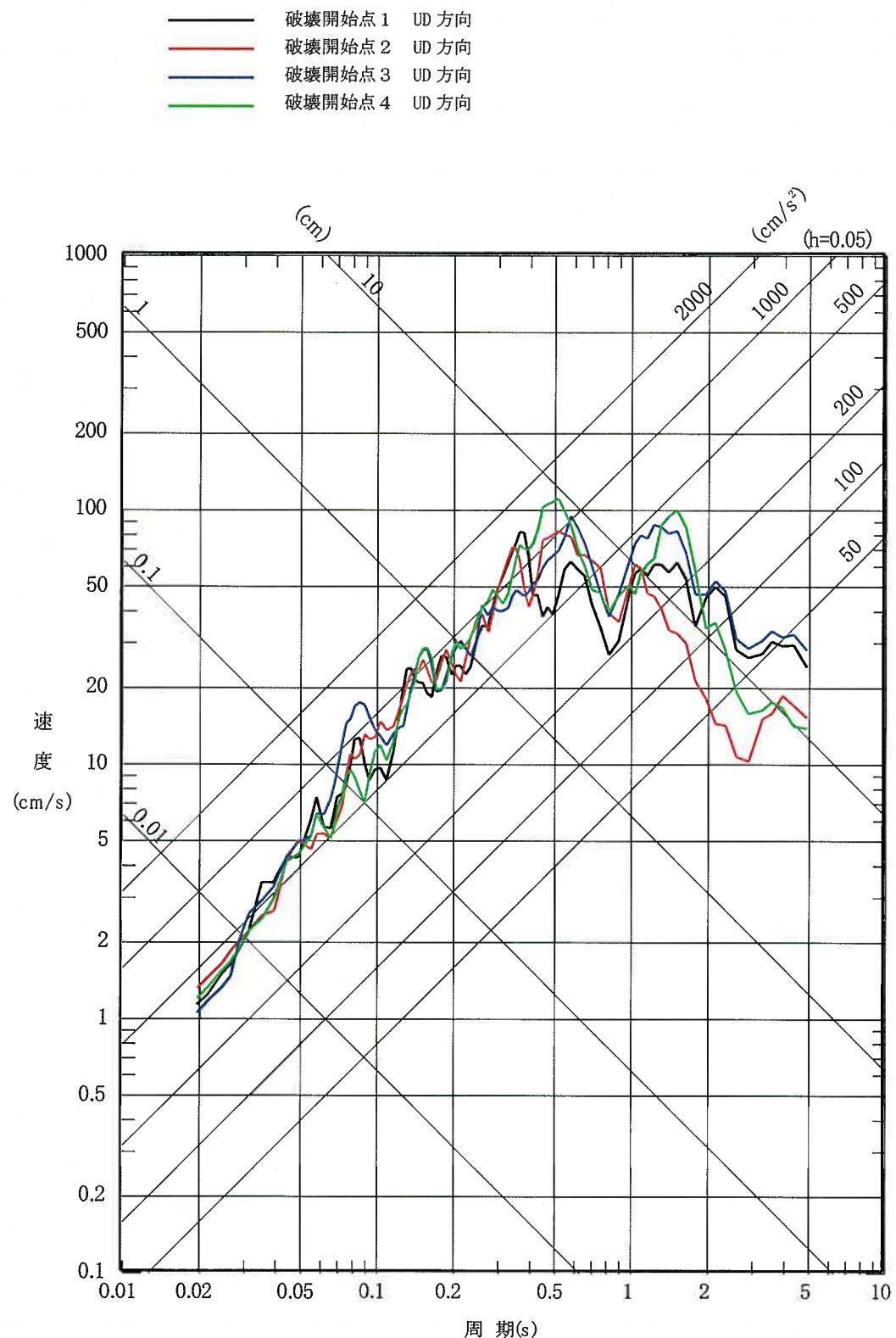
━━━━ 破壊開始点 1 UD 方向  
 ━━ 破壊開始点 2 UD 方向  
 ━━ 破壊開始点 3 UD 方向  
 ━━ 破壊開始点 4 UD 方向



別紙図 6 1 「出戸西方断層による地震」の応答スペクトル（断層モデルを用いた手法）（短周期レベルと断層傾斜角の不確かさを重畠させたケース、水平方向）（乙第 85 号証 4-6-210 ページより）



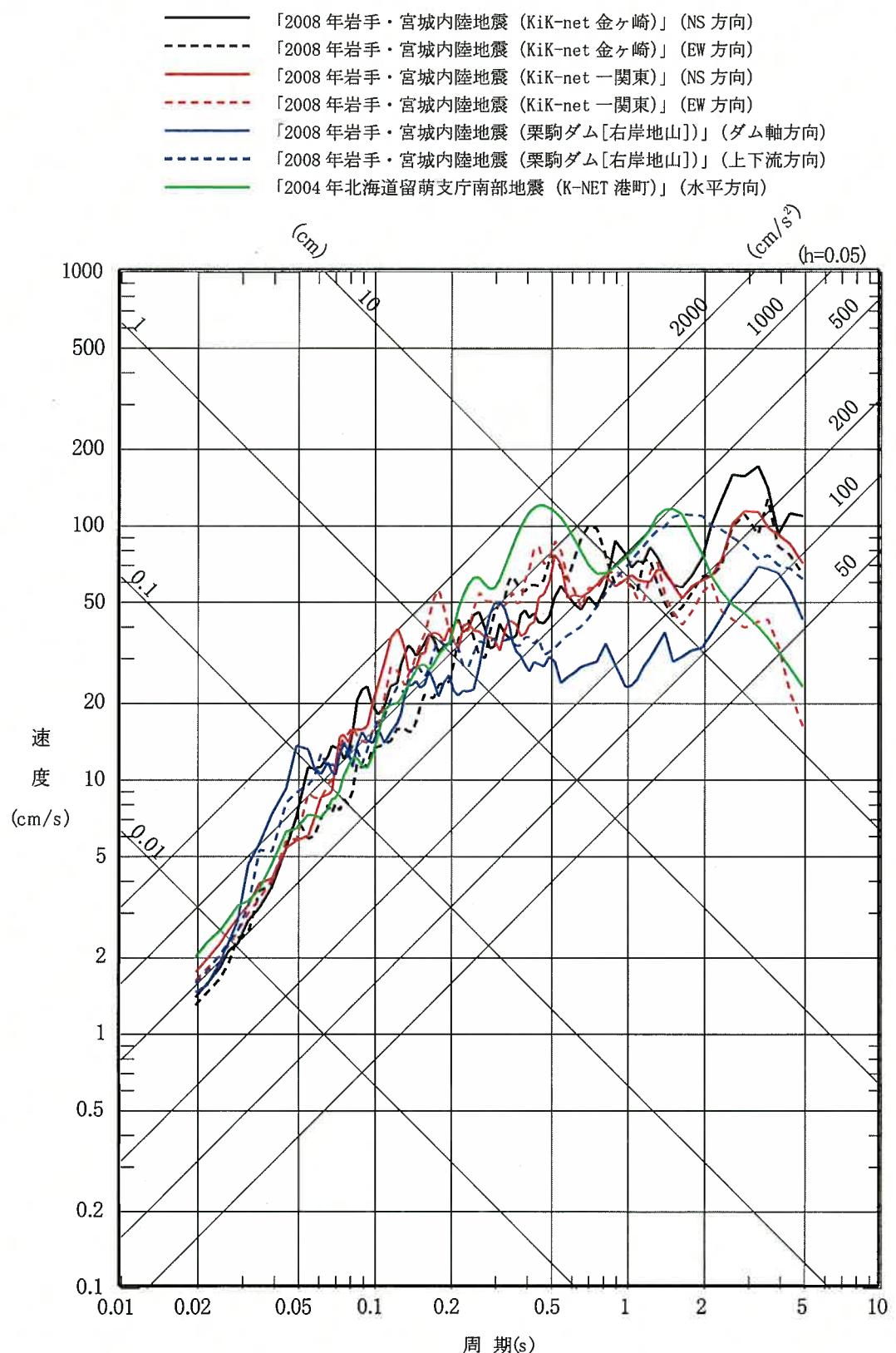
別紙図 6 2 「出戸西方断層による地震」の応答スペクトル（断層モデルを用いた手法）（短周期レベルと断層傾斜角の不確かさを重畠させたケース、鉛直方向）（乙第 85 号証 4-6-211 ページより）



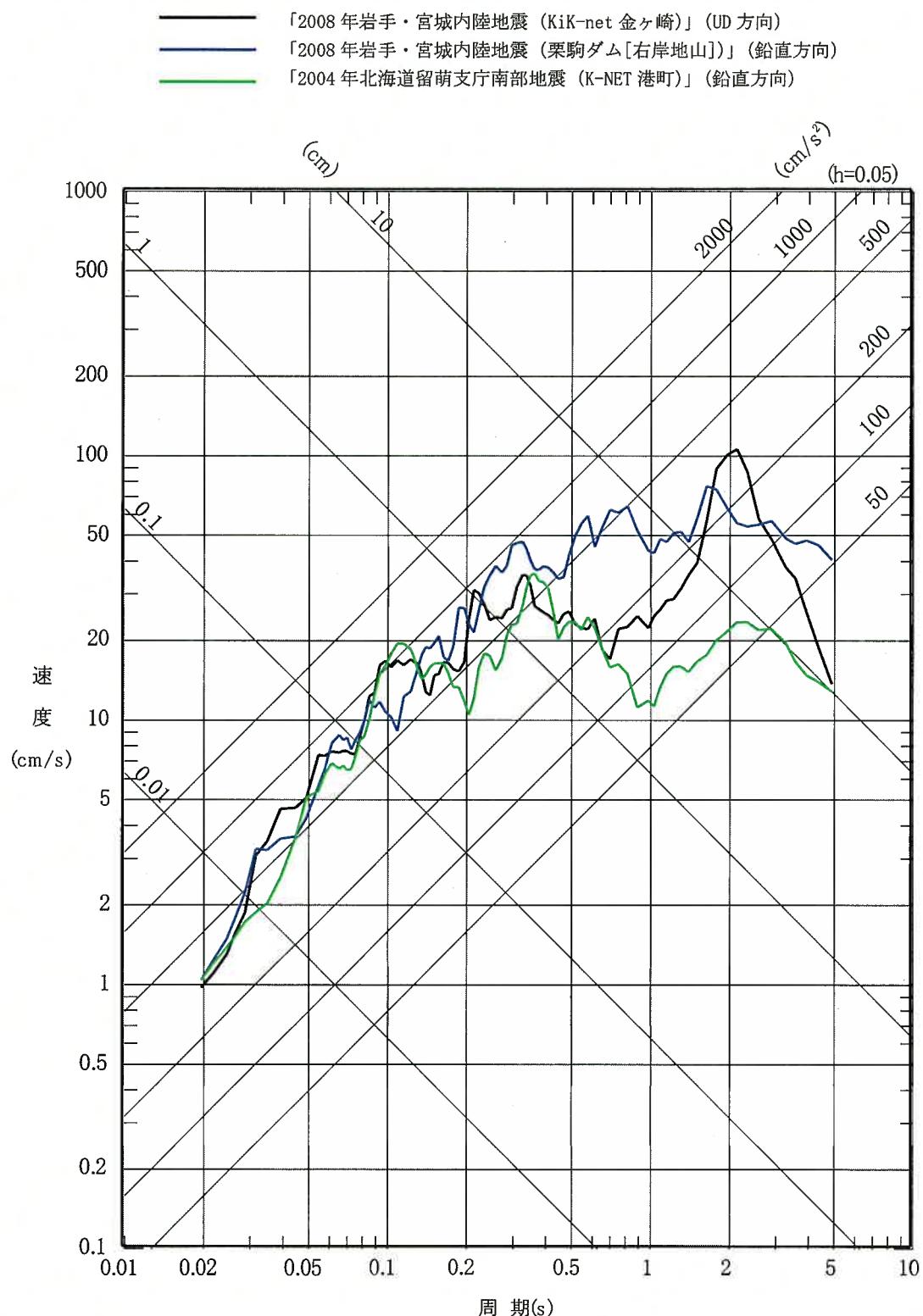
別紙図 6 3 地震ガイドに例示されている検討対象地震（甲第 28 号証 8 ページより）

| No | 地震名                | 日時                | 規模    |
|----|--------------------|-------------------|-------|
| 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月鹿児島県北西部地震   | 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月鹿児島県北西部地震   | 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 |

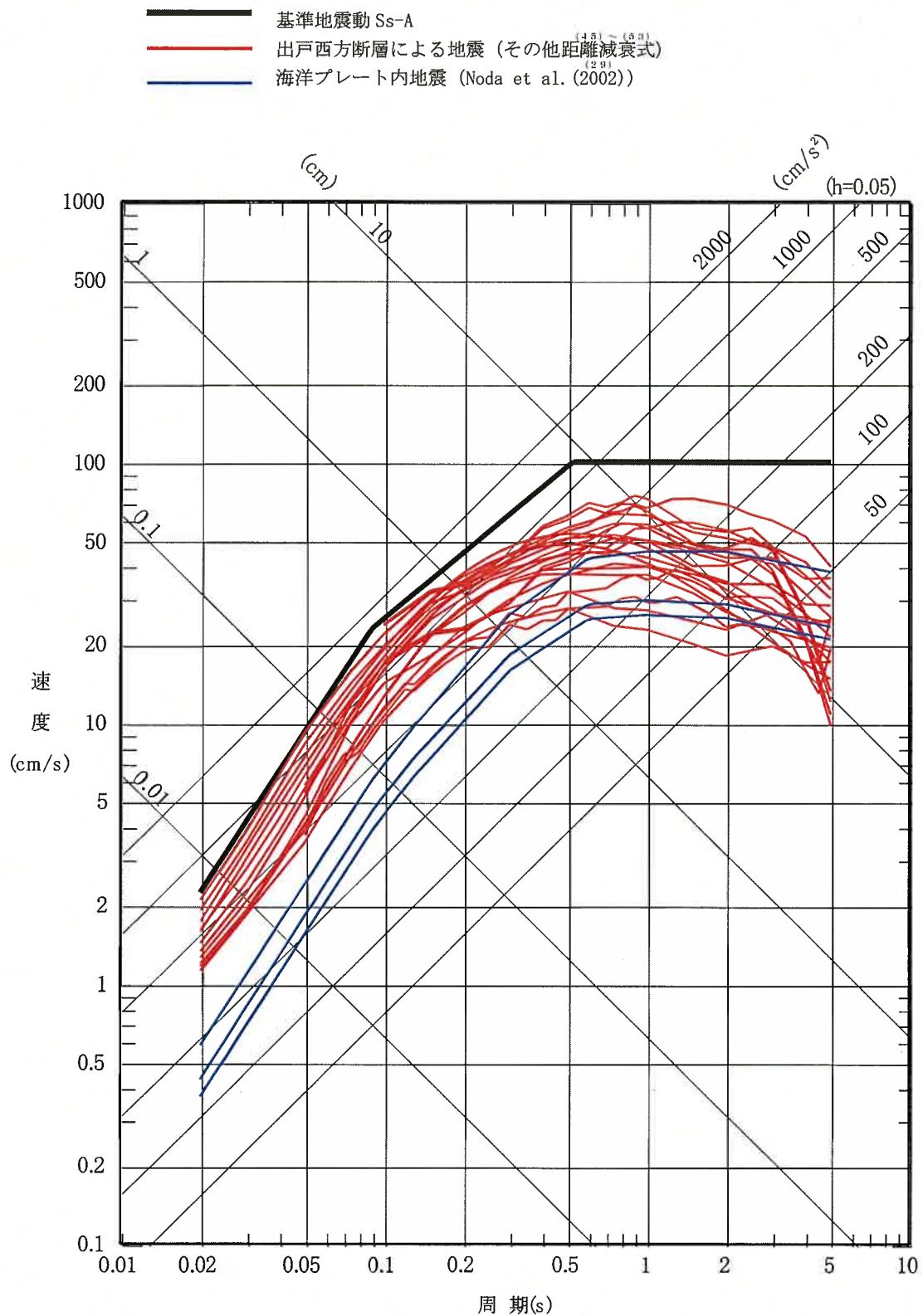
別紙図 6.4 震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトル（水平方向）（乙  
第85号証4-6-214ページより）



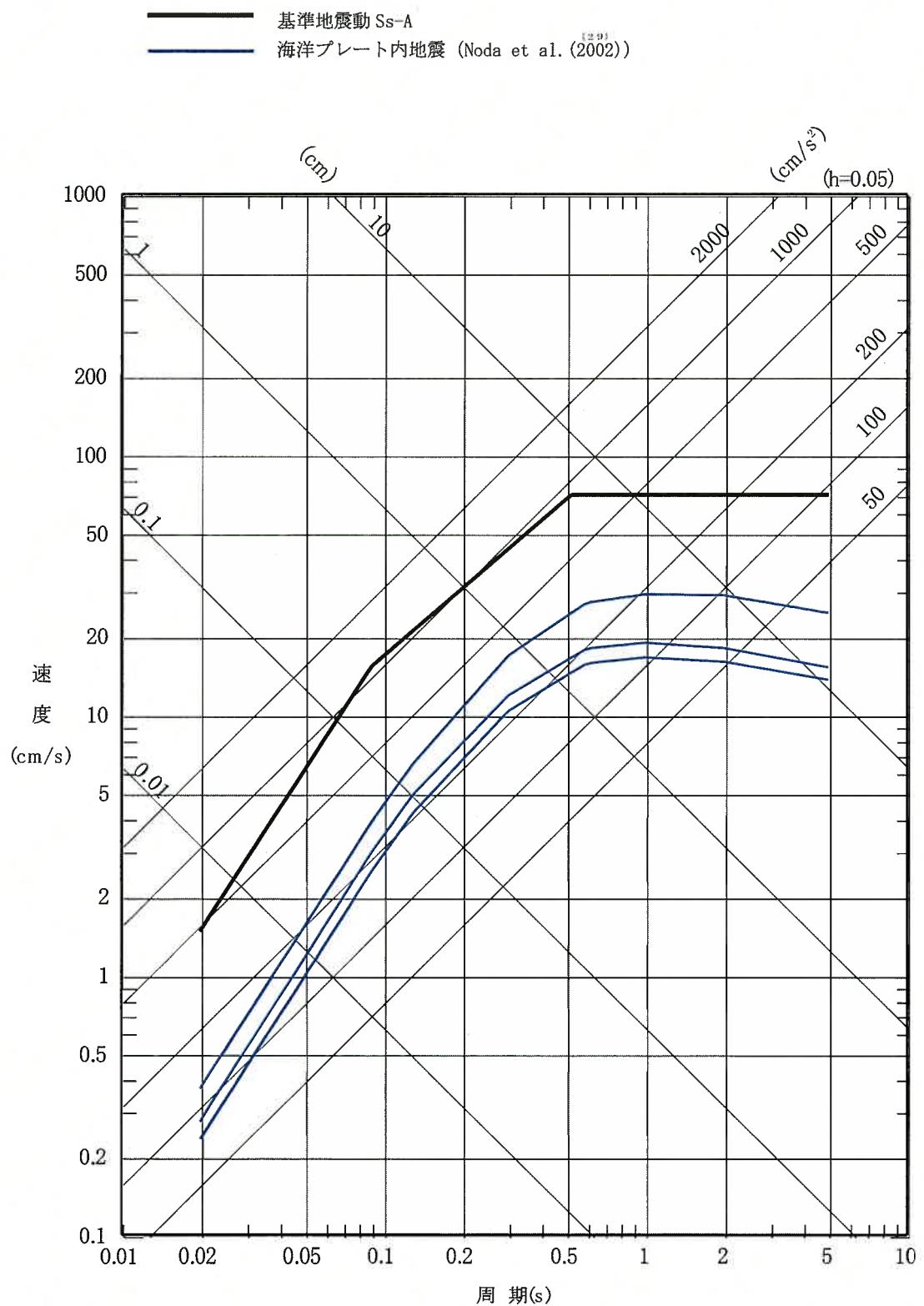
別紙図 6.5 震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトル（鉛直方向）（乙  
第85号証4-6-215ページより）



別紙図6 6 応答スペクトルに基づく地震動評価結果と基準地震動 Ss-A の比較（水平方向）（乙第85号証4-6-216ページより）

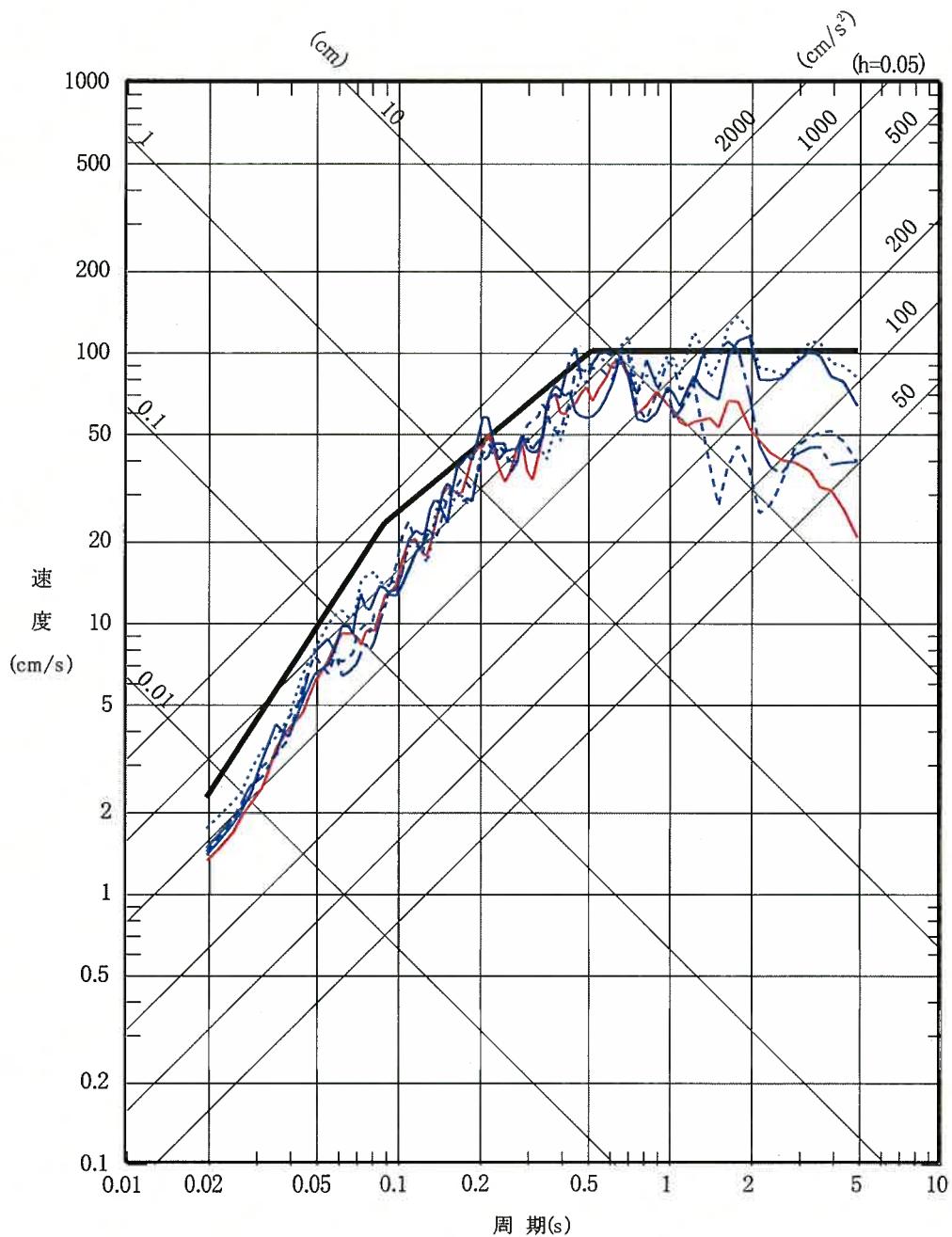


別紙図6 7 応答スペクトルに基づく地震動評価結果と基準地震動Ss-Aの比較（鉛直方向）（乙第85号証4-6-217ページより）

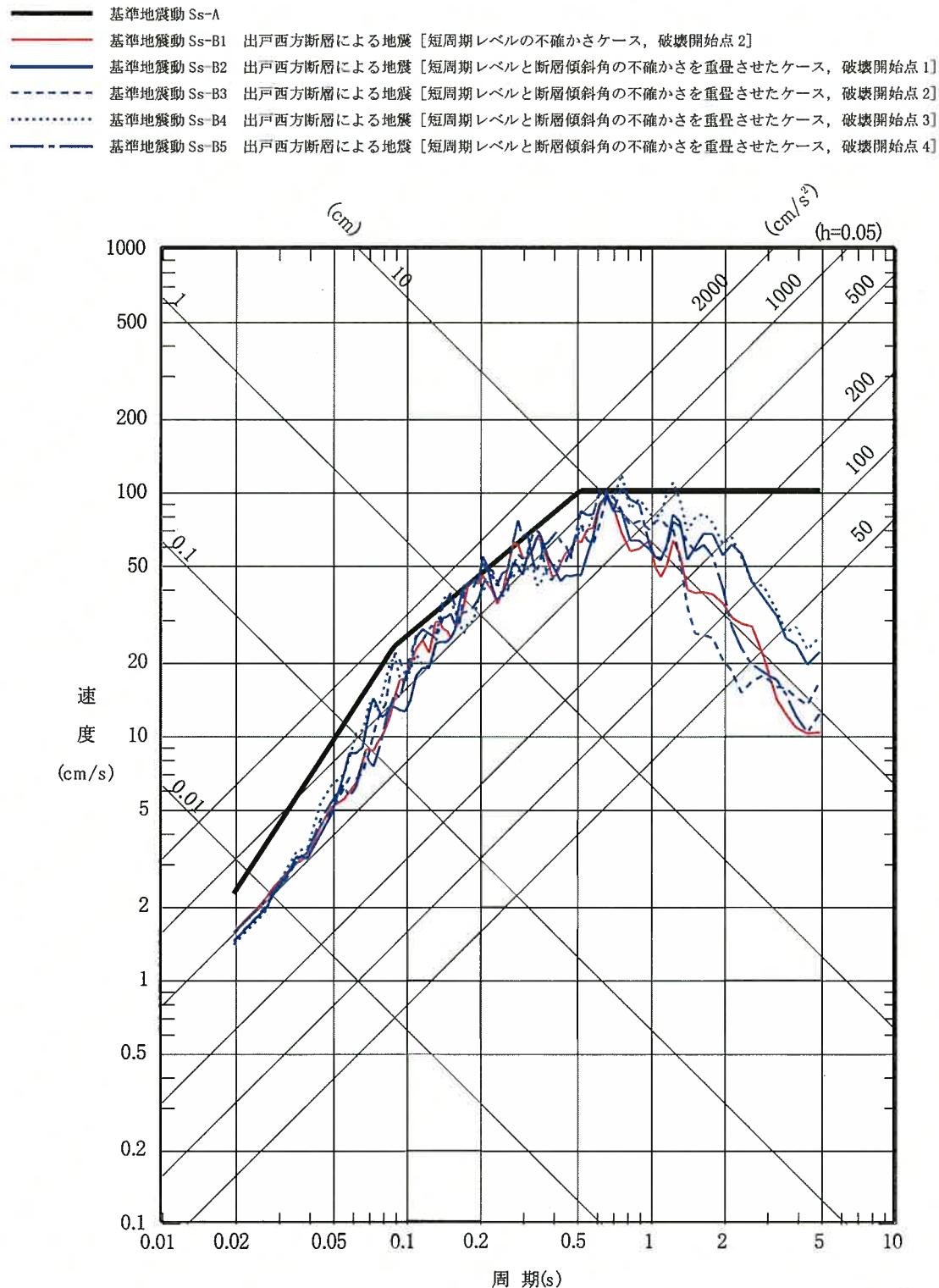


別紙図 6.8 基準地震動 Ss-B (B1～B5) と基準地震動 Ss-A の比較  
 (水平方向 (NS)) (乙第 85 号証 4-6-221 ページより)

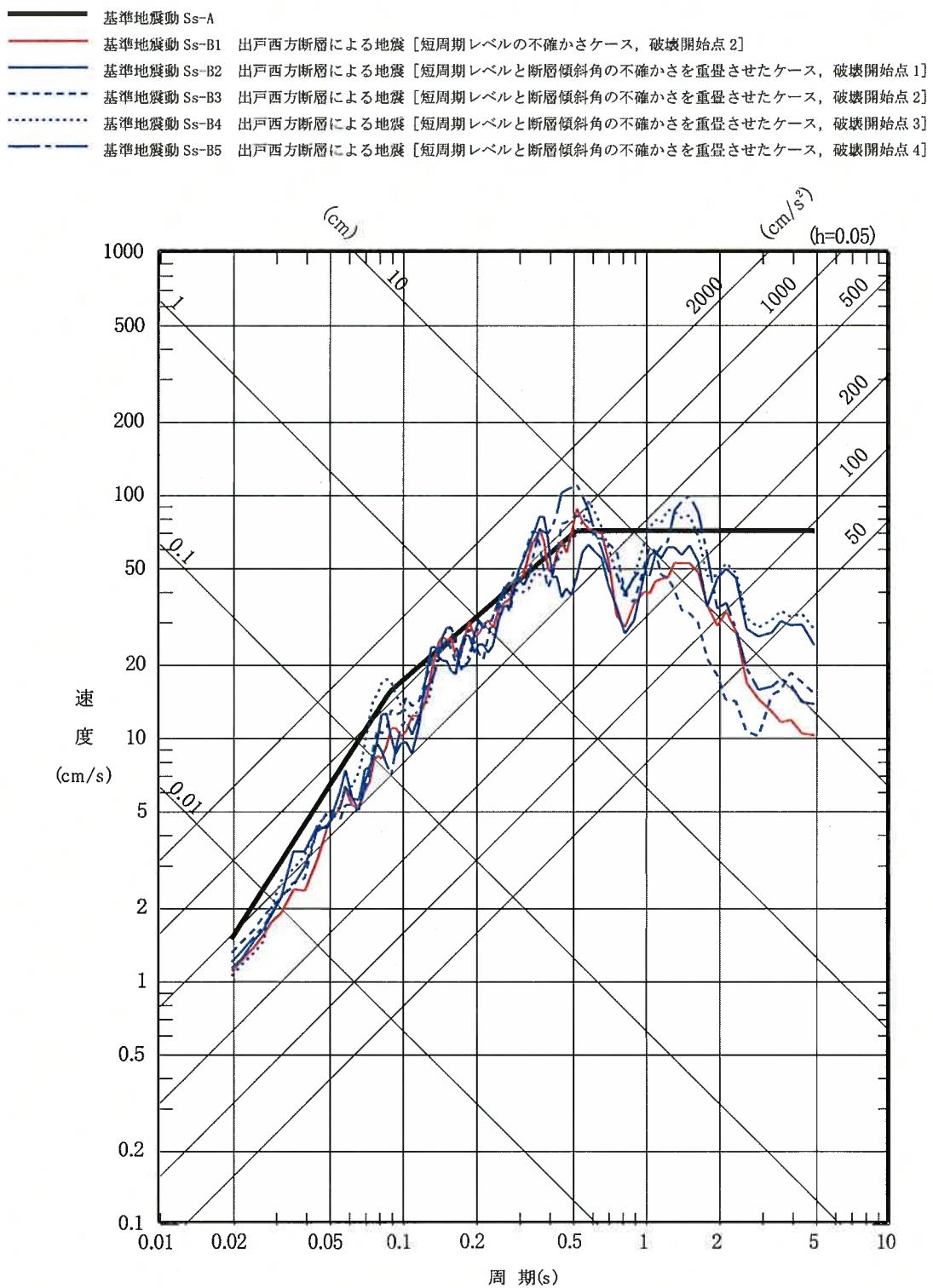
■ 基準地震動 Ss-A  
 ■ 基準地震動 Ss-B1 出戸西方断層による地震 [短周期レベルの不確かさケース, 破壊開始点 2]  
 ■ 基準地震動 Ss-B2 出戸西方断層による地震 [短周期レベルと断層傾斜角の不確かさを重畠させたケース, 破壊開始点 1]  
 - - - 基準地震動 Ss-B3 出戸西方断層による地震 [短周期レベルと断層傾斜角の不確かさを重畠させたケース, 破壊開始点 2]  
 ..... 基準地震動 Ss-B4 出戸西方断層による地震 [短周期レベルと断層傾斜角の不確かさを重畠させたケース, 破壊開始点 3]  
 - - - - 基準地震動 Ss-B5 出戸西方断層による地震 [短周期レベルと断層傾斜角の不確かさを重畠させたケース, 破壊開始点 4]



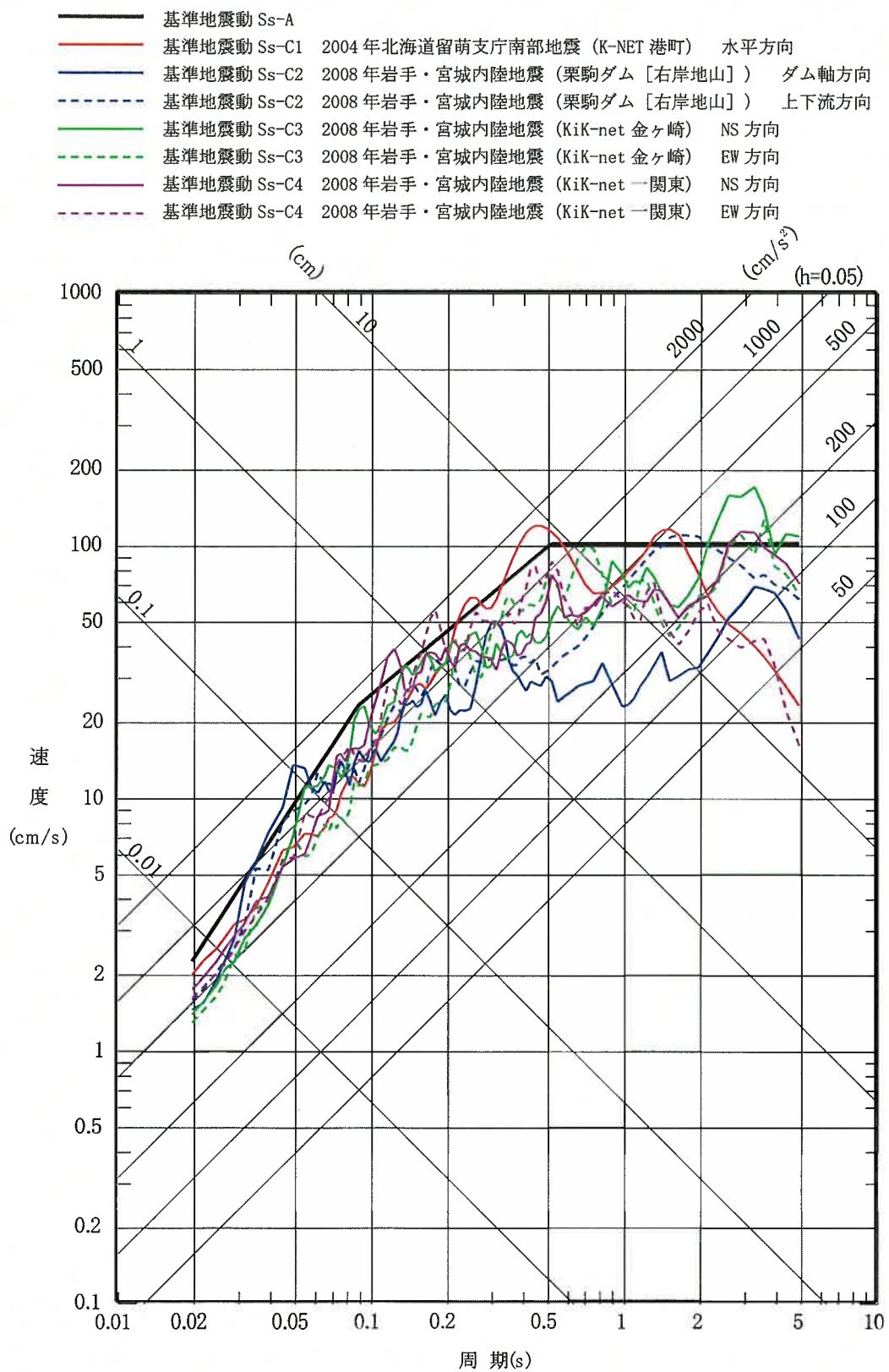
別紙図6.9 基準地震動Ss-B（B1～B5）と基準地震動Ss-Aの比較  
 (水平方向(EW)) (乙第85号証4-6-222ページより)



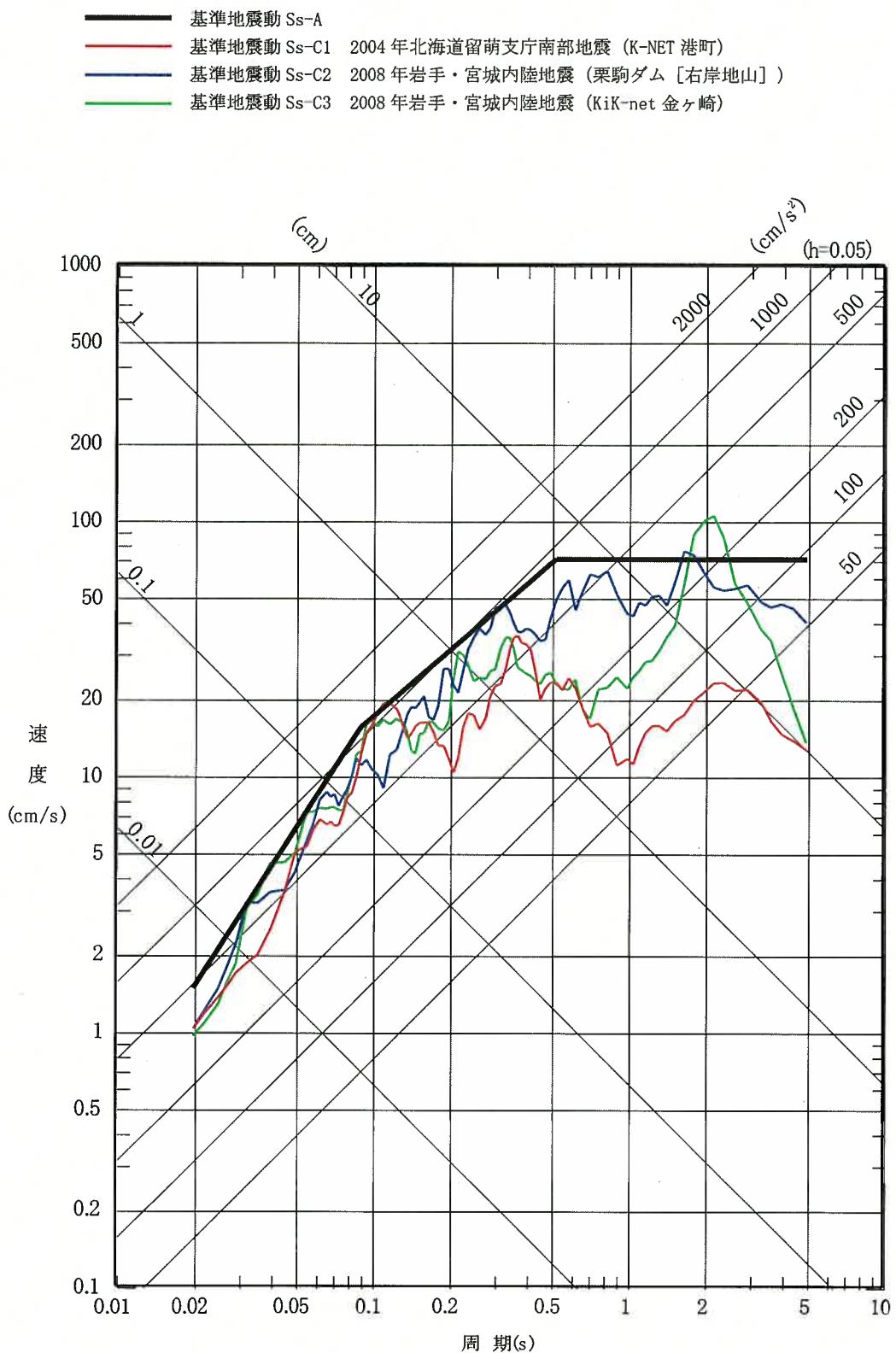
別紙図70 基準地震動Ss-B（B1～B5）と基準地震動Ss-Aの比較  
 (鉛直方向) (乙第85号証4-6-223ページより)



別紙図7.1 基準地震動Ss-C(C1～C4)と基準地震動Ss-Aの比較  
(水平方向)(乙第85号証4-6-229ページより)

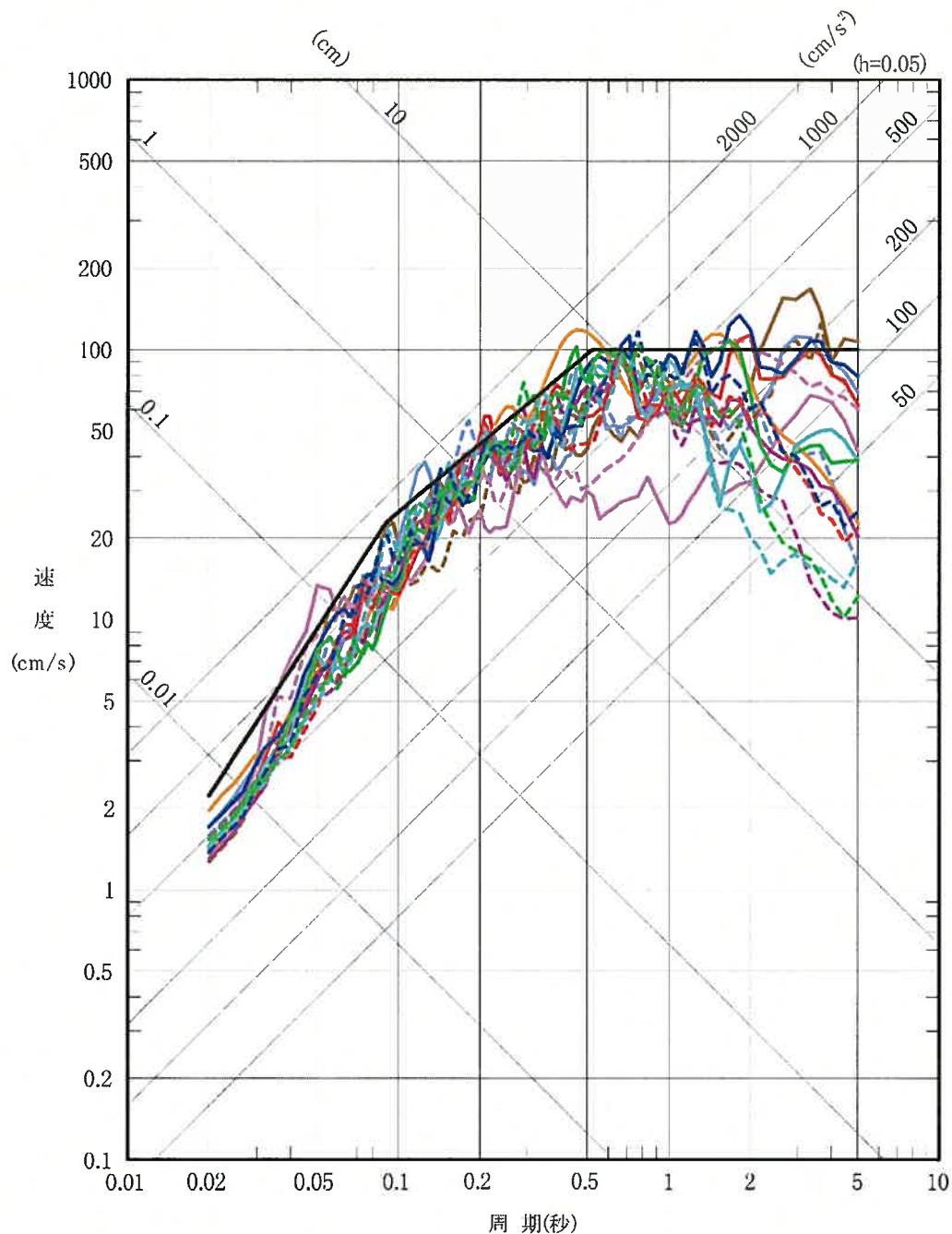


別紙図7.2 基準地震動Ss-C (C1~C3)と基準地震動Ss-Aの比較  
(鉛直方向) (乙第85号証4-6-230ページより)



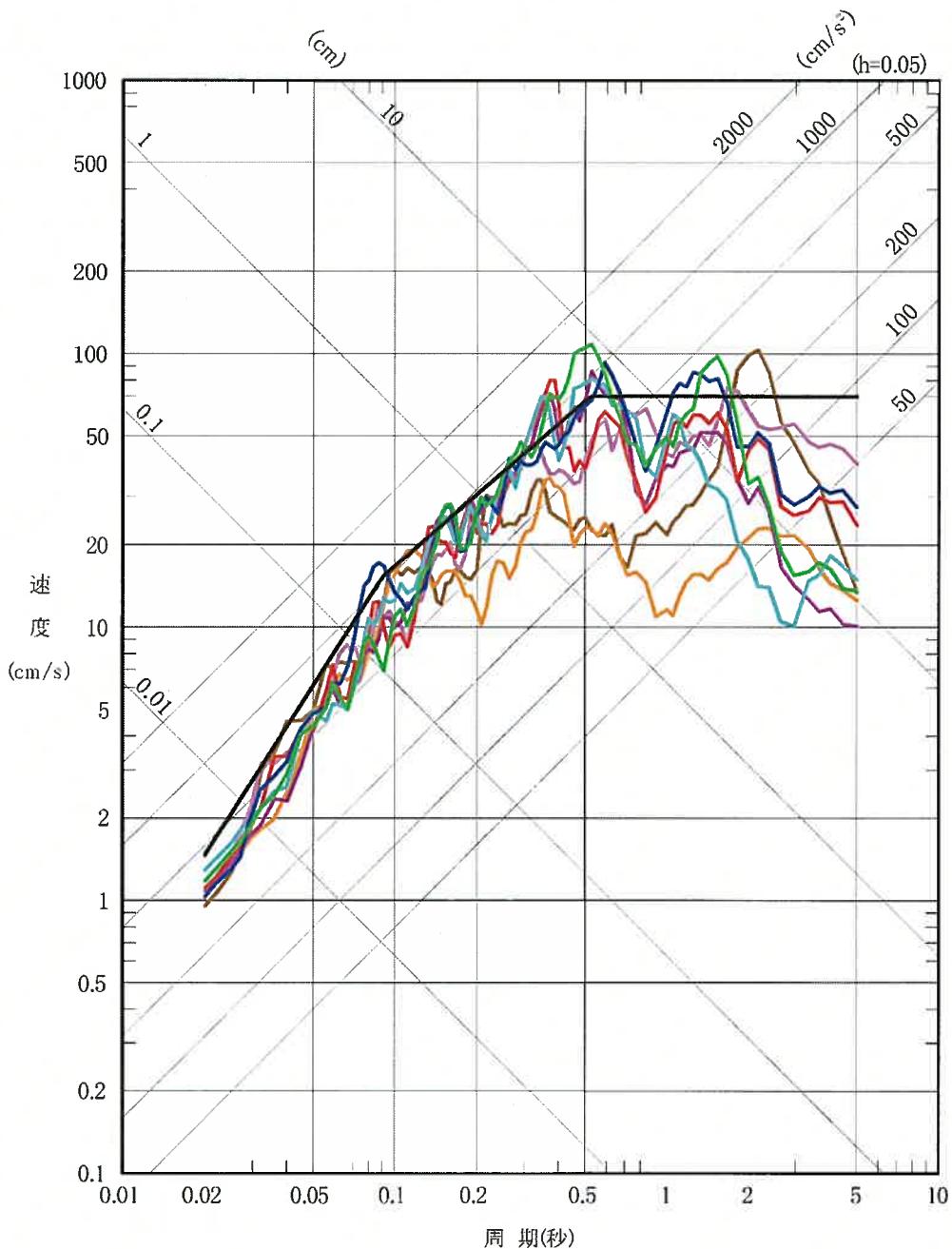
別紙図 7.3 基準地震動 Ss-A, Ss-B1ないしSs-B5及びSs-C1ないしSs-C4の応答スペクトル(水平方向)(乙第91号証171ページより)

- 基準地震動Ss-A 応答スペクトルに基づく基準地震動
- 基準地震動Ss-B1 出戸西方断層による地震[短周期レベルの不確かさケース、破壊開始点2]
- 基準地震動Ss-B2 出戸西方断層による地震[短周期レベルと傾斜角の不確かさを重畠させたケース、破壊開始点1]
- 基準地震動Ss-B3 出戸西方断層による地震[短周期レベルと傾斜角の不確かさを重畠させたケース、破壊開始点2]
- 基準地震動Ss-B4 出戸西方断層による地震[短周期レベルと傾斜角の不確かさを重畠させたケース、破壊開始点3]
- 基準地震動Ss-B5 出戸西方断層による地震[短周期レベルと傾斜角の不確かさを重畠させたケース、破壊開始点4]
- 基準地震動Ss-C1 2004年北海道留萌支庁南部地震(K-NET港町)
- 基準地震動Ss-C2 2008年岩手・宮城内陸地震(栗駒ダム[右岸地山])
- 基準地震動Ss-C3 2008年岩手・宮城内陸地震(KiK-net金ヶ崎)
- 基準地震動Ss-C4 2008年岩手・宮城内陸地震(KiK-net一関東)

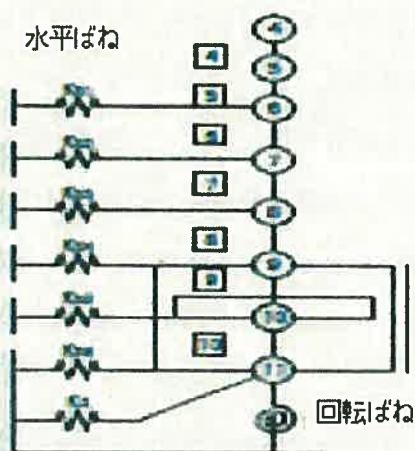


別紙図 7-4 基準地震動 Ss-A, Ss-B1 ないし Ss-B5 及び Ss-C1 ないし Ss-C3 の応答スペクトル（鉛直方向）（乙第91号証1  
71ページより）

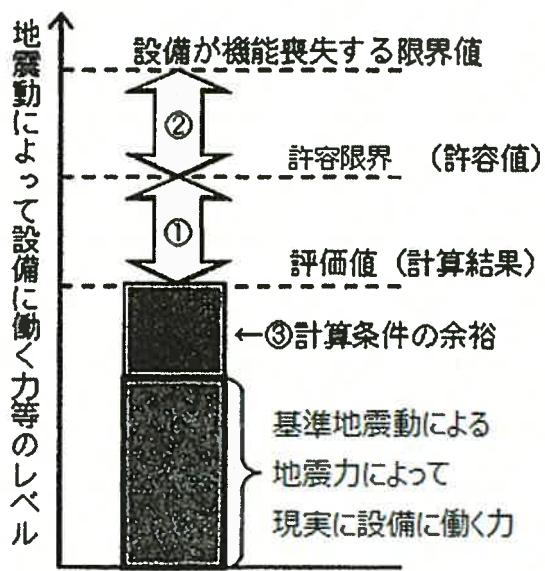
- 基準地震動 Ss-A 応答スペクトルに基づく基準地震動
- 基準地震動 Ss-B1 出戸西方断層による地震[短周期レベルの不確かさケース、破壊開始点2]
- 基準地震動 Ss-B2 出戸西方断層による地震[短周期レベルと傾斜角の不確かさを重畠させたケース、破壊開始点1]
- 基準地震動 Ss-B3 出戸西方断層による地震[短周期レベルと傾斜角の不確かさを重畠させたケース、破壊開始点2]
- 基準地震動 Ss-B4 出戸西方断層による地震[短周期レベルと傾斜角の不確かさを重畠させたケース、破壊開始点3]
- 基準地震動 Ss-B5 出戸西方断層による地震[短周期レベルと傾斜角の不確かさを重畠させたケース、破壊開始点4]
- 基準地震動 Ss-C1 2004年北海道留萌支庁南部地震(K-NET港町)
- 基準地震動 Ss-C2 2008年岩手・宮城内陸地震(栗駒ダム[右岸地山])
- 基準地震動 Ss-C3 2008年岩手・宮城内陸地震(KiK-net金ヶ崎)
- 基準地震動 Ss-C4 2008年岩手・宮城内陸地震(KiK-net一関東)



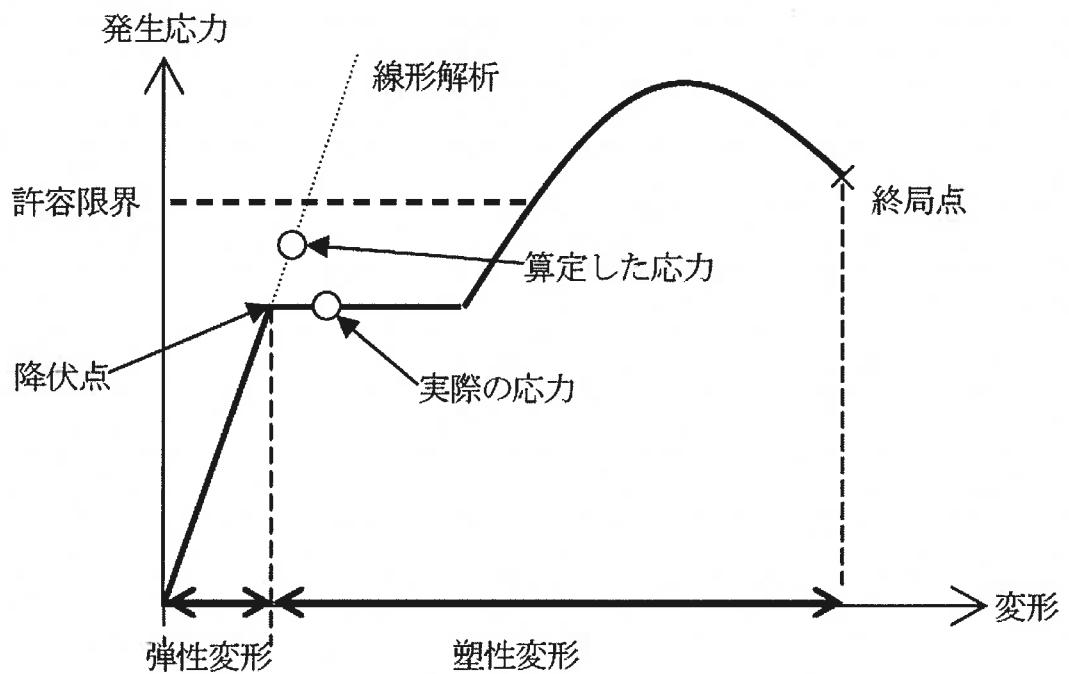
別紙図75 本件再処理工場の床応答波を求めるモデルの例



別紙図 7 6 耐震安全上の余裕



別紙図 7.7 機器・配管系における線形解析の余裕（概念図）



## 語句注

### (注 1) 耐震重要施設、耐震設計上重要な施設

耐震設計上重要な施設は、本準備書面では、再処理施設の施設のうち、新耐震設計審査指針において、「敷地周辺の地質・地質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施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切な地震動（注 4）による地震力（注 6）に対して、その安全機能が損なわれることがないように設計されなければならない。」とされている施設であり、具体的には、基準地震動（注 5）S s による地震力に対してその安全機能が保持できる設計を行う、再処理施設安全審査指針における耐震設計上の重要度分類（耐震重要度分類）が S クラスの施設（建物・構築物及び機器・配管系）をいう。

耐震重要施設とは、本準備書面では、再処理事業指定基準規則において、安全機能を有する施設（再処理施設のうち、再処理施設の運転時、停止時、運転時の異常な過渡変化（注 9 7）又は設計基準事故時において再処理施設の安全性を確保するために必要な機能を有する施設）のうち、地震の発生によって生ずるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいとされている施設であり（再処理事業指定基準規則 6 条 1 項）、具体的には、耐震重要度分類が S クラスの施設をいう。

本件再処理工場においては、①その破損等により臨界事故を起こすおそれのある施設、②使用済燃料貯蔵設備の燃料貯蔵プール・ピット等、③ a 高レベル放射性液体廃棄物（高レベル廃液）を内包する系統及び機器のうち安全上重要な施設（例えば、固体廃棄物の廃棄施設

のガラス溶融炉), b プルトニウムを含む溶液を内包する系統及び機器のうち安全上重要な施設(例えば、溶解設備の溶解槽), c a, b を収納するセル等, d a, b, c に関連する施設で放射性物質の外部への放出を抑制するための施設(換気設備のうち安全上重要な施設等), ④安全冷却水系, ポール水冷却系, 補給水設備, ⑤安全圧縮空気系等が耐震重要施設に当たる(乙第85号証6-1-244ないし6-1-246ページ)。

なお、再処理事業指定基準規則の解釈における耐震重要度分類の考え方とは、再処理施設安全審査指針における耐震重要度分類の考え方から変更されていない。

#### (注2) 活断層、将来活動する可能性のある断層等

活断層とは、最近の地質年代に繰り返し活動し、将来も活動する可能性のある断層をいう。

新規制基準において、将来活動する可能性のある断層等は、後期更新世(注46)以降(約12万ないし13万年前以降)の活動が否定できないものを認定するとされ、後期更新世の地形面又は地層が欠如するなど、後期更新世以降の活動性が明確に判断できない場合には、中期更新世以降(約40万年前以降)まで遡って地形、地質・地質構造及び応力場(注69)等を総合的に検討した上で活動性を評価するとされている(再処理事業指定基準規則解釈の別記1の3)。なお、上記の「将来活動する可能性のある断層等」には、震源(注7)として考慮する活断層のほか、地震活動に伴って永久変位(注3)が生じる断層に加え、支持地盤まで変位及び変形(注3)が及ぶ地すべり面が含まれる。

本件敷地において認められる断層等は、いずれも後期更新世以降に

活動はなく（本準備書面第2章第4・1（1）ウ（オ）参照），将来活動する可能性のある断層等ではない。

#### （注3）変位，変位センス，変形

変位とは，断層を挟んだ両側の地形や地層等の相対的なずれをいう。

変位センスとは，断層の性質を表すものの一つで，断層の変位（ずれ）の方向のことをいう。

変形とは，断層の上部の地形や地層等のたわみのことをいう。

#### （注4）地震波，地震動

地震波とは，地震の発生によって放出されるエネルギーで，震源からあらゆる方向に伝わっていく波をいう。地震波には，S波，P波（注24）等がある。

地震動とは，地震波がある地点に到達することによって生じる地盤の揺れ動きをいう。地震の発生によって放出されたエネルギーは，地震波として，震源から地殻（注8）内のあらゆる方向に伝わっていき，これがある地点に到達すると，その地盤を振り動かす。

#### （注5）基準地震動，基準地震動S<sub>1</sub>，基準地震動S<sub>2</sub>

基準地震動とは，原子力発電所，再処理工場等の耐震設計に用いるために策定する地震動をいう。

基準地震動S<sub>1</sub>及びS<sub>2</sub>とは，耐震設計審査指針（旧指針），再処理施設安全審査指針に基づき，原子力発電所，再処理工場等の耐震設計に用いるために策定する地震動をいい，解放基盤表面（注23）に設定するものである。基準地震動S<sub>1</sub>及びS<sub>2</sub>の策定に当たっては，敷地に影響を与えるおそれのあるあらゆる地震に対して施設の耐震安全

性を確保するという観点から、地震学や地震工学等の分野における最新の知見に工学的判断を加えている。

#### (注 6) 地震力，動的地震力，静的地震力

地震力とは、地震動により建物・構築物及び機器・配管系に作用する力をいう。

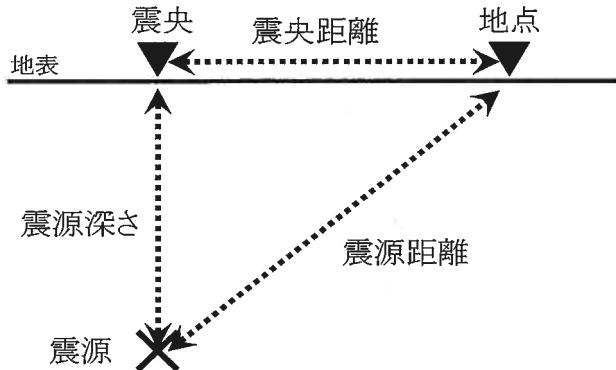
地震力には、時々刻々と変化する地震動に基づき求める動的地震力と、時間が経過しても変化しない一定の力を仮定する静的地震力がある。また、地震力が作用する方向により、水平地震力と鉛直地震力とに区別される。

これらのうち、静的地震力は、一般建築物の耐震設計で広く用いられているものであり、一般建築物の構造基準である建築基準法との対比も分かりやすいことから、基準地震動や弾性設計用地震動(注 9 6)による動的な解析と併せて S クラス(耐震設計審査指針(旧指針)では A クラス)の施設の耐震設計の信頼性を高める役割を担っている。本来は動的な交番荷重(周期的に大きさが正負に繰り返し作用する荷重)である地震力を、水平方向又は鉛直方向に作用する、時間が経過しても変化しない一定の力に置き換えたものである。静的地震力は、水平方向については建築基準法による層せん断力係数(注 4 2)に基づき算定している。鉛直方向については、高さ方向に一定な鉛直震度(注 4 1)に基づき算定している。

#### (注 7) 震源，震央，震央距離，震源距離

震源とは、地震が起きた場所をいい、その真上の地表面の地点を震央という。震央から震源までの深さを震源深さ、震央と地表上のある地点との距離を震央距離、震源と地表上のある地点との距離を震源距

離という。



(注 8) 地殻, マントル, プレートテクトニクス, テクトニクス, テクトニクス的背景

地球は、中心から、核（内核、外核）、マントル（下部マントル、上部マントル）、地殻という層構造になっていると考えられている。

地殻とは、地球の表層に当たるもので、その厚さは、概ね数ないし 50 km である。花崗岩、安山岩、玄武岩等で構成される。大陸を形成する大陸地殻と、海底を形成する海洋地殻とがある。

マントルとは、地球の表層を覆うプレートの底から深さ約 2900 km までの部分を指す。地球全体のおよそ 80 % の体積を占め、ケイ酸塩鉱物を主とする岩石で構成される。

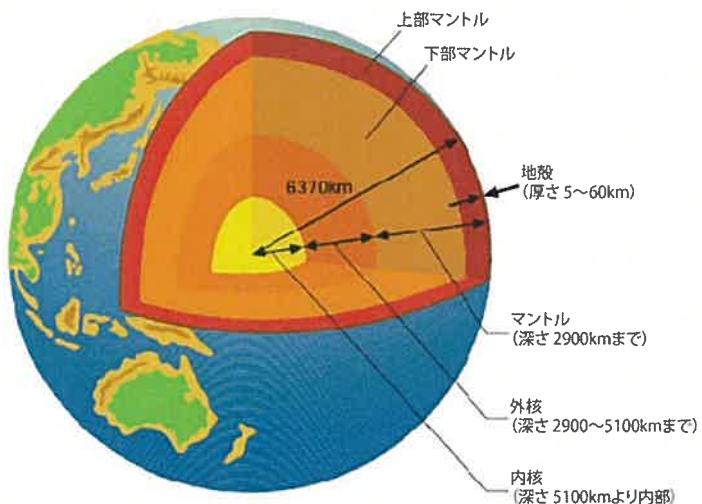
地殻と上部マントルの地殻に近いところは硬い板状の岩盤となっており、これを「プレート」と呼ぶ。地球の表面は十数枚のプレートに覆われている。プレートは、地球内部で対流しているマントルの上に乗っているため、ごく僅かであるが、少しづつ動いている。

プレートテクトニクスとは、地球の表面がプレートで覆われており、それぞれが水平運動していると考えて、地震、火山活動や地質現象を統一的に説明する考え方をいう。

テクトニクスとは、プレートの運動等の状況をいう。

テクトニクス的背景とは、プレートテクトニクスに基づくプレート境界（プレートとプレートとの境界）でのプレートの運動等の状況をいう。

被告は、地域ごとのテクトニクス的背景の類似性を検討し、本件敷地前面及び宮城県沖のいずれも、海側の太平洋プレートが陸側のユーラシアプレートに潜り込む特徴を有していることから、本件敷地が位置する東北地方について全体が同一のテクトニクスであると評価している。



(乙第92号証24ページより)

(注9) マグニチュード (M), モーメントマグニチュード ( $M_w$ ), 地震モーメント

マグニチュード (M) とは、地震の際に放出されるエネルギーを対

数で表現したものをいう。種々のマグニチュードがあるが、我が国では気象庁マグニチュード ( $M_j$ ) が一般的に用いられている。

気象庁マグニチュード ( $M_j$ ) とは、気象庁が、日本各地で観測した地震波の振幅を用いて計算するマグニチュードをいう。

モーメントマグニチュード ( $M_w$ ) とは、地震を起こした震源断層面の面積やすべり量等で表される断層運動の規模に基づき、以下の算定式で算出されるマグニチュードをいう。

$$M_w = (\log(M_0) - 9.1) / 1.5$$

ここで、地震モーメント ( $M_0$ ) は、断層運動の規模を表す量 (N m)。なお、Nはニュートンである。)をいい、震源断層(注16)付近の岩盤の硬さを表す剛性率 ( $\mu$ )、震源断層の平均すべり量 ( $D$ )、震源断層の面積 ( $S$ ) の積 ( $M_0 = \mu \cdot D \cdot S$ ) で表される。地震モーメントは、長周期の地震動の評価に当たって支配的なパラメータである。

なお、気象庁マグニチュード ( $M_j$ ) は、地震波の最大振幅を用いて求めており、一般に大きな規模の地震になると次第に規模のとおりに大きくならない性質(マグニチュードの飽和)がある。モーメントマグニチュード ( $M_w$ ) では、そのような飽和は起こらないため、規模の大きい地震はモーメントマグニチュード ( $M_w$ ) で表す。

#### (注10) 震度(気象庁震度階級)

震度とは、ある地点の地震動の強弱の程度を段階的に示す数字又は呼称をいう。震度は、人体が感じた揺れの強弱を中心に、周囲の物体の振動状況や被害の程度、地震に伴う現象等を参照して判定されるが、現在は被害の程度等と相關の高い計測震度によって定められている。その際の基準が震度階(級)で、我が国では気象庁震度階級(震度0, 1, 2, 3, 4, 5弱, 5強, 6弱, 6強, 7)が使われている。搖

れの強弱は地震被害と密接な関係があるので、震度は、地震防災上重要な情報として活用されている。建物等に被害が発生するのは震度5弱（平成8年9月以前については震度V）程度以上である。

なお、設計に用いられる水平震度（注41）及び鉛直震度は、地震動の最大加速度振幅を重力加速度（980G a1）（注11）で除した値によって示されるものであり、気象庁震度階級とは異なる。

#### （注11）加速度、G a1

地震動に関し、加速度とは、地震動による地盤や構築物等の速度がある時間内に変化する割合をいう。

最大加速度とは、地震動の継続時間中に生じる加速度振幅（速度の単位時間当たりの変化の割合）の最大値をいう。

ガル（G a1）とは、加速度の単位であり、 $1\text{ G a1} = 1\text{ cm/s}^2$ である。なお、重力加速度は980G a1である。

#### （注12）固有周期

固有周期とは、建物・構築物及び機器・配管系の特定の揺れやすい周期をいう。

#### （注13）地震発生様式、プレート間地震、海洋プレート内地震、内陸地殻内地震、海溝型地震

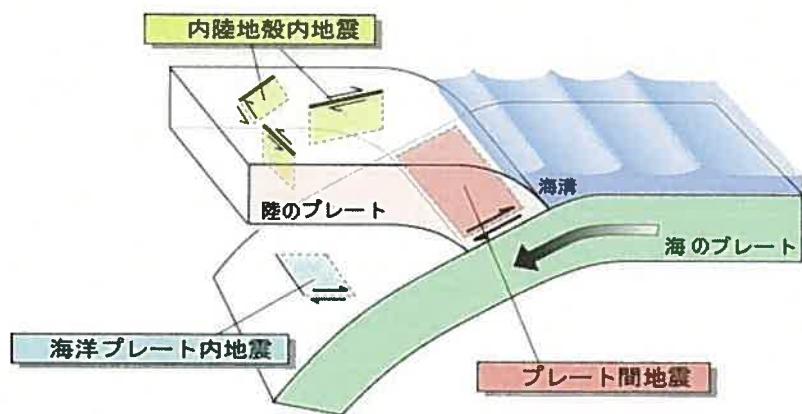
地震が発生する場所やメカニズム（地震の起こり方）の違いによる地震の分類を地震発生様式といい、大きく、内陸地殻内地震、プレート間地震、海洋プレート内地震に分類される。

プレート間地震とは、相接する2つのプレートの境界面で発生する地震をいう。

海洋プレート内地震とは、海のプレート内部で発生する地震で、発生する場所によって、沈み込む海洋プレート内地震と沈み込んだ海洋プレート内地震とに分けられる。

内陸地殻内地震とは、陸のプレートの上部地殻に生じる地震をいう。

海溝型地震とは、海のプレートと陸のプレートの境界に位置する海溝沿いで発生する地震であり、プレート間地震と海洋プレート内地震とが含まれる。



#### (注14) 地震発生層

地震発生層とは、内陸地殻内地震が発生する領域をいう。内陸地殻内地震は、岩盤がずれ動くことにより発生するものであるから、地震波を放出するためのエネルギーを蓄えられる環境でなければ発生しない。地盤の表層部分は軟らかいためエネルギーを蓄えることができず、他方、ある程度以上の深さになると、地殻の温度が高く岩石が軟らかくなっているため急激にはずれ動かないことから、エネルギーが放出されない。そのため、内陸地殻内地震が発生する深さはある一定の範囲に限られる。

地震発生層の厚さは地域によって異なる。

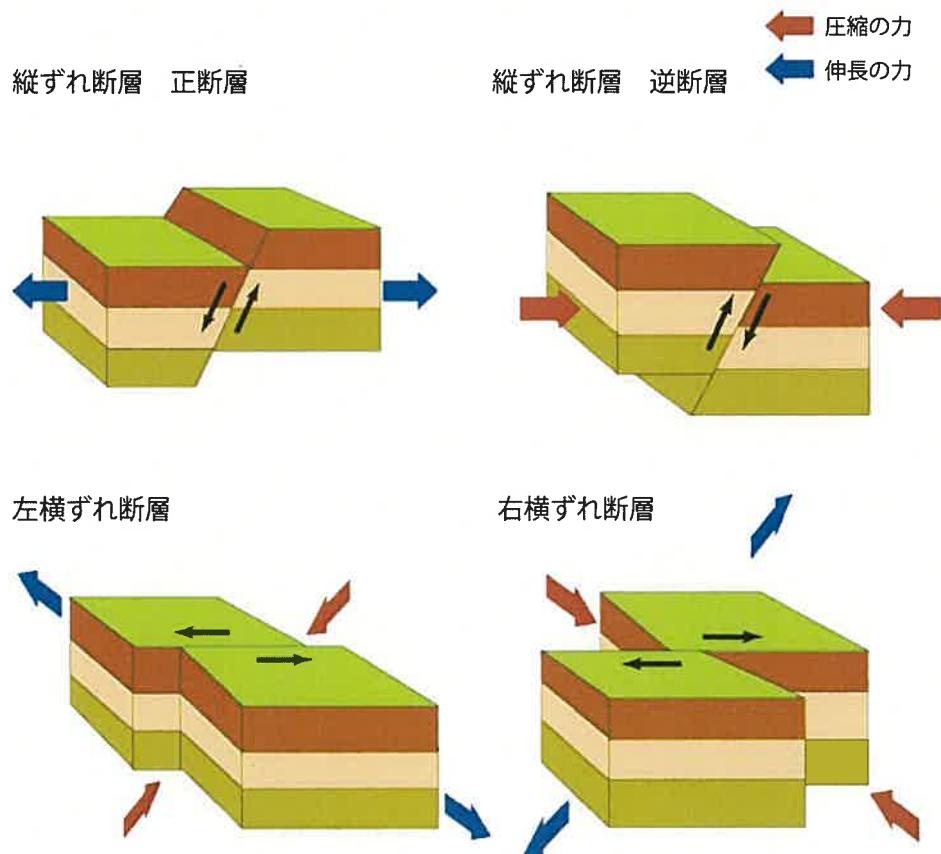
(注 15) 縦ずれ断層，上盤，正断層，逆断層，横ずれ断層

縦ずれ断層とは，断層面を境として両側の地盤が上下方向に動く形となる断層をいう。

正断層とは，上盤側（断層面の上側）の地盤が断層面上をすべり落ちる形となる断層をいい，引張力が働く場で形成される。

逆断層とは，上盤側の地盤が断層面上をのし上がる形となる断層をいい，圧縮力が働く場で形成される。

横ずれ断層とは，断層面を境として両側の地盤が水平方向に動く形となる断層をいい，特に断層面の手前から見て奥側の地盤が左に動く場合を左横ずれ断層，右に動く場合を右横ずれ断層といふ。



(乙第92号証26ページより)

#### (注 1 6) 震源断層, 震源断層面

震源断層とは, 地下深い位置で発生する地震の原因となる岩盤の破壊面(断層)をいう。

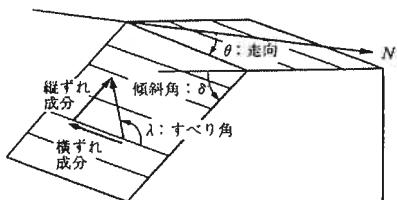
地震は, 震源断層が面状にずれ破壊を起こすことにより生じ, このずれ破壊の領域を震源断層面という。

#### (注 1 7) 走向, (断層) 傾斜角, すべり角

走向とは, 震源断層面が水平面(例えば, 地表面)と交わる線の方向をいい, 北から時計回りの角度で示す。例えば, N 40° E は, 北から東へ 40° 回転した方向を示す。

(断層) 傾斜角とは, 震源断層面と水平面とのなす角度をいい, 地下の断層の形状を表す断層パラメータ(注 4 8)の一つである。

すべり角とは, 震源断層面の上盤の下盤に対する相対的なすべり方向をいい, 断層の走向から断層面に沿って反時計回りの角度で表す。



(島崎・松田(1994)「地震と断層」より)

#### (注 1 8) 震源特性

震源特性とは, 震源断層においてどのような破壊が起ったかを表す特性をいう。具体的には, 断層面積, 地震の規模(マグニチュード), アスペリティ(注 2 2)の位置・面積・応力降下量等をいう。

#### (注 19) 地震波の伝播特性、地盤の増幅特性

地震波の伝播特性（「伝播経路特性」ともいう。）とは、地震波が震源から敷地地盤に伝播する際、どのように地殻内（岩盤中）を伝わってきたかを表す特性をいう。最も代表的な伝播特性の例として、敷地が震源から離れるほど敷地に到達する地震波の大きさは小さくなる（減衰する）ことが挙げられる。地震基盤面（注 20）より深部の地殻・マントルでは、伝播速度の変化は比較的少なく、地震波の反射、屈折による変化も大きくないため、距離に応じて振幅が減少する効果のみを考えることが多い。

地盤の増幅特性（「サイト特性」ともいう。）とは、観測点近傍の地盤構造によって地震波がどのような影響を受けるのかを示すものであり、敷地深部の岩盤に到達した地震波に対して、その上部にある堆積層の物性や構造等により付加される特性をいう。

#### (注 20) 地震基盤

地震基盤とは、これより深部では速度が急激に変化しない速度層の境界（その S 波速度（注 24）は概ね  $3 \text{ km/s}$  程度と考えられている。）のことをいい、その面を地震基盤面という。

一般に、地震基盤面以浅では、地表に近づくにつれて S 波速度が小さい層となり、地震波が増幅するが、地震基盤面から深さ  $10 \text{ 数 km}$  までの上部地殻と呼ばれる部分では、S 波速度が  $3 \text{ ないし } 3.5 \text{ km/s}$  でほぼ一定となるため地震波の増幅はないと言われている。

なお、本件再処理工場の地震基盤面の深さは標高  $-3045 \text{ m}$  である。

#### (注 21) 速度構造

地盤には硬いものも軟らかいものもあるが、一般的には深い地盤ほど硬い。また、地震波（S波、P波）は、硬い地盤では速く、軟らかい地盤では遅く伝播する。速度構造とは、これらの地震波の伝播速度の地盤における分布状況のことをいい、通常、地盤の地質・地質構造等による影響を受ける。

#### (注22) アスペリティ、アスペリティの応力降下量

アスペリティとは、震源断層の中で特に強い地震波を生成する領域（すべり量や応力降下量が大きい領域）をいう。

断層破壊が発生すると、周囲に蓄積されていたひずみエネルギーの全部又は一部が解放され、震源断層面上のせん断応力（せん断力が作用したときに、単位面積当たりに生じる応力）が降下する。この降下したせん断応力、すなわち、地震発生前のせん断応力と地震発生後のせん断応力との差が震源断層面全体の応力降下量である。

アスペリティの応力降下量は、震源断層面全体の応力降下量のうち、アスペリティ部分における応力降下量であり、強震動に及ぼす影響が大きい断層パラメータの一つである。震源特性のうち強震動に直接影響を与える短周期レベル（注54）を大きくすると、（アスペリティの面積が一定であれば）アスペリティの応力降下量も比例して大きくなる。

#### (注23) 解放基盤表面、自由表面

解放基盤表面とは、基準地震動を策定するために、基盤面上の表層及び構造物がないものとして仮想的に設定する自由表面であって、著しい高低差がなく、ほぼ水平で相当な拡がりを持って想定される基盤の表面をいう。解放基盤表面は、概ねS波速度が700m/s以上の

硬質地盤に設定するものとされている。本件再処理工場では標高 - 70 m に設定されている。

自由表面とは、面に対する垂直方向の応力が 0 となる面をいう。なお、岩盤の硬さと S 波速度とには相関性があり、硬い岩盤ほど S 波速度が大きくなる。

#### (注 2 4) S 波速度 ( $V_s$ ), S 波, P 波速度 ( $V_p$ ), P 波

岩石中では、縦波（疎密波）と横波（せん断波）の 2 種類の弾性波（弾性体の中を伝わる波）が伝わり、地震学では縦波を P 波（Primary wave）、横波を S 波（Secondary wave）という。

P 波の伝播する速度を P 波速度 ( $V_p$ ) といい、S 波の伝播する速度を S 波速度 ( $V_s$ ) という。

弾性波速度は、岩盤の硬さの指標や安定性の検討等に用いられる。

#### (注 2 5) 共振

共振とは、振動系（一体となって振動する部分の総称）の固有周期と外部からの振動の周期とが一致したとき、その振動系の振幅が著しく大きくなる現象をいう。地震応答解析（注 2 6）を行うことによつて、共振を考慮した地震力を算定することができる。

#### (注 2 6) 応答、応答加速度、地震応答解析

応答とは、建物・構築物及び機器・配管系が地震動を受けた際の、当該建物・構築物及び機器・配管系自体の揺れをいい、この揺れ方の特徴を応答性状という。

応答加速度とは、建物・構築物及び機器・配管系が地震動を受けた際の応答を表すパラメータのうち、当該建物・構築物及び機器・配管

系の任意の箇所における加速度をいう。

地震応答解析とは、地震動によって建物・構築物及び機器・配管系が受ける影響（応答）を解析的に求めること全般をいう。その手法として、時刻歴応答解析法やスペクトルモーダル解析法等が挙げられる。原子力発電所や再処理施設の耐震設計においては、地震動に対して、建物・構築物及び機器・配管系の各部が、どのような力を受けたり変形したりするかを検討するために、これらを適切な解析モデルに置き換え、地震応答解析を行っている。

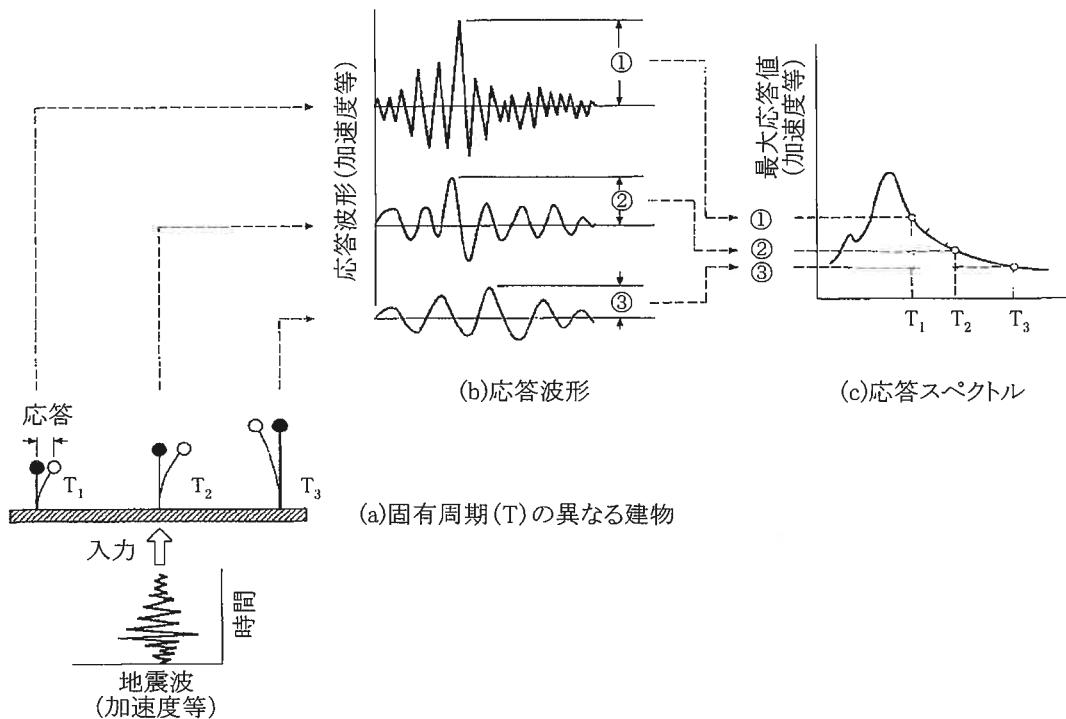
#### (注 27) 短周期領域

短周期領域とは、地震動の周期が1秒程度未満の周期帯域をいう。

#### (注 28) 応答スペクトル、設計用応答スペクトル

応答スペクトルとは、地震動が様々な固有周期を持つ建物・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、グラフの縦軸に加速度等の応答値、横軸に固有周期をとて、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、応答値のとる量の種類（加速度、速度、変位等）により、加速度応答スペクトル、速度応答スペクトル又は変位応答スペクトル等と称される。加速度応答スペクトルを作成することにより、建物・構築物及び機器・配管の固有周期が分かれれば、建物・構築物及び機器・配管系に作用する地震力の大きさを把握することができる。

設計用応答スペクトルとは、基準地震動の策定において、検討用地震ごとに評価された応答スペクトルをもとに設定される応答スペクトルをいう。



### (注 29) 強度, 剛性

強度とは、ある物質が破壊するか、それが役に立たなくなるときの応力をいう。

剛性とは、荷重が作用した場合の構造物又は構造部材の変形に対する抵抗の度合いをいう。剛性は、材料の性質、部材断面の形状、構造物の固定方法等により定まる。

構造物の剛性が相対的に高く、地震動等による外力を受けた場合に、変形を起こしにくい構造物を剛構造という。これに対して、外力を受けた場合に変形を起こしやすい構造物（例えば、超高層ビル）を柔構造という。

構造物の固有周期は、その重量と剛性とで決まるため、相対的にみて柔構造の構造物の固有周期は長周期であり、剛構造の構造物の固有周期は短周期である。

### (注 3 0) 耐力, 終局耐力

耐力とは、材料に一定量の永久的な変形をもたらす応力をいう。

終局耐力とは、建物・構築物及び機器・配管系に作用する荷重が漸次増大した際、その変形又はひずみが著しく増加する状態(終局状態)に至る最大荷重をいう。

### (注 3 1) 設計用最強地震, 設計用限界地震

設計用最強地震とは、基準地震動  $S_1$  をもたらす地震をいう。耐震設計審査指針(旧指針)では、「歴史的資料から過去において敷地又はその近傍に影響を与えたと考えられる地震が再び起り、敷地及びその周辺に同様の影響を与えるおそれのある地震及び近い将来敷地に影響を与えるおそれのある活動度の高い活断層による地震のうちから最も影響の大きいものを想定する」としている。

設計用限界地震とは、基準地震動  $S_2$  をもたらす地震をいう。旧指針では、「地震学的見地に立脚し設計用最強地震を上回る地震について、過去の地震の発生状況、敷地周辺の活断層の性質及び地震地体構造に基づき工学的見地からの検討を加え、最も影響の大きいものを想定する」としている。

### (注 3 2) 地震地体構造

地震地体構造とは、地震規模、震源深さ、発震機構(地震波の放射パターンを決める震源の力学モデル)、発生頻度等に着目するとき、地震の発生の仕方に共通の性質を持っている、ある拡がりを持った一定の地域の地質構造をいう。

垣見ほか(2003)「日本列島と周辺海域の地震地体構造区分」等により、日本列島と周辺域の地震地体構造が区分されている。

### (注 3 3) 被害地震

被害地震とは、過去に発生した地震のうち家屋、人工構造物、地盤等に被害のあった地震のことをいう。

### (注 3 4) 応答スペクトルに基づく地震動評価

応答スペクトルに基づく地震動評価とは、多数の地震観測記録を分析して求めた経験的な関係に基づき、マグニチュードと震央距離により解放基盤表面における地震動の応答スペクトルを評価する手法をいう。

同手法には、大崎の方法（注 3 5）や Noda et al. (2002) の方法等がある。

### (注 3 5) 大崎の方法

大崎の方法とは、Ohsaki, Yorihiko (1979) 「Guideline for Evaluation of Basic Design Earthquake Ground Motions」に示されている応答スペクトルに基づく地震動評価方法であり、マグニチュードと震央距離により解放基盤表面における速度応答スペクトルを評価する手法としてとりまとめられたものである。大崎順彦東京大学工学部教授（当時）が昭和 54 年に提案したため、「大崎の方法」と呼ばれている。大崎の方法は、本件再処理工場の耐震設計において、基準地震動  $S_1$  及び  $S_2$  の評価に用いられている。

### (注 3 6) 設計用模擬地震波

設計用模擬地震波とは、実地震波を模擬してつくった人工的な地震波（時刻歴波形）をいう。

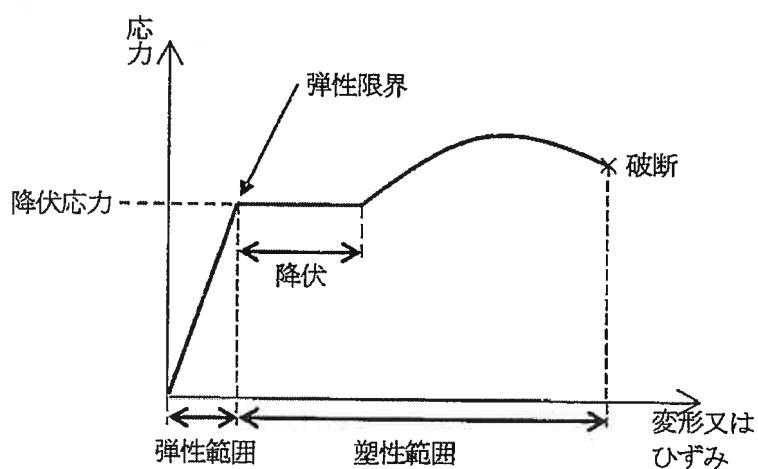
### (注 3 7) 弹性範囲, 塑性変形, 降伏点

物体に力を加えたときに生じた変形（ひずみ）が、その力を除いたときに完全に元の状態に戻る性質を弾性といい、弾性範囲とは、ひずみと応力とがほぼ比例するとみなせる範囲をいう。

例えば、鋼材に引っ張る力を加えた場合、荷重（力）の大きさに応じて変形し、荷重を除くと元の状態に戻る。しかし、荷重がある大きさを超えた時点で、それ以上の力を加えなくても変形が急激に進む。この荷重の限界点を弾性限界、一定以上の力を加えなくても変形が進む現象を降伏、このときの応力を降伏応力という。降伏後は力を除いても元の状態には戻らなくなる。また、降伏後さらに力を加えていくと、破断に至る。

降伏点とは、弾性限界における降伏応力をいう。

物体に力を加えたときに生じた変形（ひずみ）がその力を除いたときに完全には元の状態に戻らず、永久的な変形（ひずみ）が残る性質を塑性といい、この変形を塑性変形という。



### (注 3 8) 耐震壁

耐震壁とは、建物・構造物の壁のうち、主として地震力の水平方向の力に抵抗する壁をいう。原子力発電所や再処理工場の施設は、厚い耐震壁を多く配置することによって、地震に強い構造としている。

#### (注 3 9) 応力、応力値、応力解析

応力（応力値）とは、ある物体に対して外部から与えられた力（外力）が作用したとき、これに抵抗するように物体内部で生ずる力又はその単位面積あたりの力をいう。

応力解析とは、作用する外力により、物体に生じる応力（応力値）を求める解析をいう。

#### (注 4 0) 許容限界

許容限界とは、建物・構築物及び機器・配管系の設計や耐震安全性の評価等において、応力値やひずみ等について達成すべき目標に応じて定めた上限の値をいう。許容限界は、荷重の種類（常時作用する荷重、地震時の荷重のような短期的に作用する荷重等）、使用材料の種類等を考慮して設定される。

#### (注 4 1) 水平震度、鉛直震度

設計に用いられる水平震度及び鉛直震度は、水平方向に作用する震度及び鉛直方向に作用する震度をいうが、それぞれ地震動の最大加速度振幅を重力加速度（980 G a 1）で除した値によって示されるものであり、気象庁震度階級とは異なる。

#### (注 4 2) せん断力、層せん断力係数

せん断力とは、正方形の物体に作用することで、面積を変えずに形

状をゆがめる（平行四辺形に変形する）ことができる力をいう。せん断力が作用したときに、単位面積あたりに作用するせん断力をせん断応力という。

建物・構築物が水平方向の地震力を受けた時、各階には、その階を水平方向にずらそうとする力が生ずる。この力を層せん断力といふ。

層せん断力係数とは、地震により建物のある階層に生ずるせん断力を、その階層から上層の建物全重量で除した値をいふ。建築基準法では、層せん断力係数についての規定を設けて建物の耐震性を確保している。すなわち、標準せん断力係数0.2以上とし、建物の振動特性、地盤の種類等を考慮して、各階の層せん断力係数を求め、それを用いて各階の層せん断力を算出し、各部材の評価基準値を満足するよう設計することによって建物の耐震性を確保する。

耐震設計審査指針（旧指針）において必要とされる層せん断力係数は、建築基準法と同じく、標準せん断力係数を0.2として、建物の振動特性等を考慮して求めた値に、耐震重要度分類に応じた係数（Aクラス3.0, Bクラス1.5, Cクラス1.0）を乗じて算定される。新耐震設計審査指針及び再処理指定基準規則の解釈においても、耐震重要度分類に応じた係数（Sクラス3.0, Bクラス1.5, Cクラス1.0）を用いて旧指針と同様に算定される。

#### （注43）地震調査研究推進本部

地震調査研究推進本部とは、政府が行政施策に直結すべき地震に関する調査研究を一元的に推進するため、地震防災対策特別措置法に基づき総理府に設置され、平成13年1月の省庁再編により、文部科学省に移管された政府の特別の機関をいふ。

地震本部の下部組織として、地震防災対策特別措置法10条の規定

に基づき、地震に関する観測、測量、調査又は研究を行う関係行政機関、大学等の調査結果等を収集し、整理し、及び分析し、並びにこれに基づき総合的な評価を行うため、専門家から構成される地震調査委員会が設置されている。

(注 4 4) 震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）（強震動予測レシピ）

強震動予測レシピとは、震源断層を特定した地震を想定した場合の強震動を高精度に予測するための標準的な方法について、文部科学省地震調査研究推進本部地震調査委員会により取りまとめられたものをいう。強震動予測手法の構成要素となる震源特性、地下構造モデル、強震動計算、予測結果の検証の現状における手法や震源特性パラメータの設定に当たっての考え方を取りまとめられており、①特性化震源モデルの設定、②地下構造モデルの作成、③強震動計算、④予測結果の検証の 4 つの過程からなっている。

強震動予測レシピについては、地震調査研究推進本部地震調査委員会強震動評価部会により、平成 12 年（2000 年）鳥取県西部地震、平成 15 年（2003 年）十勝沖地震及び平成 17 年（2005 年）福岡県西方沖の地震の観測波形と、これらの地震の震源像を基に強震動予測レシピを用いて行ったシミュレーション解析により得られる理論波形とを比較検討した結果、整合的であることが確認されている（乙第 97 号証 1 ページ）。

地震ガイドでは、断層モデルを用いた手法による地震動評価（注 4 5）においては、断層パラメータについて、活断層調査結果等に基づき、強震動予測レシピ等の最新の研究成果を考慮し設定されていることを確認することとされている（甲第 28 号証 4 ページ、5 ページ）。

#### (注 4 5) 断層モデル、断層モデルを用いた手法による地震動評価

断層モデルとは、震源断層面を強震動予測の計算手法に用いるためにモデル化したものという。

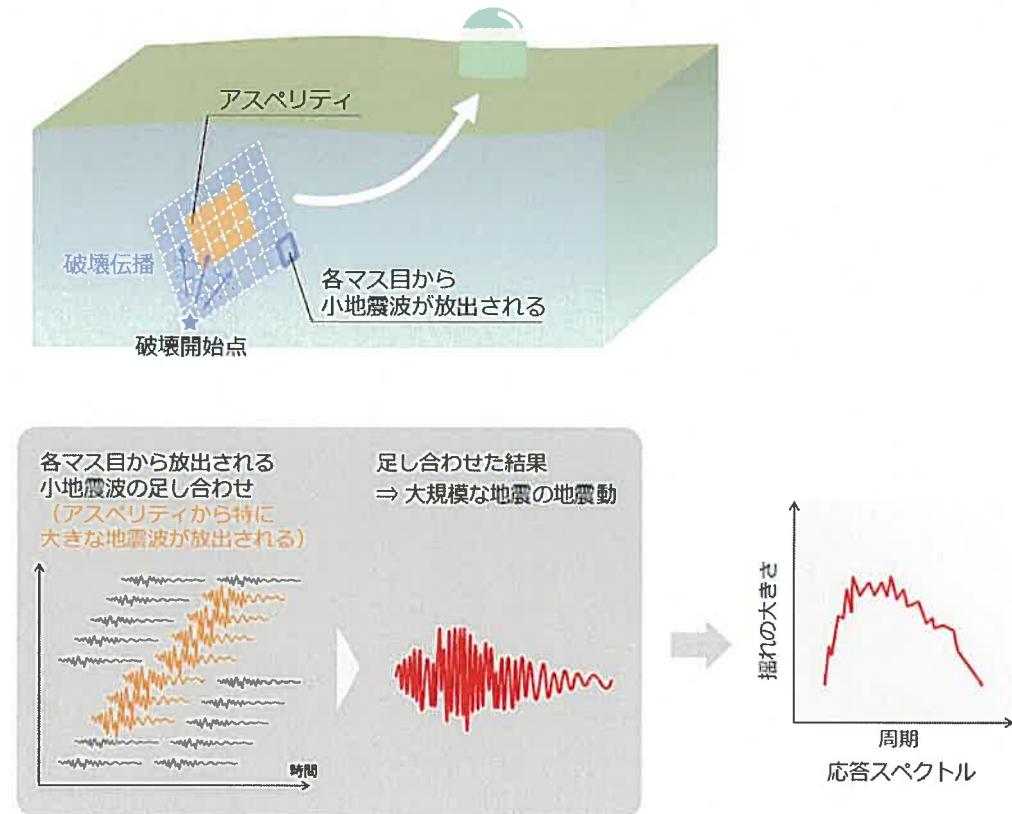
断層モデルを用いた手法による地震動評価とは、断層面積や地震規模のような震源の全体像を表す巨視的断層パラメータ（注 4 8）と、震源断層の中の不均質性を表すアスペリティ面積やアスペリティの応力降下量等の微視的断層パラメータ（注 4 8）との両方を考慮することで、断層の面的効果（敷地との相対的な位置、破壊の伝播方向等）を適切に反映して地震動を算定することができ、震源が敷地に近く、その破壊過程が地震動評価に大きな影響を与えると考えられる地震については、特に有効な手法である。

同手法としては、経験的グリーン関数法（注 7 7）等のいくつかの手法が提案されている。

断層モデルを用いた地震動評価の手法は、具体的には、下図のように、地震の震源断層面を細分化した各要素から放出される小地震の地震波形を合成することによって、地震の地震波形を計算することから、波形合成法とも呼ばれる。

なお、アスペリティからは、振幅の比較的大きな地震波が放出されることが知られており、断層モデルを用いた手法によりこの効果を地震動評価に反映させることもできる。

### ■断層モデルを用いた手法による地震動評価の概念図



(注 4 6 ) 第四紀，新第三紀中新世，中期更新世，後期更新世，古第三系，新第三系中新統，新第三系鮮新統，第四系下部更新統，第四系中部更新統，第四系上部更新統

地質年代（地質に関する年代）は、大きくは、古生代、中生代及び新生代に区分されている。そのうち新生代（約 6 5 5 0 万年前から現在まで）は、古第三紀、新第三紀及び第四紀の三つに区分されている。

古第三紀とは、約 6 5 5 0 万年前から約 2 3 0 0 万年前までの地質年代のことをいう。

新第三紀は、中新世及び鮮新世に区分されている。新第三紀中新世とは、約 2 3 0 0 万年前から約 5 3 0 万年前までの地質年代のことをいう。

第四紀(約260万年前から現在まで)は、地質年代最新の時代で、更新世(約260万年前から約1.2万年前まで)及び完新世(約1.2万年前から現在まで)に区分されている。さらに、更新世は、前期更新世(約260万年前から約77.4万年前まで)、中期更新世(約77.4万年前から約12.9万年前まで)、後期更新世(約12.9万年前から約1.2万年前まで)に細分されることがある。

古第三紀、中新世、鮮新世、第四紀、更新世、完新世に堆積した地層・岩石(地質系統)を、それぞれ、古第三系、中新統、鮮新統、第四系、更新統、完新統という。

更新統のうち、前期更新世に形成されたものを下部更新統、中期更新世に形成されたものを中部更新統、後期更新世に形成されたものを上部更新統という。

上記及び下表の年代の値は、日本地質学会(2020)「地質系統・年代の日本語記述ガイドライン」を参考としている。

| 代   | 紀    | 世   | 期 | 年代<br>(百万年前) |
|-----|------|-----|---|--------------|
| 新生代 | 第四紀  | 完新世 |   | 0.012        |
|     |      | 後期  |   | 0.129        |
|     |      | 中期  |   | 0.774        |
|     |      | 前記  |   | 2.6          |
|     | 新第三紀 | 鮮新世 |   | 5.3          |
|     |      | 中新世 |   | 23.0         |
|     | 古第三紀 |     |   | 65.5         |
| 中生代 |      |     |   |              |

#### (注47) 距離減衰式

距離減衰式とは、地震の規模と震源からの距離の関係により想定される地震による揺れの最大加速度、応答スペクトル等を経験的に算定する関係式をいう。一般的にある地点において観測される地震動は、地震により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

ど大きくなる性質があるため、距離減衰式においては、地震の規模（例えばマグニチュード）や震源から距離（例えば震央距離）を主要なパラメータとして、想定される地震動の強さ（最大加速度、応答スペクトル等）を予測する。距離減衰式は、過去に発生した地震のデータを統計的に処理して設定される回帰式であり、データを積み重ねた事実に基づいているため信頼性が高い。

Noda et al. (2002) の方法（注82）は、距離減衰式の一つである。

#### (注48) 断層パラメータ、巨視的断層パラメータ、微視的断層パラメータ

断層パラメータ（震源特性パラメータ、震源断層パラメータともいう。）とは、断層モデルを用いた手法により地震動を評価する際に必要となる諸元のうち、震源断层面に関する諸元のことであり、「巨視的断層パラメータ」、「微視的断層パラメータ」及び「その他の断層パラメータ」に分けられる。

巨視的断層パラメータ（巨視的震源断層パラメータともいう。）とは、震源断层面の形状や規模等その全体的な特性を示すものであり、その諸元には、震源断层面の位置や走向・長さ・幅・深さ・傾斜角、地震規模、平均すべり量（地震が発生する前と発生した後との震源断层面の平均的なずれ量のこと）等がある。

微視的断層パラメータ（微視的震源断層パラメータともいう。）とは、震源断层面内での細かな特徴を表すものであり、その諸元には、アスペリティの位置・個数・面積、アスペリティと背景領域（アスペリティ以外の範囲）の応力降下量等がある。

その他の断層パラメータ（その他の震源特性ともいう。）とは、巨

視的断層パラメータ及び微視的断層パラメータ以外のパラメータであり、岩盤のずれ破壊に関する特性として破壊伝播速度、破壊開始点（注86）等がある。

なお、パラメータとは変数のことという。

#### （注49）位相

位相とは、振動や波動のような周期的な運動をするものが、一周期（ $0^\circ$ ないし $360^\circ$ ）のうちどのタイミングにあるかを示す量をいう。

#### （注50）地盤物性

地盤物性とは、地盤の強度、剛性（硬軟）等の物理的性質をいう。なお、これらの性質を数値化したものを地盤の物性値（地盤物性値）という。

#### （注51）原子炉建屋基礎版、原子炉建屋基礎版上

原子炉建屋基礎版（基礎マット）とは、原子炉建屋の底面となる構造部分であり、鉄筋コンクリート造の厚い平板からなる基礎をいう。

原子炉建屋基礎版上とは、原子炉建屋最下階である。

#### （注52）設計用地震動

設計用地震動とは、耐震設計を行う際に用いられる地震動をいう。

#### （注53）原子力安全・保安院

原子力安全・保安院とは、平成13年1月、原子力その他のエネルギーに係る安全及び産業保安の確保を図るために、経済産業省設置法

(平成 11 年法律第 99 号)に基づき経済産業省の外局である資源エネルギー庁に設置された組織をいう。同院は、本院（経済産業研究所を含む。）、原子力保安検査官事務所及び産業保安監督部で構成され、それぞれ次の役割を担っていた。

本院は、原子力安全委員会（注 56）とともに原子力の安全確保についてダブルチェックを行う。原子力保安検査官事務所は、原子炉施設、核燃料施設に設置され、原子力保安検査官及び原子力防災専門官が常駐し、それぞれの施設に対する安全規制と防災対策を行う。産業保安監督部は、原子力発電所を除く電力、都市ガス、火薬類、高圧ガス、鉱山等に関する安全確保を目的にして、監督・検査等を実施する。

なお、原子力安全・保安院が担っていた原子力安全に係る規制事務は、原子力規制委員会の事務局として平成 24 年 9 月 19 日に発足した原子力規制庁に移管され、それに伴い同院は廃止された。

#### (注 54) 短周期レベル、平均的な内陸地殻内地震の短周期レベル

短周期レベルとは、震源から放射された揺れの短周期領域における強さを示す値 ( $N \text{ m} / \text{s}^2$ ) をいう。なお、N はニュートンである。

短周期レベル (A) は、断層モデルを用いた手法における微視的断層パラメータの一つであり、アスペリティの面積 (S<sub>a</sub>) の平方根とアスペリティの応力降下量 ( $\Delta \sigma_a$ ) との積に比例する値として以下の関係式で表される。

$$A = 4 \cdot \sqrt{\pi} \cdot \sqrt{S_a} \cdot \Delta \sigma_a \cdot \beta^2$$

ここで、A : 短周期レベル

S<sub>a</sub> : アスペリティの面積

$\Delta \sigma_a$  : アスペリティの応力降下量

$\beta$  : 媒質の S 波速度

短周期レベルは、原子力発電所、再処理工場等の耐震設計で重要な短周期の地震動の評価に当たって支配的なパラメータである。

平均的な内陸地殻内地震の短周期レベルに関する既往の知見として、壇一男ほか（2001）「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」（以下「壇ほか（2001）」という。）があり、原子力安全・保安院は、新潟県中越沖地震の短周期レベルについて、壇ほか（2001）による地震モーメントと短周期レベルとの経験的関係と比較して検討した。

#### （注55）褶曲構造

褶曲（褶曲構造）とは、層状の地層に水平方向の力が作用すること等により、波状に曲がった地層をいう。

#### （注56）原子力安全委員会

原子力安全委員会とは、昭和53年10月、原子力の安全確保体制を強化する目的をもって、原子力委員会の機能のうち、安全規制を独立して担当するものとして総理府に設置された（中央省庁等改革関係法施行法（平成11年法律第160号）により、平成13年1月6日以降は内閣府に設置されるものとされた。）組織をいう。原子力安全委員会は、原子力の研究、開発及び利用に関する事項のうち、安全の確保に関する事項について企画、審議し及び決定する権限を有していた。また、原子力安全委員会の下には、原子炉安全専門審査会、核燃料安全専門審査会をはじめとする各種の専門部会等が組織され、調査・審議が行われていた。なお、原子力安全委員会は、原子力規制委員会の設置に伴い、平成24年9月19日をもって廃止された（原子

力規制委員会設置法附則13条)。

#### (注57) 変動地形、変動地形学的調査、空中写真判読

変動地形とは、長い地質時代の間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、地形の切断、摺曲及び撓曲(注別-6)等として確認される。

変動地形学的調査とは、空中写真判読等を行って地形を注意深く観察し、段丘面(注67)等の地形を抽出し、断層地形の可能性がある地形を見出していく調査方法をいう。

空中写真判読とは、一定の高度から地上を撮影した写真を、実体視鏡と呼ばれる器具を用いて立体視することにより、段丘面の区分やリニアメント(注70)の抽出、分析を行う調査をいう。

#### (注58) 地表地質調査

地表地質調査とは、野外において地表に露出している岩石の種類や性質、断層等を詳細に観察し記録するとともに、その位置及び方向を地形図に記入し、地質図として総合的に取りまとめる調査方法をいう。

#### (注59) 物理探査

物理探査とは、地下における岩石、地層の分布及び構造、鉱床の存在などを探査するための地球物理学的探査手法の総称のことをいう。測定する物理量には、自然現象によるものと人為的なものとがある。利用する自然現象の特性や物理量によって、重力探査、弾性波探査(地震探査)(注65)、物理検層等に大別される。地下資源の探査をはじめ、土木工事等の基礎的調査手法として広く利用されている。

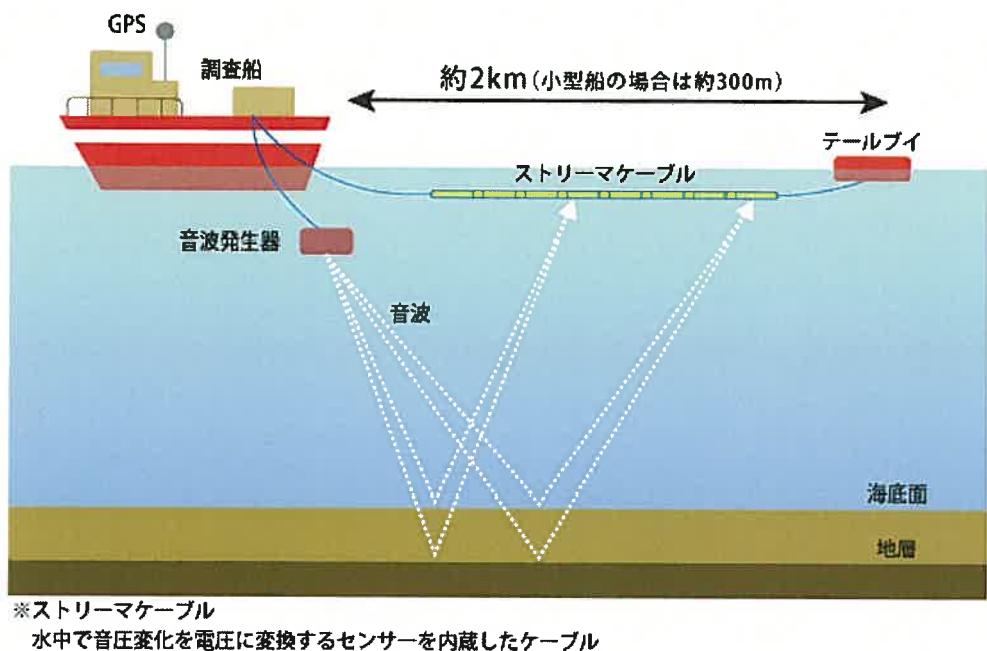
#### (注 6 0 ) ボーリング調査

ボーリング調査とは、掘削機を用いて地中に孔を掘るボーリングによって、地表から地下に筒状の穴を掘り、地層を採取して地下の状態を調べる地質調査をいう。



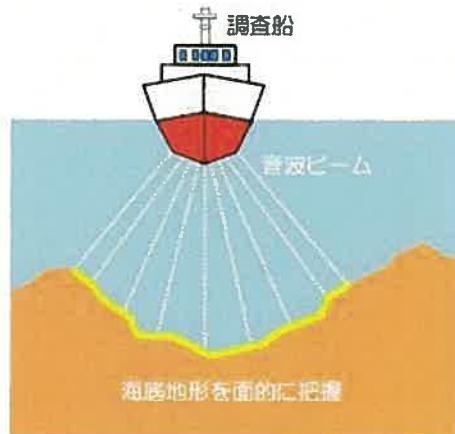
#### (注 6 1 ) 海上音波探査

海上音波探査とは、海中で発振した音波が海底下の地層の境界面等に反射して戻ってくる音波を連続的にとらえることにより、海底下の地層の重なりを把握する調査方法をいう。資源の調査や海底地質調査等に用いられている。



### (注 6 2) 海底地形面調査

海底地形面調査とは、船舶に搭載した音響測探機を用いて、海底の地形状況を把握する調査方法をいう。海底の微地形を精度良く測定するため、一度に広範囲を測定できるマルチビーム型の音響測探機を船舶に搭載し、船底から規則的に多数のビーム（幅の狭い音波）を扇形に発射させながら航行する。航行する際、地形面からの反射波を多数の受波器で受信し、それらの往復時間から船底と海底との間の距離を測定し、これらのデータから海底の地形図や地形陰影図を作成している。

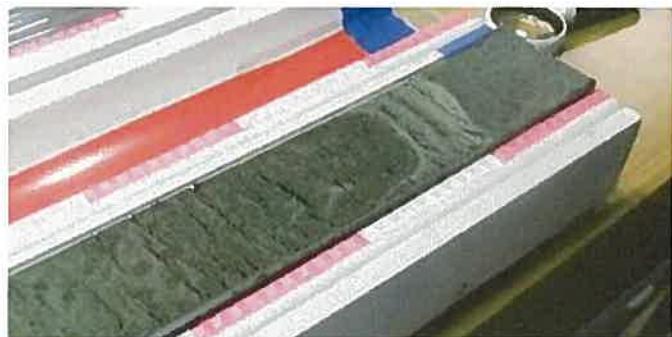


### (注 6 3 ) 海上ボーリング調査

海上ボーリング調査とは、海底下の土や岩石等を棒状の試料として採取しこれを観察して地質の状況を把握する調査をいい、船上に櫓を設置して行うものと海上に足場と櫓を設置して行うものとがある。



下北太平洋沖海上ボーリング調査に用いた地球深部探査船「ちきゅう」



採取した試料（ボーリングコア）

#### （注 6 4）トレンチ調査

トレンチ調査とは、地表から深さ数メートルの溝（トレンチ）を掘って、掘削面の地盤の状況等を直接観察する調査方法をいう。



#### （注 6 5）弾性波探査、屈折法地震探査、反射法地震探査

弾性波探査とは、物理探査の手法の一つであり、地表で人工的に発生させた弾性波（地震波）の伝播状況を地表の測定装置で観測、解析して地質構造を把握する調査をいう。

屈折波を利用して求めた地層中の弾性波速度から地質構造を把握

する弾性波探査を屈折法地震探査といい、地層の境界等からの反射波を検出して地質構造を把握する弾性波探査を反射法地震探査という。

なお、海域において行われる反射法地震探査については、その発振源がいずれも音波を発するものであることから、特に海上音波探査とも呼ばれる。



起振車により人工的に弾性波を発生させている様子

#### (注 6 6) 試掘坑調査

試掘坑とは、地下の岩盤の様子を直接調べるために掘削した一辺が2ないし3mの矩形断面のトンネルをいう。

試掘坑調査とは、このトンネル内で岩盤の状態の観察や、必要に応じてその強さ等を把握するための岩盤試験等を実施する調査をいう。なお、岩盤試験とは、岩盤を露出させた場所で、岩盤の持つ硬さや性質を試験することで、岩盤上に置いた平板に荷重を負荷して岩盤の変形特性や強度特性を調べる岩盤変形試験や岩盤支持力試験等からなる。

#### (注 6 7) 段丘面、段丘堆積層

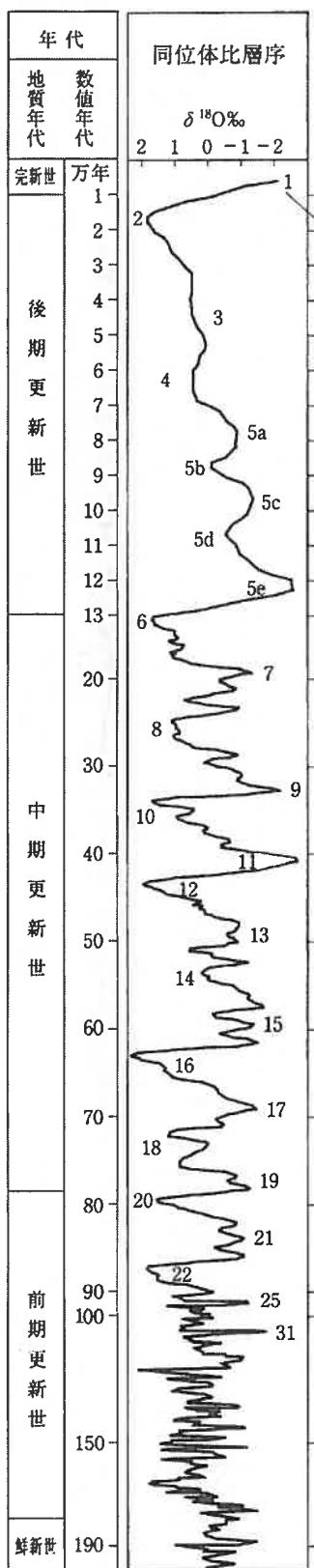
段丘とは、川、海、湖等に隣接していて、平坦面と急崖が階段状に配列している地形をいう。このうち平坦面を段丘面といい、段丘面の下には、そこがかつての河床・浅海底・湖底であったことによる堆積物が存在し、この堆積物からなる地層を段丘堆積層という。

一つの地域に数段の段丘面がある場合には、高い方から低い方に、高位段丘面（高位面）、中位段丘面（中位面）、低位段丘面（低位面）と呼ぶ。一般的には高い段丘面ほど古い時代に形成されたものである。

#### (注 6 8) 酸素同位体ステージ (M I S, Marine Isotope Stage)

酸素同位体ステージ (M I S) とは、地球の気候変動サイクルのステージ区分をいい、温暖期と寒冷期に区分されている。この区分は、深海底ボーリングコア中の有孔虫の殻に含まれる質量数 16 の酸素と質量数 18 の酸素の同位体比を連続的に測定して温度変化を解析することによって行われている。M I S は、完新世の温暖期をステージ 1、最終氷期の最寒冷期をステージ 2 というように新しい方から順に番号が付されており、奇数が温暖期、偶数が寒冷期に当たる。

さらに、各ステージの中で特徴的なピークにはアルファベット又は小数点以下の番号が付されており、例えば、ステージ 5 では、新しい方から順に 5 a, 5 b, 5 c, 5 d, 5 e の 5 期に細分されている。



小池一之、町田洋ほか（2001）「海成段丘アトラス」  
(東京大学出版会)に被告において一部加筆

#### (注 6 9) 応力場

応力場とは、地球表面の地殻内（地層）にどのような力が加わっているかを示すもので、水平方向に両方向から押されていれば圧縮応力場、逆に両方から引っ張られていれば引張応力場という。

#### (注 7 0) リニアメント

リニアメントとは、崖・鞍部（注別一7）等の連続の良い直線上ないし弧状の配列、あるいは、段丘面等のたわみや傾動等、活断層や活褶曲に起因した変動地形の可能性がある地形をいう。

$L_B$  リニアメントとは、社団法人土木学会原子力土木委員会（1999）「原子力発電所の立地多様化技術－断層活動性評価技術－（C級活断層の分類と電子スピニ共鳴法による断層年代測定）」及び井上ほか（2002）「2000年鳥取県西部地震震源域の活断層調査」等を参考にして区分された、「変動地形である可能性がある」ものをいい、 $L_C$  リニアメントとは、「変動地形である可能性が低い」もの、 $L_D$  リニアメントとは、「変動地形である可能性は非常に低い」ものをいう。

#### (注 7 1) 露頭

露頭とは、岩石、地層、鉱床等の新鮮な部分が、自然に又は人工的に地表に現れている部分又は状態をいう。

#### (注 7 2) 薄片観察

薄片観察とは、薄く切り出した試料（薄片）の岩石・鉱物の種類や結晶構造等を、偏光顕微鏡を用いて観察することをいう。

### (注 7 3) 測線

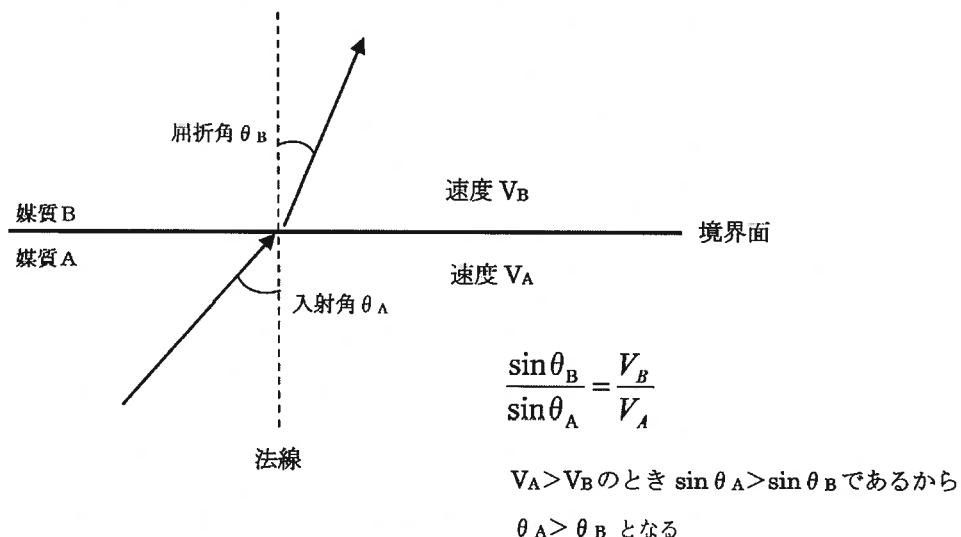
測線とは、観測点（測定点）と他の観測点（測定点）とを結ぶ線をいう。

### (注 7 4) スネルの法則

スネルの法則とは、媒質 A における速度を  $V_A$ 、媒質 B における速度を  $V_B$ 、媒質 A から媒質 B への地震波の入射角を  $\theta_A$ 、屈折角を  $\theta_B$  とすると、地震波が伝播する角度に関して以下の関係となることをいう。

地震波には、速度が均質な地盤の中ではまっすぐに伝播するが、地盤の速度が変化する境界を透過する際には折れ曲がって（屈折して）伝播するという性質があり、下図に示すように、スネルの法則が成り立つ。

これによると、媒質 A の速度が媒質 B の速度より大きいときには、屈折波の角度 ( $\theta_B$ ) は入射波の角度 ( $\theta_A$ ) より小さくなることが分かる。



#### (注 7 5) P S 検層

P S 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い、速度検層ともいう。

#### (注 7 6) はぎとり解析

はぎとり解析とは、地表又は地中で得られた地震観測記録から、表層の軟らかい地盤の影響を取り除き、硬い地盤の表面における地震動を推定する手法をいう。このようにして解放基盤表面において推定された地震動を、解放基盤波又ははぎとり波という。

#### (注 7 7) 経験的グリーン関数法、統計的グリーン関数法、要素地震、グリーン関数

グリーン関数とは、断層モデルにおいては、ある 1 点（震源）に瞬間的な力を作用させたときの任意の点（観測点）の応答を表す関数をいう。

経験的グリーン関数法とは、地震動を評価しようとする地震の震源断層面付近で実際に発生した中小地震の評価地点における観測記録（これを「要素地震」という。）をグリーン関数（これを「経験的グリーン関数」という。）と考えて想定する震源断層面に当てはめて足し合わせ、評価対象とする大きな地震による揺れを計算する方法をいう。

大きな断層面が破壊する地震は、断層面の一部が破壊する小地震の集合として評価することができる。このため、断層面全体への破壊伝播等を考慮して小地震の波形を足し合わせると、評価対象とする地震による波形を合成することができる。

なお、経験的グリーン関数法では評価地点の伝播特性、増幅特性は、観測記録に含まれるため、地盤モデルを設定する必要がない。

統計的グリーン関数法とは、経験的グリーン関数法で用いる適切な観測記録の代わりに、既往の観測記録を統計処理した結果を基に作成した人工的な時刻歴波形をグリーン関数（これを「統計的グリーン関数」という。）と考えて想定する震源断層面に当てはめて足し合わせ、大きな地震による揺れを計算する方法をいう。

統計的グリーン関数法では、解放基盤表面よりも深い地盤の地下構造モデルを設定することにより、評価地点の伝播特性及び増幅特性を反映している。

#### (注 7 8) アレー地震観測

アレー地震観測とは、物理探査の手法の一種であり、複数の地震計をある範囲に配列し、それらの記録を重ね合わせることにより、微弱な信号を取り出す観測方式をいう。

#### (注 7 9) Q 値

Q 値とは、地震波が媒質（岩石等）を伝わる間に地震波のエネルギーの一部が摩擦熱に変換されることで、若干小さくなる、内部減衰の値をいい、小さいほど減衰の効果が大きい。

#### (注 8 0) 強震動生成域 (Strong Motion Generation Areas, S M G A)

強震動生成域 (S M G A) とは、震源断層面において、強い地震動（強震動）を励起する領域をいう。

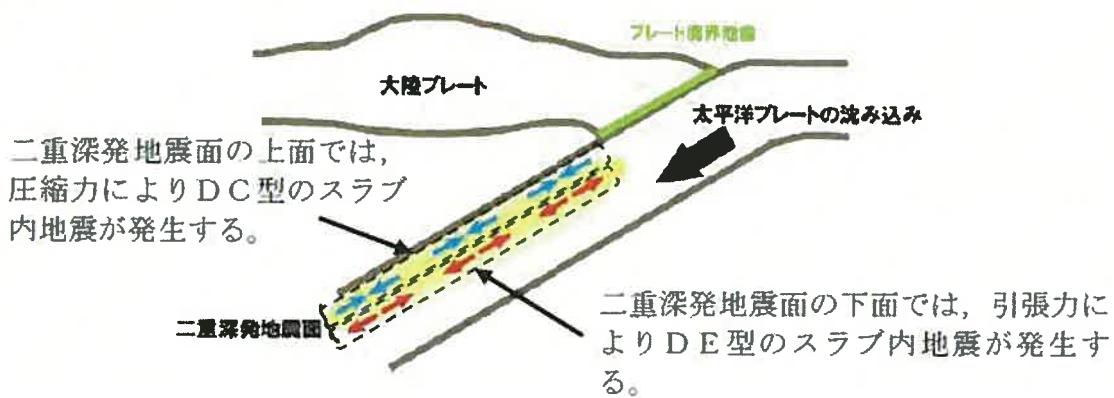
本準備書面においては、三陸沖北部の領域と千島海溝沿いの十勝沖及び根室沖の領域とが連動した場合を想定した  $M_w 9.0$  の地震（2

011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震)の震源モデルにおいて、強震動を発生させる領域を示す用語として用いている。同地震以外の震源モデルにおいては、強震動を発生させる領域を示す用語としてアスペリティを用いている。

#### (注 8 1) 二重深発地震面

北海道、東北地方の下に沈み込む太平洋プレートの内部で発生する地震については、地震分布が厚さ30km程度の薄い2つの層(太平洋プレートの上面近くの層と中心近くの層)に分かれており、これを二重深発地震面という。

この二重深発地震面の上面では圧縮力(down-dip-compression)が、下面では引張力(down-dip-extension)が、それぞれ太平洋プレートの沈み込む方向と並行に存在して地震を発生させていると考えられており、頭文字をとってDC型の地震、DE型の地震と呼ばれている。



#### (注 8 2) Noda et al. (2002) の方法

Noda et al. (2002) の方法とは、Noda et al. (2002) 「Response Spectra for Design Purpose of Stiff Structures on

Rock Sites」に示されている、岩盤地点での観測記録を対象とした回帰分析により、マグニチュード、等価震源距離（震源距離に震源断層面の拡がりの効果を考慮したもの。震源断層面の各部から放出される地震動のエネルギーの総計が、特定の1点から放出されたものと等価になるように計算される。）、評価地点の地盤の弾性波速度（注24）をパラメータとして、解放基盤表面における地震動の応答スペクトルを算定する手法をいう。

Noda et al. (2002) の方法は、地震基盤における地震動の応答スペクトルを評価した上で地震基盤から解放基盤表面への增幅特性を考慮して解放基盤表面における地震動の応答スペクトルを算定するものであり、解放基盤表面における地震動の応答スペクトルを精度良く算定することができる。また、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でき、震源から評価地点までの距離（震源距離）について震源断層面の拡がりや不均質性（アスペリティ分布）を考慮して補正する等価震源距離を用いることで、震源断層面の面的な拡がりや不均質性（アスペリティ分布）による効果を考慮することができる。

#### (注83) 孤立した長さの短い活断層

孤立した長さの短い活断層とは、地表付近の断層の長さが短く、震源断層が地表付近の長さ以上に拡がっている可能性も考えられる断層のことをいう。

#### (注84) 諸井ほか(2013)「標準的な強震動レシピに基づく東北地方太平洋沖巨大地震の強震動の再現」

諸井ほか(2013)「標準的な強震動レシピに基づく東北地方太

平洋沖巨大地震の強震動の再現」とは、強震動予測レシピが、これまで地震の発生様式を問わず、様々なタイプの地震の地震動評価に十分な効果を發揮してきたものの、我が国観測史上最大規模の東北地方太平洋沖地震にまで、強震動予測レシピの考え方が適用可能かどうかを検討する既往の知見である。その地震動予測レシピに基づく地震動評価の結果は、地震動レベルの評価の点で観測記録をよく捉えており、海洋プレート間巨大地震に対する強震動予測レシピの有効性を十分に示すものである。

#### (注 8 5) スケーリング則

スケーリング則とは、地震の規模を表すパラメータの相互の関係をまとめたものをいう。

#### (注 8 6) 破壊開始点

破壊開始点とは、地震が発生する際に固着している部分が最初にすべり始める位置のことをいう。断層面の破壊は、この破壊開始点から時間の経過とともに次第に断層面上を拡がっていく。

#### (注 8 7) 独立行政法人原子力安全基盤機構

独立行政法人原子力安全基盤機構とは、独立行政法人通則法（平成 11 年法律第 103 号）及び独立行政法人原子力安全基盤機構法（平成 14 年法律第 179 号）に基づき、原子力施設及び原子炉施設に関する検査等を行うと共に、原子力施設及び原子炉施設の設計に関する安全性の解析及び評価等を行うことにより、エネルギーとしての利用に関する原子力の安全の確保のための基盤の整備を図ることを目的に、平成 15 年 10 月に設立された独立行政法人をいう。

なお、平成26年3月1日、同機構は解散し、原子力規制庁に統合した。

#### (注88) 地震波トモグラフィ解析

地震波トモグラフィ解析とは、地震波（弾性波）等を利用して、地中の断面の物性値を可視化する技術である。人体の断面を可視化する医療用のCTと、基本的な原理は同じである。

#### (注89) 9つの距離減衰式

内陸地殻内地震の検討用地震である出戸西方断層による地震について、応答スペクトルに基づく地震動評価として被告が用いた距離減衰式であり、以下の文献でそれぞれ提案されているものである。

Kanno et al. (2006) : 「A New Attenuation Relation for Strong Ground Motion in Japan Based on Recorded Data」

Zhao et al. (2006) : 「Attenuation Relations of Strong Ground Motion in Japan Using Site Classification Based on Predominant Period」

内山・翠川 (2006) : 「震源深さの影響を考慮した工学的基盤における応答スペクトルの距離減衰式」

片岡ほか (2006) : 「短周期レベルをパラメータとした地震動強さの距離減衰式」

Abrahamson. et al. (2014) : 「Summary of the ASK14 Ground Motion Relation for Active Crustal Regions」

Boore et al. (2014) : 「NGA-West2 Equations for Predicting PGA, PGV, and 5% Damped PSA for Shallow Crustal Earthquakes」

Campbell et al. (2014) : 「NGA-West2 Ground Motion Model for the Average Horizontal Components of PGA, PGV, and 5% Damped Linear Acceleration Response Spectra」

Chiou et al. (2014) : 「Update of the Chiou and Youngs NGA Model for the Average Horizontal Component of Peak Ground Motion and Response Spectra」

Idriss (2014) : 「An NGA-West2 Empirical Model for Estimating the Horizontal Spectral Values Generated by Shallow Crustal Earthquakes」

なお、Abrahamson. et al. (2014), Boore et al. (2014), Campbell et al. (2014), Chiou et al. (2014), Idriss (2014) の距離減衰式は、米国で進められている NGA (Next Generation Attenuation of Ground Motion : 次世代地震動距離減衰式) プロジェクトにおいて提案されたものである。NGA プロジェクトとは、米国西部の内陸地殻内地震に対して最新の距離減衰式を開発するために、太平洋地震工学研究センター、アメリカ地質調査所、南カリフォルニア地震センターによって行われている共同プロジェクトである。

#### (注 9 0) 加藤ほか (2004) による応答スペクトル

加藤ほか (2004) による応答スペクトルとは、加藤ほか (2004) 「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」で提案されている、内陸地殻内地震を対象として、詳細な地質学的調査によっても震源位置と地震規模を予め特定できない地震による震源近傍の硬質地盤上の観測記録を用いた、震源を事前に特定できない地震による地震動の上限レベルの応答スペクトルである。

#### (注 9 1) 地表地震断層

地表地震断層とは、地震時に断層のずれが地表まで到達して地表にそれが生じた断層をいう。

#### (注 9 2) 脊梁山脈

脊梁山脈とは、日本列島のような弧状列島のほぼ中央を走る分水嶺をなす山脈をいう。東北地方の脊梁山脈として、中央部を南北に連なる奥羽山脈や下北半島の恐山山地がある。

#### (注 9 3) 火山フロント

火山フロントとは、日本列島のような弧状列島において、多くの火山が帶状に配列しており、この火山帶の海溝側の境界を画する線をいう。一般に、火山フロント付近には火山が密集している。

#### (注 9 4) ひずみ集中帯

ひずみ集中帯とは、日本列島で特に地殻のひずみが大きいと推定されている帶状の領域をいう。ひずみ集中帯では、蓄積される大きなひずみのために、活断層や活摺曲といった活構造が形成されるとされている。

#### (注 9 5) K i K - n e t , K - N E T

K i K - n e t とは、基盤強震観測網 (Kiban-Kyoshin Net) のことをいう。観測点は全国約 700 か所に配置され、強震計は地表と地中の 2 深度に設置されている。

K - N E T とは、全国強震観測網 (Kyoshin Net) のことをいう。全国を約 20 km 間隔で覆う 1000 か所以上の観測点からなり、強震計は地表（自由地盤上）に設置されている。

いずれも国立研究開発法人防災科学技術研究所が運用する強震観測網である。

#### (注 9 6) 弹性設計、弹性設計用地震動

弾性設計とは、施設が地震力（地震により物体に作用する力）に対して耐えるために、ある地震力に対して施設全体として概ね弾性範囲に留まるよう設計することをいう。物体が外部から力を受けた場合に、その外力の大きさが一定の範囲内であれば、その大きさに比例した変形（歪み）が、一時的に生ずるもの、外力が消滅すれば元の形状に戻り、歪みが残らない。このような範囲を弾性範囲という。

弾性設計用地震動とは、施設が地震力に対して耐えるために、ある地震力に対して施設全体として概ね弾性範囲になるよう設計する際に用いる地震動をいう。

#### (注 9 7) 運転時の異常な過渡変化

運転時の異常な過渡変化とは、運転時に予想される機械又は器具の单一の故障若しくはその誤作動又は運転員の单一の誤操作及びこれらと類似の頻度で発生すると予想される外乱によって発生する異常な状態であって、当該状態が継続した場合には温度、圧力、流量その他の再処理施設の状態を示す事項が安全設計上許容される範囲を超えるおそれがあるものとして安全設計上想定すべき事象をいう（再処理事業指定基準規則 1 条 2 項 1 号）。被告は、本件再処理工場の設計の基本方針において、深層防護のうち異常拡大防止に係る対策が適切に採用されていることを確認するために、運転時の異常な過渡変化を選定し、異常発生防止に係る対策を考慮せずに異常拡大防止に係る対策が十分機能を發揮するか否かにつき解析を行い、判断基準を満たすことを評価している。

#### (注 9 8) 入力地震動

入力地震動とは、建物・構築物及び機器・配管系の解析モデルに入力して地震応答解析を行うための地震動をいい、解放基盤表面における地震動として策定される基準地震動に対する、地震動入力位置の地盤の応答を評価したものである。

#### (注 9 9) 地震荷重

地震荷重とは、厳密には地震力が建物・構築物及び機器・配管系に作用している荷重分布状態をいう。

#### (注 1 0 0) 一次元波動論

一次元波動論とは、地層が水平に成層していると仮定し、地層の各

境界面において、反射波及び透過波を波動方程式を用いて時々刻々と求めて重ね合わせることにより、地表をはじめ地盤の任意の箇所の応答（応力、変位、加速度等）を算定する手法である。

#### (注 101) せん断弾性係数

せん断弾性係数とは、せん断力に対する変形のしにくさを表す比例定数をいい、せん断応力とせん断ひずみとの比により表現される。

#### (注 102) 質点系モデル、多質点系モデル

質点系モデルとは、建物など物体の質量をある点（質点）に集中させて軸ばねで支えるモデルをいう。建物・構築物及び機器・配管系の地震応答解析による耐震安全性評価に当たっては、建物・構築物の質量を各階とも床面に集中させ、各部位の剛性や減衰等を考慮した多質点系モデルを用いる。「串団子モデル」ともいわれている。

#### (注 103) 地盤と建物・構築物の相互作用効果

地盤と建物・構築物の相互作用効果とは、地震時に地盤と建物・構築物とがそれぞれ揺れ、互いに干渉し合って地震動が低減する効果をいう。建物・構築物が地盤に深く埋め込まれている場合、地震波のエネルギーが地盤に吸収されることから、地盤と建物・構築物の相互作用効果は特に高く、これを指して埋め込み効果ともいう。

#### (注 104) スウェイ・ロッキングモデル

スウェイ・ロッキングモデルとは、建屋の水平方向の地震応答解析に当たり、地盤と建物・構築物の相互作用効果を考慮するため、建物・構築物の底面及び建物・構築物の側面の地盤をそれぞれ地盤ばね（注

105) (水平(スウェイ)ばね及び回転(ロッキング)ばね)に置換したモデルをいう。

(注105) 地盤ばね

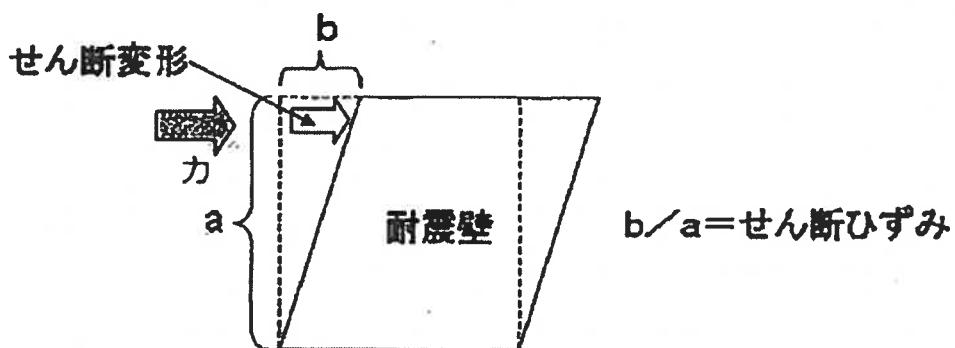
地盤ばねとは、地盤に作用する荷重とそれによって生じる変形を表現するためのばねである。

(注106) 最大応答せん断ひずみ、終局せん断ひずみ

せん断ひずみとは、せん断力によって変形を生じる際の変形(ひずみ)の割合をいう。例えば、耐震壁の場合、水平方向の地震力が作用したときに耐震壁に生じる水平方向の変形量(せん断変形量)を耐震壁の高さで除した値である。

応答せん断ひずみとは、地震動により建物・構築物にせん断力が作用した際の、当該建物・構築物に生じるせん断ひずみをいい、最大応答せん断ひずみとは、応答せん断ひずみの最大値をいう。

終局せん断ひずみとは、終局耐力のときの建物・構築物の変形(ひずみ)をいう。



(注107) 原子力発電所耐震設計技術指針 (J E A G 4 6 0 1)

原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1）とは、一般社団法人日本電気協会にて制定された電気技術指針の一つである「原子力発電所耐震設計技術指針」をいう。原子力発電所の建物・構造物、機器・配管系及び土木構造物の耐震設計に関する具体的な要求事項をまとめたものである。

なお、一般社団法人日本電気協会とは、電気関係事業の進歩発展を図り、産業の復興、文化の進展に寄与することを目的として、大正10年に設立された電気関係の総合的な団体であり、電気に関する技術・規格の調査・研究、電気技術者の育成等の事業を行っている。会員は電気に関連する事業全般にわたる事業者やその事業に従事する者、学識経験者等である。

#### (注108) 設計引張強さ (S<sub>u</sub>)

設計引張強さ (S<sub>u</sub>) とは、設計で用いる引張強さのことをいう。実際に材料が有する引張強さは、設計引張強さ (S<sub>u</sub>) よりも大きな値となっている。

なお、引張強さとは、材料に引張り力を与え、材料が破断する際の応力をいう。

#### (注109) 減衰定数

減衰定数とは、物体が揺れようとしているとき、それを押し返して揺れない状態（臨界状態）とどれくらい隔たっているかを表す無次元量（単位をもたない数量）のことをいう。臨界状態では減衰の力が大き過ぎて物体が揺れることはなく、減衰定数は1あるいはそれ以上の値である。

設計で用いる減衰定数は、建物・構築物、機器・配管系ごとに安全

側の値が設定される。

(注 110) セル

セルとは、プルトニウムを含む溶液及び粉末並びに高レベル廃液を内包する系統及び機器を収納する、鉄筋コンクリート等の壁で囲われた小部屋をいう。

#### (注別－1) 活動度

活動度とは、活断層の過去における活動の程度をいう。平均変位速度（活動度の認定に用いた第四紀の規準地形や第四紀の地層の変位量を、その形成時から現在までの年数で除した値）で表す。A級（ $1\text{ m} / 1000\text{ 年}$  のオーダー）、B級（ $0.1\text{ m} / 1000\text{ 年}$  のオーダー）、C級（ $0.01\text{ m} / 1000\text{ 年}$  のオーダー）に区分される。

#### (注別－2) 確実度

確実度とは、活断層研究会（1991）「[新編] 日本の活断層」における、活断層の存在の確かさをいう。確実度Ⅰ（活断層であることが確実なもの。地形的特徴が明瞭で、断層の位置・変位の向きがともに明確なもの）、確実度Ⅱ（活断層であると推定されるもの。断層の位置・変位の向きが推定できるが、確実度Ⅰと判定できる決定的な資料に欠けるもの）、確実度Ⅲ（活断層の可能性があるが、変位の向きが不明で、活断層以外の地質現象によってリニアメントが形成された疑いが残るもの）の3つに区分されている。

#### (注別－3) 背斜

背斜とは、褶曲（褶曲構造）における地層の波の山に相当する部分をいう。

#### (注別－4) 向斜

向斜とは、褶曲（褶曲構造）における地層の波の谷に相当する部分をいう。

#### (注別－5) 翼部

褶曲（褶曲構造）を構成する地層の波の曲率が最大になる部分をヒンジといい、ヒンジの部分から離れた地層の波の曲率が緩くなる部分を翼部という。

#### (注別－6) 撓曲，撓曲構造

撓曲（撓曲構造）とは、褶曲のうち、地下深部の断層活動に伴って現れる層状の地層の局部的な曲がりをいう。なお、褶曲や撓曲のうち、地層の変形が最近まで進行し、将来も進行する可能性のあるものを活褶曲や活撓曲という。

#### (注別－7) 鞍部

鞍部とは、山の尾根のくぼんだ場所のことをいう。