

## 5. 地震

### 5.1 概要

施設の供用中に耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による地震動（以下「基準地震動 $S_s$ 」という。）は、以下の方針により策定する。

- ① 「3. 地盤」に記載されている敷地周辺における活断層の性質や、敷地周辺における地震発生状況等を考慮して、その発生様式による地震の分類を行った上で、敷地に大きな影響を与えると予想される地震（以下「検討用地震」という。）を選定した後、敷地での地震動評価を実施し、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」を評価する。
- ② 敷地周辺の状況等を十分考慮した詳細な調査を実施しても、なお敷地近傍において発生する可能性のある内陸地殻内地震の全てを事前に評価し得るとは言い切れないとの観点から、「震源を特定せず策定する地震動」を評価する。
- ③ 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」の評価結果に基づき、基準地震動 $S_s$ を策定する。

### 5.2 敷地周辺の地震発生状況

敷地が位置する茨城県周辺は、陸のプレート、太平洋プレート及びフィリピン海プレートの3つのプレートが接触する場所である。敷地周辺で発生する地震は、陸のプレートで発生する内陸地殻内地震、各プレートの境界で発生するプレート間地震及び太平洋プレートやフィリピン海プレートで発生する海洋プレート内地震に分類される。

#### 5.2.1 過去の被害地震

第5.2.1図は、宇佐美ほかの「日本被害地震総覧」（2013）<sup>(1)</sup>及び気象庁の「気象庁地震カタログ」（2017）<sup>(2)</sup>に記載されている被害地震のうち、敷地からの震央距離が約200km以内の被害地震の震央分布を示したものである。なお、第5.2.1図に示した被害地震の諸元を第5.2.1表(1)から第5.2.1表(9)に示す。

ここで、地震の規模及び震央位置は、1922年以前の地震については宇佐美ほか（2013）を、1923年以降の地震については気象庁（2017）を用いている。

#### 5.2.2 敷地周辺の地震活動

気象庁で観測された1923年から2015年までの敷地から約200km以内の範囲に発生したマグニチュード（以下「 $M$ 」という。）4.0以上の地震の震央分布を深度別に第5.2.2図(1)から第5.2.2図(4)に示す。また、敷地付近を横切る幅50kmの範囲に分布する震源の鉛直分布を第5.2.3図(1)から第5.2.3図(4)に示す。

さらに、気象庁で観測された1998年から2015年までの敷地から約100km以内の範囲に発生した $M4.0$ 以下の地震の震央分布を深度別に第5.2.4図(1)から第5.2.4図(4)に示す。ま

た、敷地付近を横切る幅50kmの範囲に分布する震源の鉛直分布を第5.2.5図(1)から第5.2.5図(4)に示す。

### 5.3 活断層の分布状況

敷地周辺で実施した地質調査の結果は「3. 地盤」に記載されている。

「3. 地盤」の検討結果に基づき、敷地周辺の活断層等の分布を第5.3.1図に示す。

### 5.4 地震の分類

第5.4.1表に示す気象庁(2009)<sup>(3)</sup>による震度階級関連解説表によれば、地震によって建物等に被害が発生する目安となるのは震度5弱(1996年以前は震度V)程度以上であることから、「5.2 敷地周辺の地震発生状況」による地震の規模、位置等に関する最新の知見をもとに、敷地に大きな影響を与える地震として、震度5弱(震度V)程度以上のものを地震発生様式別に選定する。

宇佐美ほか(2013)に記載されている震度分布図及び気象庁が公表している震度分布図によれば、第5.2.1図の地震のうち、敷地周辺で震度5弱(震度V)程度以上であったと推定される地震は、1703年元禄地震、1895年霞ヶ浦付近の地震、1923年関東大地震、1930年那珂川下流域の地震、1938年塩屋崎沖の地震、1938年鹿島灘の地震、1938年福島県東方沖地震、2011年東北地方太平洋沖地震の本震及び同日15時15分に発生した2011年東北地方太平洋沖地震の余震である。

また、第5.2.1図の地震のうち、敷地及びその周辺での震度等が明らかでない地震については、第5.4.1図に示すように、村松(1969)<sup>(4)</sup>及び勝又・徳永(1971)<sup>(5)</sup>による地震の規模及び震央距離と震度との関係から敷地での震度を推定した。これによれば、敷地周辺で震度5弱(震度V)程度以上であったと推定される地震は、818年関東諸国の地震、1677年磐城・常陸・安房・上総・下総の地震、1896年鹿島灘の地震及び1921年茨城県龍ヶ崎付近の地震である。

#### 5.4.1 内陸地殻内地震

第5.2.1図に示す過去の被害地震のうち、敷地周辺で震度5弱(震度V)程度以上であったと推定される内陸地殻内地震は、818年関東諸国の地震である。

次に、「5.3 活断層の分布状況」の活断層等について、想定される地震の規模及び震央距離と震度との関係から敷地での震度を推定した結果を第5.4.2図に示す。ここで、活断層等から想定される地震の規模は、松田(1975)<sup>(6)</sup>により算定する。第5.4.2図に示すように、関谷断層による地震、深谷断層帯・綾瀬川断層による地震、関口-米平リニアメントによる地震、豎破山南西付近リニアメント(以下「豎破山リニアメント」という。)による地震、日立市宮田町付近リニアメント(以下「宮田町リニアメント」という。)による地震、吾国山断層による地震、F8断層による地震、F11断層による地震、F16断層による地震、A-1背斜による地震、棚倉破砕帯西縁断層(の一部)と棚倉破砕帯東縁付近の推定活断層の同時活動(以下「棚倉破砕帯西縁断層～同東縁付近の推定活断層」という。)による地震、F1断層、北方陸域の断層及び塩ノ平地震断層の同時活動(以下「F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層」という。)による地震及びF3断層とF4断層の同時活動

(以下「F3断層～F4断層」という。)による地震が、敷地周辺で震度5弱(震度V)程度以上になると推定される。

なお、断層長さの短い、関口-米平リニアメントによる地震、豎破山リニアメントによる地震、宮田町リニアメントによる地震、吾国山断層による地震及びF11断層による地震の地震動評価においては、それぞれの地震の規模をM6.8として評価する。

#### 5.4.2 プレート間地震

第5.2.1図に示す過去の被害地震のうち、敷地周辺で震度5弱(震度V)程度以上であったと推定されるプレート間地震は、1677年磐城・常陸・安房・上総・下総の地震、1703年元禄地震、1896年鹿島灘の地震、1923年関東大地震、1930年那珂川下流域の地震、1938年塩屋崎沖の地震、1938年鹿島灘の地震、1938年福島県東方沖地震、2011年東北地方太平洋沖地震の本震及び2011年東北地方太平洋沖地震の余震である。これらのうち、1703年元禄地震及び1923年関東大地震はフィリピン海プレートと陸のプレートの境界で発生したプレート間地震(以下「フィリピン海プレート間地震」という。)であり、それ以外の地震は太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生したプレート間地震(以下「太平洋プレート間地震」という。)である。

また、中央防災会議(2013)<sup>(7)</sup>では、フィリピン海プレート間地震として茨城県南部を震源とするM7.3の地震を想定している。さらに、地震調査研究推進本部地震調査委員会(以下「地震調査研究推進本部」という。)(2012a)<sup>(8)</sup>では、太平洋プレート間地震として茨城県沖を震源とするM6.9～M7.6の地震を想定している。地震調査研究推進本部(2019)<sup>(9)</sup>では、太平洋プレート間地震として茨城県沖を震源とするM7.0～M7.5程度の地震を想定している。

#### 5.4.3 海洋プレート内地震

第5.2.1図に示す過去の被害地震のうち、敷地周辺で震度5弱(震度V)程度以上であったと推定される海洋プレート内地震は、1895年霞ヶ浦付近の地震及び1921年茨城県龍ヶ崎付近の地震である。首都直下地震防災・減災特別プロジェクト(2012)<sup>(10)</sup>では、1895年霞ヶ浦付近の地震は太平洋プレート内で発生した地震であること、1921年茨城県龍ヶ崎付近の地震はフィリピン海プレート内で発生した地震であることが指摘されている。

また、中央防災会議(2004)<sup>(11)</sup>では、茨城県南部のフィリピン海プレート内を震源とするM7.3の地震が想定されている。さらに、中央防災会議(2013)に基づけば、茨城県南部においてM7.3の地震を想定できる。また、地震調査研究推進本部(2009a)<sup>(12)</sup>では、「震源断層を予め特定しにくい地震」として、北関東から東北地方の陸域にかけての太平洋プレート内を震源とするM7.1の地震(以下「震源断層を予め特定しにくい地震(陸域)」という。)及び茨城県沖の太平洋プレート内を震源とするM7.3の地震(以下「震源断層を予め特定しにくい地震(海域)」という。)が想定されている。地震調査研究推進本部(2019)では、沈み込んだプレート内地震として青森県東方沖及び岩手県沖北部～茨城県沖でM7.0～M7.5程度の海洋プレート内地震が想定されているが、茨城県沖では過去にM7.0を超える沈み込んだプレート内地震は発生していない。さらに、地震調査研究推進本

部（2009a）では、茨城県沖の海溝寄りの太平洋プレート内を震源とするM8.2の地震（以下「海溝寄りのプレート内地震」という。）が想定されている。

#### 5.4.4 その他の地震

敷地周辺において、上記3種類の地震のいずれにも分類されない特徴的な地震は発生していない。

### 5.5 敷地及び敷地近傍の地盤振動特性

#### 5.5.1 解放基盤表面の設定

「3. 地盤」によると、新第三系鮮新統～第四系下部更新統の久米層及び新第三系中新統の多賀層群は敷地及び敷地近傍でほぼ水平で相当な広がりを持って分布しており、敷地内において久米層はG.L. 約-90m以深からG.L. 約-170mまで、多賀層群はG.L. 約-170m以深からボーリング調査下端のG.L. 約-250mまで分布している。また、PS検層によるとG.L. -172.5m以深でS波速度が概ね0.7km/s以上となり、著しい風化も見られない。以上を踏まえ、G.L. -172.5mの位置に解放基盤表面を設定する。なお、地震動評価のうち応答スペクトルに基づく手法における解放基盤表面での地盤の弾性波速度値を、P波速度については2.17km/s、S波速度については1.01km/sと設定する。

#### 5.5.2 地震観測

敷地地盤における地震観測は、第5.5.1図に示す位置で実施している。観測された主な地震の諸元を第5.5.1表に、震央分布を第5.5.2図に示す。これらの地震について、地中最深部（G.L. -250m）で得られた観測記録の応答スペクトルを第5.5.3図に、各深度で得られた観測記録の応答スペクトルを第5.5.4図(1)から第5.5.4図(3)に示す。これらの図によると、岩盤内での著しい増幅は認められない。

#### 5.5.3 敷地周辺の地盤構造

第5.5.5図に示す地質調査総合センター編（2013）<sup>(13)</sup>による重力異常分布によると、敷地の北側には重力の高まりが見られるが、敷地においてはほぼ平坦な構造となっている。これらの不整形地盤等が、敷地の地震動に与える影響について、単点微動観測記録及び地震観測記録の分析並びに地盤モデルを用いた解析により検討した。

単点微動観測記録の分析では、第5.5.6図に示す位置で実施した微振動観測で得られた記録からH/Vスペクトルを評価した結果、いずれの観測点においてもおおむね同様の傾向を示すことから、敷地地盤には特異な速度構造等がないことを確認した。

地震観測記録の分析では、第5.5.7図(1)及び第5.5.7図(2)に震央位置を示す地震波の到来方向ごとの応答スペクトル比を比較した結果、第5.5.8図(1)及び第5.5.8図(2)に示すように到来方向によって大きな違いは見られず、ばらつきも小さいことを確認した。

また、敷地及び敷地周辺で実施した屈折法地震探査及び微動アレイ探査結果等に基づき作成した第5.5.9図に示す二次元地盤モデルと、敷地直下の地盤構造に基づく成層地盤モデルを用いて、敷地の解放基盤表面における地震動について検討した結果、第5.5.10図

(1)及び第5.5.10図(2)に示すように両地盤モデルの地震波はおおむね対応するものの、一部、入射角が大きい長周期成分の地震波において乖離が見られる。この乖離は不整形地盤に起因すると考えられるが、前述した地震波の到来方向ごとの応答スペクトル比においては到来方向の違いによって長周期成分が特異に増幅する様子は見られず、また、長い固有周期を有する耐震重要施設はないことから、敷地における地震動評価において大きな問題はないと判断した。

これらの結果より、敷地地盤は水平な成層構造と見なすことができることを確認した。

#### 5.5.4 地盤構造モデル

地震動評価に用いる地盤構造モデルについては、解放基盤表面付近以浅をモデル化した浅部の地盤構造モデルと、解放基盤表面付近以深をモデル化した深部の地盤構造モデルを設定する。

浅部の地盤構造モデルは、地震観測記録から表層地盤の影響を取り除くはぎとり解析に用いることとし、敷地内で実施したP S検層等の地質構造調査結果を踏まえ、敷地に設置した地中地震計から得られた地震観測記録を用いて最適化したものを採用する。

一方、深部の地盤構造モデルは、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の評価及び震源を特定せず策定する地震動の評価に用いることとし、敷地及び敷地周辺で実施した微動アレイ探査や地震波速度トモグラフィ解析等の地質構造調査結果を踏まえて最適化して得られたものを採用する。

浅部の地盤構造モデルを第5.5.2表に、深部の地盤構造モデルを第5.5.3表に示す。

### 5.6 基準地震動 Ss

基準地震動 Ss は、「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、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それぞれ策定する。

#### 5.6.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

##### 5.6.1.1 検討用地震の選定

「5.4 地震の分類」を踏まえ、地震発生様式ごとに敷地に特に大きな影響を及ぼすと考えられる地震をNoda et al. (2002)<sup>(14)</sup>の方法により検討用地震として選定する。Noda et al. (2002)の方法による応答スペクトルの算定に当たっては、震源位置や地震の発生様式ごとに分類した地震観測記録を用いた補正係数を必要に応じて用いる。

##### (1) 地震観測記録を用いた補正係数

敷地で観測した地震のうち、M5.5以上、震源深さ60km以浅かつ等価震源距離200km以内の観測記録について、表層地盤の影響を取り除いた解放基盤表面における地震波（以下「解放基盤波」という。）を評価し、Noda et al. (2002)の方法による応答スペクトルとの比（以下「残差」という。）を算出する。そして、地震発生様式や震源領域に応じた残差の平均的な特性を検討し、必要に応じて補正係数として用いる。

内陸地殻内地震のうち、福島県と茨城県の県境付近で発生した内陸地殻内地震の残差には全周期帯で大きくなる傾向が見られるため、この領域で発生する地震について、全周期帯で2.5倍の補正係数を考慮する。

プレート間地震のうち、敷地から40km程度東方沖合の鹿島灘付近で発生した太平洋プレート間地震の残差には全周期帯で大きくなる傾向が見られるため、この領域で発生する地震について、短周期帯で2.5倍及び長周期帯で1.5倍の補正係数を考慮する。また、鹿島灘付近で発生した地震を除く太平洋プレート間地震の残差には全周期帯で大きくなる傾向が見られるため、この領域で発生する地震について、全周期帯で1.2倍の補正係数を考慮する。

海洋プレート内地震のうち、陸域寄りで発生した海洋プレート内地震の残差には全周期帯で大きくなる傾向が見られるため、この領域で発生する地震について、短周期帯で2.5倍及び長周期帯で1.5倍の補正係数を考慮する。

設定した補正係数を第5.6.1図(1)から第5.6.1図(4)に示す。

## (2) 内陸地殻内地震

### a. 地震発生層の設定

#### a) 福島県と茨城県の県境付近以外の断層に対する地震発生層の設定

「気象庁地震カタログ」をもとに「震源として考慮する活断層の分布」とおおむね対応する福島県南部から茨城県南部までの領域における地震発生状況について、地震の震源鉛直分布から求められるD10及びD90（その値より震源深さが浅い地震数がそれぞれ全体の10%、90%となる震源深さ）を検討した結果、それぞれ5.2km、12.3kmとなった。

しかしながら、上記の検討は、2011年東北地方太平洋沖地震以降、福島県と茨城県の県境付近で地震活動が活発化した影響を受けていると考えられる。その影響を受けていない原子力安全基盤機構（2004）<sup>(15)</sup>によるD10及びD90は、敷地周辺の「福島・茨城」ではそれぞれ6.1km、18.1kmとしている。

また、地震発生層と速度構造の関係については、廣瀬・伊藤（2006）<sup>(16)</sup>によると、浅い地殻内で発生する微小地震はP波速度5.8km/s～6.4km/sの層に集中しているとされており、三浦ほか（2000）<sup>(17)</sup>による日本海溝・福島沖前弧域における海底地震計及びエアガンを用いた深部構造探査結果からすると、福島県の海岸線においてP波速度5.5km/s、6.0km/s及び6.5km/sとなる深さは、それぞれ約6km、約9km及び約15kmとなっている。

以上を踏まえ、福島県と茨城県の県境付近以外の断層の地震発生層については、福島県南部から茨城県南部における地震発生状況や原子力安全基盤機構（2004）等を参考に、上端深さを5km、下端深さを18kmに設定する。

#### b) 福島県と茨城県の県境付近の断層に対する地震発生層の設定

2011年東北地方太平洋沖地震後に地震活動が活発になった地域に着目し、地震発生層を設定する。

青柳・上田（2012）<sup>(18)</sup>では、阿武隈南部を対象に2011年東北地方太平洋沖地震後の臨時稠密余震観測により震源再決定が行われている。それらのデータを用い

たD10及びD90がそれぞれ深さ3.0km、7.9kmであることから、上端深さは3kmに設定する。また、2011年福島県浜通りの地震の震源インバージョン解析モデル<sup>(19)(20)(21)</sup>や震源域周辺の微小地震分布<sup>(22)</sup>から、下端深さは13km～16km程度と推定されるが、保守的に18kmと設定する。

#### b. 検討用地震の選定

「5.4.1 内陸地殻内地震」で選定した地震について、Noda et al. (2002)の方法により応答スペクトルを求める。なお、活断層等については、「5.6.1.1 検討用地震の選定 (2)a. 地震発生層の設定」で設定した地震発生層の上端深さと下端深さより一様断層モデルを設定し、等価震源距離 ( $X_{eq}$ ) を算出する。

ここで、福島県と茨城県の県境付近に位置する関口-米平リニアメントによる地震、豎破山リニアメントによる地震、宮田町リニアメントによる地震、F11断層による地震、棚倉破砕帯西縁断層～同東縁付近の推定活断層による地震及びF1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震については、「5.6.1.1 検討用地震の選定 (1) 地震観測記録を用いた補正係数」に基づき、福島県と茨城県の県境付近で発生した内陸地殻内地震による補正係数を考慮する。その他の断層による地震については、補正係数の設定に必要な断層近傍の地震が敷地で観測されていないことから、補正係数を考慮しない。

応答スペクトルの算定に用いた諸元を第5.6.1表に、算定結果の比較を第5.6.2図に示す。

第5.6.2図より、敷地への影響が大きいF1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震及びF3断層～F4断層による地震を検討用地震として選定する。

#### (3) プレート間地震

「5.4.2 プレート間地震」で選定した地震のうち、2011年東北地方太平洋沖地震の本震及び2011年東北地方太平洋沖地震の余震(2011年3月11日15時15分 M7.6)については、敷地での地震観測記録より求めた解放基盤波より応答スペクトルを求め、その他の地震についてはNoda et al. (2002)の方法により応答スペクトルを求める。

ここで、鹿島灘を震源とする1896年鹿島灘の地震、1938年鹿島灘の地震及び地震調査研究推進本部(2012a)による茨城県沖の地震については、「5.6.1.1 検討用地震の選定 (1) 地震観測記録を用いた補正係数」に基づき、鹿島灘付近で発生した太平洋プレート間地震による補正係数を考慮する。一方、1677年磐城・常陸・安房・上総・下総の地震、1930年那珂川下流域の地震、1938年塩屋崎沖の地震及び1938年福島県東方沖地震については、鹿島灘付近で発生した地震を除く太平洋プレート間地震による補正係数を考慮する。その他の断層による地震については、補正係数の設定に必要な断層近傍の地震が敷地で観測されていないことから、補正係数を考慮しない。

応答スペクトルの算定に用いた諸元を第5.6.2表に、算定結果の比較を第5.6.3図に示す。

第5.6.3図より、敷地への影響が大きい2011年東北地方太平洋沖地震の本震を検討用地震として選定する。なお、以降の地震動の評価に当たっては、2011年東北地方太平洋沖型地震として扱う。

#### (4) 海洋プレート内地震

「5.4.3 海洋プレート内地震」で選定した地震について、Noda et al. (2002)の方法により応答スペクトルを求める。

ここで、地震調査研究推進本部(2009a)による海溝寄りのプレート内地震以外の地震については、「5.6.1.1 検討用地震の選定(1)地震観測記録を用いた補正係数」に基づき、陸域寄りで発生した海洋プレート内地震による補正係数を考慮する。一方、地震調査研究推進本部(2009a)による海溝寄りのプレート内地震については、補正係数の設定に必要な断層近傍の地震が敷地で観測されていないことから、補正係数を考慮しない。

応答スペクトルの算定に用いた諸元を第5.6.3表に、算定結果の比較を第5.6.4図に示す。

第5.6.4図より、敷地への影響が大きい地震は中央防災会議(2004)の茨城県南部の地震及び中央防災会議(2013)に基づく茨城県南部の地震である。これを踏まえ、茨城県南部の地震を検討用地震として選定し、中央防災会議(2004)、(2013)の知見を踏まえて地震動評価を行う。

#### 5.6.1.2 検討用地震の地震動評価

##### (1) 内陸地殻内地震

##### a. F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震

##### a) 基本震源モデルの設定

F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の基本震源モデルは、原則として地震調査研究推進本部(2017)<sup>(23)</sup>による震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)(以下「強震動予測レシピ」という。)及び地質調査結果に基づき設定する。

F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の断層面については、地質調査結果を参考に北部と南部に区分する。北部については北方陸域の断層及び塩ノ平地震断層の区間とし、南部についてはF1断層にリニアメントが判読されない区間を含めることで、敷地に近い南部区間の断層面積を保守的に大きく設定する。

地震のタイプについては、2011年福島県浜通りの地震が正断層であること、F1断層における音波探査結果から正断層センスのずれが認められること、さらに青柳・上田(2012)において福島県から茨城県にかけての領域は正断層応力場とされていることを踏まえ、正断層とする。

断層上端及び下端深さについては、「5.6.1.1 検討用地震の選定(2)a.地震発生層の設定」に示す福島県と茨城県の県境付近の断層に対する地震発生層に基づき、断層全長にわたり断層上端深さについては3km、断層下端深さについては18kmとする。

断層傾斜角については、F1断層の海上音波探査結果では西傾斜の高角な断層であることや、2011年福島県浜通りの地震の震源インバージョン解析モデルで設定

されている断層傾斜角を参考に、全長にわたり西傾斜60度とする。

アスペリティ位置については、北部区間と南部区間に一つずつ設定し、それぞれの区間において敷地に近い位置の断層上端に配置する。具体的には、断層長さ方向の配置については、Manighetti et al. (2005)<sup>(24)</sup>の知見等を踏まえるとアスペリティのような大きなすべりが生じる領域とすべりが生じない領域が隣接することは考えにくいことから、断層端部との間に断層モデル上最小の幅を有する背景領域を設定する。また、断層幅方向の配置については、すべりに追従する表層領域（地表から断層上端まで）は強震動を生成しにくいと考えられることから、その境界位置となる断層上端にアスペリティを配置する。

破壊開始点については、アスペリティ下端及び断層下端のうち、敷地への影響の大きい位置に複数設定する。

断層パラメータの設定フローを第5.6.5図に、設定した基本震源モデルの断層パラメータを第5.6.4表に、断層モデルを第5.6.6図に示す。

b) 不確かさを考慮するパラメータの選定

地震動評価における不確かさとして、短周期レベル、断層傾斜角及びアスペリティ位置について考慮する。

短周期レベルについては、佐藤・堤 (2012)<sup>(25)</sup>により正断層の地震である2011年福島県浜通りの地震の短周期レベルが、壇ほか (2001)<sup>(26)</sup>の関係式とほぼ同等であることを確認した上で、2007年新潟県中越沖地震の知見を踏まえ、強震動予測レシピによる値の1.5倍を考慮する。

断層傾斜角については、震源モデルの北部において2011年福島県浜通りの地震の震源再決定による余震分布形状が明瞭なトレンドを示していないため、不確かさとして震源モデル全長にわたり45度を考慮する。

アスペリティ位置については、震源モデルの北部及び南部のアスペリティを敷地により近くなるように断層端部に設定するケースを考慮する。

破壊開始点については、基本震源モデルと同様の位置に設定する。

地震動評価において考慮する各検討ケースを第5.6.5表に、設定した各検討ケースの断層パラメータを第5.6.6表(1)から第5.6.6表(3)に、断層モデルを第5.6.7図(1)から第5.6.7図(3)に示す。

c) 応答スペクトルに基づく手法による地震動評価

応答スペクトルに基づく手法による地震動評価は、Noda et al. (2002)に基づき行うものとし、「5.6.1.1 検討用地震の選定 (1) 地震観測記録を用いた補正係数」に基づき、福島県と茨城県の県境付近で発生した内陸地殻内地震による補正係数を考慮し、Noda et al. (2002)による内陸地殻内地震に対する補正については考慮しない。

第5.6.5表に示す検討ケースを対象として、上記の手法に基づき算定した応答スペクトルを第5.6.8図(1)及び第5.6.8図(2)に示す。

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は、経験的グリーン関数法により行

う。

要素地震の諸元を第5.6.7表に、震央位置を第5.6.9図に示す。この要素地震は、想定する地震の震源域で発生した同じ発生様式の地震であり、震源特性、伝播経路特性及び敷地地盤の振動特性を反映したものと考えられる。

第5.6.5表に示す各検討ケースを対象として、上記の手法に基づき算定した応答スペクトルを第5.6.10図(1)から第5.6.10図(12)に示す。

b. F3断層～F4断層による地震

a) 基本震源モデルの設定

F3断層～F4断層による地震の基本震源モデルは、原則として強震動予測レシピ及び地質調査結果に基づき設定する。

F3断層～F4断層による地震の断層面については、敷地により近いF3断層の地表面トレース形状を踏まえて設定する。この際、入倉・三宅(2001)<sup>(27)</sup>による内陸地殻内地震のスケーリング則の適用範囲を参考に、地震モーメント $M_0$ が $7.5 \times 10^{18} \text{Nm}$ となるように保守的に地震の規模を嵩上げし、この地震の規模に相当する断層面積となるように設定する。

地震のタイプについては、地質調査結果による海上音波探査からは正断層センスのずれが認められる一方、敷地周辺は従前、圧縮応力場であり、また、第5.2.4図(1)に示す2011年東北地方太平洋沖地震の本震前後における地震発生状況について、断層近傍では変化がないことを踏まえ、逆断層とする。

断層上端及び下端深さについては、「5.6.1.1 検討用地震の選定(2)a. 地震発生層の設定」に示す福島県と茨城県の県境付近以外の断層に対する地震発生層に基づき、断層全長にわたり断層上端深さについては5km、断層下端深さについては18kmとする。

断層傾斜角については、F3断層及びF4断層の海上音波探査結果では西傾斜の高角な断層であることを踏まえ、全長にわたり西傾斜60度とする。

アスペリティ位置については、地質調査結果よりF4断層部に比べてF3断層部の方が評価区間が長く、その変位量が大きいことが確認されるため、F3断層部に設定することとし、その中で敷地に近い位置に設定する。

破壊開始点については、アスペリティ下端及び断層下端のうち、敷地への影響の大きい位置に複数設定する。

断層パラメータの設定フローを第5.6.11図に、設定した基本震源モデルの断層パラメータを第5.6.8表に、断層モデルを第5.6.12図に示す。

b) 不確かさを考慮するパラメータの選定

地震動評価における不確かさとして、短周期レベル、断層傾斜角及びアスペリティ位置について考慮する。

短周期レベルについて、2007年新潟県中越沖地震の知見を踏まえ、強震動予測レシピによる値の1.5倍を考慮する。

断層傾斜角については、海上音波探査結果はその範囲が浅部にとどまることや、強震動予測レシピにおける断層傾斜角の設定の流れを踏まえ、不確かさとし

て震源モデル全長にわたり45度を考慮する。

アスペリティ位置については、震源として考慮する活断層としてF4断層部が認められるため、F4断層部にアスペリティが配置されるように移動させることを不確かさとして考慮する。

破壊開始点については、敷地に対して震源が近く、破壊開始点の違いによる敷地の地震動への影響が大きいことから、各検討ケースに応じて敷地への影響の大きい位置に複数設定する。

地震動評価において考慮する各検討ケースを第5.6.9表に、設定した各検討ケースの断層パラメータを第5.6.10表(1)から第5.6.10表(3)に、断層モデルを第5.6.13図(1)から第5.6.13図(3)に示す。

c) 応答スペクトルに基づく手法による地震動評価

応答スペクトルに基づく手法による地震動評価は、Noda et al. (2002) に基づき行う。なお、補正係数の設定に必要な断層近傍の地震が敷地で観測されていないことから補正係数を1倍と設定し、Noda et al. (2002) による内陸地殻内地震に対する補正については考慮しない。また、敷地に対して震源が近いことから、日本電気協会 (2016) <sup>(28)</sup>を参考に震源近傍における破壊伝播効果 (NFRD効果) を考慮する。加えて、Noda et al. (2002) の適用範囲を踏まえ、第5.6.11表に示すNoda et al. (2002) 以外の距離減衰式も用いて評価する。

第5.6.9表に示す検討ケースを対象として、上記の手法に基づき算定した応答スペクトルを第5.6.14図(1)及び第5.6.14図(2)に示す。

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は、統計的グリーン関数法により行う。

統計的グリーン関数法による地震動評価に当たっては、第5.5.3表に示す敷地の深部地盤構造モデルを用いる。

第5.6.9表に示す各検討ケースを対象として、上記の手法に基づき算定した応答スペクトルを第5.6.15図(1)から第5.6.15図(12)に示す。

(2) プレート間地震

a. 2011年東北地方太平洋沖型地震

a) 基本震源モデルの設定

2011年東北地方太平洋沖地震の本震については、諸井ほか (2013) <sup>(29)</sup>により強震動予測レシピの適用性が確認されている。よって、2011年東北地方太平洋沖型地震の基本震源モデルは、強震動予測レシピに基づき設定する。

震源位置については、長谷川ほか (2013) <sup>(30)</sup>に基づけば、陸のプレートと太平洋プレートの境界で発生する地震の破壊が、Uchida et al. (2010) <sup>(31)</sup>のフィリピン海プレートの北東端以南へ伝播する可能性は低いと考えられることから、三陸沖中部から茨城県沖にかけての長さ500kmの断層を設定する。

SMGA位置については、入倉 (2012) <sup>(32)</sup>によると過去のM8以下の地震の震源域に対応し、地震調査研究推進本部の領域区分に関連付けられるとされていることを

踏まえ、地震調査研究推進本部の領域区分に対応するよう5個のSMGAを設定する。なお、茨城県沖のSMGA位置については、1896年鹿島灘の地震等、過去に規模が大きい地震が発生している領域であり、2011年東北地方太平洋沖地震の本震の敷地での観測記録を再現できる位置に設定する。

短周期レベルについては、茨城県沖では他の地域で発生した地震に比べて小さい傾向が見られるものの、諸井ほか（2013）で検討されている宮城県沖、福島県沖及び茨城県沖で発生した地震の平均的な短周期レベルとする。

破壊開始点については、破壊が敷地に向かう位置となる2011年東北地方太平洋沖地震の本震の破壊開始点とする。なお、破壊開始点の設定に当たり、茨城県沖のSMGA位置等に複数設定して、当該破壊開始点の影響が大きいことを確認した。

断層パラメータの設定フローを第5.6.16図に、設定した基本震源モデルの断層パラメータを第5.6.12表に、断層モデルを第5.6.17図に示す。

b) 不確かさを考慮するパラメータの選定

地震動評価における不確かさとして、SMGA位置及び短周期レベルについて考慮する。

茨城県沖のSMGA位置については、入倉（2012）では過去のM8以下の地震の震源域に対応するとされており、位置はある程度特定できると考えられるものの、茨城県沖では宮城県沖等に比べ近年における規模が大きい地震の発生が少なく、SMGA位置を確定的に設定することが難しいことから、SMGA位置を敷地に最も近づけたケースを不確かさとして考慮する。

短周期レベルの不確かさについては、基本震源モデルにおいて茨城県沖で発生する地震に対しては保守的な設定になっているものの、宮城県沖で発生する短周期レベルが大きい地震と同程度になるように考慮することとし、佐藤（2010）<sup>(33)</sup>や片岡ほか（2006）<sup>(34)</sup>等におけるプレート間地震の短周期レベルと地震モーメントの関係を参考に、不確かさとして基本震源モデルで設定した値の1.5倍を考慮する。

さらに、SMGA位置については、前述のとおり確定的に設定することが難しいことから、短周期レベルの不確かさとの重畳を考慮する。

地震動評価において考慮する各検討ケースを第5.6.13表に、設定した各検討ケースの断層パラメータを第5.6.14表(1)から第5.6.14表(3)に、断層モデルを第5.6.18図(1)から第5.6.18図(3)に示す。

c) 応答スペクトルに基づく手法による地震動評価

2011年東北地方太平洋沖地震の本震では、複数のSMGAが時間的、空間的に離れて連動したが、敷地での揺れは、特に短周期域においては敷地近傍のSMGAの影響が支配的であった。このような複雑な震源過程から生成される強震動を、短周期から長周期にわたり精度良く評価できる距離減衰式はないと考えられるため、応答スペクトルに基づく手法による地震動として、「5.6.1.1 検討用地震の選定(3)プレート間地震」に示す解放基盤波をもとに、それを包絡した応答スペクトルを用いる。

上記の手法に基づき算定した応答スペクトルを第5.6.19図(1)及び第5.6.19図(2)に示す。

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は、経験的グリーン関数法により行う。

要素地震の諸元を第5.6.15表に、震央位置を第5.6.20図に示す。この要素地震は、想定する地震の震源域で発生した同じ発生様式の地震であり、震源特性、伝播経路特性及び敷地地盤の振動特性を反映したものであると考えられる。

第5.6.13表に示す各検討ケースを対象として、上記の手法に基づき算定した応答スペクトルを第5.6.21図(1)から第5.6.21図(12)に示す。また、基本震源モデルによる地震動評価結果と、2011年東北地方太平洋沖地震の本震の解放基盤波との比較を第5.6.22図(1)から第5.6.22図(3)に示す。

(3) 海洋プレート内地震

a. 茨城県南部の地震

a) 基本震源モデルの設定

茨城県南部の地震の基本震源モデルは、中央防災会議（2004）以降、フィリピン海プレートの形状の見直しや、過去の地震を再現する断層モデルのパラメータの推定等の知見が取り入れられている中央防災会議（2013）を最新の知見として重視し、また、茨城県南部から房総沖にかけてのフィリピン海プレートの地震発生メカニズムについて検討されている長谷川ほか（2013）等も参考として設定する。

地震規模については、中央防災会議（2013）では1855年安政江戸地震を海洋プレート内地震として想定した場合の過去の震度を再現できる震源モデルの地震規模Mw7.2（応力降下量52MPa）に保守性を考慮したMw7.3（応力降下量62MPa）が提案されている。基本震源モデルの地震規模としては、上記に基づきMw7.3と設定する。

断層面の位置については、中央防災会議（2013）による「フィリピン海プレート内地震を想定する領域」のうち、敷地に近い位置に配置する。

断層傾斜角やずれについては、長谷川ほか（2013）による知見を踏まえ、傾斜角90度の右横ずれ断層として設定する。

アスペリティ位置については、海洋性マントル内ではどこでも想定される可能性があるため、敷地に近くなるように海洋性マントルの最上部に設定する。

破壊開始点については、アスペリティ下端に複数設定する。

断層パラメータの設定フローを第5.6.23図に、設定した基本震源モデルの断層パラメータを第5.6.16表に、断層モデルを第5.6.24図に示す。

b) 不確かさを考慮するパラメータの選定

地震動評価における不確かさとして、断層傾斜角、アスペリティ位置、応力降下量及び地震規模について考慮する。

断層傾斜角については、断層面から放出される地震波が密に重なるよう、断層

傾斜角を敷地に向けたケースを考慮する。この際、基本震源モデルと同様に右横ずれを設定することに加え、縦ずれを想定した場合についても考慮する。

アスペリティ位置については、海洋性地殻内に想定される可能性は低いものの、敷地に近くなるように海洋性地殻内の上端に配置したケースを考慮する。

アスペリティの応力降下量については、笹谷ほか(2006)<sup>(35)</sup>のスケールリング則に基づきパラメータ設定したケースを考慮する。

地震規模については、南海トラフで発生したフィリピン海プレート内地震である2004年紀伊半島南東沖地震の規模を参考にMw7.4を考慮する。

地震動評価において考慮する検討ケースを第5.6.17表に、設定した各検討ケースの断層パラメータを第5.6.18表(1)から第5.6.18表(4)に、断層モデルを第5.6.25図(1)から第5.6.25図(4)に示す。

#### c) 応答スペクトルに基づく手法による地震動評価

応答スペクトルに基づく手法による地震動評価は、Noda et al. (2002)に基づき行うものとし、「5.6.1.1 検討用地震の選定(1) 地震観測記録を用いた補正係数」に基づき、陸域寄りで発生した海洋プレート内地震による補正係数を考慮する。

第5.6.17表に示す各検討ケースを対象として、上記の手法に基づき算定した応答スペクトルを第5.6.26図(1)及び第5.6.26図(2)に示す。

#### 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は、統計的グリーン関数法により行う。

統計的グリーン関数法による地震動評価に当たっては、第5.5.3表に示す敷地の深部地盤構造モデルを用いる。

第5.6.17表に示す各検討ケースを対象として、上記の手法に基づき算定した応答スペクトルを第5.6.27図(1)から第5.6.27図(15)に示す。

### 5.6.2 震源を特定せず策定する地震動

敷地周辺の状況等を十分考慮した詳細な調査を実施しても、なお敷地近傍において発生する可能性のある内陸地殻内地震の全てを事前に評価し得るとは言い切れないとの観点から、震源を特定せず策定する地震動を考慮する。

#### 5.6.2.1 評価方針

震源を特定せず策定する地震動の策定に当たっては、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を収集し、それらを基に敷地の地盤物性を加味した応答スペクトルを設定する。震源を特定せず策定する地震動として、「全国共通に考慮すべき地震動」及び「地域性を考慮する地震動」の2種類を検討する。

#### 5.6.2.2 既往の知見

加藤ほか(2004)<sup>(36)</sup>は、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(以下「震源を事前に特定できない地震」という。)による震源近傍の硬質地盤上における強震記録を用いて、震源を事前に特定できない地震による水平成分の地震動の上限スペクトルを提案している。この加藤ほか(2004)による「震源を事前に特定できない地震」は、「震源を特定せず策定する地震動」と同等の考え方に基づく知見と考えられる。

以上を踏まえ、加藤ほか(2004)による水平成分の応答スペクトルに対し、Noda et al.(2002)の方法を用いて敷地の地盤物性を考慮した水平成分及び鉛直成分の応答スペクトルを「震源を特定せず策定する地震動」として考慮する。

加藤ほか(2004)に基づき設定した応答スペクトルを第5.6.28図(1)及び第5.6.28図(2)に示す。

#### 5.6.2.3 検討対象地震の選定と震源近傍の観測記録の収集

「全国共通に考慮すべき地震動」の検討対象地震の選定においては、地震規模のスケーリング(スケーリング則が不連続となる地震規模)の観点から、「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」を適切に選定する。また、「地域性を考慮する地震動」の検討対象地震の選定においては、「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」についても検討し、必要に応じて選定する。

##### 5.6.2.3.1 全国共通に考慮すべき地震動

震源近傍における観測記録を基に得られた「2004年北海道留萌支庁南部の地震において、防災科学技術研究所が運用する全国強震観測網の港町観測点における観測記録」及び「試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈における標準応答スペクトル」を対象とする。標準応答スペクトルを第5.6.29図、そのコントロールポイントを第5.6.19表に示す。

2004年北海道留萌支庁南部地震の記録については、佐藤ほか(2013)<sup>(37)</sup>によりK-NET 港町観測点において詳細な地盤調査及び基盤地震動の推定が行われ、信頼性の高い基盤地震動が得られていることから、これらを参考にK-NET 港町観測点の地盤構造モデルの不確かさを考慮した基盤地震動を評価する。

##### 5.6.2.3.2 地域性を考慮する地震動

地域性を考慮する地震動は、「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」として、震源断層がほぼ地震発生層の厚さ全体に広がっているものの、地表地震断層としてその全容を表すまでに至っていない地震(震源の規模が推定できない地震(Mw6.5以上))であり、孤立した長さの短い活断層による地震に相当する。Mw6.5以上の地震である2008年岩手・宮城内陸地震及び2000年鳥取県西部地震は、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、地表付近に一部痕跡が確認された地震

である。これらの地震の震源域と敷地近傍には、地質・地質構造、変動地形、火山フロント、地震地体構造及び応力場等について地域差があると考えられる。

2008年岩手・宮城内陸地震の震源域と敷地近傍の比較を第5.6.20表に示す。第5.6.20表に示すように、地質に類似性がやや認められるものの、震源域近傍は変動地形等の認識が難しい地域で、東西圧縮の逆断層型が卓越する応力場であるのに対し、敷地近傍は変動地形等が認識しやすい地域で、敷地周辺の茨城県北部では南西―北東引張の正断層型が卓越する応力場である。また、褶曲構造の有無やカルデラの分布、火山フロントとの位置関係及び地震地体構造の区分について、震源域と敷地近傍には地域差が認められる。以上のように、震源域と敷地近傍の特徴にはおおむね類似性がないことから、敷地近傍において2008年岩手・宮城内陸地震と同様の地震が発生する可能性は低いと考えられるため、観測記録の収集対象外とする。

また、2000年鳥取県西部地震の震源域と敷地近傍の比較を第5.6.21表に示す。第5.6.21表に示すように、震源域近傍は活断層の発達過程としては未成熟な段階であるとともに、花崗岩が分布する地域であり弾性波探査等の調査では断層の存否を確認することは難しく活構造の認識が困難な地域で、東西圧縮の横ずれ断層型が卓越する応力場であるのに対し、敷地近傍については前述のとおりである。また、火山フロントとの位置関係及び地震地体構造の区分について、震源域と敷地近傍には地域差が認められる。

以上のように、震源域と敷地近傍の特徴には類似性がないことから、敷地近傍において2000年鳥取県西部地震と同様の地震が発生する可能性は低いと考えられるため、観測記録の収集対象外とする。

#### 5.6.2.4 震源を特定せず策定する地震動の設定

震源を特定せず策定する地震動として、「5.6.2.2 既往の知見」で示した加藤ほか(2004)に基づき設定した応答スペクトル、「5.6.2.3.1 全国共通に考慮すべき地震動」で評価した2004年北海道留萌支庁南部地震の基盤地震動及び標準応答スペクトルを考慮する。

2004年北海道留萌支庁南部地震については、K-NET港町観測点と敷地の解放基盤表面相当位置の地盤物性の相違(S波速度でK-NET港町観測点938m/sに対し、敷地は第5.5.3表に示す地盤構造モデル(深部)において1,010m/s)による影響等を考慮して評価した地震動の応答スペクトルを考慮する。ここで、解放基盤表面相当位置の地盤物性の相違による影響等を考慮する際には、K-NET港町観測点と敷地の解放基盤表面の地盤物性値を比較し、おおむね同等の地盤であることから、K-NET港町観測点の地盤構造モデルの不確かさを考慮した基盤地震動に、保守性を考慮する。

標準応答スペクトルについては、S波速度2,200m/s以上の地震基盤相当面で設定されており、敷地においてS波速度2,200m/s以上の層が確認されるG.L.-1.293kmに設定する。

標準応答スペクトルに適合する模擬地震波は、乱数の位相を持つ正弦波の重ね合わせによって作成するものとし、振幅包絡線の経時的变化については、Noda et al.

(2002)<sup>(14)</sup>の方法に基づき、第5.6.22表に示す形状とする。標準応答スペクトルに適合する模擬地震波の作成結果を第5.6.23表、時刻歴波形を第5.6.30図、標準応答スペクトルに対する模擬地震波の応答スペクトル比を第5.6.31図に示す。作成した模擬地震波を用いて次元波動論による地盤応答解析を行い、解放基盤表面における応答スペクトルを算定する。

以上を踏まえた、「震源を特定せず策定する地震動」の応答スペクトルを第5.6.32図(1)及び第5.6.32図(2)に示す。

### 5.6.3 基準地震動 $S_s$ の策定

基準地震動 $S_s$ は、「5.6.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「5.6.2 震源を特定せず策定する地震動」の評価に基づき、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する。

#### 5.6.3.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動に基づく基準地震動 $S_s$

##### (1) 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動 $S_s$

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動 $S_s$ は、「5.6.1.2 検討用地震動の地震動評価」における各検討用地震の応答スペクトルに基づく手法による地震動評価結果を全て包絡するように設定した基準地震動 $S_s$ -Dとする（水平成分を $S_s$ -D<sub>H</sub>、鉛直成分を $S_s$ -D<sub>V</sub>とする）。

各検討用地震の応答スペクトルに基づく手法による地震動評価結果と基準地震動 $S_s$ -Dの設計用応答スペクトルを比較したものを第5.6.33図(1)及び第5.6.33図(2)に示す。また、基準地震動 $S_s$ -Dの設計用応答スペクトルのコントロールポイントの値を第5.6.24表に示す。

##### (2) 断層モデルを用いた手法による基準地震動 $S_s$

断層モデルを用いた手法による基準地震動 $S_s$ は、「5.6.1.2 検討用地震動の地震動評価」における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結果と、前節で示した基準地震動 $S_s$ -Dの設計用応答スペクトルを比較し、包絡関係を考慮して選定する。

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結果と基準地震動 $S_s$ -Dの設計用応答スペクトルを比較したものを第5.6.34図(1)から第5.6.34図(3)に示す。第5.6.34図(1)から第5.6.34図(3)より、包絡関係を考慮して選定した基準地震動 $S_s$ -1～基準地震動 $S_s$ -5の応答スペクトルを第5.6.35図(1)から第5.6.35図(3)に示す。

#### 5.6.3.2 震源を特定せず策定する地震動に基づく基準地震動 $S_s$

震源を特定せず策定する地震動による基準地震動 $S_s$ は、「5.6.2.4 震源を特定せず策定する地震動の設定」における震源を特定せず策定する地震動の評価結果と、「5.6.3.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動に基づく基準地震動 $S_s$ 」に示す基準地震動 $S_s$ を比較し、包絡関係を考慮して選定する。

震源を特定せず策定する地震動の評価結果と基準地震動 $S_s$ -Dの設計用応答スペクトル

ルを比較したものを第5.6.36図(1)及び第5.6.36図(2)に示す。第5.6.36図(1)及び第5.6.36図(2)より、震源を特定せず策定する地震動の評価結果と前節で示した基準地震動Ss-Dの設計用応答スペクトルを比較し、包絡関係を考慮して基準地震動Ss-6として選定する。

#### 5.6.3.3 基準地震動 Ss の応答スペクトル

「5.6.3.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動に基づく基準地震動Ss」及び「5.6.3.2 震源を特定せず策定する地震動に基づく基準地震動Ss」を踏まえて策定した基準地震動Ssの応答スペクトルを第5.6.37図(1)から第5.6.37図(3)に示す。

#### 5.6.3.4 基準地震動 Ss の時刻歴波形

基準地震動Ssの時刻歴波形は、応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss-Dの設計用応答スペクトルに適合する模擬地震波、断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss-1～基準地震動Ss-5及び震源を特定せず策定する地震動による基準地震動Ss-6の地震波とする。

基準地震動Ss-Dの設計用応答スペクトルに適合する模擬地震波は、乱数の位相を持つ正弦波の重ね合わせによって作成するものとし、振幅包絡線の経時的変化については、Noda et al. (2002) の方法に基づき、第5.6.25表に示す形状とする。

基準地震動Ss-Dの模擬地震波の作成結果を第5.6.26表に、基準地震動Ss-Dの設計用応答スペクトルに対する模擬地震波の応答スペクトルの比を第5.6.38図に示す。

以上より、策定した基準地震動Ss-Dの時刻歴波形を第5.6.39図に、断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss-1～基準地震動Ss-5の時刻歴波形を第5.6.40図(1)から第5.6.40図(5)に、震源を特定せず策定する地震動による基準地震動Ss-6の時刻歴波形を第5.6.40図(6)に示す。また、基準地震動Ssの最大加速度値を第5.6.27表に示す。

### 5.7 基準地震動 Ss の超過確率の参照

日本原子力学会 (2015) <sup>(38)</sup> を参考に、敷地における地震動の一樣ハザードスペクトルを評価する。

震源モデルについては、特定震源モデル及び領域震源モデルを設定し、それぞれ調査結果等に基づき設定した震源モデル（以下「調査モデル」という。）及び地震調査研究推進本部 (2012b) <sup>(39)</sup> の知見を参考に設定した震源モデル（以下「推本参考モデル」という。）を考慮する。また、地震動伝播モデルについては、2011年東北地方太平洋沖型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、それ以外の震源についてはNoda et al. (2002) の方法を用いた地震動評価を行う。作成したロジックツリーを第5.7.1図に、これらの設定に基づき評価した敷地における地震動の一樣ハザードスペクトルと基準地震動 Ss との比較を第5.7.2図(1)及び第5.7.2図(2)に示す。

第5.7.2図(1)及び第5.7.2図(2)によると、基準地震動 Ss-D の年超過確率は  $10^{-4}$ ～ $10^{-6}$  程度である。また、基準地震動 Ss-1～基準地震動 Ss-6 の年超過確率は基準地震動 Ss-D を超過する

周期帯で  $10^{-5}$ ~ $10^{-6}$  程度である。

## 5.8 参考文献

- (1) 宇佐美龍夫, 石井寿, 今村隆正, 武村雅之, 松浦律子. 日本被害地震総覧 599-2012. 東京大学出版会. 2013, 724p.
- (2) 気象庁. 地震月報 (カタログ編). 2017-05-31 時点. ほか
- (3) 気象庁, 消防庁. 震度に関する検討会報告書. 震度に関する検討会, 2009-03-23.
- (4) 村松郁栄. 震度分布と地震のマグニチュードとの関係. 岐阜大学教育学部研究報告. 自然科学. vol.4, no.3, 1969, pp.168-176.
- (5) 勝又護, 徳永規一. 震度IVの範囲と地震の規模および震度と加速度の対応. 験震時報. vol.36, no.3,4, 1971, pp.89-96.
- (6) 松田時彦. 活断層から発生する地震の規模と周期について. 地震第2輯. vol.28, 1975, pp.269-283.
- (7) 中央防災会議. 首都直下地震モデル検討会「首都直下のM7クラスの地震及び相模トラフ沿いのM8クラスの地震等の震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書」. 2013-12.
- (8) 地震調査研究推進本部. 三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価 (第二版) について. 地震調査研究推進本部地震調査委員会. 2012-2-9 変更.
- (9) 地震調査研究推進本部. 日本海溝沿いの地震活動の長期評価. 地震調査研究推進本部地震調査委員会. 2019, 2019-2-26.
- (10) 東京大学地震研究所・防災科学技術研究所・京都大学防災研究所. 文部科学省委託研究 首都直下地震防災・減災特別プロジェクト 総括成果報告書. 2012-3.
- (11) 中央防災会議. 中央防災会議「首都直下地震対策専門調査会」(第12回)地震ワーキンググループ報告書. 2004-11-17.
- (12) 地震調査研究推進本部. 全国地震動予測地図. 地震調査研究推進本部地震調査委員会. 2009-07-21.
- (13) 地質調査総合センター編. 日本重力データベース DVD 版. 産業技術総合研究所地質調査総合センター. 2013.
- (14) Shizuo Noda, Kazuhiko Yashiro, Katsuya Takahashi, Masayuki Takemura, Susumu Ohno, Masanobu Tohdo, Takahide Watanabe. RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES. OECD-NEA Workshop on the Relations between Seismological Data and Seismic Engineering Analysis, Istanbul, 16-18 October, 2002.
- (15) 原子力安全基盤機構. 平成15年度地震記録データベース SANDEL 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(JNES/SAE04-017). 2004-8.
- (16) 廣瀬一聖, 伊藤潔. 広角反射法および屈折法解析による近畿地方の地殻構造の推定. 京都大学防災研究所年報. No.49B, 2006, pp.307-321.
- (17) 三浦誠一, 小平秀一, 仲西理子, 鶴哲郎, 高橋成実, 金田義行. エアガンー海底地震計データによる日本海溝・福島沖前弧域の地震波速度構造. JAMSTEC 深海研究. no.16,

- 2000, pp. 87-100.
- (18) 青柳恭平, 上田圭一. 2011年東北地方太平洋沖地震による阿武隈南部の正断層型誘発地震の特徴—臨時余震観測に基づく震源分布と速度構造—. 電力中央研究所報告 N11048. 2012.
  - (19) 芝良昭, 野口科子. 広帯域地震動を規定する震源パラメータの統計的特性—震源インバージョン解析に基づく検討—. 電力中央研究所報告 N11054. 2012.
  - (20) 引間和人. 2011年4月11日福島県浜通りの地震 (Mj7.0) の震源過程—強震波形と再決定震源による2枚の断層面の推定—. 地震第2輯. vol. 64, 2012, pp. 243-256.
  - (21) Miho Tanaka, Kimiyuki Asano, Tomotaka Iwata, Hisahiko Kubo. Source rupture process of the 2011 Fukushima-ken Hamadori earthquake: how did the two subparallel faults rupture?, Earth, Planets and Space 2014, 66:101, 2014.
  - (22) Aitaro Kato, Toshihiro Igarashi, Kazushige Obara, Shinichi Sakai, Tetsuya Takeda, Atsushi Saiga, Takashi Iidaka, Takaya Iwasaki, Naoshi Hirata, Kazuhiko Goto, Hiroki Miyamachi, Takeshi Matsushima, Atsuki Kubo, Hiroshi Katao, Yoshiko Yamanaka, Toshiko Terakawa, Haruhisa Nakamichi, Takashi Okuda, Shinichiro Horikawa, Noriko Tsumura, Norihito Umino, Tomomi Okada, Masahiro Kosuga, Hiroaki Takahashi, Takuji Yamada. Imaging the source regions of normal faulting sequences induced by the 2011 M9.0 Tohoku-Oki earthquake, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, Vol. 40, 1-6. 2013.
  - (23) 地震調査研究推進本部. 震源断層を特定した地震の強震動予測手法 (「レシピ」). 地震調査研究推進本部地震調査委員会. 2017.
  - (24) Isabelle Manighetti, Charles Sammis, Geoffrey Charles Plume King, Michel Campillo. Evidence for self-similar, triangular slip distributions on earthquakes: Implications for earthquake and fault mechanics, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, Vol. 110, B05302. 2005.
  - (25) 佐藤智美, 堤英明. 2011年福島県浜通り付近の正断層の地震の短周期レベルと伝播経路・地盤増幅特性. 日本地震工学会論文集. vol. 12, no. 7, 2012.
  - (26) 壇一男, 渡辺基史, 佐藤俊明, 石井透. 断層の非一様すべり破壊モデルから算定される短周期レベルと半経験的波形合成法による強震動予測のための震源断層のモデル化. 日本建築学会構造系論文集. vol. 66, no. 545, 2001, pp. 51-62.
  - (27) 入倉孝次郎, 三宅弘恵. シナリオ地震の強震動予測. 地学雑誌. vol. 110 (6), 2001, pp. 849-875.
  - (28) 日本電気協会. 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-2015. 原子力規格委員会. 2016, 285p.
  - (29) 諸井孝文, 広谷浄, 石川和也, 水谷浩之, 引間和人, 川里健, 生玉真也, 釜田正毅. 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. 日本地震工学会第10回年次大会梗概集. 2013, pp. 381-382.
  - (30) 長谷川昭, 中島淳一, 内田直希, 海野徳仁. 東京直下に沈み込む2枚のプレートと首都圏下の特異な地震活動. 地学雑誌. vol. 122, no. 3, 2013, pp. 398-417.

- (31) Naoki Uchida, Toru Matsuzawa, Junichi Nakajima, Akira Hasegawa. Subduction of a wedge - shaped Philippine Sea plate beneath Kanto, central Japan, estimated from converted waves and small repeating earthquakes. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH. vol.115, 2010, B07309.
- (32) 入倉孝次郎. 海溝型巨大地震の強震動予測のための震源モデルの構築. 第40回地盤震動シンポジウム. 2012.
- (33) 佐藤智美. 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. 日本建築学会構造系論文集. vol.75, no.651, 2010, pp.923-932.
- (34) 片岡正次郎, 佐藤智美, 松本俊輔, 日下部毅明. 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. 土木工学会論文集A. vol.62, No.4, 2006, pp.740-757.
- (35) 笹谷努, 森川信之, 前田宜浩. スラブ内地震の震源特性. 北海道大学地球物理学研究報告. no.69, 2006-3, pp.123-134.
- (36) 加藤研一, 宮腰勝義, 武村雅之, 井上大榮, 上田圭一, 壇一男. 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—. 日本地震工学会論文集. vol.4, no.4, 2004, pp.46-86.
- (37) 佐藤浩章, 芝良昭, 東貞成, 功刀卓, 前田宜浩, 藤原広行. 物理探査・室内試験に基づく2004年留萌支庁南部の地震によるK-NET港町観測点(HKD020)の基盤地震動とサイト特性評価. 電力中央研究所報告. 2013.
- (38) 日本原子力学会. 原子力発電所に対する地震を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準:2015, 日本原子力学会標準, 2015.
- (39) 地震調査研究推進本部. 今後の地震動ハザード評価に関する検討〜2011年・2012年における検討結果〜. 地震調査研究推進本部地震調査委員会. 2012.
- (40) Ludwig, W.J., Nafe, J.E., Drake, C.L. Seismic Refraction in the Sea. Wiley-Interscience. vol.4, part.1, 1970, pp.53-84.
- (41) Kennett, B.L.N., Engdahl, E.R. Traveltimes for global earthquake location and phase identification. Geophysical Journal International. vol.105, 1991, pp.429-465.
- (42) 佐藤智美, 川瀬博, 佐藤俊明. 表層地盤の影響を取り除いた工学的基盤波の統計的スペクトル特性—仙台地域のボアホールで観測された多数の中小地震記録を用いた解析—. 日本建築学会構造系論文集. vol.59, No.462, 1994, pp.79-89.
- (43) Masayoshi Yoshimura, Seishi Fujii, Kenji Tanaka, Ken Morita. On the relationship between P and S-wave velocities in soft rock. SEG Expanded Abstracts 1, 1982, p.143.
- (44) Yoshihiro Fujii, Mitsuhiro Matsu'ura. Regional Difference in Scaling Laws for Large Earthquakes and its Tectonic Implication. Pure and Applied Geophysics. vol.157, 2000, pp.2283-2302.
- (45) Robert J. Geller. Scaling relations for earthquake source parameters and magnitudes. Bulletin of the Seismological Society of America. vol.66, 1976,

- pp. 1501-1523.
- (46) Kanno T., A. Narita, N. Morikawa, H. Fujiwara, Y. Fukushima. A New Attenuation Relation for Strong Ground Motion in Japan Based on Recorded Data. *Bulletin of the Seismological Society of America*. vol.96, no.3, 2006, pp.879-897.
  - (47) Zhao, J. X., J. Zhang, A. Asano, Y. Ohno, T. Oouchi, T. Takahashi, H. Ogawa, K. Irikura, H. K. Thio, P. G. Somerville, Y. Fukushima. Attenuation Relations of Strong Ground Motion in Japan Using Site Classification Based on Predominant Period. *Bulletin of the Seismological Society of America*. vol.96, no.3, 2006, pp.898-913.
  - (48) 内山泰生, 翠川三郎. 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. *日本建築学会構造系論文集*. vo.71, no.606, 2006, pp.81-88.
  - (49) Norman A. Abrahamson, Walter J. Silva, Ronnie Kamai. Summary of the ASK14 Ground Motion Relation for Active Crustal Regions. *Earthquake Spectra*. vol.30, no.3, 2014, pp.1025-1055.
  - (50) David M. Boore, Jonathan P. Stewart, Emel Seyhan, Gail M. Atkinson. NGA-West2 Equations for Predicting PGA, PGV, and 5% Damped PSA for Shallow Crustal Earthquakes. *Earthquake Spectra*. vol.30, no.3, 2014, pp.1057-1085.
  - (51) Kenneth W. Campbell, Yousef Bozorgnia. NGA-West2 Ground Motion Model for the Average Horizontal Components of PGA, PGV, and 5% Damped Linear Acceleration Response Spectra. *Earthquake Spectra*. vol.30, no.3, 2014, pp.1087-1115.
  - (52) Brian S.-J. Chiou, Robert R. Youngs. Update of the Chiou and Youngs NGA Model for the Average Horizontal Component of Peak Ground Motion and Response Spectra. *Earthquake Spectra*. vol.30, no.3, 2014, pp.1117-1153.
  - (53) I. M. Idriss. An NGA-West2 Empirical Model for Estimating the Horizontal Spectral Values Generated by Shallow Crustal Earthquakes. *Earthquake Spectra*. vol.30, no.3, 2014, pp.1155-1177.
  - (54) 壇一男, 畑奈緒未, 武藤尊彦, 宮腰淳一, 神田順. シナリオ地震の生起確率を考慮した基準地震動策定に関する研究(その3)宮城県沖で発生するプレート境界大地震の断層破壊シナリオとそれに基づく強震動の計算. *日本建築学会大会(近畿)学術講演梗概集*. B-1, 構造 I, 2005, pp.97-98.
  - (55) 佐藤良輔編. *日本の地震断層パラメータハンドブック*. 鹿島出版会, 1989.
  - (56) Thomas C. Hanks, Hiroo Kanamori. A moment magnitude scale. *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*. vol.84, B5, 1979, pp.2348-2350.
  - (57) 地震調査研究推進本部. 宮城県沖地震を想定した強震動評価手法について(中間報告)(説明文の訂正). 地震調査研究推進本部地震調査委員会. 2002.
  - (58) 地震調査研究推進本部. 宮城県沖地震を想定した強震動評価(一部修正版)について(平成17年12月14日公表). 地震調査研究推進本部地震調査委員会. 2005.
  - (59) 佐藤智美. 中小地震の応力降下量の断層タイプ・震源深さ依存性及び地域性に関する研究. *土木学会地震工学論文集*. vol.27, no.75, 2003.

- (60) 田力正好, 池田安隆, 野原壯. 河成段丘の高度分布から推定された, 岩手・宮城内陸地震の震源断層. 地震第2輯. vol. 62, no. 1, 2009, pp. 1-11.
- (61) 防災科学技術研究所. ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究 総括成果報告書. 2013-5.
- (62) 岡田篤正. 山陰地方の活断層の諸特徴. 活断層研究. vol. 22 (松田時彦先生古稀記念号), 2002, pp. 17-32.
- (63) 西村卓也. 山陰地方の GNSS データに認められるひずみ集中帯. 日本地球惑星科学連合 2014 年大会. SSS31-06. 2014.
- (64) Paul Somerville, Kojiro Irikura, Robert Graves, Sumio Sawada, David Wald, Norman Abrahamson, Yoshinori Iwasaki, Takao Kagawa, Nancy Smith, Akira Kowada. Characterizing crustal earthquake slip models for the prediction of strong ground motion. Seismological Research Letters. vol. 70, 1999, pp. 59-80.
- (65) 岩田知孝, 浅野公之. 強震動予測のためのスラブ内地震の特性化震源モデルの構築. 北海道大学地球物理学研究報告. vol. 73, 2010, pp. 129-135.

第 5. 2. 1 表(1) 敷地周辺の主な被害地震

年	月	日	震央位置		深さ (km)	マグニ チュード	震央距離 (km)	地名 (地震名)
			北緯	東経				
818	—	—	36.0~37.0°	139.0~140.0°	—	≥7.5	98	関東諸国
841	—	—	35.1°	138.9°	—	≒7.0	197	伊豆
878	11	1	35.5°	139.3°	—	7.4	141	関東諸国
1257	10	9	35.2°	139.5°	—	7.0~7.5	151	関東南部
1360	—	—	35.2°	140.0°	—	—	128	上総
1433	11	6	34.9°	139.5°	—	≥7.0	178	相模
1433	11	6	37.7°	139.8°	—	6.7	173	会津
1611	9	27	37.6°	139.8°	—	≒6.9	163	会津
1615	6	26	35.7°	139.7°	—	6 1/4 ~6 3/4	99	江戸
1630	8	2	35 3/4°	139 3/4°	—	6 1/4	92	江戸
1633	3	1	35.2°	139.2°	—	7.0±1/4	170	相模・駿河・伊豆
1635	3	12	35 3/4°	139 3/4°	—	≒6.0	92	江戸
1636	12	3	37.0°	138.7°	—	≒5.0~5.5	185	越後中魚沼郡
1646	6	9	38.1°	140.65°	—	6.5~6.7	204	陸前
1648	6	13	35.2°	139.2°	—	≒7.0	170	相模
1649	7	30	35.8°	139.5°	—	7.0±1/4	108	武蔵・下野
1649	9	1	35.5°	139.7°	—	6.4	114	江戸・川崎
1659	4	21	37.1°	139.8°	—	6 3/4~7.0	115	岩代・下野
1670	6	22	37.75°	139.15°	—	≒6 3/4	207	越後中・南蒲原郡
1677	11	4	35.5°	142.0°	—	≒8.0	156	磐城・常陸・安房・上総・下総
1683	6	17	36.7°	139.6°	—	6.0~6.5	98	日光
1683	6	18	36.75°	139.65°	—	6.5~7.0	97	日光
1683	10	20	36.9°	139.7°	—	7.0±1/4	104	日光
1697	11	25	35.4°	139.6°	—	≒6.5	128	相模・武蔵
1703	12	31	34.7°	139.8°	—	7.9~8.2	186	江戸・関東諸国(元禄地震)
1706	10	21	35.6°	139.8°	—	5 3/4	100	江戸

第 5. 2. 1 表(2) 敷地周辺の主な被害地震

年	月	日	震央位置		深さ (km)	マグニ チュード	震央距離 (km)	地名 (地震名)
			北緯	東経				
1710	9	15	37.0°	141.5°	—	6.5±1/2	118	磐城
1725	5	29	36.25°	139.7°	—	≒6.0	76	日光
1731	10	7	38.0°	140.6°	—	≒6.5	193	岩代
1738	1	3	37.0°	138.7°	—	≒5 1/2	185	中魚沼郡
1755	4	21	36.75°	139.6°	—	—	101	日光
1756	2	20	35.7°	140.9°	—	5.5～6.0	70	銚子
1767	10	22	35.7°	139.8°	—	≒6.0	92	江戸
1768	7	19	35.3°	139.05°	—	≒5.0	172	箱根
1782	8	23	35.4°	139.1°	—	≒7.0	162	相模・武蔵・甲斐
1786	3	23	35.2°	139.1°	—	5～5 1/2	176	箱根
1791	1	1	35.8°	139.6°	—	6.0～6.5	100	川越・蔵
1801	5	27	35.3°	140.1°	—	6.5	114	上総
1812	12	7	35.45°	139.65°	—	6 1/4±1/4	121	武蔵・相模東部
1817	12	12	35.20°	139.05°	—	≒6.0	180	箱根
1821	12	13	37.45°	139.6°	—	5.5～6.0	157	岩代
1828	12	18	37.6°	138.9°	—	6.9	209	越後
1831	3	26	35.65°	139 3/4°	—	≒5.5	99	江戸
1843	3	9	35.35°	139.1°	—	6.5±1/4	165	御殿場・足柄
1853	3	11	35.3°	139.15°	—	6.7±0.1	165	小田原付近
1855	11	11	35.65°	139.8°	—	7.0～7.1	96	江戸および付近(江戸地震)
1856	11	4	35.7°	139.5°	—	6.0～6.5	113	江戸・立川・所沢
1859	1	11	35.9°	139.7°	—	≒6.0	86	岩槻
1870	5	13	35.25°	139.1°	—	6.0～6.5	172	小田原
1880	2	22	35.4°	139.75°	—	5.5～6.0	120	横浜
1882	9	29	35° 07′	139° 05′	—	—	184	熱海付近
1884	10	15	35.7°	139.75°	—	—	95	東京付近

第 5. 2. 1 表(3) 敷地周辺の主な被害地震

年	月	日	震央位置		深さ (km)	マグニ チュード	震央距離 (km)	地名 (地震名)
			北緯	東経				
1886	7	23	37.05°	138.5°	—	5.3	203	信越国境
1887	1	15	35.5°	139.25°	—	6.2	145	相模・武蔵南東部
1887	7	22	37.5°	138.9°	—	5.7	201	新潟県古志郡
1888	4	29	36.6°	140.0°	—	6.0	62	栃木県
1889	2	18	35.5°	139.7°	—	6.0	114	東京湾周辺
1891	12	24	35.4°	138.9°	—	6.5	177	山中湖付近
1892	6	3	35.7°	139.9°	—	6.2	85	東京湾北部
1894	6	20	35.7°	139.8°	—	7.0	92	東京湾北部
1894	10	7	35.6°	139.8°	—	6.7	100	東京湾北部
1895	1	18	36.1°	140.4°	—	7.2	22	霞ヶ浦付近
1896	1	9	36 1/2°	141°	—	7.3	48	鹿島灘
1896	8	1	37 1/2°	141 1/2°	—	6.5	162	福島県沖
1897	1	17	36.2°	139.9°	—	5.6	59	利根川中流域
1897	10	2	38.0°	141.7°	—	6.6	218	仙台沖
1898	2	13	36.2°	139.8°	—	5.6	68	茨城県南西部
1898	5	26	37.0°	138.9°	—	6.1	169	新潟県六日町付近
1899	4	15	36.3°	141.0°	—	5.8	41	茨城県沖
1902	3	25	35.9°	140.5°	—	5.6	40	千葉県佐原町付近
1902	5	25	35.6°	139.0°	—	5.4	158	甲斐東部
1904	5	8	37.1°	138.9°	—	6.1	174	新潟県六日町付近
1905	6	7	34.8°	139.3°	—	5.8	198	大島近海
1906	2	23	34.8°	139.8°	—	6.3	176	安房沖
1906	2	24	35.45°	139.75°	—	6.4	115	東京湾
1908	12	28	35.6°	138.65°	—	5.8	186	山梨県中部
1909	7	3	35.6°	139.8°	—	6.1	100	東京湾西部
1910	9	26	36.8°	141.5°	—	5.9	104	常陸沖

第 5. 2. 1 表(4) 敷地周辺の主な被害地震

年	月	日	震央位置		深さ (km)	マグニ チュード	震央距離 (km)	地名 (地震名)
			北緯	東経				
1912	7	16	36.4°	138.55°	—	5.7	180	浅間山
1913	12	15	35.5°	140.0°	—	6.0	98	東京湾
1915	6	20	35.5°	139.0°	—	5.9	163	山梨県南東部
1915	11	16	35.4°	140.3°	—	6.0	98	房総南部
1916	2	22	36.5°	138.5°	—	6.2	186	浅間山麓
1917	1	31	35.2°	139.0°	—	4 1/2	183	箱根地方
1918	6	26	35.4°	139.1°	—	6.3	162	山梨県上野原付近
1920	12	27	35.23°	139.05°	—	5.7	177	箱根山
1921	12	8	36.0°	140.2°	—	7.0	43	茨城県龍ヶ崎付近
1922	1	23	37.5°	141.5°	—	6.5	162	磐城沖
1922	4	26	35.2°	139.75°	—	6.8	138	浦賀水道
1922	5	9	36.0°	140.0°	—	6.1	57	茨城県谷田部付近
1923	1	14	36° 04.78′	140° 03.21′	87	6.0	49	水海道付近
1923	9	1	35° 19.87′	139° 08.14′	23	7.9	164	関東南部(関東大地震)
1923	9	1	35° 14.01′	138° 46.13′	0	6.6	197	山梨県東部
1923	9	2	34° 41.31′	140° 02.69′	14	7.3	180	千葉県勝浦沖
1924	1	15	35° 20.44′	139° 03.30′	0	7.3	169	丹沢山塊
1926	8	3	35° 35.41′	139° 43.89′	57	6.3	105	東京市南東部
1927	10	27	37° 30.00′	138° 50.97′	0	5.2	205	新潟県中部(関原地震)
1928	5	21	35° 40.16′	140° 03.98′	75	6.2	79	千葉付近
1929	7	27	35° 30.87′	139° 05.01′	37	6.3	156	丹沢山付近
1930	3	22	35° 02.39′	139° 05.81′	10	5.9	189	伊東沖(伊東群発地震)
1930	6	1	36° 25.57′	140° 32.22′	54.21	6.5	18	那珂川下流域
1930	11	26	35° 02.58′	138° 58.42′	0.59	7.3	196	伊豆北部(北伊豆地震)
1931	9	21	36° 09.50′	139° 14.85′	3.03	6.9	118	埼玉県中部(西埼玉地震)
1933	10	4	37° 14.35′	138° 57.55′	0	6.1	179	新潟県小千谷

第 5. 2. 1 表(5) 敷地周辺の主な被害地震

年	月	日	震央位置		深さ (km)	マグニ チュード	震央距離 (km)	地名 (地震名)
			北緯	東経				
1936	11	2	37° 22.35′	140° 00.92′	1	4.1	132	会津若松市付近
1938	5	23	36° 34.43′	141° 19.44′	0	7.0	78	塩屋崎沖
1938	9	22	36° 26.61′	141° 03.49′	48	6.5	50	鹿島灘
1938	11	5	36° 55.54′	141° 55.12′	43	7.5	143	福島県東方沖(福島県東方沖地震)
1942	2	21	37° 42.63′	141° 50.75′	42	6.5	198	福島県沖
1943	8	12	37° 20.16′	139° 52.48′	26	6.2	134	福島県田島付近(田島地震)
1949	12	26	36° 42.31′	139° 41.76′	1.35	6.2	91	今市地方(今市地震)
1949	12	26	36° 43.11′	139° 46.99′	8	6.4	85	今市地方(今市地震)
1950	9	10	35° 17.71′	140° 32.98′	56	6.3	107	九十九里浜
1951	1	9	35° 27.04′	140° 04.24′	64	6.1	100	千葉県中部
1956	2	14	35° 42.24′	139° 56.68′	54.41	5.9	82	東京湾北岸
1956	9	30	37° 58.74′	140° 36.62′	11.02	6.0	191	宮城県南部
1956	9	30	35° 37.80′	140° 11.40′	81	6.3	77	千葉県中部
1961	2	2	37° 26.9′	138° 50.1′	0	5.2	202	長岡付近
1961	7	22	34° 51.8′	139° 19.3′	0	4.6	191	伊豆大島近海
1968	7	1	36° 02.75′	139° 23.88′	65	6.1	106	埼玉県中部
1972	1	14	34° 46.09′	139° 19.12′	0	3.3	200	大島近海
1974	8	4	36° 04.35′	139° 53.63′	53	5.8	63	茨城県南西部
1975	8	15	37° 02.75′	141° 10.04′	54	5.5	103	福島県沿岸
1976	6	16	35° 30.91′	138° 59.35′	26.02	5.5	163	山梨県東部
1977	10	5	36° 08′	139° 52′	60	5.5	63	茨城県南西部
1978	12	3	34° 53′	139° 11′	20	5.5	197	大島近海
1979	4	25	37° 22′	139° 29′	0	4.4	155	福島県西部
1979	5	5	35° 48′	139° 11′	20	4.7	133	秩父市付近
1980	6	29	34° 55′	139° 14′	10	6.7	191	伊豆半島中部沿岸
1980	9	24	35° 58′	139° 48′	80	5.4	75	埼玉県東部

第 5. 2. 1 表(6) 敷地周辺の主な被害地震

年	月	日	震央位置		深さ (km)	マグニ チュード	震央距離 (km)	地名 (地震名)
			北緯	東経				
1980	9	25	35° 31′	140° 13′	80	6.0	88	千葉県中部
1982	8	12	34° 53′	139° 34′	30	5.7	177	伊豆大島近海
1983	2	27	35° 56.4′	140° 09.1′	72	6.0	50	茨城県南部
1983	8	8	35° 31.3′	139° 01.3′	22	6.0	160	神奈川・山梨県境
1984	2	14	35° 35.3′	139° 06.2′	25	5.4	150	神奈川・山梨県境
1984	12	17	35° 36.0′	140° 03.3′	78	4.9	86	東京湾
1986	8	24	36° 19.4′	138° 19.4′	3.7	4.9	200	長野県東部
1987	2	6	36° 57.9′	141° 53.6′	35	6.7	143	福島県沖
1987	4	7	37° 18.2′	141° 51.8′	44	6.6	165	福島県沖
1987	4	23	37° 05.5′	141° 37.4′	46.8	6.5	133	福島県沖
1987	6	16	37° 30.5′	140° 03.4′	7.1	4.5	145	会津若松付近
1987	9	14	36° 59.5′	138° 29.0′	7.1	4.8	202	長野県北部
1987	12	17	35° 22.5′	140° 29.6′	57.9	6.7	98	千葉県東方沖
1988	3	18	35° 39.9′	139° 38.6′	96.1	5.8	105	東京都東部
1988	8	12	35° 05.9′	139° 51.8′	69.4	5.3	143	千葉県南部
1988	9	5	35° 30.0′	138° 59.0′	29.6	5.6	165	山梨県東部
1989	2	19	36° 01.3′	139° 54.3′	55.3	5.6	64	茨城県南西部
1989	3	6	35° 41.8′	140° 42.6′	55.7	6.0	64	千葉県北部
1989	7	9	34° 59.7′	139° 06.5′	3.4	5.5	192	伊豆半島東方沖
1989	10	14	34° 49.6′	139° 30.0′	21.2	5.7	185	伊豆大島近海
1990	5	3	36° 26.2′	140° 36.6′	58.0	5.4	20	鹿島灘
1992	2	2	35° 13.8′	139° 47.3′	92.3	5.7	133	東京湾南部
1992	5	11	36° 32.0′	140° 32.2′	56.2	5.6	30	茨城県中部
1992	12	27	36° 58.6′	138° 34.8′	10	4.5	193	新潟県南部
1993	5	21	36° 02.7′	139° 53.8′	60.8	5.4	63	茨城県南西部
1994	10	25	35° 10.9′	138° 59.0′	3.9	4.9	185	箱根山

第 5.2.1 表(7) 敷地周辺の主な被害地震

年	月	日	震央位置		深さ (km)	マグニ チュード	震央距離 (km)	地名 (地震名)
			北緯	東経				
1994	12	18	37° 17.7′	139° 53.5′	6.3	5.5	129	福島県西部
1995	1	7	36° 18.10′	139° 58.63′	71.49	5.4	52	茨城県南西部
1995	4	1	37° 53.47′	139° 14.88′	16.16	5.6	215	新潟県北東部
1995	12	22	38° 12.21′	140° 23.05′	11.05	4.6	216	蔵王付近
1996	2	17	37° 18.57′	142° 32.86′	58	6.8	213	福島県沖
1996	3	6	35° 28.55′	138° 56.86′	19.59	5.5	169	山梨県東部
1996	9	11	35° 38.33′	141° 13.01′	51.99	6.4	91	銚子沖
1996	12	21	36° 05.77′	139° 51.65′	53.11	5.6	65	茨城県南部
1997	3	4	34° 57.34′	139° 10.18′	2.64	5.9	191	伊豆半島東方沖
1998	2	21	37° 16.22′	138° 47.74′	19.12	5.2	193	中越地方
1999	3	26	36° 27.04′	140° 36.93′	59.04	5.0	22	水戸付近
1999	9	13	35° 35.86′	140° 09.59′	75.81	5.1	81	千葉市付近
2000	4	26	37° 34.80′	140° 00.73′	12.57	4.5	154	会津若松・喜多方付近
2000	6	3	35° 41.39′	140° 44.79′	48.06	6.1	66	千葉県北東部
2000	7	21	36° 31.76′	141° 07.12′	49.37	6.4	59	茨城県沖
2001	1	4	36° 57.39′	138° 46.12′	11.23	5.3	177	中越地方
2002	2	12	36° 35.38′	141° 04.96′	47.79	5.7	60	茨城県沖
2002	6	14	36° 12.98′	139° 58.63′	56.99	5.1	52	茨城県南部
2003	5	12	35° 52.13′	140° 05.14′	46.87	5.3	60	茨城県南部
2003	9	20	35° 13.13′	140° 18.02′	69.96	5.8	118	千葉県南部
2003	10	15	35° 36.82′	140° 02.99′	73.90	5.1	85	千葉県北西部
2003	11	15	36° 25.95′	141° 09.91′	48.40	5.8	58	茨城県沖
2004	4	4	36° 23.41′	141° 09.24′	48.99	5.8	56	茨城沖
2004	7	17	34° 50.29′	140° 21.36′	68.68	5.5	159	房総半島南東沖
2004	10	6	35° 59.33′	140° 05.39′	65.97	5.7	51	茨城県南部
2004	10	23	37° 17.55′	138° 52.03′	13.08	6.8	189	中越地方(平成16年(2004年) 新潟県中越地震)

第 5. 2. 1 表(8) 敷地周辺の主な被害地震

年	月	日	震央位置		深さ (km)	マグニ チュード	震央距離 (km)	地名 (地震名)
			北緯	東経				
2005	1	18	37° 22.24'	138° 59.81'	7.62	4.7	185	中越地方
2005	2	16	36° 02.31'	139° 53.33'	46.15	5.3	64	茨城県南部
2005	4	11	35° 43.61'	140° 37.27'	51.51	6.1	60	千葉県北東部
2005	6	20	35° 44.03'	140° 41.68'	50.65	5.6	60	千葉県北東部
2005	6	20	37° 13.76'	138° 35.44'	14.51	5.0	205	中越地方
2005	7	23	35° 34.90'	140° 08.31'	73.08	6.0	84	千葉県北西部
2005	7	28	36° 07.57'	139° 50.78'	51.12	5.0	65	茨城県南部
2005	8	7	35° 33.57'	140° 06.89'	73.28	4.7	87	千葉県北西部
2005	8	21	37° 17.90'	138° 42.71'	16.73	5.0	201	中越地方
2005	10	16	36° 02.36'	139° 56.25'	47.12	5.1	60	茨城県南部
2005	10	19	36° 22.90'	141° 02.59'	48.32	6.3	46	茨城県沖
2006	4	21	34° 56.49'	139° 11.75'	7.11	5.8	191	伊豆半島東方沖
2007	8	16	35° 26.62'	140° 31.83'	30.77	5.3	91	九十九里浜付近
2007	10	1	35° 13.77'	139° 06.60'	12.94	4.9	173	神奈川県西部
2008	3	8	36° 27.15'	140° 36.70'	57.04	5.2	22	茨城県北部
2008	5	8	36° 13.69'	141° 36.46'	50.57	7.0	95	茨城県沖
2008	7	5	36° 38.56'	140° 57.12'	49.69	5.2	56	茨城県沖
2009	5	12	37° 04.32'	138° 31.99'	12.12	4.8	202	上越地方
2009	10	12	37° 25.93'	139° 41.80'	3.89	4.9	151	会津地方
2009	12	17	34° 57.53'	139° 08.19'	4.00	5.0	193	伊豆半島東方沖
2010	3	13	37° 36.85'	141° 28.30'	77.70	5.5	171	福島県東方沖
2010	3	14	37° 43.45'	141° 49.08'	39.75	6.7	198	福島県沖
2010	5	1	37° 33.55'	139° 11.47'	9.26	4.9	188	中越地方
2010	6	13	37° 23.76'	141° 47.74'	40.30	6.2	168	福島県沖
2010	9	29	37° 17.10'	140° 01.53'	7.62	5.7	123	福島県中通り
2011	3	11	38° 06.21'	142° 51.66'	23.74	9.0	290	東北沖 平成23年(2011年)東北 地方太平洋沖地震 東日本大震災

第 5. 2. 1 表(9) 敷地周辺の主な被害地震

年	月	日	震央位置		深さ (km)	マグニ チュード	震央距離 (km)	地名 (地震名)
			北緯	東経				
2011	3	11	36° 07.25′	141° 15.15′	42.70	7.6	65	茨城県沖
2011	3	12	36° 59.16′	138° 35.87′	8.38	6.7	192	長野県北部
2011	3	15	35° 18.57′	138° 42.87′	14.31	6.4	197	静岡県東部
2011	4	11	36° 56.74′	140° 40.36′	6.42	7.0	77	福島県浜通り
2011	4	12	37° 03.15′	140° 38.61′	15.08	6.4	88	福島県東部
2011	4	16	36° 20.45′	139° 56.73′	78.80	5.9	55	茨城県南部
2011	4	17	37° 01.37′	138° 41.32′	7.97	4.9	187	中越地方
2011	6	2	37° 01.05′	138° 42.30′	5.68	4.7	185	中越地方
2011	7	31	36° 54.19′	141° 13.28′	57.31	6.5	93	福島県沖
2011	8	19	37° 38.94′	141° 47.80′	51.15	6.5	190	福島県沖
2011	11	20	36° 42.64′	140° 35.29′	8.99	5.3	50	茨城県北部
2012	1	28	35° 29.35′	138° 58.62′	18.16	5.4	166	富士五湖地方
2012	3	14	35° 44.86′	140° 55.92′	15.08	6.1	66	千葉県東方沖
2013	9	20	37° 03.08′	140° 41.72′	16.69	5.9	89	福島県浜通り
2014	9	16	36° 05.62′	139° 51.84′	46.51	5.6	64	茨城県南部
2015	5	25	36° 03.26′	139° 38.32′	55.71	5.5	85	埼玉県北部
2015	9	12	35° 33.27′	139° 49.75′	56.64	5.2	102	東京湾

第 5.4.1 表 気象庁震度階級関連解説表 (2009) (抜粋)

● 木造建物 (住宅) の状況

震度階級	木造建物(住宅)	
	耐震性が高い	耐震性が低い
5弱	—	壁などに軽微なひび割れ・亀裂がみられることがある。
5強	—	壁などにひび割れ・亀裂がみられることがある。
6弱	壁などに軽微なひび割れ・亀裂がみられることがある。	壁などのひび割れ・亀裂が多くなる。 壁などに大きなひび割れ・亀裂が入ることがある。 瓦が落下したり、建物が傾いたりすることがある。倒れるものもある。
6強	壁などにひび割れ・亀裂がみられることがある。	壁などに大きなひび割れ・亀裂が入るものが多くなる。 傾くものや、倒れるものが多くなる。
7	壁などのひび割れ・亀裂が多くなる。 まれに傾くことがある。	傾くものや、倒れるものがさらに多くなる。

(注 1) 木造建物(住宅)の耐震性により2つに区分けした。耐震性は、建築年代の新しいものほど高い傾向があり、概ね昭和 56 年(1981 年)以前は耐震性が低く、昭和 57 年(1982 年)以降には耐震性が高い傾向がある。しかし、構法の違いや壁の配置などにより耐震性に幅があるため、必ずしも建築年代が古いというだけで耐震性の高低が決まるものではない。既存建築物の耐震性は、耐震診断により把握することができる。

(注 2) この表における木造の壁のひび割れ、亀裂、損壊は、土壁(割り竹下地)、モルタル仕上壁(ラス、金網下地を含む)を想定している。下地の弱い壁は、建物の変形が少ない状況でも、モルタル等が剥離し、落下しやすくなる。

(注 3) 木造建物の被害は、地震の際の地震動の周期や継続時間によって異なる。平成 20 年(2008 年)岩手・宮城内陸地震のように、震度に比べ建物被害が少ない事例もある。

● 鉄筋コンクリート造建物の状況

震度階級	鉄筋コンクリート造建物	
	耐震性が高い	耐震性が低い
5強	—	壁、梁(はり)、柱などの部材に、ひび割れ・亀裂が入ることがある。
6弱	壁、梁(はり)、柱などの部材に、ひび割れ・亀裂が入ることがある。	壁、梁(はり)、柱などの部材に、ひび割れ・亀裂が多くなる。
6強	壁、梁(はり)、柱などの部材に、ひび割れ・亀裂が多くなる。	壁、梁(はり)、柱などの部材に、斜めや X 状のひび割れ・亀裂がみられることがある。 1階あるいは中間階の柱が崩れ、倒れるものがある。
7	壁、梁(はり)、柱などの部材に、ひび割れ・亀裂がさらに多くなる。 1階あるいは中間階が変形し、まれに傾くものがある。	壁、梁(はり)、柱などの部材に、斜めや X 状のひび割れ・亀裂が多くなる。 1階あるいは中間階の柱が崩れ、倒れるものが多くなる。

(注 1) 鉄筋コンクリート造建物では、建築年代の新しいものほど耐震性が高い傾向があり、概ね昭和 56 年(1981 年)以前は耐震性が低く、昭和 57 年(1982 年)以降は耐震性が高い傾向がある。しかし、構造形式や平面的、立面的な耐震壁の配置により耐震性に幅があるため、必ずしも建築年代が古いというだけで耐震性の高低が決まるものではない。既存建築物の耐震性は、耐震診断により把握することができる。

(注 2) 鉄筋コンクリート造建物は、建物の主体構造に影響を受けていない場合でも、軽微なひび割れがみられることがある。

第 5.5.1 表 敷地地盤で観測された主な地震

No.	発震日時 地名又は地震名	震央位置 北緯 東経	マグニ チュード M	震源 深さ (km)	震央 距離 (km)	気象庁震度階級 (茨城県、抜粋)
1	2011年3月11日14:46 東北地方太平洋沖地震 の本震	38° 06.21' 142° 51.66'	9.0**	23.74	290	6強： 日立市助川小学校、日立市十王町友部、高萩市本町、笠間市中央、常陸大宮市北町、那珂市瓜連、小美玉市上玉里、筑西市舟生、鉾田市当間 6弱： 水戸市金町、水戸市千波町、水戸市中央、水戸市内原町(旧)、日立市役所、常陸太田市高柿町(旧)、高萩市安良川、北茨城市磯原町、笠間市石井(旧)、笠間市下郷、ひたちなか市南神敷台、ひたちなか市東石川、茨城町小堤、東海村東海(旧)、常陸大宮市中富町、常陸大宮市野口、常陸大宮市山方、那珂市福田、城里町石塚(旧)、城里町阿波山(旧)、小美玉市小川、小美玉市堅倉、土浦市常名、土浦市下高津、石岡市柿岡、石岡市石岡、取手市井野、つくば市天王台、つくば市苜間、茨城鹿嶋市鉢形、茨城鹿嶋市宮中、潮来市辻、美浦村受領、坂東市山、稲敷市役所、稲敷市結佐、筑西市門井、かすみがうら市上土田、行方市麻生(旧)、行方市山田、行方市玉造、桜川市岩瀬、桜川市真壁、鉾田市鉢田、鉾田市造谷、鉾田市汲上、常総市新石下、つくばみらい市加藤 5強： 常陸太田市町屋町、常陸太田市町田町、常陸太田市大中町、大洗町磯浜町、大子町池田、常陸大宮市高部、常陸大宮市上小瀬、城里町徳蔵、土浦市藤沢、茨城古河市下大野、茨城古河市仁連、石岡市八郷、結城市結城、龍ヶ崎市寺後、下妻市本城町、下妻市鬼怒、取手市寺田、取手市藤代、牛久市中央、つくば市小荃、阿見町中央、河内町源清田、八千代町菅谷、五霞町小福田、境町旭町、守谷市大柏、坂東市岩井、坂東市馬立、坂東市役所、稲敷市江戸崎甲、稲敷市柴崎、筑西市下中山、筑西市海老ヶ島、かすみがうら市大和田、神栖市溝口、神栖市波崎、桜川市羽田、つくばみらい市福田 5弱： 茨城古河市長谷町、利根町布川
2	2011年3月11日15:15 東北地方太平洋沖地震 余震 震	36° 07.25' 141° 15.15'	7.6	42.70	65	6強： 鉾田市当間 6弱： 神栖市溝口、鉾田市鉢田 5強： 水戸市金町、水戸市千波町、水戸市中央、日立市助川小学校、笠間市中央、東海村東海(旧)、那珂市瓜連、城里町石塚(旧)、城里町阿波山(旧)、小美玉市小川、土浦市常名、土浦市下高津、茨城鹿嶋市鉢形、茨城鹿嶋市宮中、潮来市辻、稲敷市須賀津、稲敷市結佐、筑西市舟生、神栖市波崎、行方市麻生(旧)、行方市玉造、鉾田市造谷、つくばみらい市福田 5弱： 水戸市内原町(旧)、日立市役所、高萩市安良川、笠間市石井(旧)、笠間市下郷、ひたちなか市東石川、大洗町磯浜町、常陸大宮市北町、常陸大宮市野口、小美玉市堅倉、土浦市藤沢、茨城古河市下大野、石岡市柿岡、石岡市八郷、結城市結城、下妻市本城町、取手市寺田、取手市井野、牛久市中央、つくば市天王台、つくば市苜間、つくば市小荃、阿見町中央、河内町源清田、八千代町菅谷、利根町布川、坂東市山、稲敷市江戸崎甲、稲敷市柴崎、筑西市下中山、筑西市海老ヶ島、筑西市門井、かすみがうら市上土田、かすみがうら市大和田、桜川市岩瀬、桜川市真壁、桜川市羽田
3	2011年4月11日17:16 福島県浜通りの地震	36° 56.74' 140° 40.36'	7.0	6.42	77	6弱： 鉾田市当間 5強： 日立市助川小学校、高萩市安良川、北茨城市磯原町、小美玉市上玉里、筑西市舟生、かすみがうら市上土田、鉾田市鉢田、鉾田市汲上 5弱： 水戸市千波町、水戸市中央、日立市役所、日立市十王町友部、高萩市本町、笠間市中央、ひたちなか市南神敷台、ひたちなか市東石川、茨城町小堤、大子町池田、常陸大宮市北町、常陸大宮市野口、那珂市福田、那珂市瓜連、城里町石塚(旧)、城里町阿波山(旧)、小美玉市小川、小美玉市堅倉、土浦市常名、土浦市下高津、土浦市藤沢、石岡市柿岡、石岡市石岡、石岡市八郷、つくば市天王台、つくば市苜間、阿見町中央、坂東市馬立、坂東市山、稲敷市役所、行方市山田、常総市新石下、つくばみらい市加藤

地震諸元及び震度は気象庁による。  
※はモーメントマグニチュードMw

第 5.5.2 表 敷地の地盤構造モデル (浅部)

上面 G.L. (m)	層厚 (m)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	水平成分			鉛直成分		
			S波速度 <sup>※1</sup> (m/s)	減衰定数h <sup>※1, 2</sup>		P波速度 <sup>※1</sup> (m/s)	減衰定数h <sup>※1, 2</sup>	
				h <sub>0</sub>	α		h <sub>0</sub>	α
0.0	1.0	1.33	153 (151, 148)	0.565 (0.641, 0.547)	0.734 (0.266, 0.344)	819 (740)	0.250 (0.484)	1.194 (0.188)
-1.0	2.3	1.33	149 (147, 137)			787 (712)		
-3.3	5.4	1.92	334 (282, 302)	0.726 (0.188, 0.266)	1.125 (0.297, 0.438)	761 (744)	0.918 (0.531)	0.744 (0.344)
-8.7	1.5	1.74	300 (240, 240)			940 (1105)		
-10.2	6.2	1.84	439 (434, 404)			880 (938)		
-16.4	1.9	1.79	447 (451, 513)			1239 (1227)		
-18.3	2.6	1.78	415 (391, 480)			1020 (1127)		
-20.9	5.7	2.02	527 (500, 538)			1118 (1522)		
-26.6	3.4	1.86	411 (363, 344)			0.156 (0.078, 0.125)		
-30.0	2.0	1.86	411 (450, 382)	1354 (1645)				
-32.0	7.3	1.86	448 (450, 382)	1435 (1645)				
-39.3	1.1	1.89	387 (364, 352)	1696 (1444)				
-40.4	25.5	1.84	372 (298, 355)	1633 (1856)				
-65.9	6.3	1.81	383 (411, 354)	1595 (1495)				
-72.2	12.4	1.92	398 (450, 514)	1768 (1884)				
-84.6	1.4	2.05	514 (414, 586)	1664 (1490)				
-86.0	5.1	1.97	482 (549, 438)	1735 (1589)				
-91.1	2.9	1.79	452 (442, 509)	0.064 (0.063, 0.063)	0.859 (0.797, 0.703)		1668 (1708)	0.667 (0.297)
-94.0	1.0	1.79	452 (558, 485)			1668 (1656)		
-95.0	42.1	1.79	501 (558, 485)			1670 (1656)		
-137.1	23.6	1.82	609 (583, 593)			1928 (1771)		
-160.7	11.8	1.81	663 (669, 535)			1978 (2090)		
-172.5	1.5	1.98	1010 (1010, 1010)			2170 (2170)		
-174.0	10.9	1.98	1010 (1010, 1010)			2170 (2170)		
-184.9	40.2	2.00	1000 (1000, 1000)			2250 (2250)		
-225.1	24.9	1.85	1080 (1080, 1080)			2260 (2260)		
-250.0	∞	1.85	1080 (1080, 1080)			2260 (2260)		

※1 括弧内の数値は2011年東北地方太平洋沖地震の本震の解析に使用。なお、水平成分の左側はNS成分を、右側はEW成分を示す。

※2  $h=h_0 \times f^{-\alpha}$  ここでfは周波数(Hz)

第 5.5.3 表 敷地の地盤構造モデル (深部)

上面 G.L. (km)	層厚 (km)	密度 <sup>※1</sup> (g/cm <sup>3</sup> )	水平成分			鉛直成分		
			S波速度 (km/s)	減衰定数 <sup>※2</sup>		P波速度 <sup>※3</sup> (km/s)	減衰定数 <sup>※2</sup>	
				Qs	hs		Qp	hp
0.000	0.173	—	—	—	—	—	—	—
-0.173	0.100	1.98	1.010	100	0.005	2.170	100	0.005
-0.273	0.350	2.11	1.186			2.590		
-0.623	0.670	2.44	2.086			4.100		
-1.293	2.708	2.68	3.052	$110 \times f^{0.69}$	$0.0045 \times f^{-0.69}$	5.750	$110 \times f^{0.69}$	$0.0045 \times f^{-0.69}$
-4.000	11.900	2.70	3.600			5.960		
-15.900	14.600	2.80	4.170			6.810		
-30.500	∞	3.20	4.320			7.640		

※1 G.L.-0.273km~G.L.-4.000kmはLudwig *et al.*(1970)<sup>(40)</sup>、G.L.-4.000km以深はiasp91(Kennett *et al.*(1991)<sup>(41)</sup>)を踏まえて設定

※2 fは周波数(Hz)、G.L.-1.293km以深は佐藤ほか(1994)<sup>(42)</sup>を踏まえて設定

※3 G.L.-0.273km~G.L.-4.000kmはYoshimura *et al.*(1982)<sup>(43)</sup>を踏まえて設定

第 5.6.1 表 検討用地震の選定に用いる内陸地殻内地震の諸元

地震名	長さ (km)	地震 規模 M	断層上 端深さ (km)	等価 震源距離 (km)	補正 係数 <sup>※2</sup>
818年関東諸国の地震	—	7.5	—	101	—
関谷断層	40	7.5	5	103	—
深谷断層帯・綾瀬川断層	103	8.2	5	115	—
関口—米平リニアメント	6	6.8 <sup>※1</sup>	3	49	考慮
豎破山リニアメント	4	6.8 <sup>※1</sup>	3	45	考慮
宮田町リニアメント	1	6.8 <sup>※1</sup>	3	42	考慮
吾国山断層	6	6.8 <sup>※1</sup>	5	35	—
F8断層	26	7.2	5	36	—
F11断層	5	6.8 <sup>※1</sup>	3	60	考慮
F16断層	26	7.2	5	39	—
A—1背斜	19	7.0	5	31	—
棚倉破碎帯西縁断層～ 同東縁付近の推定活断層	42	7.5	3	55	考慮
F1断層～北方陸域の断層～ 塩ノ平地震断層	58	7.8	3	56	考慮
F3断層～F4断層	17	6.9	5	12	—

※1 長さの短い断層については、地震規模をM6.8として評価

※2 福島県と茨城県の県境付近で発生した内陸地殻内地震による補正係数

第 5.6.2 表 検討用地震の選定に用いるプレート間地震の諸元

年月日	地名 (地震名)	地震 規模 M	等価 震源距離 (km)	補正 係数
1677.11.4	磐城・常陸・安房・上総・下総 の地震	8.0	161	考慮 <sup>※3</sup>
1703.12.31	元禄地震	8.05	192	—
1896.1.9	鹿島灘の地震	7.3	68	考慮 <sup>※2</sup>
1923.9.1	関東大地震	7.9	169	—
1930.6.1	那珂川下流域の地震	6.5	57	考慮 <sup>※3</sup>
1938.5.23	塩屋崎沖の地震	7.0	78	考慮 <sup>※3</sup>
1938.9.22	鹿島灘の地震	6.5	70	考慮 <sup>※2</sup>
1938.11.5	福島県東方沖の地震	7.5	151	考慮 <sup>※3</sup>
2011.3.11	2011年東北地方太平洋沖地震 の本震 <sup>※1</sup>	9.0(Mw)	—	—
2011.3.11	2011年東北地方太平洋沖地震 の余震 <sup>※1</sup>	7.6	—	—
—	茨城県南部の地震 (中央防災会議(2013))	7.3	62	—
—	茨城県沖の地震 (地震調査研究推進本部(2012a))	7.6	81	考慮 <sup>※2</sup>

※1 観測記録より求めた解放基盤波を用いる

※2 鹿島灘付近で発生した太平洋プレート間地震による補正係数

※3 鹿島灘付近で発生した地震を除く太平洋プレート間地震による補正係数

第 5.6.3 表 検討用地震の選定に用いる海洋プレート内地震の諸元

年月日	地名 (地震名)	地震 規模 M	等価 震源距離 (km)	補正 係数 <sup>※1</sup>
1895. 1.18	霞ヶ浦付近の地震	7.2	52	考慮
1921.12. 8	茨城県龍ヶ崎付近の地震	7.0	63	考慮
—	茨城県南部の地震 (中央防災会議(2004))	7.3	52	考慮
—	茨城県南部の地震 (中央防災会議(2013))	7.3	57	考慮
—	震源断層を予め特定しにくい地震(陸域) (地震調査研究推進本部(2009a))	7.1	89	考慮
—	震源断層を予め特定しにくい地震(海域) (地震調査研究推進本部(2009a))	7.3	81	考慮
—	海溝寄りのプレート内地震 (地震調査研究推進本部(2009a))	8.2	164	—

※1 陸域寄りで発生した海洋プレート内地震による補正係数

第 5.6.4 表 F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の  
断層パラメータ（基本震源モデル）

項目	設定値			設定方法	
	全体	北部	南部		
断層上端長さ(km) 断層下端長さ(km)	57.7 542	21.8 20.1	35.9 34.1	活断層調査結果による位置を基に設定	
断層傾斜角(°)	60(西傾斜)	60(西傾斜)	60(西傾斜)	活断層調査結果に基づき設定	
断層上端深さ(km) 断層下端深さ(km)	3 18	3 18	3 18	微小地震の発生及び地下構造から設定	
断層幅W(km)	17.3	17.3	17.3	地震発生層と断層傾斜角から設定	
断層面積S(km <sup>2</sup> )	967.9	362.4	605.5	断層面より算定	
破壊伝播様式	同心円状	同心円状	同心円状	－	
地震モーメントM <sub>0</sub> (N・m)	5.21E+19	1.65E+19	3.56E+19	M <sub>0</sub> =[S/(4.24×10 <sup>-11</sup> )] <sup>2</sup> /10 <sup>7</sup> 全体の地震モーメントを断層面積の1.5乗比で分配	
剛性率(N/m <sup>2</sup> )	3.50E+10	3.50E+10	3.50E+10	$\mu = \rho \beta^2$ , $\rho = 2.7\text{g/cm}^3$ , $\beta = 3.6\text{km/s}$ ( $\beta$ は敷地周辺を対象にした地震波速度トモグラフィ, $\rho$ は地震調査研究推進本部(2009a)の「全国1次地下構造モデル(暫定版)」を参考に設定)	
平均すべり量D(cm)	153.9	130.1	168.1	D=M <sub>0</sub> /( $\mu$ S)	
平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)	3.1	3.1	3.1	Fujii and Matsu'ura(2000) <sup>(44)</sup> による	
破壊伝播速度V <sub>r</sub> (km/s)	2.59	2.59	2.59	V <sub>r</sub> =0.72 $\beta$ (Geller(1976) <sup>(45)</sup> による)	
短周期レベルA(N・m/s <sup>2</sup> )(参考)	1.98E+19	－	－	A=2.46×10 <sup>10</sup> ×(M <sub>0</sub> ×10 <sup>7</sup> ) <sup>1/3</sup>	
アスペリテイ	面積S <sub>a</sub> (km <sup>2</sup> )	212.9	79.7	133.2	S <sub>a</sub> =0.22S
	平均すべり量D <sub>a</sub> (cm)	307.7	260.1	336.2	D <sub>a</sub> =2D
	地震モーメントM <sub>0a</sub> (N・m)	2.29E+19	7.26E+18	1.57E+19	M <sub>0a</sub> = $\mu$ S <sub>a</sub> D <sub>a</sub>
	応力降下量 $\Delta\sigma_a$ (MPa)	14.09	14.09	14.09	$\Delta\sigma_a = \Delta\sigma \times S/S_a$
	短周期レベルA(N・m/s <sup>2</sup> )(参考)	1.89E+19	1.16E+19	1.49E+19	A=4 $\pi r_s \Delta\sigma_a \beta^2$
背景領域	面積S <sub>b</sub> (km <sup>2</sup> )	755.0	282.7	472.3	S <sub>b</sub> =S-S <sub>a</sub>
	平均すべり量D <sub>b</sub> (cm)	110.5	93.4	120.7	D <sub>b</sub> =M <sub>0b</sub> /( $\mu$ S <sub>b</sub> )
	地震モーメントM <sub>0b</sub> (N・m)	2.92E+19	9.24E+18	1.99E+19	M <sub>0b</sub> =M <sub>0</sub> -M <sub>0a</sub>
	実効応力 $\Delta\sigma_b$ (MPa)	2.82	2.82	2.82	$\Delta\sigma_b = 0.2\Delta\sigma_a$

第 5.6.5 表 F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の  
検討ケース

ケース名	断層 長さ (km)	断層 上端 深さ (km)	断層 下端 深さ (km)	断層 幅 (km)	断層 傾斜角 (°)	アスペリティ位置	破壊 開始点	短周期 レベル
基本震源モデル	58	3	18	17.3	60 (西傾斜)	断層端部から 1マス空けて配置	複数設定し影響の大きい 破壊開始点を選定	平均
短周期レベルの 不確かさを考慮	58	3	18	17.3	60 (西傾斜)	断層端部から 1マス空けて配置	基本震源モデルと 同様の位置に設定	基本震源 モデルの 1.5倍
断層傾斜角の 不確かさを考慮	58	3	18	21.2	45 (西傾斜)	断層端部から 1マス空けて配置	基本震源モデルと 同様の位置に設定	平均
アスペリティ位置の 不確かさを考慮	58	3	18	17.3	60 (西傾斜)	敷地により近くなるよう に断層端部に配置	基本震源モデルと 同様の位置に設定	平均

※ 応答スペクトルに基づく手法における基本震源モデルと短周期レベルの不確かさを考慮したケースは共通

第 5.6.6 表(1) F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の  
断層パラメータ (不確かさを考慮したケース：短周期レベル)

項目	設定値			設定方法	
	全体	北部	南部		
断層上端長さ(km) 断層下端長さ(km)	57.7 54.2	21.8 20.1	35.9 34.1	活断層調査結果による位置を基に設定	
断層傾斜角(°)	60(西傾斜)	60(西傾斜)	60(西傾斜)	活断層調査結果に基づき設定	
断層上端深さ(km) 断層下端深さ(km)	3 18	3 18	3 18	微小地震の発生及び地下構造から設定	
断層幅W(km)	17.3	17.3	17.3	地震発生層と断層傾斜角から設定	
断層面積S(km <sup>2</sup> )	967.9	362.4	605.5	断層面より算定	
破壊伝播様式	同心円状	同心円状	同心円状	—	
地震モーメントM <sub>0</sub> (N・m)	5.21E+19	1.65E+19	3.56E+19	$M_0=[S/(4.24 \times 10^{-11})]^2/10^7$ 全体の地震モーメントを断層面積の1.5乗 比で分配	
剛性率(N/m <sup>2</sup> )	3.50E+10	3.50E+10	3.50E+10	$\mu = \rho \beta^2$ , $\rho = 2.7\text{g/cm}^3$ , $\beta = 3.6\text{km/s}$ ( $\beta$ は敷地周辺を対象にした地震波速度 トモグラフィ, $\rho$ は地震調査研究推進本 部(2009a)の「全国1次地下構造モデル (暫定版)」を参考に設定)	
平均すべり量D(cm)	153.9	130.1	168.1	$D=M_0/(\mu S)$	
平均応力降下量 $\Delta \sigma$ (MPa)	3.1	3.1	3.1	Fujii and Matsu'ura(2000)による	
破壊伝播速度Vr(km/s)	2.59	2.59	2.59	$Vr=0.72 \beta$ (Geller(1976)による)	
短周期レベルA(N・m/s <sup>2</sup> )(参考)	1.98E+19	—	—	$A=2.46 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$	
ア ス ペ リ テ ィ	面積S <sub>a</sub> (km <sup>2</sup> )	212.9	79.7	133.2	$S_a=0.22S$
	平均すべり量D <sub>a</sub> (cm)	307.7	260.1	336.2	$D_a=2D$
	地震モーメントM <sub>0a</sub> (N・m)	2.29E+19	7.26E+18	1.57E+19	$M_{0a}=\mu S_a D_a$
	応力降下量 $\Delta \sigma_a$ (MPa)	21.14	21.14	21.14	$\Delta \sigma_a = \Delta \sigma \times S/S_a \times 1.5$
	短周期レベルA(N・m/s <sup>2</sup> )(参考)	2.83E+19	1.73E+19	2.24E+19	$A=4 \pi r_s \Delta \sigma_a \beta^2$
背 景 領 域	面積S <sub>b</sub> (km <sup>2</sup> )	755.0	282.7	472.3	$S_b=S-S_a$
	平均すべり量D <sub>b</sub> (cm)	110.5	93.4	120.7	$D_b=M_{0b}/(\mu S_b)$
	地震モーメントM <sub>0b</sub> (N・m)	2.92E+19	9.24E+18	1.99E+19	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$
	実効応力 $\Delta \sigma_b$ (MPa)	4.23	4.23	4.23	$\Delta \sigma_b=0.2 \Delta \sigma_a$

第 5.6.6 表(2) F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の  
断層パラメータ (不確かさを考慮したケース：断層傾斜角)

項目	設定値			設定方法	
	全体	北部	南部		
断層上端長さ(km) 断層下端長さ(km)	57.1 51.1	21.5 18.5	35.6 32.6	活断層調査結果による位置を基に設定	
断層傾斜角(°)	45(西傾斜)	45(西傾斜)	45(西傾斜)	活断層調査結果の不確かさなどを踏まえ設定	
断層上端深さ(km) 断層下端深さ(km)	3 18	3 18	3 18	微小地震の発生及び地下構造から設定	
断層幅W(km)	21.2	21.2	21.2	地震発生層と断層傾斜角から設定	
断層面積S(km <sup>2</sup> )	1146.9	424.0	722.9	断層面より算定	
破壊伝播様式	同心円状	同心円状	同心円状	—	
地震モーメントM <sub>0</sub> (N・m)	7.32E+19	2.27E+19	5.05E+19	$M_0=[S/(4.24 \times 10^{-11})]^2/10^7$ 全体の地震モーメントを断層面積の1.5乗比で分配	
剛性率(N/m <sup>2</sup> )	3.50E+10	3.50E+10	3.50E+10	$\mu = \rho \beta^2$ , $\rho = 2.7\text{g/cm}^3$ , $\beta = 3.6\text{km/s}$ ( $\beta$ は敷地周辺を対象にした地震波速度トモグラフィ、 $\rho$ は地震調査研究推進本部(2009a)の「全国1次地下構造モデル(暫定版)」を参考に設定)	
平均すべり量D(cm)	182.3	152.9	199.6	$D=M_0/(\mu S)$	
平均応力降下量 $\Delta \sigma$ (MPa)	3.1	3.1	3.1	Fujii and Matsu'ura(2000)による	
破壊伝播速度Vr(km/s)	2.59	2.59	2.59	$Vr=0.72\beta$ (Geller(1976)による)	
短周期レベルA(N・m/s <sup>2</sup> )(参考)	2.22E+19	—	—	$A=2.46 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$	
アスペリティ	面積S <sub>a</sub> (km <sup>2</sup> )	252.3	93.3	159.0	$S_a=0.22S$
	平均すべり量D <sub>a</sub> (cm)	364.6	305.7	399.2	$D_a=2D$
	地震モーメントM <sub>0a</sub> (N・m)	3.22E+19	9.98E+18	2.22E+19	$M_{0a}=\mu S_a D_a$
	応力降下量 $\Delta \sigma_a$ (MPa)	14.09	14.09	14.09	$\Delta \sigma_a = \Delta \sigma \times S/S_a$
	短周期レベルA(N・m/s <sup>2</sup> )(参考)	2.06E+19	1.25E+19	1.63E+19	$A=4\pi r_a \Delta \sigma_a \beta^2$
背景領域	面積S <sub>b</sub> (km <sup>2</sup> )	894.6	330.7	563.9	$S_b=S-S_a$
	平均すべり量D <sub>b</sub> (cm)	130.9	109.7	143.3	$D_b=M_{0b}/(\mu S_b)$
	地震モーメントM <sub>0b</sub> (N・m)	4.10E+19	1.27E+19	2.83E+19	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$
	実効応力 $\Delta \sigma_b$ (MPa)	2.82	2.82	2.82	$\Delta \sigma_b=0.2\Delta \sigma_a$

第 5.6.6 表(3) F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の  
断層パラメータ (不確かさを考慮したケース : アスペリティ位置)

項目	設定値			設定方法	
	全体	北部	南部		
断層上端長さ(km) 断層下端長さ(km)	57.7 54.2	21.8 20.1	35.9 34.1	活断層調査結果による位置を基に設定	
断層傾斜角(°)	60(西傾斜)	60(西傾斜)	60(西傾斜)	活断層調査結果に基づき設定	
断層上端深さ(km) 断層下端深さ(km)	3 18	3 18	3 18	微小地震の発生及び地下構造から設定	
断層幅W(km)	17.3	17.3	17.3	地震発生層と断層傾斜角から設定	
断層面積S(km <sup>2</sup> )	967.9	362.4	605.5	断層面より算定	
破壊伝播様式	同心円状	同心円状	同心円状	—	
地震モーメントM <sub>0</sub> (N・m)	5.21E+19	1.65E+19	3.56E+19	M <sub>0</sub> =[S/(4.24 × 10 <sup>-11</sup> )] <sup>2</sup> /10 <sup>7</sup> 全体の地震モーメントを断層面積の1.5乗 比で分配	
剛性率(N/m <sup>2</sup> )	3.50E+10	3.50E+10	3.50E+10	$\mu = \rho \beta^2$ , $\rho = 2.7\text{g/cm}^3$ , $\beta = 3.6\text{km/s}$ ( $\beta$ は敷地周辺を対象にした地震波速度 トモグラフィ, $\rho$ は地震調査研究推進本 部(2009a)の「全国1次地下構造モデル (暫定版)」を参考に設定)	
平均すべり量D(cm)	153.9	130.1	168.1	D=M <sub>0</sub> /( $\mu$ S)	
平均応力降下量 $\Delta \sigma$ (MPa)	3.1	3.1	3.1	Fujii and Matsu'ura(2000)による	
破壊伝播速度Vr(km/s)	2.59	2.59	2.59	Vr=0.72 $\beta$ (Geller(1976)による)	
短周期レベルA(N・m/s <sup>2</sup> ) (参考)	1.98E+19	—	—	A=2.46 × 10 <sup>10</sup> × (M <sub>0</sub> × 10 <sup>7</sup> ) <sup>1/3</sup>	
ア ス ペ リ テ ィ	面積S <sub>a</sub> (km <sup>2</sup> )	212.9	79.7	133.2	S <sub>a</sub> =0.22S
	平均すべり量D <sub>a</sub> (cm)	307.7	260.1	336.2	D <sub>a</sub> =2D
	地震モーメントM <sub>0a</sub> (N・m)	2.29E+19	7.26E+18	1.57E+19	M <sub>0a</sub> = $\mu$ S <sub>a</sub> D <sub>a</sub>
	応力降下量 $\Delta \sigma_a$ (MPa)	14.09	14.09	14.09	$\Delta \sigma_a = \Delta \sigma \times S/S_a$
	短周期レベルA(N・m/s <sup>2</sup> ) (参考)	1.89E+19	1.16E+19	1.49E+19	A=4 $\pi r_a \Delta \sigma_a \beta^2$
背 景 領 域	面積S <sub>b</sub> (km <sup>2</sup> )	755.0	282.7	472.3	S <sub>b</sub> =S-S <sub>a</sub>
	平均すべり量D <sub>b</sub> (cm)	110.5	93.4	120.7	D <sub>b</sub> =M <sub>0b</sub> /( $\mu$ S <sub>b</sub> )
	地震モーメントM <sub>0b</sub> (N・m)	2.92E+19	9.24E+18	1.99E+19	M <sub>0b</sub> =M <sub>0</sub> -M <sub>0a</sub>
	実効応力 $\Delta \sigma_b$ (MPa)	2.82	2.82	2.82	$\Delta \sigma_b = 0.2 \Delta \sigma_a$

第 5.6.7 表 F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の  
地震動評価に用いる要素地震の諸元

項目		設定値
発生日時		2011 年 4 月 14 日 7 時 35 分
気象庁マグニチュード		5.1
震央位置	東経 (°)	140.57
	北緯 (°)	36.78
震源深さ (km)		8.8
走向 (°) ※		155 ; 314
傾斜 (°) ※		63 ; 29
すべり角 (°) ※		-80 ; -109
地震モーメント (N・m) ※		$2.41 \times 10^{16}$
コーナー周波数 (Hz)		1.2
応力降下量 (MPa)		7.54

※ F-netによる

第 5.6.8 表 F3 断層～F4 断層による地震の断層パラメータ  
(基本震源モデル)

項目	設定値	設定方法	
断層上端長さ(km) 断層下端長さ(km)	21.4 27.5	活断層調査結果による位置を基に、断層面積を踏まえて設定	
断層傾斜角(°)	60(西傾斜)	活断層調査結果に基づき設定	
断層上端深さ(km) 断層下端深さ(km)	5 18	微小地震の発生及び地下構造から設定	
断層幅W(km)	15.0	地震発生層と断層傾斜角から設定	
断層面積S(km <sup>2</sup> )	367.3	$M_0=[S/(4.24 \times 10^{-11})]^2/10^7$	
破壊伝播様式	同心円状	—	
地震モーメントM <sub>0</sub> (N・m)	7.50E+18	与条件として設定	
剛性率(N/m <sup>2</sup> )	3.50E+10	$\mu = \rho \beta^2$ , $\rho = 2.7\text{g/cm}^3$ , $\beta = 3.6\text{km/s}$ ( $\beta$ は敷地周辺を対象にした地震波速度トモグラフィ, $\rho$ は地震調査研究推進本部(2009a)の「全国1次地下構造モデル(暫定版)」を参考に設定)	
平均すべり量D(cm)	58.4	$D=M_0/(\mu S)$	
平均応力降下量 $\Delta \sigma$ (MPa)	2.6	$\Delta \sigma=(7/16)(M_0/R^3)$	
破壊伝播速度Vr(km/s)	2.59	$Vr=0.72 \beta$ (Geller(1976)による)	
短周期レベルA(N・m/s <sup>2</sup> )	1.04E+19	$A=2.46 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$	
高周波遮断振動数 $f_{\max}$ (Hz)	6	活断層による地震に関する強震動予測レシピ	
アスペリティ	面積S <sub>a</sub> (km <sup>2</sup> )	71.4	$S_a = \pi r_a^2$ , $r_a = (7 \pi M_0 \beta^2)/(4AR)$
	平均すべり量D <sub>a</sub> (cm)	116.8	$D_a = 2D$
	地震モーメントM <sub>0a</sub> (N・m)	2.92E+18	$M_{0a} = \mu S_a D_a$
	応力降下量 $\Delta \sigma_a$ (MPa)	13.4	$\Delta \sigma_a = (7/16)M_0/(r_a^2 R)$
	短周期レベルA(N・m/s <sup>2</sup> )(参考)	1.04E+19	$A = 4 \pi r_a \Delta \sigma_a \beta^2$
背景領域	面積S <sub>b</sub> (km <sup>2</sup> )	295.9	$S_b = S - S_a$
	平均すべり量D <sub>b</sub> (cm)	44.3	$D_b = M_{0b}/(\mu S_b)$
	地震モーメントM <sub>0b</sub> (N・m)	4.59E+18	$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$
	実効応力 $\Delta \sigma_b$ (MPa)	2.67	$\Delta \sigma_b = 0.2 \Delta \sigma_a$

第 5.6.9 表 F3 断層～F4 断層による地震の検討ケース

ケース名	断層面積 (km <sup>2</sup> )	断層 上端 深さ (km)	断層 下端 深さ (km)	断層 幅 (km)	断層 傾斜角 (°)	アスペリティ位置	破壊 開始点	短周期 レベル
基本震源モデル	367.3	5	18	15	60 (西傾斜)	F3断層部の 敷地近傍に配置	複数設定し影響の大きい 破壊開始点を選定	平均
短周期レベルの 不確かさを考慮	367.3	5	18	15	60 (西傾斜)	F3断層部の 敷地近傍に配置	複数設定し影響の大きい 破壊開始点を選定	基本震源 モデルの 1.5倍
断層傾斜角の 不確かさを考慮	522.1	5	18	18.4	45 (西傾斜)	F3断層部の 敷地近傍に配置	複数設定し影響の大きい 破壊開始点を選定	平均
アスペリティ位置の 不確かさを考慮	367.3	5	18	15	60 (西傾斜)	F4断層部を 含む位置に配置	複数設定し影響の大きい 破壊開始点を選定	平均

※ 応答スペクトルに基づく手法における基本震源モデルと短周期レベルの不確かさを考慮したケースは共通

第 5.6.10 表(1) F3 断層～F4 断層による地震の断層パラメータ  
(不確かさを考慮したケース：短周期レベル)

項目	設定値	設定方法	
断層上端長さ(km) 断層下端長さ(km)	21.4 27.5	活断層調査結果による位置を基に、断層面積を踏まえて設定	
断層傾斜角(°)	60(西傾斜)	活断層調査結果に基づき設定	
断層上端深さ(km) 断層下端深さ(km)	5 18	微小地震の発生及び地下構造から設定	
断層幅W(km)	15.0	地震発生層と断層傾斜角から設定	
断層面積S(km <sup>2</sup> )	367.3	$M_0 = [S / (4.24 \times 10^{-11})]^2 / 10^7$	
破壊伝播様式	同心円状	—	
地震モーメントM <sub>0</sub> (N・m)	7.50E+18	与条件として設定	
剛性率(N/m <sup>2</sup> )	3.50E+10	$\mu = \rho \beta^2$ , $\rho = 2.7\text{g/cm}^3$ , $\beta = 3.6\text{km/s}$ ( $\beta$ は敷地周辺を対象にした地震波速度トモグラフィ、 $\rho$ は地震調査研究推進本部(2009a)の「全国1次地下構造モデル(暫定版)」を参考に設定)	
平均すべり量D(cm)	58.4	$D = M_0 / (\mu S)$	
平均応力降下量 $\Delta \sigma$ (MPa)	2.6	$\Delta \sigma = (7/16)(M_0/R^3)$	
破壊伝播速度Vr(km/s)	2.59	$Vr = 0.72 \beta$ (Geller(1976)による)	
短周期レベルA(N・m/s <sup>2</sup> )	1.04E+19	$A = 2.46 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$	
高周波遮断振動数f <sub>max</sub> (Hz)	6	活断層による地震に関する強震動予測レシピ	
アスペリティ	面積S <sub>a</sub> (km <sup>2</sup> )	71.4	$S_a = \pi r_a^2$ , $r_a = (7 \pi M_0 \beta^2) / (4AR)$
	平均すべり量D <sub>a</sub> (cm)	116.8	$D_a = 2D$
	地震モーメントM <sub>0a</sub> (N・m)	2.92E+18	$M_{0a} = \mu S_a D_a$
	応力降下量 $\Delta \sigma_a$ (MPa)	20.1	$\Delta \sigma_a = (7/16)M_0 / (r_a^2 R) \times 1.5$
	短周期レベルA(N・m/s <sup>2</sup> )(参考)	1.56E+19	$A = 4 \pi r_a \Delta \sigma_a \beta^2$
背景領域	面積S <sub>b</sub> (km <sup>2</sup> )	295.9	$S_b = S - S_a$
	平均すべり量D <sub>b</sub> (cm)	44.3	$D_b = M_{0b} / (\mu S_b)$
	地震モーメントM <sub>0b</sub> (N・m)	4.59E+18	$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$
	実効応力 $\Delta \sigma_b$ (MPa)	4.01	$\Delta \sigma_b = 0.2 \Delta \sigma_a$

第 5.6.10 表(2) F3 断層～F4 断層による地震の断層パラメータ  
(不確かさを考慮したケース：断層傾斜角)

項目	設定値	設定方法	
断層上端長さ(km) 断層下端長さ(km)	23.1 33.6	基本震源モデルを基に、断層傾斜角等を踏まえて設定	
断層傾斜角(°)	45(西傾斜)	活断層調査結果に基づき設定	
断層上端深さ(km) 断層下端深さ(km)	5 18	微小地震の発生及び地下構造から設定	
断層幅W(km)	18.4	地震発生層と断層傾斜角から設定	
断層面積S(km <sup>2</sup> )	522.1	断層面より算定	
破壊伝播様式	同心円状	—	
地震モーメントM <sub>0</sub> (N・m)	1.52E+19	$M_0=[S/(4.24 \times 10^{-11})]^2/10^7$	
剛性率(N/m <sup>2</sup> )	3.50E+10	$\mu = \rho \beta^2$ , $\rho = 2.7\text{g/cm}^3$ , $\beta = 3.6\text{km/s}$ ( $\beta$ は敷地周辺を対象にした地震波速度トモグラフィ、 $\rho$ は地震調査研究推進本部(2009a)の「全国1次地下構造モデル(暫定版)」を参考に設定)	
平均すべり量D(cm)	83.0	$D=M_0/(\mu S)$	
平均応力降下量 $\Delta \sigma$ (MPa)	3.1	$\Delta \sigma = (7/16)(M_0/R^3)$	
破壊伝播速度Vr(km/s)	2.59	$Vr=0.72 \beta$ (Geller(1976)による)	
短周期レベルA(N・m/s <sup>2</sup> )	1.31E+19	$A=2.46 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$	
高周波遮断振動数 $f_{\max}$ (Hz)	6	活断層による地震に関する強震動予測レシピ	
アスペリティ	面積S <sub>a</sub> (km <sup>2</sup> )	128.2	$S_a = \pi r_a^2$ , $r_a = (7 \pi M_0 \beta^2)/(4AR)$
	平均すべり量D <sub>a</sub> (cm)	166.0	$D_a = 2D$
	地震モーメントM <sub>0a</sub> (N・m)	7.45E+18	$M_{0a} = \mu S_a D_a$
	応力降下量 $\Delta \sigma_a$ (MPa)	12.6	$\Delta \sigma_a = (7/16)M_0/(r_a^2 R)$
	短周期レベルA(N・m/s <sup>2</sup> )(参考)	1.31E+19	$A = 4 \pi r_a \Delta \sigma_a \beta^2$
背景領域	面積S <sub>b</sub> (km <sup>2</sup> )	393.9	$S_b = S - S_a$
	平均すべり量D <sub>b</sub> (cm)	56.0	$D_b = M_{0b}/(\mu S_b)$
	地震モーメントM <sub>0b</sub> (N・m)	7.71E+18	$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$
	実効応力 $\Delta \sigma_b$ (MPa)	2.52	$\Delta \sigma_b = 0.2 \Delta \sigma_a$

第 5.6.10 表(3) F3 断層～F4 断層による地震の断層パラメータ  
(不確かさを考慮したケース：アスペリティ位置)

項目	設定値	設定方法	
断層上端長さ(km) 断層下端長さ(km)	21.4 27.5	活断層調査結果による位置を基に、断層面積を踏まえて設定	
断層傾斜角(°)	60(西傾斜)	活断層調査結果に基づき設定	
断層上端深さ(km) 断層下端深さ(km)	5 18	微小地震の発生及び地下構造から設定	
断層幅W(km)	15.0	地震発生層と断層傾斜角から設定	
断層面積S(km <sup>2</sup> )	367.3	$M_0=[S/(4.24 \times 10^{-11})]^2/10^7$	
破壊伝播様式	同心円状	—	
地震モーメントM <sub>0</sub> (N・m)	7.50E+18	与条件として設定	
剛性率(N/m <sup>2</sup> )	3.50E+10	$\mu = \rho \beta^2$ , $\rho = 2.7\text{g/cm}^3$ , $\beta = 3.6\text{km/s}$ ( $\beta$ は敷地周辺を対象にした地震波速度トモグラフィ, $\rho$ は地震調査研究推進本部(2009a)の「全国1次地下構造モデル(暫定版)」を参考に設定)	
平均すべり量D(cm)	58.4	$D=M_0/(\mu S)$	
平均応力降下量 $\Delta \sigma$ (MPa)	2.6	$\Delta \sigma=(7/16)(M_0/R^3)$	
破壊伝播速度Vr(km/s)	2.59	$Vr=0.72 \beta$ (Geller(1976)による)	
短周期レベルA(N・m/s <sup>2</sup> )	1.04E+19	$A=2.46 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$	
高周波遮断振動数 $f_{\max}$ (Hz)	6	活断層による地震に関する強震動予測レシピ	
ア ス ペ リ テ ィ	面積S <sub>a</sub> (km <sup>2</sup> )	71.4	$S_a = \pi r_a^2$ , $r_a = (7 \pi M_0 \beta^2)/(4AR)$
	平均すべり量D <sub>a</sub> (cm)	116.8	$D_a = 2D$
	地震モーメントM <sub>0a</sub> (N・m)	2.92E+18	$M_{0a} = \mu S_a D_a$
	応力降下量 $\Delta \sigma_a$ (MPa)	13.4	$\Delta \sigma_a = (7/16)M_{0a}/(r_a^2 R)$
	短周期レベルA(N・m/s <sup>2</sup> )(参考)	1.04E+19	$A = 4 \pi r_a \Delta \sigma_a \beta^2$
背 景 領 域	面積S <sub>b</sub> (km <sup>2</sup> )	295.9	$S_b = S - S_a$
	平均すべり量D <sub>b</sub> (cm)	44.3	$D_b = M_{0b}/(\mu S_b)$
	地震モーメントM <sub>0b</sub> (N・m)	4.59E+18	$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$
	実効応力 $\Delta \sigma_b$ (MPa)	2.67	$\Delta \sigma_b = 0.2 \Delta \sigma_a$

第 5.6.11 表 各距離減衰式の概要

距離減衰式	データベース 対象地域	地震タイプ	主なパラメータ	Mwの範囲	距離の範囲	地盤条件・種別
Kanno <i>et al.</i> (2006) <sup>(46)</sup>	主に国内	内陸 プレート間 プレート内	Mw、断層最短距離、 震源深さ、Vs30 <sup>※1</sup>	5.5~8.2	1~500km	100<Vs30<1400m/s
Zhao <i>et al.</i> (2006) <sup>(47)</sup>			Mw、断層最短距離、 震源深さ	5.0~8.3	0.3~300km	Soft Soil ~ Hard Rock(Hard Rock Vs=2000m/s)
内山・翠川ほか (2006) <sup>(48)</sup>	日本周辺		Mw、断層最短距離、 震源深さ	5.5~8.3	300km以内	150≤Vs30 <sup>※1</sup> ≤750m/s
片岡ほか (2006)	国内	内陸 海溝性	Mw、断層最短距離、 短周期レベル	陸: 4.9~6.9 海: 5.2~8.2	250km以内	I種、II種、III種地盤 及び工学的基盤
Abrahamson <i>et al.</i> (2014) <sup>(49)</sup>	国内外	内陸	Mw、断層最短距離、 Vs30 <sup>※1</sup> 、断層上端深さ	3.0~8.5	0~300km	180≤Vs30 <sup>※1</sup> ≤1000m/s
Boore <i>et al.</i> (2014) <sup>(50)</sup>	国内外	内陸	Mw、断層面の地表投影面 への最短距離、Vs30 <sup>※1</sup>	3.0~8.5(横ずれ、逆断層) 3.0~7.0(正断層)	0~400km	150≤Vs30 <sup>※1</sup> ≤1500m/s
Campbell <i>et al.</i> (2014) <sup>(51)</sup>	国内外	内陸	Mw、断層最短距離、 Vs30 <sup>※1</sup> 、断層上端深さ	3.3~8.5(横ずれ断層) 3.3~8.0(逆断層) 3.3~7.5(正断層)	0~300km	150≤Vs30 <sup>※1</sup> ≤1500m/s
Chiou <i>et al.</i> (2014) <sup>(52)</sup>	国内外	内陸	Mw、断層最短距離、 Vs30 <sup>※1</sup> 、断層上端深さ	3.5~8.5(横ずれ断層) 3.5~8.0(逆、正断層)	0~300km	180≤Vs30 <sup>※1</sup> ≤1500m/s
Idriss (2014) <sup>(53)</sup>	国内外	内陸	Mw、断層最短距離、 Vs30 <sup>※1</sup>	5≤Mw	≤150km	450≤Vs30 <sup>※1</sup>

※1 Vs30: 表層地盤(地表からおよそ30mの深さまで)の平均S波速度

第 5.6.12 表 2011 年東北地方太平洋沖型地震の断層パラメータ  
(基本震源モデル)

項目		設定値	設定方法	
走向	$\theta(^{\circ})$	200	F-net	
傾斜角1(東側)	$\delta_1(^{\circ})$	12	壇ほか(2005) <sup>(54)</sup>	
傾斜角2(西側)	$\delta_2(^{\circ})$	21	壇ほか(2005)	
すべり角	$\lambda(^{\circ})$	88	F-net	
長さ	L(km)	500	断層面積に基づき算定	
幅	W(km)	200	断層面積に基づき算定	
基準点北緯	N(^{\circ})	38.1035	本震の震源位置(気象庁)	
基準点東経	E(^{\circ})	142.8610	本震の震源位置(気象庁)	
基準点深さ	H(km)	23.7	本震の震源位置(気象庁)	
上端深さ	$h_u$ (km)	12.3	$h_u = H - w_1 \sin \delta_1$ , $w_1 = 55$ km	
下端深さ	$h_d$ (km)	68.9	$h_d = H + (100 - w_1) \sin \delta_1 + 100 \sin \delta_2$	
断層面積	S(km <sup>2</sup> )	100000	$\log S = M - 4.0$ , 佐藤(1989) <sup>(55)</sup>	
平均応力降下量	$\Delta \sigma$ (MPa)	3.08	$M_0 = 16/7 \times (S/\pi)^{3/2} \Delta \sigma$	
地震モーメント	$M_0$ (N・m)	4.00E+22	$\log M_0 = 1.5M_w + 9.1$ , Hanks and Kanamori (1979) <sup>(56)</sup>	
モーメントマグニチュード	$M_w$	9.0	2011年東北地方太平洋沖地震	
平均すべり量	D(cm)	854.3	$D = M_0 / (\mu S)$	
剛性率	$\mu$ (N/m <sup>2</sup> )	4.68E+10	$\mu = \rho V_s^2$ , $\rho = 3.08$ g/cm <sup>3</sup> 地震調査研究推進本部 (2002) <sup>(57)</sup> , (2005) <sup>(58)</sup>	
せん断波速度	$V_s$ (km/s)	3.9	地震調査研究推進本部 (2002), (2005)	
破壊伝播速度	$V_r$ (km/s)	3.0	地震調査研究推進本部 (2002), (2005)	
SMGA全体	面積	$S_a$ (km <sup>2</sup> )	12500	$S_a = cS$ , $c = 0.125$
	地震モーメント	$M_{0a}$ (N・m)	1.00E+22	$M_{0a} = \mu D_a S_a$
	すべり量	$D_a$ (cm)	1708.6	$D_a = 2 \times D$
	応力降下量	$\Delta \sigma_a$ (MPa)	246	$\Delta \sigma_a = S/S_a \times \Delta \sigma$
	短周期レベル	$A_a$ (N・m/s <sup>2</sup> )	2.97E+20	$A_a = (\sum A_{ai}^2)^{1/2} = 5^{1/2} A_{a1}$
各SMGA	面積	$S_{a1}$ (km <sup>2</sup> )	2500	$S_{a1} = S_a/5$
	地震モーメント	$M_{0a1}$ (N・m)	2.00E+21	$M_{0a1} = M_{0a} S_{a1}^{1.5} / \sum S_{ai}^{1.5} = M_{0a}/5$
	すべり量	$D_{a1}$ (cm)	1708.6	$D_{a1} = M_{0a1} / (\mu S_{a1})$
	応力降下量	$\Delta \sigma_{a1}$ (MPa)	246	$\Delta \sigma_{a1} = \Delta \sigma_a$
	短周期レベル	$A_{a1}$ (N・m/s <sup>2</sup> )	1.33E+20	$A_{a1} = 4\pi r_1 \Delta \sigma_{a1} V_s^2$ , $r_1 = (S_{a1}/\pi)^{1/2}$
	ライズタイム	$\tau_{a1}$ (s)	8.33	$\tau_{a1} = 0.5W_{a1}/V_r$ , $W_{a1}$ : SMGA幅
背景領域	面積	$S_b$ (km <sup>2</sup> )	87500	$S_b = S - S_a$
	地震モーメント	$M_{0b}$ (N・m)	3.00E+22	$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$
	すべり量	$D_b$ (cm)	732.2	$D_b = M_{0b} / \mu S_b$
	応力降下量	$\Delta \sigma_b$ (MPa)	4.9	$\Delta \sigma_b = 0.2 \Delta \sigma_a$
	ライズタイム	$\tau_b$ (s)	33.33	$\tau_b = 0.5W/V_r$ , $W$ : 断層幅
Q値	Q	110f <sup>0.69</sup>	佐藤ほか(1994)	

第 5.6.13 表 2011 年東北地方太平洋沖型地震の検討ケース

ケース名	断層設定位置	地震規模	断層傾斜角(°)	SMGA位置	短周期レベル
基本震源モデル	フィリピン海プレートの北東限を考慮し、三陸沖中部～茨城県沖に設定	Mw9.0	12(東半分) 21(西半分)	過去の地震発生状況を踏まえ配置	当該地域で発生した過去の地震の短周期レベルに基づき設定
SMGA位置の不確かさを考慮	フィリピン海プレートの北東限を考慮し、三陸沖中部～茨城県沖に設定	Mw9.0	12(東半分) 21(西半分)	茨城県沖のSMGA位置を敷地近傍に配置	当該地域で発生した過去の地震の短周期レベルに基づき設定
短周期レベルの不確かさを考慮	フィリピン海プレートの北東限を考慮し、三陸沖中部～茨城県沖に設定	Mw9.0	12(東半分) 21(西半分)	過去の地震発生状況を踏まえ配置	基本震源モデルの1.5倍
SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳を考慮	フィリピン海プレートの北東限を考慮し、三陸沖中部～茨城県沖に設定	Mw9.0	12(東半分) 21(西半分)	茨城県沖のSMGA位置を敷地近傍に配置	基本震源モデルの1.5倍

第 5.6.14 表(1) 2011 年東北地方太平洋沖型地震の断層パラメータ  
(不確かさを考慮したケース : SMGA 位置)

項目		設定値	設定方法	
走向	$\theta(^{\circ})$	200	F-net	
傾斜角1(東側)	$\delta_1(^{\circ})$	12	壇ほか(2005)	
傾斜角2(西側)	$\delta_2(^{\circ})$	21	壇ほか(2005)	
すべり角	$\lambda(^{\circ})$	88	F-net	
長さ	L(km)	500	断層面積に基づき算定	
幅	W(km)	200	断層面積に基づき算定	
基準点北緯	N(^{\circ})	38.1035	本震の震源位置(気象庁)	
基準点東経	E(^{\circ})	142.8610	本震の震源位置(気象庁)	
基準点深さ	H(km)	23.7	本震の震源位置(気象庁)	
上端深さ	$h_u$ (km)	12.3	$h_u = H - w_1 \sin \delta_1$ , $w_1 = 55$ km	
下端深さ	$h_d$ (km)	68.9	$h_d = H + (100 - w_1) \sin \delta_1 + 100 \sin \delta_2$	
断層面積	S(km <sup>2</sup> )	100000	$\log S = M - 4.0$ , 佐藤(1989)	
平均応力降下量	$\Delta \sigma$ (MPa)	3.08	$M_0 = 16/7 \times (S/\pi)^{3/2} \Delta \sigma$	
地震モーメント	$M_0$ (N·m)	4.00E+22	$\log M_0 = 1.5 M_w + 9.1$ , Hanks and Kanamori (1979)	
モーメントマグニチュード	$M_w$	9.0	2011年東北地方太平洋沖地震	
平均すべり量	D(cm)	854.3	$D = M_0 / (\mu S)$	
剛性率	$\mu$ (N/m <sup>2</sup> )	4.68E+10	$\mu = \rho V_s^2$ , $\rho = 3.08$ g/cm <sup>3</sup> 地震調査研究推進本部 (2002), (2005)	
せん断波速度	$V_s$ (km/s)	3.9	地震調査研究推進本部 (2002), (2005)	
破壊伝播速度	$V_r$ (km/s)	3.0	地震調査研究推進本部 (2002), (2005)	
SMGA全体	面積	$S_a$ (km <sup>2</sup> )	12500	$S_a = cS$ , $c = 0.125$
	地震モーメント	$M_{0a}$ (N·m)	1.00E+22	$M_{0a} = \mu D_a S_a$
	すべり量	$D_a$ (cm)	1708.6	$D_a = 2 \times D$
	応力降下量	$\Delta \sigma_a$ (MPa)	24.6	$\Delta \sigma_a = S/S_a \times \Delta \sigma$
	短周期レベル	$A_a$ (N·m/s <sup>2</sup> )	2.97E+20	$A_a = (\sum A_{ai}^2)^{1/2} = 5^{1/2} A_{a1}$
各SMGA	面積	$S_{a1}$ (km <sup>2</sup> )	2500	$S_{a1} = S_a/5$
	地震モーメント	$M_{0a1}$ (N·m)	2.00E+21	$M_{0a1} = M_{0a} S_{a1}^{1.5} / \sum S_{ai}^{1.5} = M_{0a}/5$
	すべり量	$D_{a1}$ (cm)	1708.6	$D_{a1} = M_{0a1} / (\mu S_{a1})$
	応力降下量	$\Delta \sigma_{a1}$ (MPa)	24.6	$\Delta \sigma_{a1} = \Delta \sigma_a$
	短周期レベル	$A_{a1}$ (N·m/s <sup>2</sup> )	1.33E+20	$A_{a1} = 4 \pi r_1 \Delta \sigma_{a1} V_s^2$ , $r_1 = (S_{a1}/\pi)^{1/2}$
	ライズタイム	$\tau_{a1}$ (s)	8.33	$\tau_{a1} = 0.5 W_{a1} / V_r$ , $W_{a1}$ : SMGA幅
背景領域	面積	$S_b$ (km <sup>2</sup> )	87500	$S_b = S - S_a$
	地震モーメント	$M_{0b}$ (N·m)	3.00E+22	$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$
	すべり量	$D_b$ (cm)	732.2	$D_b = M_{0b} / \mu S_b$
	応力降下量	$\Delta \sigma_b$ (MPa)	4.9	$\Delta \sigma_b = 0.2 \Delta \sigma_a$
	ライズタイム	$\tau_b$ (s)	33.33	$\tau_b = 0.5 W / V_r$ , W: 断層幅
Q値	Q	110f <sup>0.69</sup>	佐藤ほか(1994)	

第 5.6.14 表(2) 2011 年東北地方太平洋沖型地震の断層パラメータ  
(不確かさを考慮したケース：短周期レベル)

項目		設定値	設定方法	
走向	$\theta(^{\circ})$	200	F-net	
傾斜角1(東側)	$\delta_1(^{\circ})$	12	壇ほか(2005)	
傾斜角2(西側)	$\delta_2(^{\circ})$	21	壇ほか(2005)	
すべり角	$\lambda(^{\circ})$	88	F-net	
長さ	L(km)	500	断層面積に基づき算定	
幅	W(km)	200	断層面積に基づき算定	
基準点北緯	N(^{\circ})	38.1035	本震の震源位置(気象庁)	
基準点東経	E(^{\circ})	142.8610	本震の震源位置(気象庁)	
基準点深さ	H(km)	23.7	本震の震源位置(気象庁)	
上端深さ	$h_u$ (km)	12.3	$h_u = H - w_1 \sin \delta_1$ , $w_1 = 55$ km	
下端深さ	$h_d$ (km)	68.9	$h_d = H + (100 - w_1) \sin \delta_1 + 100 \sin \delta_2$	
断層面積	S(km <sup>2</sup> )	100000	$\log S = M - 4.0$ , 佐藤(1989)	
平均応力降下量	$\Delta \sigma$ (MPa)	3.08	$M_0 = 16/7 \times (S/\pi)^{3/2} \Delta \sigma$	
地震モーメント	$M_0$ (N·m)	4.00E+22	$\log M_0 = 1.5M_w + 9.1$ , Hanks and Kanamori (1979)	
モーメントマグニチュード	$M_w$	9.0	2011年東北地方太平洋沖地震	
平均すべり量	D(cm)	854.3	$D = M_0 / (\mu S)$	
剛性率	$\mu$ (N/m <sup>2</sup> )	4.68E+10	$\mu = \rho V_s^2$ , $\rho = 3.08$ g/cm <sup>3</sup> 地震調査研究推進本部 (2002), (2005)	
せん断波速度	$V_s$ (km/s)	3.9	地震調査研究推進本部 (2002), (2005)	
破壊伝播速度	$V_r$ (km/s)	3.0	地震調査研究推進本部 (2002), (2005)	
SMGA全体	面積	$S_a$ (km <sup>2</sup> )	12500	$S_a = cS$ , $c = 0.125$
	地震モーメント	$M_{0a}$ (N·m)	1.00E+22	$M_{0a} = \mu D_a S_a$
	すべり量	$D_a$ (cm)	1708.6	$D_a = 2 \times D$
	応力降下量	$\Delta \sigma_a$ (MPa)	37.0	$\Delta \sigma_a = S/S_a \times \Delta \sigma \times 1.5$
	短周期レベル	$A_a$ (N·m/s <sup>2</sup> )	4.46E+20	$A_a = (\sum A_{ai}^2)^{1/2} = 5^{1/2} A_{a1}$
各SMGA	面積	$S_{a1}$ (km <sup>2</sup> )	2500	$S_{a1} = S_a/5$
	地震モーメント	$M_{0a1}$ (N·m)	2.00E+21	$M_{0a1} = M_{0a} S_{a1}^{1.5} / \sum S_{ai}^{1.5} = M_{0a}/5$
	すべり量	$D_{a1}$ (cm)	1708.6	$D_{a1} = M_{0a1} / (\mu S_{a1})$
	応力降下量	$\Delta \sigma_{a1}$ (MPa)	37.0	$\Delta \sigma_{a1} = \Delta \sigma_a$
	短周期レベル	$A_{a1}$ (N·m/s <sup>2</sup> )	1.99E+20	$A_{a1} = 4 \pi r_1 \Delta \sigma_{a1} V_s^2$ , $r_1 = (S_{a1}/\pi)^{1/2}$
	ライズタイム	$\tau_{a1}$ (s)	8.33	$\tau_{a1} = 0.5W_{a1}/V_r$ , $W_{a1}$ :SMGA幅
背景領域	面積	$S_b$ (km <sup>2</sup> )	87500	$S_b = S - S_a$
	地震モーメント	$M_{0b}$ (N·m)	3.00E+22	$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$
	すべり量	$D_b$ (cm)	732.2	$D_b = M_{0b} / \mu S_b$
	応力降下量	$\Delta \sigma_b$ (MPa)	7.4	$\Delta \sigma_b = 0.2 \Delta \sigma_a$
	ライズタイム	$\tau_b$ (s)	33.33	$\tau_b = 0.5W/V_r$ , $W$ :断層幅
Q値	Q	110f <sup>0.69</sup>	佐藤ほか(1994)	

第 5.6.14 表(3) 2011 年東北地方太平洋沖型地震の断層パラメータ  
(不確かさを考慮したケース：SMGA 位置と短周期レベルの不確かさの重畳)

項目		設定値	設定方法	
走向	$\theta(^{\circ})$	200	F-net	
傾斜角1(東側)	$\delta_1(^{\circ})$	12	壇ほか(2005)	
傾斜角2(西側)	$\delta_2(^{\circ})$	21	壇ほか(2005)	
すべり角	$\lambda(^{\circ})$	88	F-net	
長さ	L(km)	500	断層面積に基づき算定	
幅	W(km)	200	断層面積に基づき算定	
基準点北緯	N(^{\circ})	38.1035	本震の震源位置(気象庁)	
基準点東経	E(^{\circ})	142.8610	本震の震源位置(気象庁)	
基準点深さ	H(km)	23.7	本震の震源位置(気象庁)	
上端深さ	$h_u$ (km)	12.3	$h_u = H - w_1 \sin \delta_1$ , $w_1 = 55$ km	
下端深さ	$h_d$ (km)	68.9	$h_d = H + (100 - w_1) \sin \delta_1 + 100 \sin \delta_2$	
断層面積	S(km <sup>2</sup> )	100000	$\log S = M - 4.0$ , 佐藤(1989)	
平均応力降下量	$\Delta \sigma$ (MPa)	3.08	$M_0 = 16/7 \times (S/\pi)^{3/2} \Delta \sigma$	
地震モーメント	$M_0$ (N·m)	4.00E+22	$\log M_0 = 1.5M_w + 9.1$ , Hanks and Kanamori (1979)	
モーメントマグニチュード	$M_w$	9.0	2011年東北地方太平洋沖地震	
平均すべり量	D(cm)	854.3	$D = M_0 / (\mu S)$	
剛性率	$\mu$ (N/m <sup>2</sup> )	4.68E+10	$\mu = \rho V_s^2$ , $\rho = 3.08$ g/cm <sup>3</sup> 地震調査研究推進本部 (2002), (2005)	
せん断波速度	$V_s$ (km/s)	3.9	地震調査研究推進本部 (2002), (2005)	
破壊伝播速度	$V_r$ (km/s)	3.0	地震調査研究推進本部 (2002), (2005)	
SMGA全体	面積	$S_a$ (km <sup>2</sup> )	12500	$S_a = cS$ , $c = 0.125$
	地震モーメント	$M_{0a}$ (N·m)	1.00E+22	$M_{0a} = \mu D_a S_a$
	すべり量	$D_a$ (cm)	1708.6	$D_a = 2 \times D$
	応力降下量	$\Delta \sigma_a$ (MPa)	37.0	$\Delta \sigma_a = S/S_a \times \Delta \sigma \times 1.5$
	短周期レベル	$A_a$ (N·m/s <sup>2</sup> )	4.46E+20	$A_a = (\sum A_{ai}^2)^{1/2} = 5^{1/2} A_{a1}$
各SMGA	面積	$S_{a1}$ (km <sup>2</sup> )	2500	$S_{a1} = S_a/5$
	地震モーメント	$M_{0a1}$ (N·m)	2.00E+21	$M_{0a1} = M_{0a} S_{a1}^{1.5} / \sum S_{ai}^{1.5} = M_{0a}/5$
	すべり量	$D_{a1}$ (cm)	1708.6	$D_{a1} = M_{0a1} / (\mu S_{a1})$
	応力降下量	$\Delta \sigma_{a1}$ (MPa)	37.0	$\Delta \sigma_{a1} = \Delta \sigma_a$
	短周期レベル	$A_{a1}$ (N·m/s <sup>2</sup> )	1.99E+20	$A_{a1} = 4 \pi r_1 \Delta \sigma_{a1} V_s^2$ , $r_1 = (S_{a1}/\pi)^{1/2}$
	ライズタイム	$\tau_{a1}$ (s)	8.33	$\tau_{a1} = 0.5W_{a1}/V_r$ , $W_{a1}$ :SMGA幅
背景領域	面積	$S_b$ (km <sup>2</sup> )	87500	$S_b = S - S_a$
	地震モーメント	$M_{0b}$ (N·m)	3.00E+22	$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$
	すべり量	$D_b$ (cm)	732.2	$D_b = M_{0b} / \mu S_b$
	応力降下量	$\Delta \sigma_b$ (MPa)	7.4	$\Delta \sigma_b = 0.2 \Delta \sigma_a$
	ライズタイム	$\tau_b$ (s)	33.33	$\tau_b = 0.5W/V_r$ , $W$ :断層幅
Q値	Q	110f <sup>0.69</sup>	佐藤ほか(1994)	

第 5.6.15 表 2011 年東北地方太平洋沖型地震の  
地震動評価に用いる要素地震の諸元

(要素地震(北部))

項目		設定値
発生日時		2011 年 3 月 28 日 7 時 23 分
気象庁マグニチュード		6.5
震央位置	東経 (°)	142.35
	北緯 (°)	38.38
震源深さ (km)		31.7
走向 (°) ※		281 ; 127
傾斜 (°) ※		67 ; 26
すべり角 (°) ※		-101 ; -67
地震モーメント (N・m) ※		$1.66 \times 10^{18}$
コーナー周波数 (Hz)		0.58
応力降下量 (MPa)		47.5

※ F-netによる

(要素地震(南部))

項目		設定値
発生日時		2005 年 10 月 19 日 20 時 44 分
気象庁マグニチュード		6.3
震央位置	東経 (°)	141.04
	北緯 (°)	36.38
震源深さ (km)		48.3
走向 (°) ※		25 ; 209
傾斜 (°) ※		68 ; 22
すべり角 (°) ※		88 ; 94
地震モーメント (N・m) ※		$3.18 \times 10^{18}$
コーナー周波数 (Hz)		0.31
応力降下量 (MPa)		12.5

※ F-netによる

第 5.6.16 表 茨城県南部の地震の断層パラメータ  
(基本震源モデル)

項目		設定値	設定方法	
基準点 (断層北西端)	N(°)	36.242	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレート内の地震を想定する領域の北端	
	E(°)	140.11		
上端深さ	h(km)	36~52	フィリピン海プレートの上面位置	
気象庁マグニチュード*	Mj	7.3	Mj=Mw	
モーメントマグニチュード*	Mw	7.3	中央防災会議(2013)	
地震モーメント	M <sub>0</sub> (N・m)	1.12E+20	logM <sub>0</sub> =1.5M <sub>w</sub> +9.1, Hanks and Kanamori (1979)	
走向	θ(°)	140.7	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレート内の地震を想定する領域	
傾斜角	δ(°)	90	中央防災会議(2013)	
ずれの種類	-	右横ずれ	長谷川ほか(2013)	
すべり角	λ(°)	180	長谷川ほか(2013)	
平均応力降下量	Δσ(MPa)	10.3	中央防災会議(2013)	
断層面積	S(km <sup>2</sup> )	900	中央防災会議(2013)	
長さ	L(km)	45	L=S/W	
幅	W(km)	20	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレートの厚さ	
密度	ρ(g/cm <sup>3</sup> )	2.875	μ=ρV <sub>s</sub> <sup>2</sup>	
せん断波速度	V <sub>s</sub> (km/s)	4.0	佐藤(2003) <sup>(59)</sup>	
剛性率	μ(N/m <sup>2</sup> )	4.6E+10	中央防災会議(2013)	
平均すべり量	D(m)	2.55	D=M <sub>0</sub> /(μS)	
破壊伝播速度	V <sub>r</sub> (km/s)	2.9	中央防災会議(2013)	
高周波遮断係数	f <sub>max</sub> (Hz)	13.5	地震調査研究推進本部の海溝型地震	
アスぺリティ	面積	S <sub>a</sub> (km <sup>2</sup> )	150	中央防災会議(2013)
	すべり量	D <sub>a</sub> (m)	5.1	D <sub>a</sub> =2D
	地震モーメント	M <sub>0a</sub> (N・m)	3.52E+19	M <sub>0a</sub> =μD <sub>a</sub> S <sub>a</sub>
	応力降下量	Δσ <sub>a</sub> (MPa)	62	中央防災会議(2013)
	短周期レベル (参考)	A(N・m/s <sup>2</sup> )	8.61E+19	A <sub>a</sub> =4πr <sub>3</sub> Δσ <sub>a</sub> V <sub>s</sub> <sup>2</sup>
背景領域	面積	S <sub>b</sub> (km <sup>2</sup> )	750	S <sub>b</sub> =S-S <sub>a</sub>
	すべり量	D <sub>b</sub> (m)	2.23	D <sub>b</sub> =M <sub>0b</sub> /(μS <sub>b</sub> )
	地震モーメント	M <sub>0b</sub> (N・m)	7.7E+19	M <sub>0b</sub> =M <sub>0</sub> -M <sub>0a</sub>
	実効応力	Δσ <sub>b</sub> (MPa)	12.4	Δσ <sub>b</sub> =0.2Δσ <sub>a</sub>
Q値	Q	110f <sup>0.69</sup>	佐藤ほか(1994)	

第 5.6.17 表 茨城県南部の地震の検討ケース

ケース名	地震規模 M	断層傾斜角 (°)	応力降下量 (MPa)	アスペリティ位置	震源位置	等価震源距離 (km)
基本震源モデル	7.3	90	62	海洋性マントルの最上部に配置	フィリピン海プレート内の地震を想定する領域のうち敷地に近い位置	63.1
断層傾斜角の不確かさを考慮	7.3	48	62	海洋性マントルの最上部に配置	フィリピン海プレート内の地震を想定する領域のうち敷地に近い位置	66.7
アスペリティ位置の不確かさを考慮	7.3	90	62	敷地に近くなるように海洋性地殻内の上端に配置	フィリピン海プレート内の地震を想定する領域のうち敷地に近い位置	61.5
応力降下量の不確かさを考慮	7.3	90	77.59	海洋性マントルの最上部に配置	フィリピン海プレート内の地震を想定する領域のうち敷地に近い位置	62.4
地震規模の不確かさを考慮	7.4	90	62	海洋性マントルの最上部に配置	フィリピン海プレート内の地震を想定する領域のうち敷地に近い位置	63.2

第 5.6.18 表(1) 茨城県南部の地震の断層パラメータ  
(不確かさを考慮したケース：断層傾斜角)

項目		設定値	設定方法	
基準点 (断層北西端)	N(°)	36.242	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレート内の地震を想定する領域の北端	
	E(°)	140.11		
上端深さ	h(km)	36~49	フィリピン海プレートの上面位置	
気象庁マグニチュード*	Mj	7.3	Mj=Mw	
モーメントマグニチュード*	M <sub>w</sub>	7.3	中央防災会議(2013)	
地震モーメント	M <sub>0</sub> (N・m)	1.12E+20	logM <sub>0</sub> =1.5M <sub>w</sub> +9.1, Hanks and Kanamori (1979)	
走向	θ(°)	140.7	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレート内の地震を想定する領域	
傾斜角	δ(°)	48	敷地へ向く傾斜角	
ずれの種類	—	右横ずれ	長谷川ほか(2013)	
	—	縦ずれ	破壊の進行方向が敷地に向かう設定	
すべり角	λ(°)	180	長谷川ほか(2013):右横ずれの場合	
	λ(°)	90	逆断層:縦ずれの場合	
平均応力降下量	Δσ(MPa)	10.3	中央防災会議(2013)	
断層面積	S(km <sup>2</sup> )	900	中央防災会議(2013)	
長さ	L(km)	45	L=S/W	
幅	W(km)	20	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレートの厚さ	
密度	ρ(g/cm <sup>3</sup> )	2.875	μ=ρV <sub>s</sub> <sup>2</sup>	
せん断波速度	V <sub>s</sub> (km/s)	4.0	佐藤(2003)	
剛性率	μ(N/m <sup>2</sup> )	4.6E+10	中央防災会議(2013)	
平均すべり量	D(m)	2.55	D=M <sub>0</sub> /(μS)	
破壊伝播速度	V <sub>r</sub> (km/s)	2.9	中央防災会議(2013)	
高周波遮断係数	f <sub>max</sub> (Hz)	13.5	地震調査研究推進本部の海溝型地震	
アスぺリティ	面積	S <sub>a</sub> (km <sup>2</sup> )	150	中央防災会議(2013)
	すべり量	D <sub>a</sub> (m)	5.1	D <sub>a</sub> =2D
	地震モーメント	M <sub>0a</sub> (N・m)	3.52E+19	M <sub>0a</sub> =μD <sub>a</sub> S <sub>a</sub>
	応力降下量	Δσ <sub>a</sub> (MPa)	62	中央防災会議(2013)
	短周期レベル (参考)	A(N・m/s <sup>2</sup> )	8.61E+19	A <sub>a</sub> =4πr <sub>a</sub> Δσ <sub>a</sub> V <sub>s</sub> <sup>2</sup>
背景領域	面積	S <sub>b</sub> (km <sup>2</sup> )	750	S <sub>b</sub> =S-S <sub>a</sub>
	すべり量	D <sub>b</sub> (m)	2.23	D <sub>b</sub> =M <sub>0b</sub> /(μS <sub>b</sub> )
	地震モーメント	M <sub>0b</sub> (N・m)	7.7E+19	M <sub>0b</sub> =M <sub>0</sub> -M <sub>0a</sub>
	実効応力	Δσ <sub>b</sub> (MPa)	12.4	Δσ <sub>b</sub> =0.2Δσ <sub>a</sub>
Q値	Q	110f <sup>0.69</sup>	佐藤ほか(1994)	

第 5.6.18 表(2) 茨城県南部の地震の断層パラメータ  
(不確かさを考慮したケース：アスペリティ位置)

項目		設定値	設定方法	
基準点 (断層北西端)	N(°)	36.242	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレート内の地震を想定する領域の北端	
	E(°)	140.11		
上端深さ	h(km)	36~52	フィリピン海プレートの上面位置	
気象庁マグニチュード*	Mj	7.3	Mj=Mw	
モーメントマグニチュード*	Mw	7.3	中央防災会議(2013)	
地震モーメント	M <sub>0</sub> (N・m)	1.12E+20	logM <sub>0</sub> =1.5M <sub>w</sub> +9.1, Hanks and Kanamori (1979)	
走向	θ(°)	140.7	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレート内の地震を想定する領域	
傾斜角	δ(°)	90	中央防災会議(2013)	
ずれの種類	-	右横ずれ	長谷川ほか(2013)	
すべり角	λ(°)	180	長谷川ほか(2013)	
平均応力降下量	Δσ(MPa)	10.3	中央防災会議(2013)	
断層面積	S(km <sup>2</sup> )	900	中央防災会議(2013)	
長さ	L(km)	45	L=S/W	
幅	W(km)	20	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレートの厚さ	
密度	ρ(g/cm <sup>3</sup> )	2.875	μ=ρV <sub>s</sub> <sup>2</sup>	
せん断波速度	V <sub>s</sub> (km/s)	4.0	佐藤(2003)	
剛性率	μ(N/m <sup>2</sup> )	4.6E+10	中央防災会議(2013)	
平均すべり量	D(m)	2.55	D=M <sub>0</sub> /(μS)	
破壊伝播速度	V <sub>r</sub> (km/s)	2.9	中央防災会議(2013)	
高周波遮断係数	f <sub>max</sub> (Hz)	13.5	地震調査研究推進本部の海溝型地震	
アスペリティ	面積	S <sub>a</sub> (km <sup>2</sup> )	150	中央防災会議(2013)
	すべり量	D <sub>a</sub> (m)	5.1	D <sub>a</sub> =2D
	地震モーメント	M <sub>0a</sub> (N・m)	3.52E+19	M <sub>0a</sub> =μD <sub>a</sub> S <sub>a</sub>
	応力降下量	Δσ <sub>a</sub> (MPa)	62	中央防災会議(2013)
短周期レベル (参考)	A(N・m/s <sup>2</sup> )	8.61E+19	A <sub>a</sub> =4πr <sub>s</sub> Δσ <sub>a</sub> V <sub>s</sub> <sup>2</sup>	
背景領域	面積	S <sub>b</sub> (km <sup>2</sup> )	750	S <sub>b</sub> =S-S <sub>a</sub>
	すべり量	D <sub>b</sub> (m)	2.23	D <sub>b</sub> =M <sub>0b</sub> /(μS <sub>b</sub> )
	地震モーメント	M <sub>0b</sub> (N・m)	7.7E+19	M <sub>0b</sub> =M <sub>0</sub> -M <sub>0a</sub>
	実効応力	Δσ <sub>b</sub> (MPa)	12.4	Δσ <sub>b</sub> =0.2Δσ <sub>a</sub>
Q値	Q	110f <sup>0.69</sup>	佐藤ほか(1994)	

第 5.6.18 表(3) 茨城県南部の地震の断層パラメータ

(不確かさを考慮したケース：応力降下量)

項目		設定値	設定方法	
基準点 (断層北西端)	N(°)	36.200	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレート内の地震を想定する領域の北端	
	E(°)	140.15		
上端深さ	h(km)	38~50	フィリピン海プレートの上面位置	
気象庁マグニチュード	M <sub>j</sub>	7.3	M <sub>j</sub> =M <sub>w</sub>	
モーメントマグニチュード	M <sub>w</sub>	7.3	中央防災会議(2013)	
地震モーメント	M <sub>0</sub> (N・m)	1.12E+20	logM <sub>0</sub> =1.5M <sub>w</sub> +9.1, Hanks and Kanamori (1979)	
走向	θ(°)	140.7	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレート内の地震を想定する領域	
傾斜角	δ(°)	90	中央防災会議(2013)	
ずれの種類	—	右横ずれ	長谷川ほか(2013)	
すべり角	λ(°)	180	長谷川ほか(2013)	
平均応力降下量	Δσ(MPa)	15.37	Δσ=(7π <sup>1.5</sup> /16)(M <sub>0</sub> /S <sup>1.5</sup> )	
断層面積	S(km <sup>2</sup> )	681	S=(49π <sup>4</sup> β <sup>4</sup> M <sub>0</sub> <sup>2</sup> )/(16A <sup>2</sup> S <sub>a</sub> )	
長さ	L(km)	34.07	L=S/W	
幅	W(km)	20	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレートの厚さ	
密度	ρ(g/cm <sup>3</sup> )	2.875	μ=ρV <sub>s</sub> <sup>2</sup>	
せん断波速度	V <sub>s</sub> (km/s)	4.0	佐藤(2003)	
剛性率	μ(N/m <sup>2</sup> )	4.6E+10	中央防災会議(2013)	
平均すべり量	D(m)	3.58	D=M <sub>0</sub> /(μS)	
破壊伝播速度	V <sub>r</sub> (km/s)	2.9	中央防災会議(2013)	
短周期レベル	A(N・m/s <sup>2</sup> )	1.02E+20	A=9.84×10 <sup>17</sup> ×M <sub>0</sub> <sup>1/3</sup> [dyne-cm] (笹谷ほか(2006)のM <sub>0</sub> -A関係)	
高周波遮断係数	f <sub>max</sub> (Hz)	13.5	地震調査研究推進本部の海溝型地震	
アスペリティ	面積	S <sub>a</sub> (km <sup>2</sup> )	135	S <sub>a</sub> =1.25×10 <sup>-16</sup> M <sub>0</sub> <sup>2/3</sup> [dyne-cm] (笹谷ほか(2006)のM <sub>0</sub> -S <sub>a</sub> 関係)
	すべり量	D <sub>a</sub> (m)	7.16	D <sub>a</sub> =2D
	地震モーメント	M <sub>0a</sub> (N・m)	4.45E+19	M <sub>0a</sub> =μD <sub>a</sub> S <sub>a</sub>
	応力降下量	Δσ <sub>a</sub> (MPa)	77.59	Δσ <sub>a</sub> =A/(4πβ <sup>2</sup> )/(S <sub>a</sub> /π) <sup>0.5</sup>
背景領域	面積	S <sub>b</sub> (km <sup>2</sup> )	546	S <sub>b</sub> =S-S <sub>a</sub>
	すべり量	D <sub>b</sub> (m)	2.70	D <sub>b</sub> =M <sub>0b</sub> /(μS <sub>b</sub> )
	地震モーメント	M <sub>0b</sub> (N・m)	6.77E+19	M <sub>0b</sub> =M <sub>0</sub> -M <sub>0a</sub>
	実効応力	Δσ <sub>b</sub> (MPa)	15.52	Δσ <sub>b</sub> =0.2Δσ <sub>a</sub>
Q値	Q	110f <sup>0.69</sup>	佐藤ほか(1994)	

第 5.6.18 表(4) 茨城県南部の地震の断層パラメータ

(不確かさを考慮したケース：地震規模)

項目		設定値	設定方法	
基準点 (断層北西端)	N(°)	36.277	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレート内の地震を想定する領域の北端	
	E(°)	140.07		
上端深さ	h(km)	33~53	フィリピン海プレートの上面位置	
気象庁マグニチュード	M <sub>j</sub>	7.4	M <sub>j</sub> =M <sub>w</sub>	
モーメントマグニチュード	M <sub>w</sub>	7.4	与条件	
地震モーメント	M <sub>0</sub> (N・m)	1.58E+20	logM <sub>0</sub> =1.5M <sub>w</sub> +9.1, Hanks and Kanamori (1979)	
走向	θ(°)	140.7	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレート内の地震を想定する領域	
傾斜角	δ(°)	90	中央防災会議(2013)	
ずれの種類	—	右横ずれ	長谷川ほか(2013)	
すべり角	λ(°)	180	長谷川ほか(2013)	
平均応力降下量	Δσ(MPa)	10.3	中央防災会議(2013)	
断層面積	S(km <sup>2</sup> )	1120	与条件より算定	
長さ	L(km)	56	L=S/W	
幅	W(km)	20	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレートの厚さ	
密度	ρ(g/cm <sup>3</sup> )	2.875	μ=ρV <sub>s</sub> <sup>2</sup>	
せん断波速度	V <sub>s</sub> (km/s)	4.0	佐藤(2003)	
剛性率	μ(N/m <sup>2</sup> )	4.6E+10	中央防災会議(2013)	
平均すべり量	D(m)	3.08	D=M <sub>0</sub> /(μS)	
破壊伝播速度	V <sub>r</sub> (km/s)	2.9	中央防災会議(2013)	
高周波遮断係数	f <sub>max</sub> (Hz)	13.5	地震調査研究推進本部の海溝型地震	
アスぺリティ全体	面積	S <sub>a</sub> (km <sup>2</sup> )	187	S <sub>a</sub> =0.167S
	すべり量	D <sub>a</sub> (m)	6.15	D <sub>a</sub> =2D
	地震モーメント	M <sub>0a</sub> (N・m)	5.28E+19	M <sub>0a</sub> =μD <sub>a</sub> S <sub>a</sub>
	応力降下量	Δσ <sub>a</sub> (MPa)	62	中央防災会議(2013)
	短周期レベル(参考)	A <sub>a</sub> (N・m/s <sup>2</sup> )	9.61E+19	A <sub>a</sub> =4πr <sub>a</sub> Δσ <sub>a</sub> V <sub>s</sub> <sup>2</sup>
各アスぺリティ	面積	S <sub>a1</sub> (km <sup>2</sup> )	93	S <sub>a1</sub> =S <sub>a</sub> /2
	すべり量	D <sub>a1</sub> (m)	6.15	D <sub>a1</sub> =D <sub>a</sub>
	地震モーメント	M <sub>0a1</sub> (N・m)	2.64E+19	M <sub>0a1</sub> =μD <sub>a1</sub> S <sub>a1</sub>
	応力降下量	Δσ <sub>a1</sub> (MPa)	62	中央防災会議(2013)
	短周期レベル(参考)	A <sub>a1</sub> (N・m/s <sup>2</sup> )	6.79E+19	A <sub>a1</sub> =4πr <sub>a1</sub> Δσ <sub>a1</sub> V <sub>s</sub> <sup>2</sup>
背景領域	面積	S <sub>b</sub> (km <sup>2</sup> )	933	S <sub>b</sub> =S-S <sub>a</sub>
	すべり量	D <sub>b</sub> (m)	2.46	D <sub>b</sub> =M <sub>0b</sub> /(μS <sub>b</sub> )
	地震モーメント	M <sub>0b</sub> (N・m)	1.06E+20	M <sub>0b</sub> =M <sub>0</sub> -M <sub>0a</sub>
	実効応力	Δσ <sub>b</sub> (MPa)	12.4	Δσ <sub>b</sub> =0.2Δσ <sub>a</sub>
Q値	Q	110f <sup>0.69</sup>	佐藤ほか(1994)	

第 5. 6. 19 表 標準応答スペクトルのコントロールポイント

周期 (s)	水平成分	鉛直成分
	擬似速度 (cm/s)	擬似速度 (cm/s)
0.02	1.910	1.273
0.03	3.500	2.500
0.04	6.300	4.400
0.06	12.000	7.800
0.09	20.000	13.000
0.15	31.000	19.000
0.30	43.000	26.000
0.60	60.000	35.000
5.00	60.000	35.000

第 5.6.20 表 2008 年岩手・宮城内陸地震の震源域と敷地近傍の比較

項目	比較結果	2008年岩手・宮城内陸地震の震源域	敷地近傍
地質	△	<ul style="list-style-type: none"> <li>震源域近傍には、主に中新統から鮮新統の堆積岩・火山岩等、第四系の火山岩類が分布する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>敷地近傍には、中新統の堆積岩、鮮新統の堆積岩、更新統の段丘堆積物等、完新統の沖積層及び砂丘砂層が分布する。</li> </ul>
地質構造	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>震源域近傍には、中新世以降に形成された褶曲構造が認められる。</li> <li>カルデラが密集することから、地質構造が複雑である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>敷地近傍に広く分布する鮮新統～下部更新統(久米層)及びこれを不整合に覆う上部更新統はほぼ水平に分布している。</li> <li>敷地近傍にカルデラは分布しない。</li> </ul>
変動地形等	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>下記の観点より、震源域近傍は変動地形等の認識が難しい地域である。 <ul style="list-style-type: none"> <li>震源域は山間部に位置し、近傍に河成段丘が一部分布するのみであり、指標となる地形が少ない。</li> <li>大規模地すべりを含めた地すべりが密集している。</li> </ul> </li> <li>田力ほか(2009)<sup>(60)</sup>によると、爪木立付近には短いながら明瞭な断層変位地形があり、低位段丘礫層堆積期以降に複数回、比較的活発な活動を繰り返していることが明らかとなった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>下記の観点より、敷地近傍は変動地形等が認識しやすい地域である。 <ul style="list-style-type: none"> <li>陸域には後期更新世以降に形成された段丘面が広く分布している。</li> <li>地すべりが認められない。</li> <li>海域には堆積層からなる鮮新統及び下部更新統が水平に広く分布している。</li> </ul> </li> <li>変動地形学的調査の結果、敷地近傍陸域に変動地形は認められない。</li> </ul>
火山	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>火山フロントに近接する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>火山フロントの遠方に位置する。</li> </ul>
地震地体構造	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>東北日本弧内帯(8C)(垣見ほか(2003))</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>東北日本弧外帯(8B)(垣見ほか(2003))</li> </ul>
応力場	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>防災科学技術研究所(2013)<sup>(61)</sup>において、ひずみ集中帯と指摘されている。</li> <li>東西圧縮の逆断層型が卓越</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ひずみ集中帯と指摘している文献はない。</li> <li>敷地周辺の茨城県北部では南西-北東引張の正断層型が卓越</li> </ul>

【凡例】 ○：類似性あり、△：類似性低い～一部あり、×：類似性なし

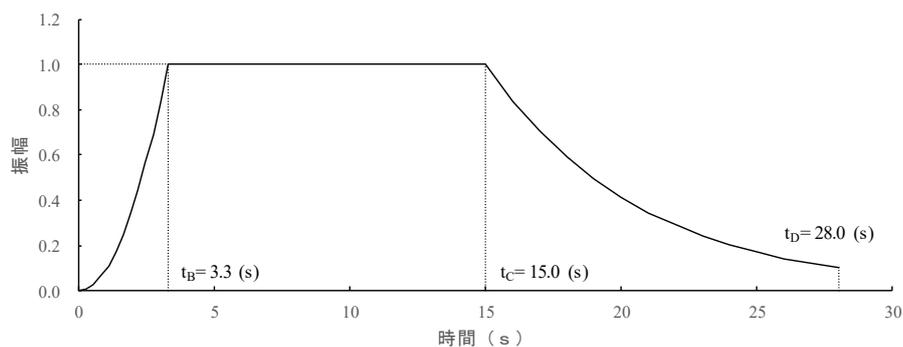
第 5.6.21 表 2000 年鳥取県西部地震の震源域と敷地近傍の比較

項目	比較結果	2000年鳥取県西部地震の震源域	敷地近傍
地質	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>震源域近傍には、主に白亜系～古第三系の花崗岩及び中新統の安山岩～玄武岩の岩脈が分布する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>敷地近傍には、中新統の堆積岩、鮮新統の堆積岩、更新統の段丘堆積物等、完新統の沖積層及び砂丘砂層が分布する。</li> </ul>
地質構造	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>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、活断層の発達過程としては初期ないし未成熟な段階にある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>敷地近傍に広く分布する鮮新統～下部更新統(久米層)及びこれを不整合に覆う上部更新統はほぼ水平に分布している。</li> </ul>
変動地形等	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>下記の観点より、震源域近傍は変動地形等の認識が難しい地域である。                             <ul style="list-style-type: none"> <li>岡田(2002)<sup>(62)</sup>によると、震源域近傍の活断層の特徴として、第四紀中期以降に新たな断層面を形成して断層が発達しつつあり、活断層の発達過程としては初期ないし未成熟な段階にある。</li> </ul> </li> <li>震源域に震源断層の方向とほぼ一致する短く断続するリニアメント群が判読されるとともにリニアメント沿いで水平に近い条線をもつ断層露頭が多く確認され、これらの断層は横ずれ断層に伴うフラワー構造を呈して地下では1本の断層に収斂すると推測されている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>下記の観点より、敷地近傍は変動地形等が認識しやすい地域である。                             <ul style="list-style-type: none"> <li>陸域には後期更新世以降に形成された段丘面が広く分布している。</li> <li>地すべりが認められない。</li> <li>海域には堆積層からなる鮮新統及び下部更新統が水平に広く分布している。</li> </ul> </li> <li>変動地形学的調査の結果、敷地近傍陸域に変動地形は認められない。</li> </ul>
火山	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>火山フロントに近接する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>火山フロントの遠方に位置する。</li> </ul>
地震地体構造	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>中国山地・瀬戸内海(10C5)(垣見ほか(2003))</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>東北日本弧外帯(8B)(垣見ほか(2003))</li> </ul>
応力場	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>西村(2014)<sup>(63)</sup>において、ひずみ集中帯と指摘されている。</li> <li>東西圧縮の横ずれ断層型が卓越</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ひずみ集中帯と指摘している文献はない。</li> <li>敷地周辺の茨城県北部では南西-北東引張の正断層型が卓越</li> </ul>

【凡例】 ○：類似性あり、△：類似性低い～一部あり、×：類似性なし

第 5.6.22 表 標準応答スペクトルに適合する模擬地震波の  
振幅包絡線の経時変化

種別	継続時間 (s)	振幅包絡線の経時変化 (s)		
		$t_B$	$t_C$	$t_D$
水平成分	28.0	3.3	15.0	28.0
鉛直成分	28.0	3.3	15.0	28.0



$M=6.9$ 、 $X_{eq}=10\text{km}$ として評価

$$t_B = 10^{0.5M-2.93}$$

$$t_C - t_B = 10^{0.3M-1.0}$$

$$t_D - t_C = 10^{0.17M+0.54\log X_{eq}-0.6}$$

$$E(t) = \begin{cases} (t/t_B)^2 & 0 \leq t \leq t_B \\ 1 & t_B \leq t \leq t_C \\ \exp[(\ln 0.1)(t-t_C)/(t_D-t_C)] & t_C \leq t \leq t_D \end{cases}$$

第 5.6.23 表 標準応答スペクトルに適合する模擬地震波の作成結果

標準応答 スペクトル	作成条件		作成結果		
	応答 スペクトル	最大 加速度 ( $\text{cm}/\text{s}^2$ )	継続 時間等	応答スペクト ル比 R(T)	SI 比
水平成分	第 5.6.29 図	600	第 5.6.30 図	第 5.6.31 図	1.0 以上
鉛直成分	第 5.6.29 図	400	第 5.6.30 図	第 5.6.31 図	1.0 以上

第 5. 6. 24 表 設計用応答スペクトルのコントロールポイント

(水平成分)

応答スペクトル		コントロールポイント					
		T <sub>A</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>C</sub>	T <sub>D</sub>	T <sub>E</sub>	T <sub>F</sub>
S <sub>s</sub> -D <sub>H</sub>	周期 (s)	0.02	0.09	0.13	0.45	2.00	5.00
	速度 (cm/s)	2.228	25.783	37.242	125.335	220.000	220.000

T<sub>A</sub>~T<sub>F</sub>は周期(s)

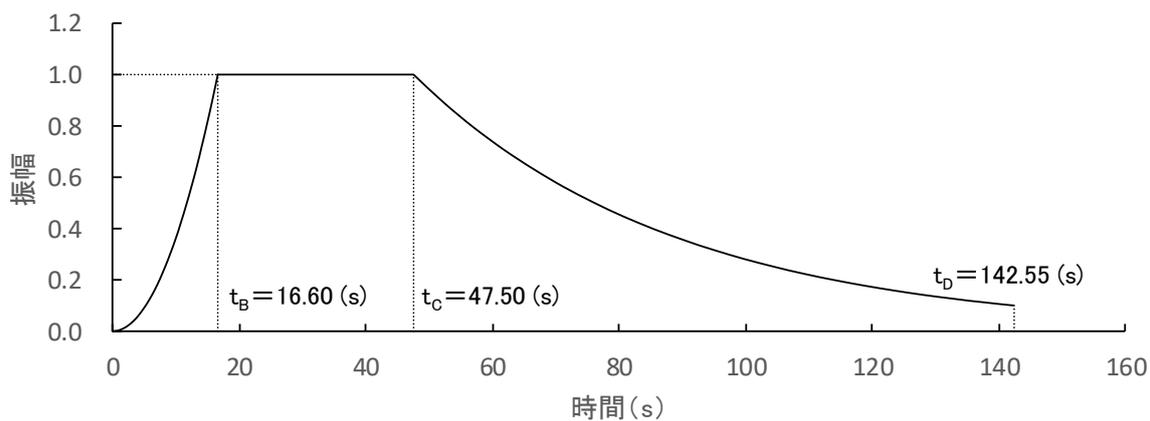
(鉛直成分)

応答スペクトル		コントロールポイント							
		T <sub>A</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>C</sub>	T <sub>D</sub>	T <sub>E</sub>	T <sub>F</sub>	T <sub>G</sub>	T <sub>H</sub>
S <sub>s</sub> -D <sub>V</sub>	周期 (s)	0.02	0.09	0.13	0.20	0.60	1.00	2.00	5.00
	速度 (cm/s)	1.592	16.473	24.828	38.197	85.000	100.000	110.000	110.000

T<sub>A</sub>~T<sub>H</sub>は周期(s)

第 5.6.25 表 設計用応答スペクトルに適合する模擬地震波の振幅包絡線の経時的変化

種別	継続時間 (s)	振幅包絡線の経時的変化 (s)		
		$t_B$	$t_C$	$t_D$
Ss-D <sub>H</sub>	142.55	16.60	47.50	142.55
Ss-D <sub>V</sub>	142.55	16.60	47.50	142.55



$M=8.3$ 、 $X_{eq}=144.9\text{km}$ として評価

$$t_B = 10^{0.5M - 2.93}$$

$$t_C - t_B = 10^{0.3M - 1.0}$$

$$t_D - t_C = 10^{0.17M + 0.54 \log X_{eq} - 0.6}$$

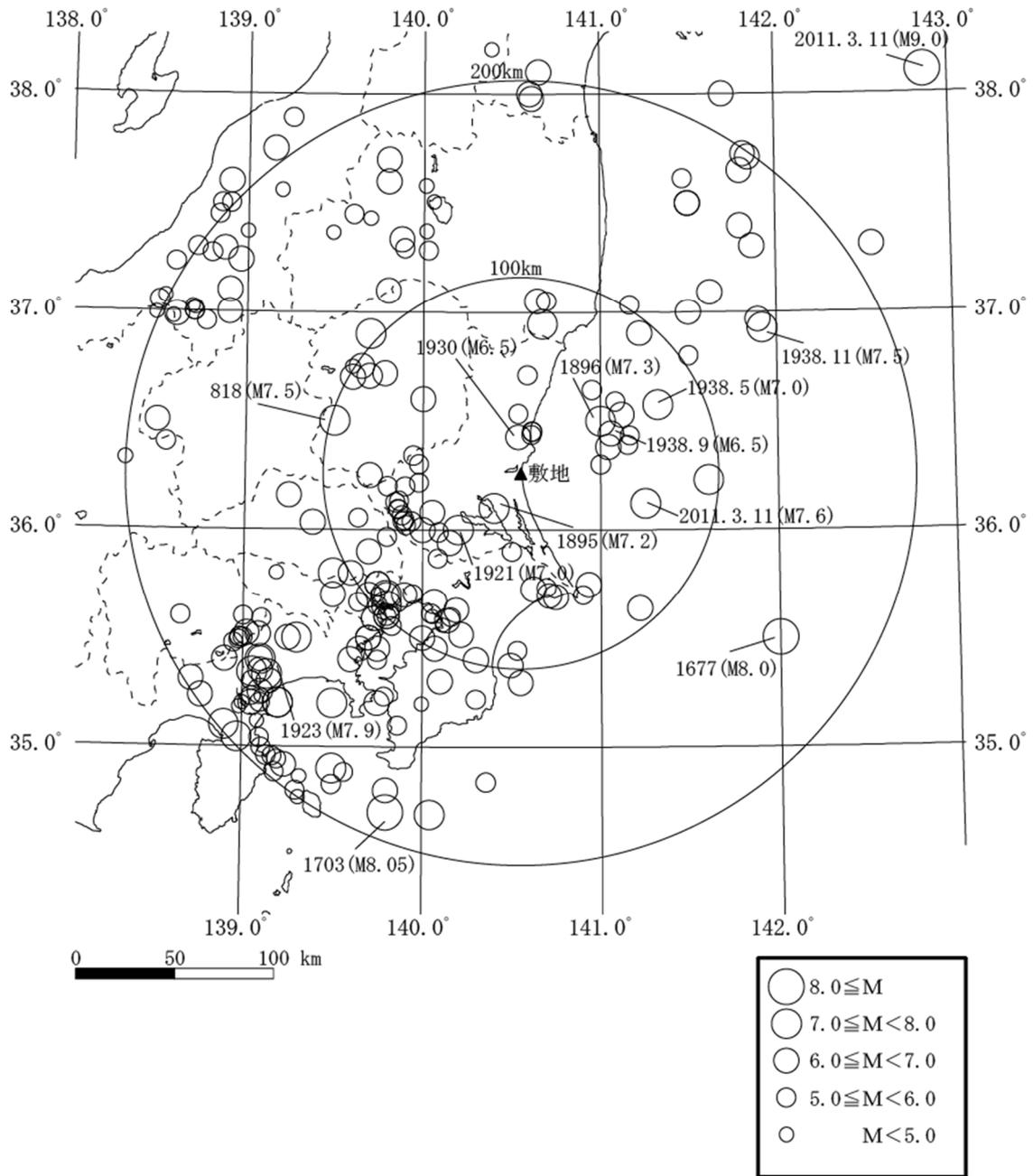
$$E(t) = \begin{cases} (t/t_B)^2 & 0 \leq t \leq t_B \\ 1 & t_B \leq t \leq t_C \\ \exp[(\ln 0.1)(t-t_C)/(t_D-t_C)] & t_C \leq t \leq t_D \end{cases}$$

第 5.6.26 表 設計用応答スペクトルに適合する模擬地震波の作成結果

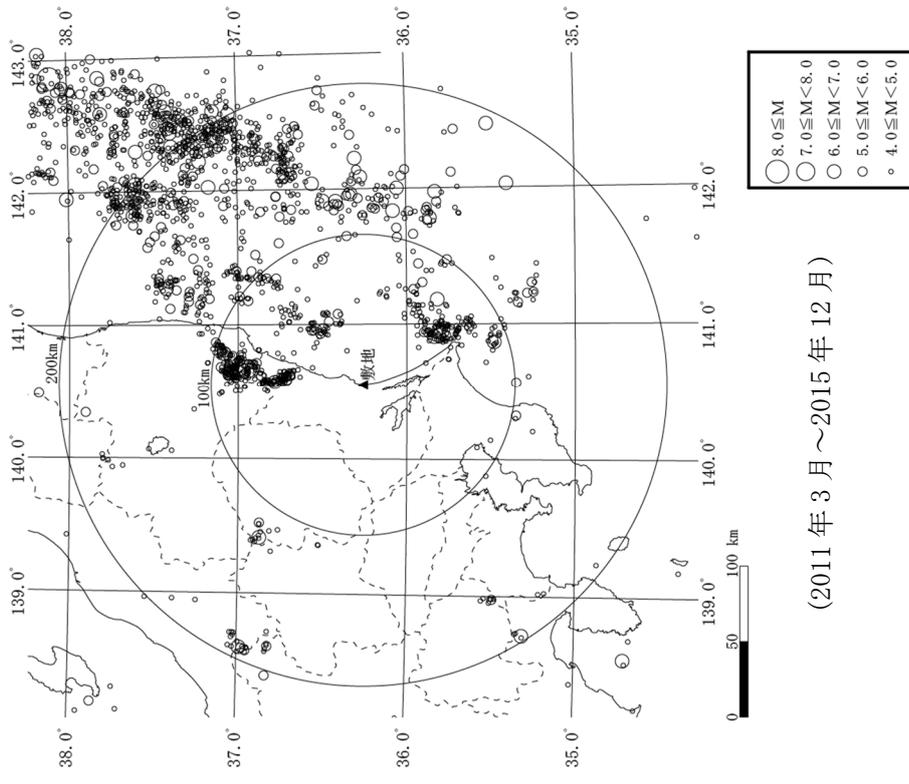
種別	作成条件	作成結果			
	応答スペクトル	最大加速度 ( $\text{cm/s}^2$ )	継続時間等	応答スペクトル比	SI比
Ss-D <sub>H</sub>	第5.6.33図 (1)	700	第5.6.39図	第5.6.38図	1.0以上
Ss-D <sub>V</sub>	第5.6.33図 (2)	500	第5.6.39図	第5.6.38図	1.0以上

第 5.6.27 表 基準地震動 Ss の最大加速度

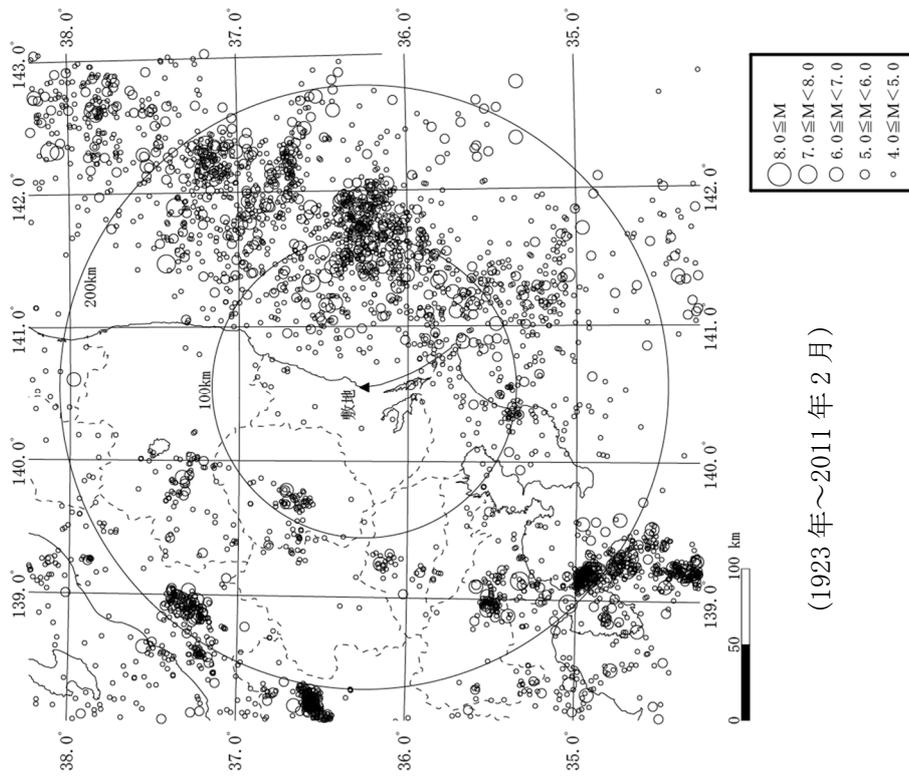
基準地震動		最大加速度 (cm/s <sup>2</sup> )		
		NS成分	EW成分	UD成分
Ss-D	応答スペクトル手法による基準地震動	700		500
Ss-1	F3断層～F4断層による地震 (短周期レベルの不確かさ、破壊開始点1)	973	711	474
Ss-2	F3断層～F4断層による地震 (短周期レベルの不確かさ、破壊開始点2)	835	761	436
Ss-3	F3断層～F4断層による地震 (短周期レベルの不確かさ、破壊開始点3)	948	850	543
Ss-4	F3断層～F4断層による地震 (断層傾斜角の不確かさ、破壊開始点3)	740	630	405
Ss-5	2011年東北地方太平洋沖型地震 (SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳)	670	513	402
Ss-6	標準応答スペクトルを考慮した地震動	754		572



第 5. 2. 1 図 敷地周辺における過去の被害地震の震央分布

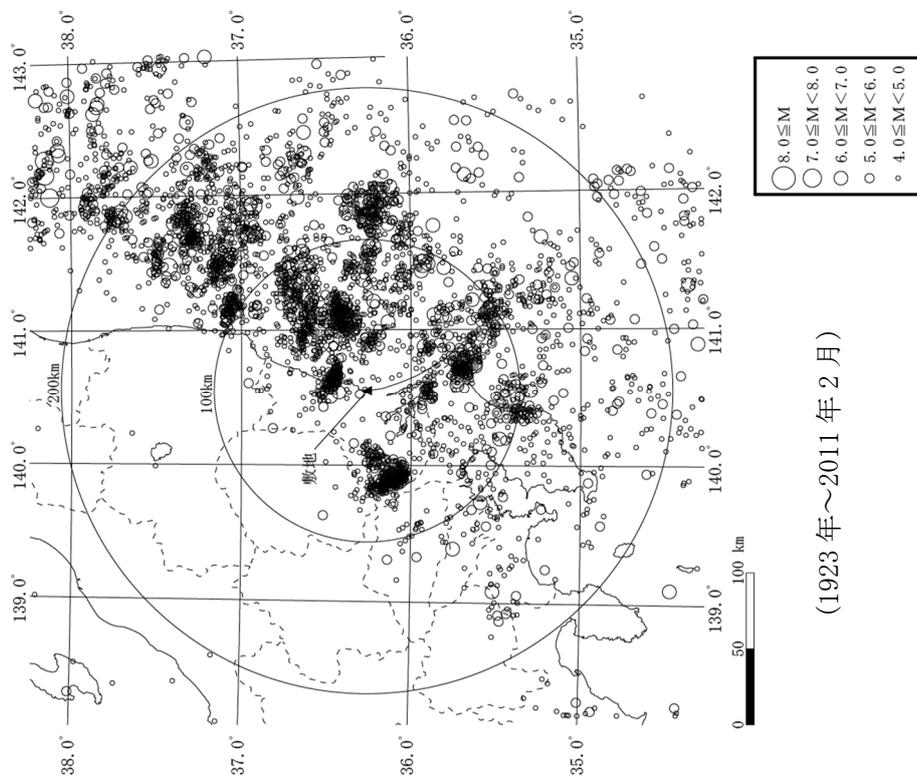
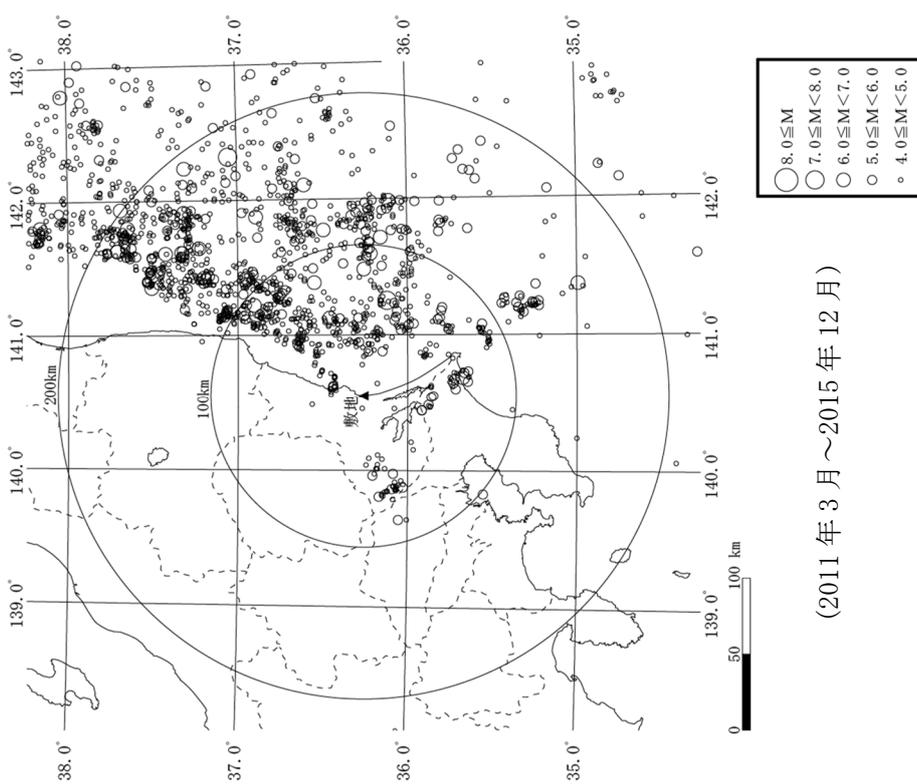


(2011年3月～2015年12月)

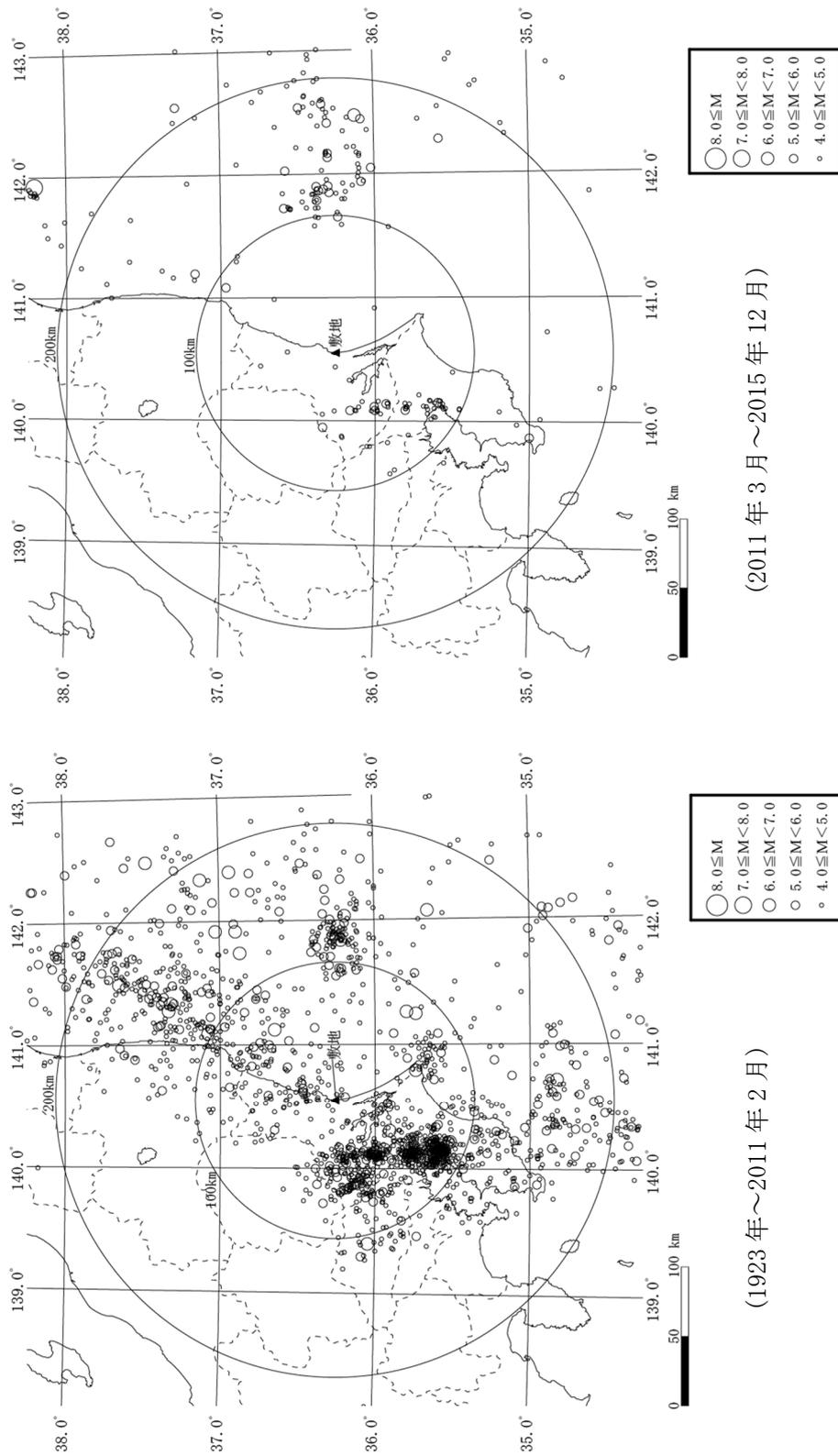


(1923年～2011年2月)

第5.2.2図(1) 敷地周辺におけるM4.0以上の地震の震央分布 (深さ30km以下)



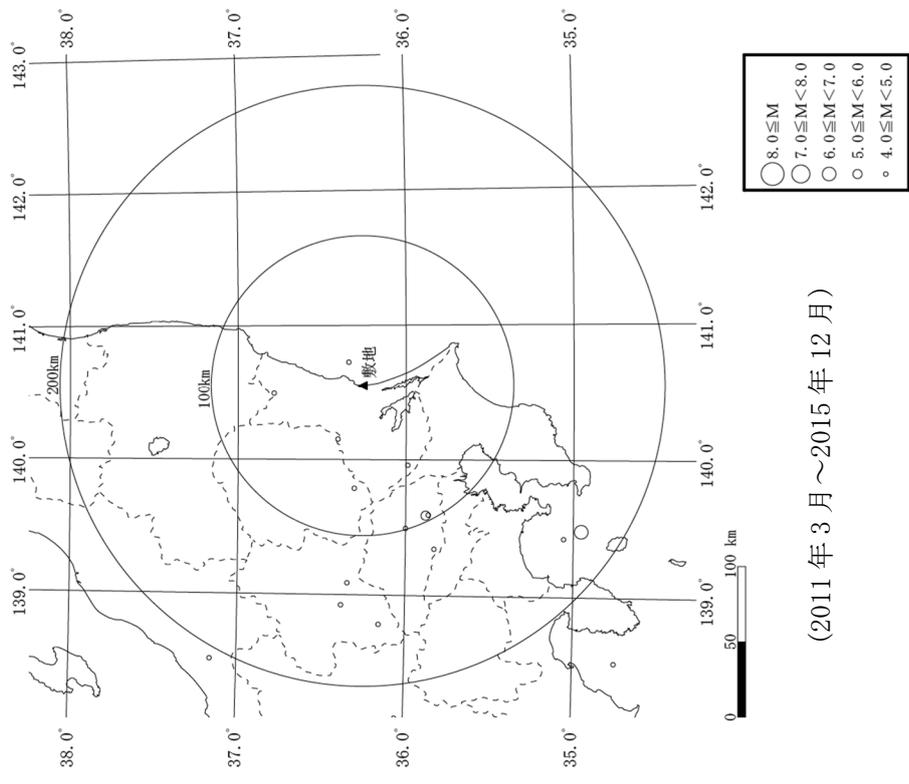
第5.2.2図(2) 敷地周辺におけるM4.0以上の地震の震央分布 (深さ30km～60km)



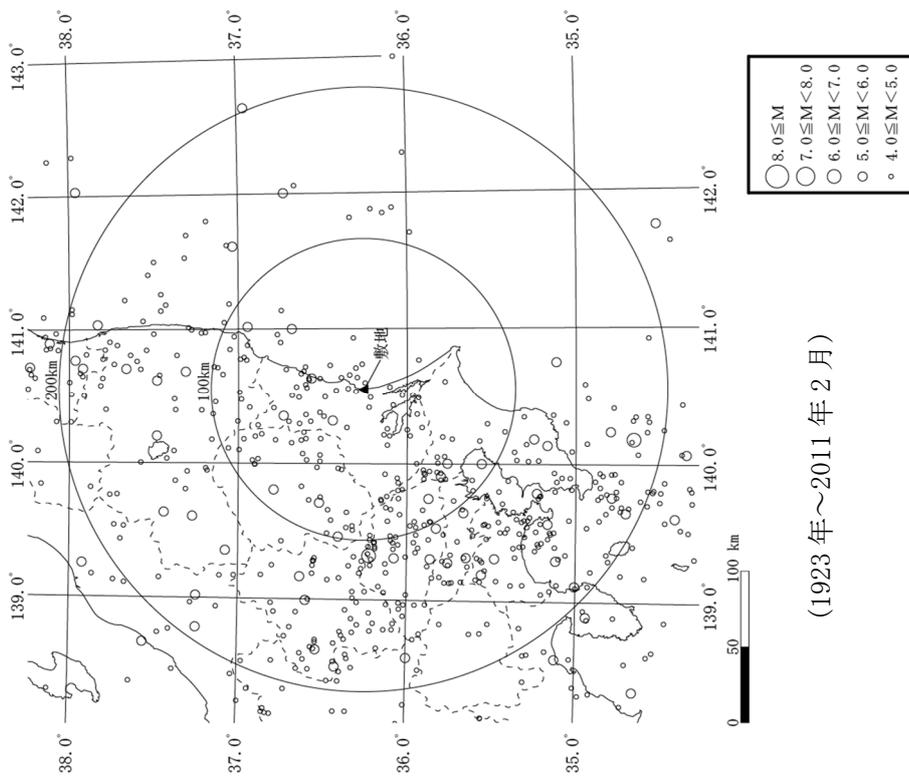
(2011年3月～2015年12月)

(1923年～2011年2月)

第5.2.2図(3) 敷地周辺におけるM4.0以上の地震の震央分布 (深さ60km～90km)

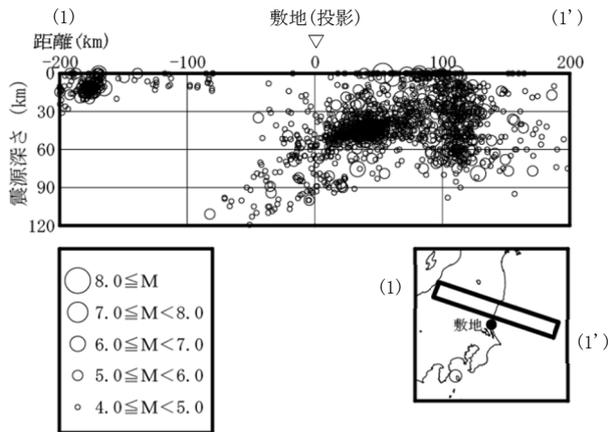


(2011年3月～2015年12月)

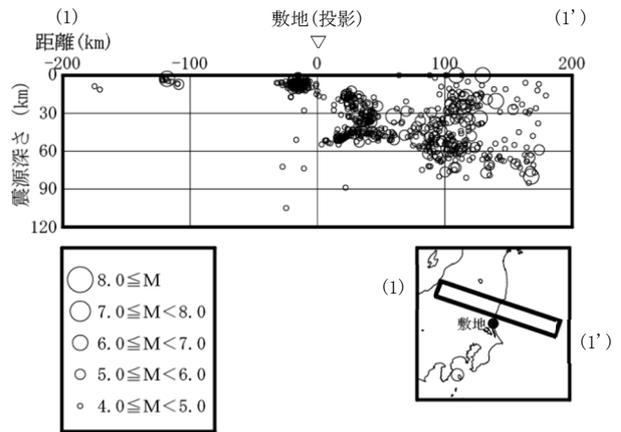


(1923年～2011年2月)

第5.2.2図(4) 敷地周辺におけるM4.0以上の地震の震央分布 (深さ90km以深)

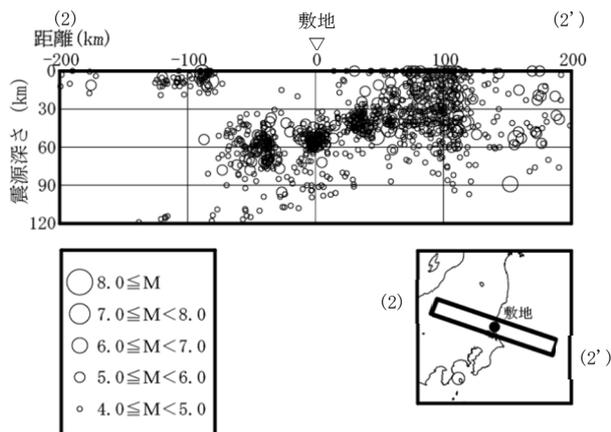


(1923年～2011年2月)

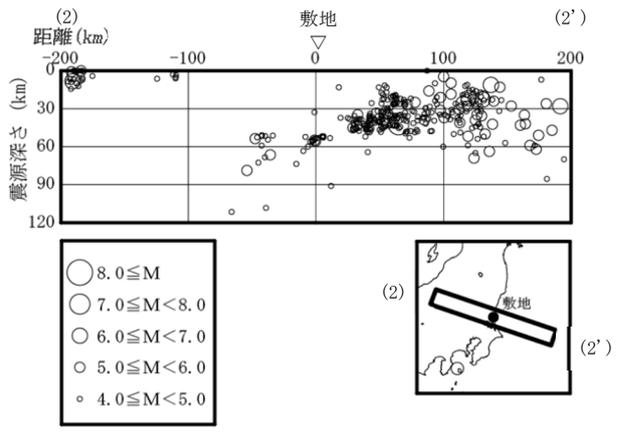


(2011年3月～2015年12月)

第 5.2.3 図(1) 敷地周辺における M4.0 以上の地震の震源鉛直分布  
((1)～(1')断面)

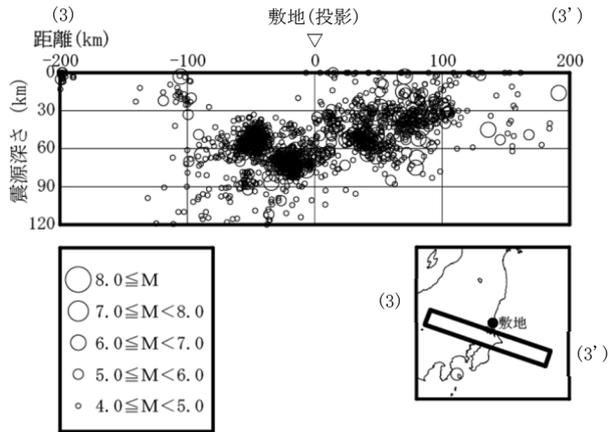


(1923年～2011年2月)

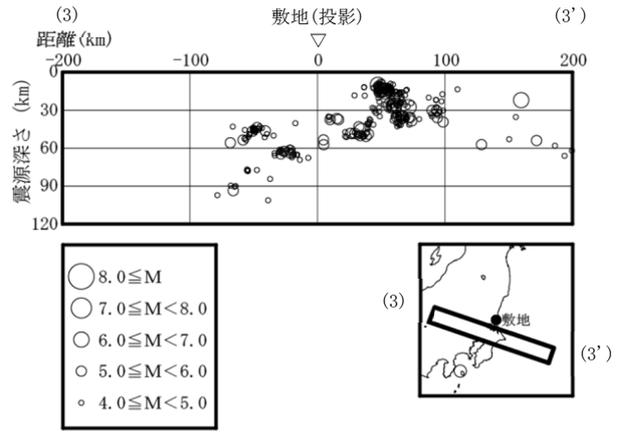


(2011年3月～2015年12月)

第 5.2.3 図(2) 敷地周辺における M4.0 以上の地震の震源鉛直分布  
((2)～(2')断面)

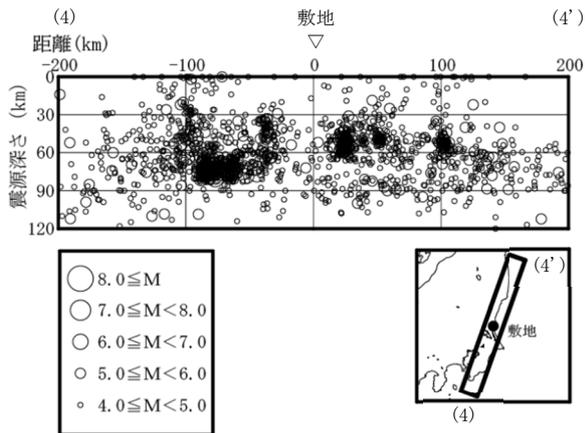


(1998年1月～2011年2月)

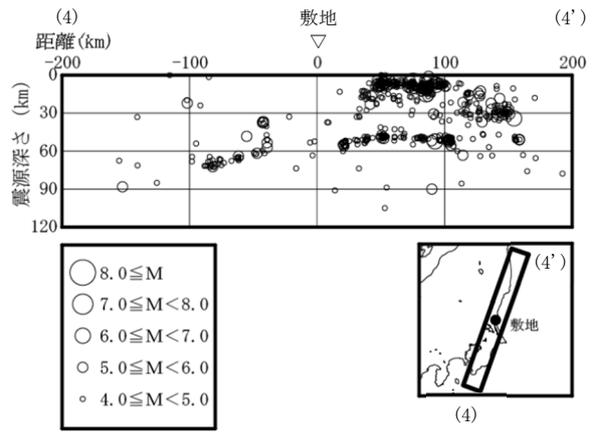


(2011年3月～2015年12月)

第 5.2.3 図(3) 敷地周辺における M4.0 以上の地震の震源鉛直分布  
((3)～(3')断面)

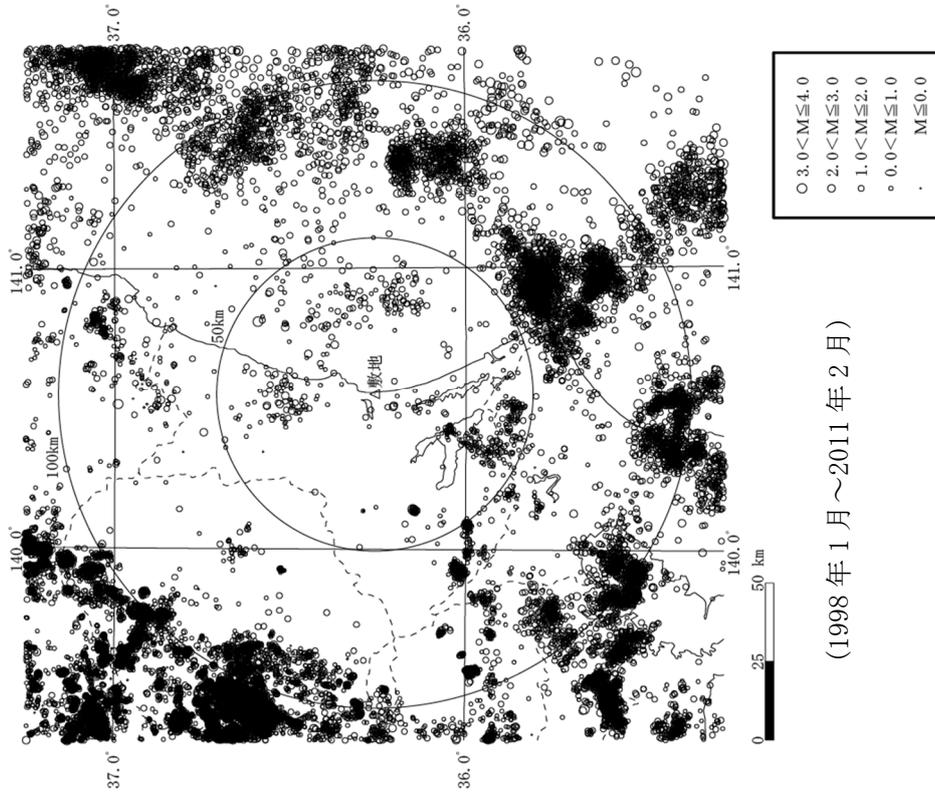
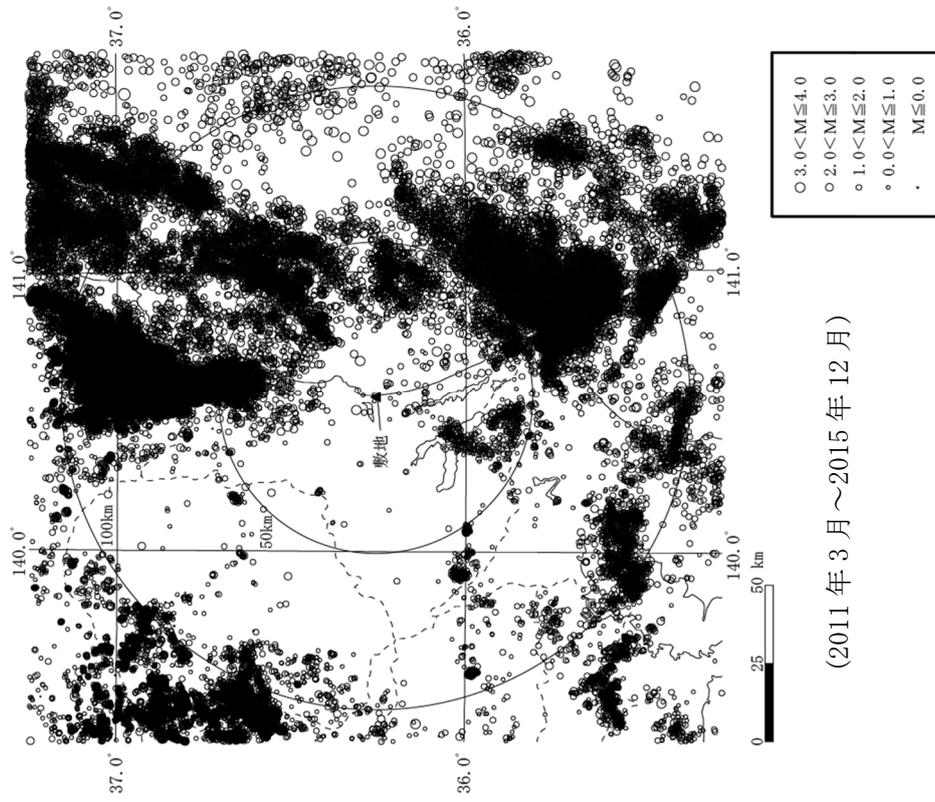


(1998年1月～2011年2月)

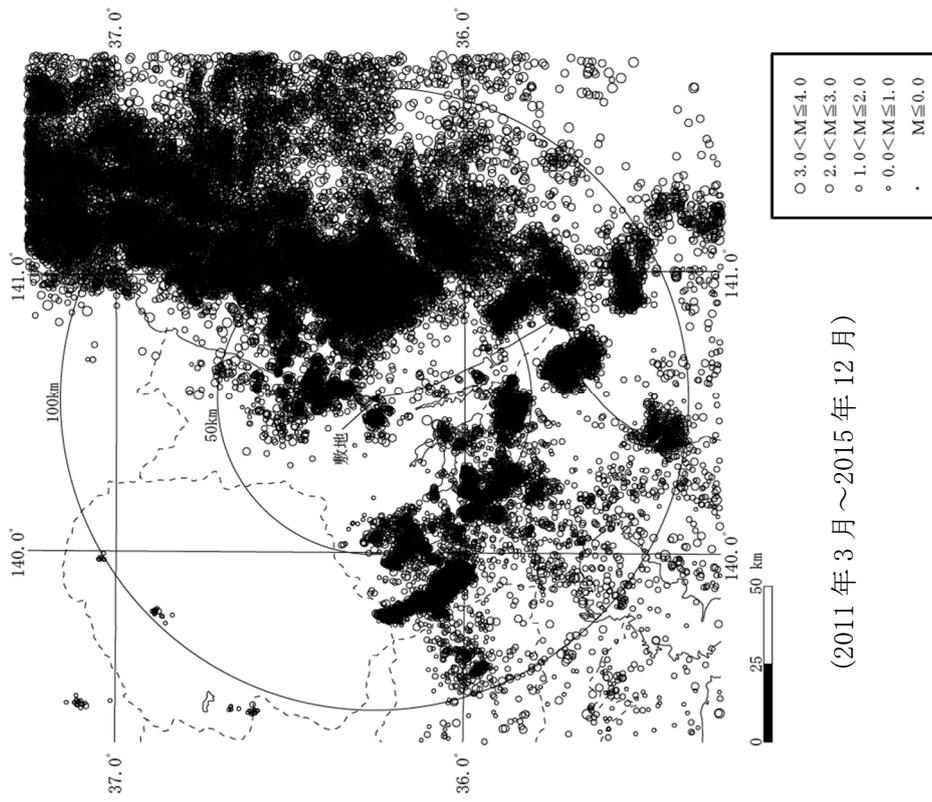


(2011年3月～2015年12月)

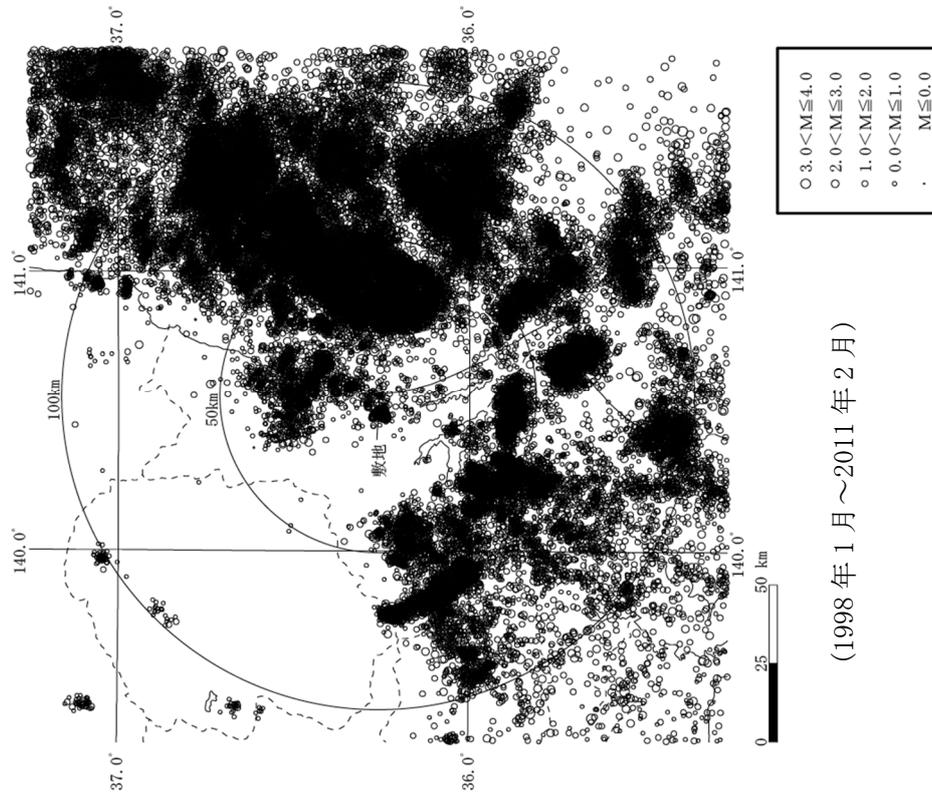
第 5.2.3 図(4) 敷地周辺における M4.0 以上の地震の震源鉛直分布  
((4)～(4')断面)



第5.2.4図(1) 敷地周辺におけるM4.0以下の地震の震央分布（深さ30km以下）

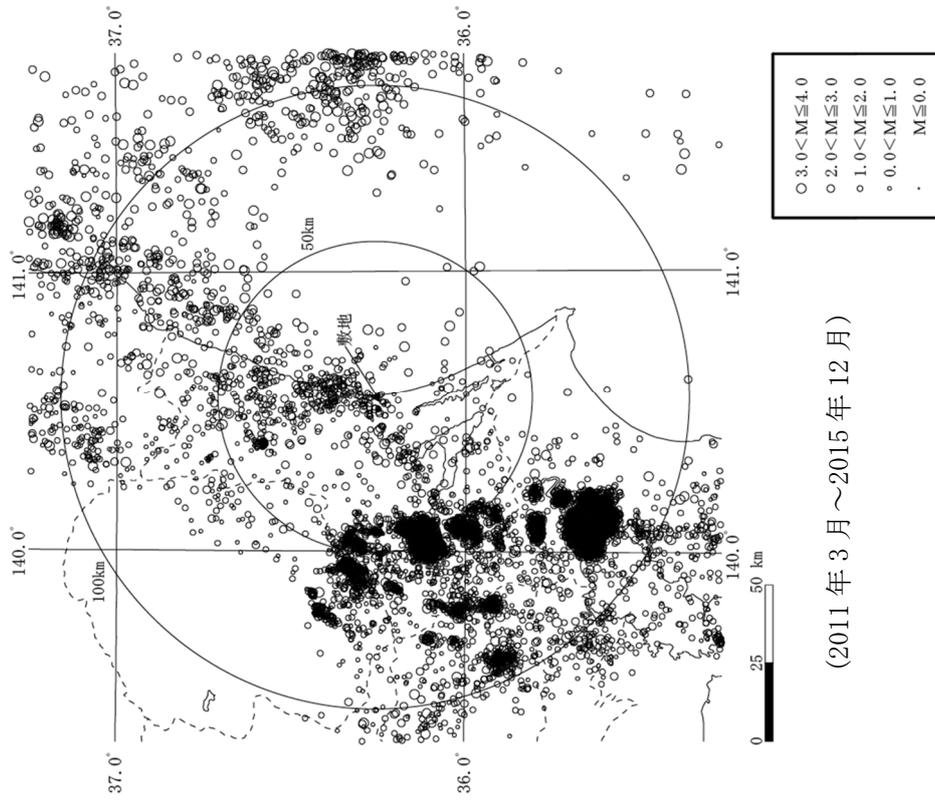


(2011年3月～2015年12月)

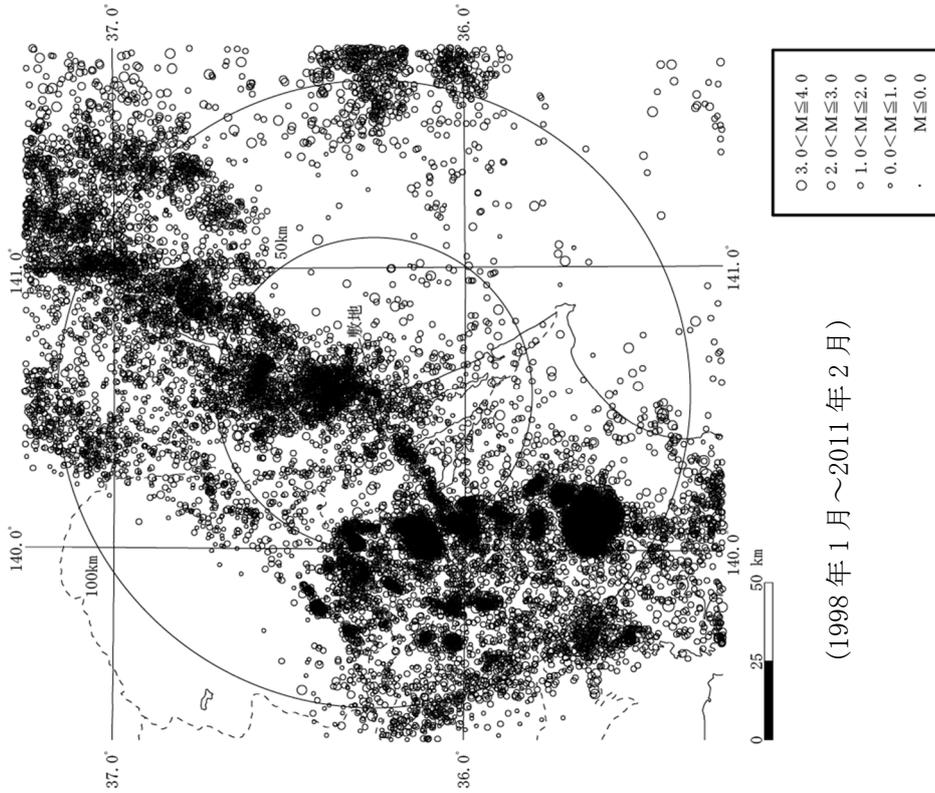


(1998年1月～2011年2月)

第5.2.4図(2) 敷地周辺におけるM4.0以下の地震の震央分布 (深さ30km～60km)

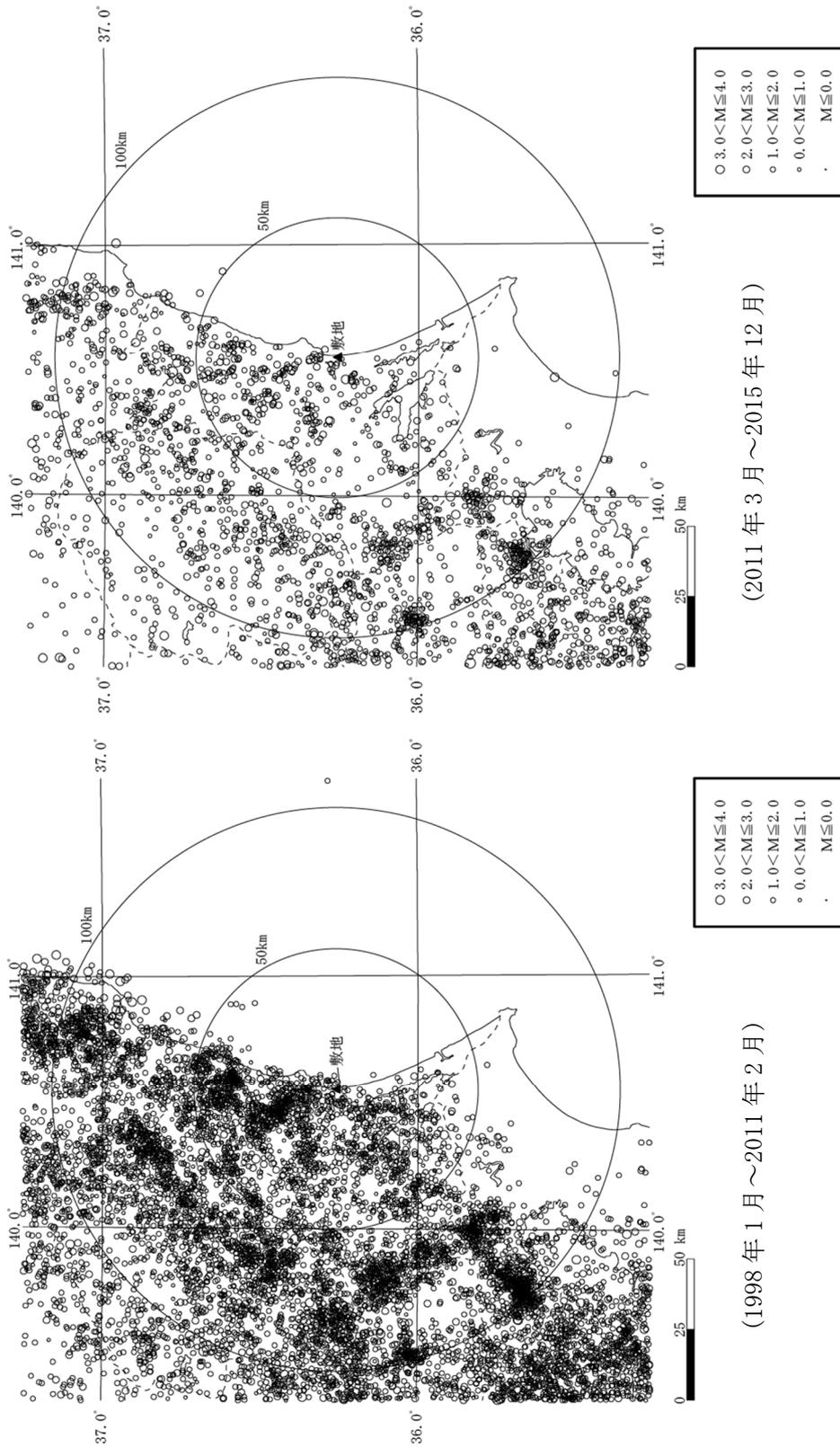


(2011年3月～2015年12月)

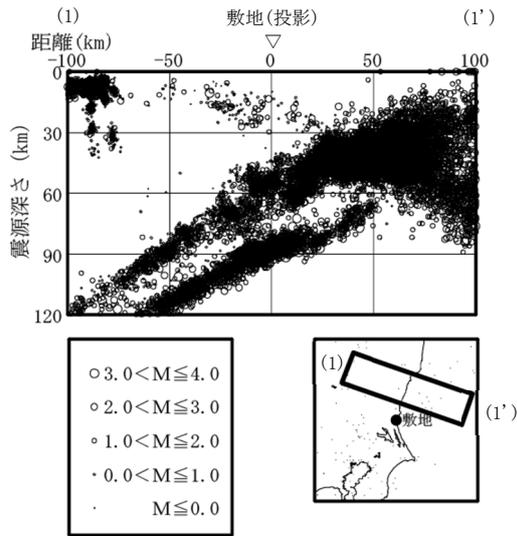


(1998年1月～2011年2月)

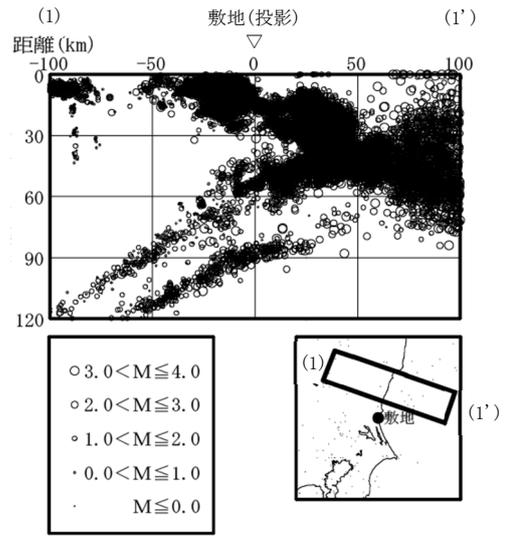
第5.2.4図(3) 敷地周辺におけるM4.0以下の地震の震央分布(深さ60km～90km)



第5.2.4図(4) 敷地周辺におけるM4.0以下の地震の震央分布(深さ90km以深)

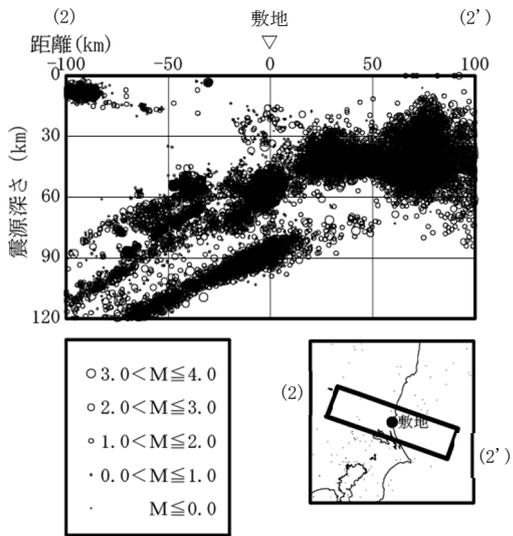


(1998年1月～2011年2月)

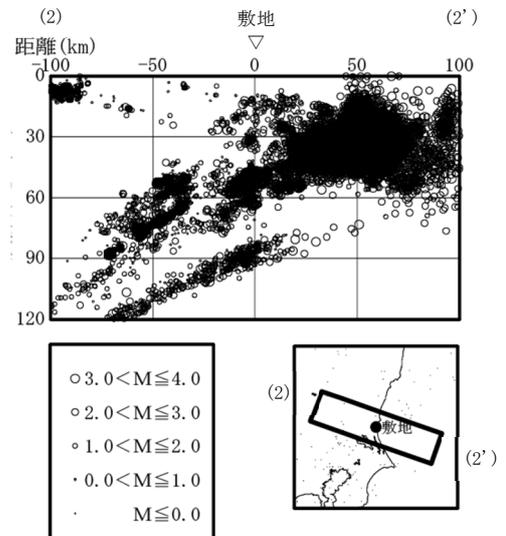


(2011年3月～2015年12月)

第 5.2.5 図(1) 敷地周辺における M4.0 以下の地震の震源鉛直分布  
((1)～(1')断面)

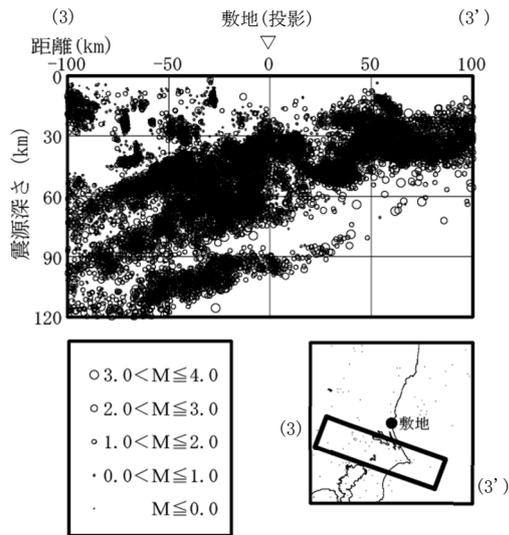


(1998年1月～2011年2月)

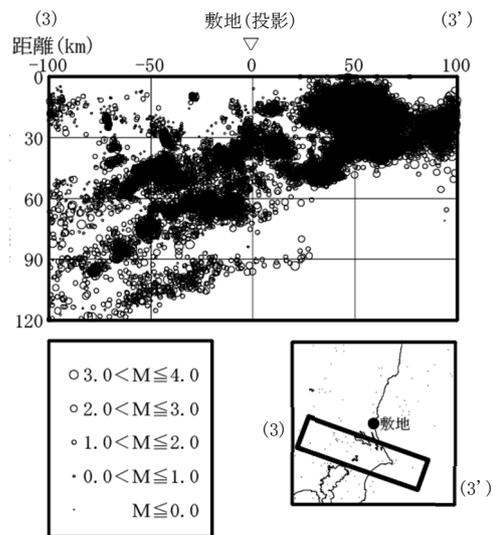


(2011年3月～2015年12月)

第 5.2.5 図(2) 敷地周辺における M4.0 以下の地震の震源鉛直分布  
((2)～(2')断面)

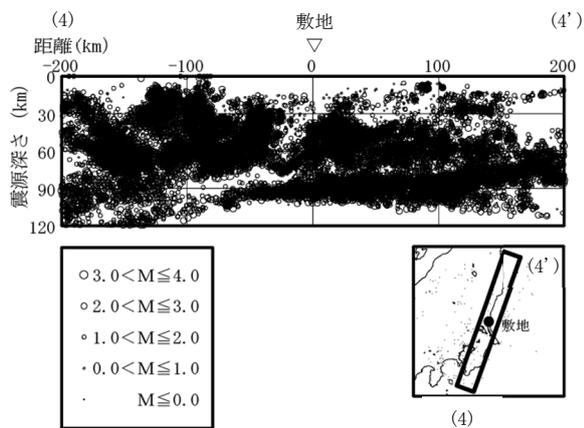


(1998年1月～2011年2月)

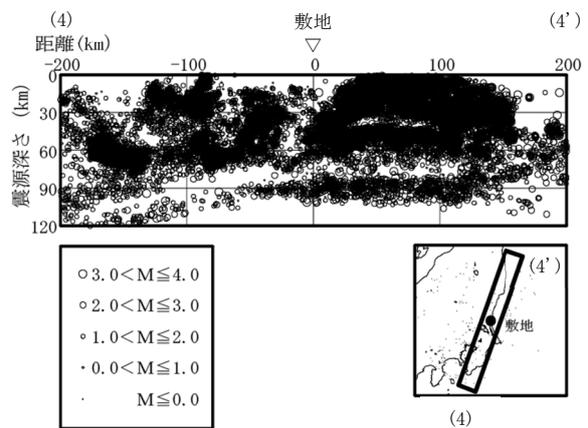


(2011年3月～2015年12月)

第 5.2.5 図(3) 敷地周辺における M4.0 以下の地震の震源鉛直分布  
((3)～(3')断面)

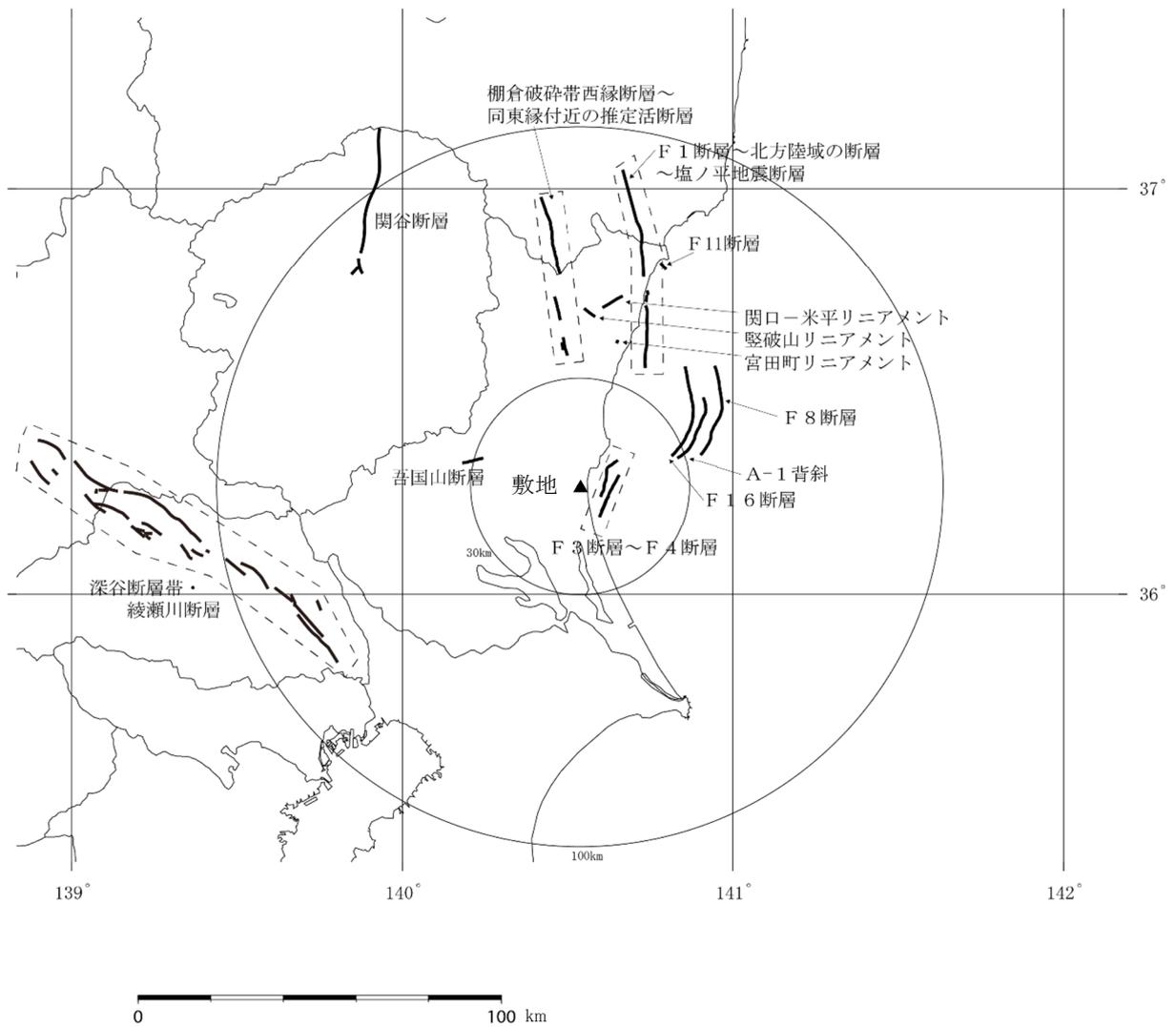


(1998年1月～2011年2月)

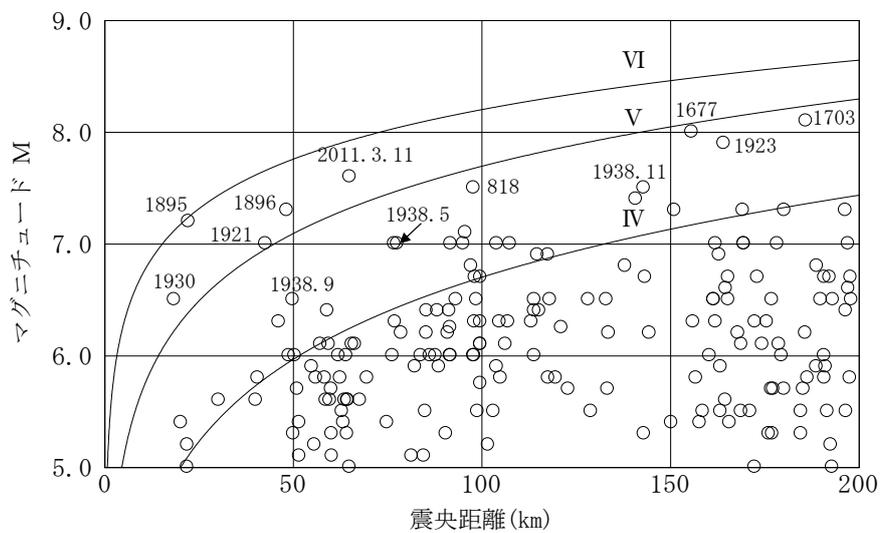


(2011年3月～2015年12月)

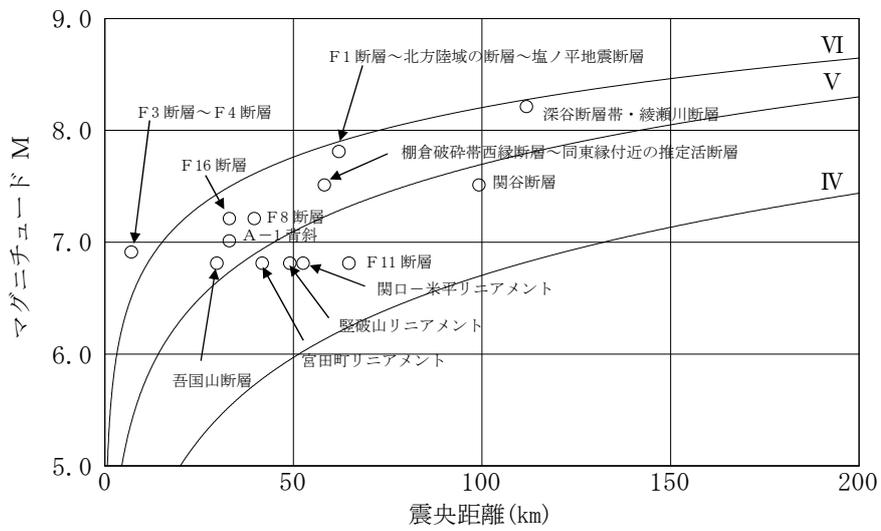
第 5.2.5 図(4) 敷地周辺における M4.0 以下の地震の震源鉛直分布  
((4)～(4')断面)



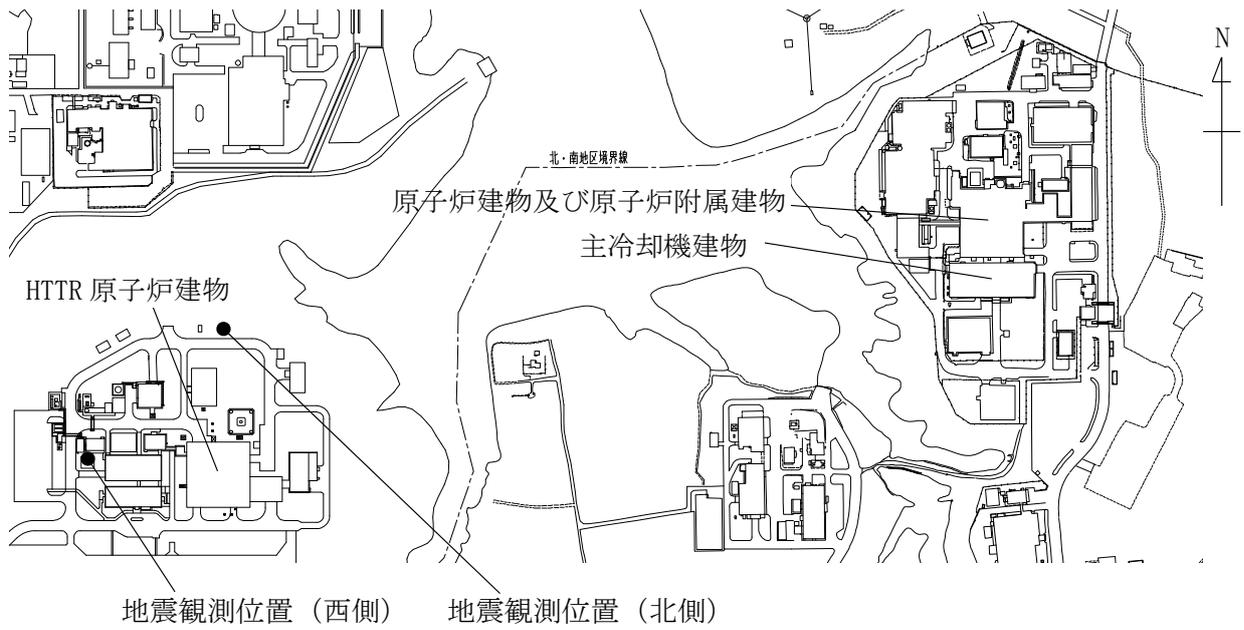
第 5.3.1 図 地質調査結果に基づく敷地周辺の活断層等の分布



第 5.4.1 図 敷地周辺の被害地震のマグニチュードー震央距離

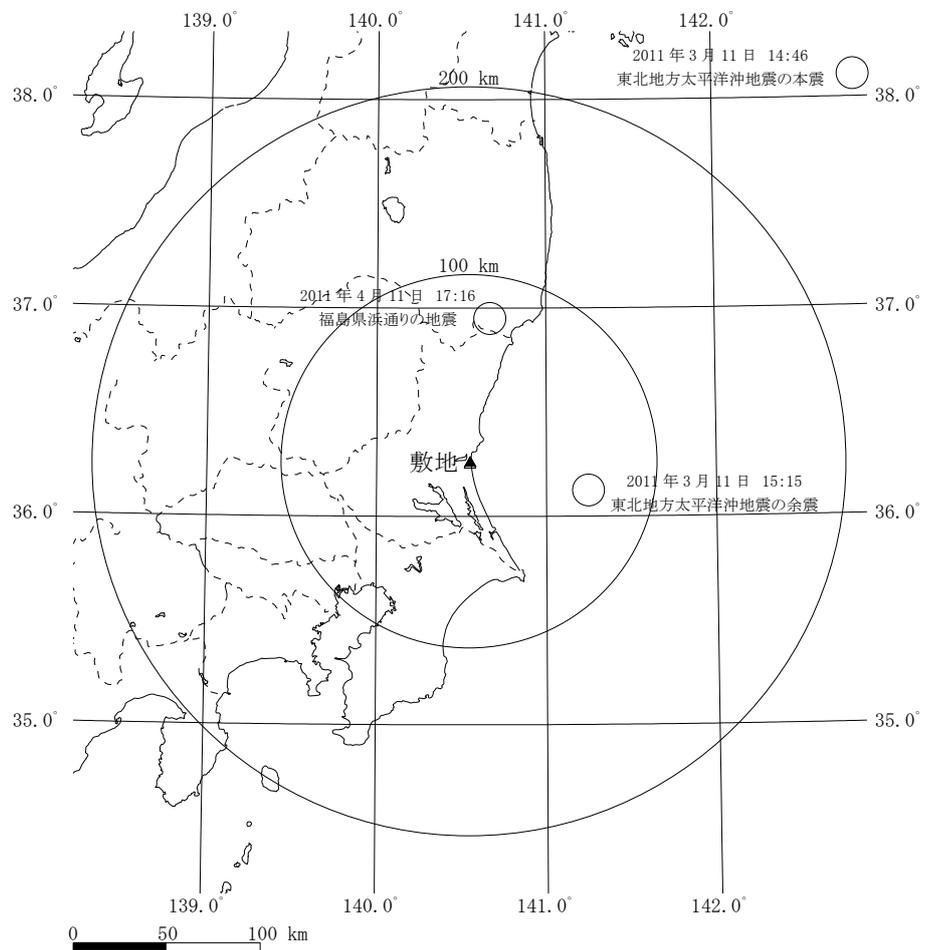


第 5.4.2 図 地質調査結果に基づく敷地周辺の  
活断層等から想定されるマグニチュードー震央距離

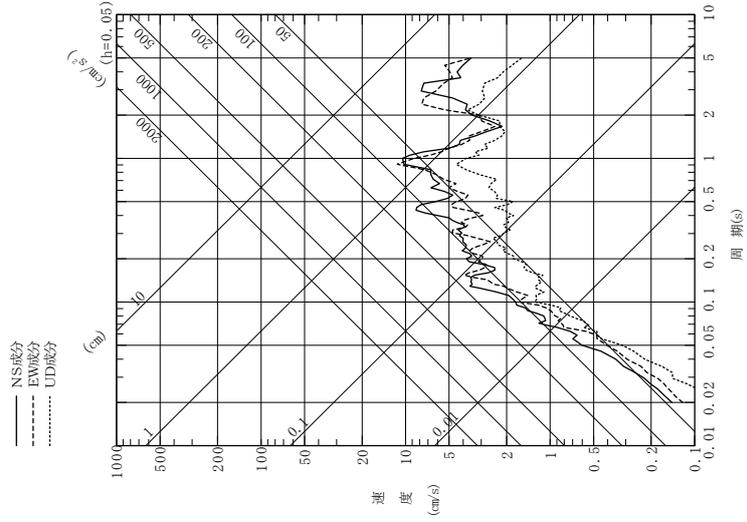


G. L.	地震観測位置		
	西側	北側	
0m			地表面
-1m	○		
-30m		○	
-32m	○		
-95m	○		
-172.5m			解放基盤表面
-174m	○		
-250m		○	

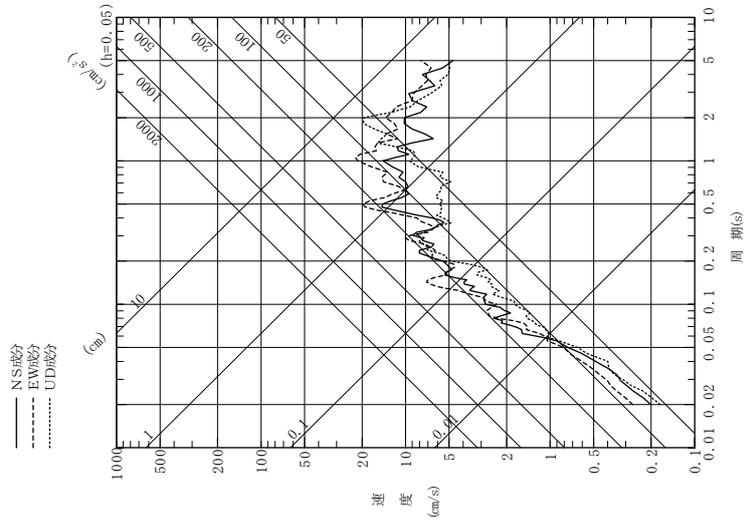
第 5.5.1 図 敷地における地震観測位置



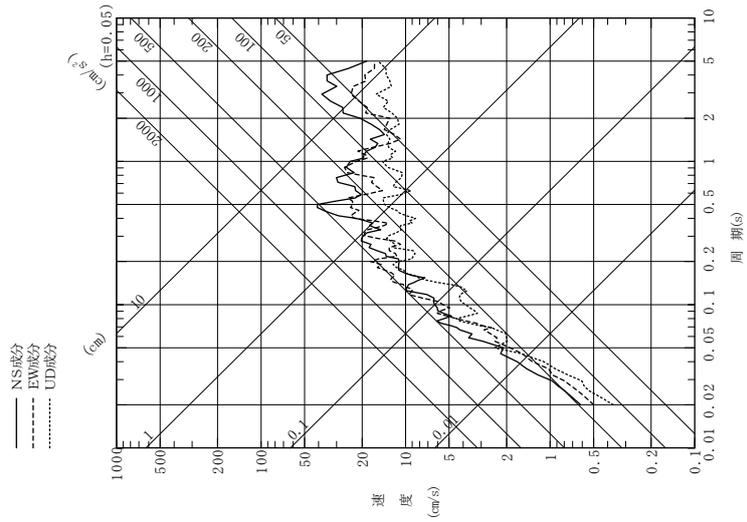
第 5.5.2 図 敷地地盤で観測された主な地震の震央分布



(2011年4月11日福島県浜通りの地震)

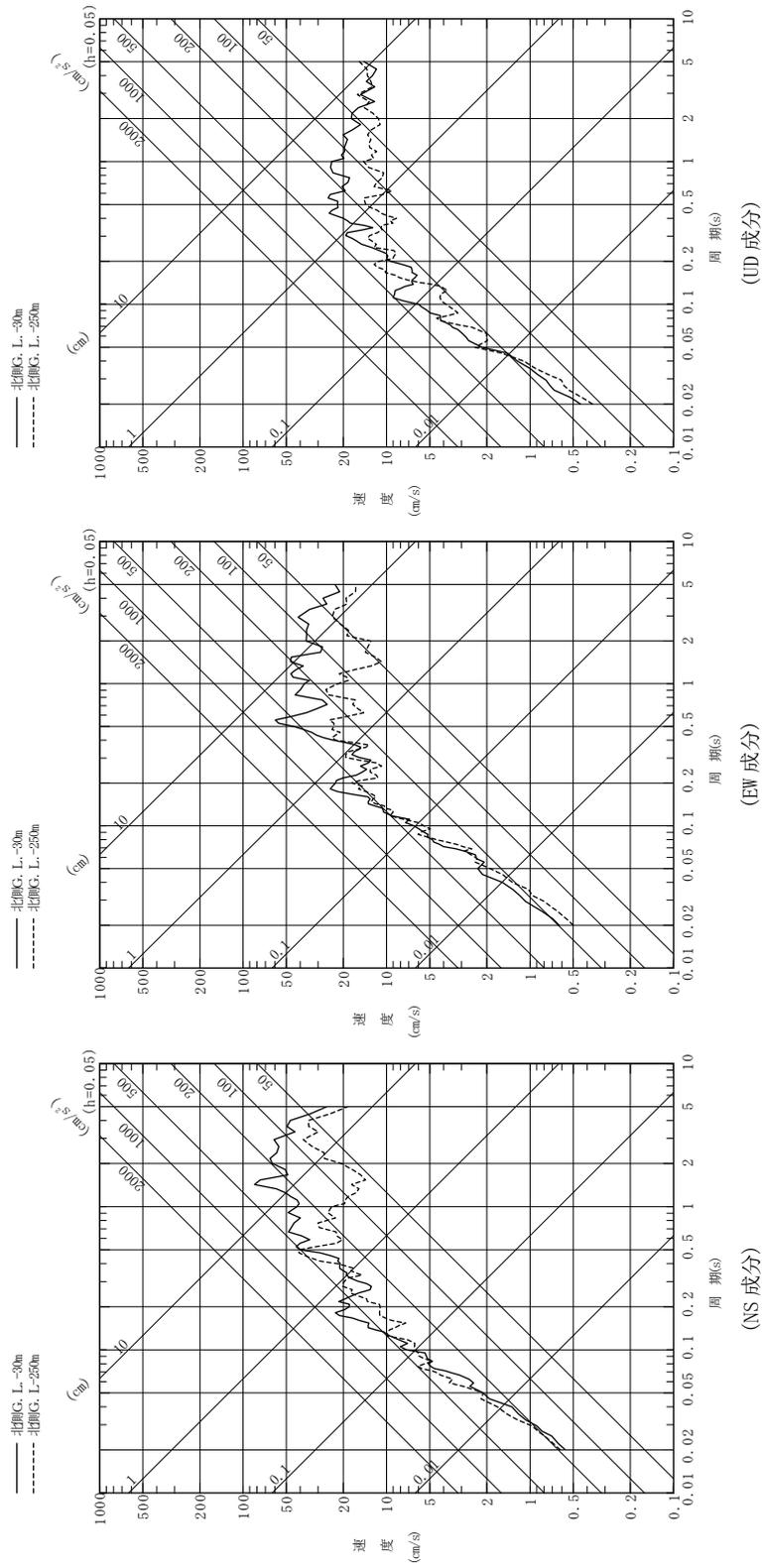


(2011年3月11日東北地方太平洋沖地震の余震)

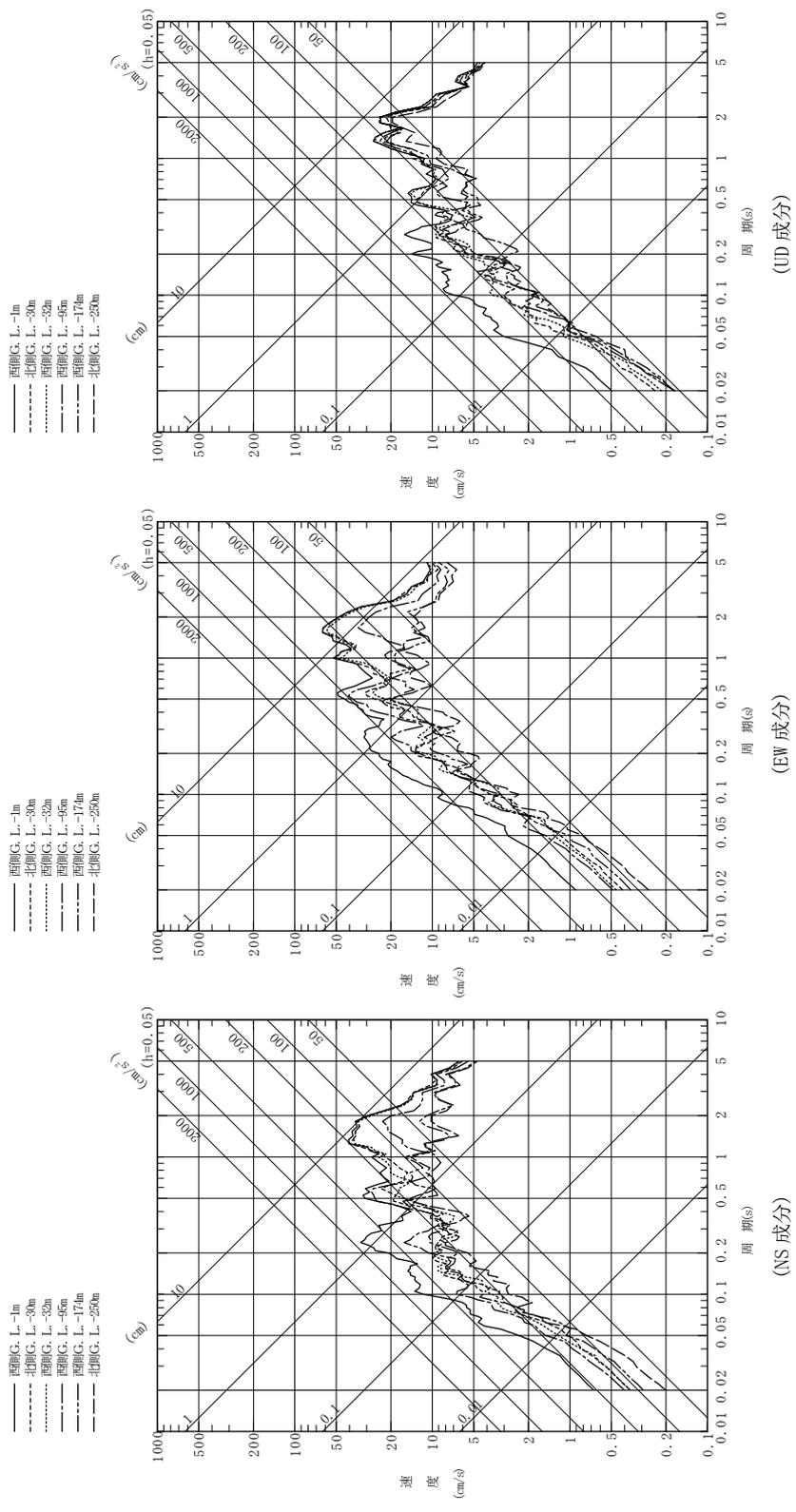


(2011年3月11日東北地方太平洋沖地震の本震)

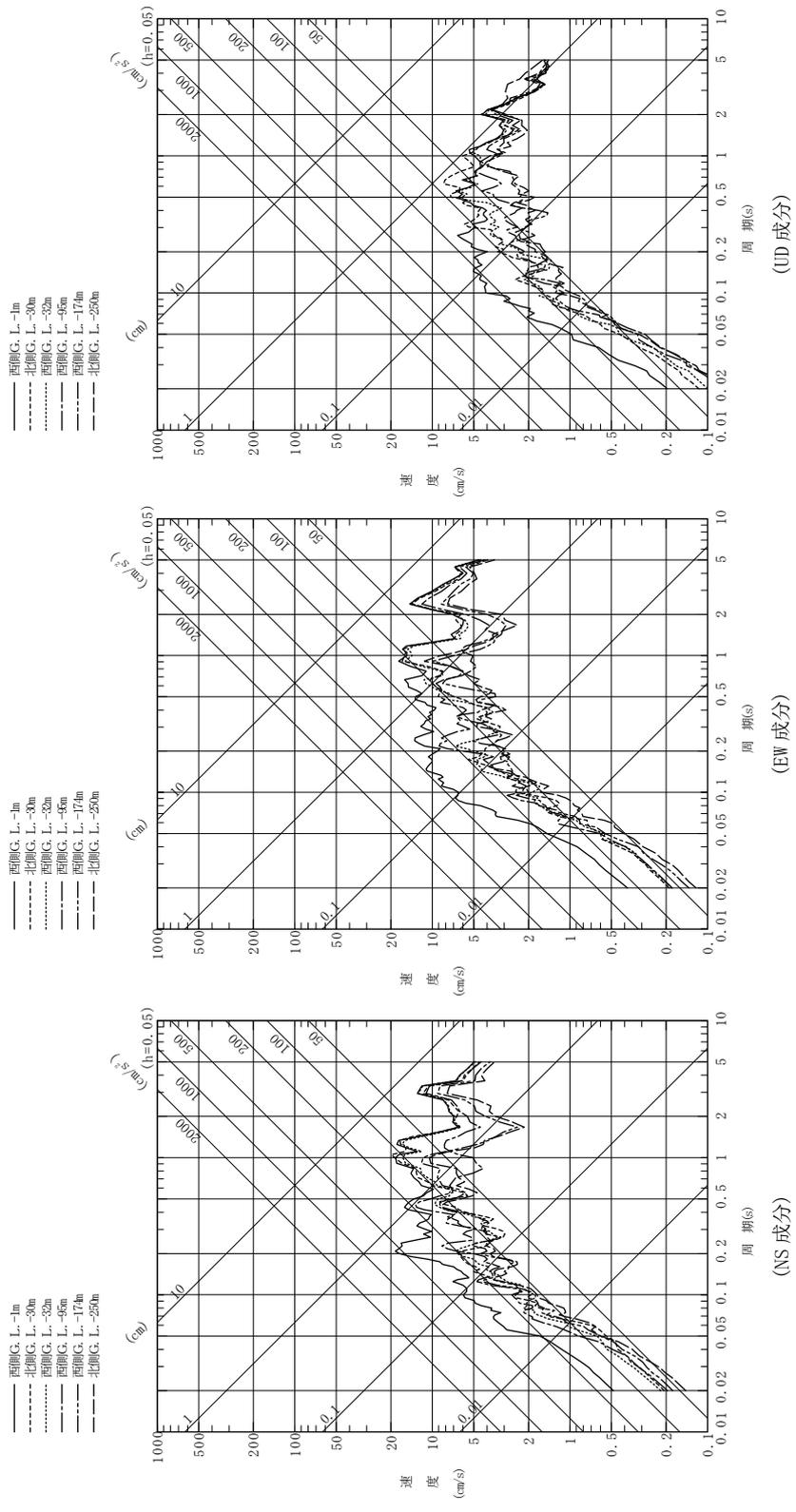
第5.5.3 観測記録の応答スペクトル  
(地中最深部(G.L.-250m))



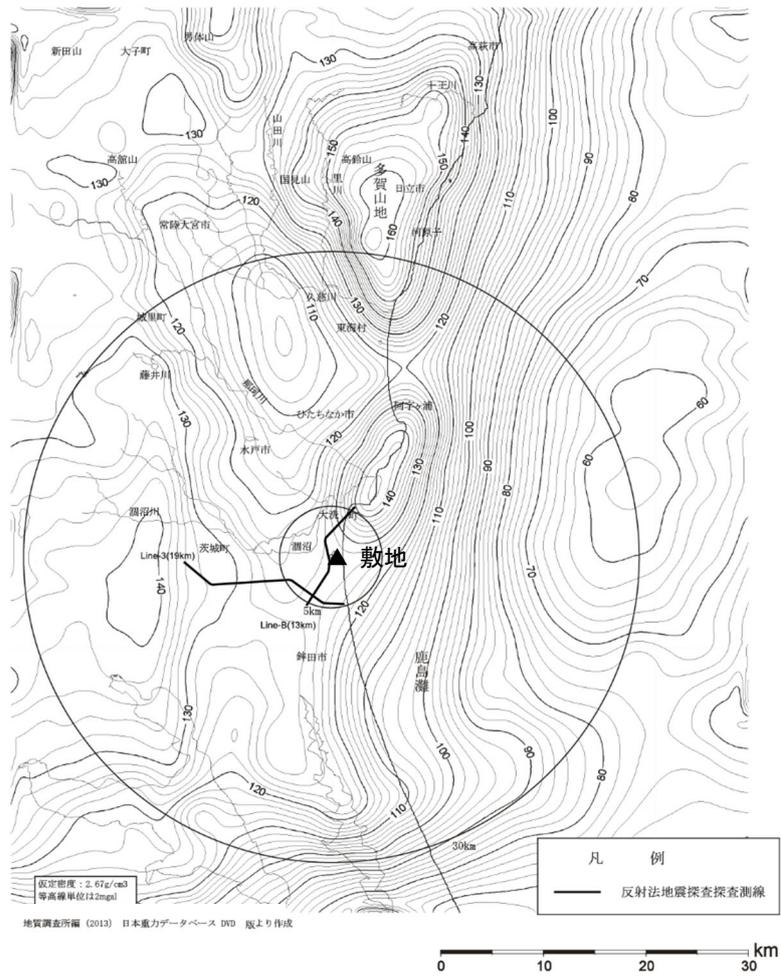
第 5.5.4 図(1) 観測記録の応答スペクトル  
(各深度、2011年3月11日東北地方太平洋沖地震の本震)



第 5.5.4 図(2) 観測記録の応答スペクトル  
(各深度、2011年3月11日東北地方太平洋沖地震の余震)

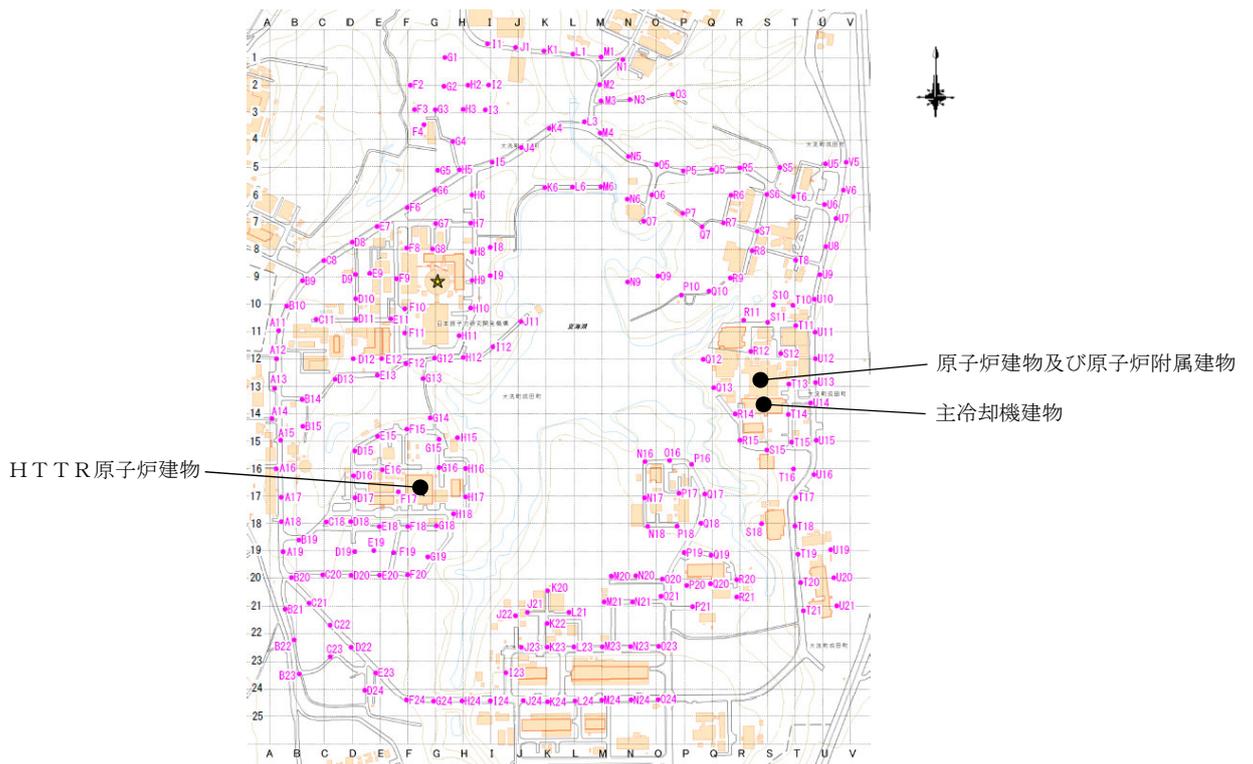


第 5.5.4 図(3) 観測記録の応答スペクトル  
(各深度、2011 年 4 月 11 日福島県浜通りの地震)

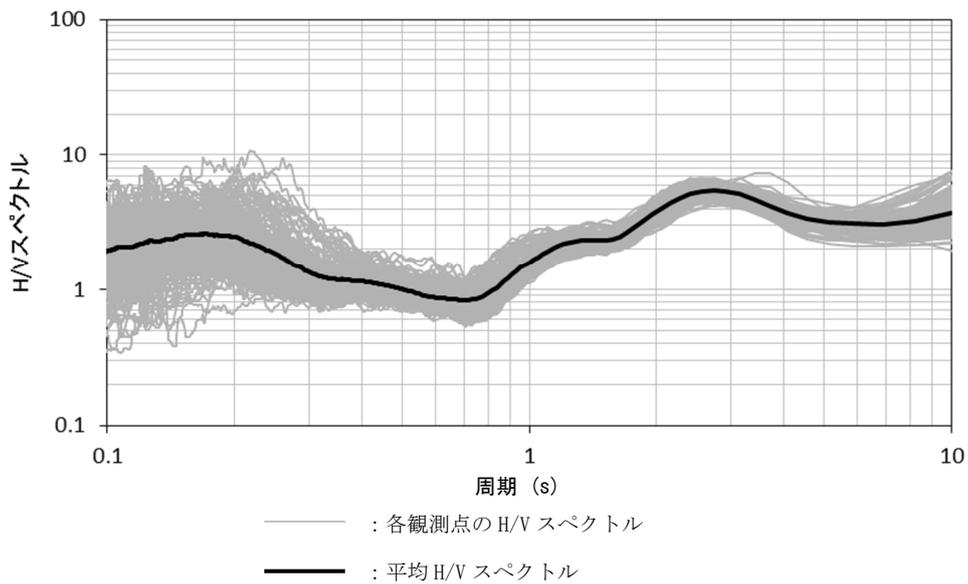


地質調査総合センター編(2013)に加筆

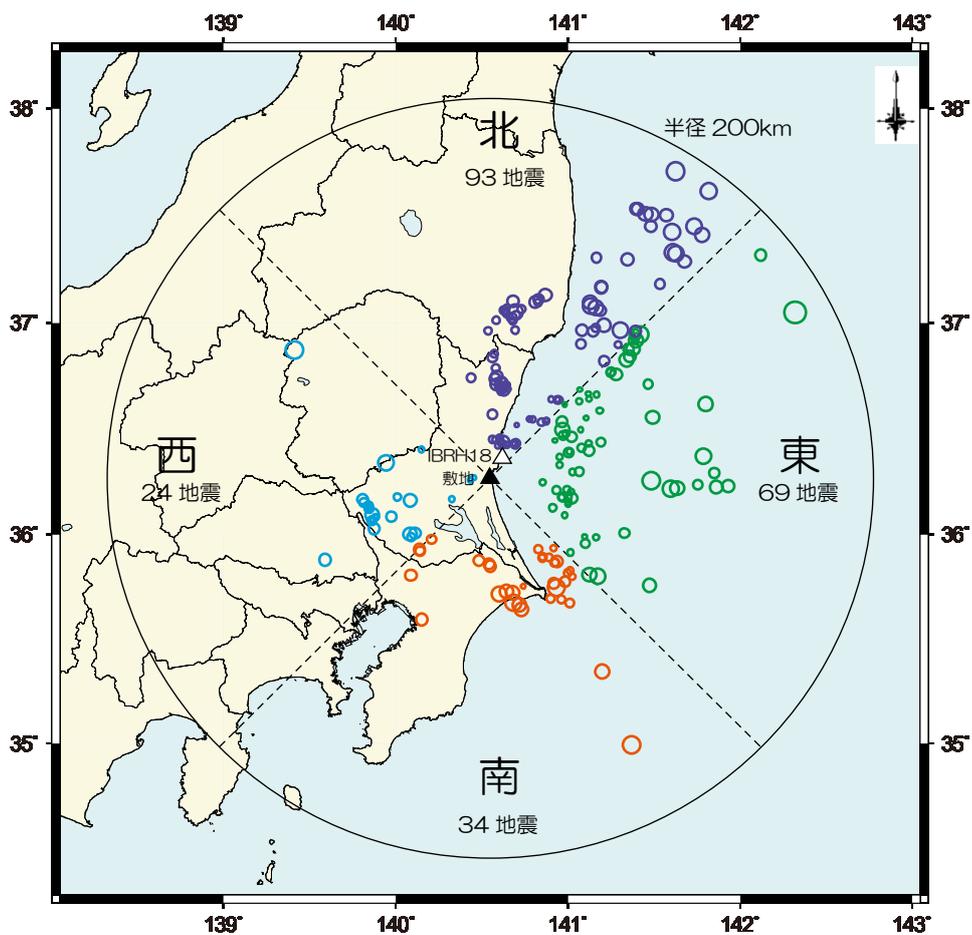
第 5.5.5 図 敷地周辺の重力異常分布



※ ● : 単点微動観測の測定位置  
 ※ 約 50m 格子間隔を目安に単点微動観測を実施

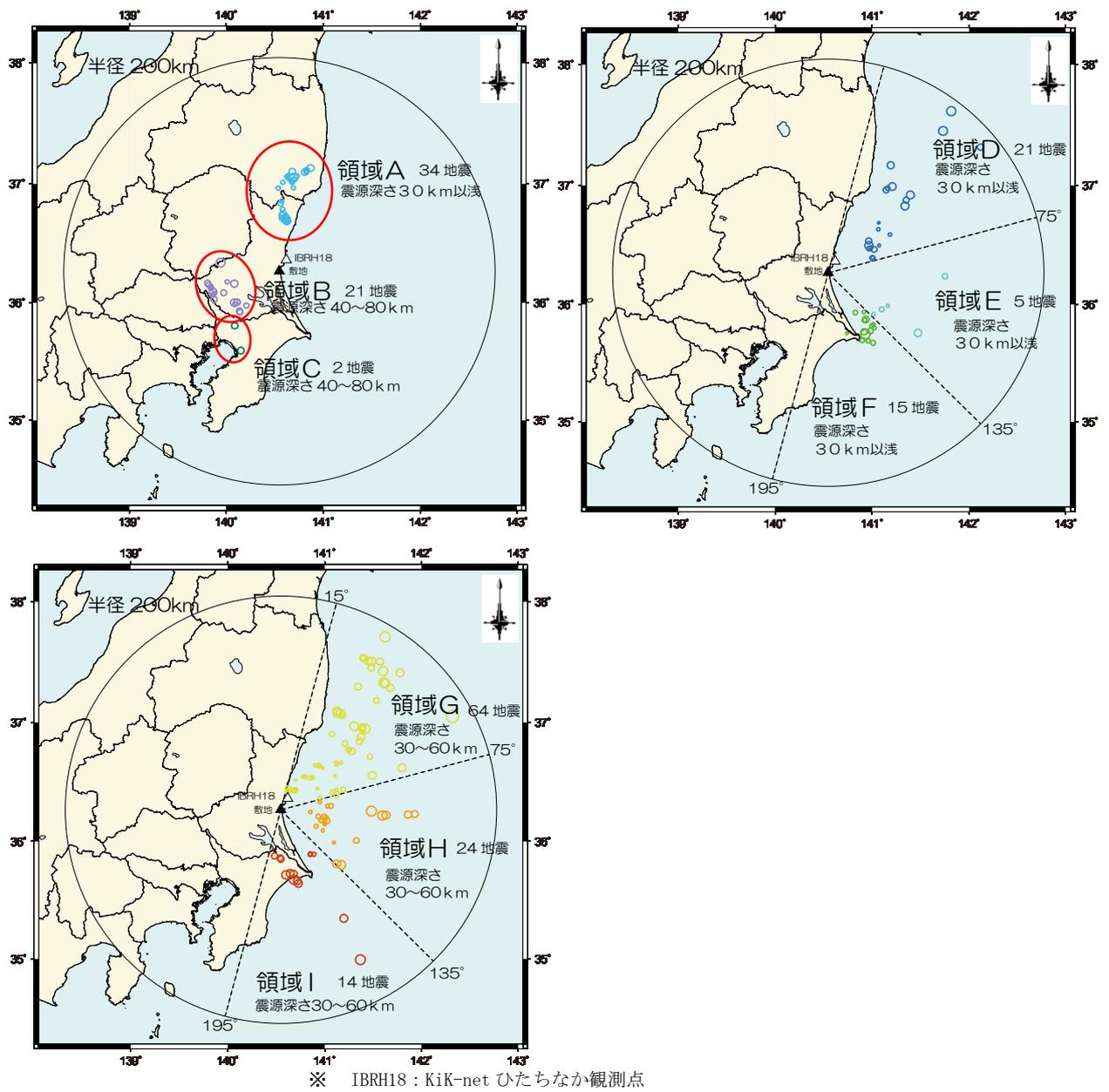


第 5.5.6 図 敷地における単点微動観測記録による検討結果

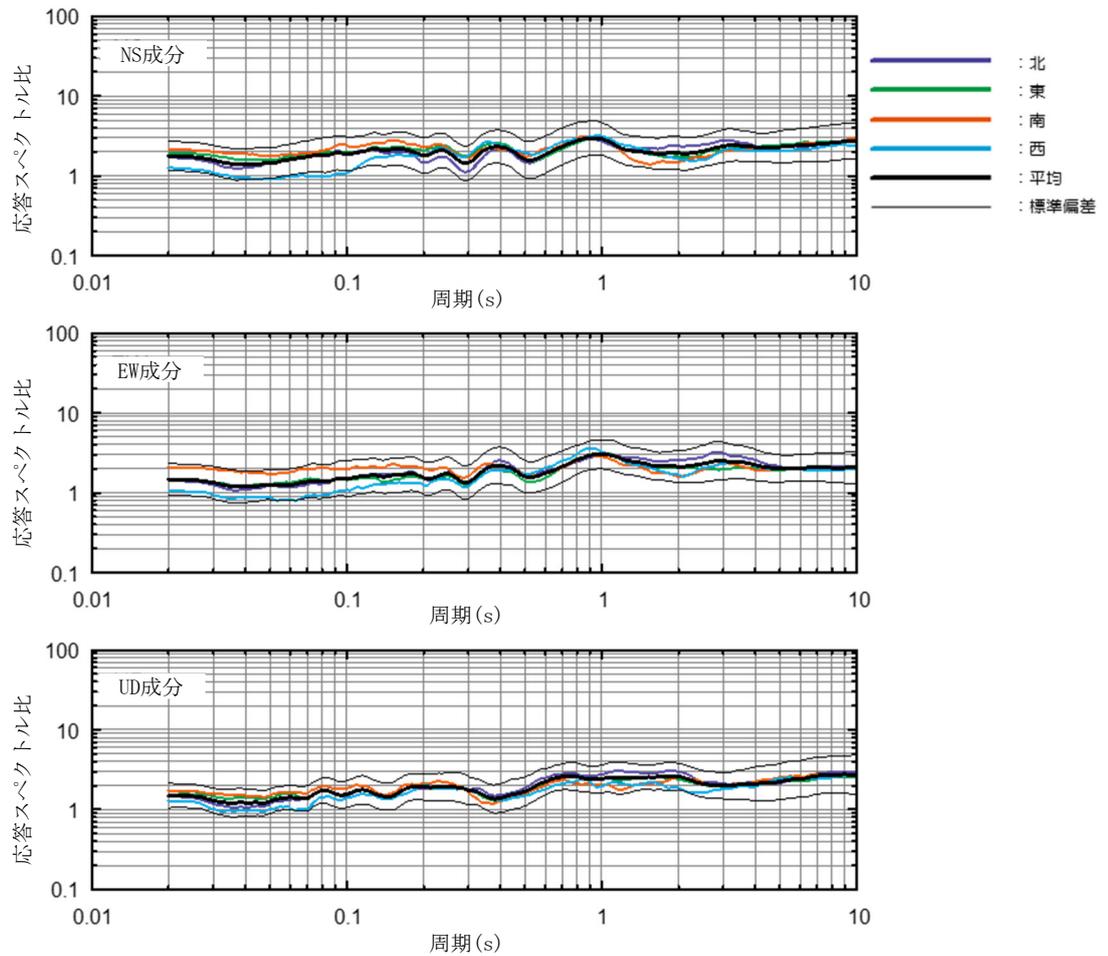


※ IBRH18 : KiK-net ひたちなか観測点

第 5. 5. 7 図(1) 敷地における地震動の到来方向の検討に用いた地震の震央位置  
(4 領域)



第 5.5.7 図(2) 敷地における地震動の到来方向の検討に用いた地震の震央位置  
(9 領域)



$$RI_{A/B} = \frac{S_A \times X_A}{S_B \times X_B}$$

$RI_{A/B}$  : 応答スペクトル比

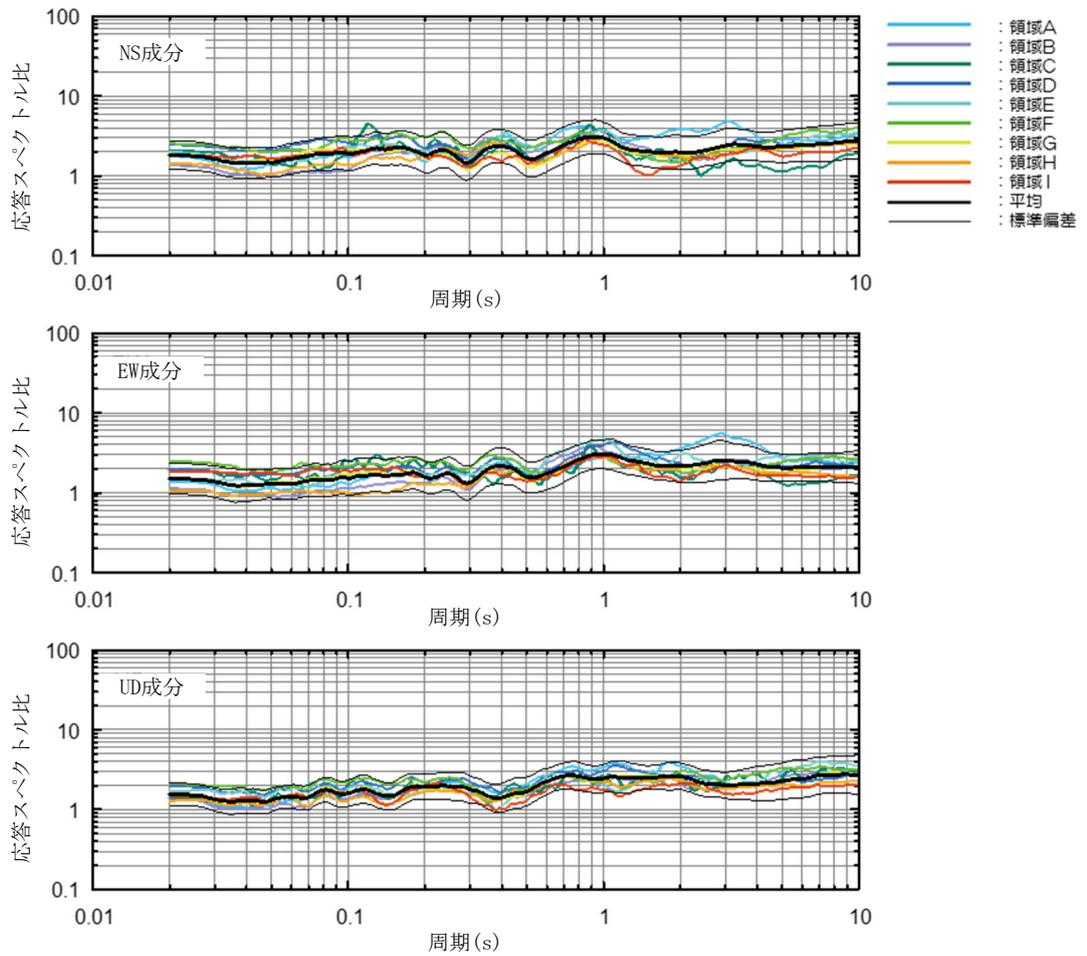
$S_A$  : 敷地観測記録の加速度応答スペクトル

$S_B$  : KiK-netひたちなか観測記録の加速度応答スペクトル

$X_A$  : 敷地までの震源距離

$X_B$  : KiK-netひたちなかまでの震源距離

第 5.5.8 図(1) 敷地における地震動の到来方向による検討結果(4 領域)



$$RI_{A/B} = \frac{S_A \times X_A}{S_B \times X_B}$$

$RI_{A/B}$  : 応答スペクトル比

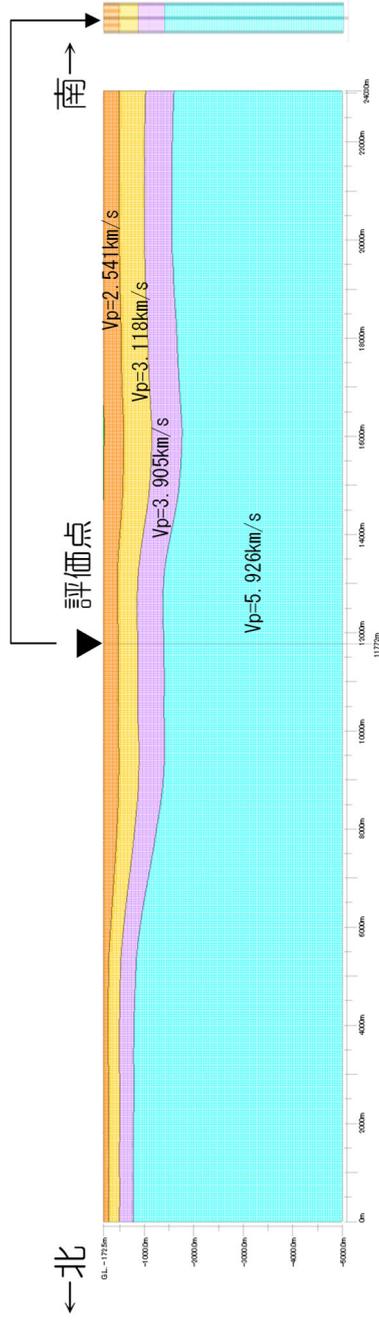
$S_A$  : 敷地観測記録の加速度応答スペクトル

$S_B$  : KiK-netひたちなか観測記録の加速度応答スペクトル

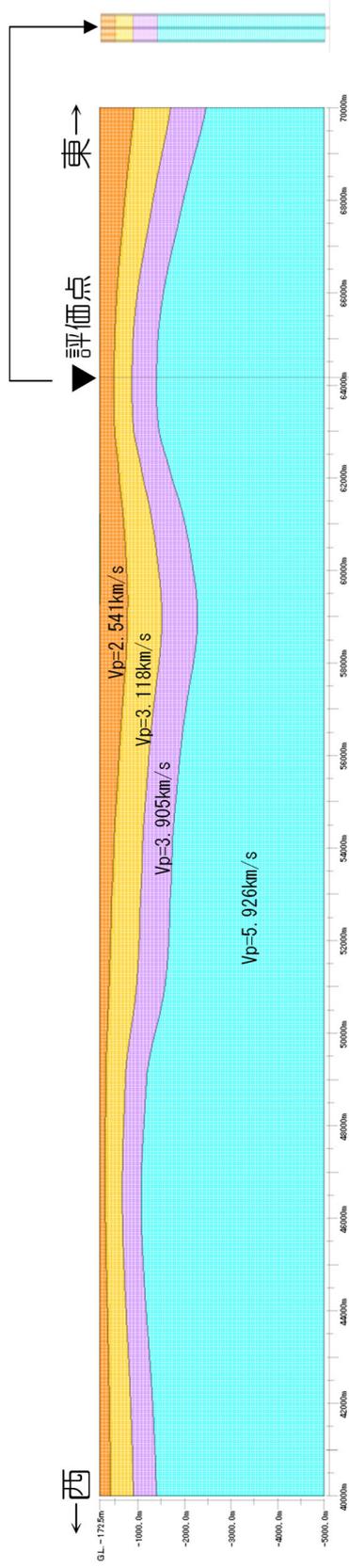
$X_A$  : 敷地までの震源距離

$X_B$  : KiK-netひたちなかまでの震源距離

第 5.5.8 図(2) 敷地における地震動の到来方向による検討結果(9 領域)



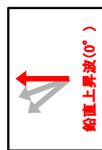
二次元地盤モデル (NS断面) 成層モデル



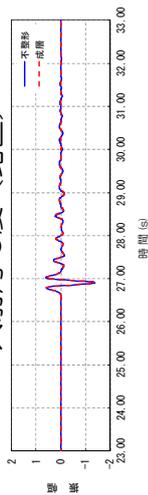
二次元地盤モデル (EW断面)

成層モデル

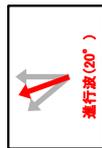
第 5.5.9 図 敷地及び敷地周辺で実施した各種探査結果等を基に作成した二次元地盤モデル



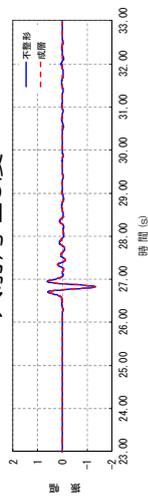
入射角 0度 (鉛直)



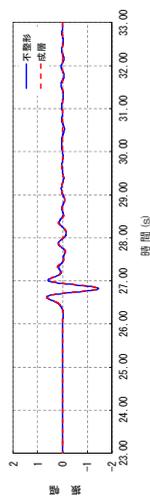
周期0.3秒



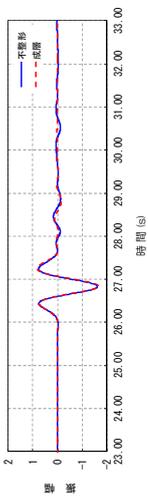
入射角 20度



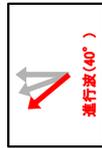
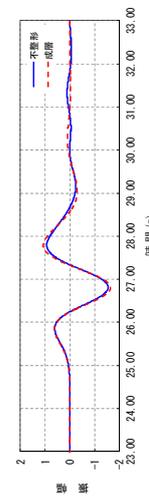
周期0.5秒



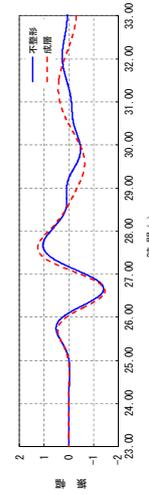
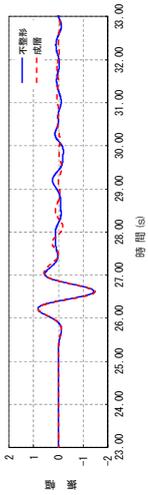
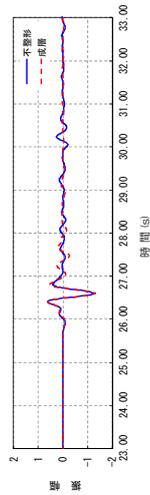
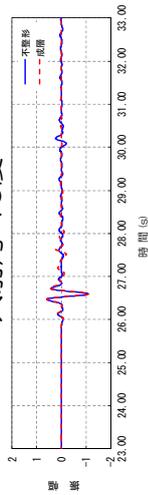
周期1.0秒



周期2.5秒



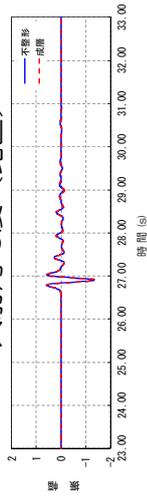
入射角 40度



第 5.5.10 図(1) 敷地における応答波形の比較 (NS 成分)



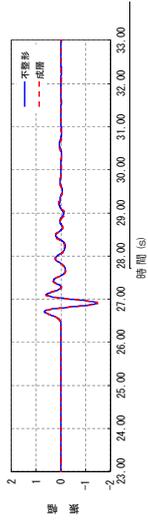
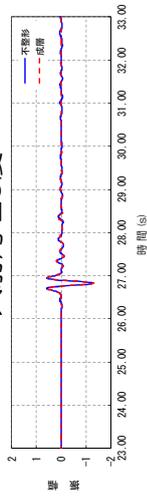
入射角 0度 (鉛直)



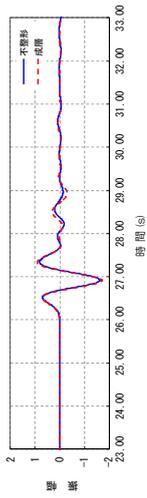
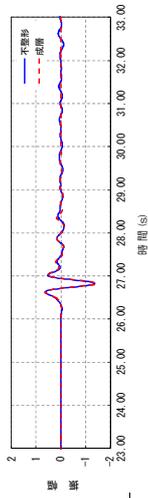
周期0.3秒



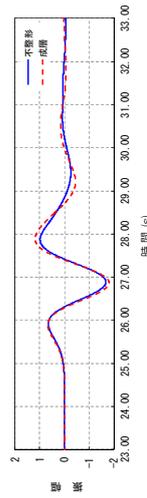
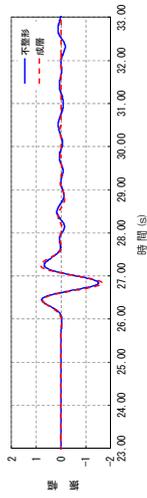
入射角 20度



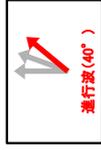
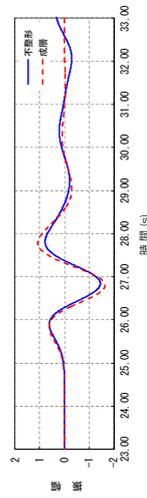
周期0.5秒



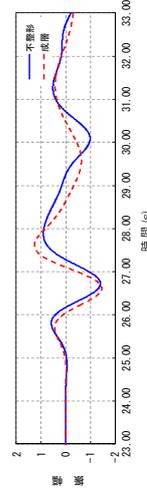
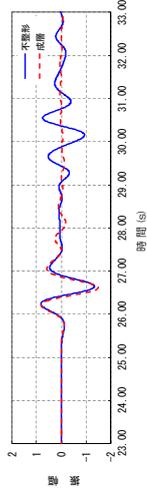
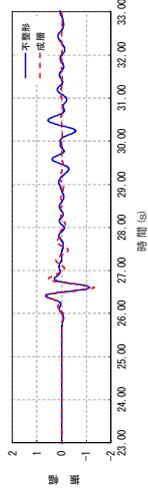
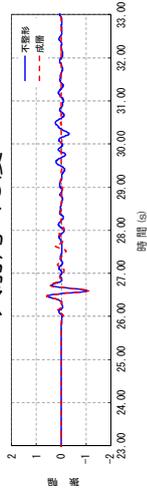
周期1.0秒



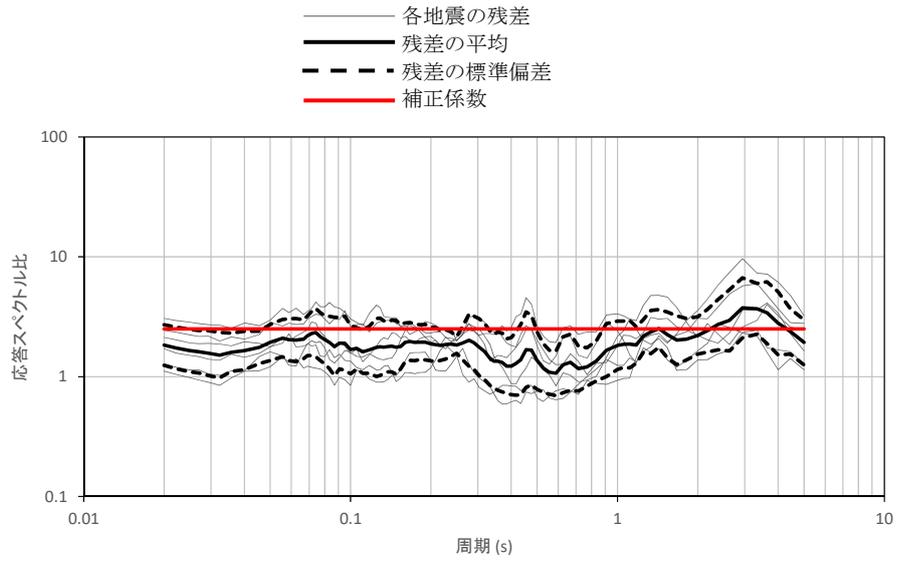
周期2.5秒



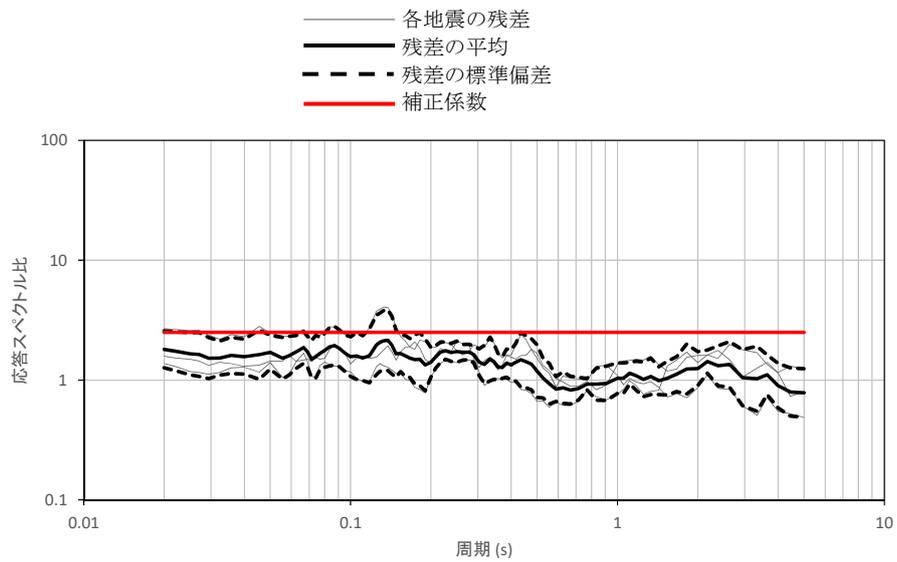
入射角 40度



第 5.5.10 図(2) 敷地における応答波形の比較 (EW 成分)

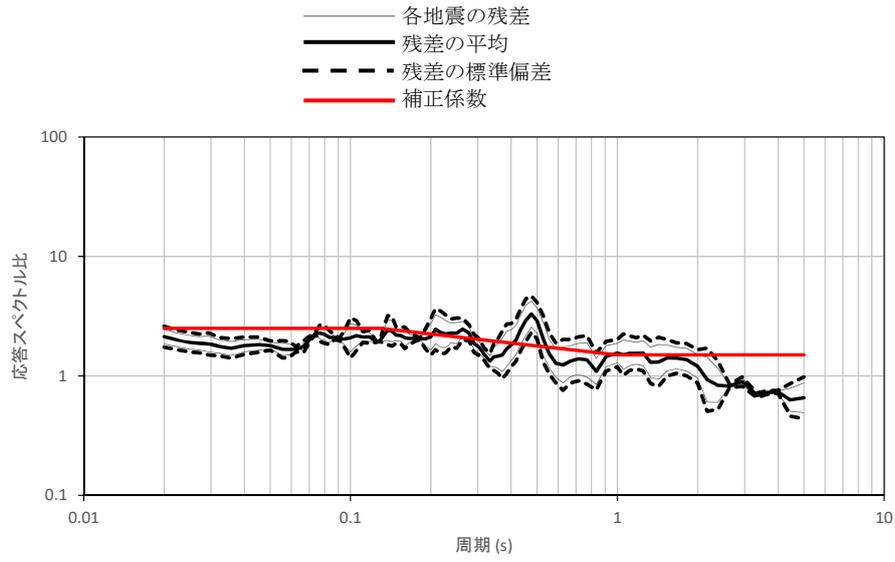


(水平成分)

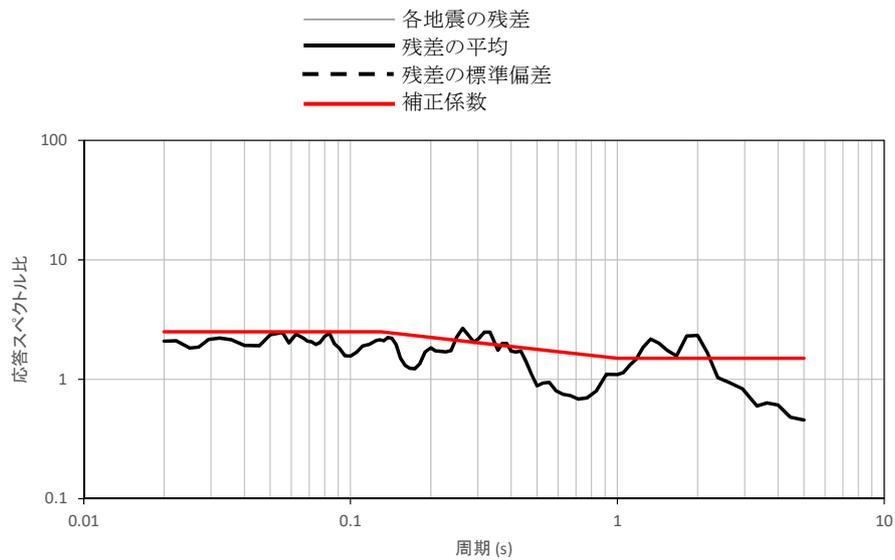


(鉛直成分)

第 5.6.1 図(1) 解放基盤波と Noda et al. (2002) の方法による応答スペクトルの比  
(福島県と茨城県の県境付近で発生した内陸地殻内地震)

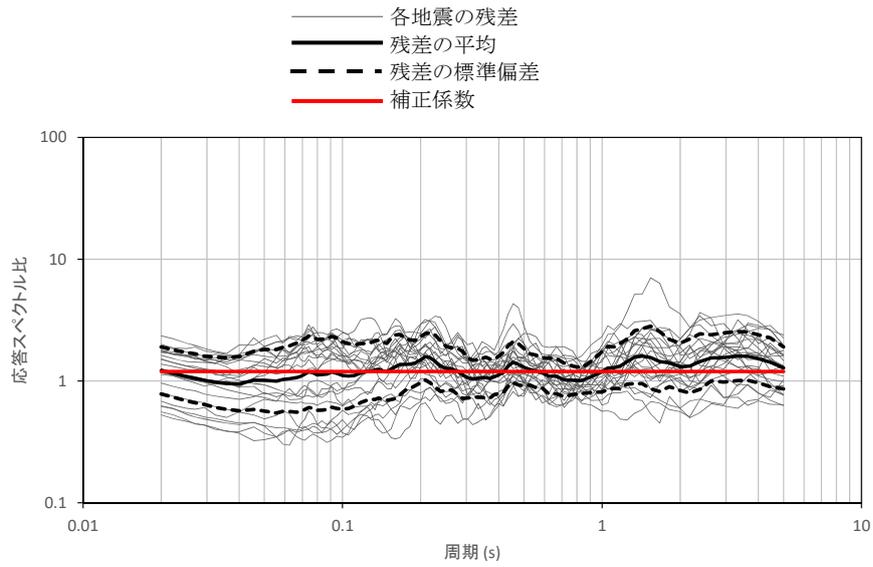


(水平成分)

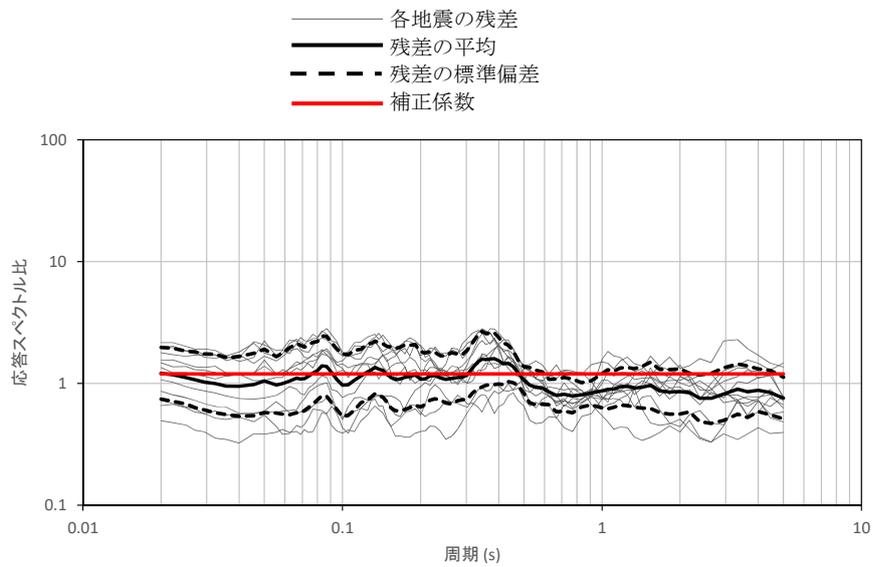


(鉛直成分)

第 5. 6. 1 図(2) 解放基盤波と Noda et al. (2002) の方法による応答スペクトルの比  
(鹿島灘付近で発生した太平洋プレート間地震)

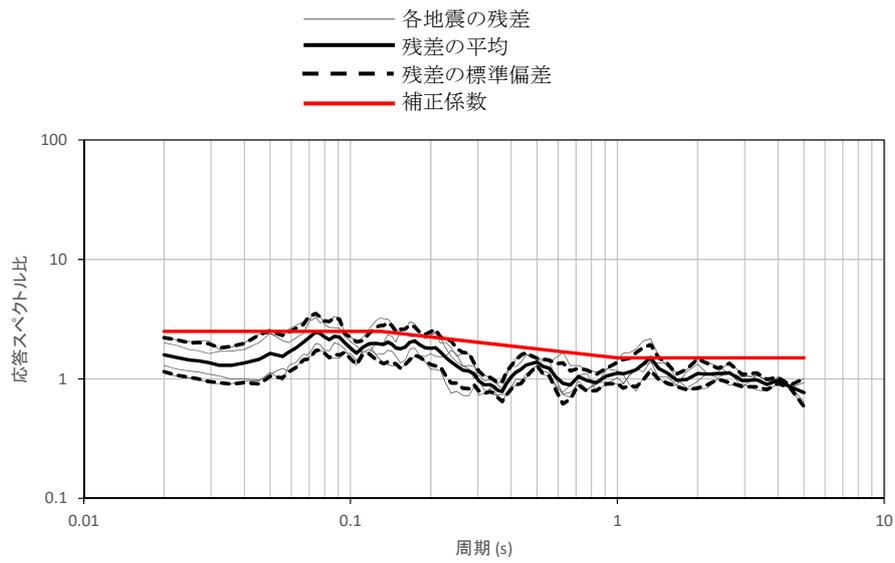


(水平成分)

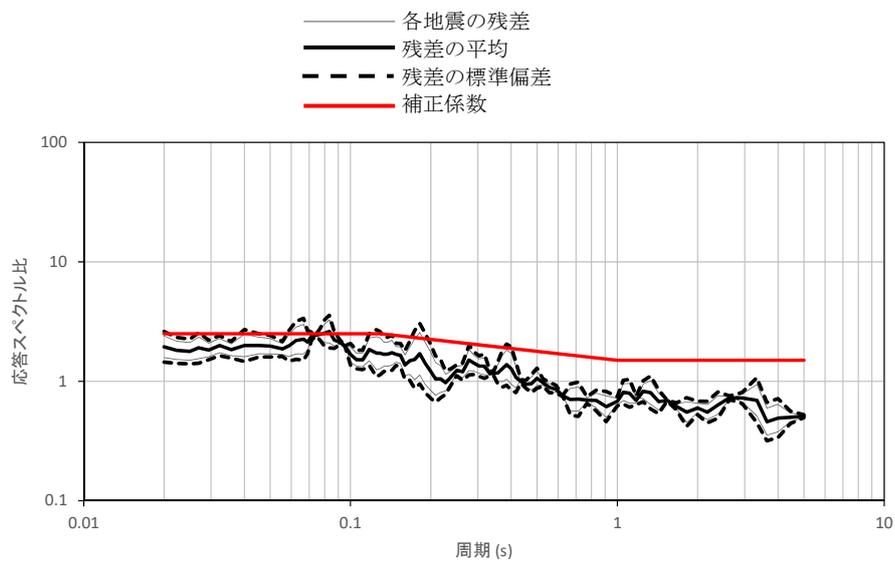


(鉛直成分)

第 5.6.1 図(3) 解放基盤波と Noda et al. (2002) の方法による応答スペクトルの比  
(鹿島灘付近で発生した地震を除く太平洋プレート間地震)

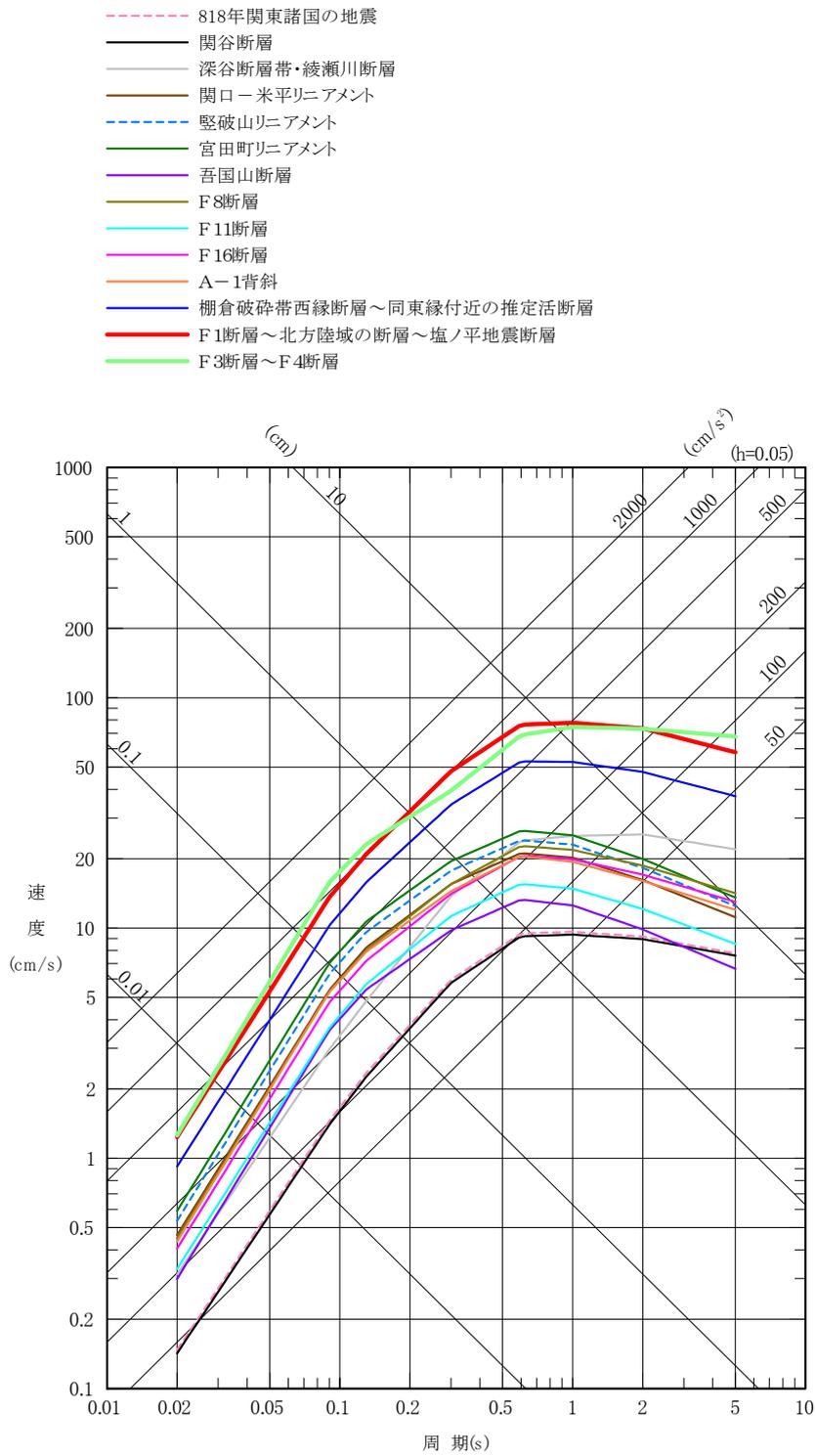


(水平成分)

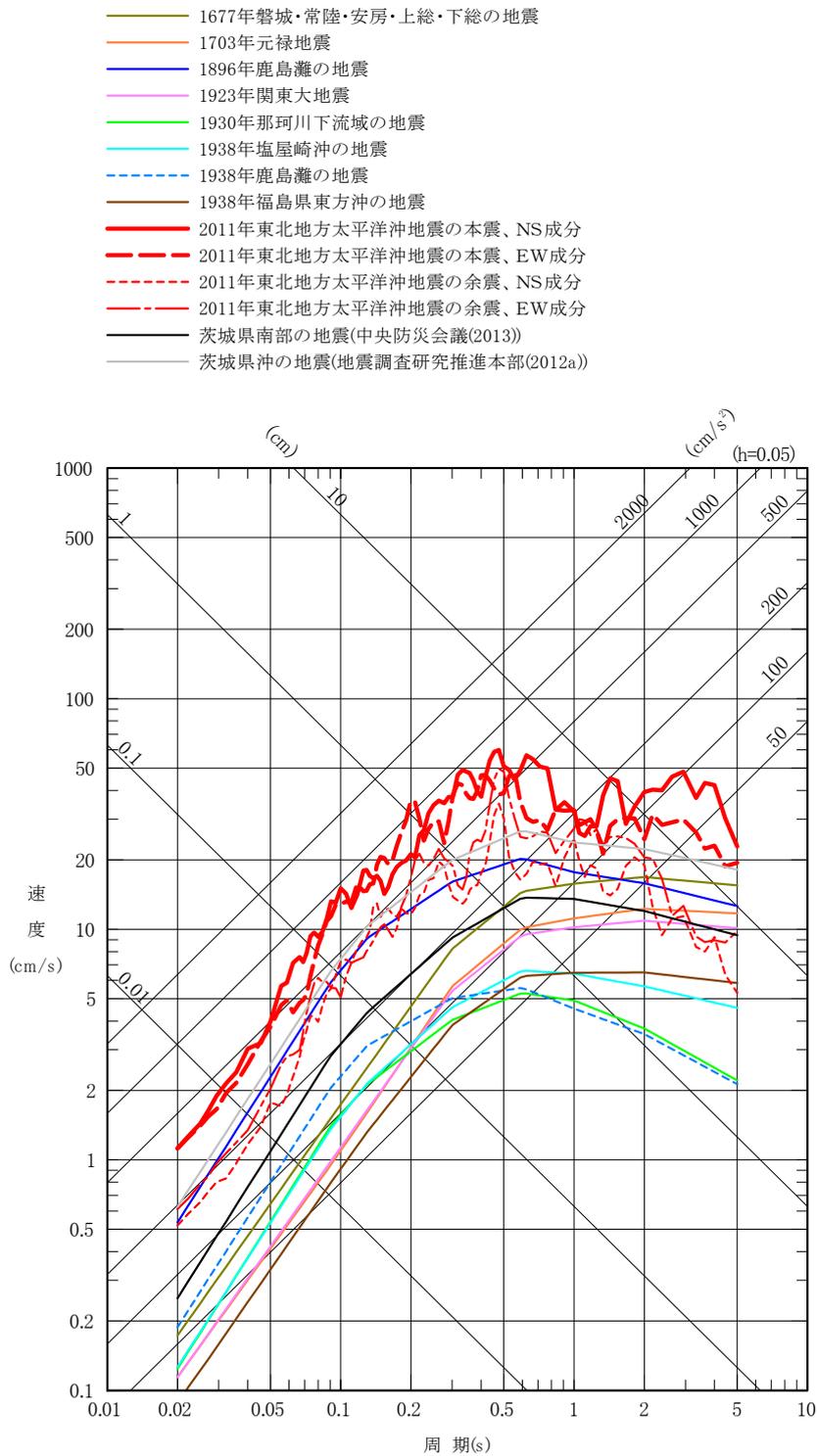


(鉛直成分)

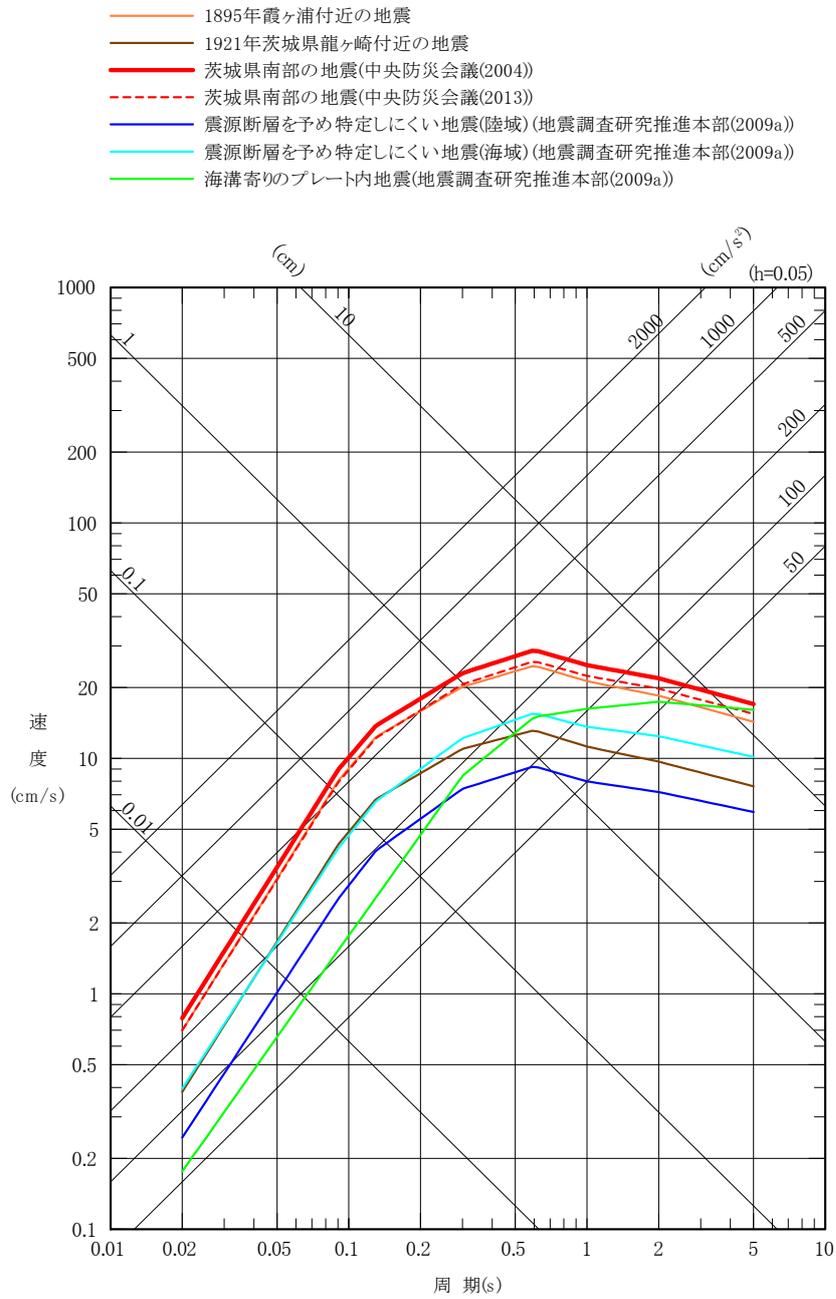
第 5.6.1 図(4) 解放基盤波と Noda et al. (2002) の方法による応答スペクトルの比  
(陸域寄りで発生した海洋プレート内地震)



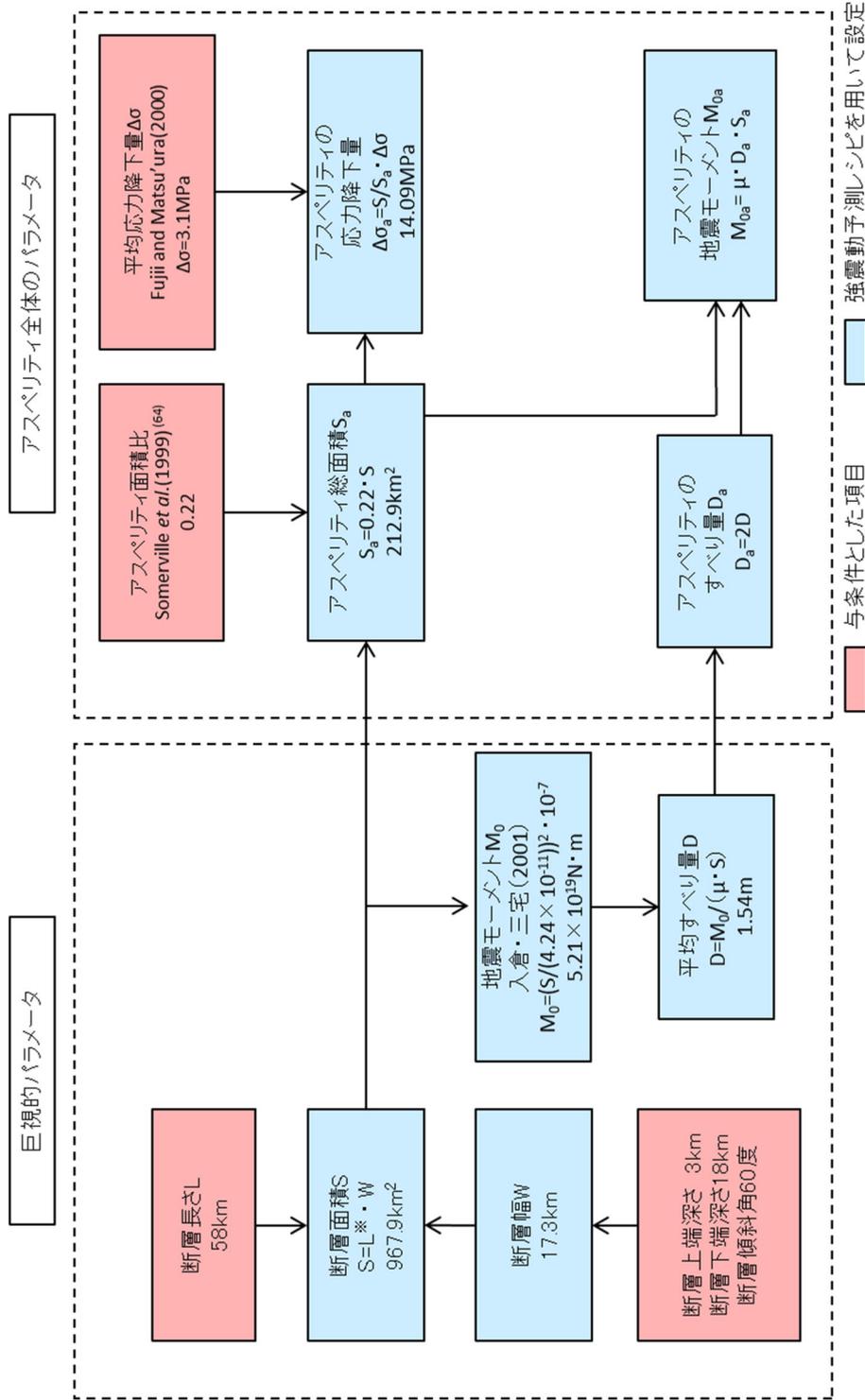
第 5.6.2 図 検討用地震の選定のための応答スペクトルの比較  
(内陸地殻内地震、水平成分)



第 5.6.3 図 検討用地震の選定のための応答スペクトルの比較  
(プレート間地震、水平成分)

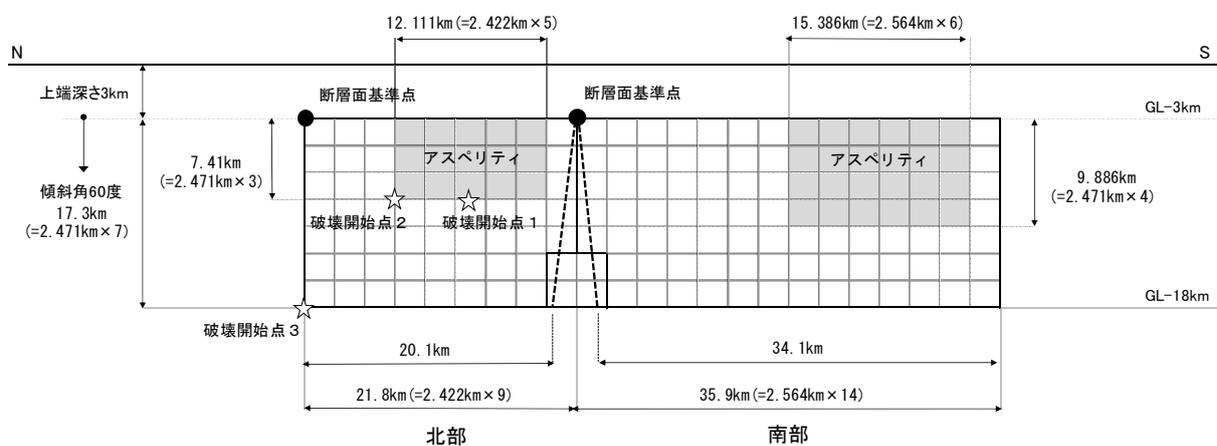
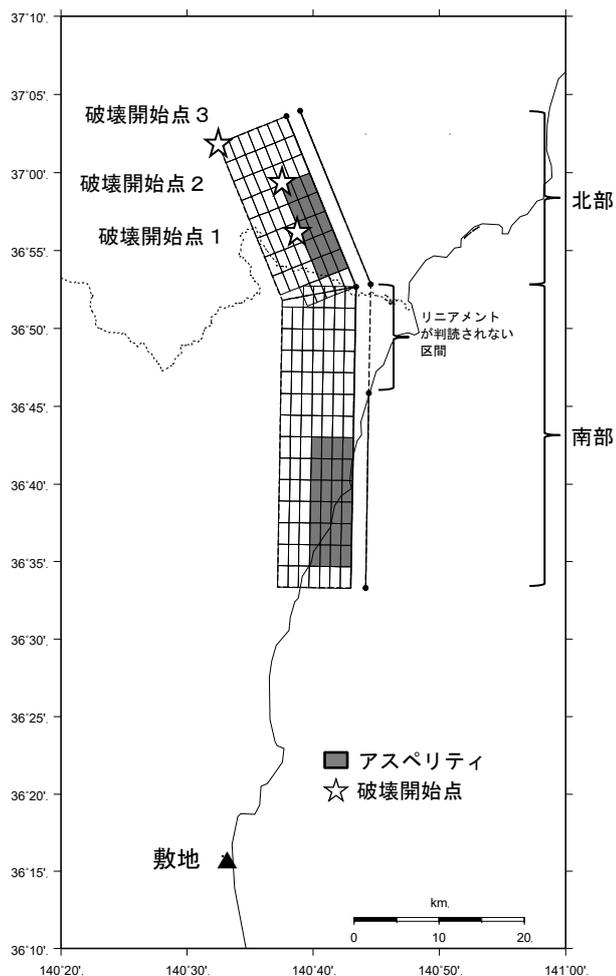


第 5.6.4 図 検討用地震の選定のための応答スペクトルの比較  
(海洋プレート内地震、水平成分)

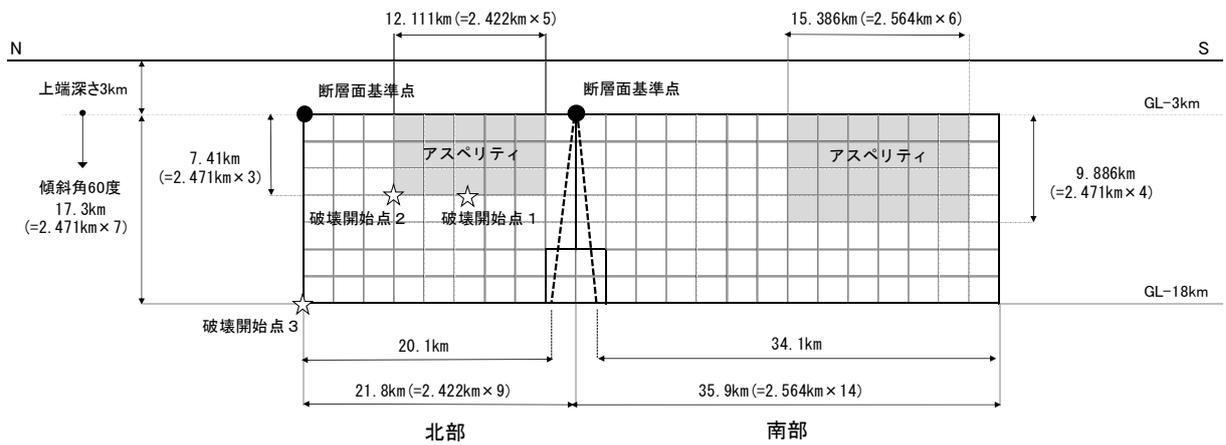
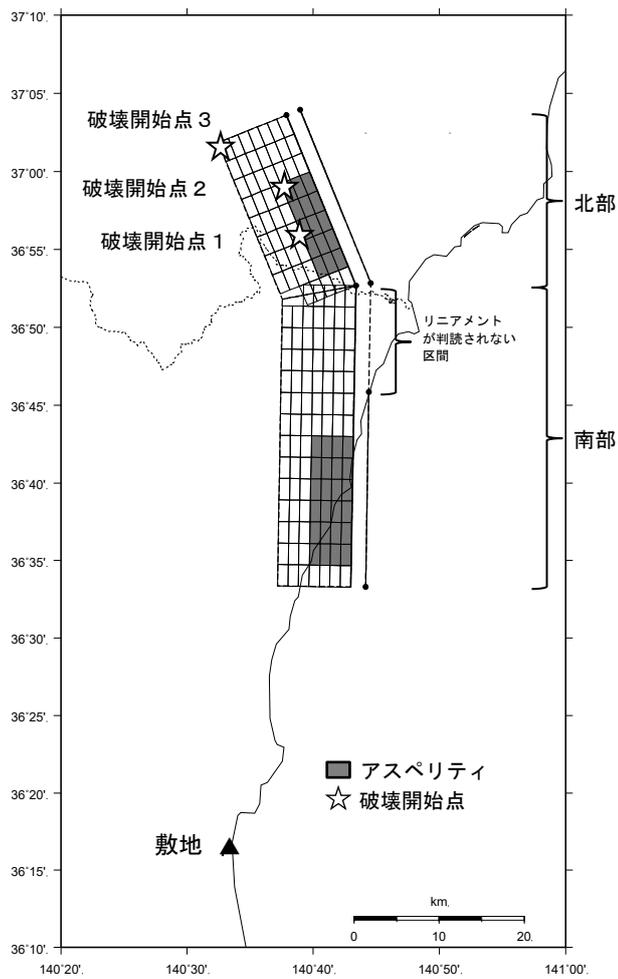


※ 断層形状を台形モデル化しているため、断層面積を計算する際の断層長さは上辺と下辺の平均値である56.0kmとする。

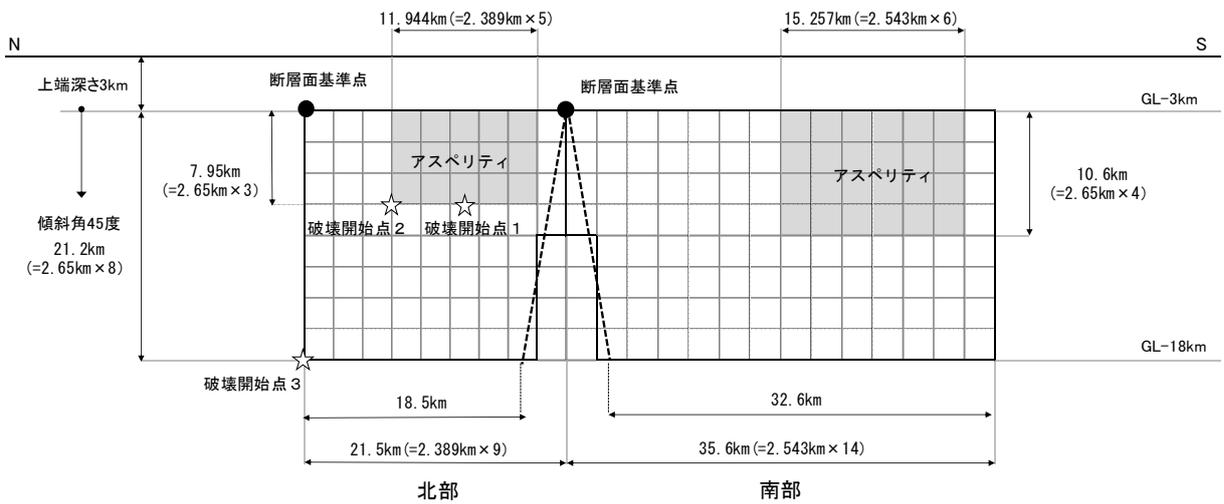
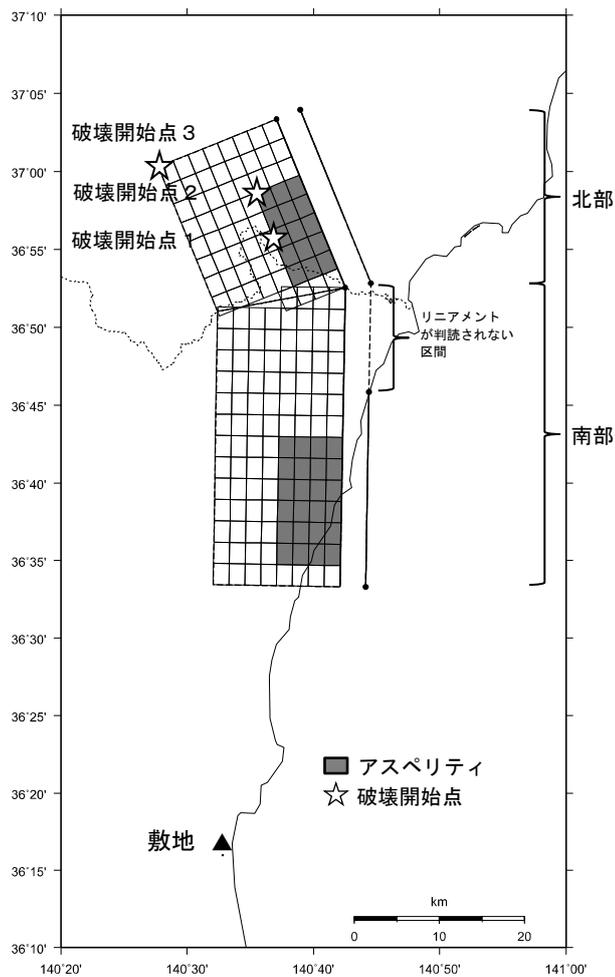
第 5.6.5 図 断層パラメータの設定フロー  
(F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震、基本震源モデル)



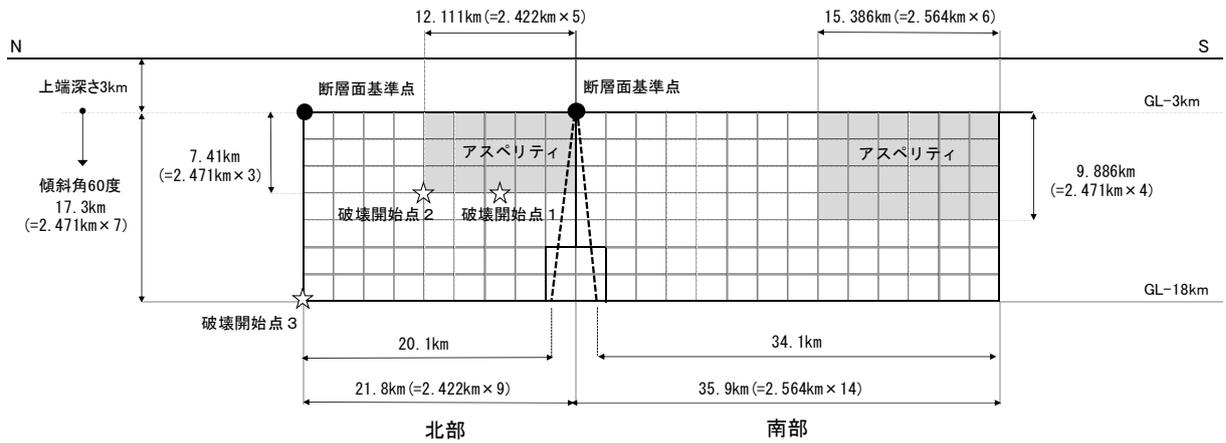
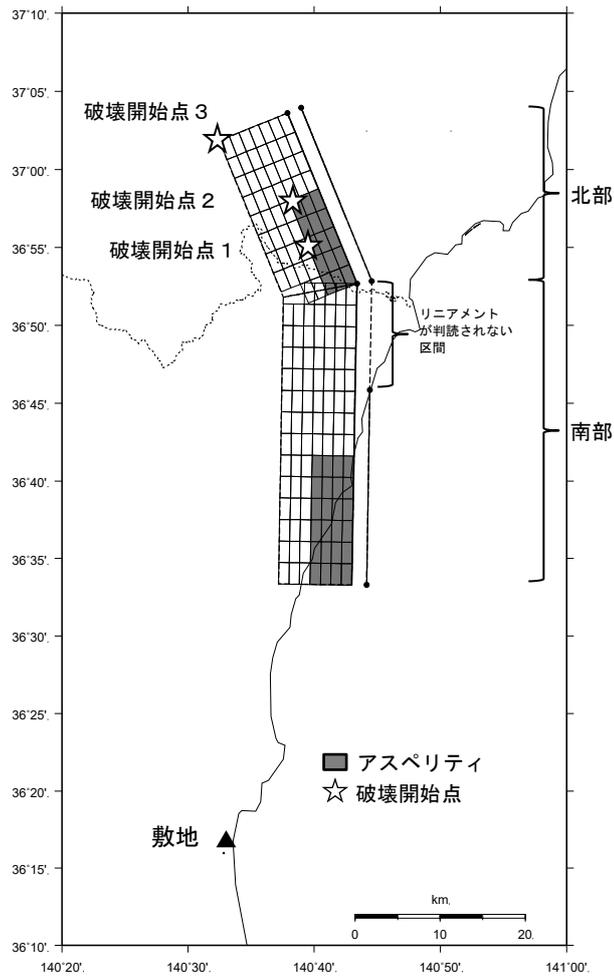
第 5.6.6 図 F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の断層モデル (基本震源モデル)



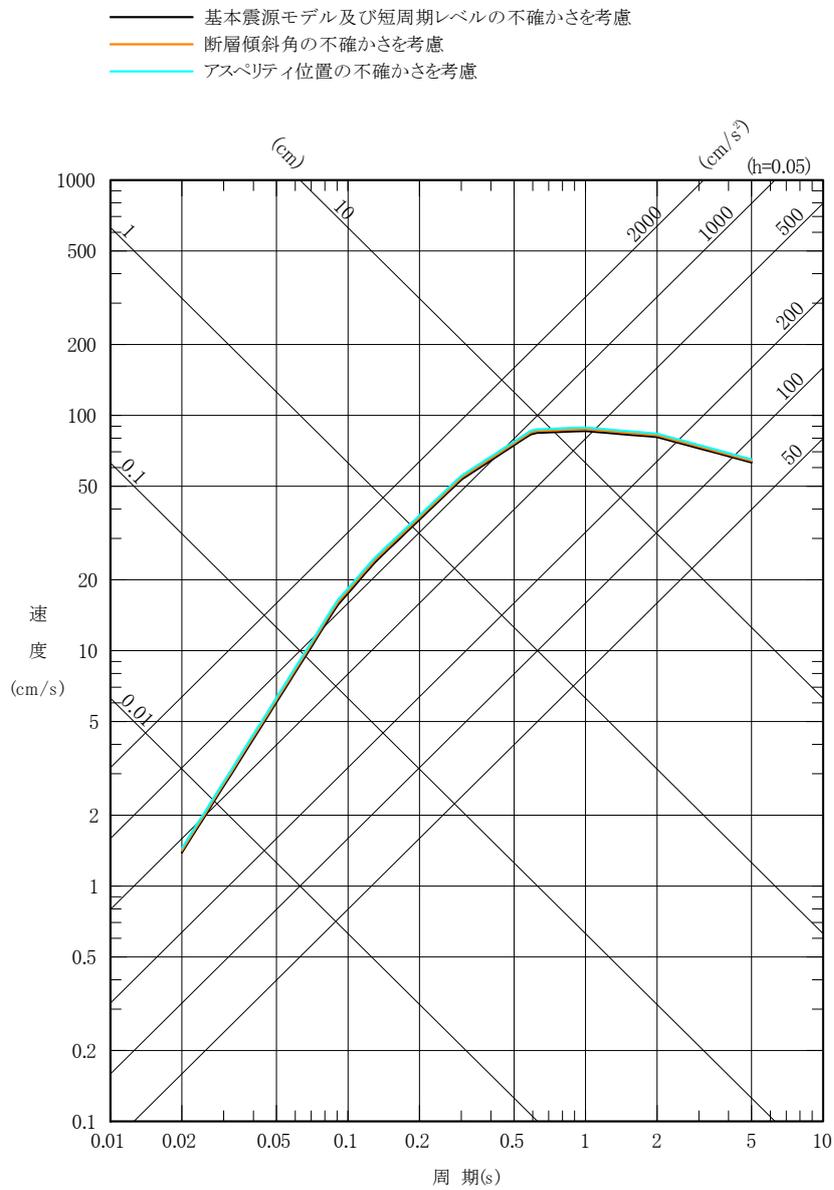
第 5. 6. 7 図(1) F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の断層モデル (不確かさを考慮したケース：短周期レベル)



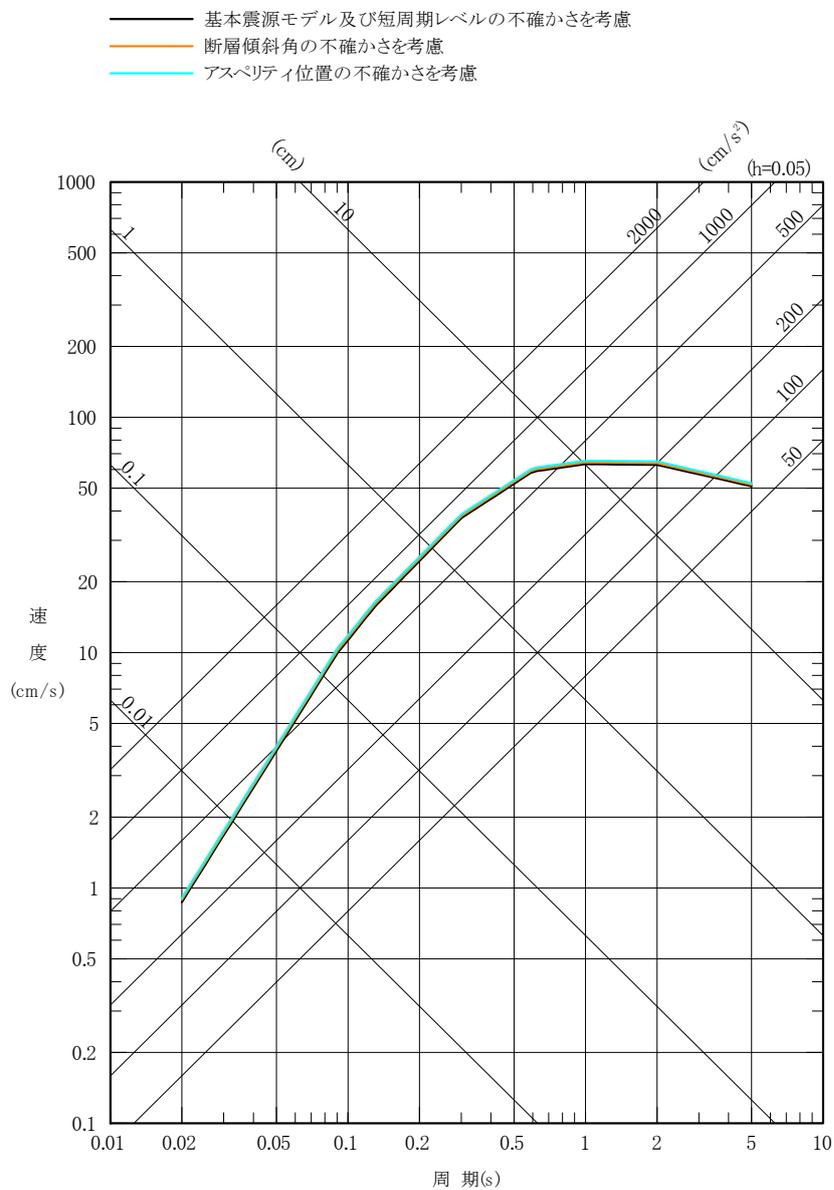
第 5. 6. 7 図(2) F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の断層モデル (不確かさを考慮したケース：断層傾斜角)



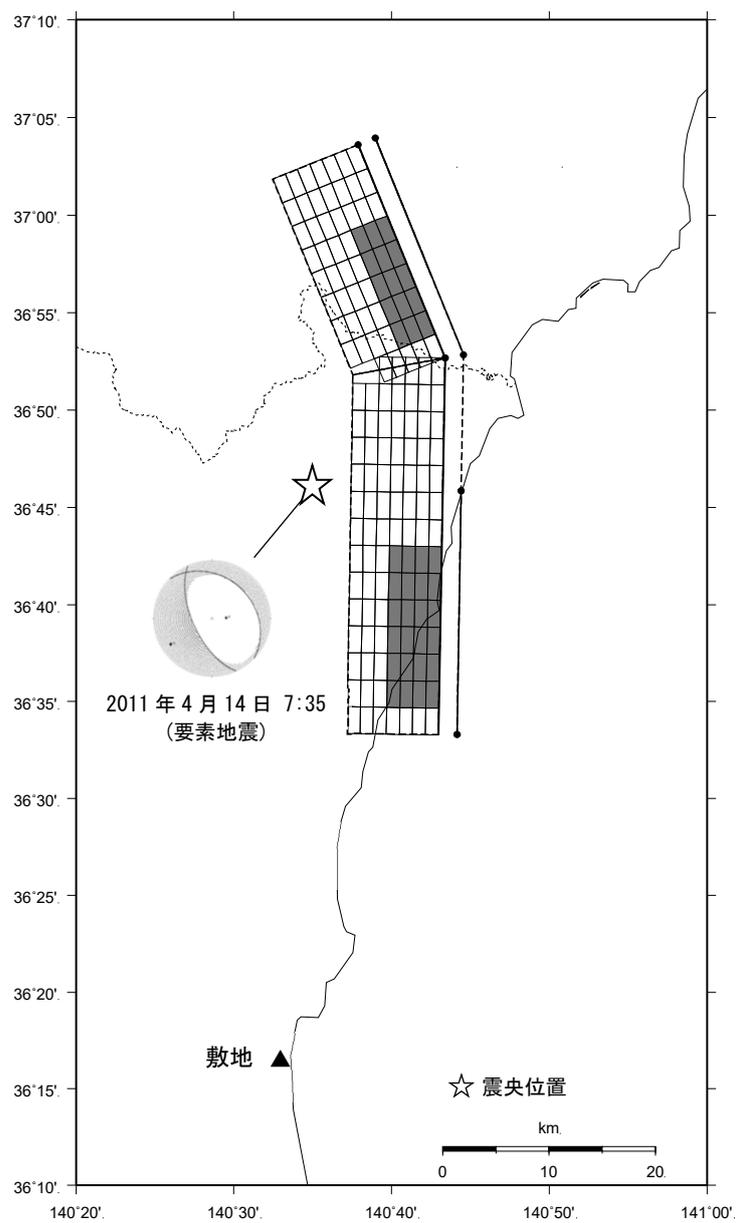
第 5.6.7 図(3) F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の断層モデル (不確かさを考慮したケース : アスペリティ位置)



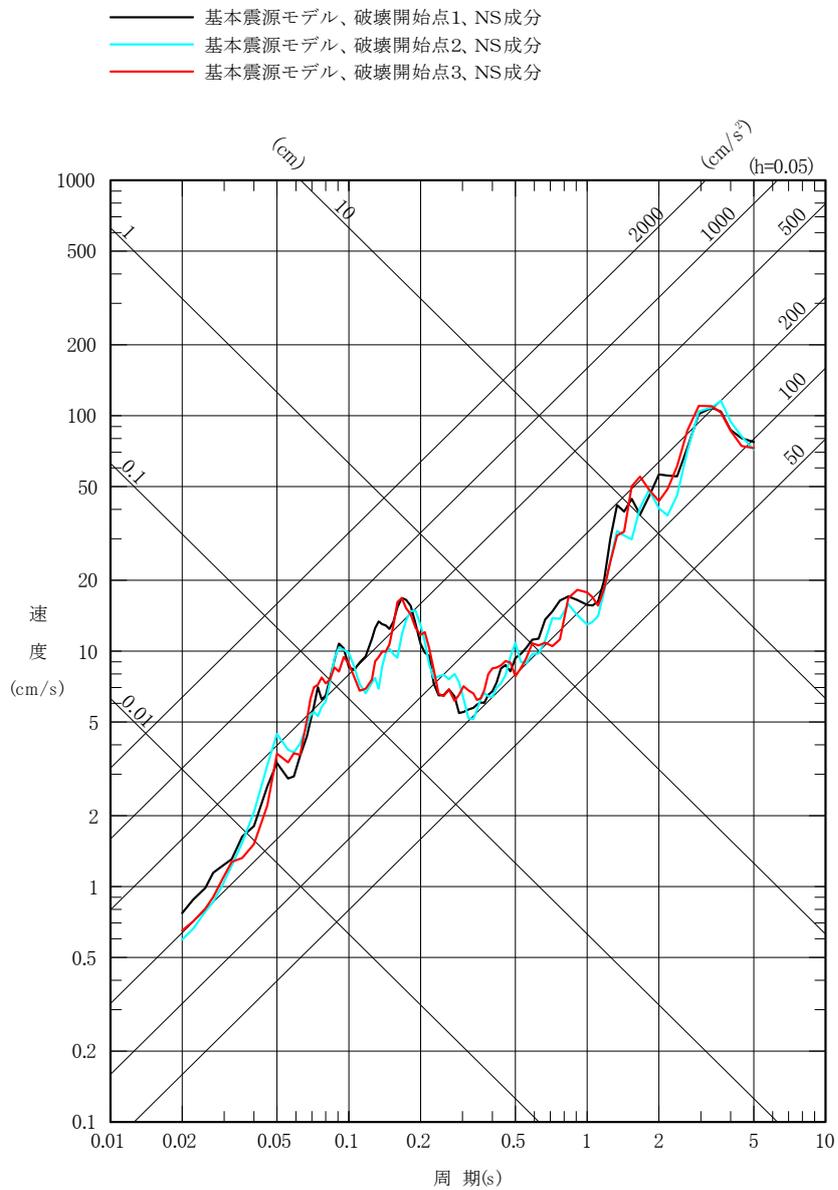
第 5.6.8 図(1) F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の  
 応答スペクトルに基づく手法による地震動評価結果  
 (水平成分)



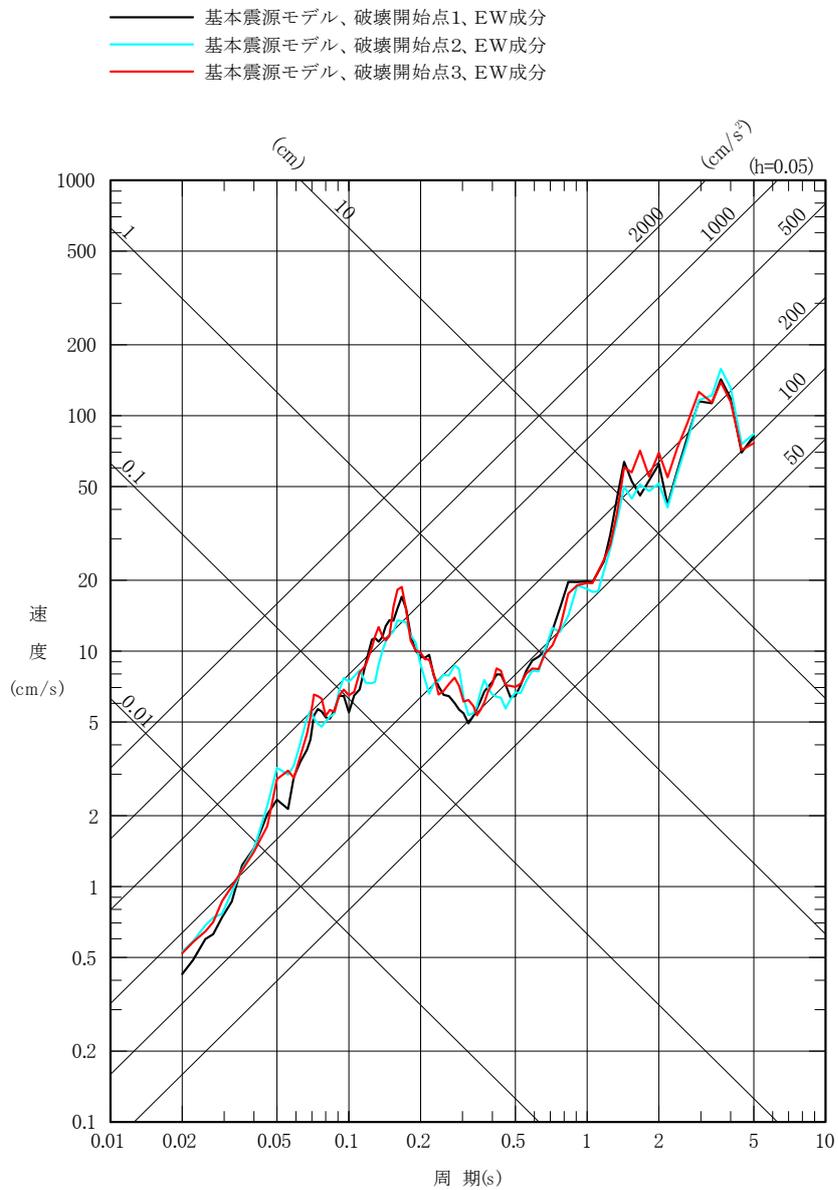
第 5.6.8 図(2) F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の  
 応答スペクトルに基づく手法による地震動評価結果  
 (鉛直成分)



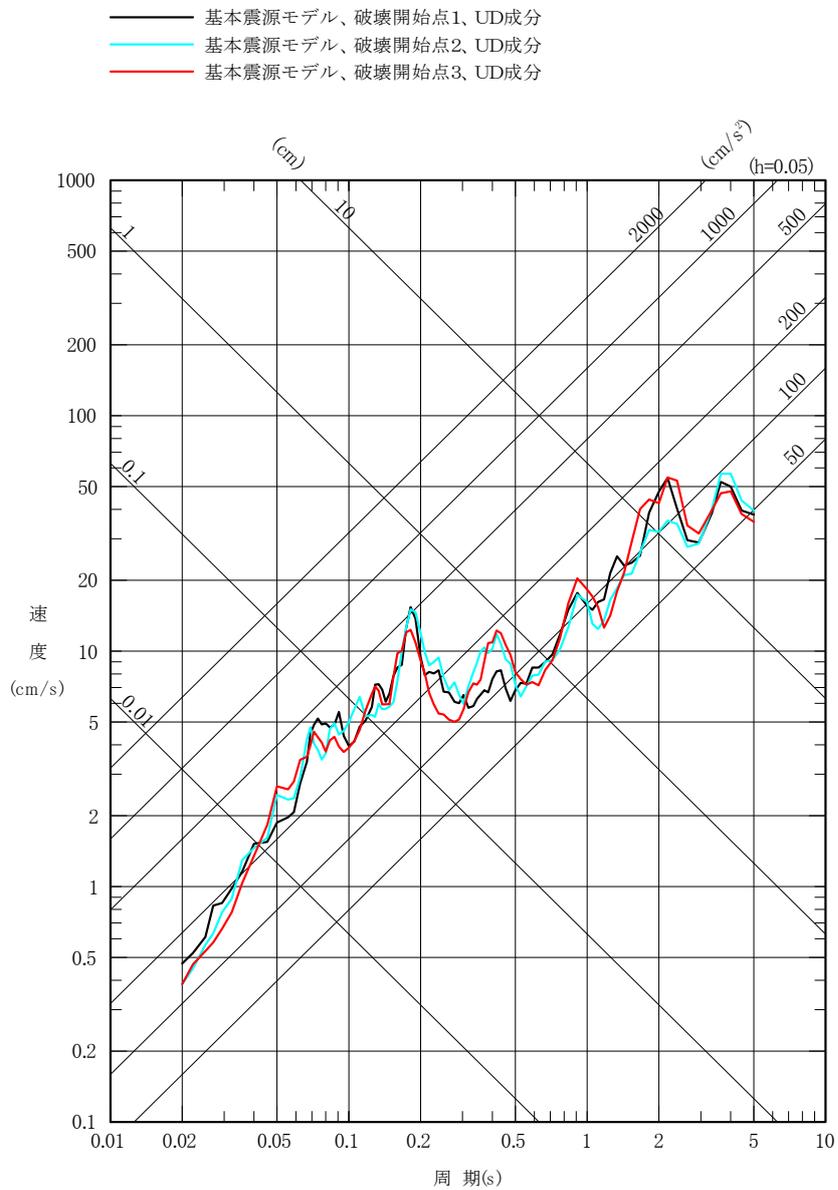
第 5.6.9 図 F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の地震動評価に用いる要素地震の震央位置



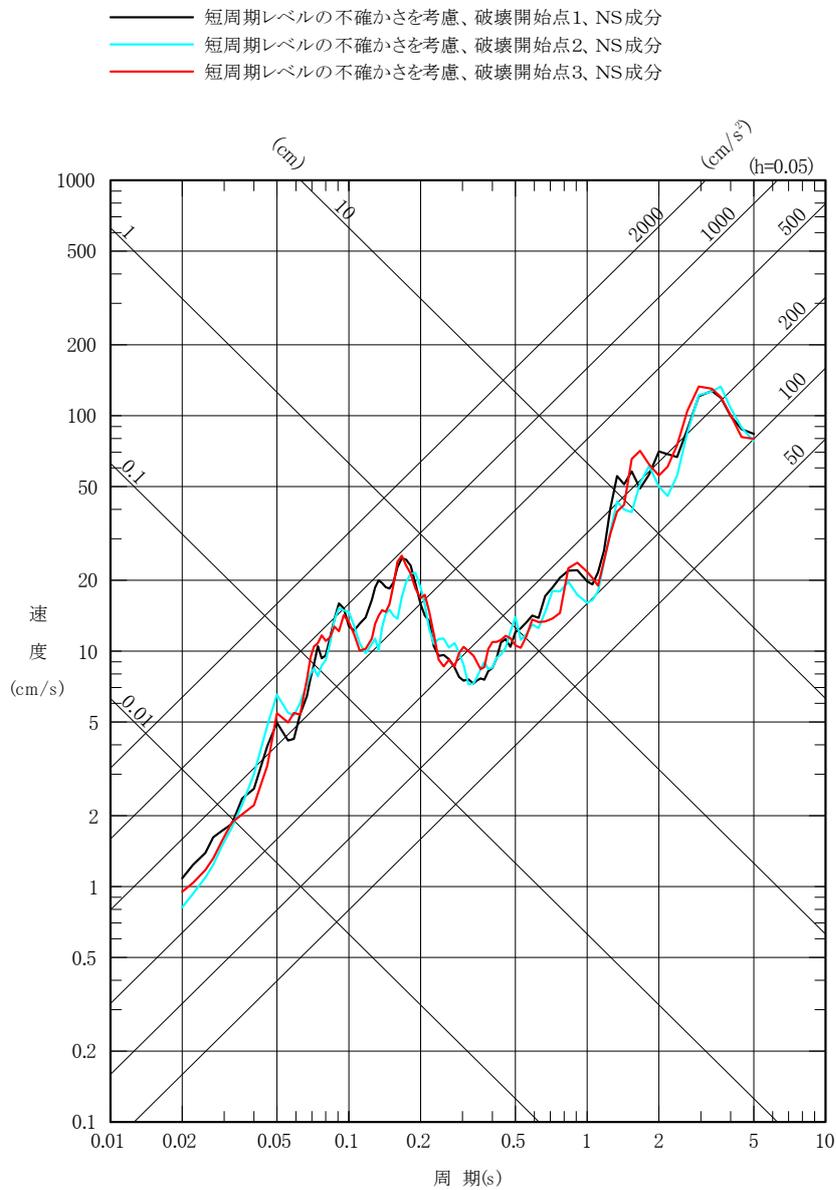
第 5.6.10 図(1) F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (基本震源モデル、NS 成分)



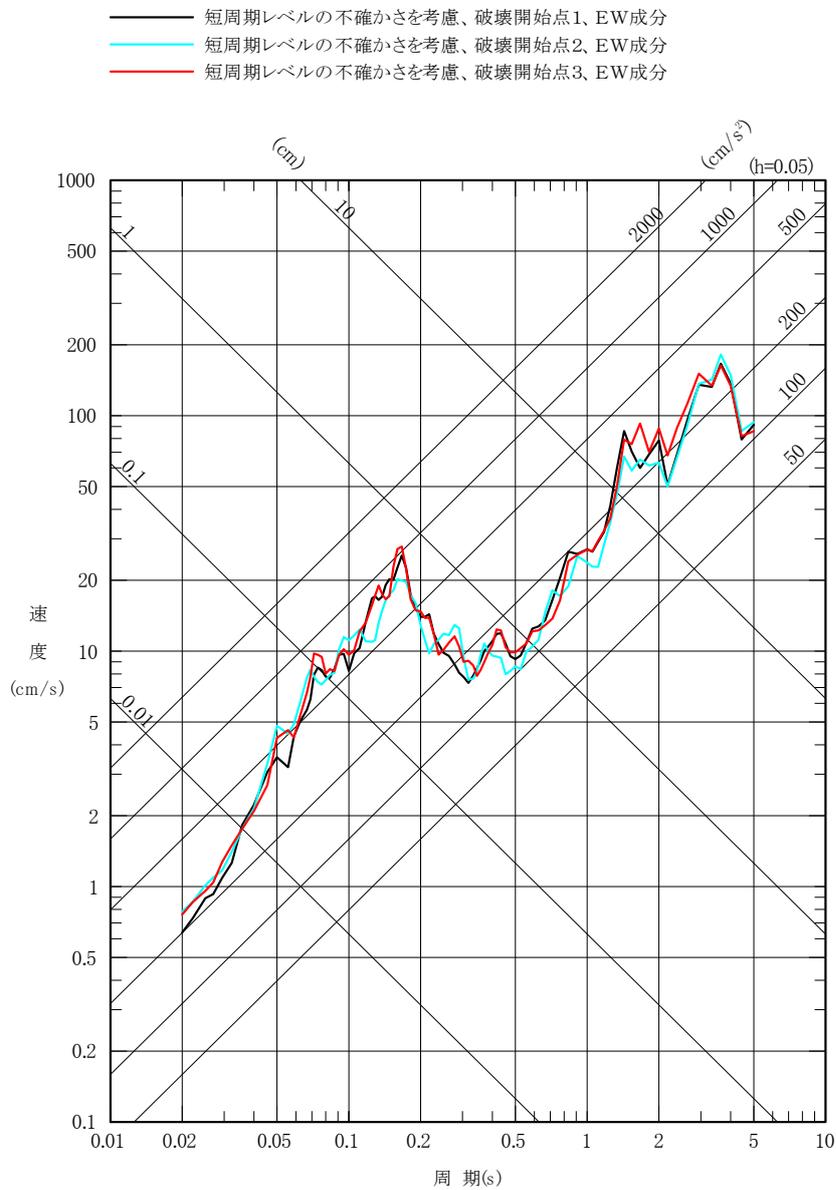
第 5. 6. 10 図 (2) F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (基本震源モデル、EW 成分)



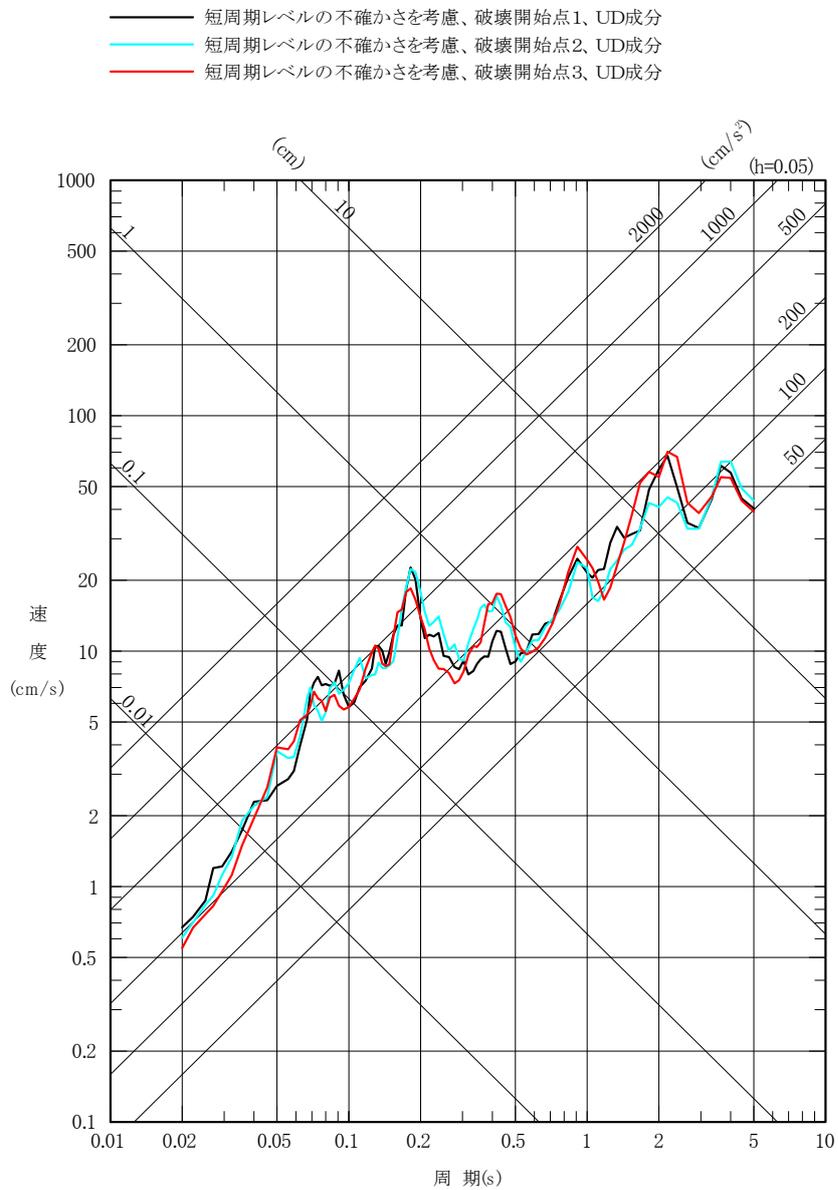
第 5. 6. 10 図 (3) F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (基本震源モデル、UD 成分)



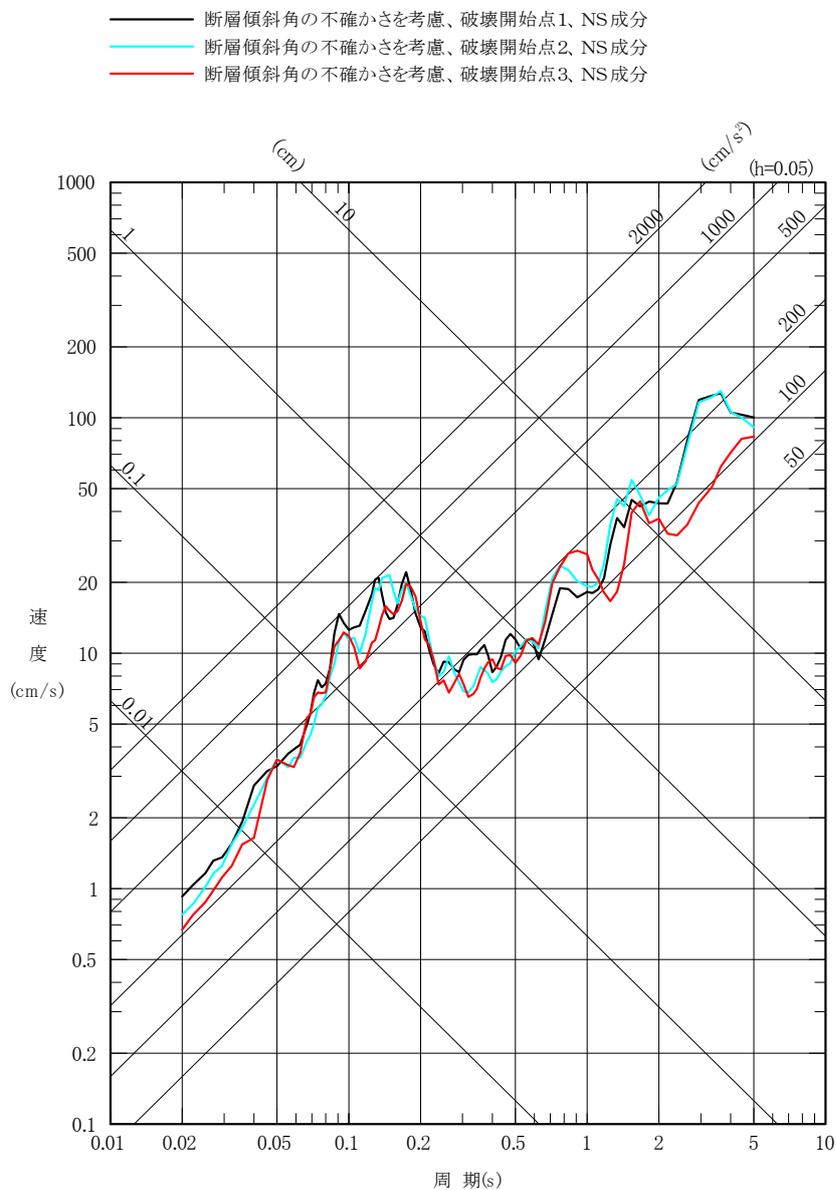
第 5. 6. 10 図 (4) F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (不確かさを考慮したケース：短周期レベル、NS 成分)



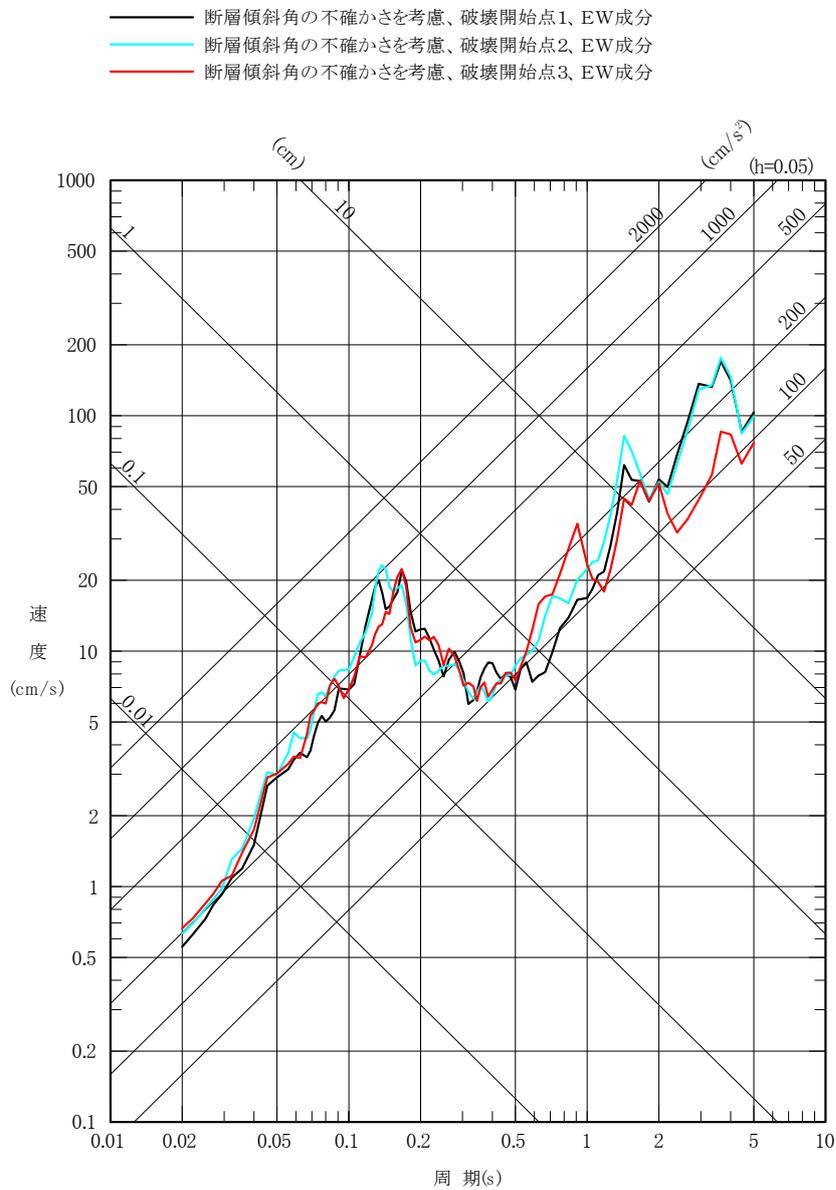
第 5. 6. 10 図 (5) F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (不確かさを考慮したケース：短周期レベル、EW 成分)



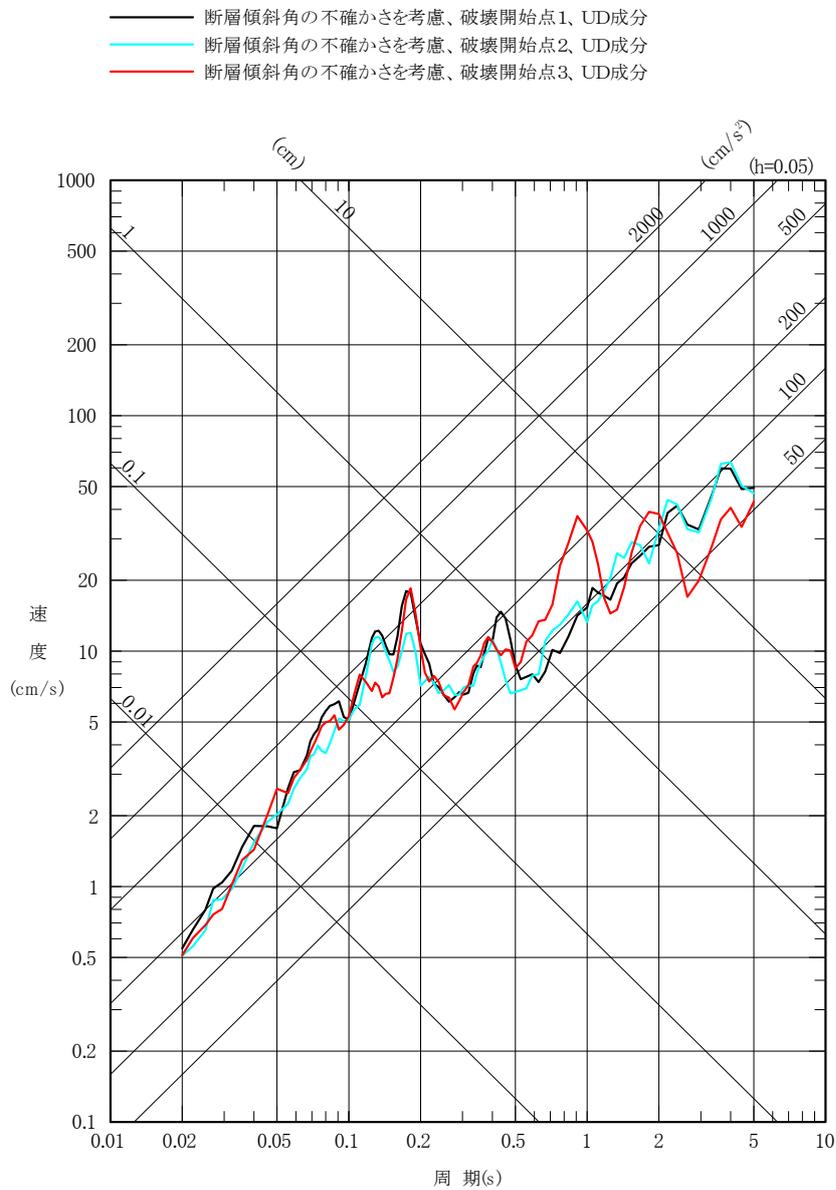
第 5. 6. 10 図 (6) F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (不確かさを考慮したケース：短周期レベル、UD 成分)



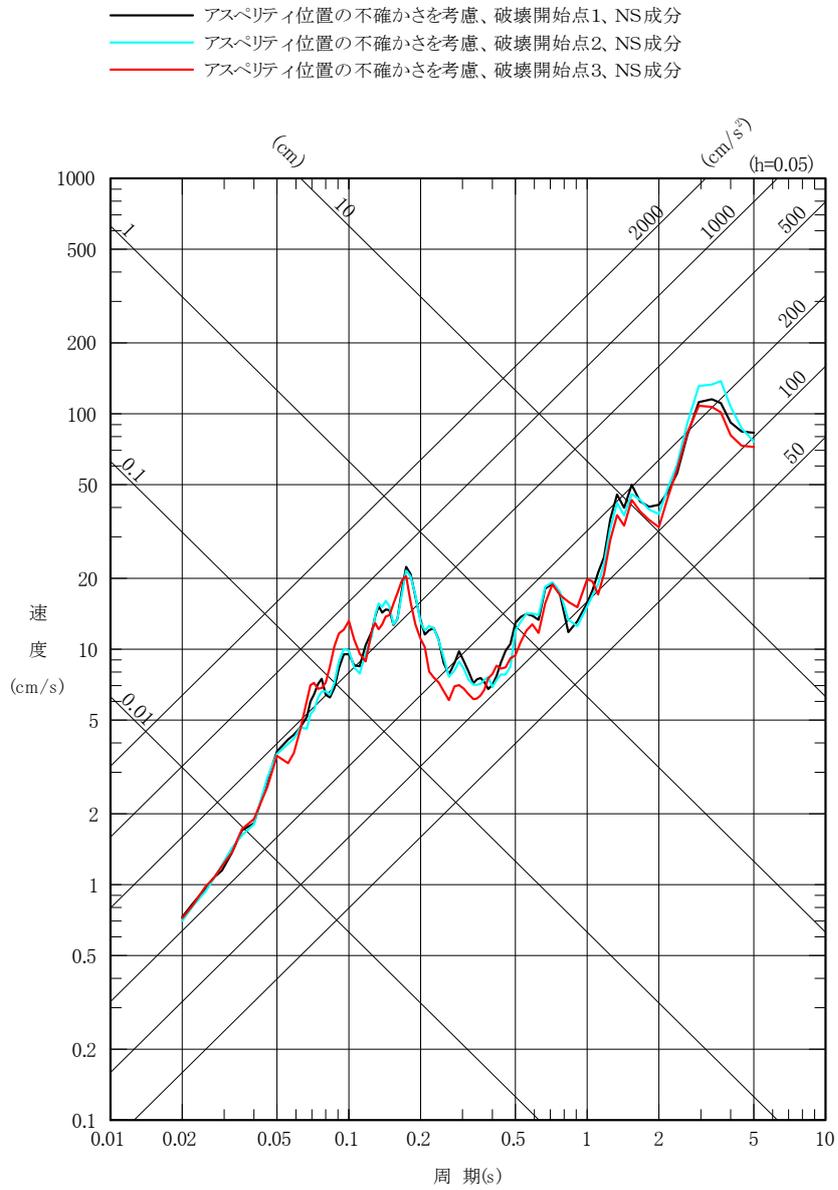
第 5. 6. 10 図 (7) F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (不確かさを考慮したケース：断層傾斜角、NS 成分)



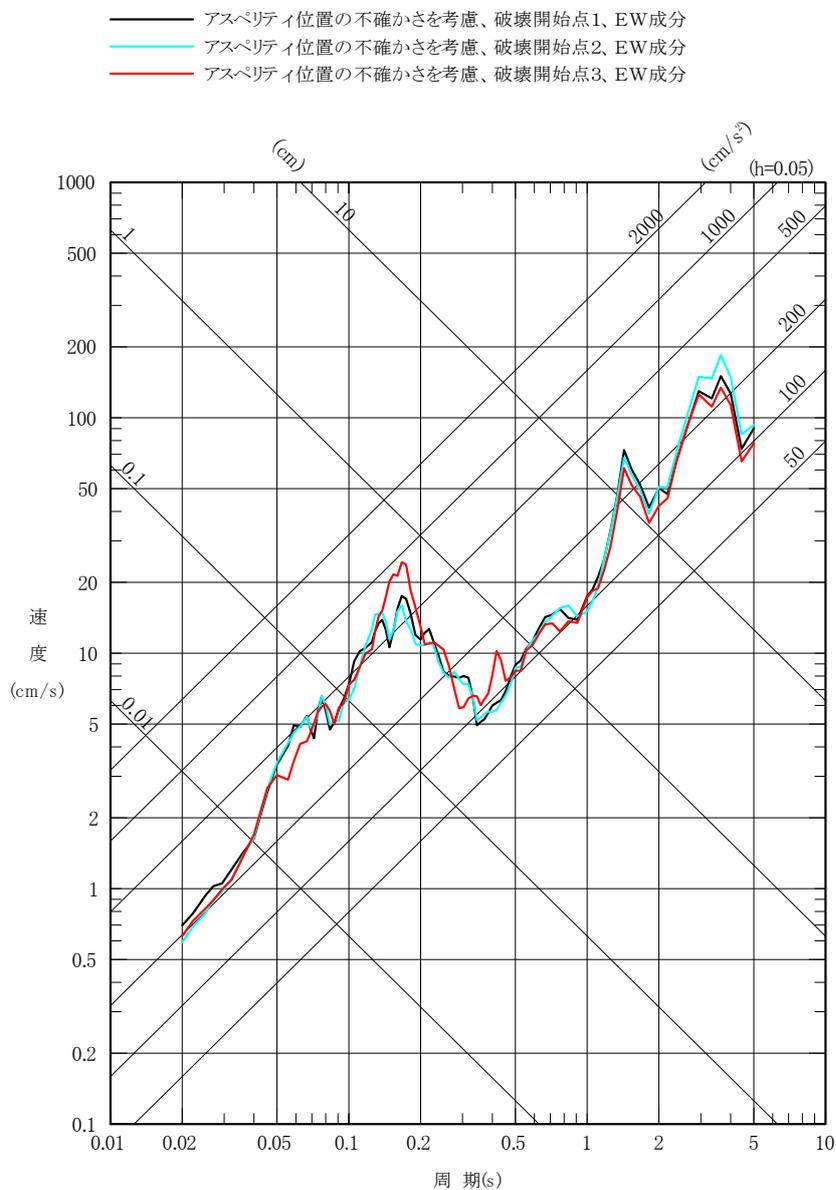
第 5. 6. 10 図 (8) F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (不確かさを考慮したケース：断層傾斜角、EW 成分)



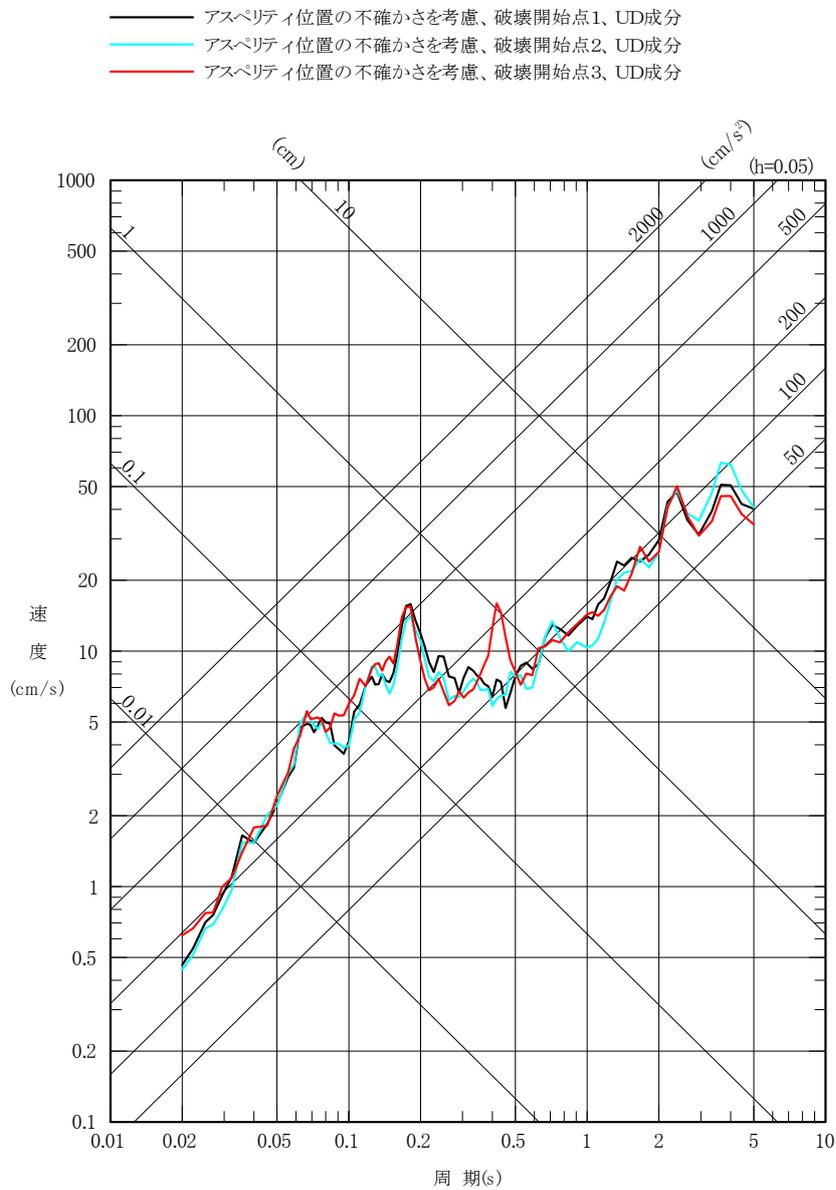
第 5. 6. 10 図 (9) F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (不確かさを考慮したケース：断層傾斜角、UD 成分)



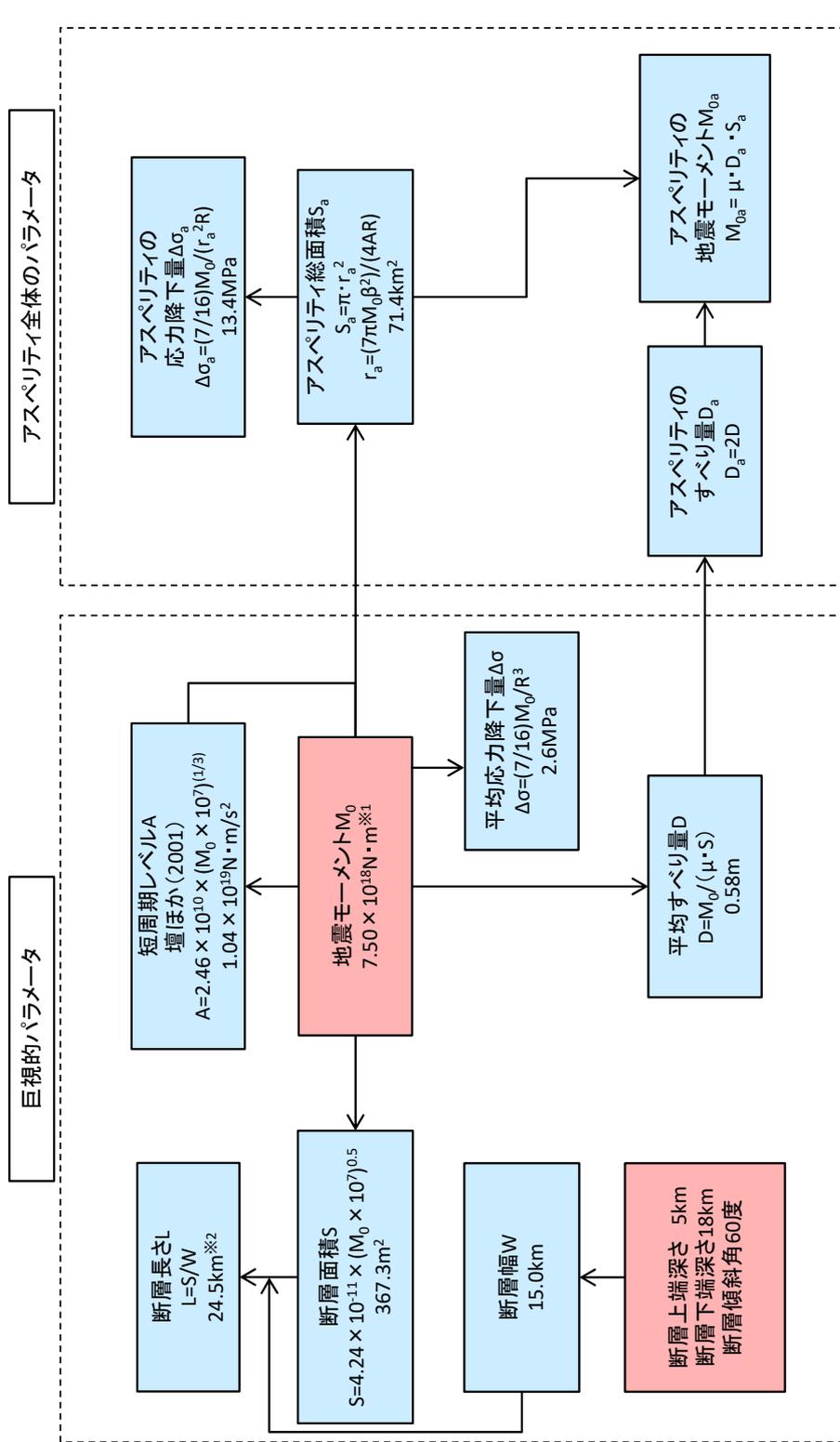
第 5. 6. 10 図(10) F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (不確かさを考慮したケース：アスぺリティ位置、NS成分)



第 5. 6. 10 図(11) F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (不確かさを考慮したケース：アスぺリティ位置、EW 成分)

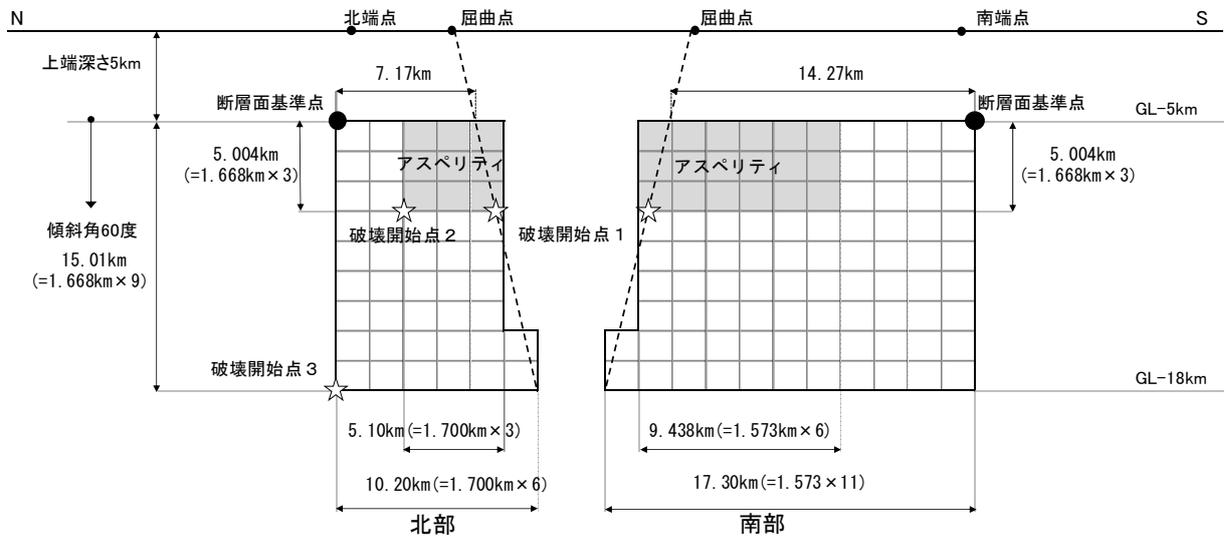
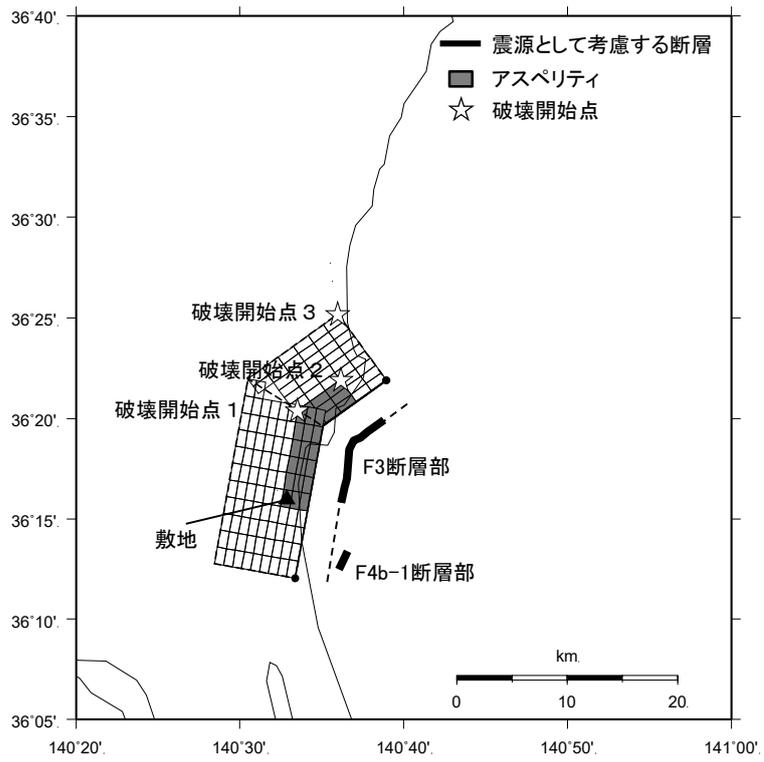


第 5. 6. 10 図(12) F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (不確かさを考慮したケース：アスぺリティ位置、UD 成分)

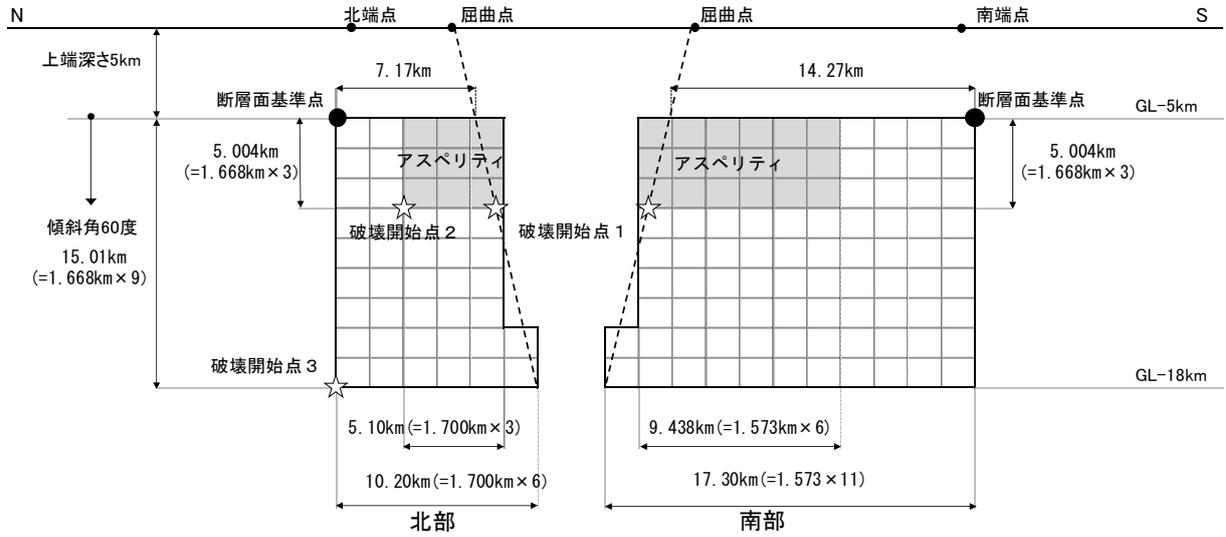
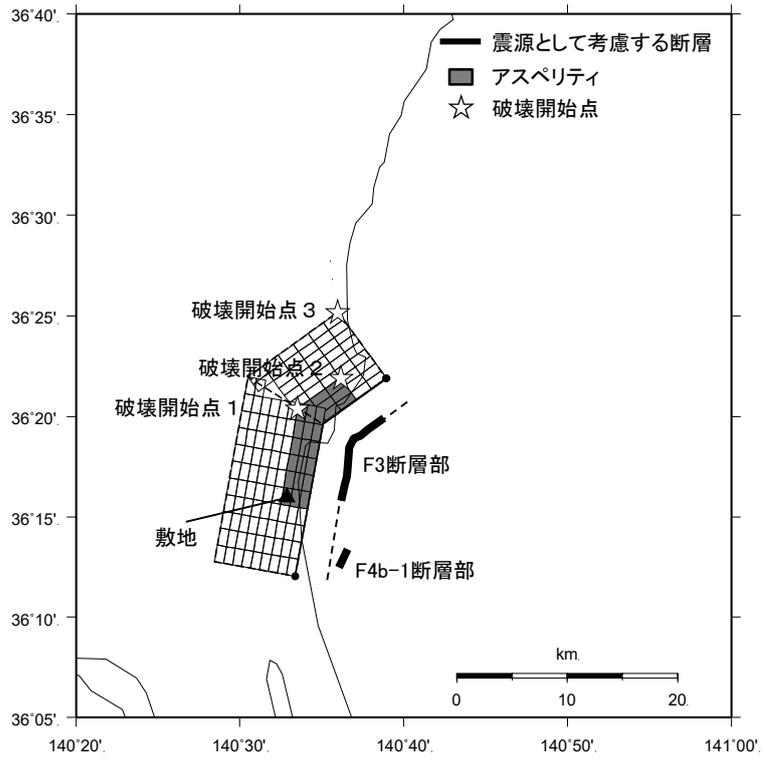


※1 保守的な地震の観定となる  $M_0=7.5 \times 10^{18} \text{Nm}$  を与条件として設定  
 ※2 断層形状が台形のため、断層上端長さ及び断層下端長さの平均

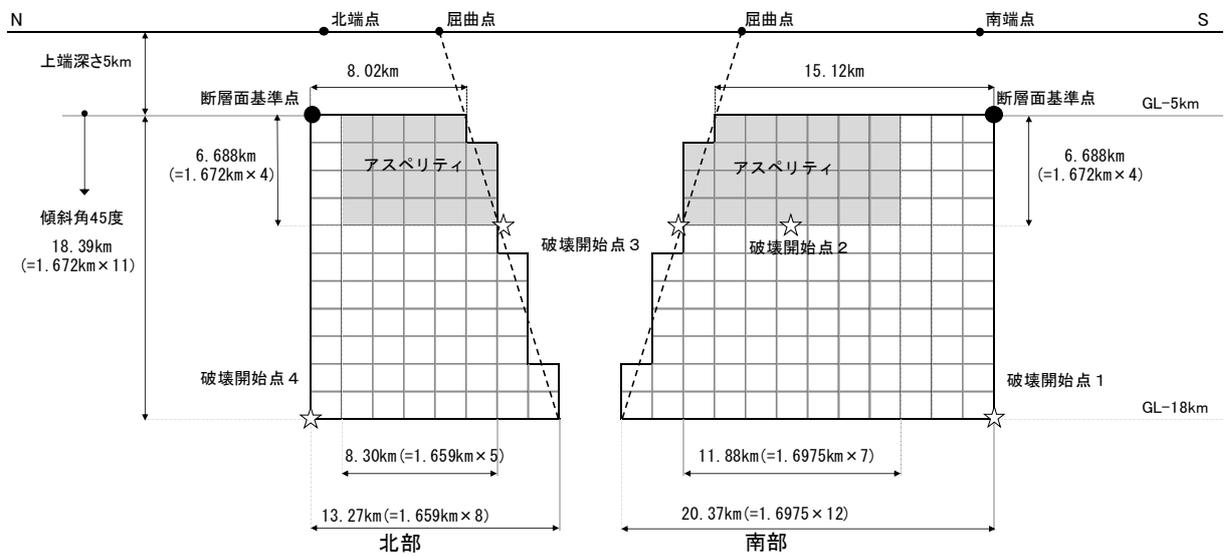
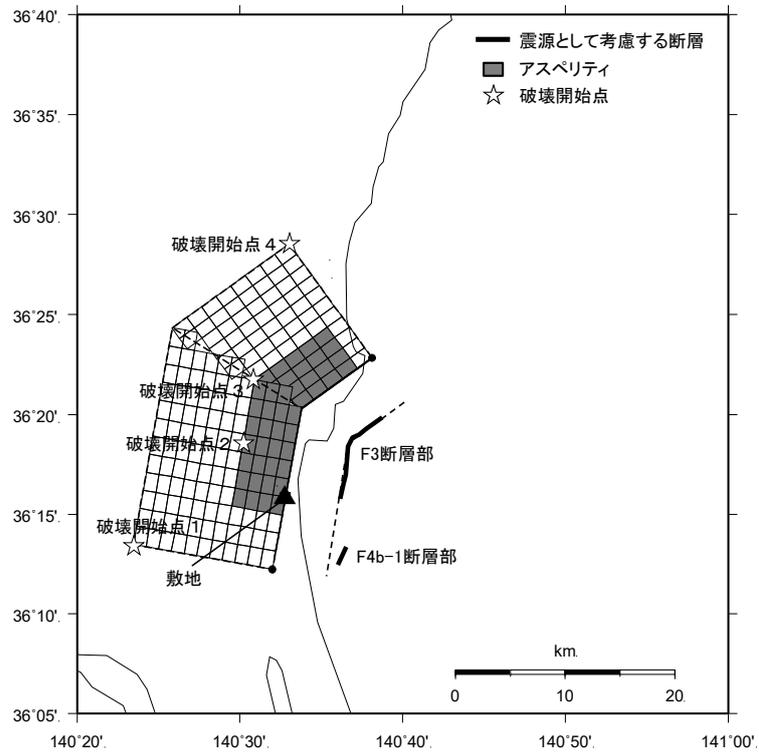
第5.6.11 図 断層パラメータの設定フロー  
 (F3 断層～F4 断層による地震、基本震源モデル)



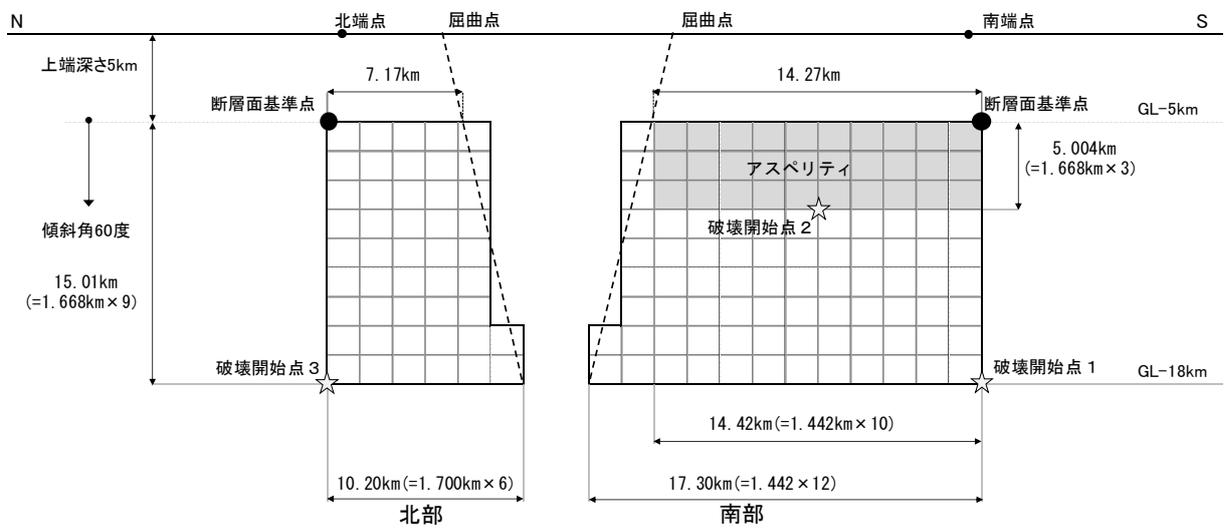
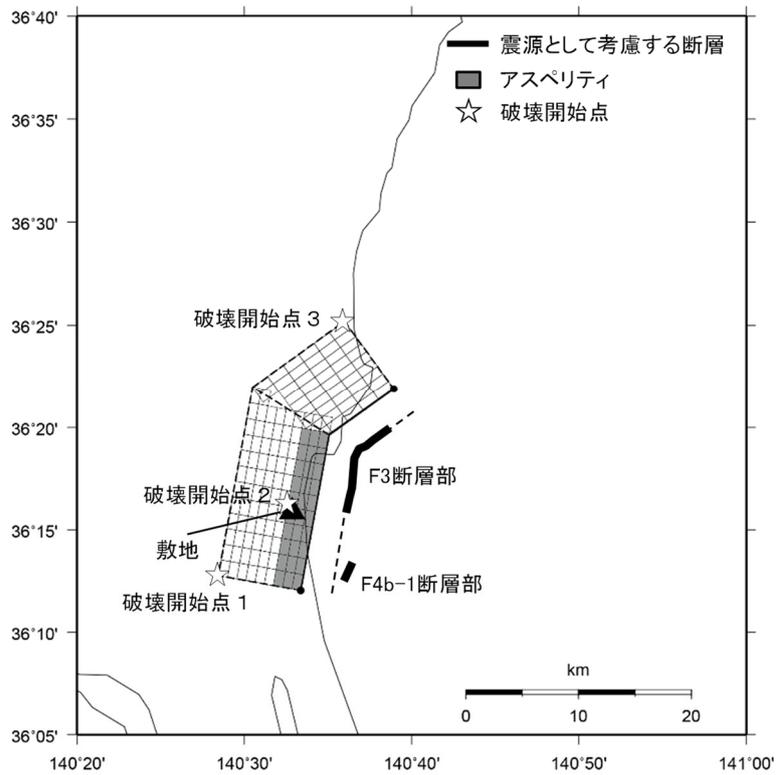
第 5.6.12 図 F3 断層～F4 断層による地震の断層モデル  
(基本震源モデル)



第 5.6.13 図(1) F3断層～F4断層による地震の断層モデル  
 (不確かさを考慮したケース：短周期レベル)



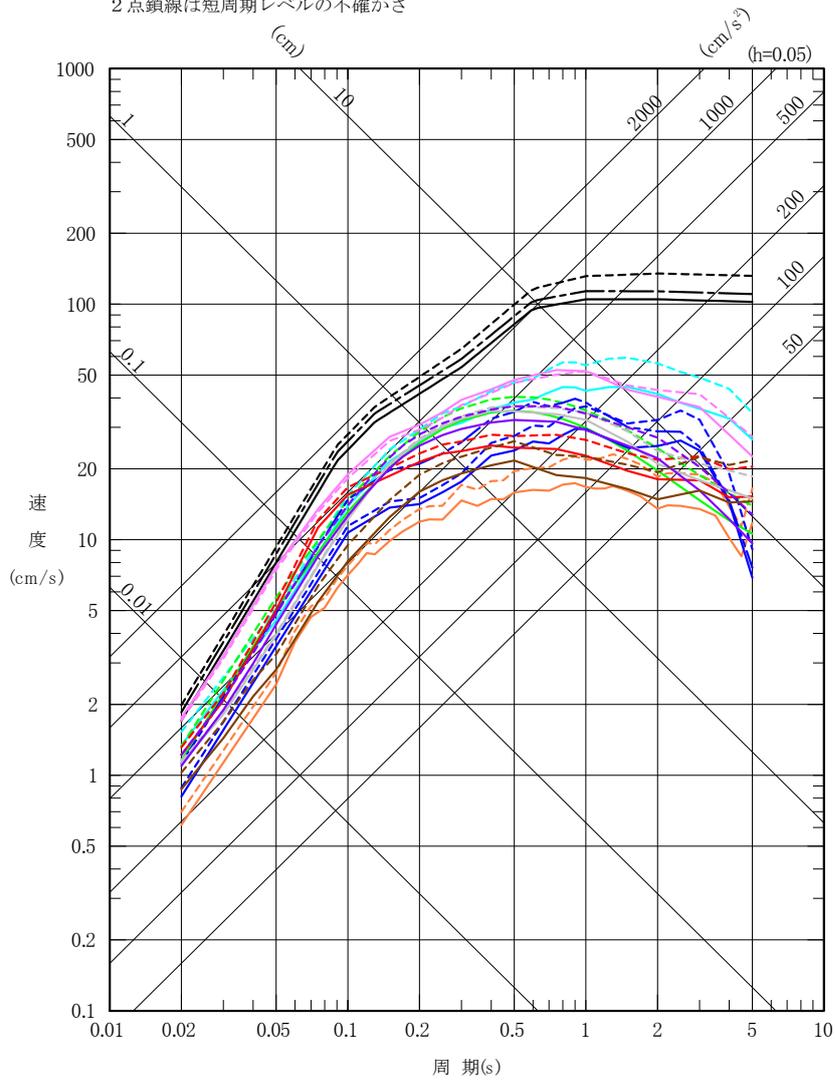
第 5. 6. 13 図 (2) F3 断層～F4 断層による地震の断層モデル  
 (不確かさを考慮したケース：断層傾斜角)



第 5. 6. 13 図 (3) F3 断層～F4 断層による地震の断層モデル  
 (不確かさを考慮したケース：アスペリティ位置)

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| — Noda et al. (2002) <sup>※1</sup>  | — Abrahamson et al. (2014) <sup>※2</sup> |
| — Kanno et al. (2006) <sup>※2</sup> | — Boore et al. (2014) <sup>※2</sup>      |
| — Zhao et al. (2006) <sup>※2</sup>  | — Campbell et al. (2014) <sup>※2</sup>   |
| — 内山・翠川ほか(2006) <sup>※2</sup>       | — Chiou et al. (2014) <sup>※2</sup>      |
| — 片岡ほか(2006) <sup>※3</sup>          | — Idriss (2014) <sup>※2</sup>            |

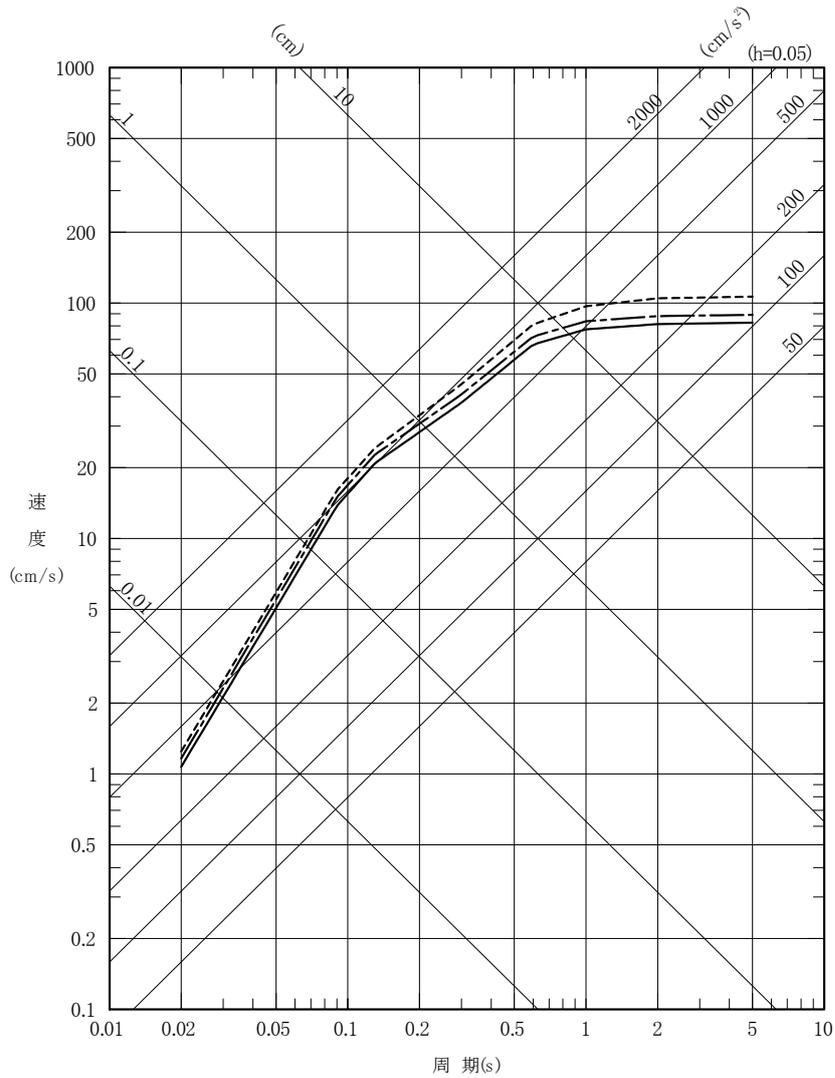
- ※1 実線は基本震源モデル及び短周期レベルの不確かさ、  
破線は断層傾斜角の不確かさ、1点鎖線はアスペリティ位置の不確かさ
- ※2 実線は基本震源モデル、破線は断層傾斜角の不確かさ
- ※3 実線は基本震源モデル、破線は断層傾斜角の不確かさ、  
2点鎖線は短周期レベルの不確かさ



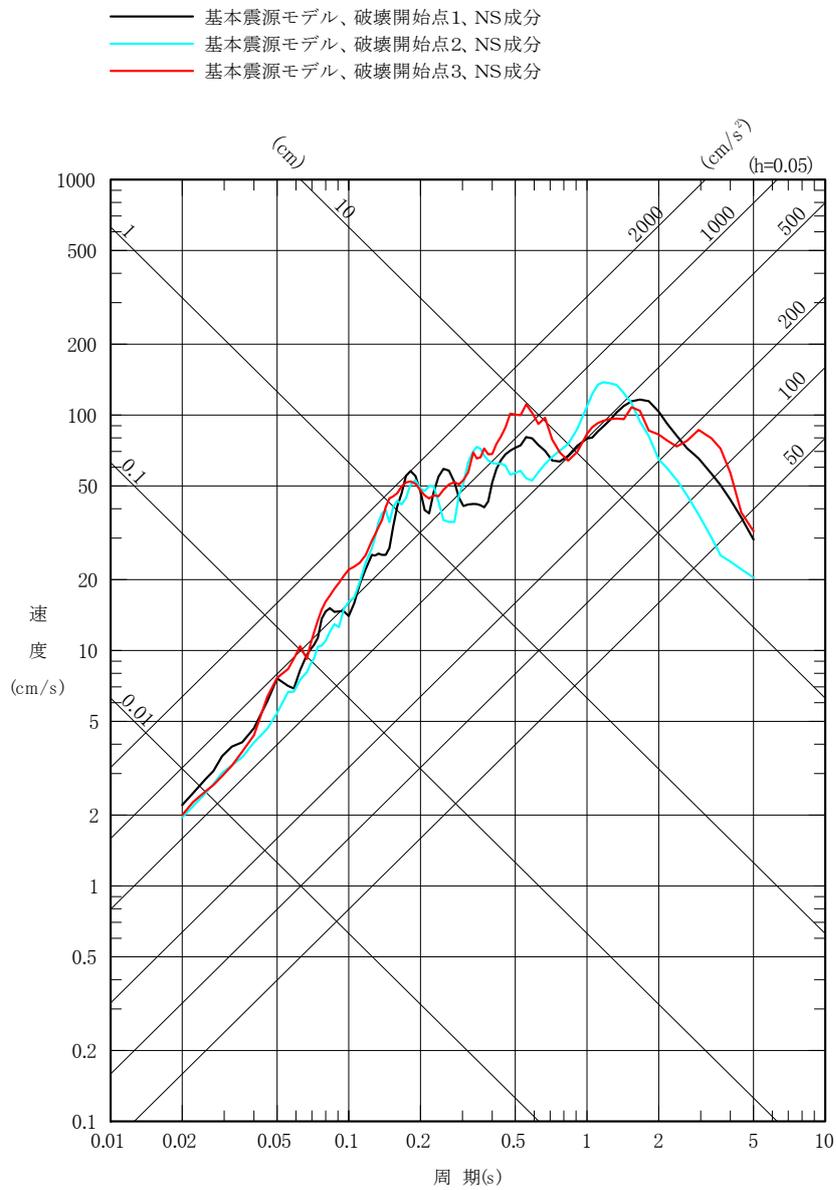
第 5. 6. 14 図(1) F3 断層～F4 断層による地震の  
応答スペクトルに基づく手法による地震動評価結果  
(水平成分)

— Noda et al. (2002)<sup>※1</sup>

※1 実線は基本震源モデル及び短周期レベルの不確かさ、  
破線は断層傾斜角の不確かさ、1点鎖線はアスペリティ位置の不確かさ

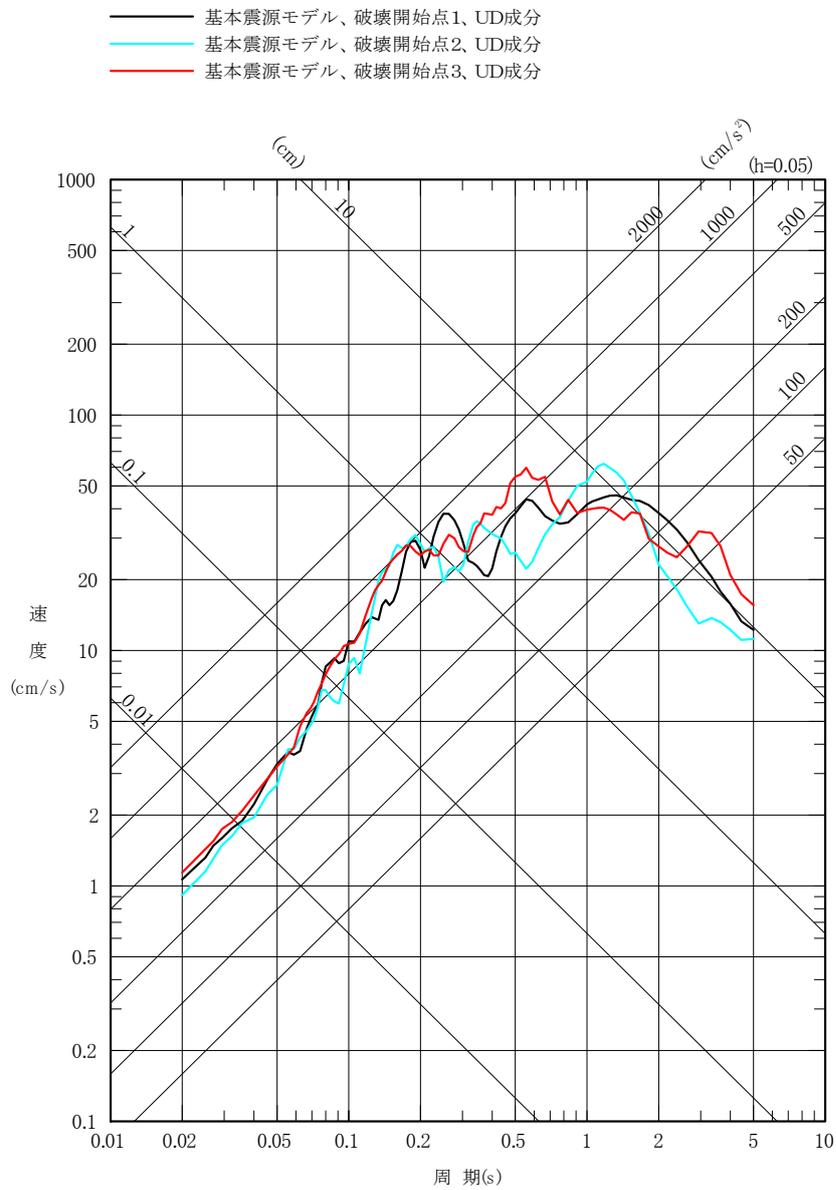


第 5. 6. 14 図(2) F3 断層～F4 断層による地震の  
応答スペクトルに基づく手法による地震動評価結果  
(鉛直成分)

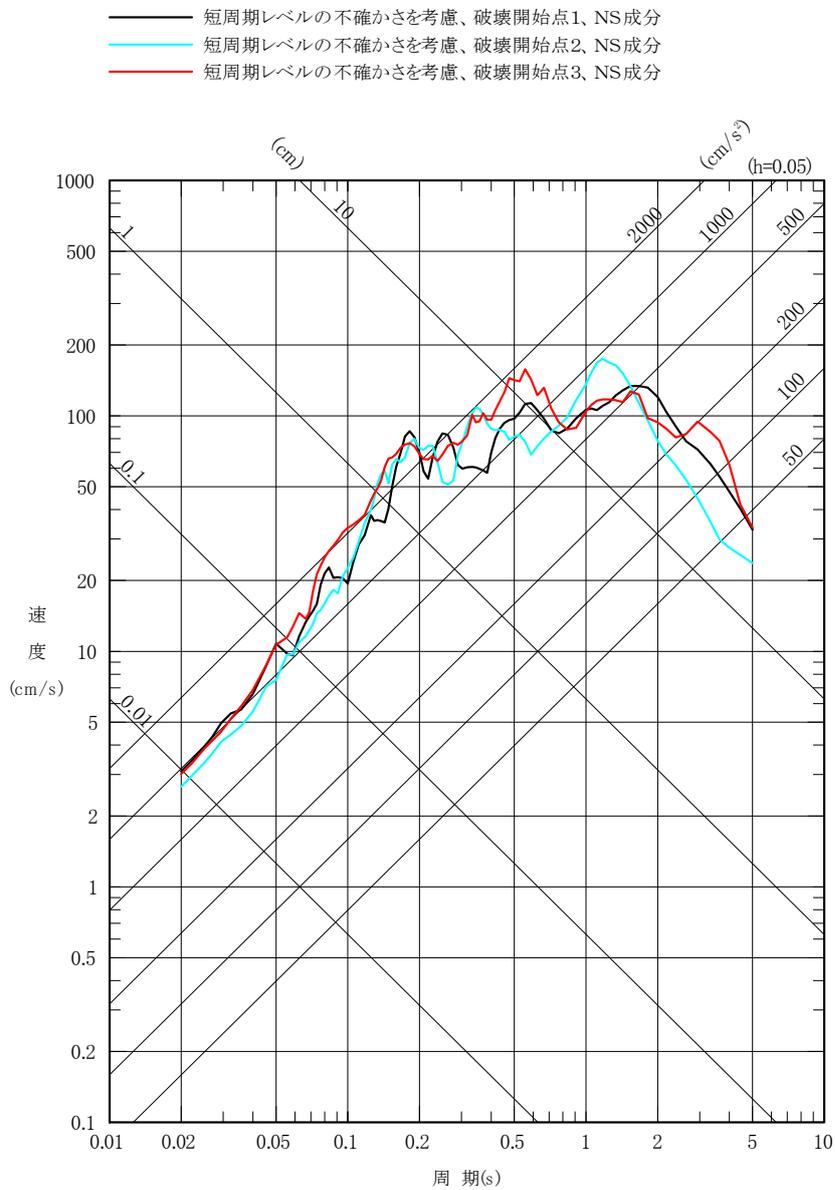


第 5. 6. 15 図(1) F3 断層～F4 断層による地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (基本震源モデル、NS 成分)

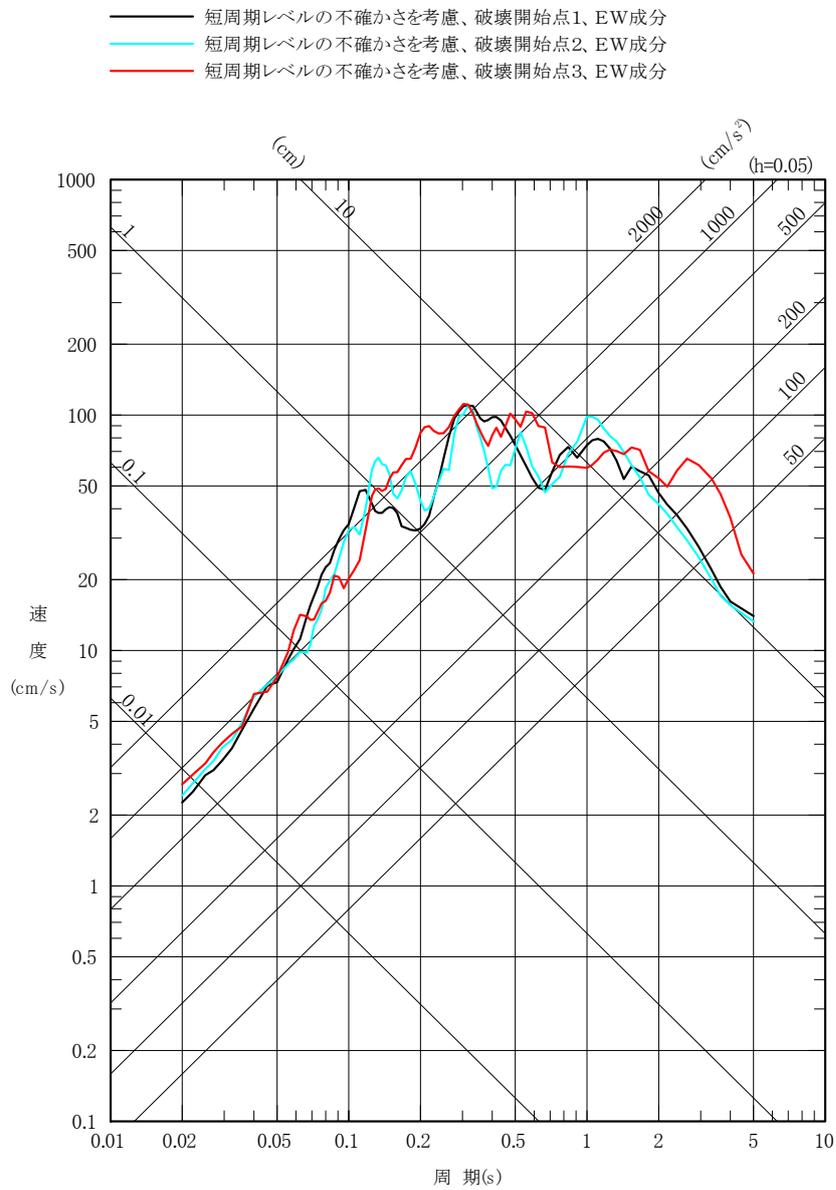




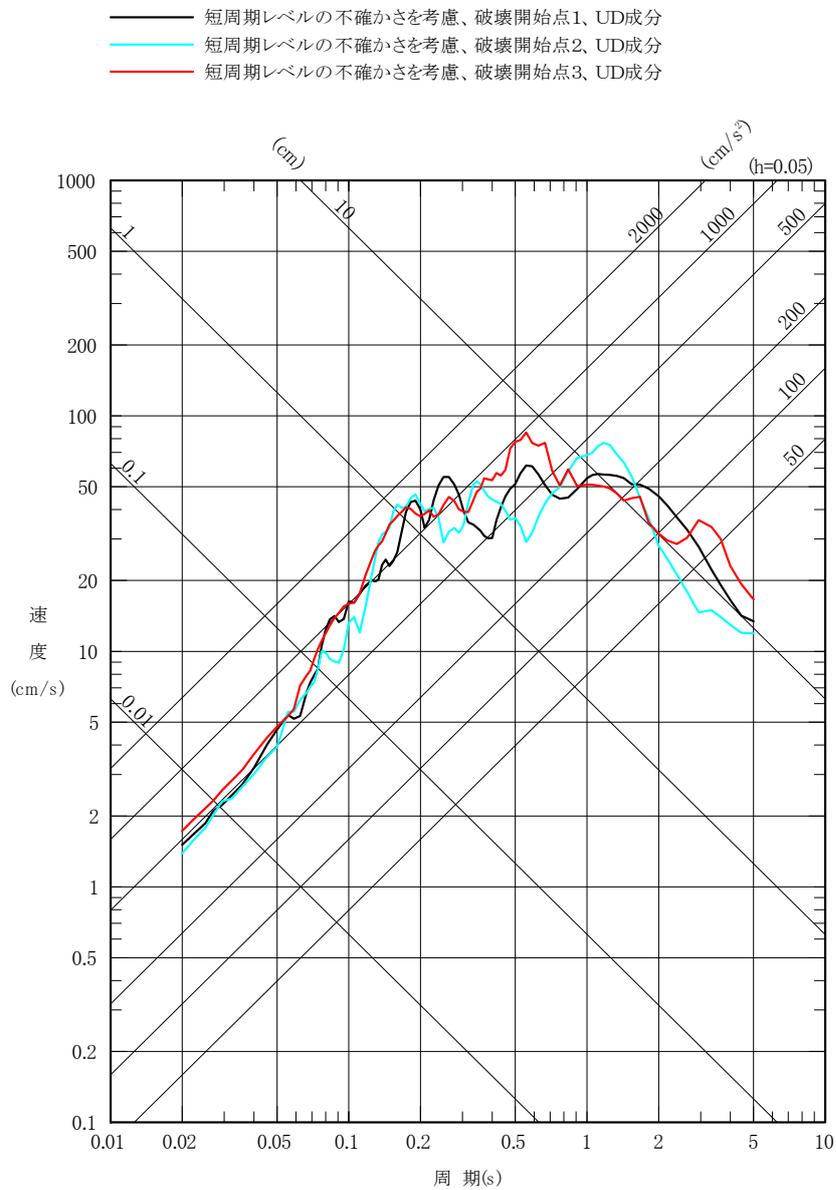
第 5. 6. 15 図(3) F3 断層～F4 断層による地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (基本震源モデル、UD 成分)



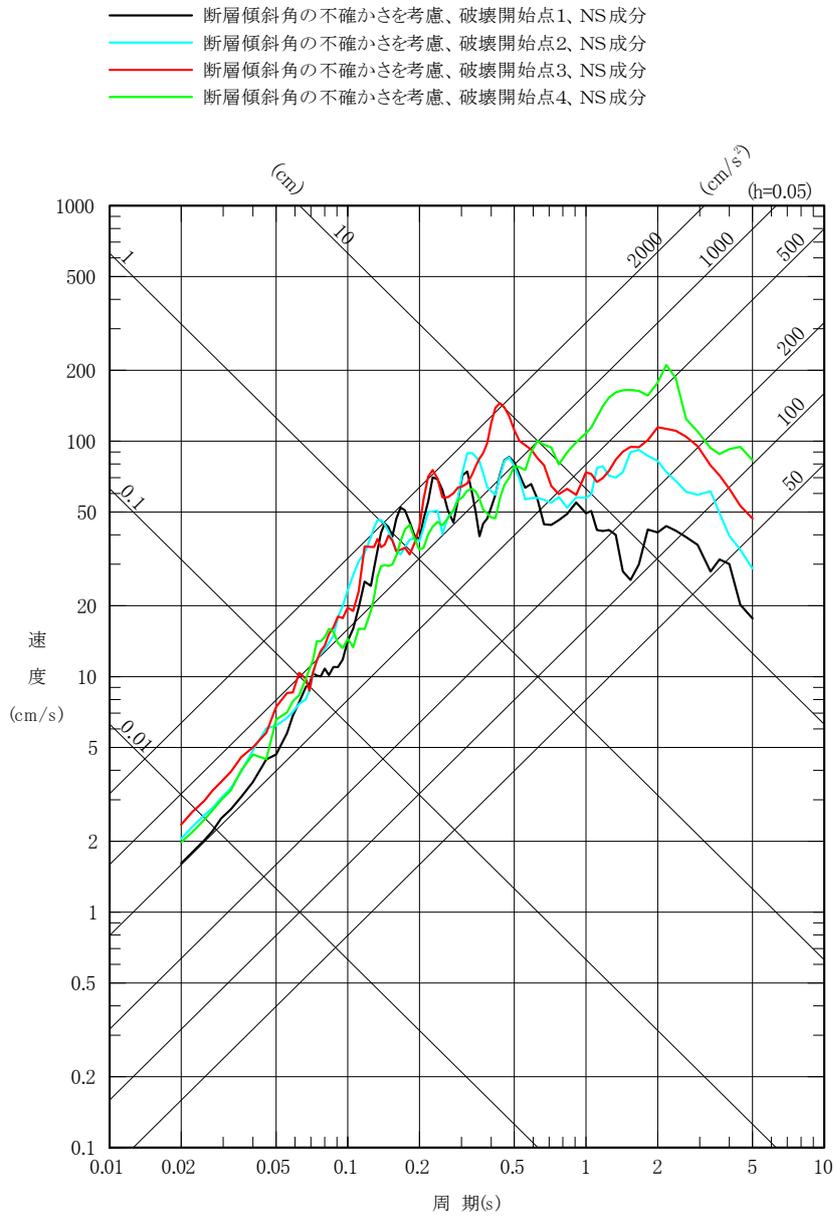
第 5. 6. 15 図(4) F3 断層～F4 断層による地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (不確かさを考慮したケース：短周期レベル、NS 成分)



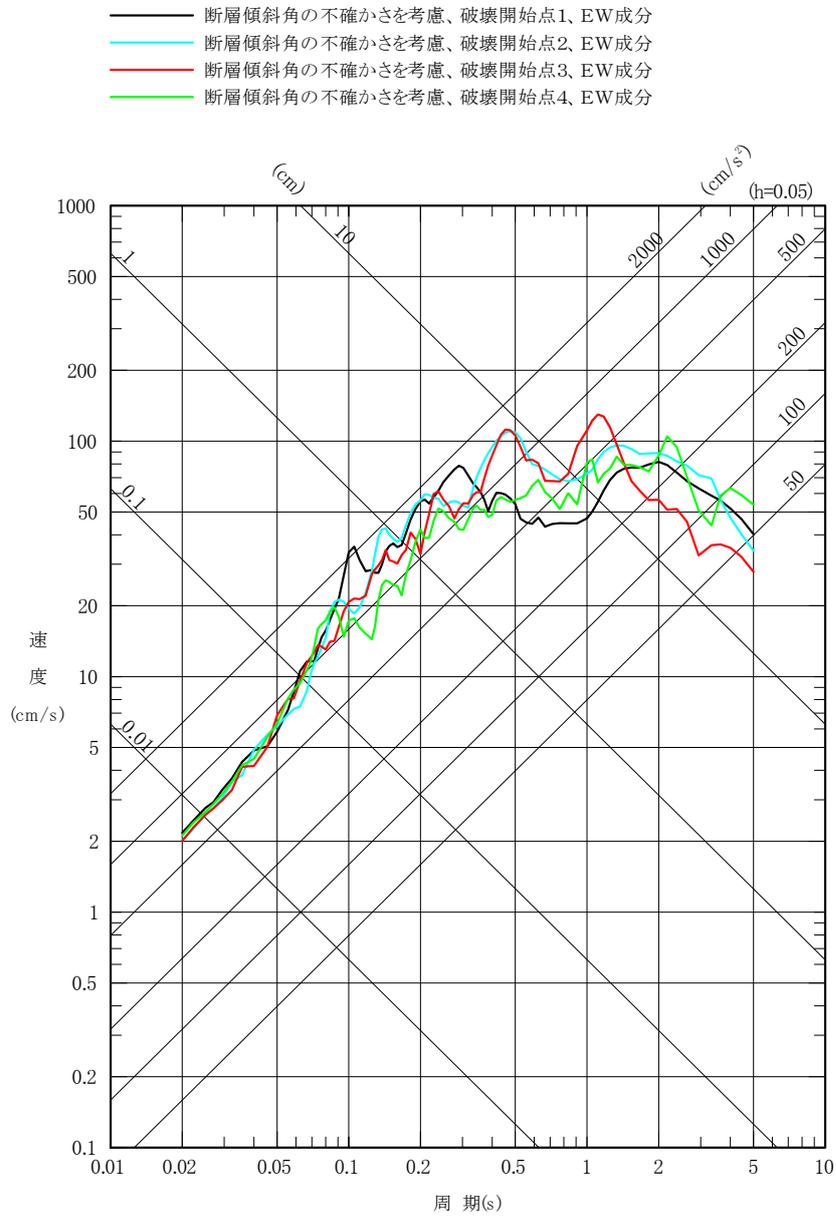
第 5. 6. 15 図(5) F3 断層～F4 断層による地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (不確かさを考慮したケース：短周期レベル、EW 成分)



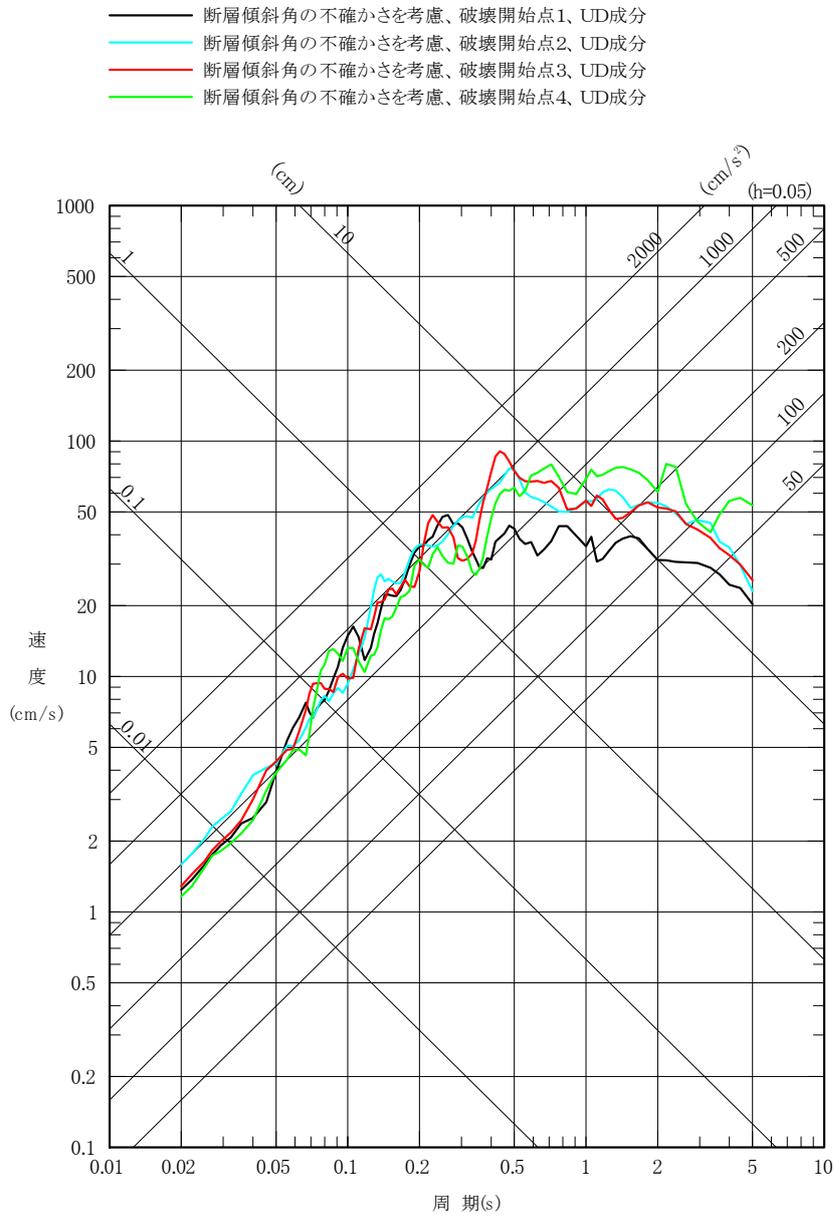
第 5. 6. 15 図(6) F3 断層～F4 断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (不確かさを考慮したケース：短周期レベル、UD 成分)



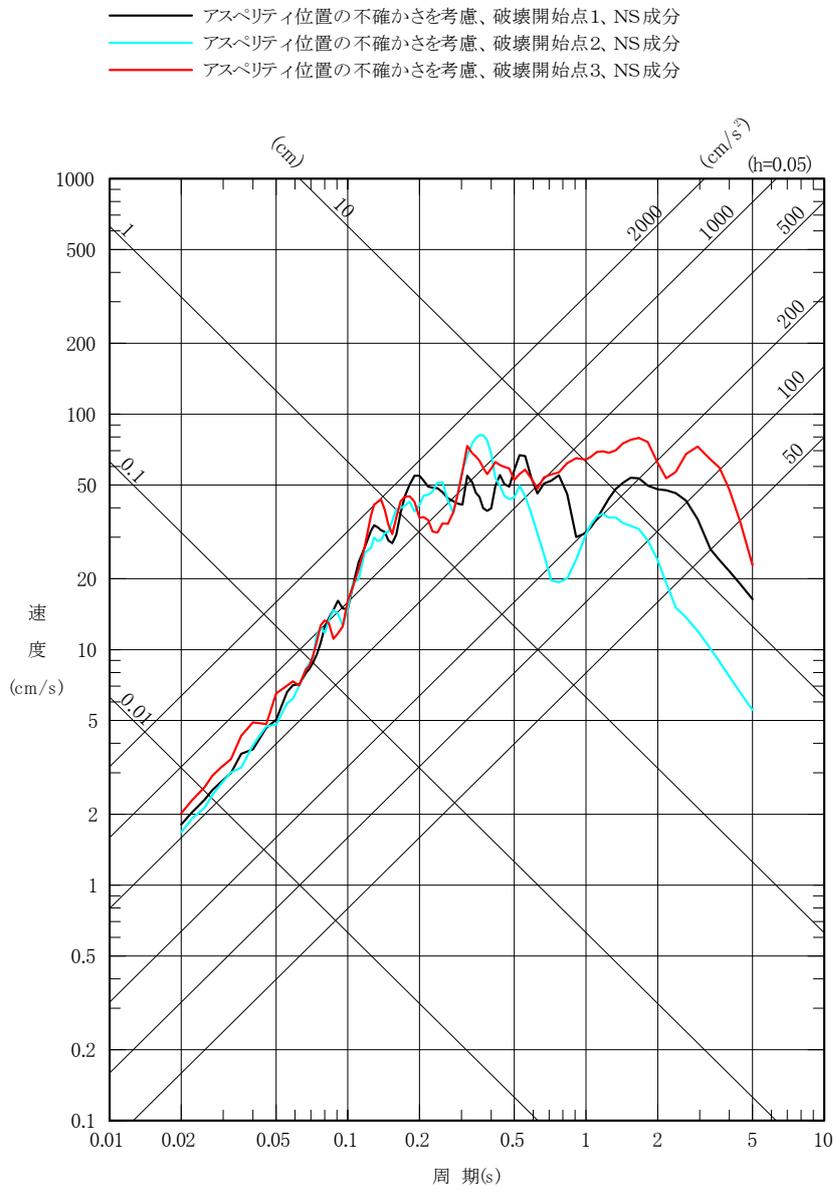
第 5. 6. 15 図(7) F3 断層～F4 断層による地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (不確かさを考慮したケース：断層傾斜角、NS 成分)



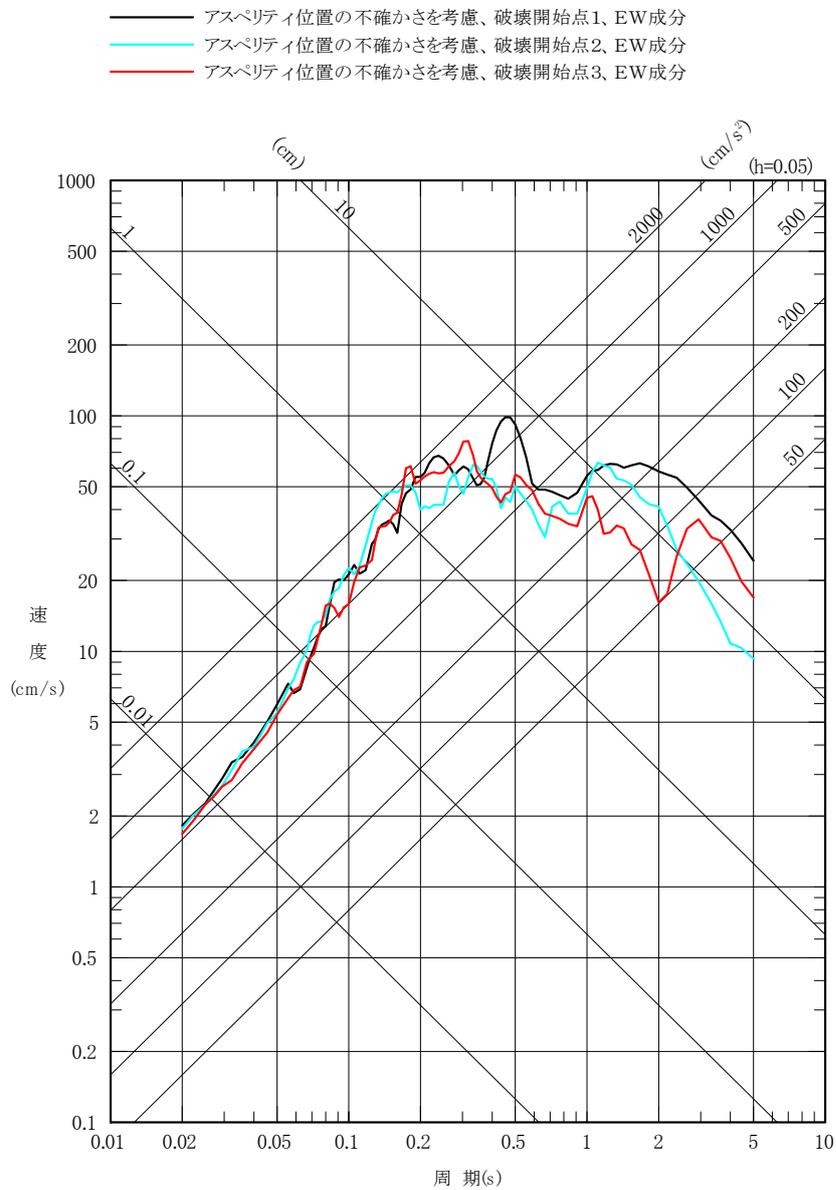
第 5. 6. 15 図(8) F3 断層～F4 断層による地震の  
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
(不確かさを考慮したケース：断層傾斜角、EW 成分)



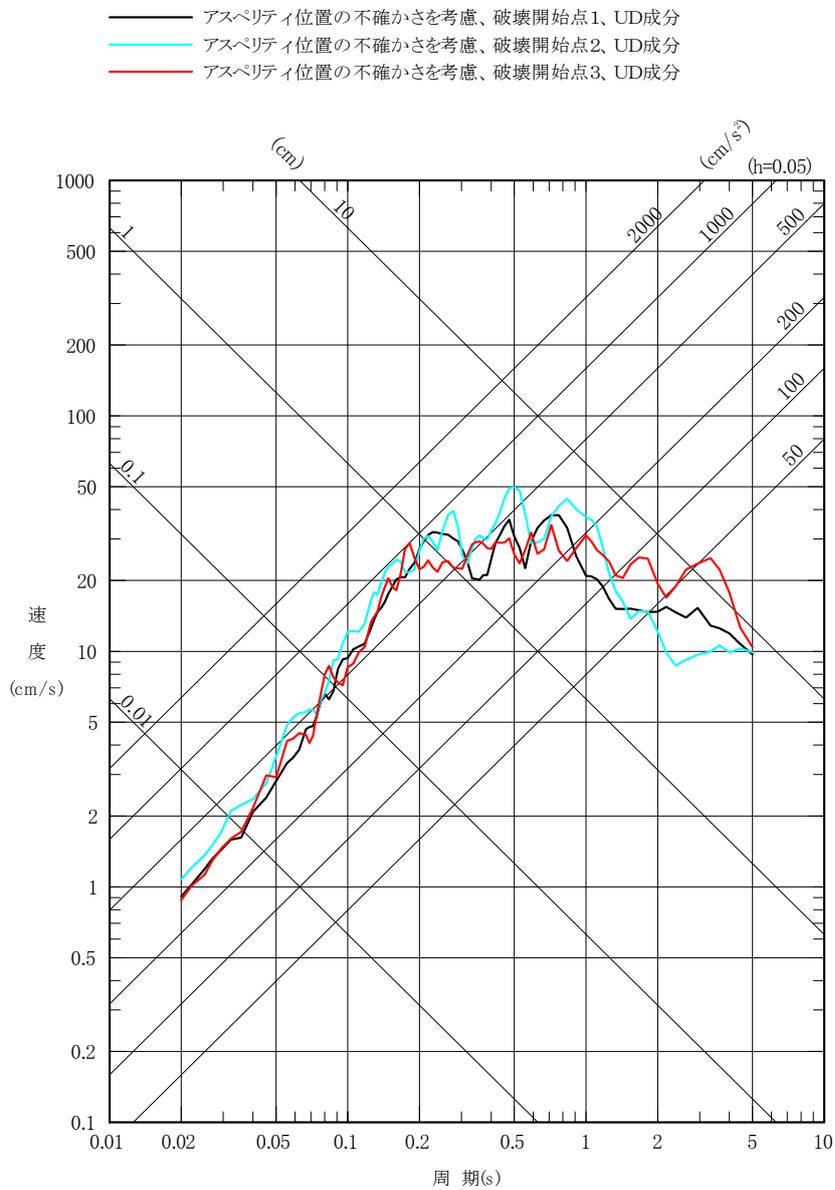
第 5. 6. 15 図 (9) F3 断層～F4 断層による地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (不確かさを考慮したケース：断層傾斜角、UD 成分)



第 5. 6. 15 図 (10) F3 断層～F4 断層による地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (不確かさを考慮したケース：アスぺリティ位置、NS成分)

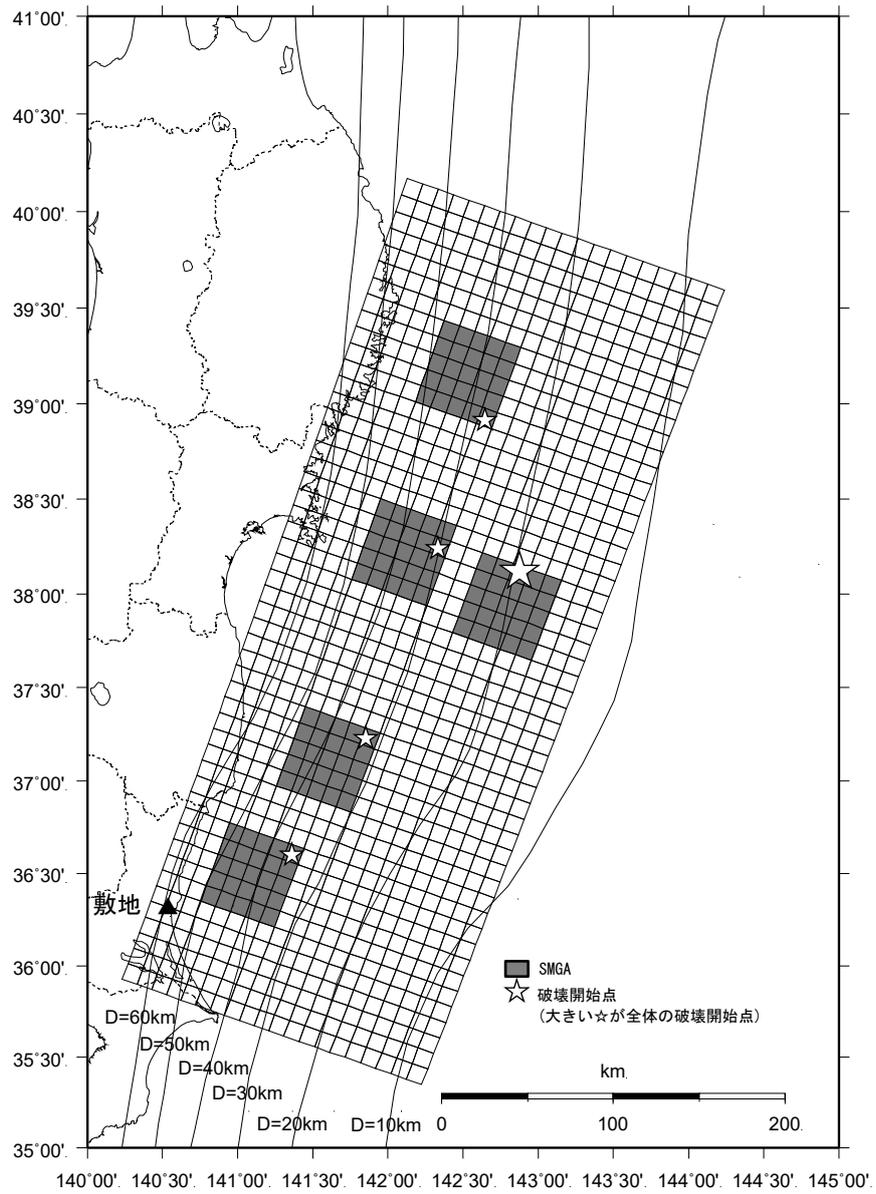


第 5. 6. 15 図(11) F3 断層～F4 断層による地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (不確かさを考慮したケース：アスぺリティ位置、EW 成分)

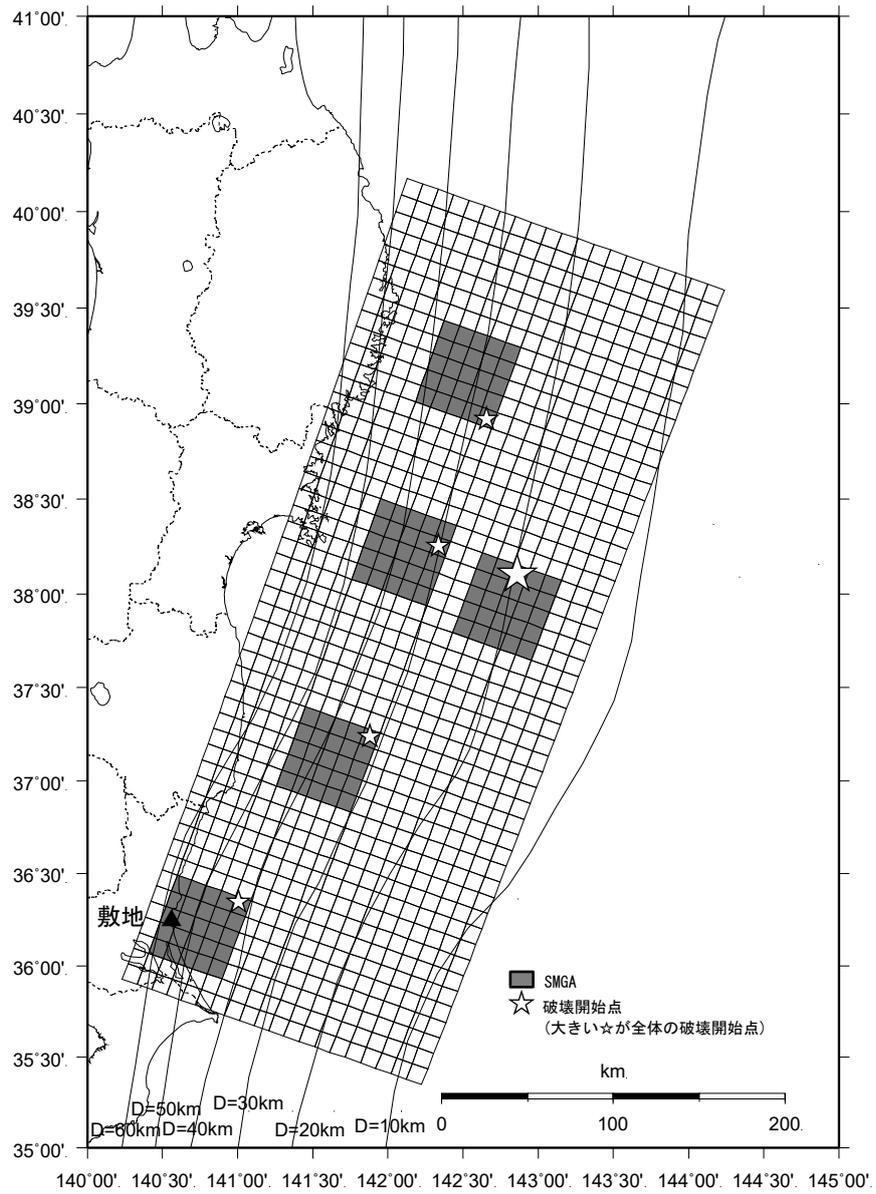


第 5. 6. 15 図 (12) F3 断層～F4 断層による地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (不確かさを考慮したケース：アスぺリティ位置、UD 成分)

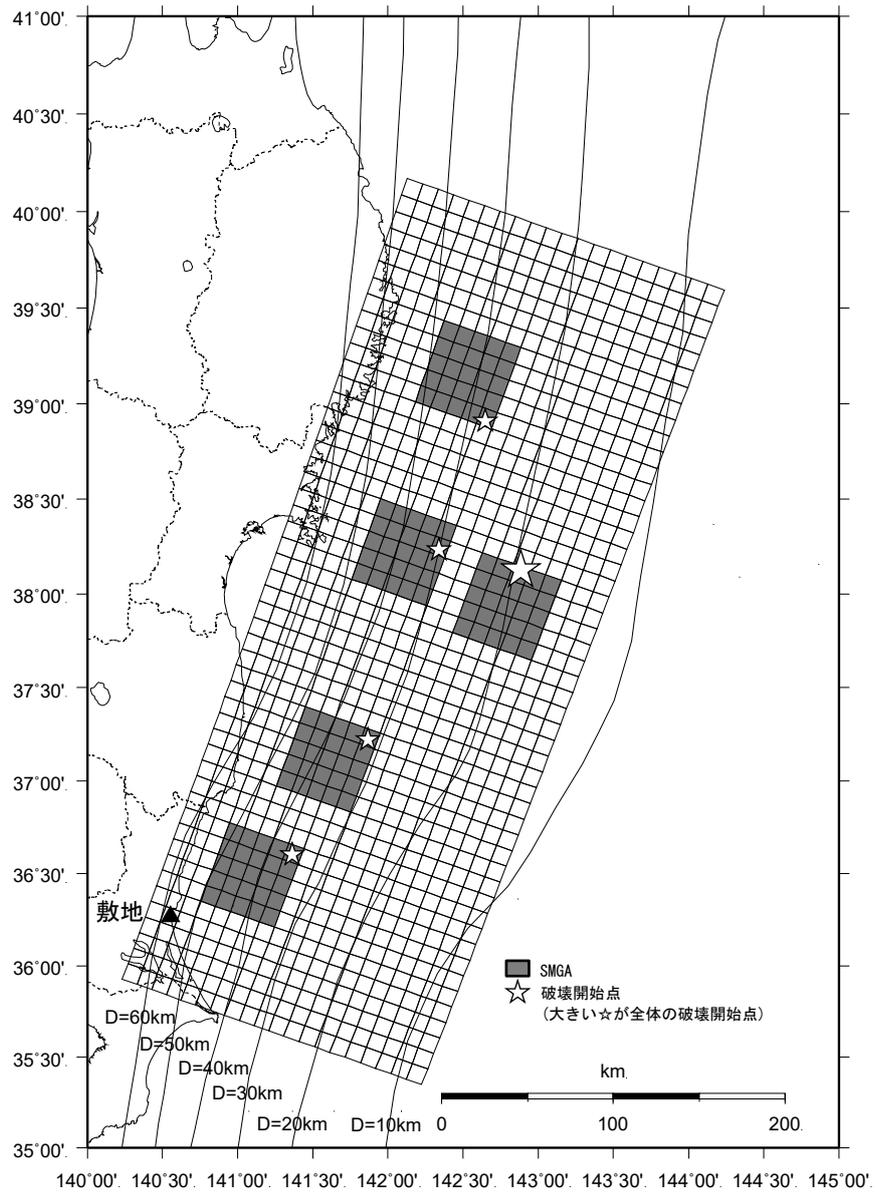




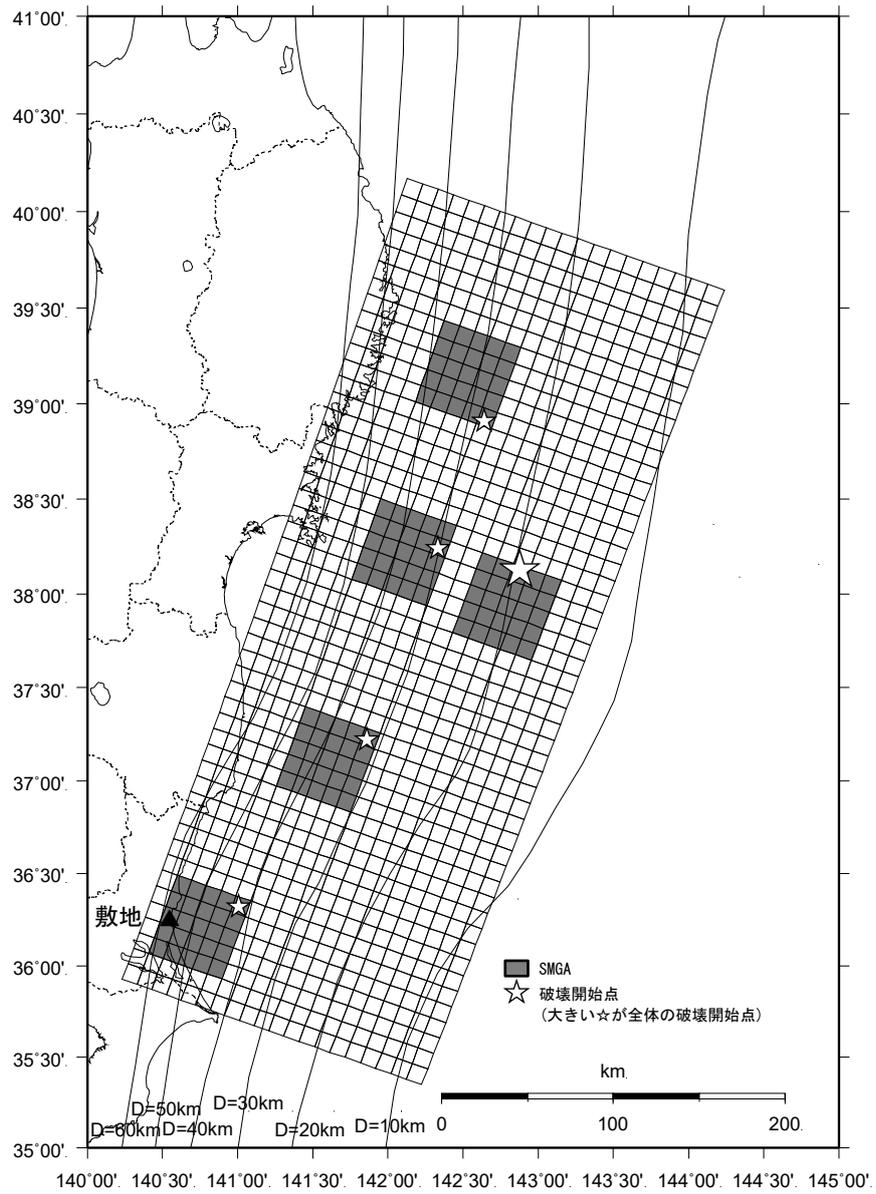
第 5. 6. 17 図 2011 年東北地方太平洋沖型地震の断層モデル  
(基本震源モデル)



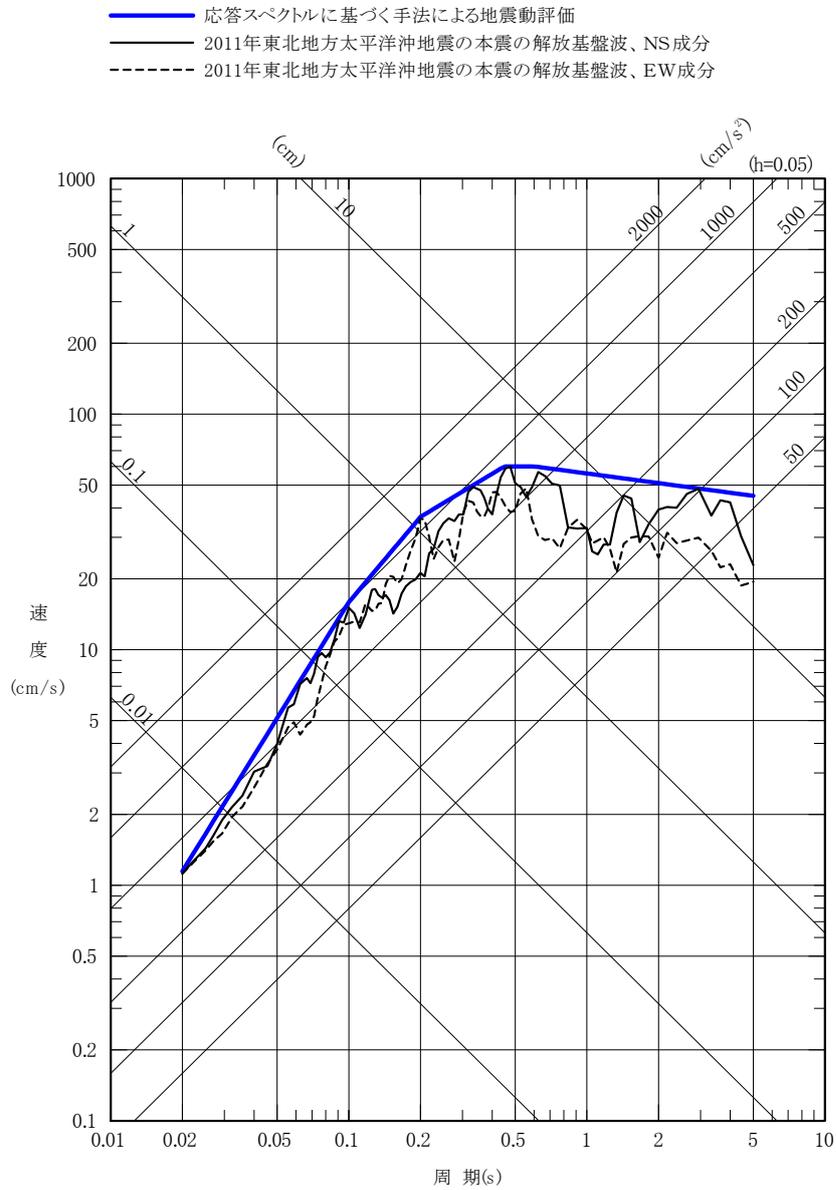
第 5. 6. 18 図(1) 2011 年東北地方太平洋沖型地震の断層モデル  
(不確かさを考慮したケース : SMGA 位置)



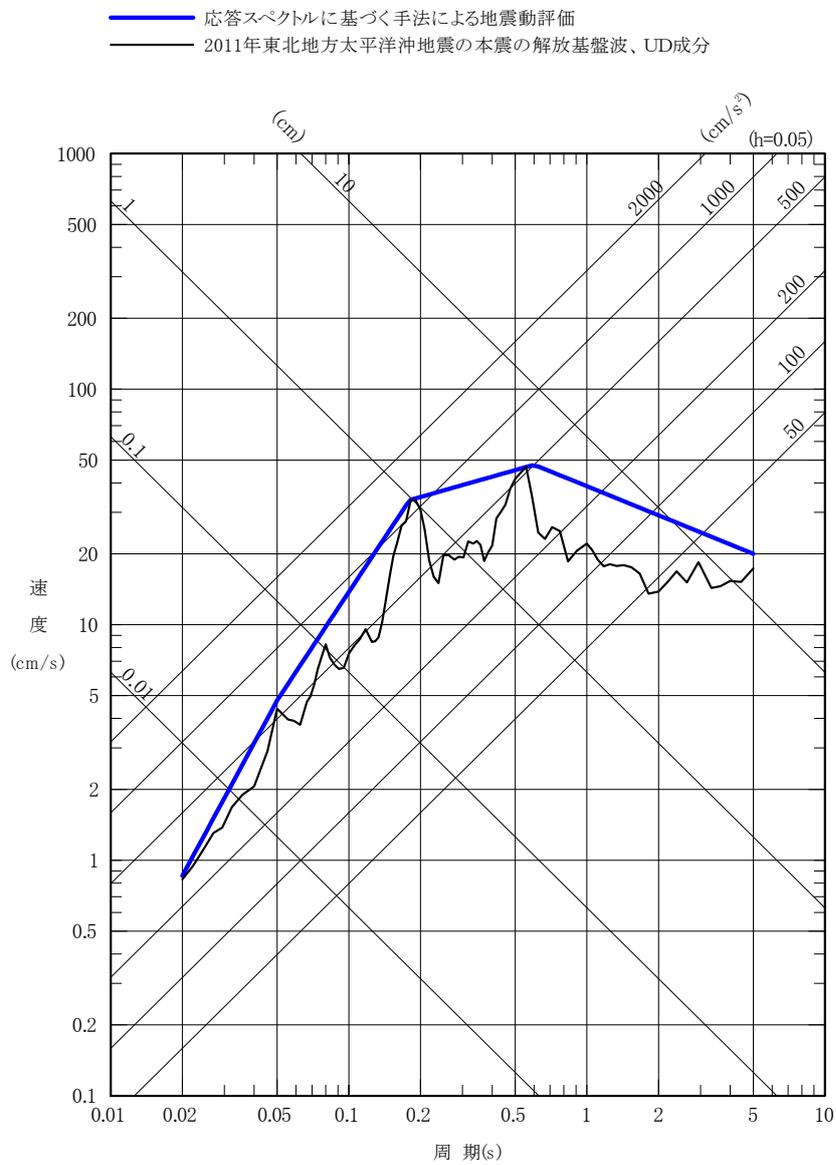
第 5. 6. 18 図(2) 2011 年東北地方太平洋沖型地震の断層モデル  
(不確かさを考慮したケース：短周期レベル)



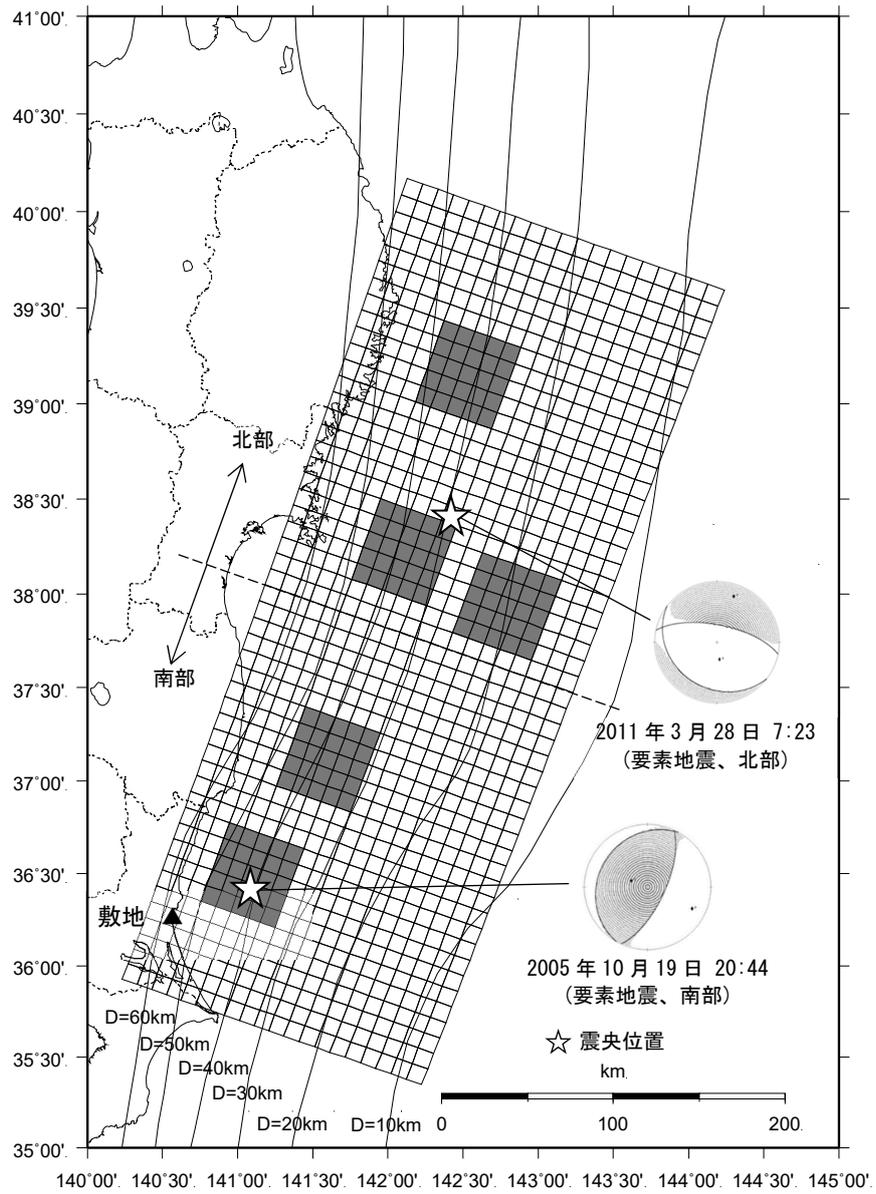
第 5.6.18 図(3) 2011 年東北地方太平洋沖型地震の断層モデル  
 (不確かさを考慮したケース：SMGA 位置と短周期レベルの不確かさの重畳)



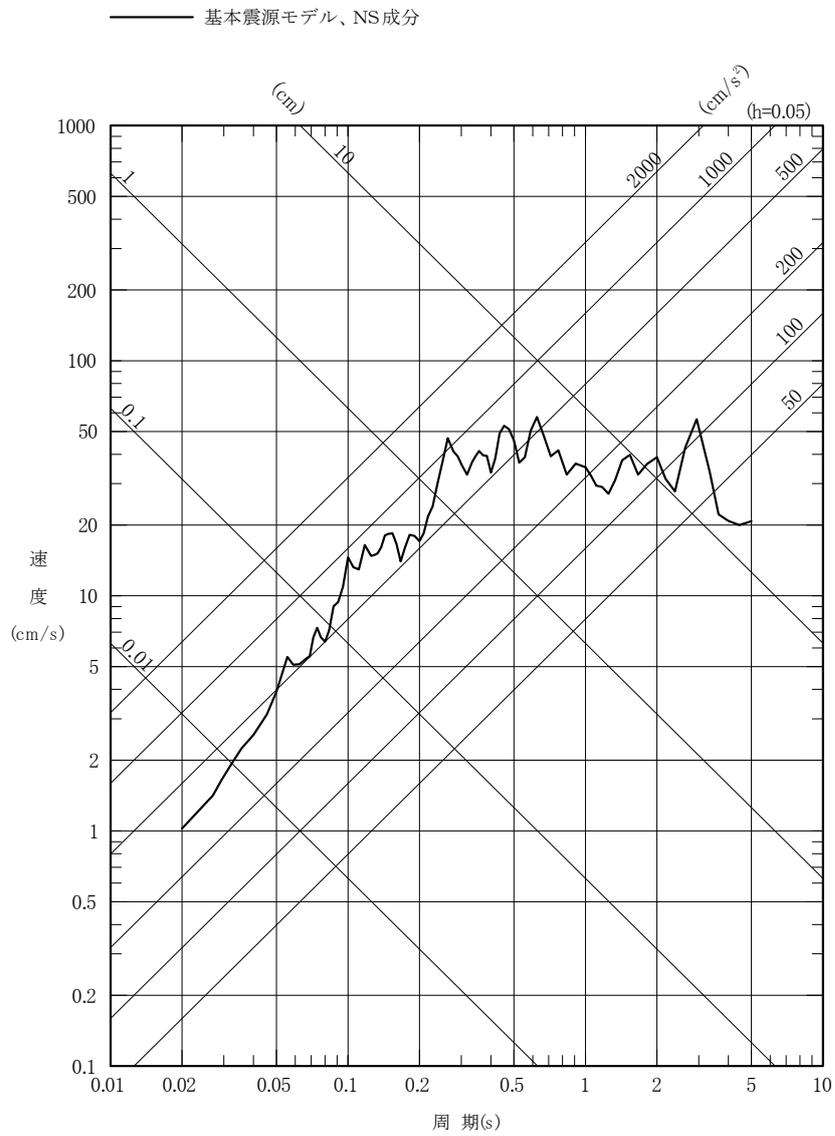
第 5.6.19 図(1) 2011 年東北地方太平洋沖型地震の  
 応答スペクトルに基づく手法による地震動評価結果と  
 2011 年東北地方太平洋沖地震の本震の解放基盤波の比較  
 (水平成分)



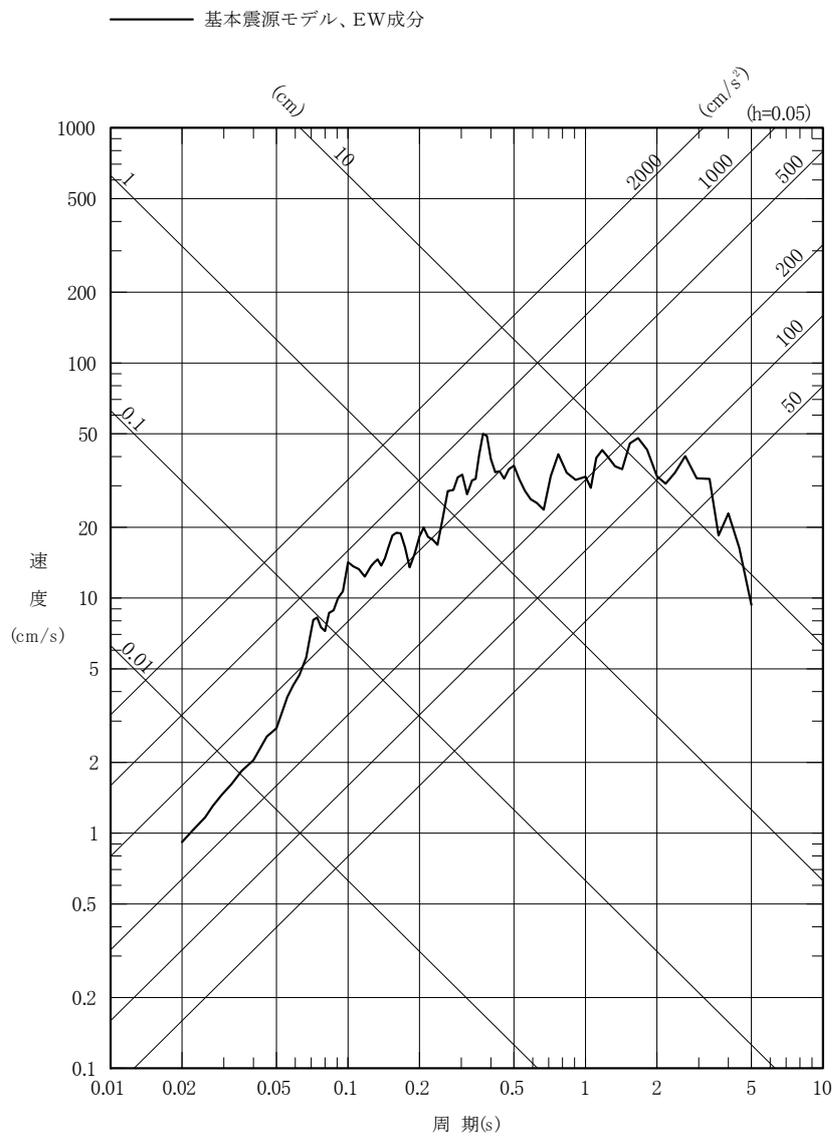
第 5.6.19 図(2) 2011 年東北地方太平洋沖型地震の  
 応答スペクトルに基づく手法による地震動評価結果と  
 2011 年東北地方太平洋沖地震の本震の解放基盤波の比較  
 (鉛直成分)



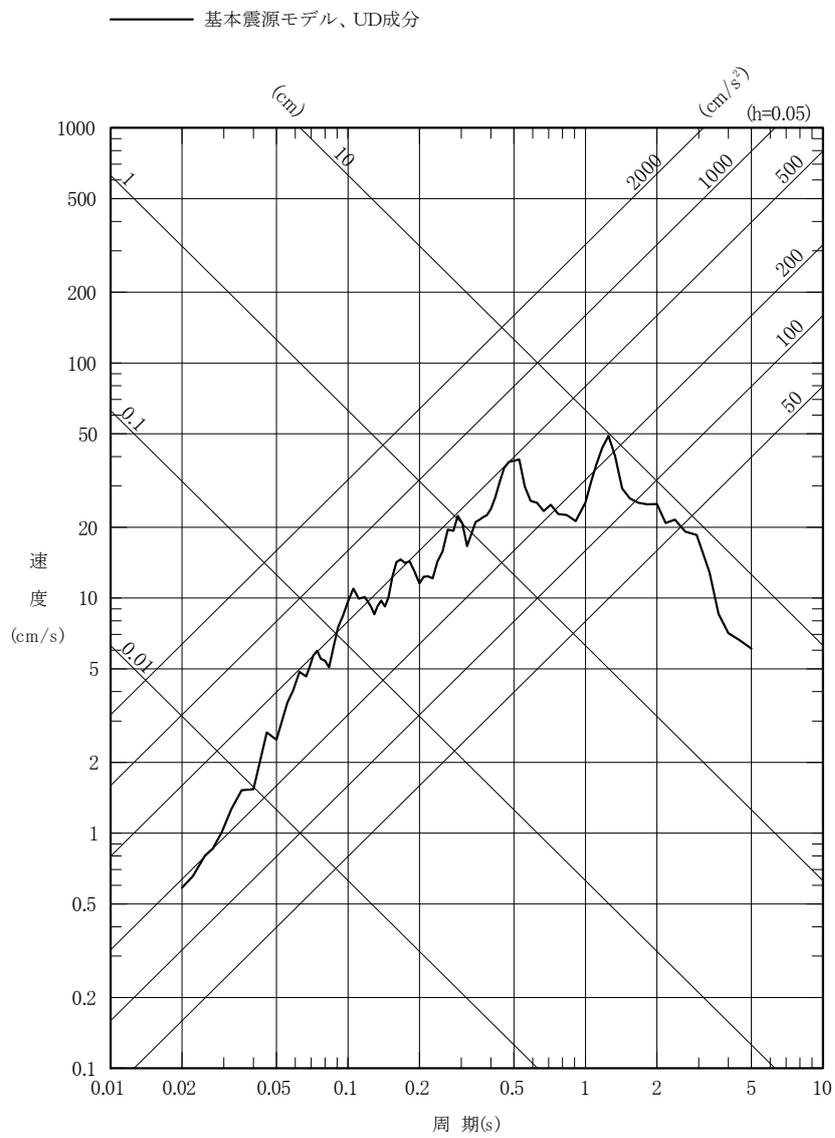
第 5. 6. 20 図 2011 年東北地方太平洋沖型地震の  
地震動評価に用いる要素地震の震央位置



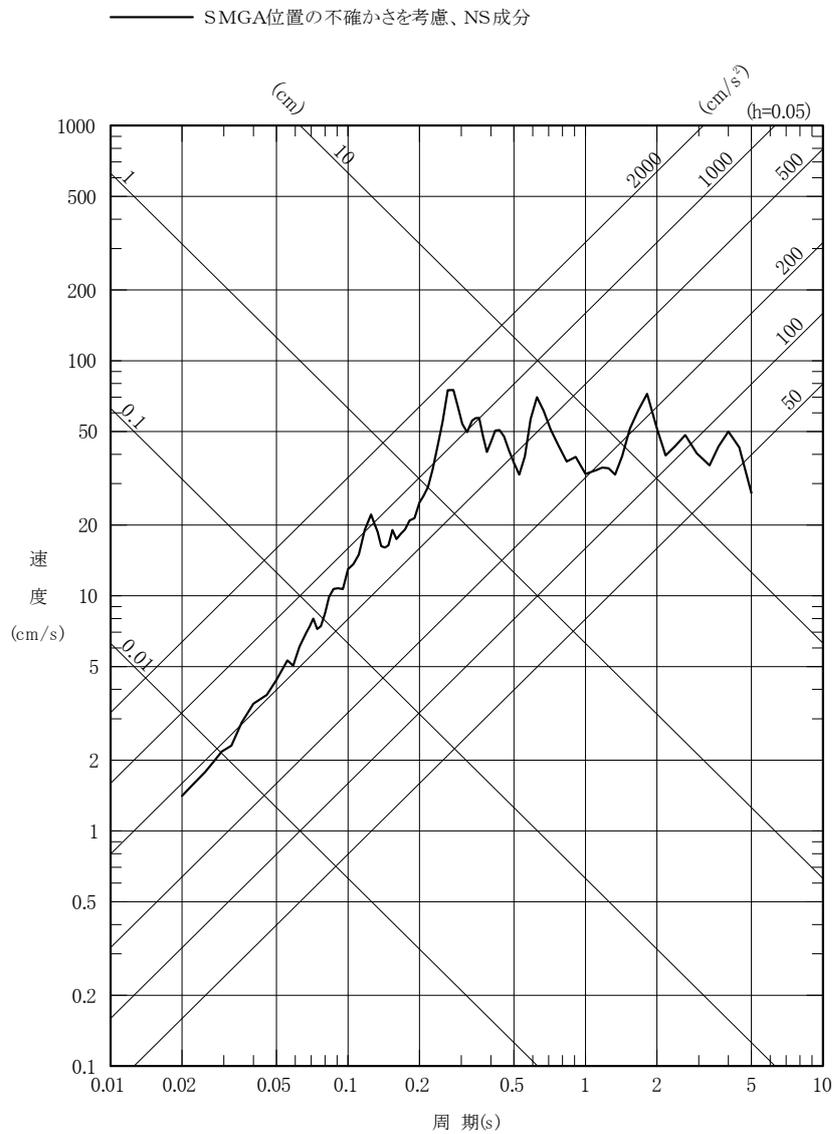
第 5.6.21 図(1) 2011 年東北地方太平洋沖型地震の  
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
(基本震源モデル、NS 成分)



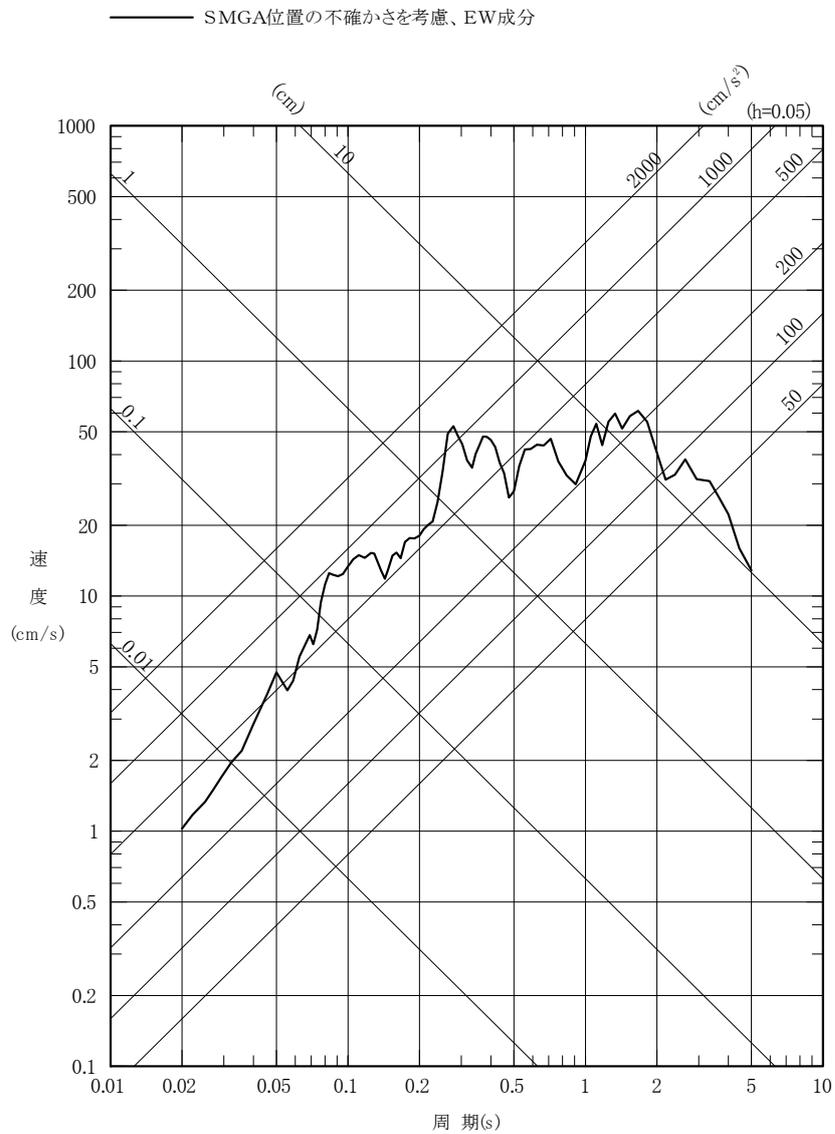
第 5.6.21 図(2) 2011 年東北地方太平洋沖型地震の  
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
(基本震源モデル、EW 成分)



第 5.6.21 図(3) 2011 年東北地方太平洋沖型地震の  
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
(基本震源モデル、UD 成分)

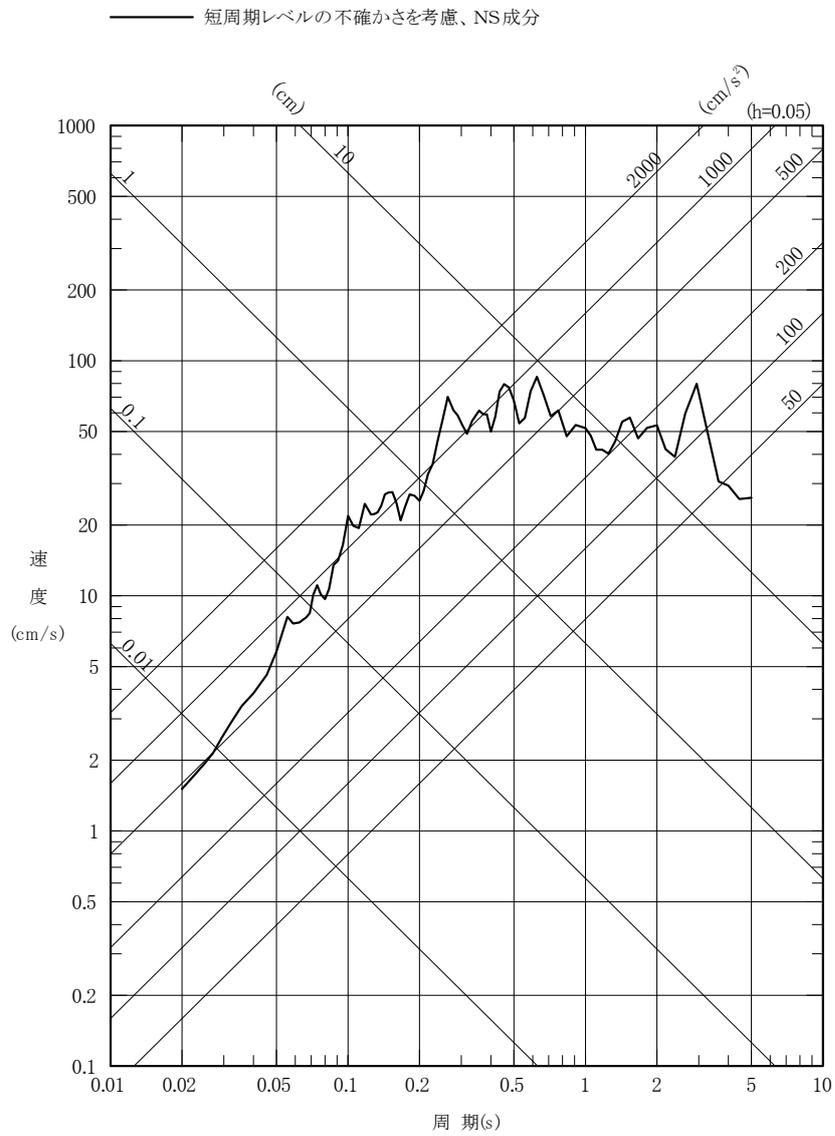


第 5.6.21 図(4) 2011 年東北地方太平洋沖型地震の  
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
(不確かさを考慮したケース : SMGA 位置、NS 成分)

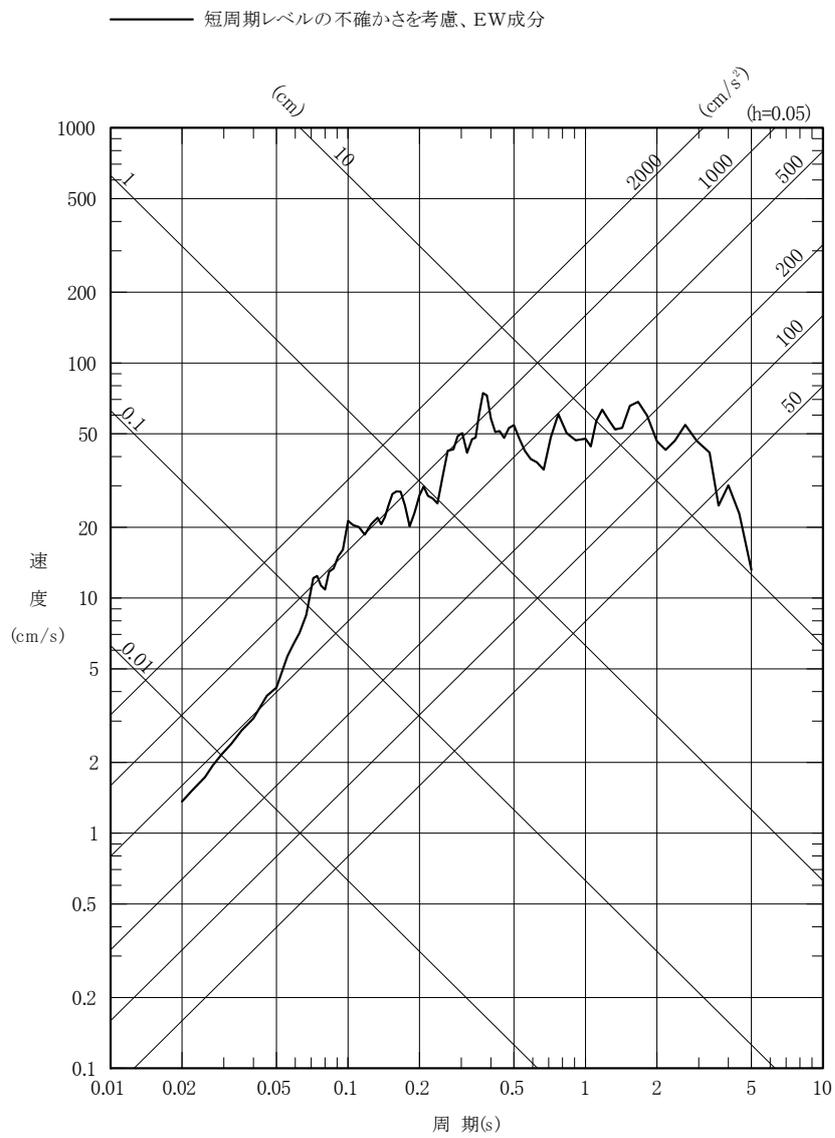


第 5.6.21 図(5) 2011 年東北地方太平洋沖型地震の  
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
(不確かさを考慮したケース：SMGA 位置、EW 成分)

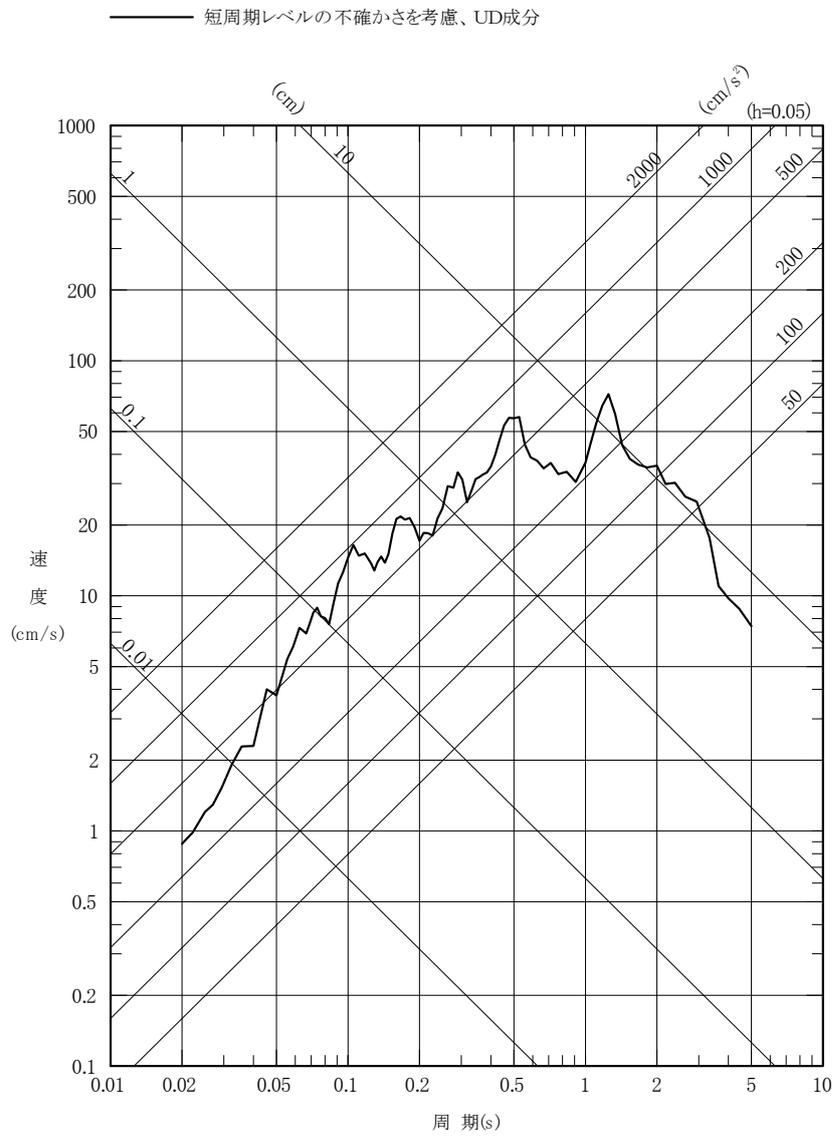




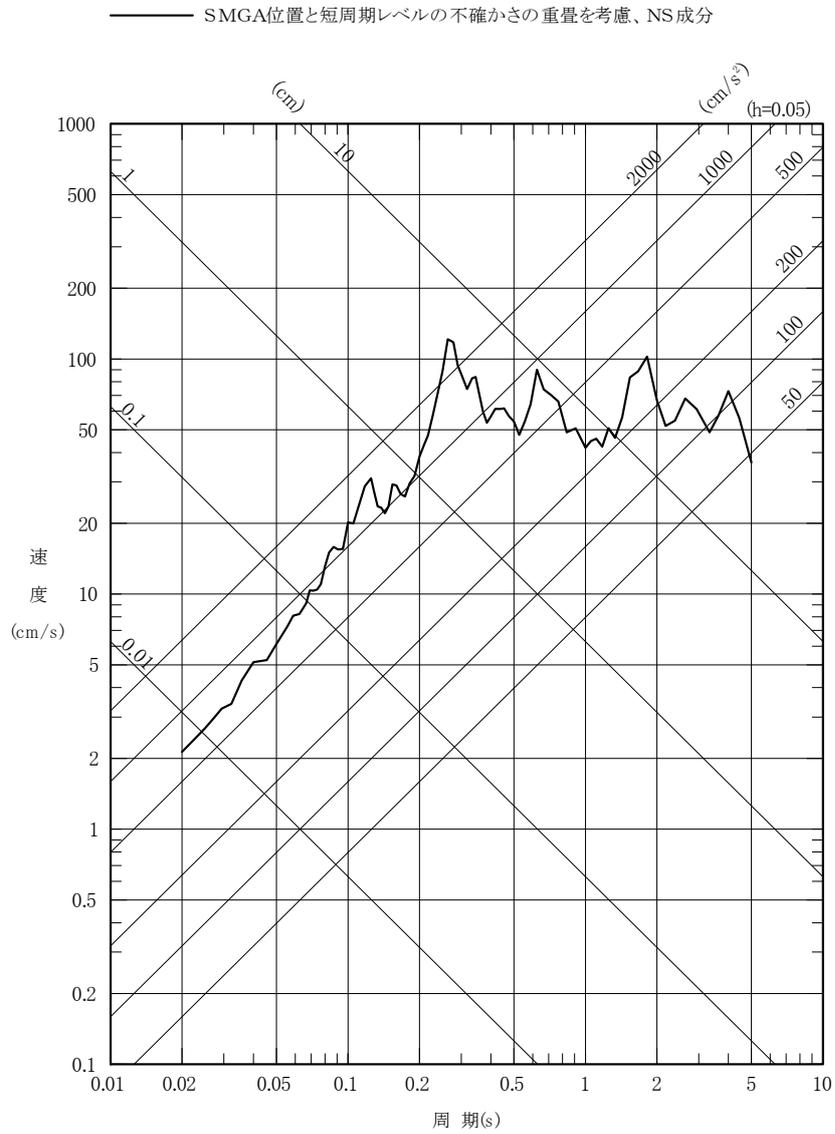
第 5.6.21 図(7) 2011 年東北地方太平洋沖型地震の  
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
(不確かさを考慮したケース：短周期レベル、NS 成分)



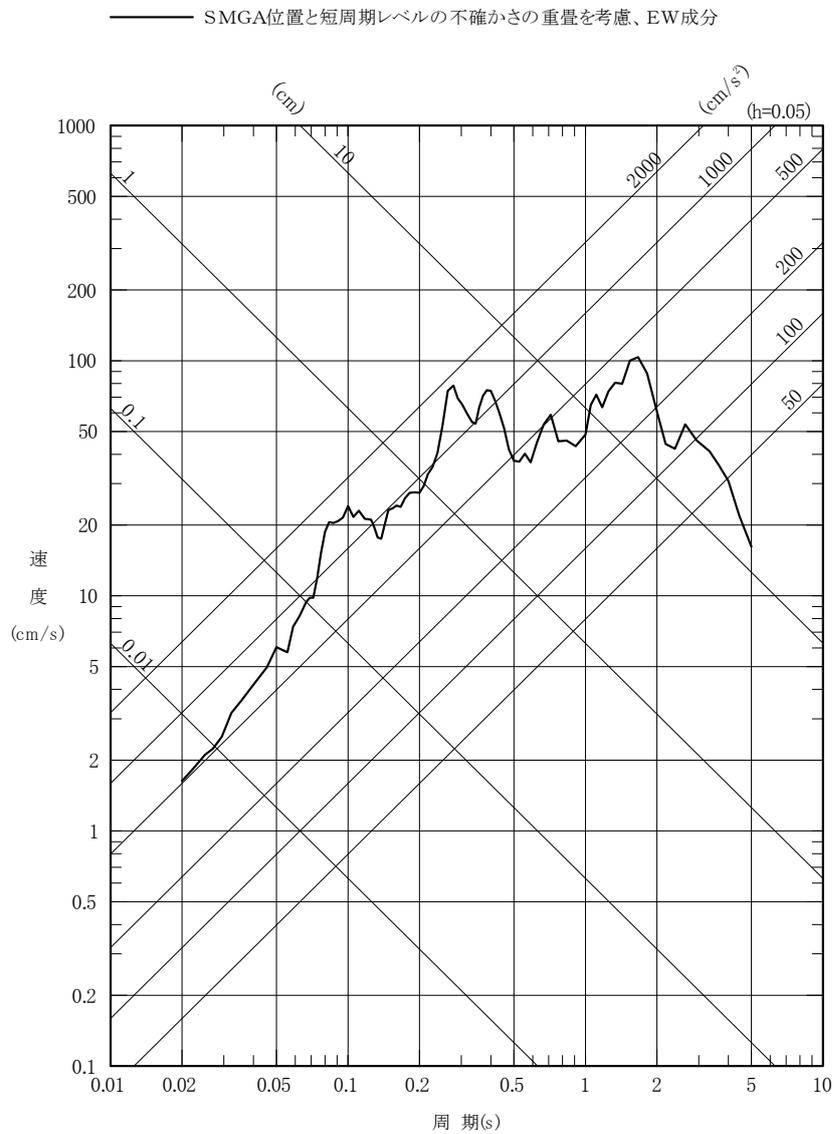
第 5.6.21 図(8) 2011 年東北地方太平洋沖型地震の  
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
(不確かさを考慮したケース：短周期レベル、EW 成分)



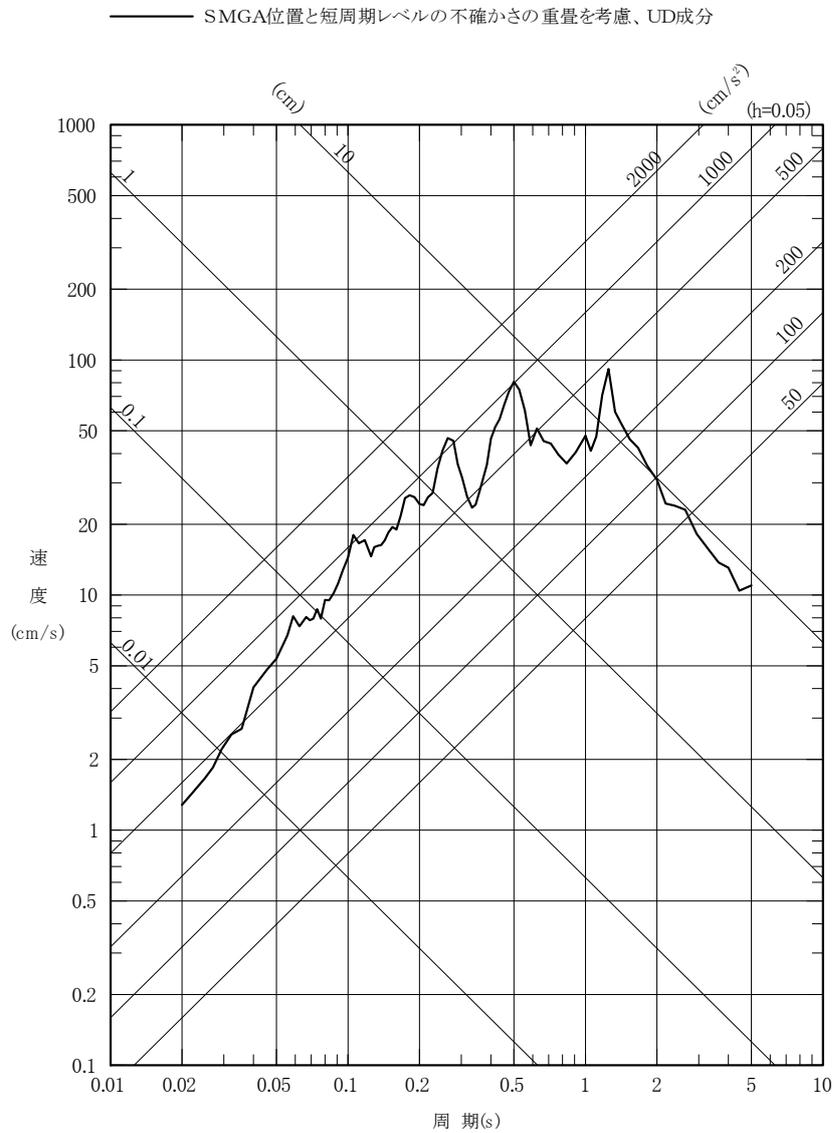
第 5.6.21 図(9) 2011 年東北地方太平洋沖型地震の  
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
(不確かさを考慮したケース：短周期レベル、UD 成分)



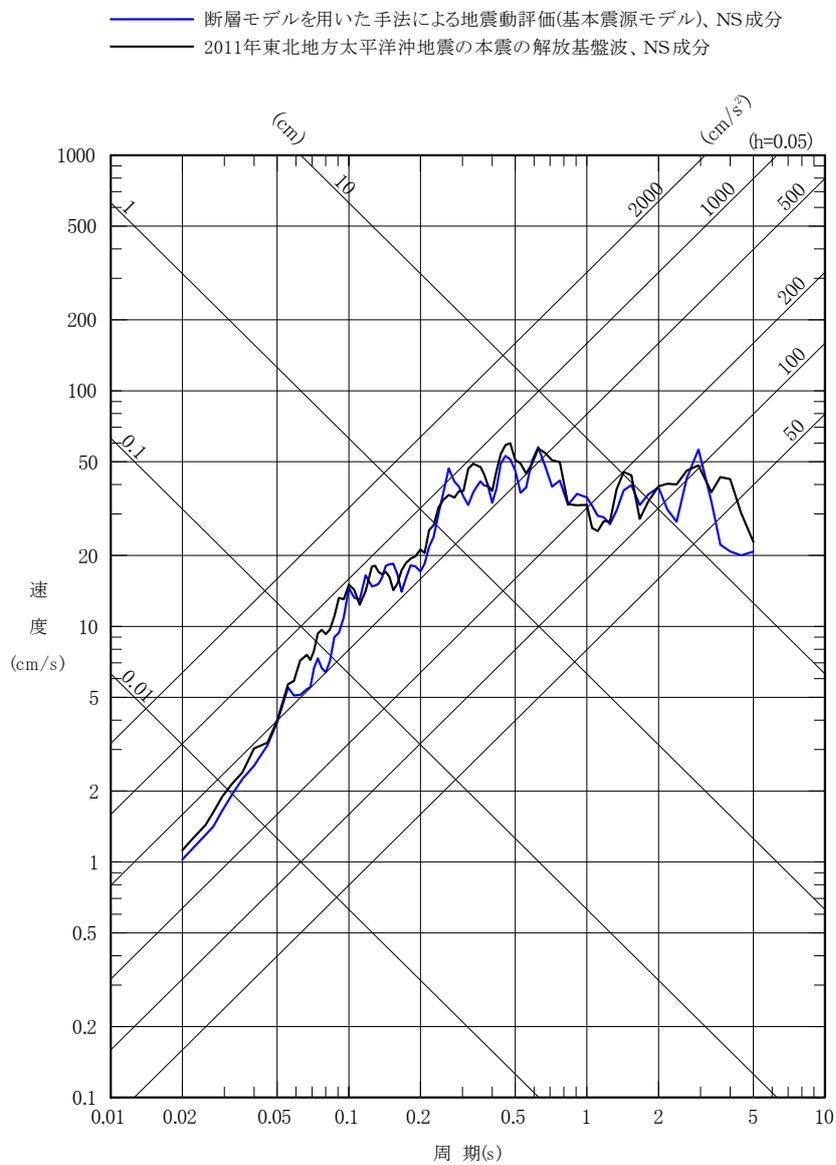
第 5.6.21 図(10) 2011 年東北地方太平洋沖型地震の  
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
(不確かさを考慮したケース：SMGA 位置と短周期レベル  
の不確かさの重畳、NS 成分)



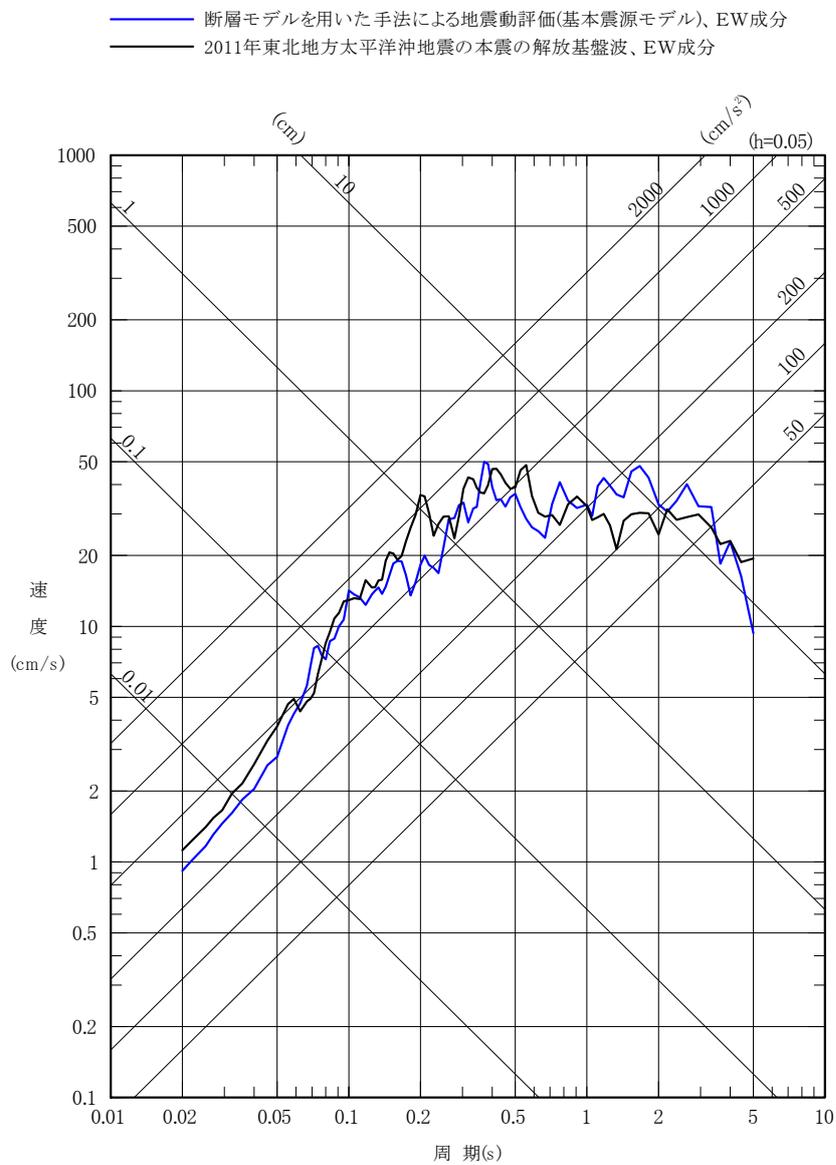
第 5. 6. 21 図(11) 2011 年東北地方太平洋沖型地震の  
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
(不確かさを考慮したケース：SMGA 位置と短周期レベル  
の不確かさの重疊、EW 成分)



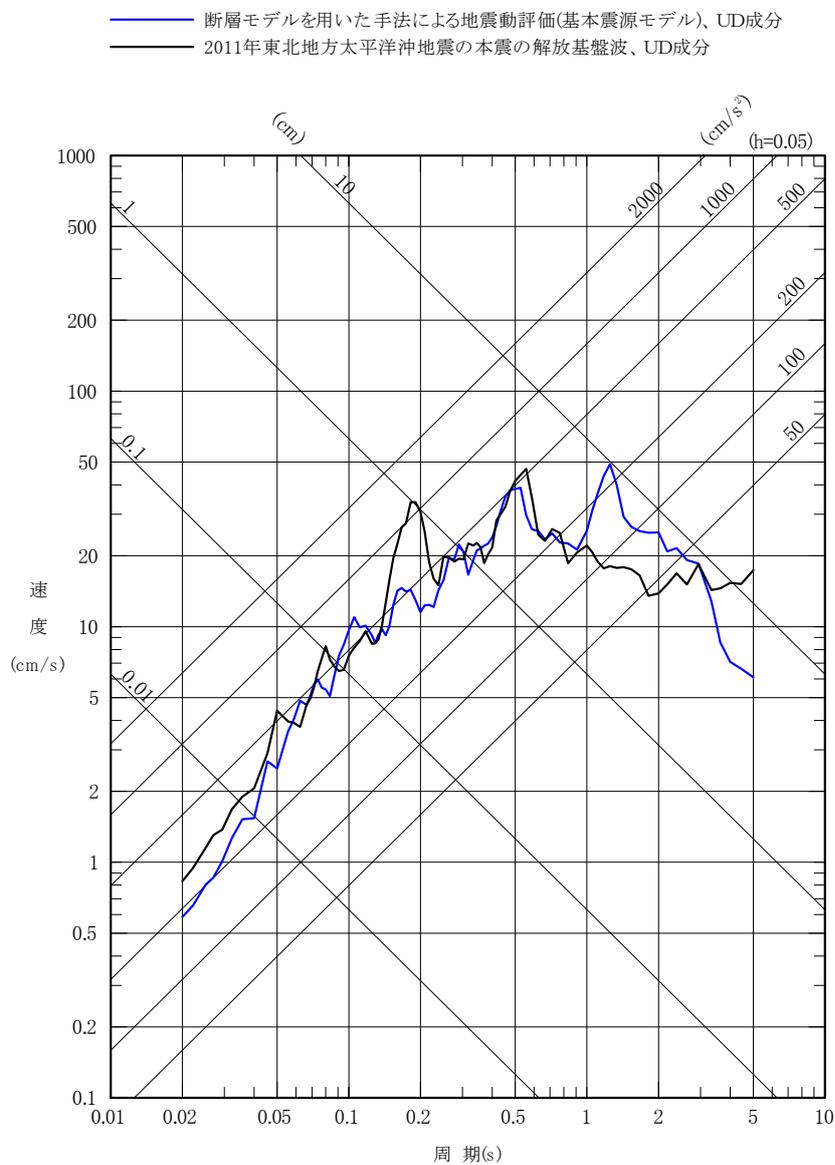
第 5.6.21 図(12) 2011 年東北地方太平洋沖型地震の  
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
(不確かさを考慮したケース：SMGA 位置と短周期レベル  
の不確かさの重畳、UD 成分)



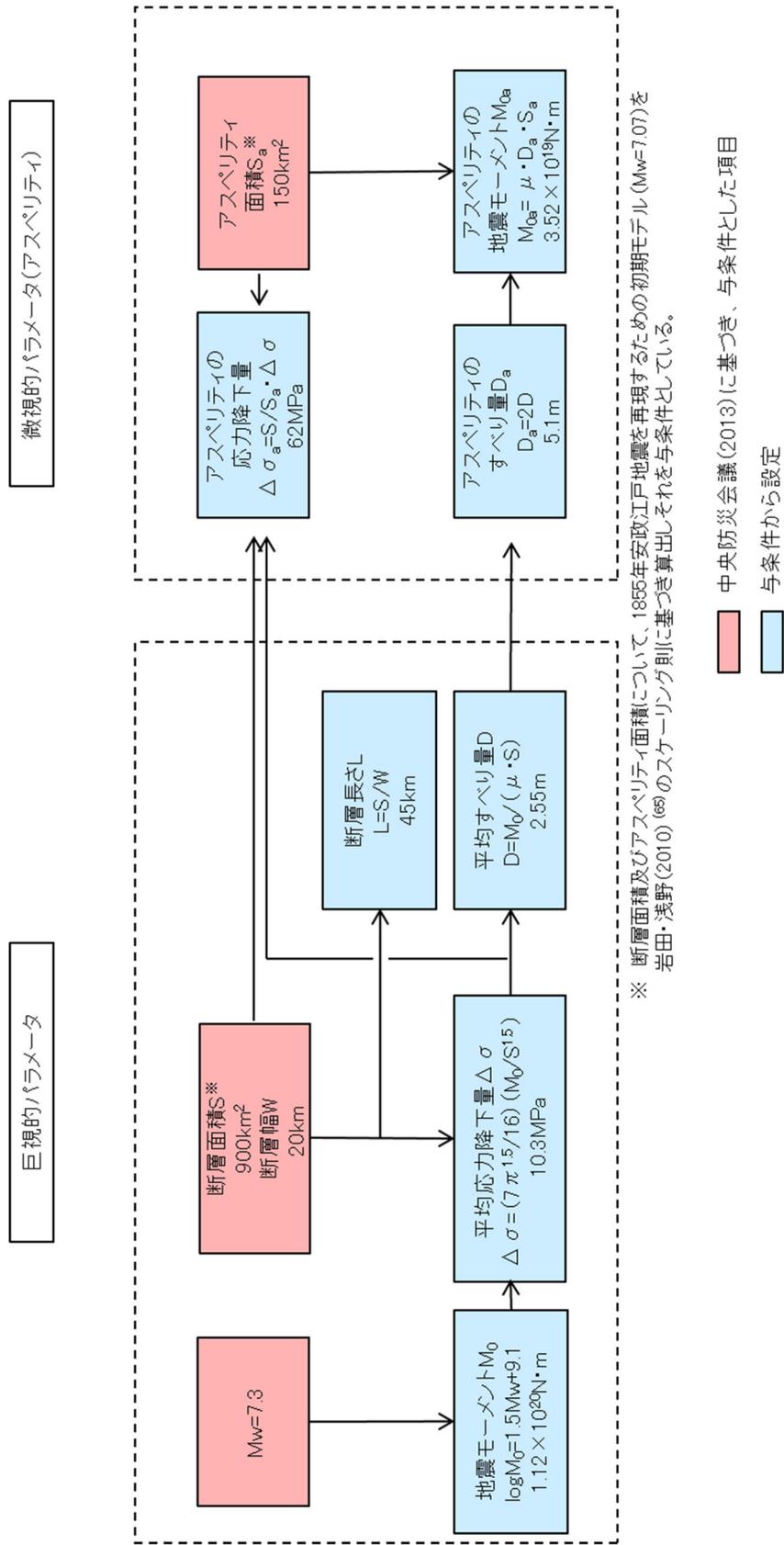
第 5.6.22 図(1) 2011 年東北地方太平洋沖型地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (基本震源モデル)  
 と 2011 年東北地方太平洋沖地震の本震の解放基盤波の比較  
 (NS 成分)



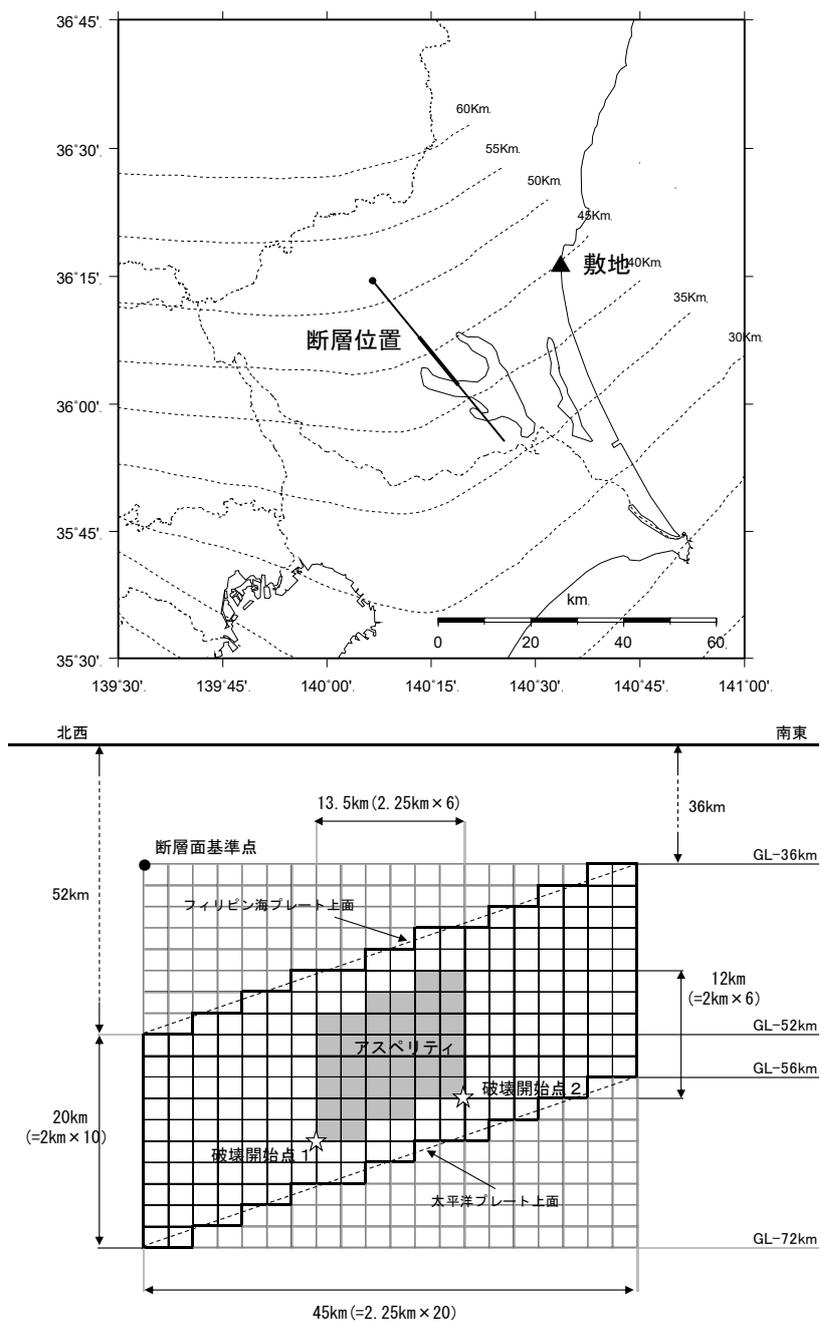
第 5.6.22 図(2) 2011 年東北地方太平洋沖型地震の  
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (基本震源モデル)  
と 2011 年東北地方太平洋沖地震の本震の解放基盤波の比較  
(EW 成分)



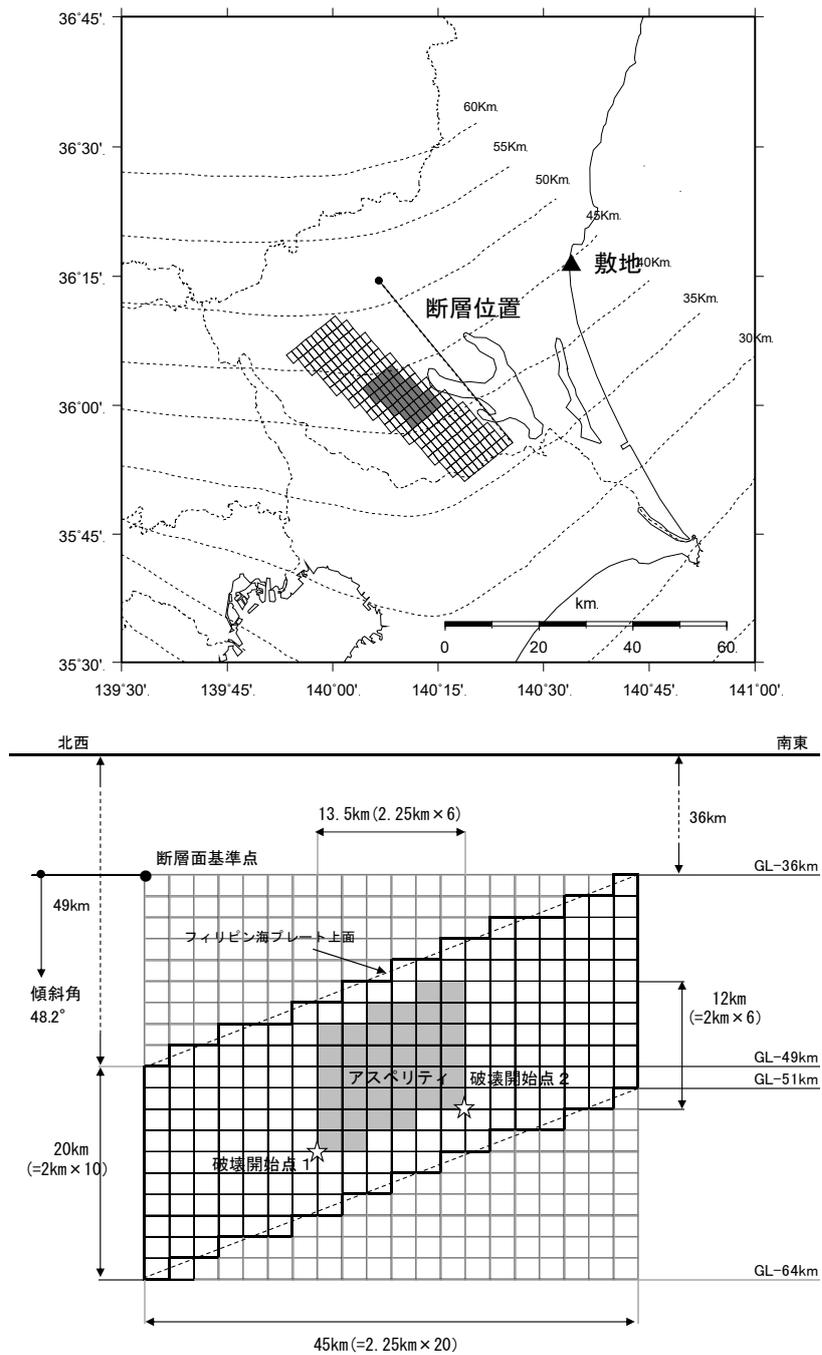
第 5.6.22 図(3) 2011 年東北地方太平洋沖型地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (基本震源モデル)  
 と 2011 年東北地方太平洋沖地震の本震の解放基盤波の比較  
 (UD 成分)



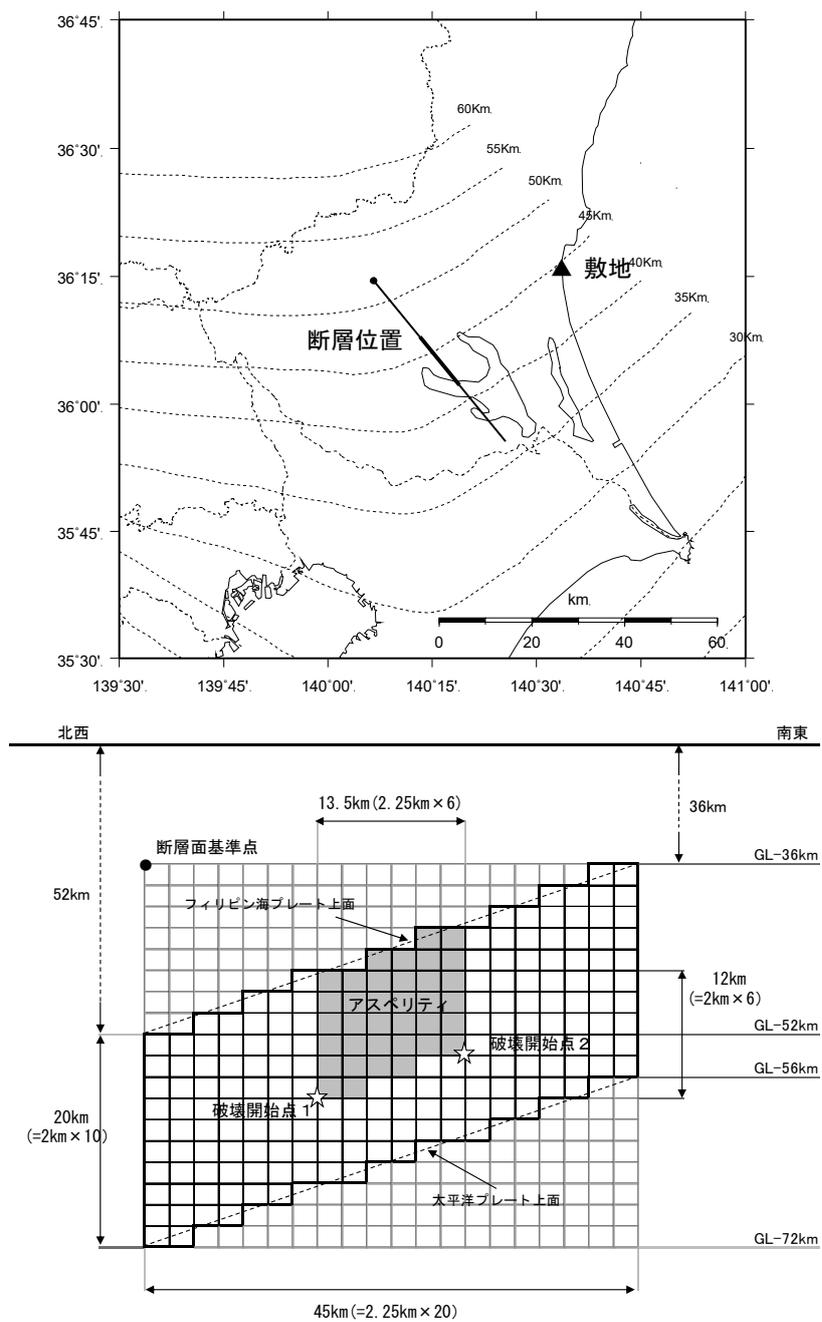
第 5. 6. 23 図 断層パラメータの設定フロー  
(茨城県南部の地震、基本震源モデル)



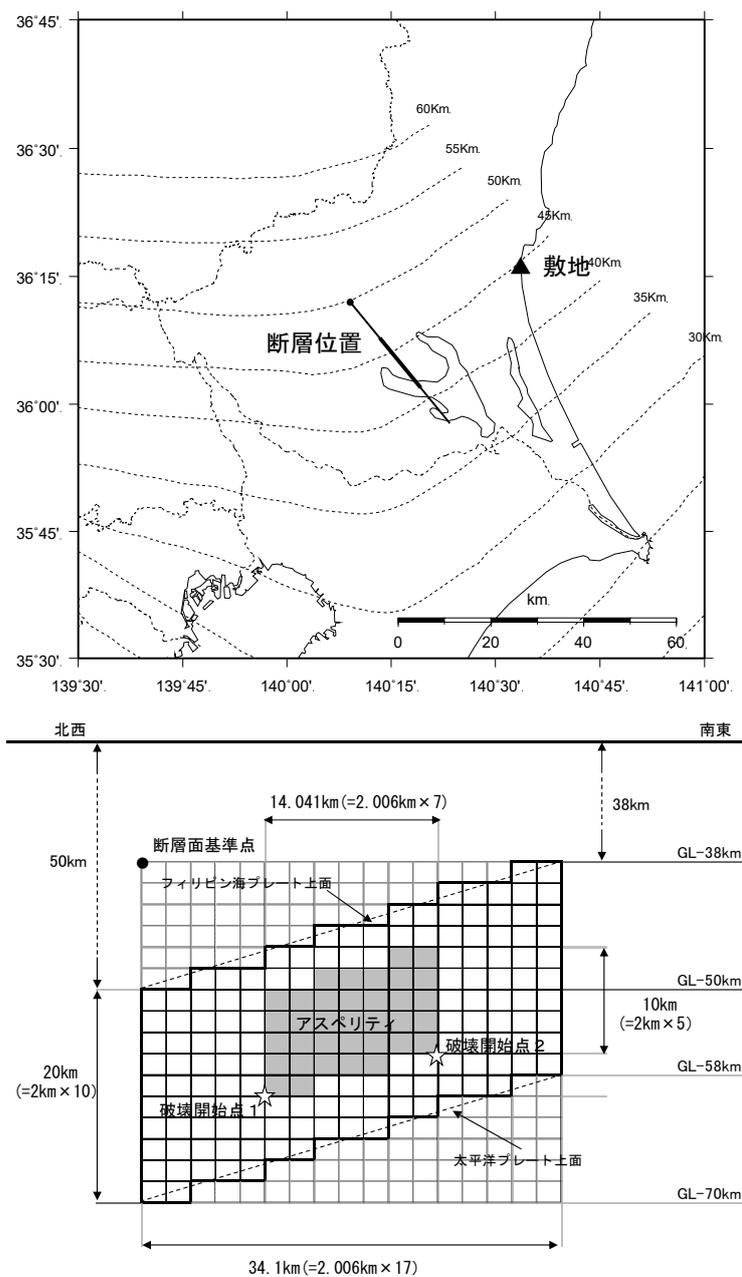
第 5.6.24 図 茨城県南部の地震の断層モデル  
(基本震源モデル)



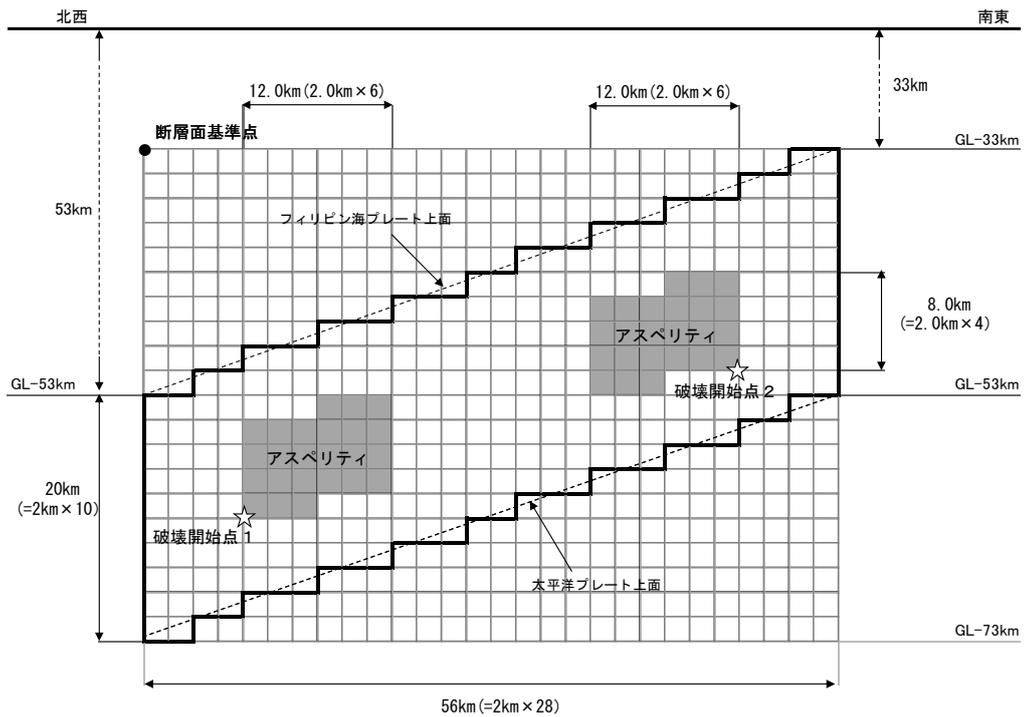
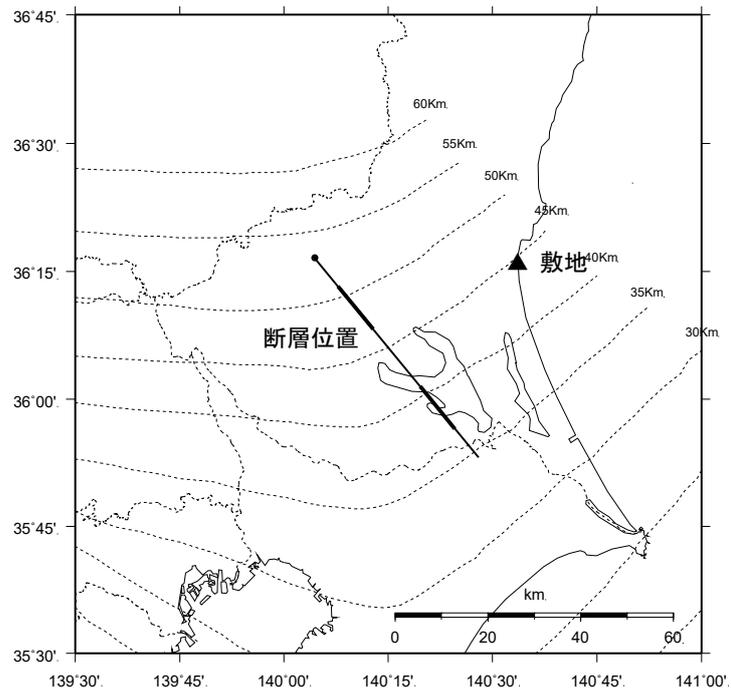
第 5. 6. 25 図(1) 茨城県南部の地震の断層モデル  
(不確かさを考慮したケース：断層傾斜角)



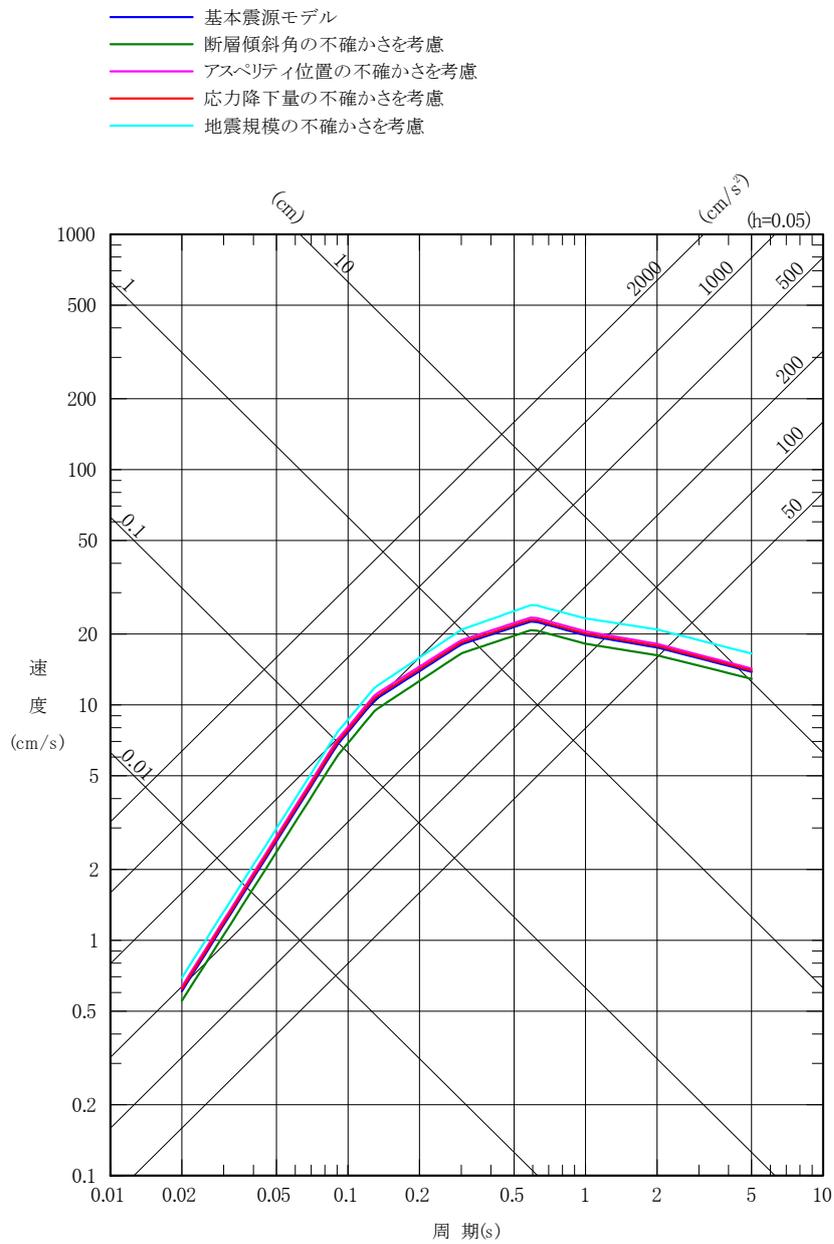
第 5. 6. 25 図 (2) 茨城県南部の地震の断層モデル  
(不確かさを考慮したケース : アスペリティ位置)



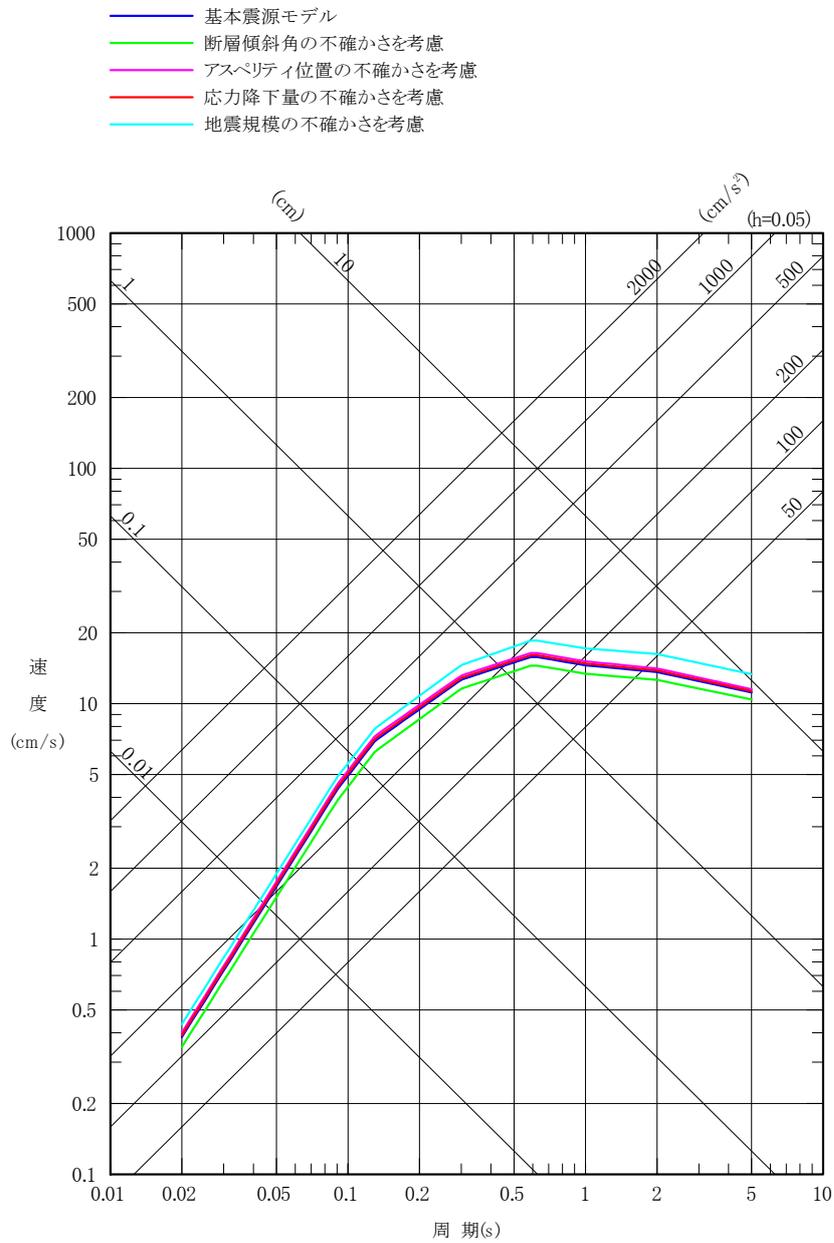
第 5. 6. 25 図(3) 茨城県南部の地震の断層モデル  
(不確かさを考慮したケース：応力降下量)



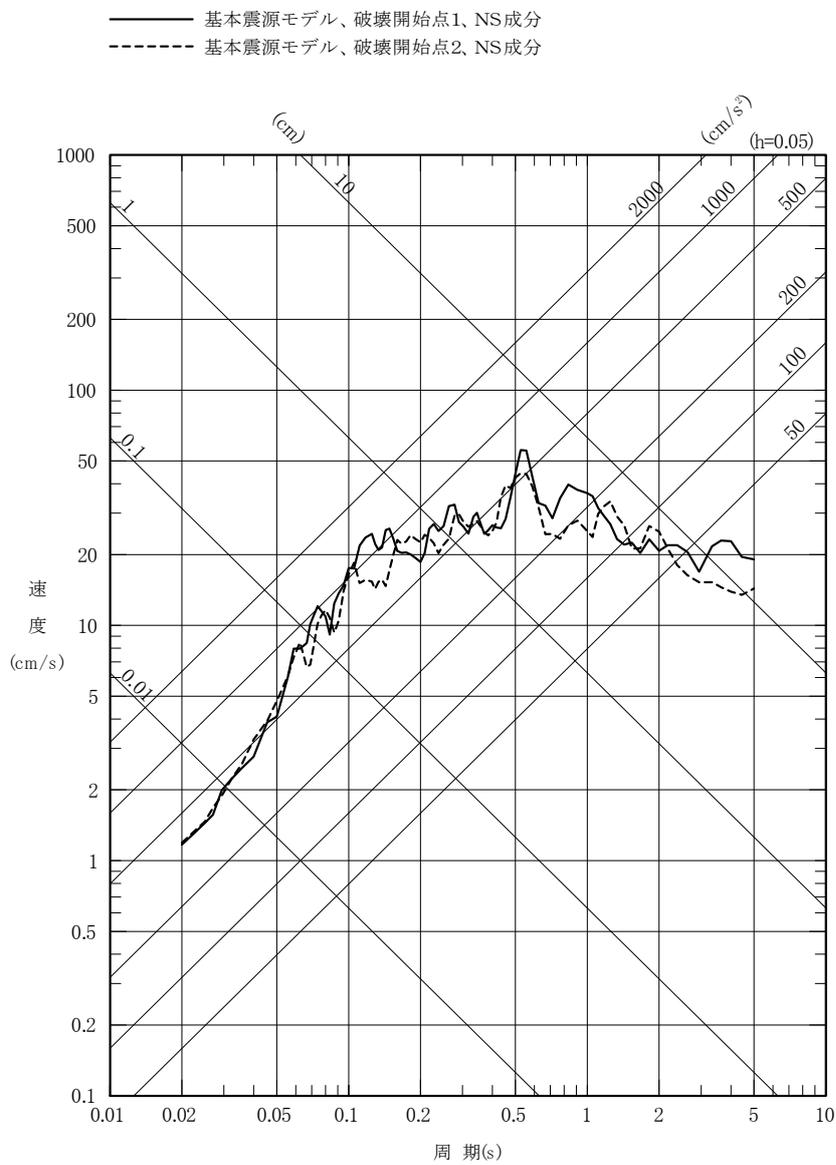
第 5. 6. 25 図(4) 茨城県南部の地震の断層モデル  
(不確かさを考慮したケース：地震規模)



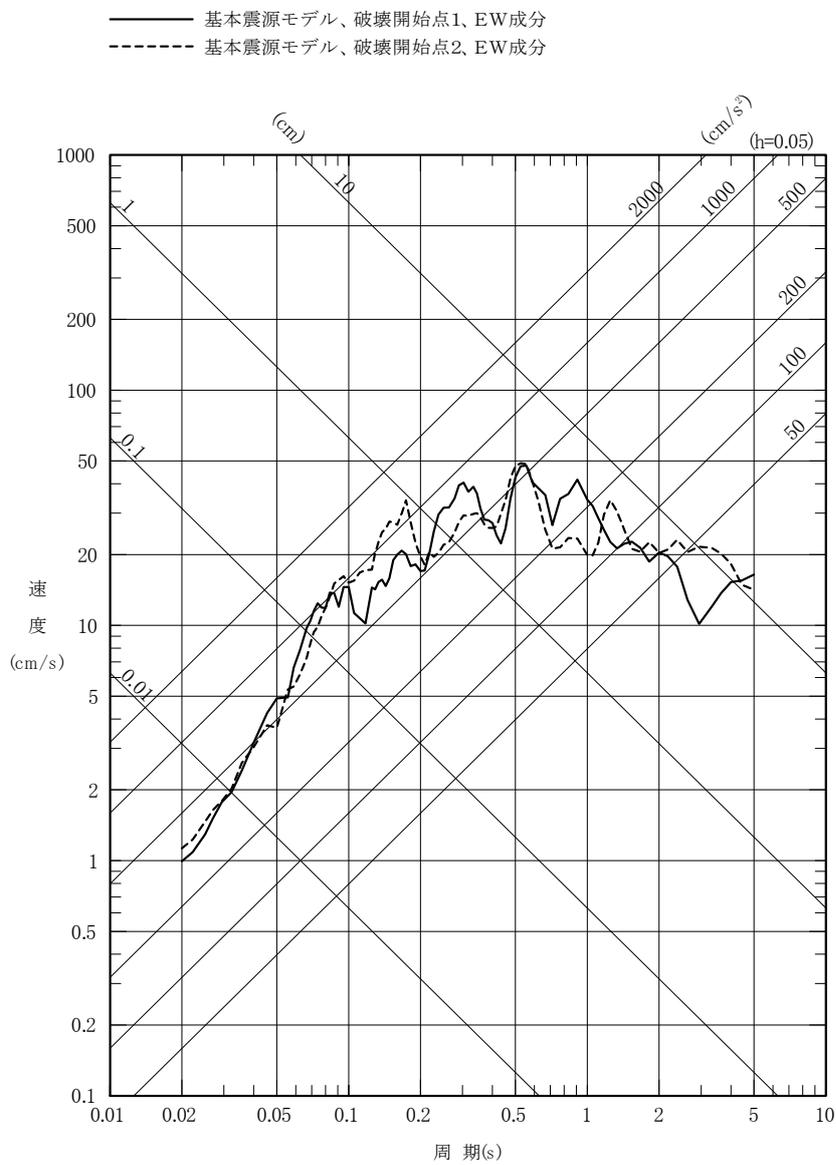
第 5. 6. 26 図(1) 茨城県南部の地震の  
 応答スペクトルに基づく手法による地震動評価結果  
 (水平成分)



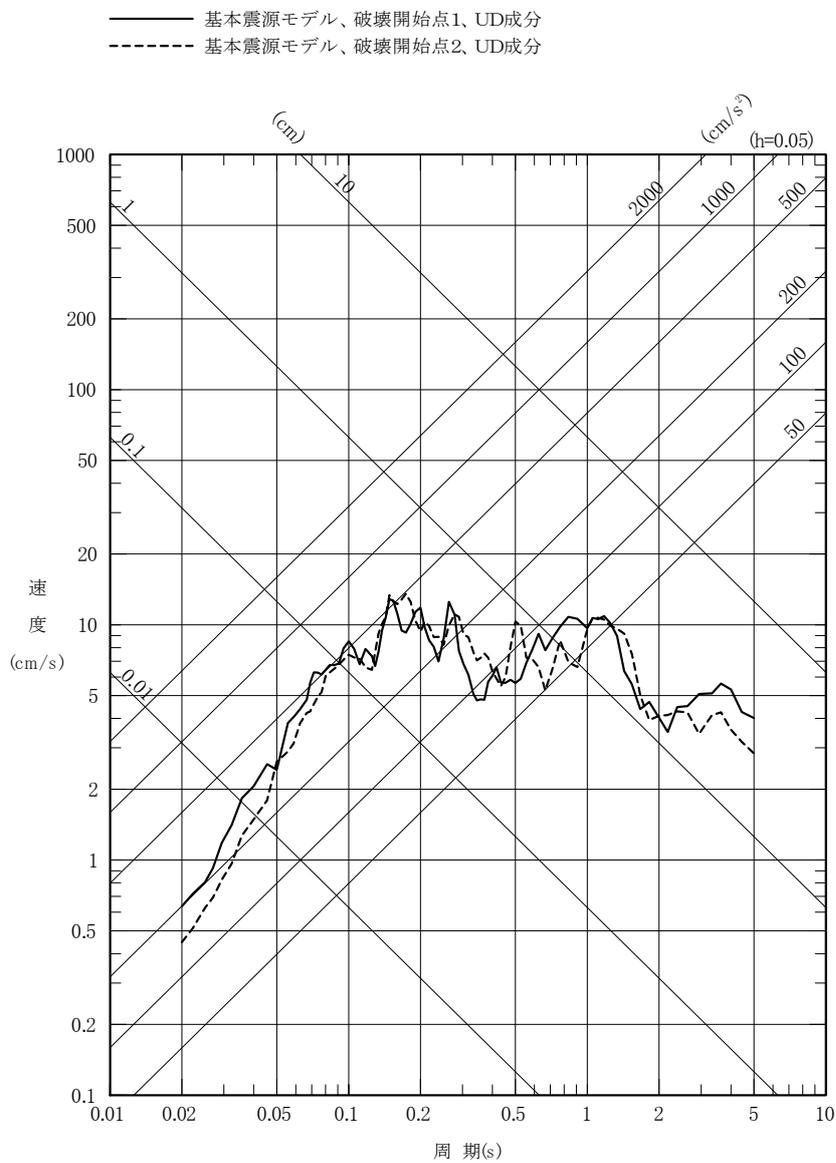
第 5. 6. 26 図(2) 茨城県南部の地震の  
 応答スペクトルに基づく手法による地震動評価結果  
 (鉛直成分)



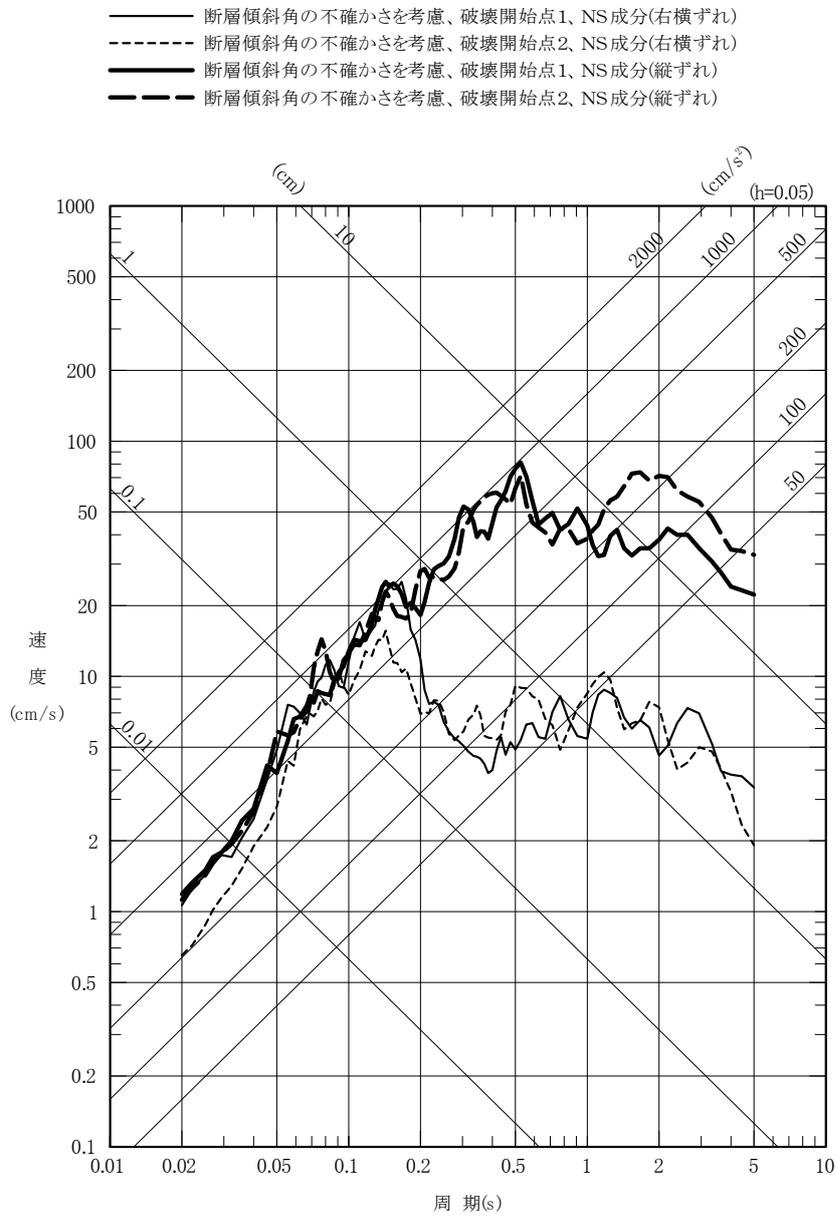
第 5. 6. 27 図(1) 茨城県南部の地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (基本震源モデル、NS 成分)



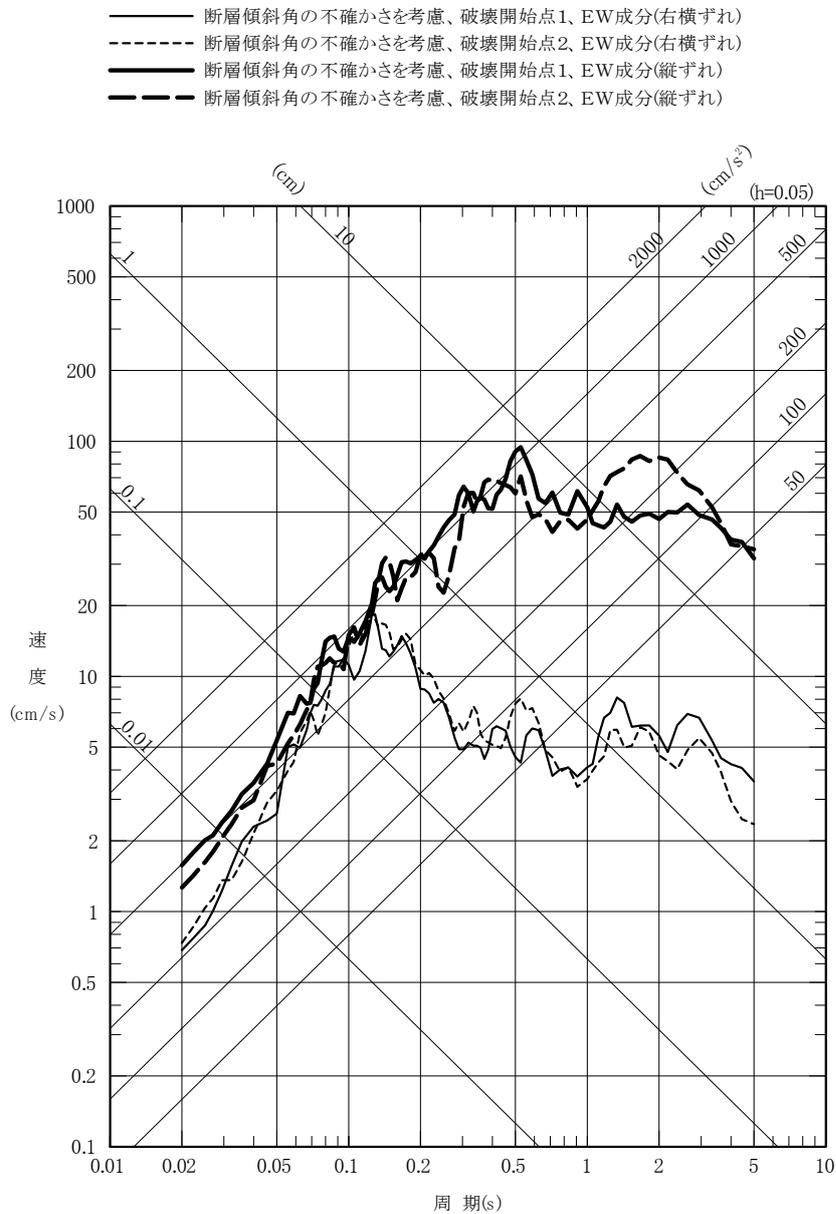
第 5.6.27 図(2) 茨城県南部の地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (基本震源モデル、EW 成分)



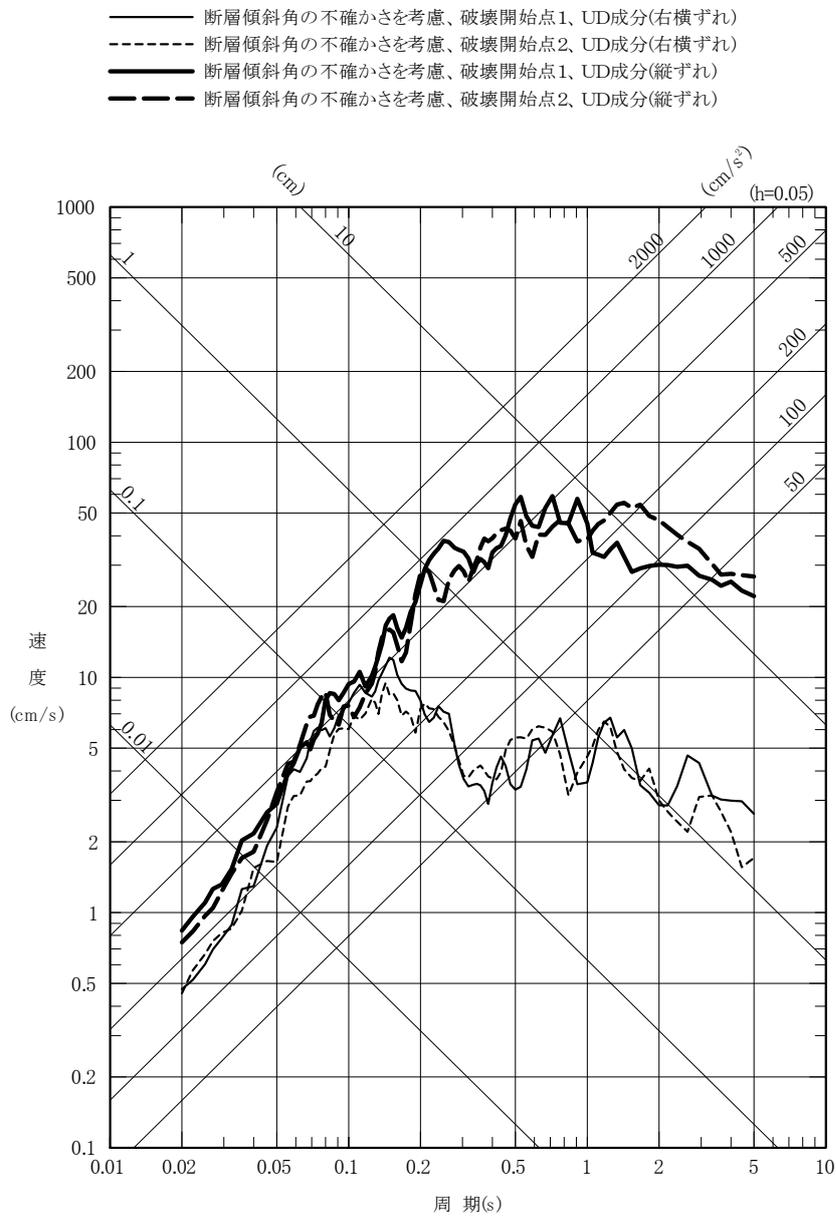
第 5. 6. 27 図(3) 茨城県南部の地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (基本震源モデル、UD 成分)



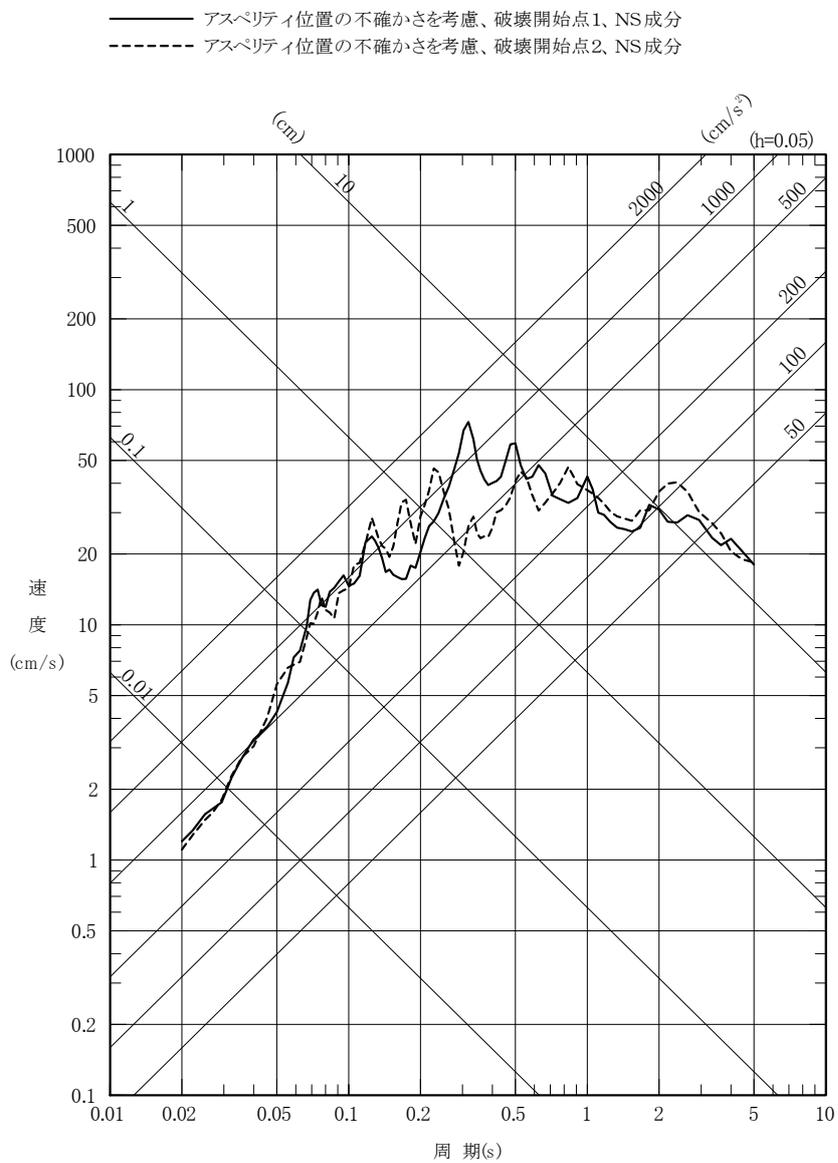
第 5.6.27 図(4) 茨城県南部の地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (不確かさを考慮したケース：断層傾斜角、NS成分)



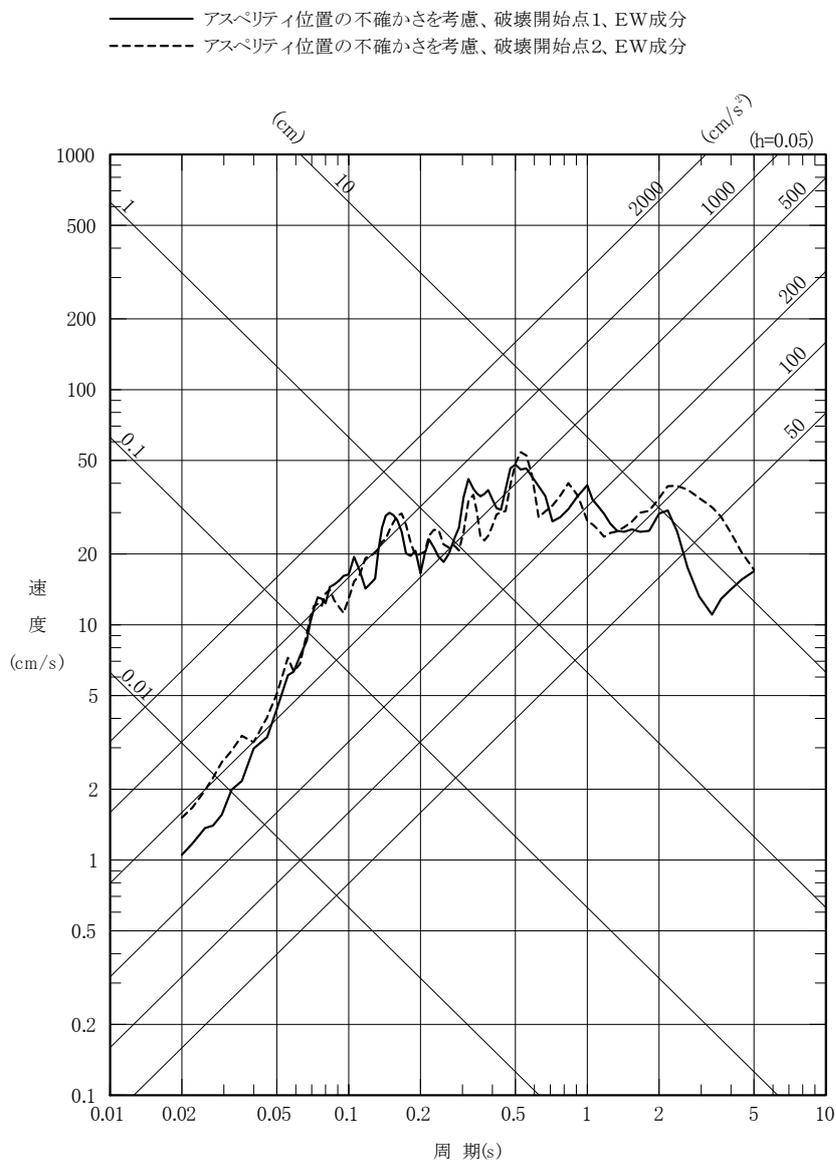
第 5.6.27 図(5) 茨城県南部の地震の  
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
(不確かさを考慮したケース：断層傾斜角、EW成分)



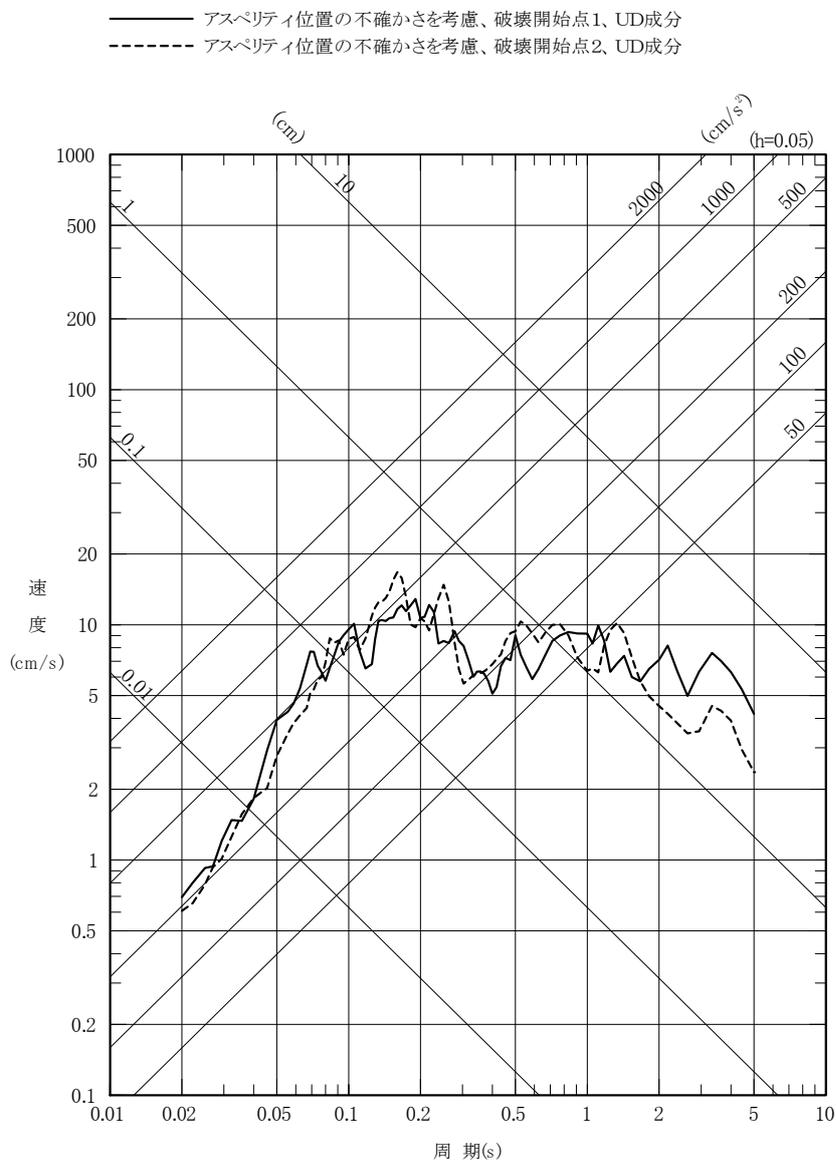
第 5. 6. 27 図(6) 茨城県南部の地震の  
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
(不確かさを考慮したケース：断層傾斜角、UD成分)



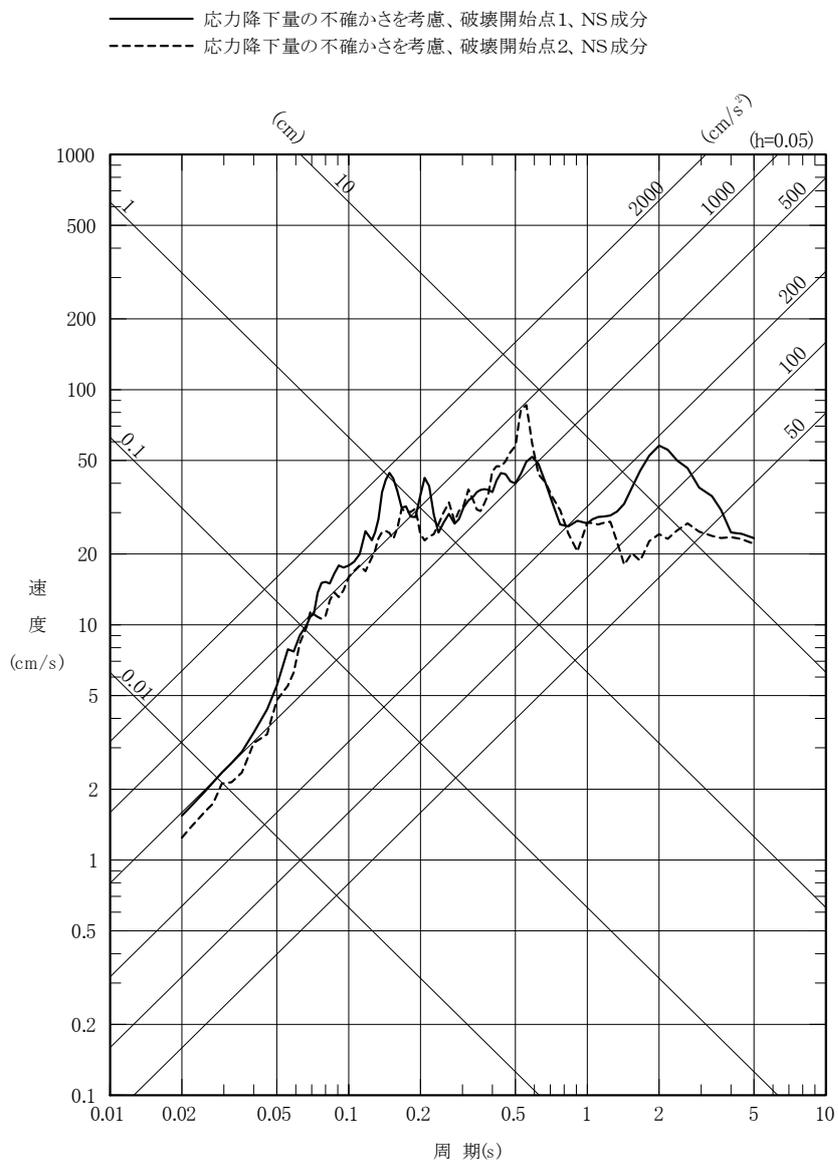
第 5. 6. 27 図(7) 茨城県南部の地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (不確かさを考慮したケース：アスぺリティ位置、NS成分)



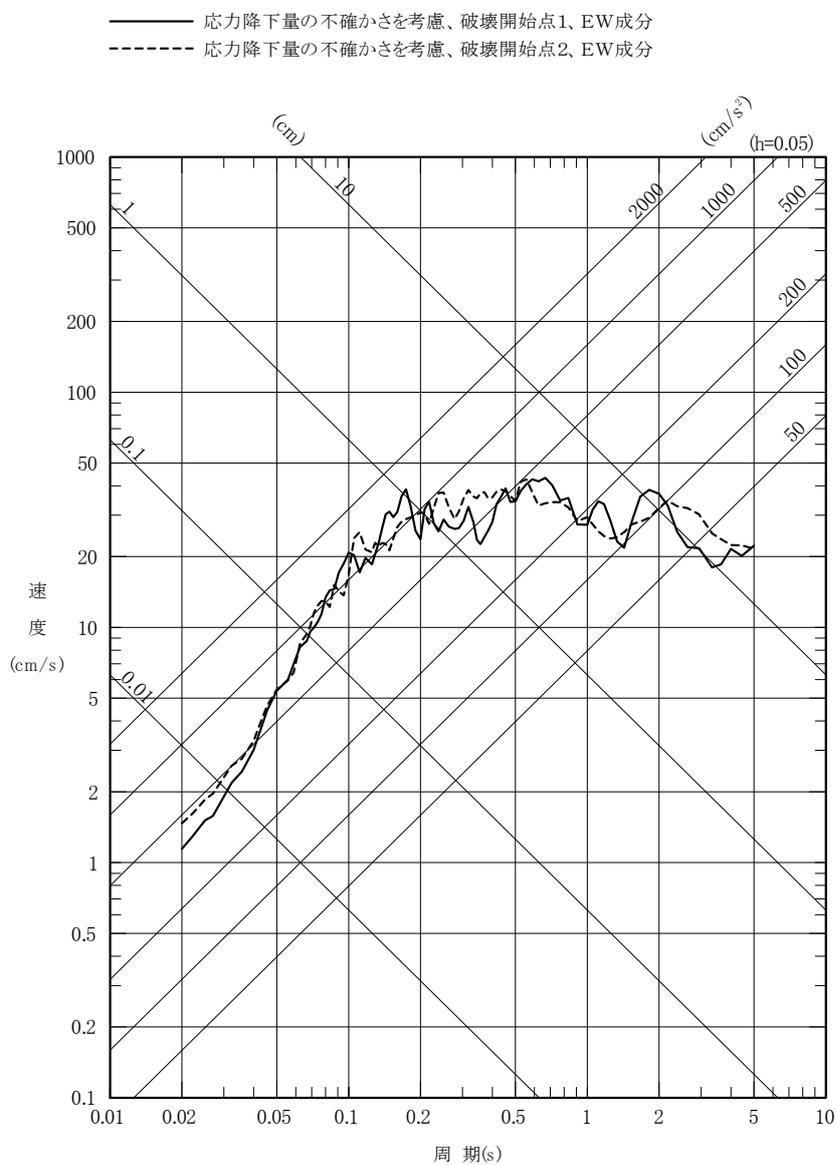
第 5. 6. 27 図(8) 茨城県南部の地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (不確かさを考慮したケース：アスぺリティ位置、EW 成分)



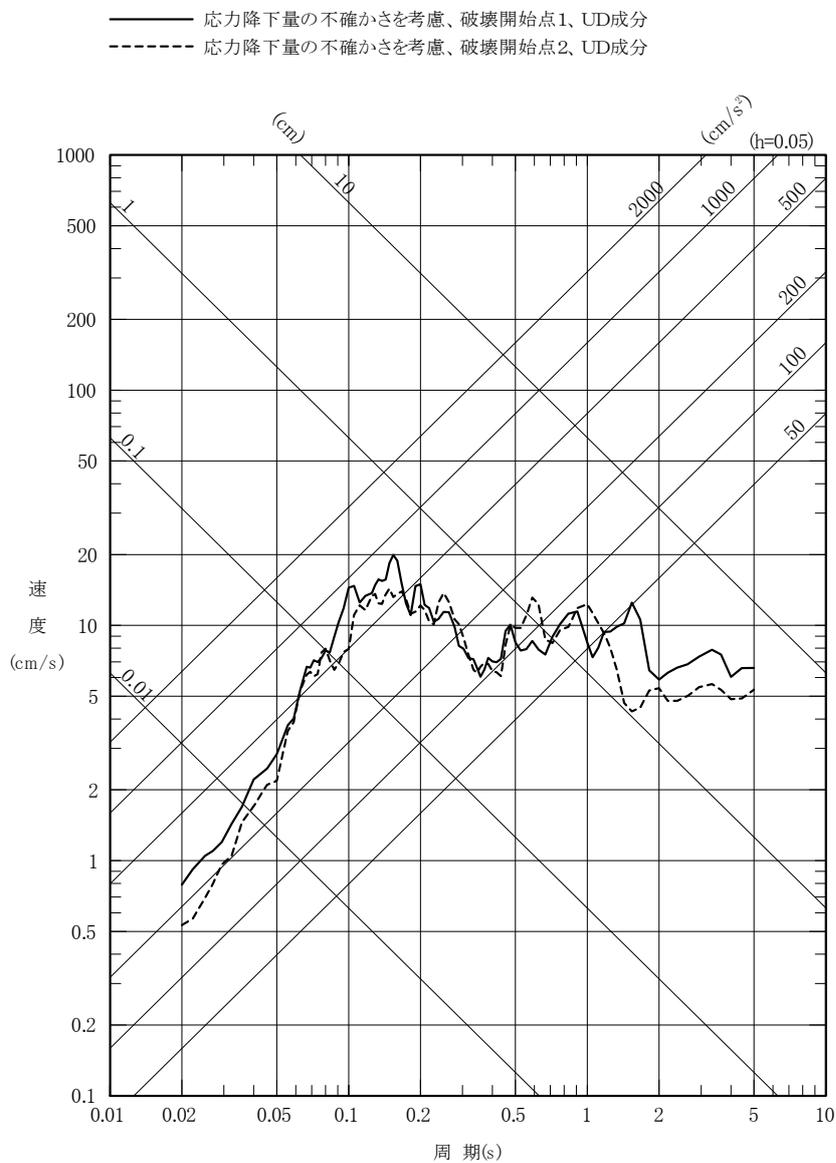
第 5.6.27 図(9) 茨城県南部の地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (不確かさを考慮したケース：アスぺリティ位置、UD成分)



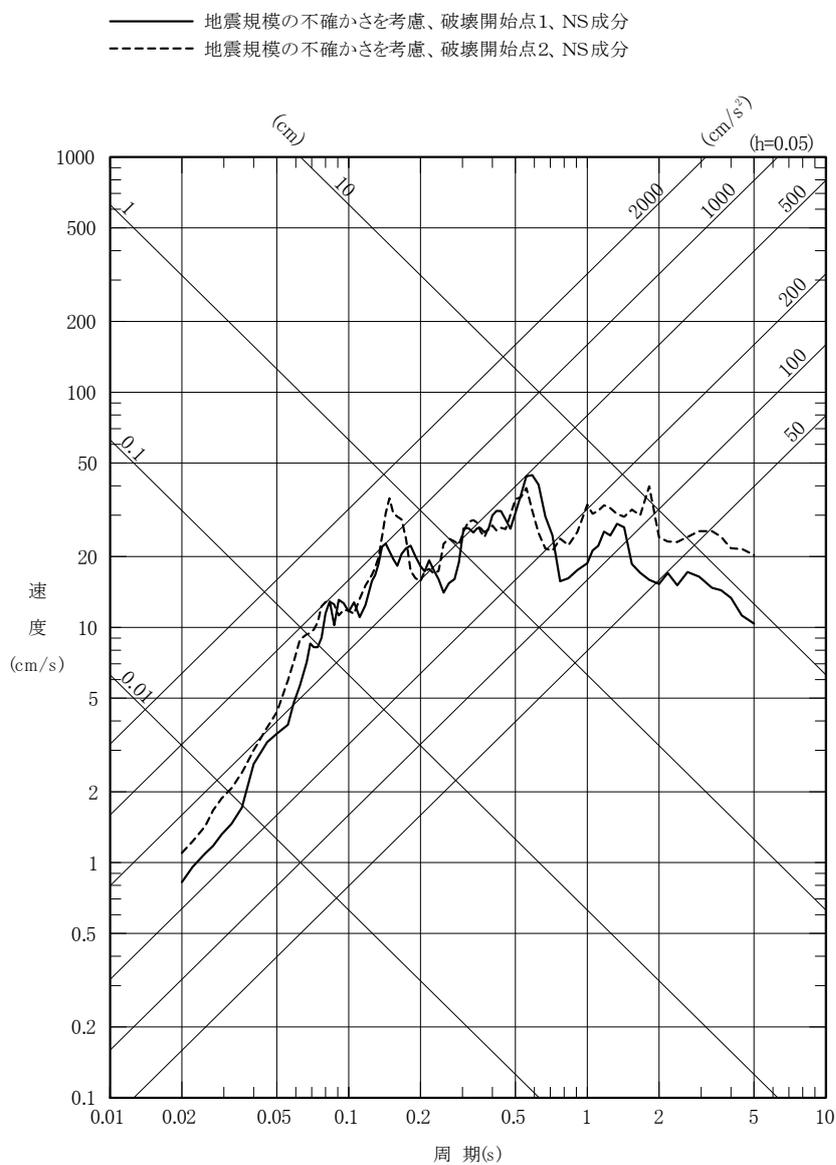
第 5.6.27 図(10) 茨城県南部の地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (不確かさを考慮したケース：応力降下量、NS成分)



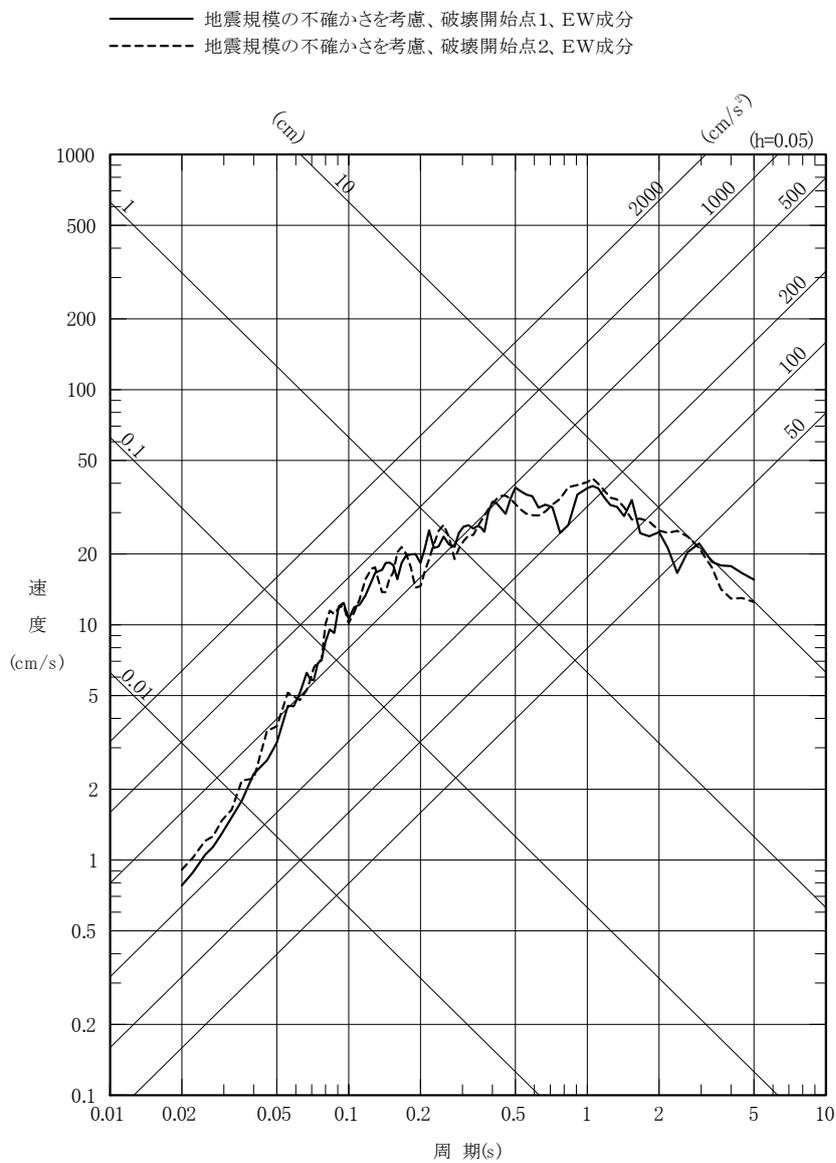
第 5.6.27 図(11) 茨城県南部の地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (不確かさを考慮したケース：応力降下量、EW成分)



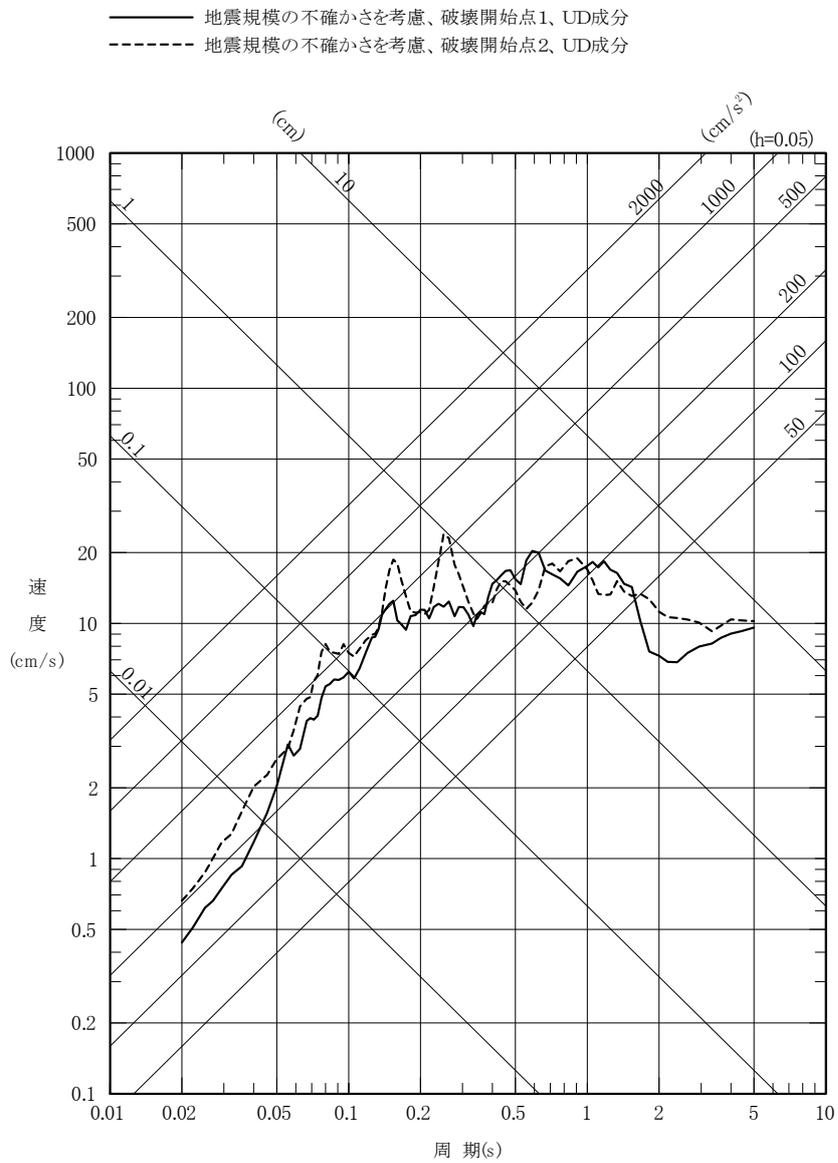
第 5.6.27 図(12) 茨城県南部の地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (不確かさを考慮したケース：応力降下量、UD成分)



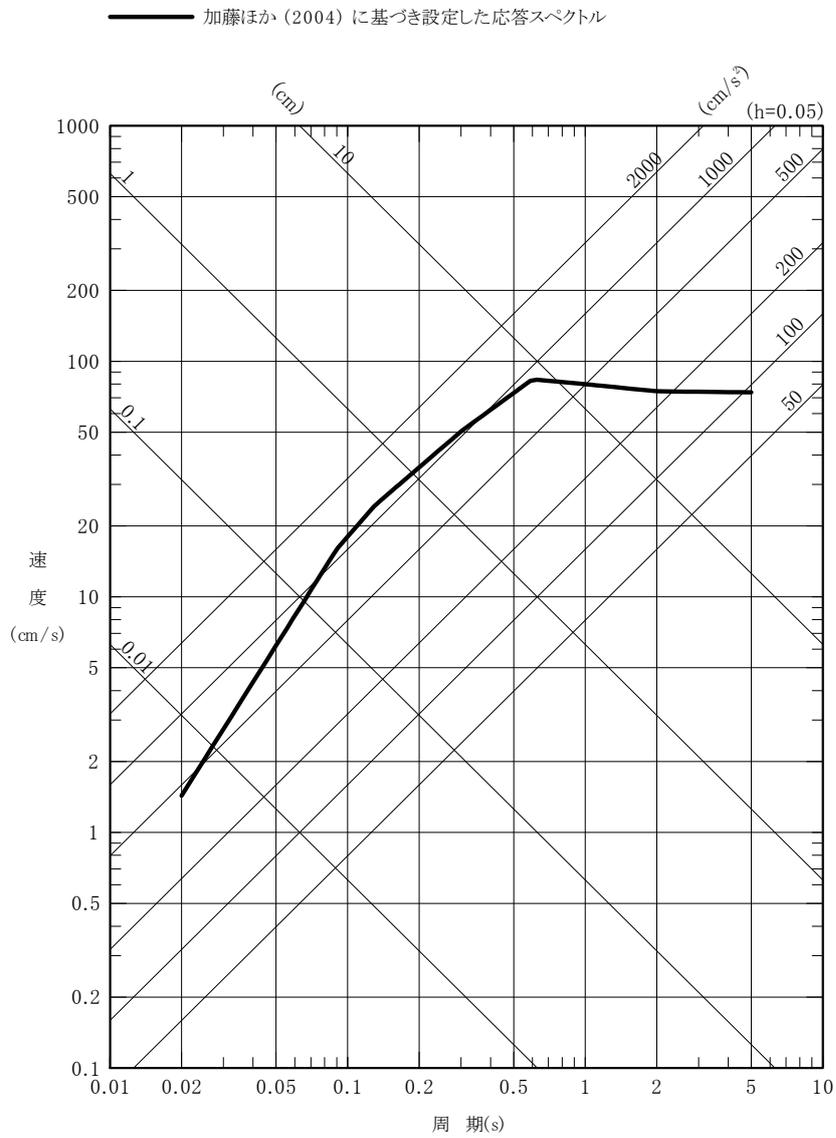
第 5.6.27 図(13) 茨城県南部の地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (不確かさを考慮したケース：地震規模、NS成分)



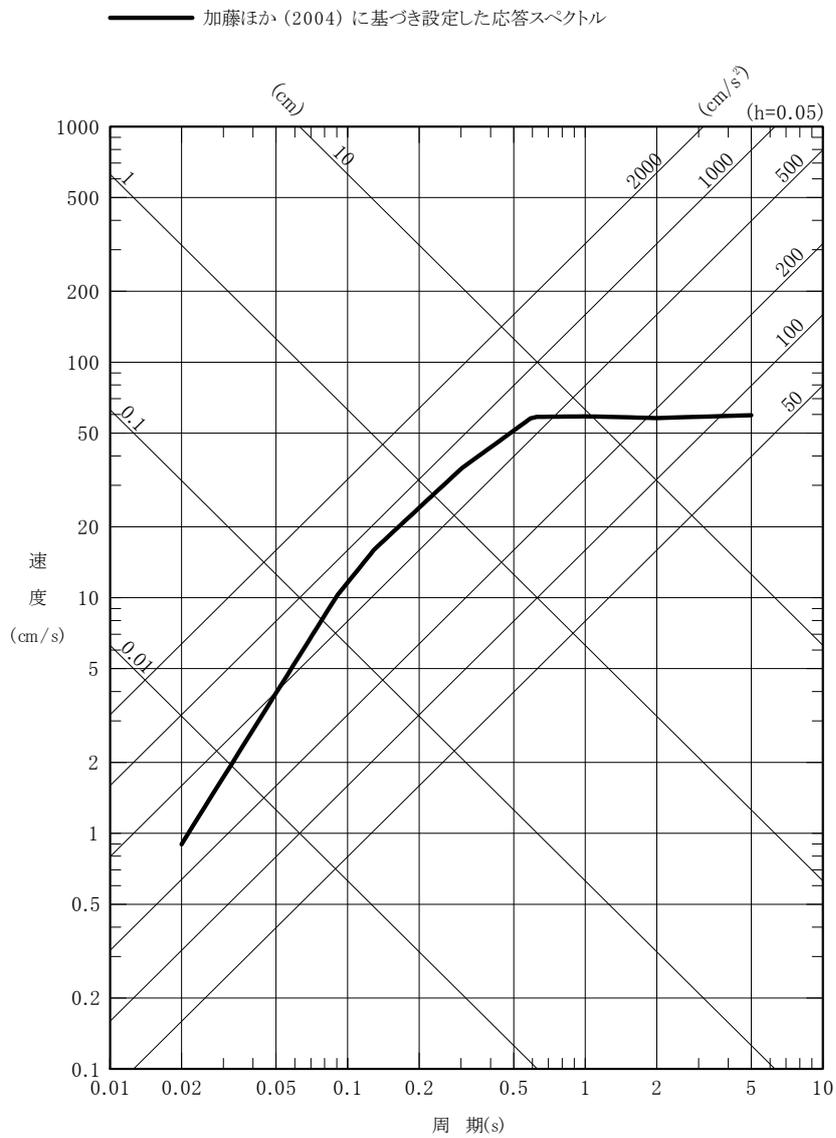
第 5.6.27 図(14) 茨城県南部の地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (不確かさを考慮したケース：地震規模、EW成分)



第 5.6.27 図(15) 茨城県南部の地震の  
 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果  
 (不確かさを考慮したケース：地震規模、UD成分)

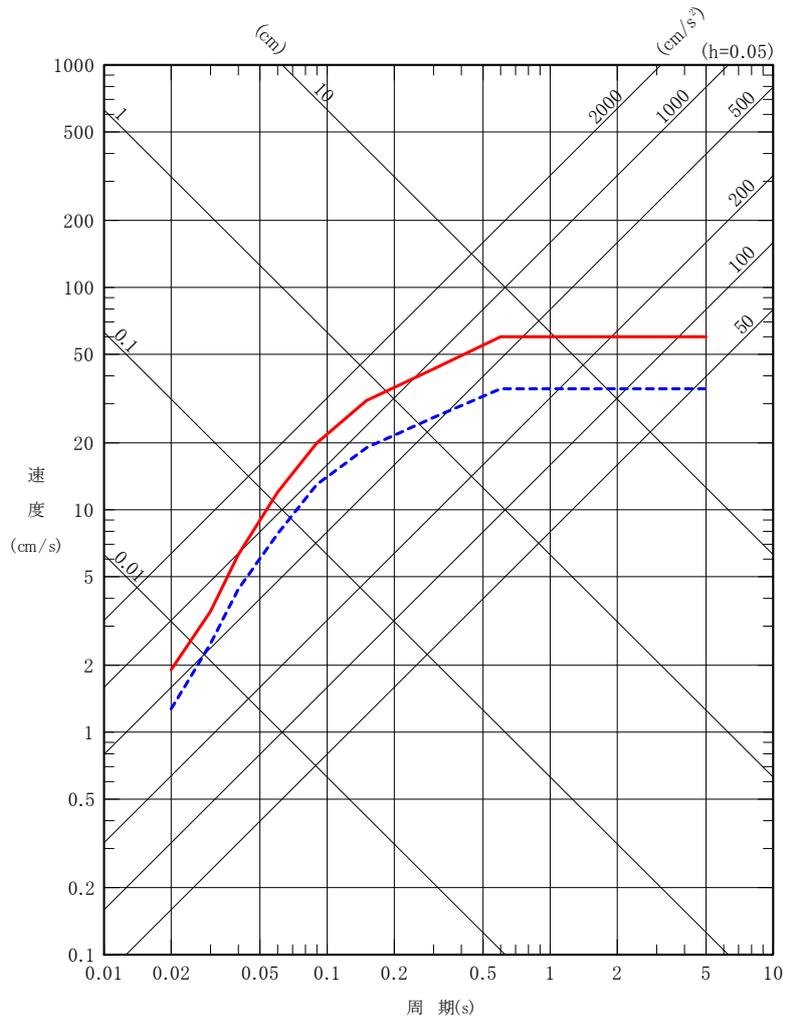


第 5.6.28 図(1) 加藤ほか (2004) に基づき設定した応答スペクトル  
(水平成分)

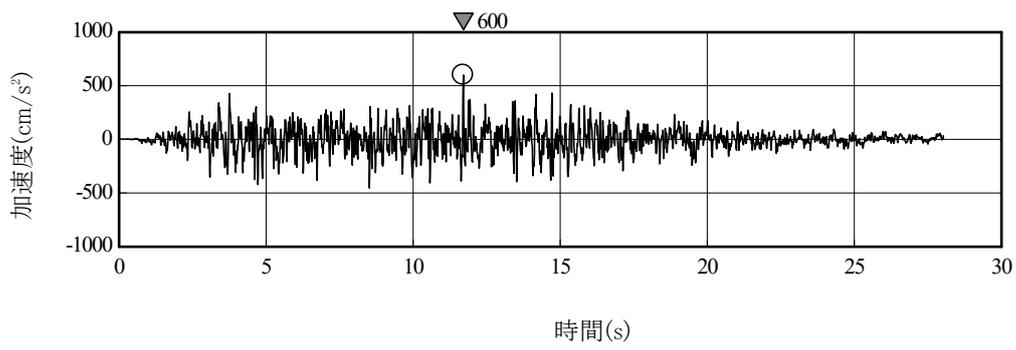


第 5.6.28 図(2) 加藤ほか (2004) に基づき設定した応答スペクトル  
(鉛直成分)

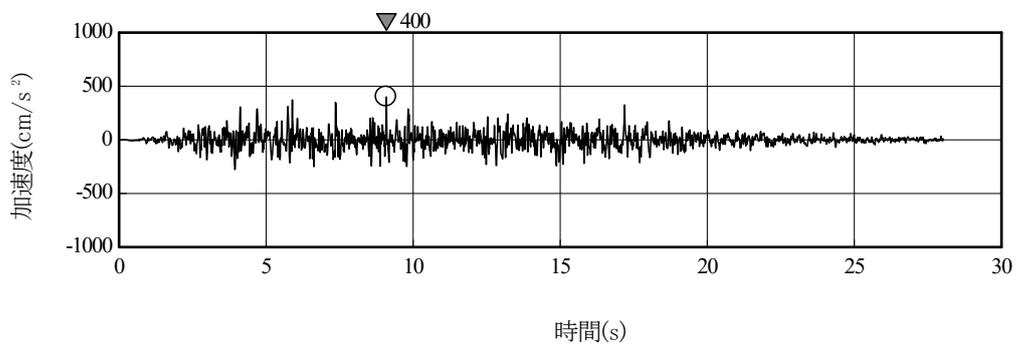
— : 標準応答スペクトル (水平成分)  
 - - - : 標準応答スペクトル (鉛直成分)



第 5.6.29 図 標準応答スペクトル

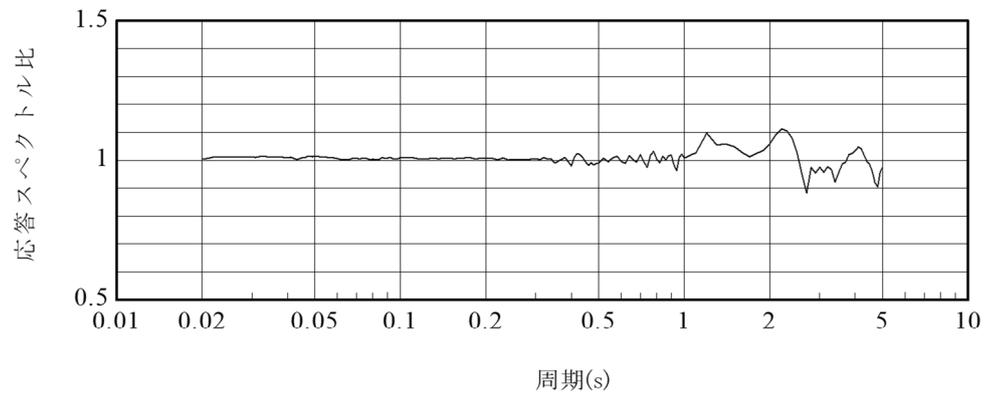


水平成分

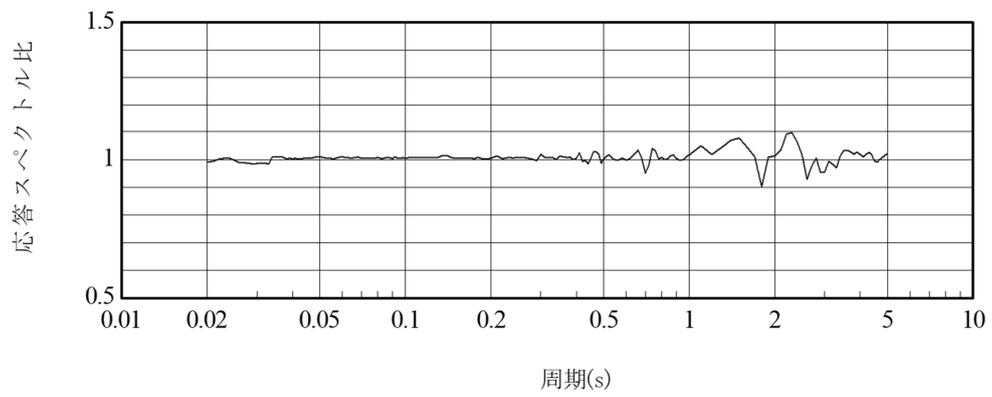


鉛直成分

第 5.6.30 図 地震基盤相当面における標準応答スペクトルに適合する模擬地震波の時刻歴波形

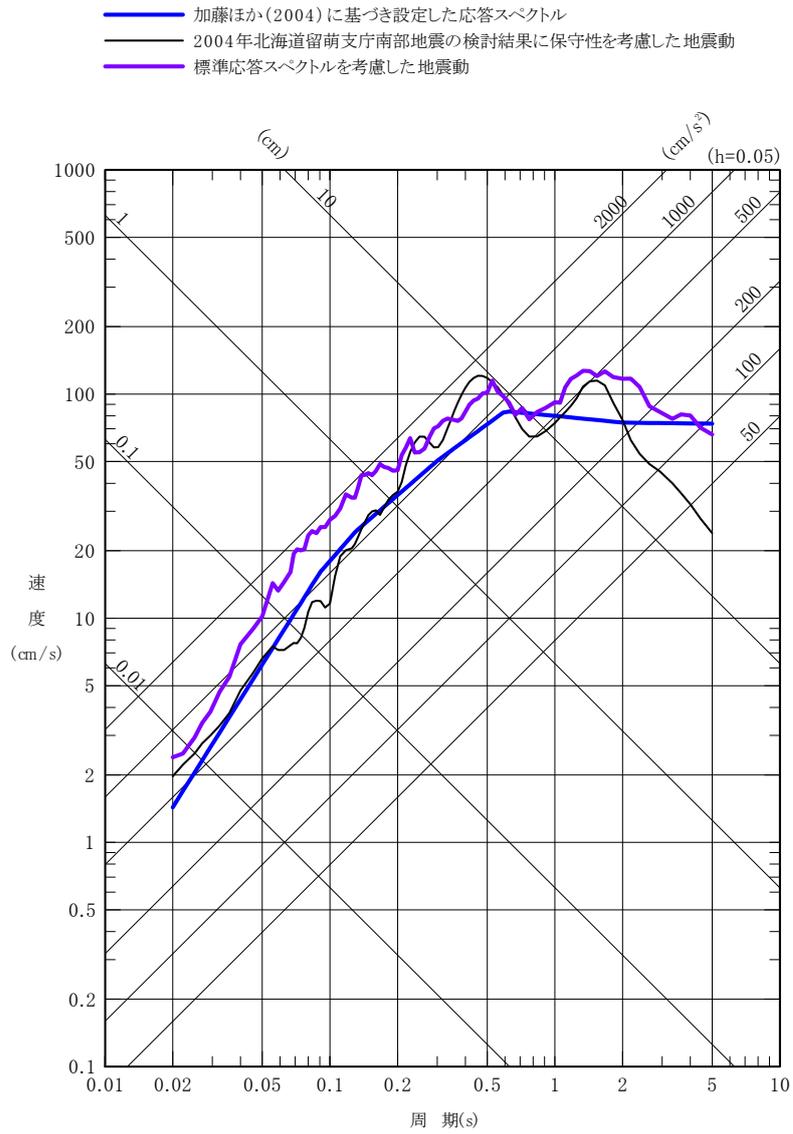


水平成分



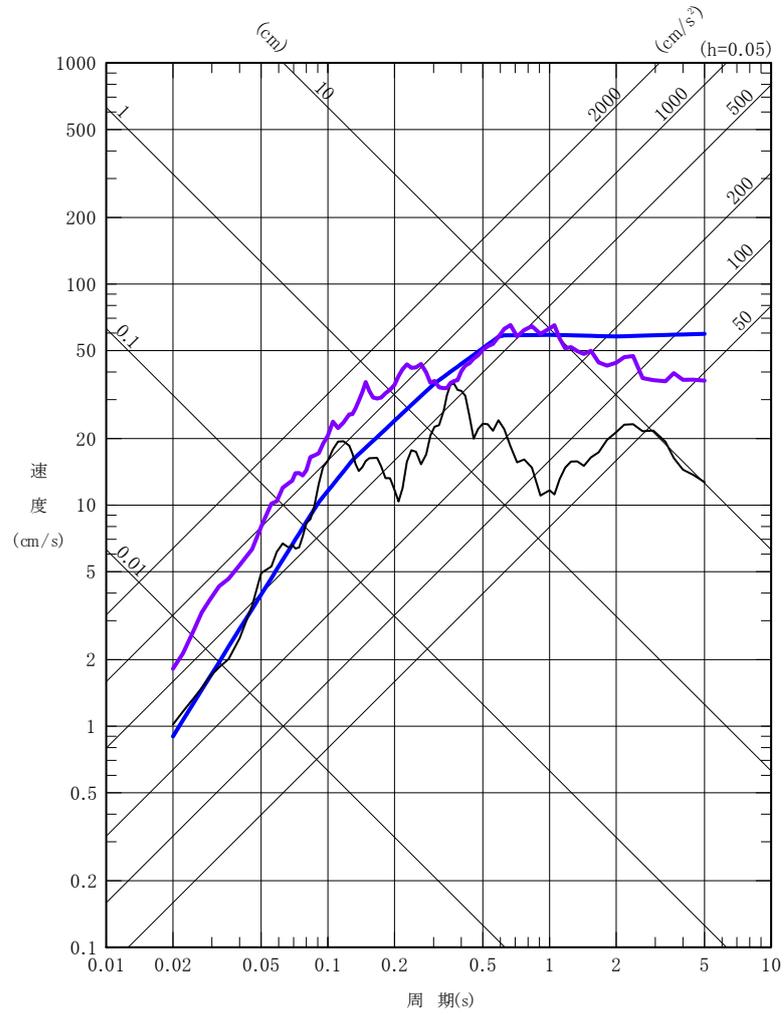
鉛直成分

第 5.6.31 図 地震基盤相当面における標準応答スペクトルに対する模擬地震波の応答スペクトル比



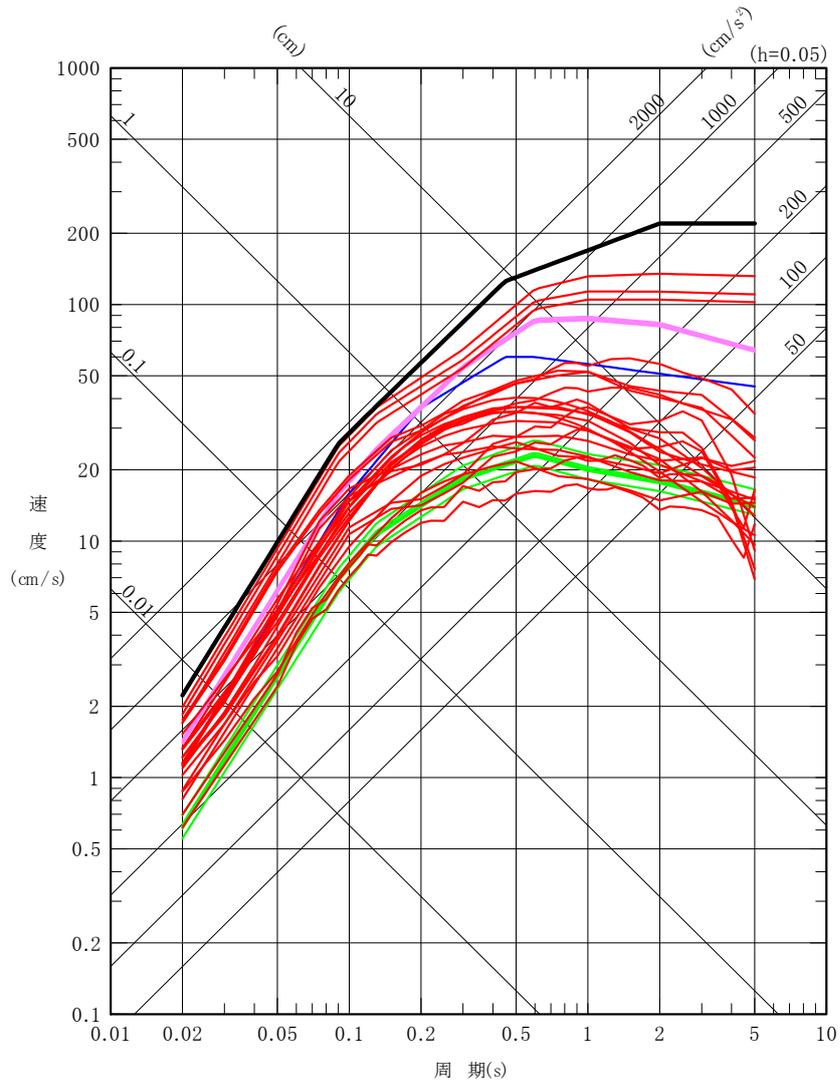
第 5.6.32 図(1) 震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトル  
(水平成分)

- 加藤ほか(2004)に基づき設定した応答スペクトル
- 2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動
- 標準応答スペクトルを考慮した地震動



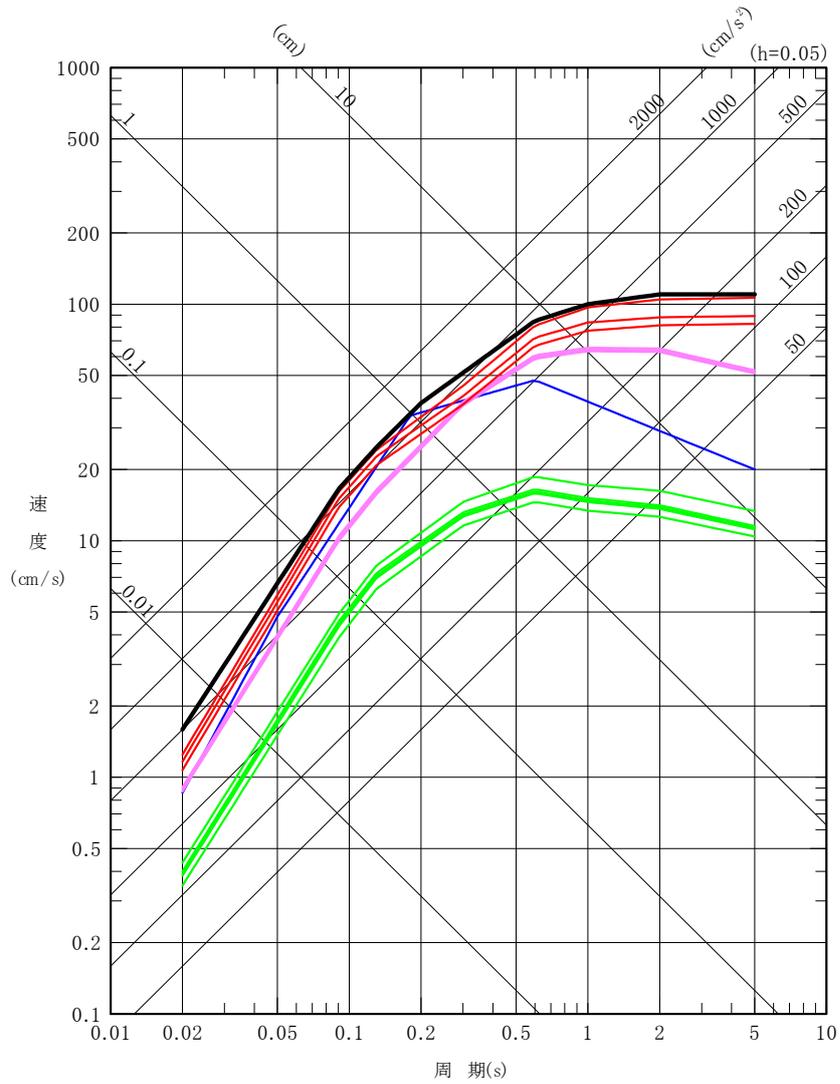
第 5.6.32 図(2) 震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトル  
(鉛直成分)

- 基準地震動  $S_s-D$
- 内陸地殻内地震による評価 (F 1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震)
- 内陸地殻内地震による評価 (F 3 断層～F 4 断層による地震)
- プレート間地震による評価
- 海洋プレート内地震による評価



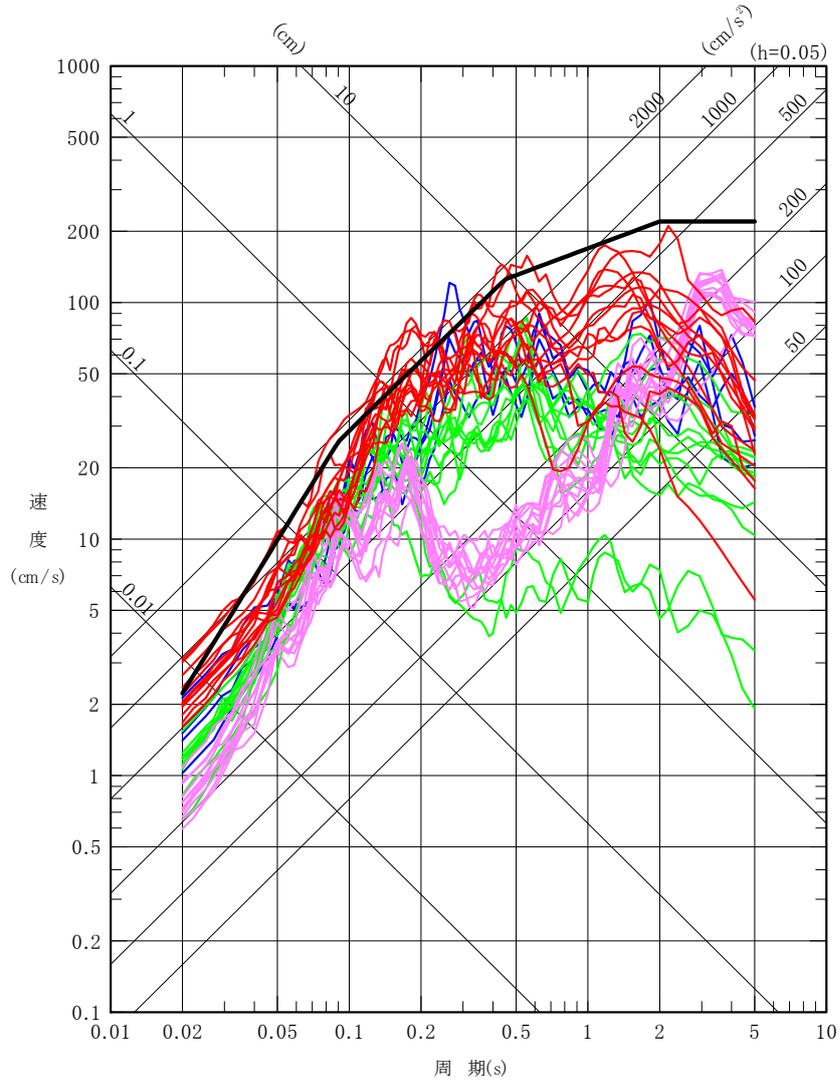
第 5. 6. 33 図(1) 基準地震動  $S_s-D$  の設計用応答スペクトル  
(水平成分、 $S_s-D_H$ )

- 基準地震動  $S_s-D$
- 内陸地殻内地震による評価 (F 1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震)
- 内陸地殻内地震による評価 (F 3 断層～F 4 断層による地震)
- プレート間地震による評価
- 海洋プレート内地震による評価



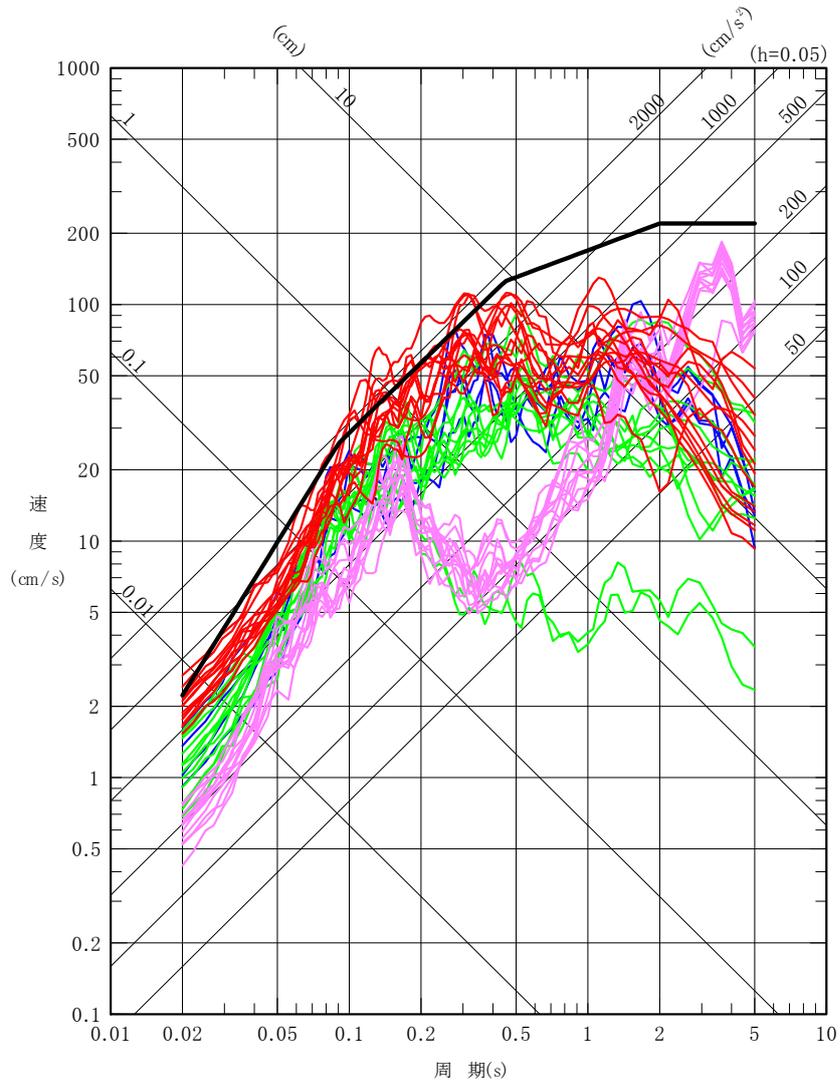
第 5. 6. 33 図 (2) 基準地震動  $S_s-D$  の設計用応答スペクトル  
(鉛直成分、 $S_s-D_v$ )

- 基準地震動 S<sub>s</sub>-D
- 内陸地殻内地震による評価 (F 1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震)
- 内陸地殻内地震による評価 (F 3 断層～F 4 断層による地震)
- プレート間地震による評価
- 海洋プレート内地震による評価



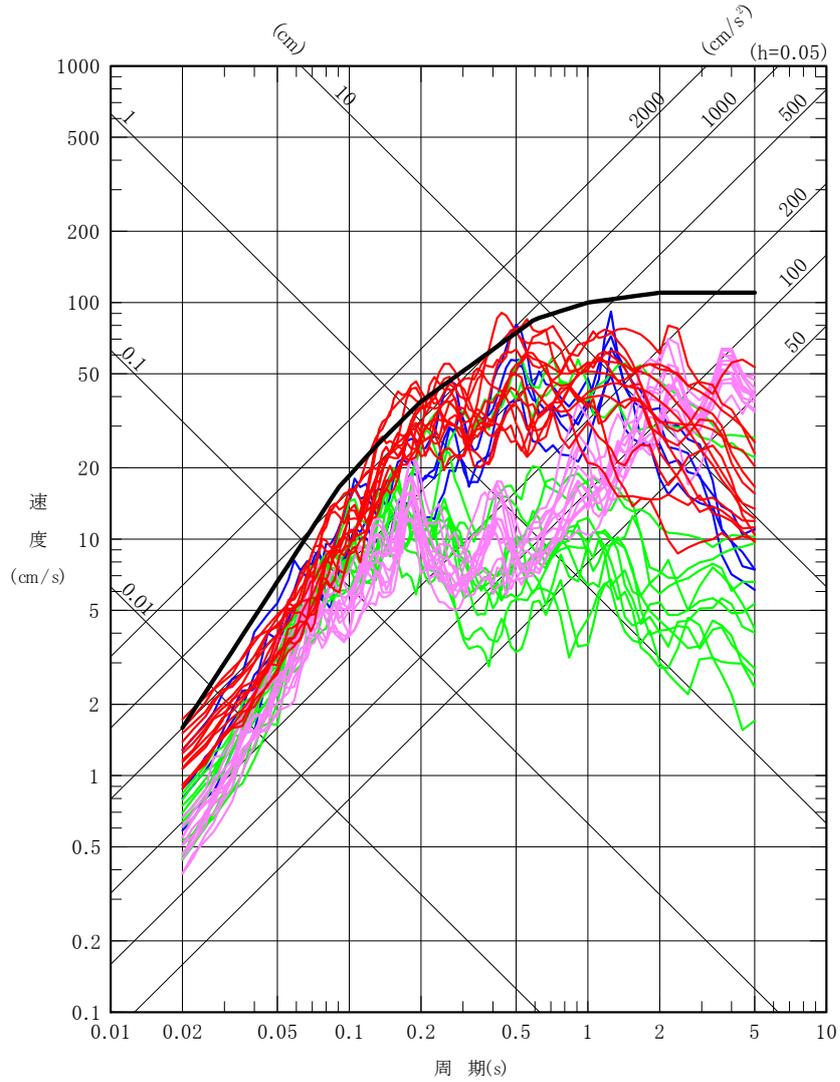
第 5.6.34 図(1) 基準地震動 S<sub>s</sub>-D と  
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較  
(NS 成分)

- 基準地震動 S<sub>s</sub>-D
- 内陸地殻内地震による評価 (F 1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震)
- 内陸地殻内地震による評価 (F 3 断層～F 4 断層による地震)
- プレート間地震による評価
- 海洋プレート内地震による評価



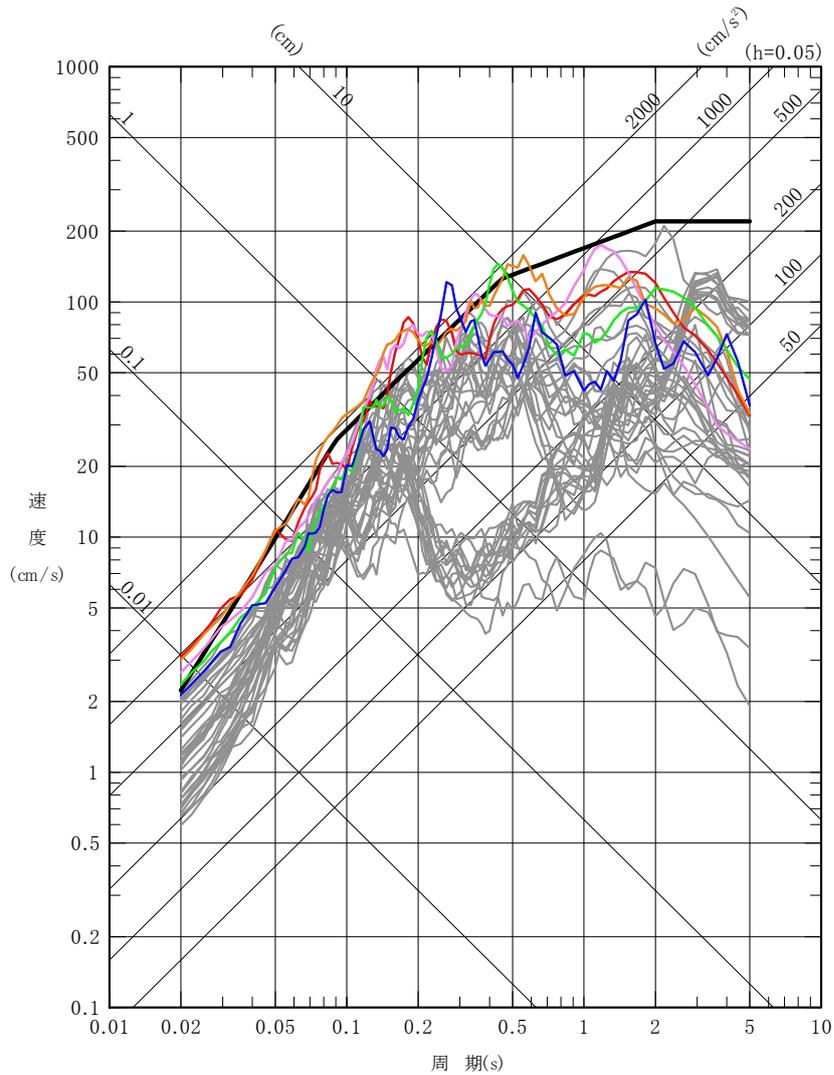
第 5.6.34 図(2) 基準地震動 S<sub>s</sub>-D と  
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較  
(EW 成分)

- 基準地震動 S<sub>s</sub>-D
- 内陸地殻内地震による評価 (F 1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震)
- 内陸地殻内地震による評価 (F 3 断層～F 4 断層による地震)
- プレート間地震による評価
- 海洋プレート内地震による評価



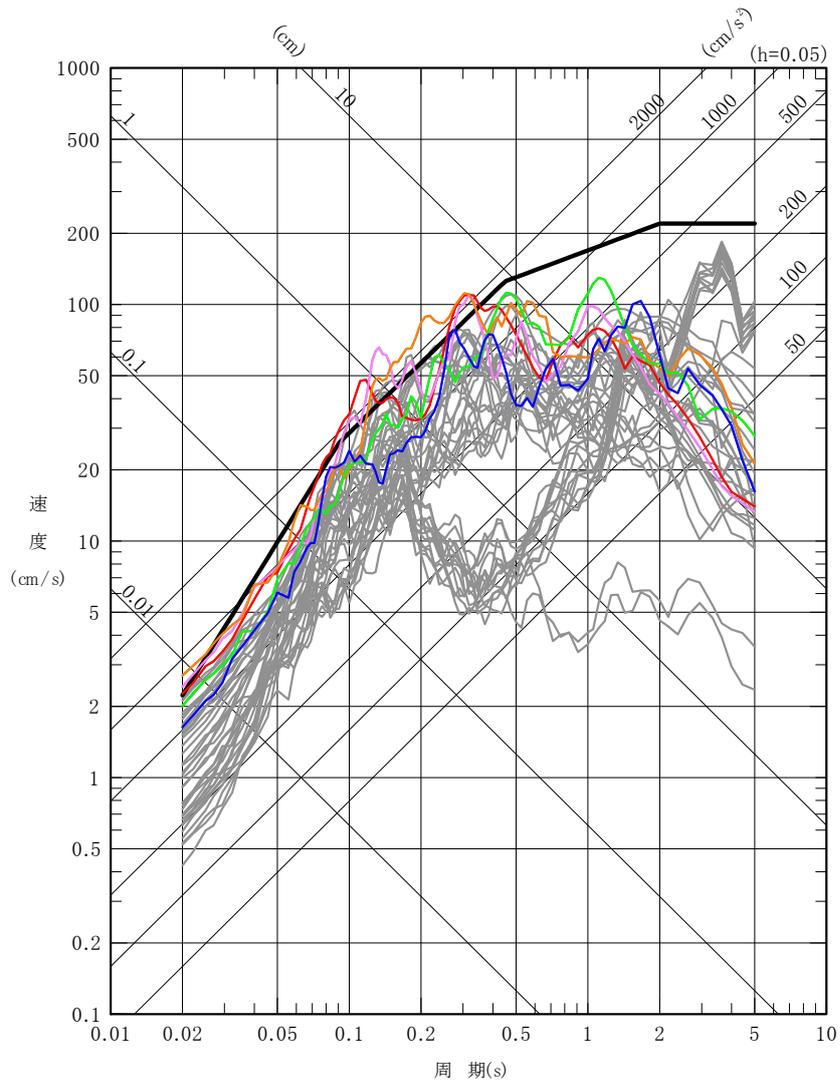
第 5.6.34 図(3) 基準地震動 S<sub>s</sub>-D と  
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較  
(UD 成分)

- 基準地震動  $S_s-D$
- 基準地震動  $S_s-1$   
F 3 断層～F 4 断層による地震（短周期レベルの不確かさを考慮、破壊開始点 1）
- 基準地震動  $S_s-2$   
F 3 断層～F 4 断層による地震（短周期レベルの不確かさを考慮、破壊開始点 2）
- 基準地震動  $S_s-3$   
F 3 断層～F 4 断層による地震（短周期レベルの不確かさを考慮、破壊開始点 3）
- 基準地震動  $S_s-4$   
F 3 断層～F 4 断層による地震（断層傾斜角の不確かさを考慮、破壊開始点 3）
- 基準地震動  $S_s-5$   
2011 年東北地方太平洋沖型地震（SMGA 位置と短周期レベルの不確かさを考慮）
- 断層モデルを用いた手法による各評価



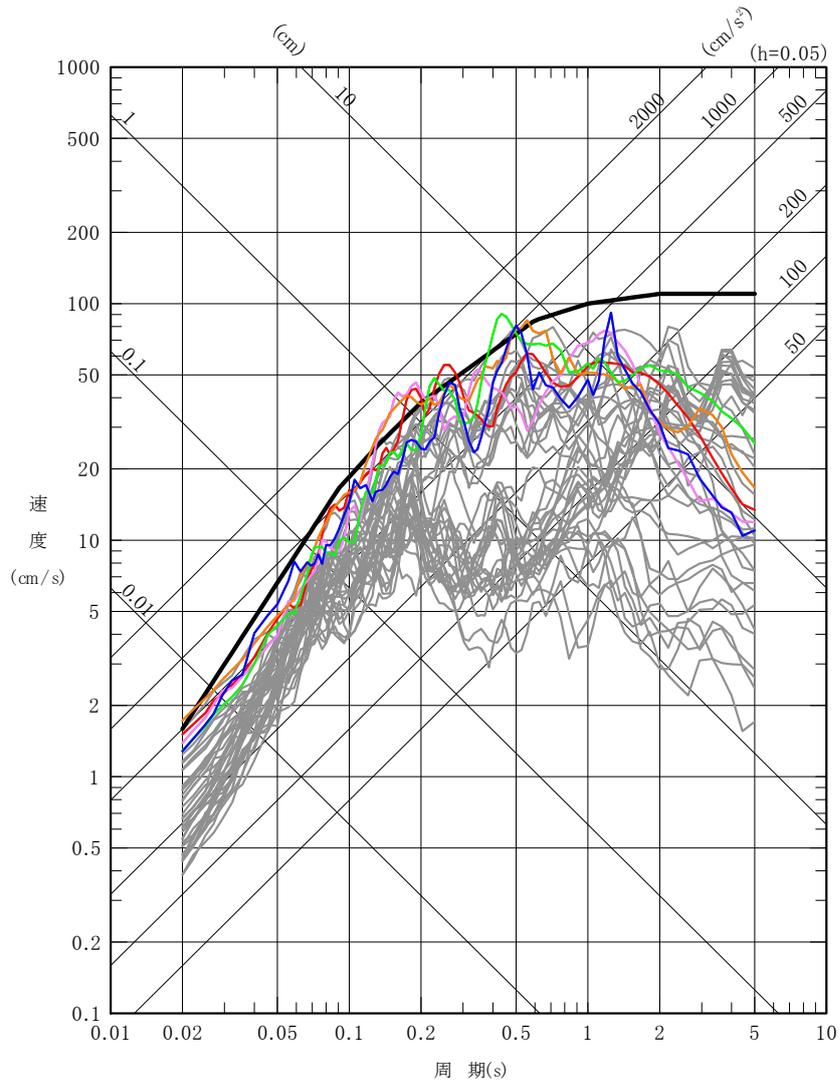
第 5.6.35 図(1) 基準地震動  $S_s-D$  と  
断層モデルを用いた手法による基準地震動  $S_s$  の比較  
(NS 成分)

- 基準地震動 S<sub>s</sub>-D
- 基準地震動 S<sub>s</sub>-1  
F 3 断層～F 4 断層による地震 (短周期レベルの不確かさを考慮、破壊開始点 1)
- 基準地震動 S<sub>s</sub>-2  
F 3 断層～F 4 断層による地震 (短周期レベルの不確かさを考慮、破壊開始点 2)
- 基準地震動 S<sub>s</sub>-3  
F 3 断層～F 4 断層による地震 (短周期レベルの不確かさを考慮、破壊開始点 3)
- 基準地震動 S<sub>s</sub>-4  
F 3 断層～F 4 断層による地震 (断層傾斜角の不確かさを考慮、破壊開始点 3)
- 基準地震動 S<sub>s</sub>-5  
2011 年東北地方太平洋沖型地震 (SMGA 位置と短周期レベルの不確かさを考慮)
- 断層モデルを用いた手法による各評価



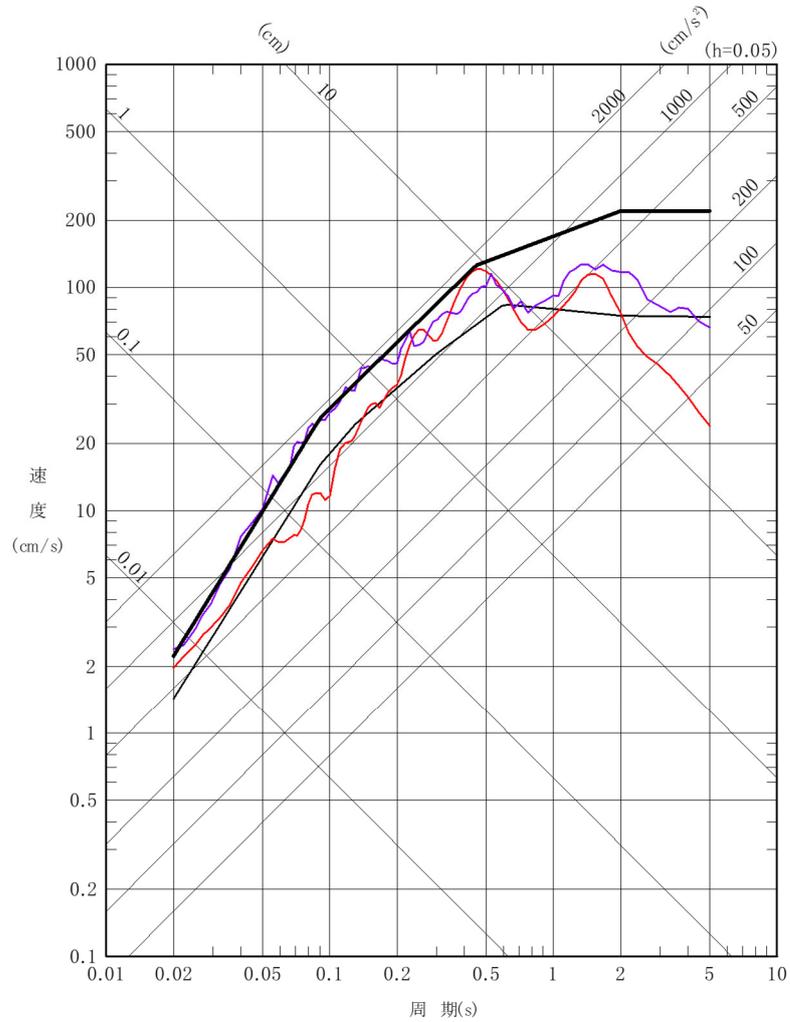
第 5.6.35 図(2) 基準地震動 S<sub>s</sub>-D と  
断層モデルを用いた手法による基準地震動 S<sub>s</sub> の比較  
(EW 成分)

- 基準地震動 S<sub>s</sub>-D
- 基準地震動 S<sub>s</sub>-1  
F 3 断層～F 4 断層による地震（短周期レベルの不確かさを考慮、破壊開始点 1）
- 基準地震動 S<sub>s</sub>-2  
F 3 断層～F 4 断層による地震（短周期レベルの不確かさを考慮、破壊開始点 2）
- 基準地震動 S<sub>s</sub>-3  
F 3 断層～F 4 断層による地震（短周期レベルの不確かさを考慮、破壊開始点 3）
- 基準地震動 S<sub>s</sub>-4  
F 3 断層～F 4 断層による地震（断層傾斜角の不確かさを考慮、破壊開始点 3）
- 基準地震動 S<sub>s</sub>-5  
2011 年東北地方太平洋沖型地震（SMGA 位置と短周期レベルの不確かさを考慮）
- 断層モデルを用いた手法による各評価



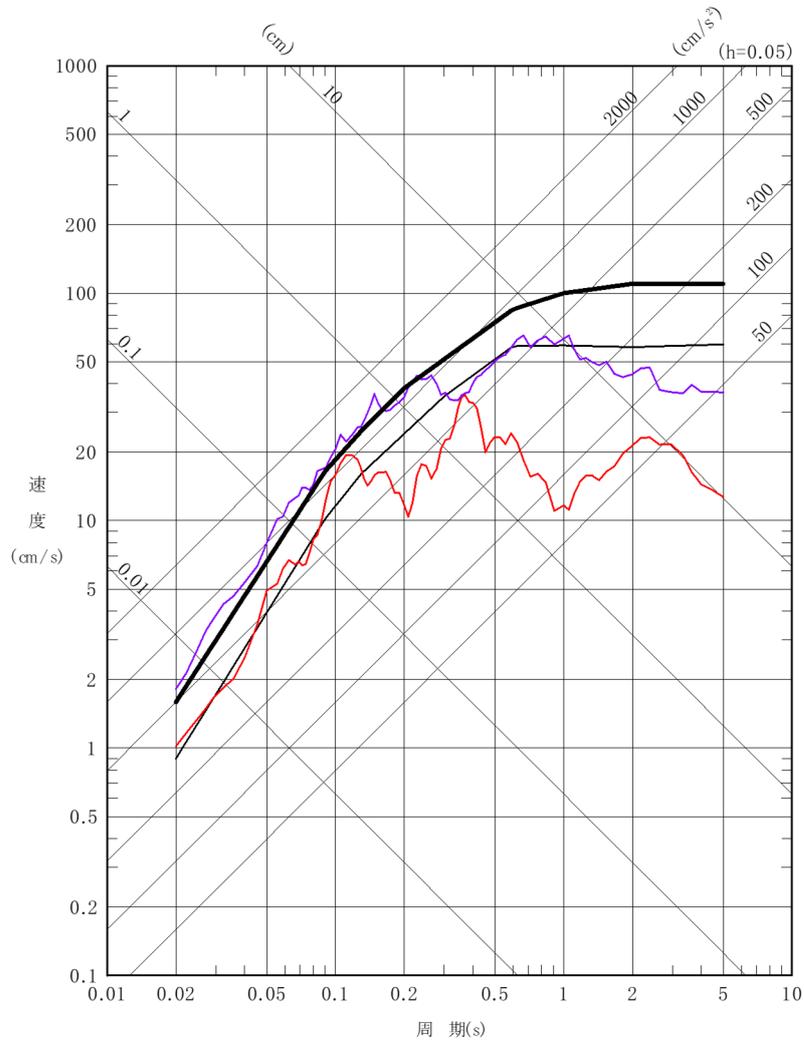
第 5.6.35 図(3) 基準地震動 S<sub>s</sub>-D と  
断層モデルを用いた手法による基準地震動 S<sub>s</sub> の比較  
(UD 成分)

- 基準地震動 S<sub>s</sub>-D
- 2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動
- 加藤ほか(2004)に基づき設定した応答スペクトル
- 標準応答スペクトルを考慮した地震動

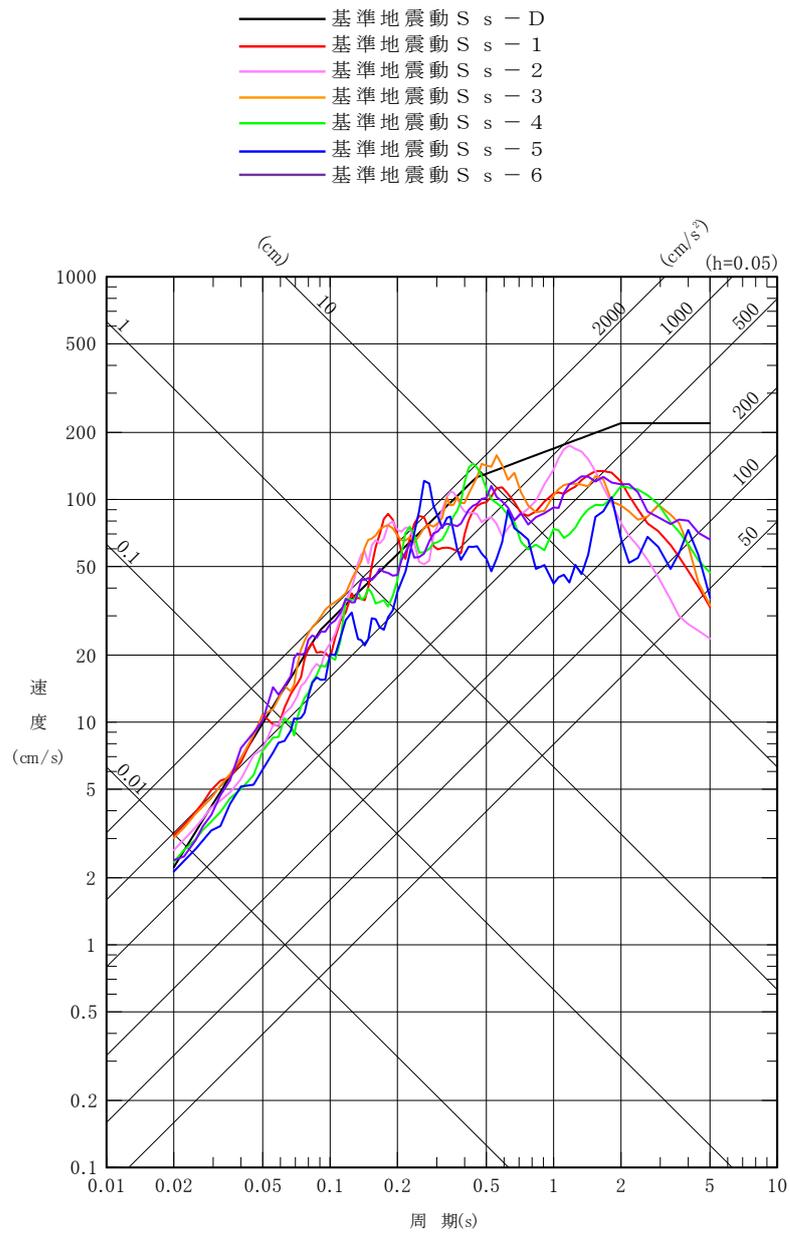


第 5.6.36 図(1) 基準地震動 S<sub>s</sub>-D と震源を特定せず策定する地震動の比較  
(水平成分)

- 基準地震動 S<sub>s</sub>-D
- 2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動
- 加藤ほか(2004)に基づき設定した応答スペクトル
- 標準応答スペクトルを考慮した地震動

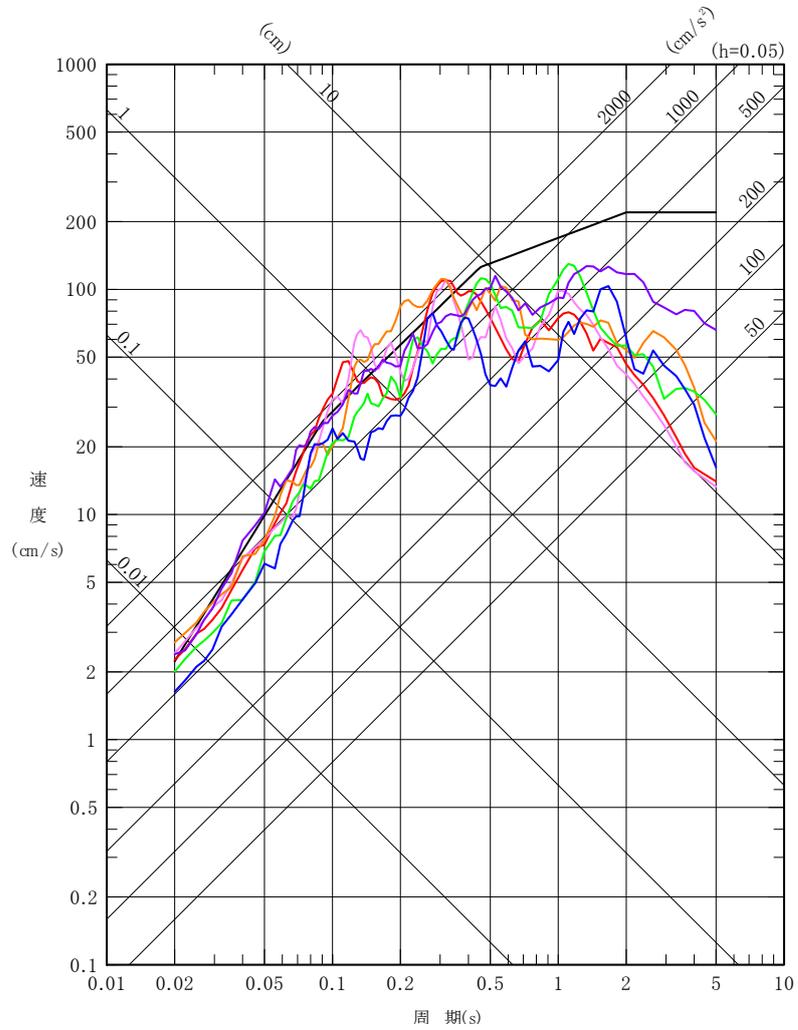


第 5.6.36 図(2) 基準地震動 S<sub>s</sub>-D と震源を特定せず策定する地震動の比較  
(鉛直成分)

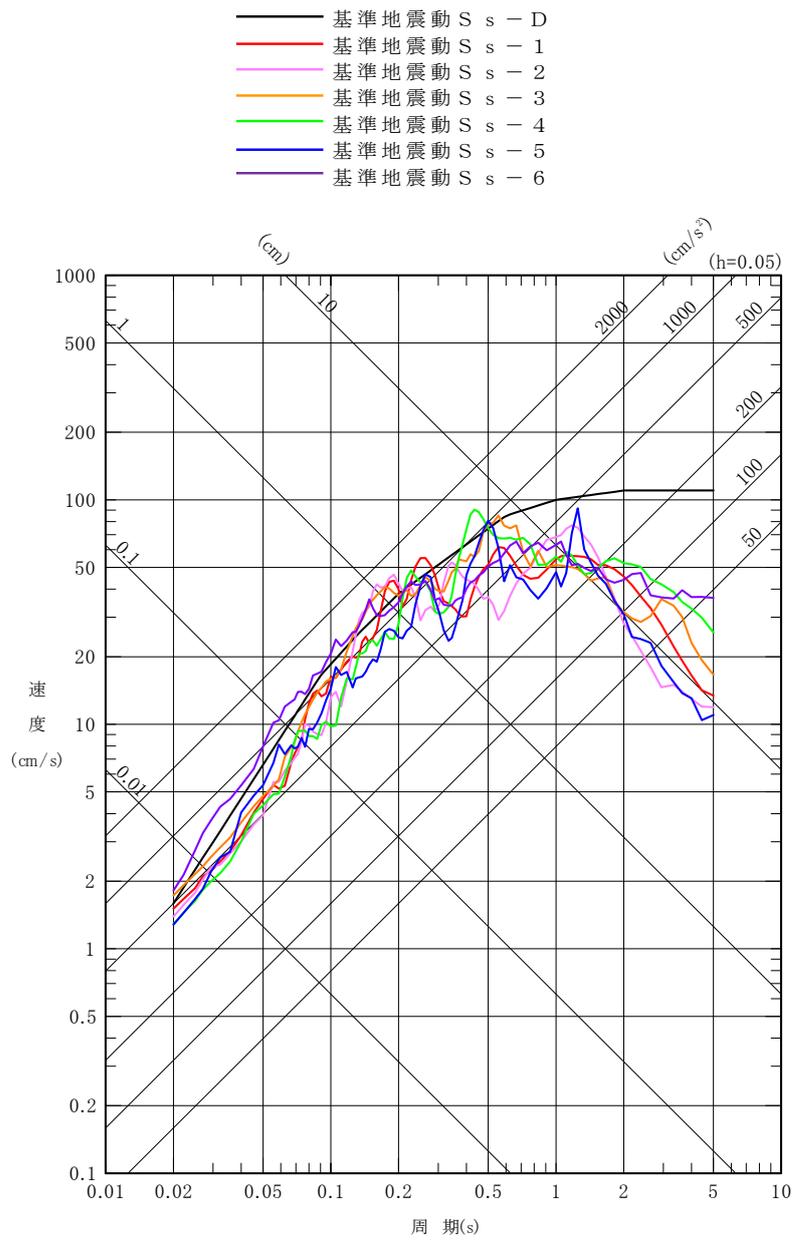


第 5. 6. 37 図(1) 基準地震動  $S_s$  の応答スペクトル  
(NS 成分)

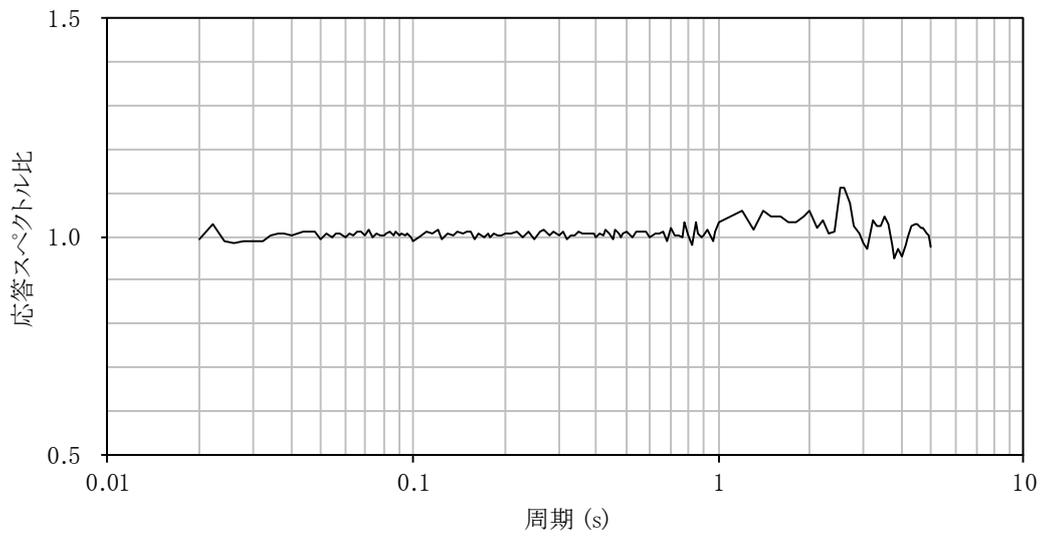
- 基準地震動  $S_s - D$
- 基準地震動  $S_s - 1$
- 基準地震動  $S_s - 2$
- 基準地震動  $S_s - 3$
- 基準地震動  $S_s - 4$
- 基準地震動  $S_s - 5$
- 基準地震動  $S_s - 6$



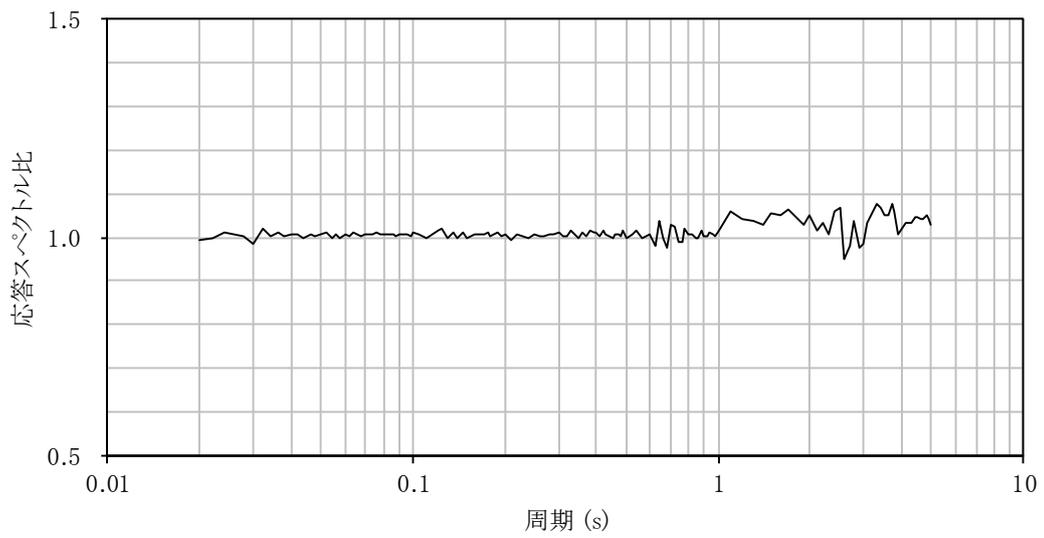
第 5.6.37 図(2) 基準地震動  $S_s$  の応答スペクトル  
(EW 成分)



第 5.6.37 図(3) 基準地震動  $S_s$  の応答スペクトル  
(UD 成分)

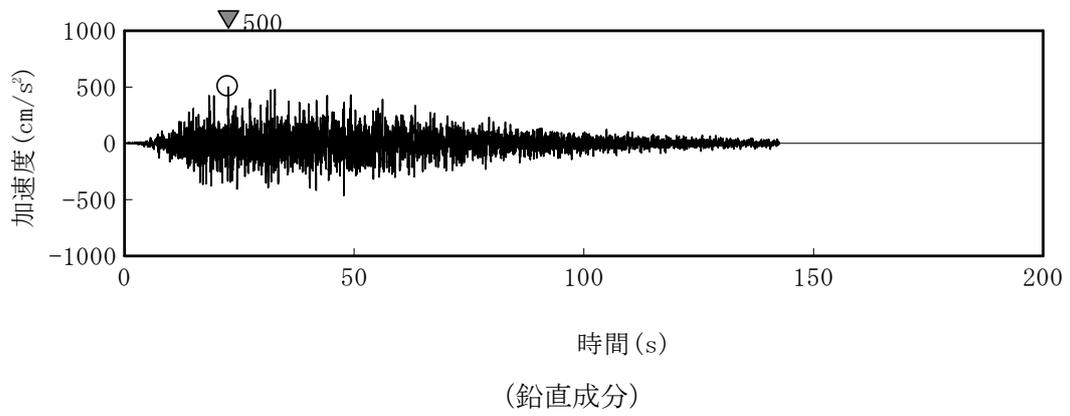
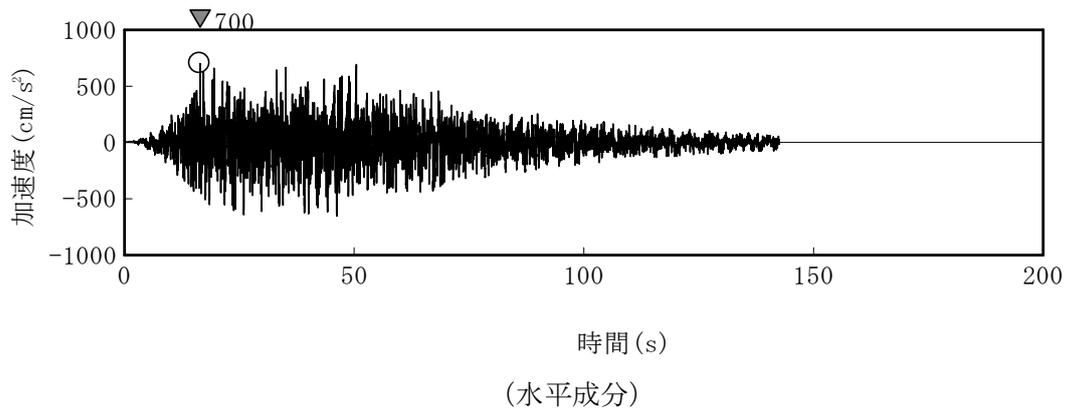


(基準地震動  $S_s - D_H$ )

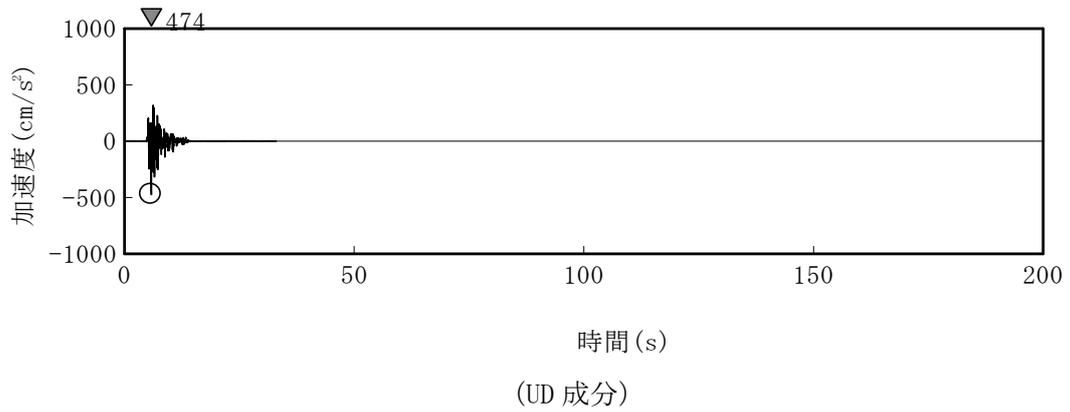
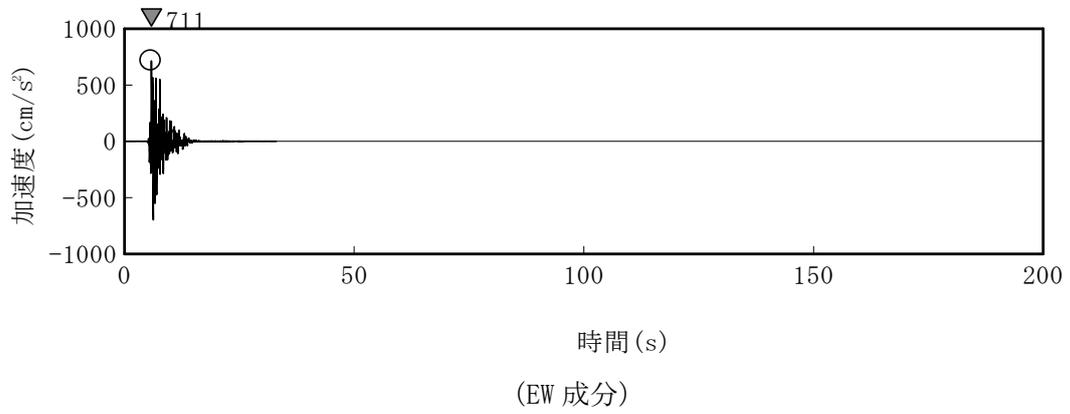
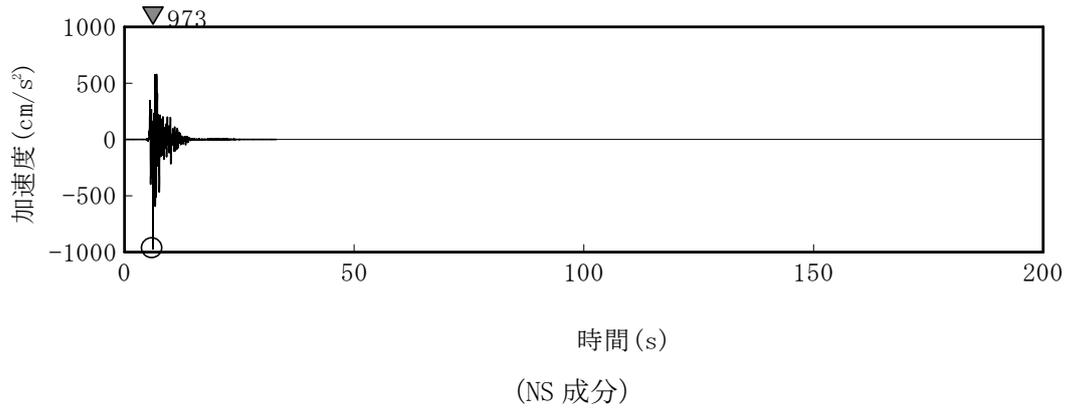


(基準地震動  $S_s - D_v$ )

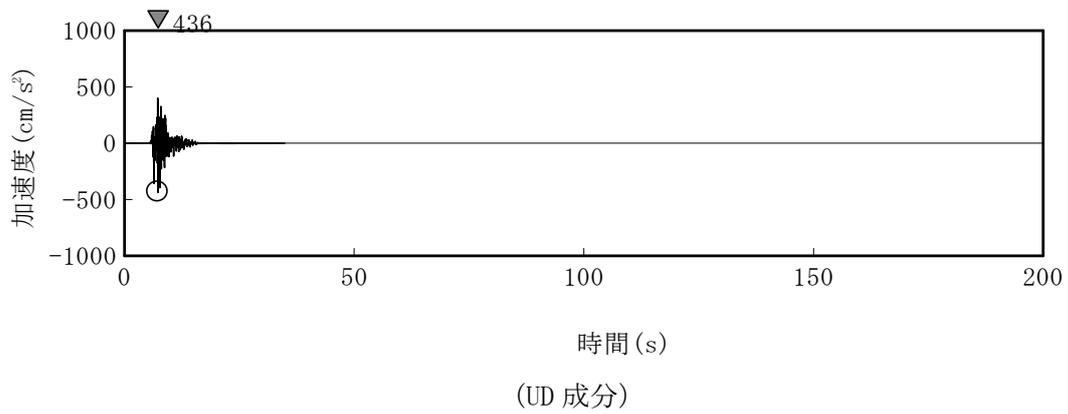
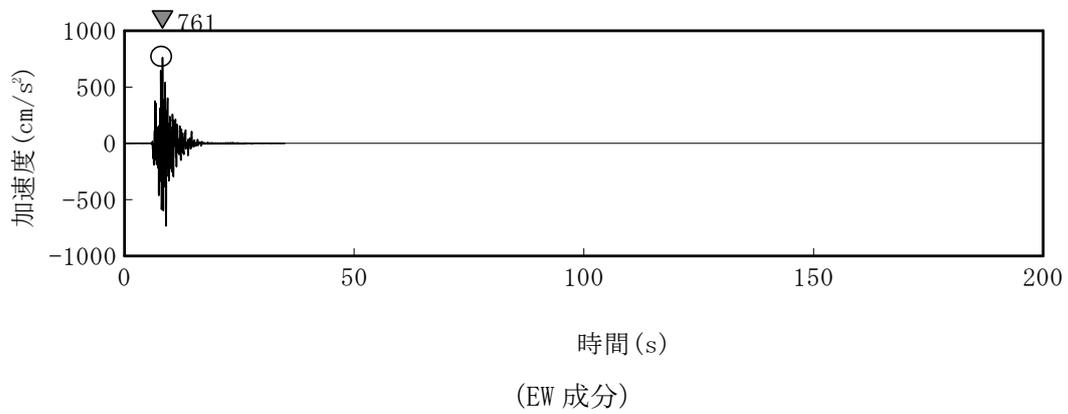
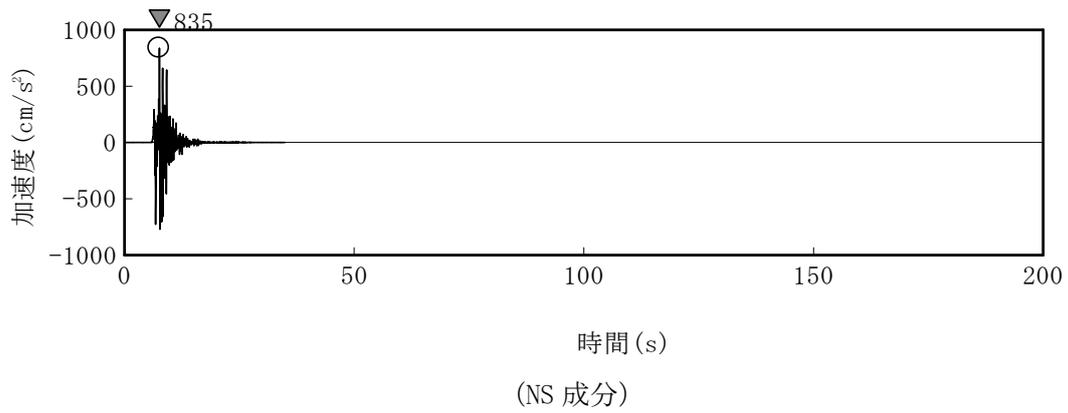
第 5.6.38 図 設計用応答スペクトルに対する模擬地震波の応答スペクトル比



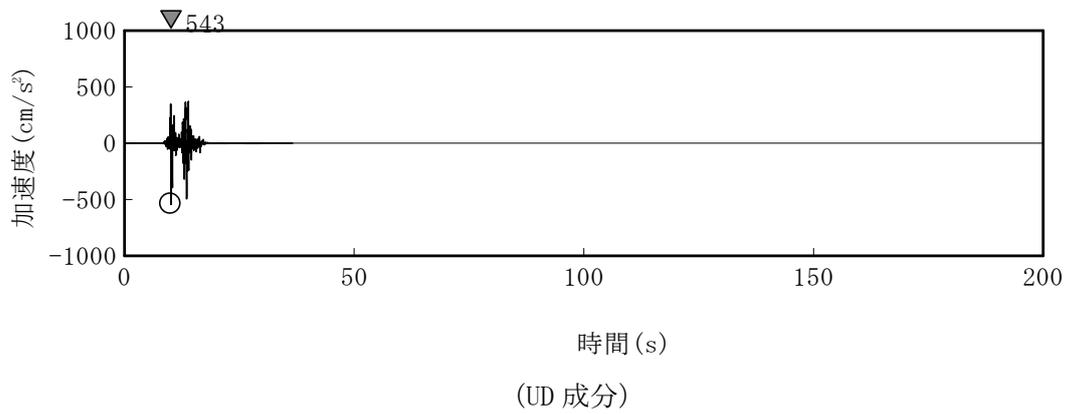
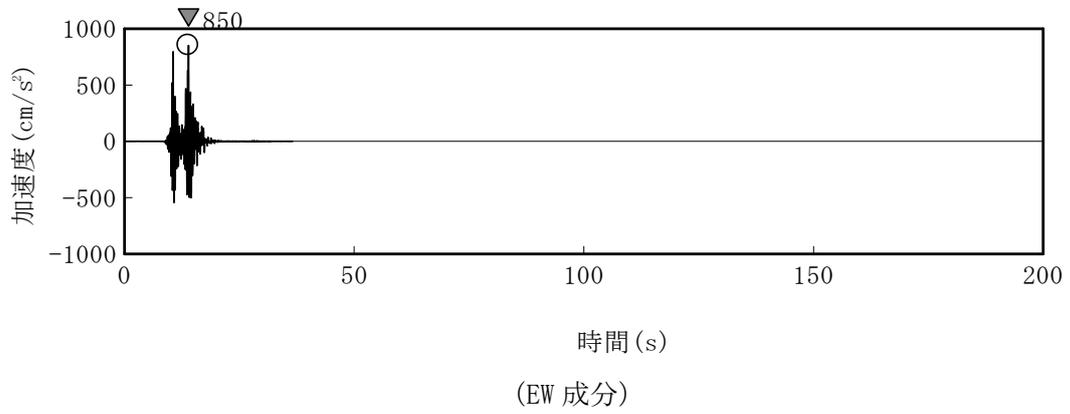
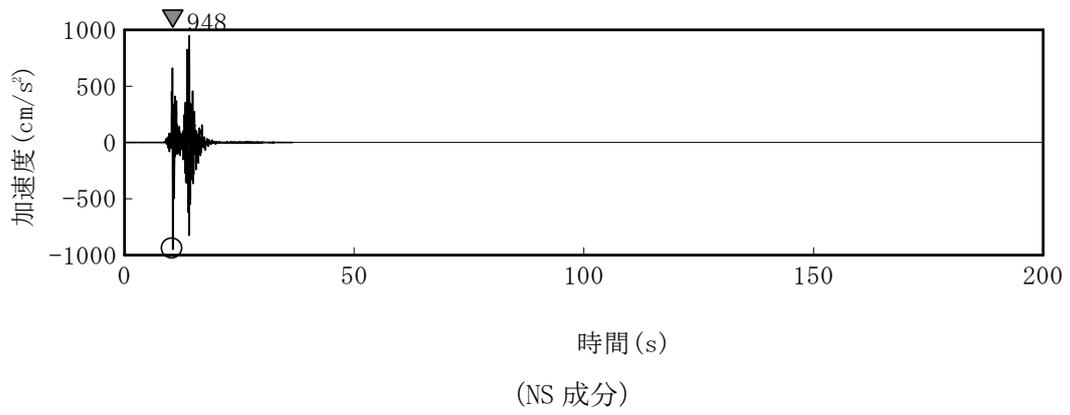
第 5. 6. 39 図 基準地震動 Ss-D の時刻歴波形



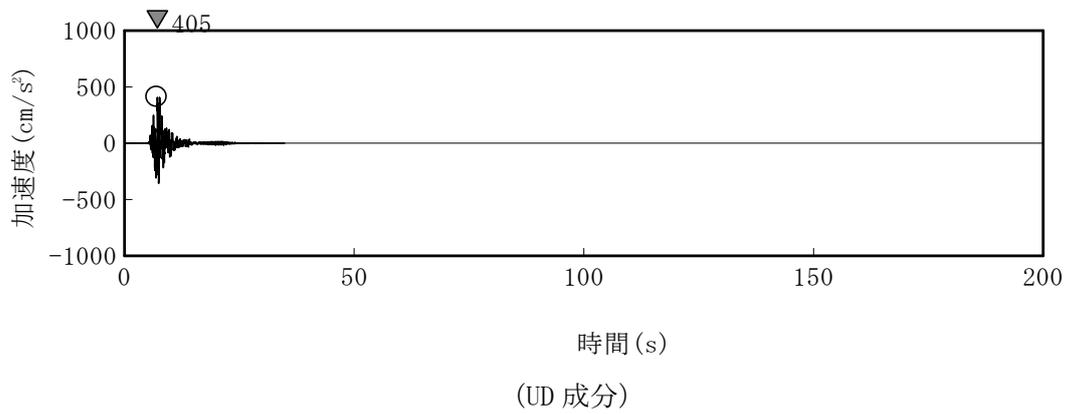
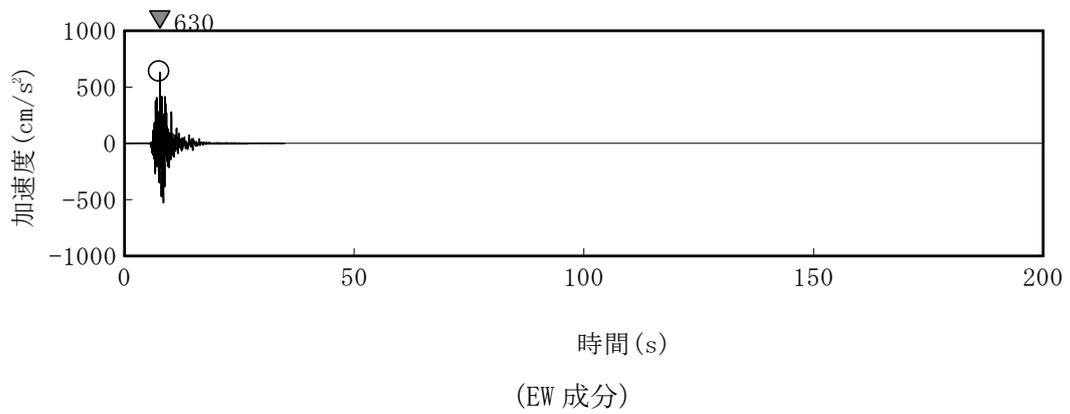
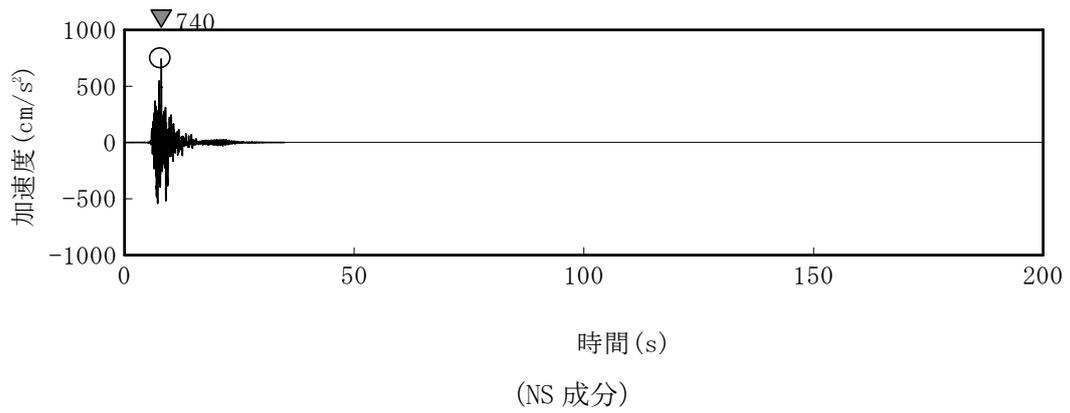
第 5. 6. 40 図(1) 基準地震動 Ss-1 の時刻歴波形



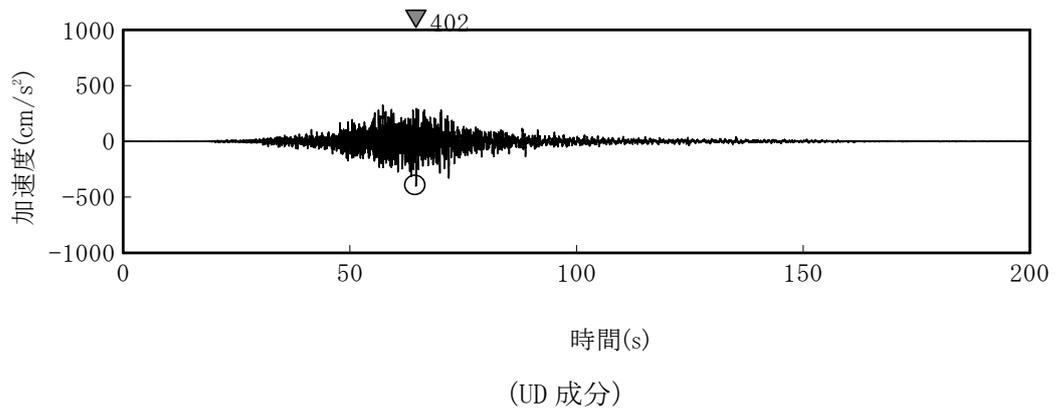
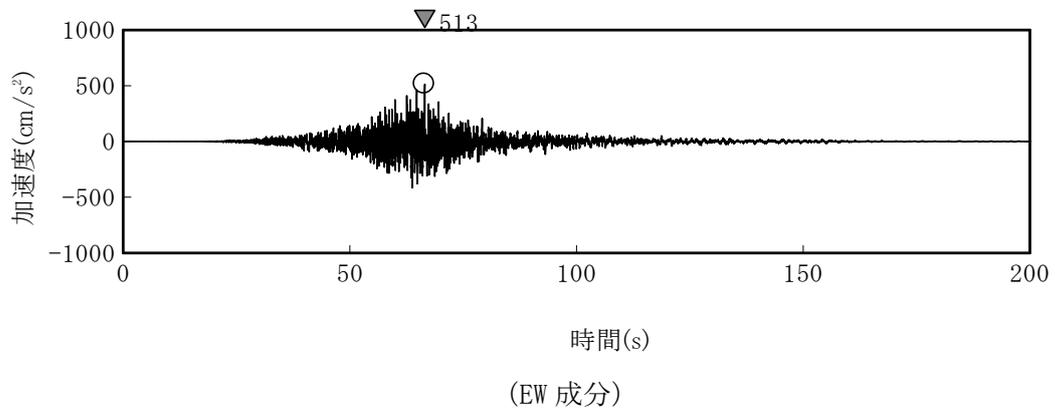
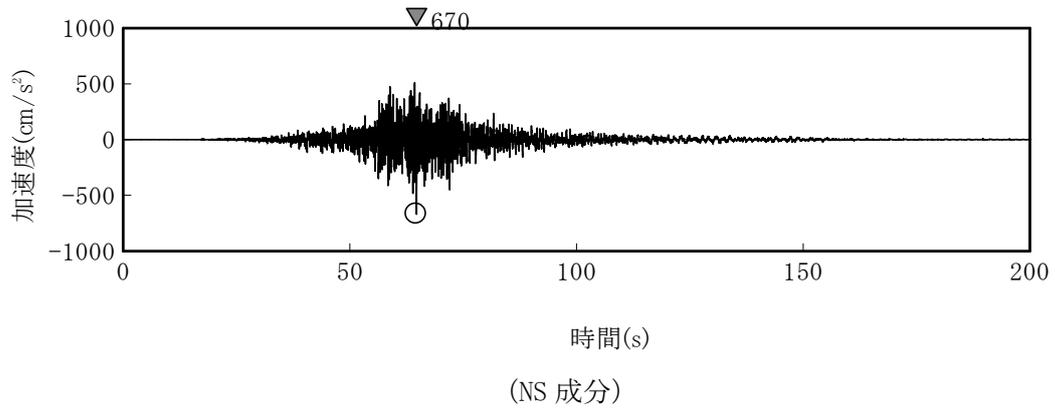
第 5. 6. 40 図(2) 基準地震動 Ss-2 の時刻歴波形



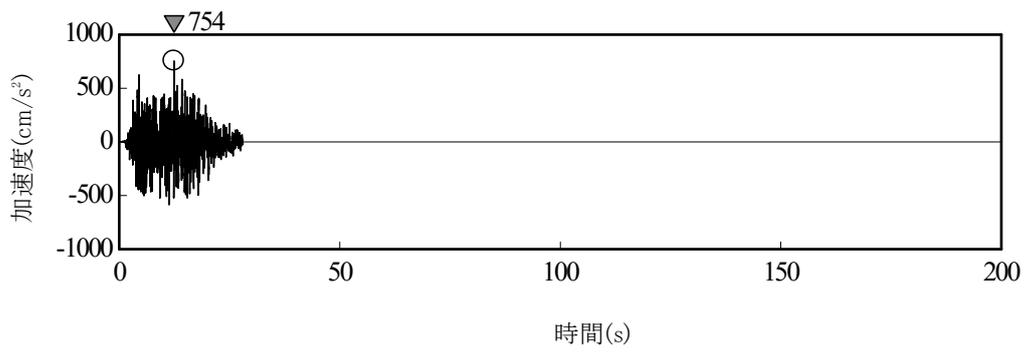
第 5. 6. 40 図 (3) 基準地震動 Ss-3 の時刻歴波形



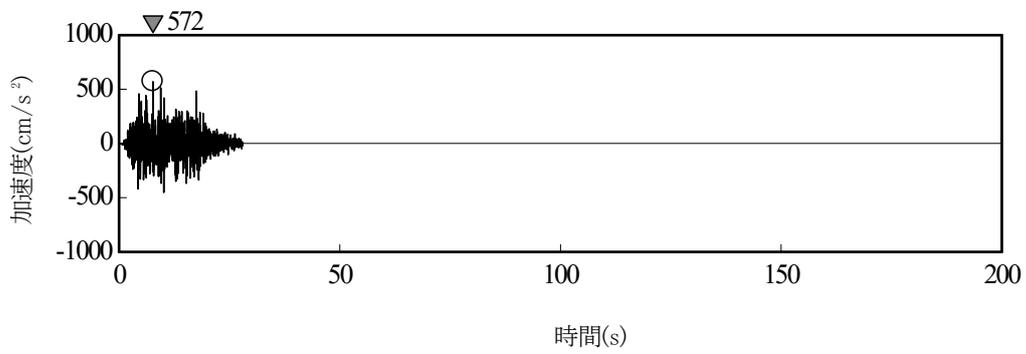
第 5. 6. 40 図(4) 基準地震動 Ss-4 の時刻歴波形



第 5. 6. 40 図(5) 基準地震動 Ss-5 の時刻歴波形



(Horizontal component)



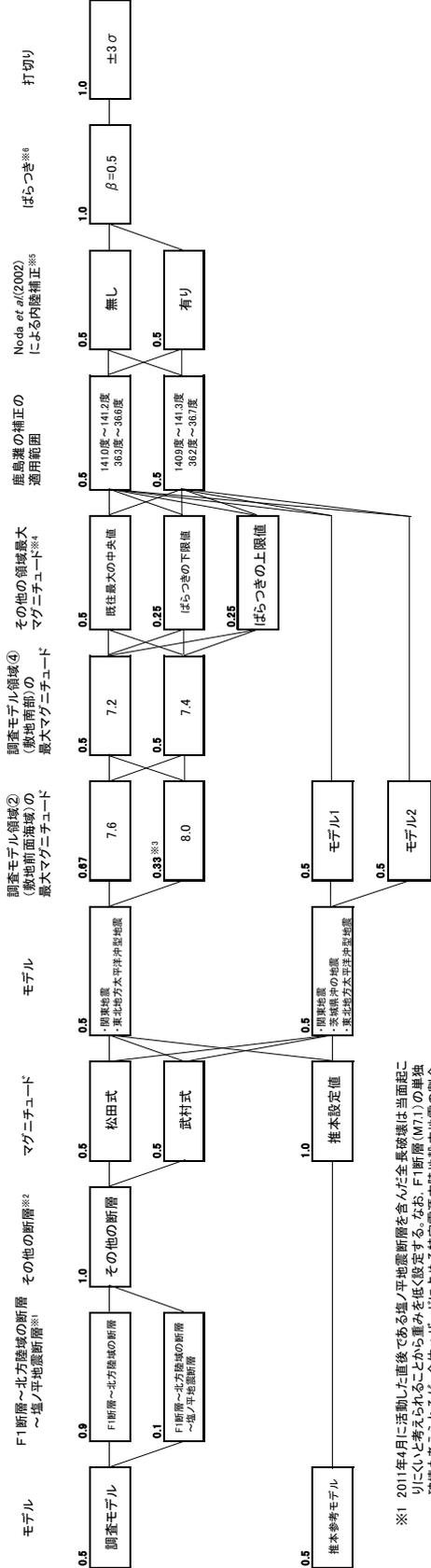
(Vertical component)

Figure 5.6.40 (6) Time history waveform of basic seismic motion Ss-6

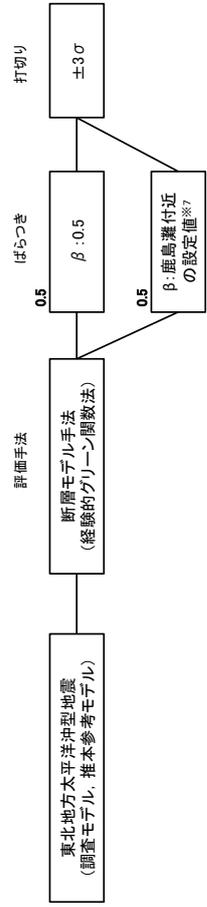
特定震源モデル

領域震源モデル

地震動伝播モデル(2011年東北地方太平洋沖型地震除く)



地震動伝播モデル(2011年東北地方太平洋沖型地震)



※1 2011年4月に活動した直後である程度、平均地震断層を含んだ全長破断は当面起こりにくいと考えられることから重みを低く設定する。なお、F1断層(M7.1)の単独破断も考えられるが、全体ハザードに占める特定震源内陸地震の割合は小さく、損壊の小さなF1断層(M7.1)の単独破断を考慮したとしても評価結果への影響はない。

※2 F3断層及びF4断層については、地質・地質構造の特徴を踏まえて運動する断層として評価しており、単独破断は考慮しない。なお、仮に単独破断を考慮すると、定性的に発生頻度の高い低加速度領域のハザードが大きくなるが、この領域では領域震源(海溝型地震)が支配的であることから、全体ハザードに与える影響は小さいものと考えられる。また、発生頻度の低い高加速度領域についてはハザードが小さく、単独破断を考慮しない方が保守的な評価となる。

※3 1677年の地震M8.0については、津波地震との指摘があることから重みを低く設定する。

※4 文庫でマグニチュードの記載に幅が示されている場合、中央値の重みを高く設定する。

※5 内陸地震内地震に対する補正係数を考慮しない領域を対象

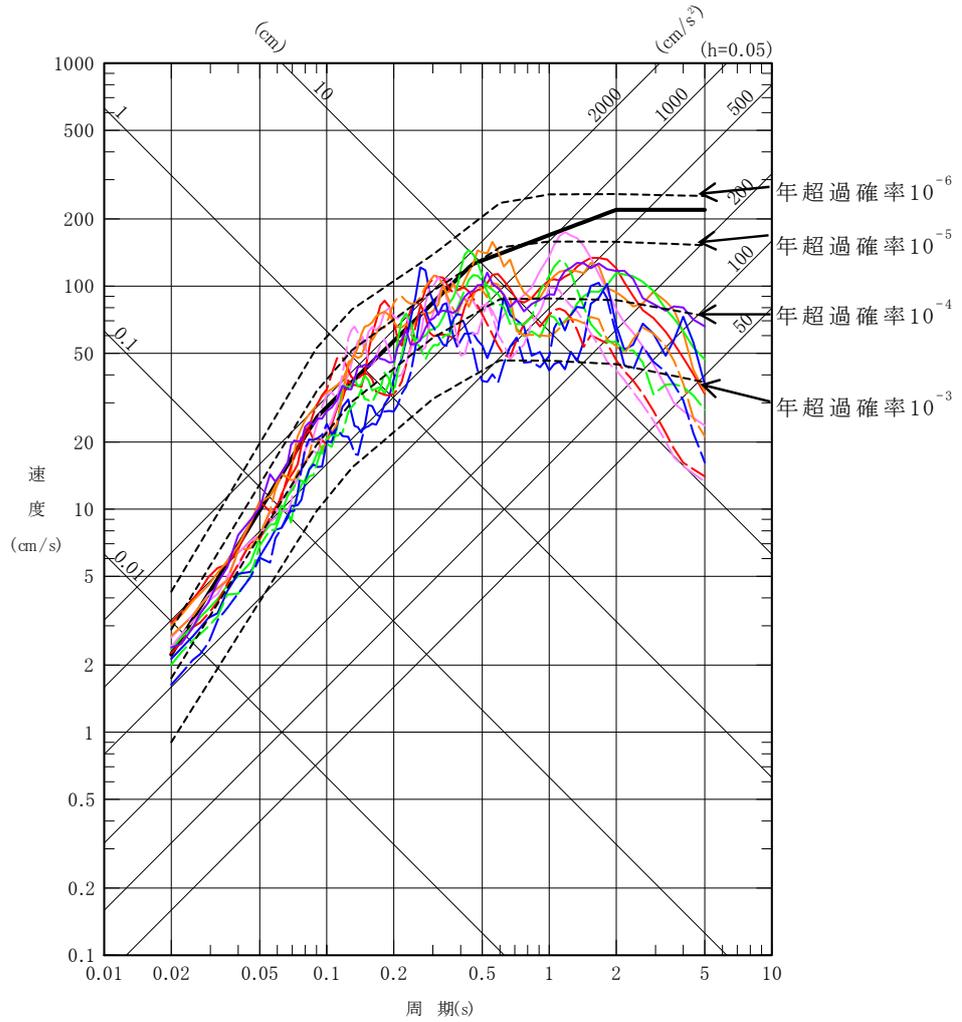
※6 ばらつきは対数標準偏差0.9を用いることを基本とする。ただし観測記録等による補正係数を考慮する領域を計算する場合、ばらつきは個別に算定したものをを用いる。

※7 敷地への影響は敷地前面の鹿島灘の位置にあるSMGAの影響が大きい。鹿島灘で発生する地震で考慮するばらつきをロンクワリーの分散で考慮する。

第5.7.1 図 ロジックツリー

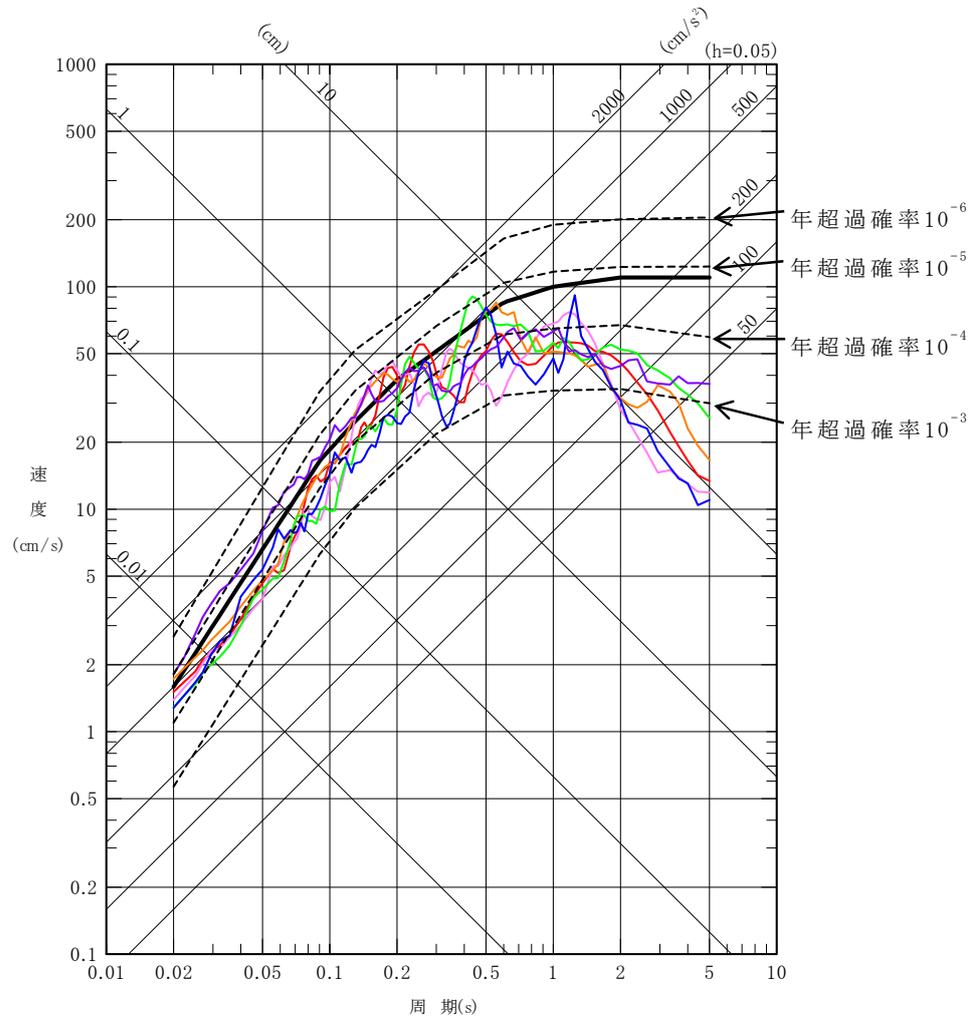
- 一様ハザードスペクトル
- 基準地震動 S<sub>s</sub>-D
- 基準地震動 S<sub>s</sub>-1 ※1
- 基準地震動 S<sub>s</sub>-2 ※1
- 基準地震動 S<sub>s</sub>-3 ※1
- 基準地震動 S<sub>s</sub>-4 ※1
- 基準地震動 S<sub>s</sub>-5 ※1
- 基準地震動 S<sub>s</sub>-6

※1 実線は NS 成分、破線は EW 成分



第 5.7.2 図(1) 一様ハザードスペクトルと  
基準地震動 S<sub>s</sub> の応答スペクトルの比較  
(水平成分)

- 一様ハザードスペクトル
- 基準地震動  $S_s - D$
- 基準地震動  $S_s - 1$
- 基準地震動  $S_s - 2$
- 基準地震動  $S_s - 3$
- 基準地震動  $S_s - 4$
- 基準地震動  $S_s - 5$
- 基準地震動  $S_s - 6$



第 5.7.2 図(2) 一様ハザードスペクトルと  
 基準地震動  $S_s$  の応答スペクトルの比較  
 (鉛直成分)