
東海第二発電所

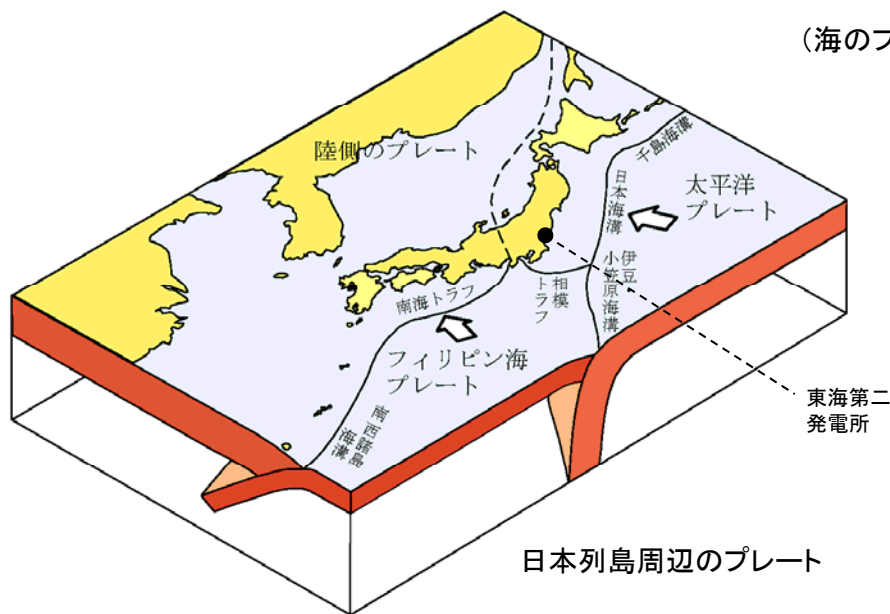
敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち
海洋プレート内地震の審査状況について

平成28年5月26日

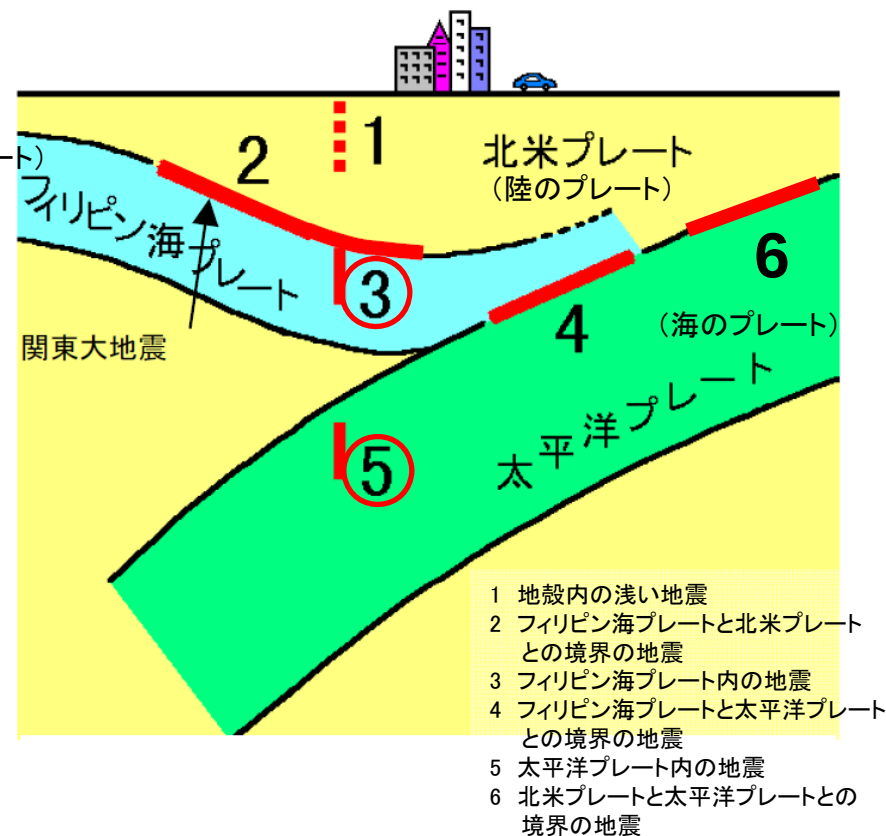
日本原子力発電株式会社

1. 申請概要

敷地周辺のプレートテクトニクス



日本のプレートテクトニクスモデル概念図
(防災科学技術研究所)



南関東地域で発生する地震のタイプ
(中央防災会議に一部加筆)

- 内陸地殻内地震は陸のプレートの内部で発生する地震で、図の1のタイプである。
- プレート間地震は異なるプレートの境界で発生する地震で、図の2、4、6のタイプである。
- 海洋プレート内地震は海のプレートの内部で発生する地震で、図の3、5のタイプである。

1. 申請概要

検討用地震の選定

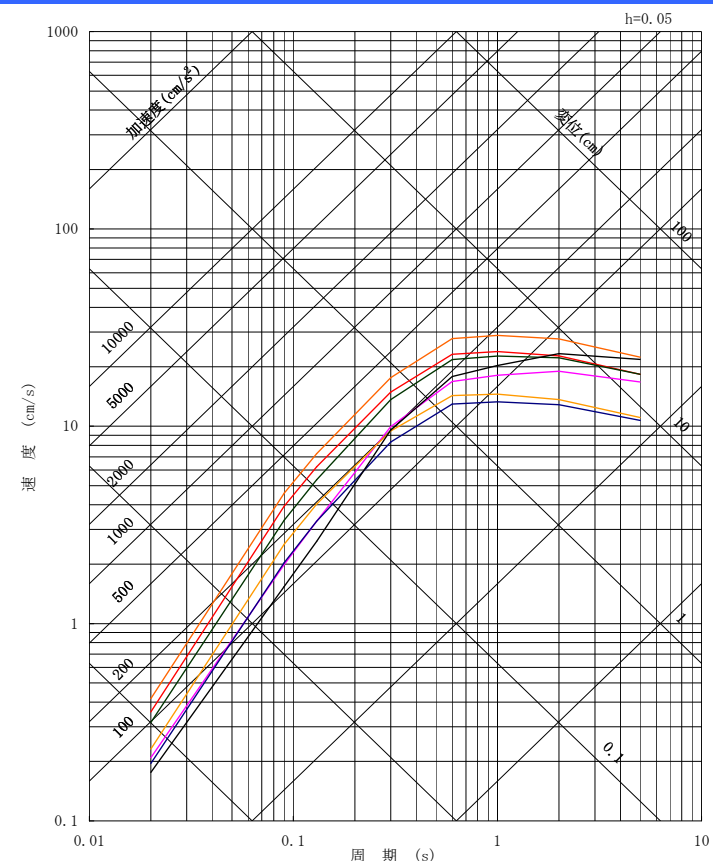
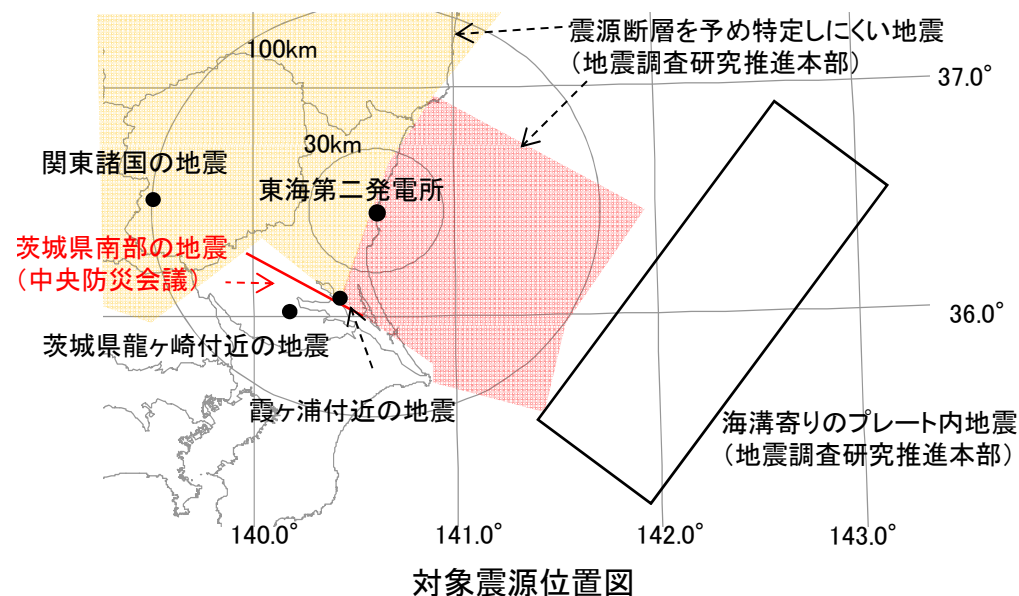
年月日	地名(地震名)	地震規模 M	等価震源距離 (km)※1	プレート	補正係数※4
818.-.-	関東諸国の地震	7.5	123	フィリピン海	考慮
1895.1.18	霞ヶ浦付近の地震	7.2	69	フィリピン海	考慮
1921.12.8	茨城県龍ヶ崎付近の地震	7.0	74	フィリピン海	考慮
—	茨城県南部の地震(中央防災会議)	7.3	69	フィリピン海	考慮
—	震源断層を予め特定しにくい地震(陸域) (地震調査研究推進本部)	7.1	89※2	太平洋	考慮
—	震源断層を予め特定しにくい地震(海域) (地震調査研究推進本部)	7.3	81※3	太平洋	考慮
—	海溝寄りのプレート内地震 (地震調査研究推進本部)	8.2	164	太平洋	

※1 地震カタログによる位置情報やプレート境界等深線等に基づいて算出

※2 敷地直下のプレート境界から30km下方に震源を想定して算出

※3 敷地からプレート境界最短となる線上でプレート境界から30km下方に震源を想定して算出

※4 陸域寄りの場所で発生した海洋プレート内地震による補正係数



関東諸国の地震, M7.5, Xeq=123km
 霞ヶ浦付近の地震, M7.2, Xeq=69km
 茨城県龍ヶ崎付近の地震, M7.0, Xeq=74km
 茨城県南部の地震(中央防災会議), M7.3, Xeq=69km
 震源断層を予め特定しにくい地震(地震調査研究推進本部, 陸域), M7.1, Xeq=89km
 震源断層を予め特定しにくい地震(地震調査研究推進本部, 海域), M7.3, Xeq=81km
 海溝寄りのプレート内地震(地震調査研究推進本部), M8.2, Xeq=164km

検討用地震としてフィリピン海プレート内地震である茨城県南部の地震(M7.3, 中央防災会議)を選定した。

中央防災会議(2004)茨城県南部の地震の震源モデル

■基本震源モデルの設定

中央防災会議(2004)「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で想定されている茨城県南部のフィリピン海プレート内地震を参考に設定する。

地震規模

同報告書に基づき, Mj7.3とする。

断層面の位置・形状

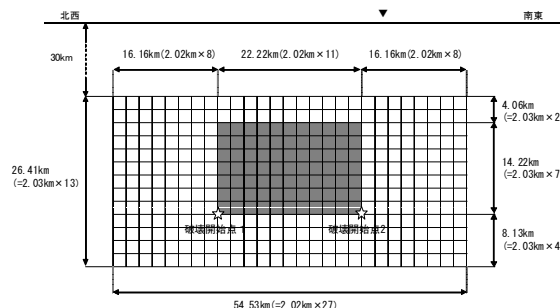
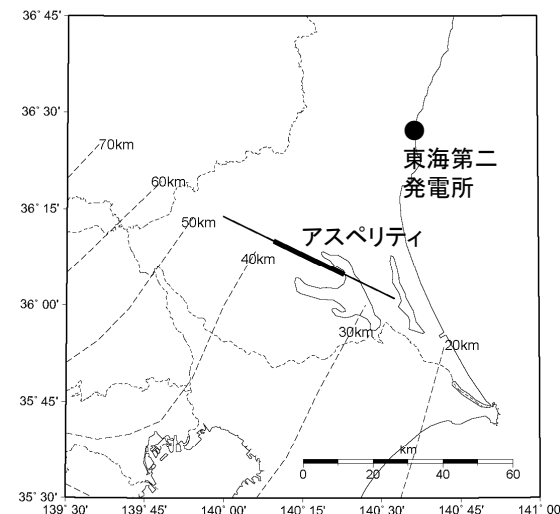
- ・断層位置は, 同報告書の茨城県南部のプレート境界地震の断層面の北端(フィリピン海プレートの敷地に最も近い位置)とした。
- ・断層傾斜角は同報告書を基に90度とした。

断層面の深さ

同報告書(図表集)によるフィリピン海プレートの上面位置となる深さ30kmに設定する。

アスペリティの位置

同報告書(図表集)による東京湾北部直下のプレート内地震のモデルを参考に, 断層の中央に設定する。



基本震源モデル

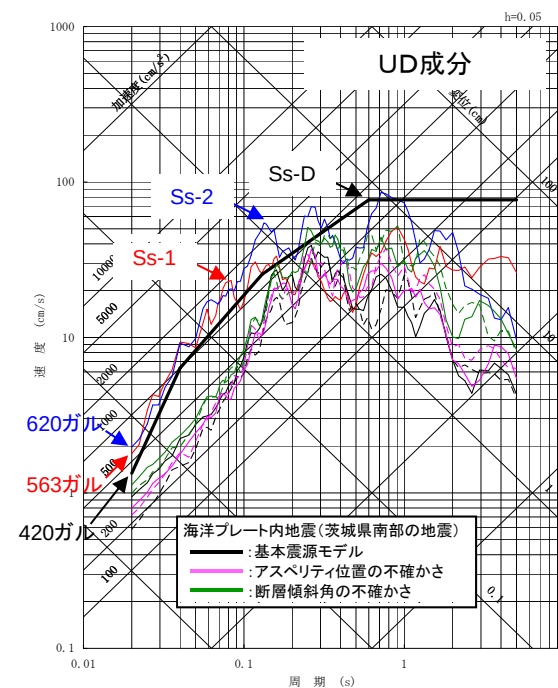
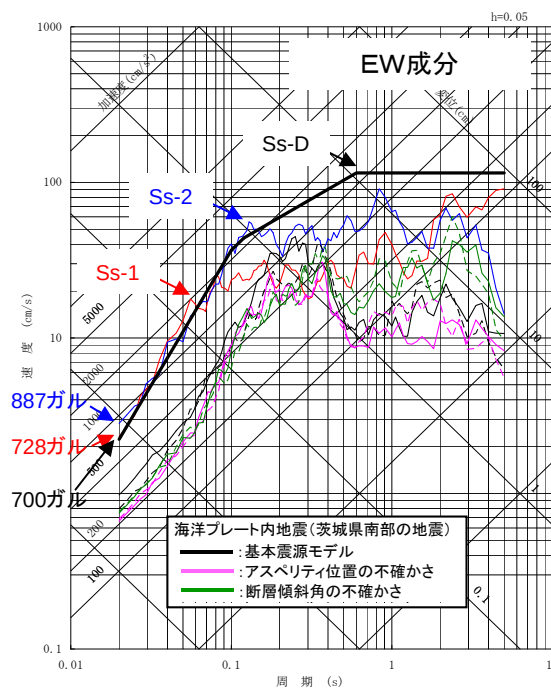
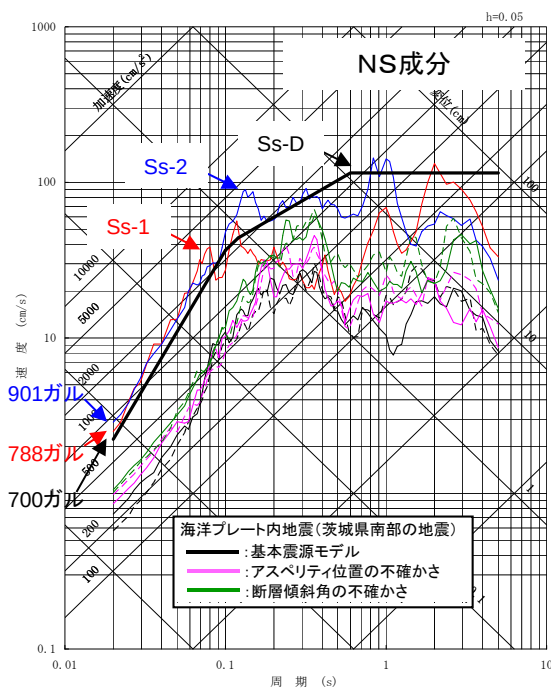
中央防災会議(2004): 中央防災会議「首都直下地震対策専門調査会」(第12回)地震ワーキンググループ報告書, 平成16年11月
中央防災会議(2004): 中央防災会議「首都直下地震対策専門調査会」(第12回)地震ワーキンググループ報告書(図表集), 平成16年11月

1. 申請概要

基準地震動

■敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動Ss

地震発生様式	検討用地震	地震規模	応答スペクトルに基づく手法による基準地震動	断層モデルを用いた手法による基準地震動
内陸地殻内地震	F1断層, 北方陸域の断層の連動による地震	M7.6	S _S -D _H (700ガル) S _S -D _V (420ガル) (すべての検討用地震を包絡させて設定)	S _S -1 _{NS} (788ガル) S _S -1 _{EW} (728ガル) S _S -1 _{UD} (563ガル)
プレート間地震	2011年東北地方太平洋沖地震	Mw9.0		S _S -2 _{NS} (901ガル) S _S -2 _{EW} (887ガル) S _S -2 _{UD} (620ガル)
海洋プレート内地震	茨城県南部の地震	M7.3		他の基準地震動に包絡されるため設定していない。



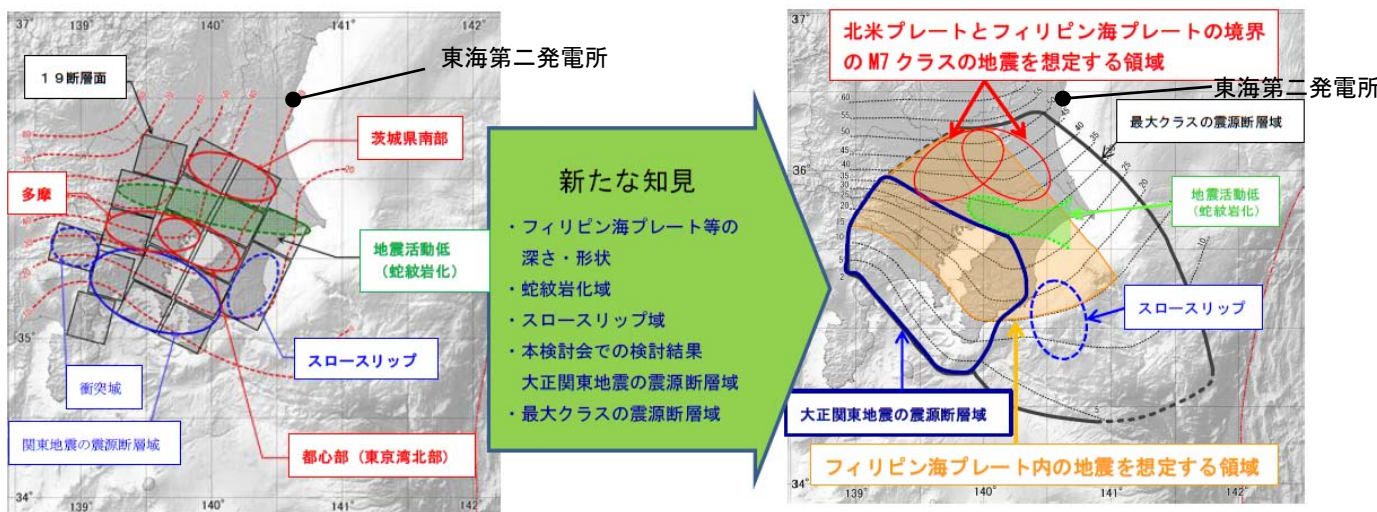
審査会合におけるコメント内容及び検討内容・結果

No.	回答日	回次	コメント内容	検討内容・結果
1	平成28年 1月29日	第324回 審査会合	応答スペクトルに基づく手法に用いる補正係数について、詳細に記載すること。	補正係数の算出について記載を充実させた。
2	平成28年 1月29日	第324回 審査会合	検討用地震の選定プロセスについて詳細に説明すること。	検討用地震の選定のプロセスについて記載を充実させた。
3	平成28年 1月29日	第324回 審査会合	基本震源モデルを中央防災会議(2004)に基づき設定しているが、中央防災会議(2004)以降の知見も考慮し、断層パラメータの検討を行うこと。	中央防災会議(2013)の知見を取り入れ、評価を実施した。
4	平成28年 1月29日	第324回 審査会合	断層モデルの巨視的面等について、設定の妥当性を説明すること。	断層パラメータの設定について詳細に説明した。
5	平成28年 1月29日	第324回 審査会合	要素地震の応力降下量の見積りについて、説明資料を充実させること。	要素地震の応力降下量の設定根拠を説明した。
6	平成28年 1月29日	第324回 審査会合	経験的グリーン関数法の妥当性の確認のため、断層モデルを用いた手法については、統計的グリーン関数法を実施すること。	最新地盤モデルによる統計的グリーン関数法の評価を実施した。
7	平成28年 5月13日	第360回 審査会合	中央防災会議(2013)を採用した根拠を明記するとともに、震源モデルのずれの方向を横ずれとしていることについてさらに説明性を向上すること。	中央防災会議2013年版と従来の2004年版を比較し、2013年版を採用する根拠を説明した。
8	平成28年 5月13日	第360回 審査会合	アスペリティを移動させ等価震源距離を併記することで、断層設定位置が適切な位置となっていることを示すこと。	アスペリティ位置を変更させた場合の等価震源距離を計算した。
9	平成28年 5月13日	第360回 審査会合	断層傾斜角やアスペリティ位置等、海洋プレート内地震として考慮すべき不確かさ項目について想定の妥当性を踏まえて整理すること。	アスペリティ位置及び地震規模について不確かさを追加し、評価を実施した。
10	平成28年 5月13日	第360回 審査会合	基本震源モデルの規模M7.3の妥当性をより詳細に説明すること。	過去の地震の規模を調査し、基本震源モデルの規模の根拠を説明した。

※ 網掛けについては、次ページで詳細説明

コメントNo.3: 中央防災会議(2013)について

■中央防災会議(2013)「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」では、中央防災会議(2004)以降の新たな知見を考慮し、フィリピン海プレート of 深さ・形状の見直しや各震源の見直しがされている。



大正関東地震の震源断層域の拡大 ⇒ プレート境界地震の東京湾北部地震、多摩地震を対象外
 ⇒ 首都直下のM7クラスの地震としてフィリピン海プレート内地震を想定※
 ※前回検討では、フィリピン海プレート内地震は、その震度分布はプレート境界の地震に震度分布が包含されるとして検討対象外としていた)。
 蛇紋岩化の領域の縮小 ⇒ プレート境界型の地震として茨城・埼玉県境地震を追加

中央防災会議(2013)で新たに考慮された知見

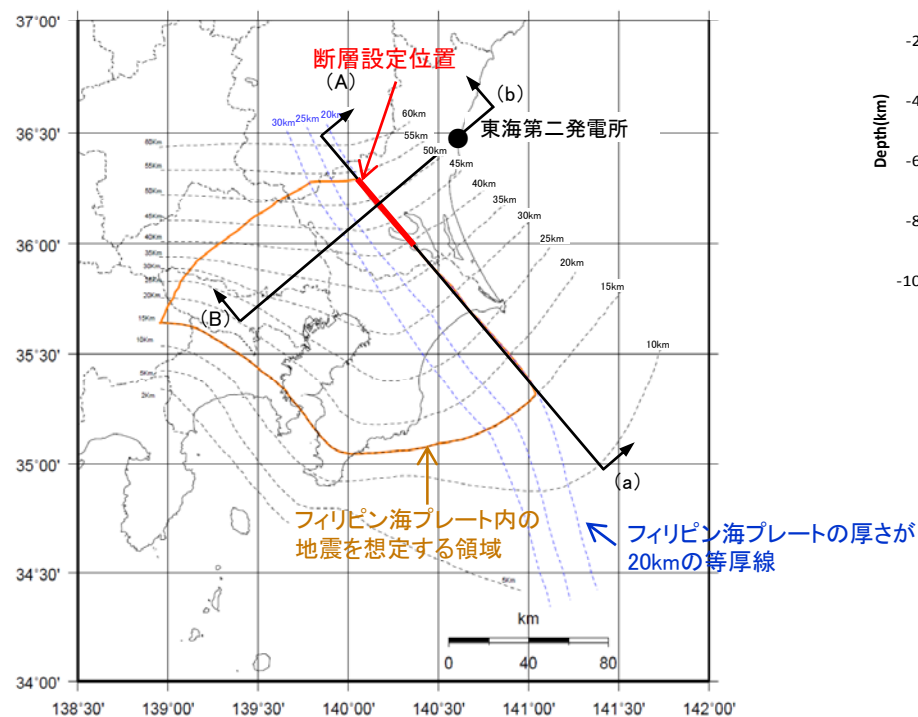
中央防災会議(2013)に一部加筆

中央防災会議(2013):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」, 平成25年12月

コメントNo.3: 中央防災会議(2013)を踏まえた震源モデルの設定について

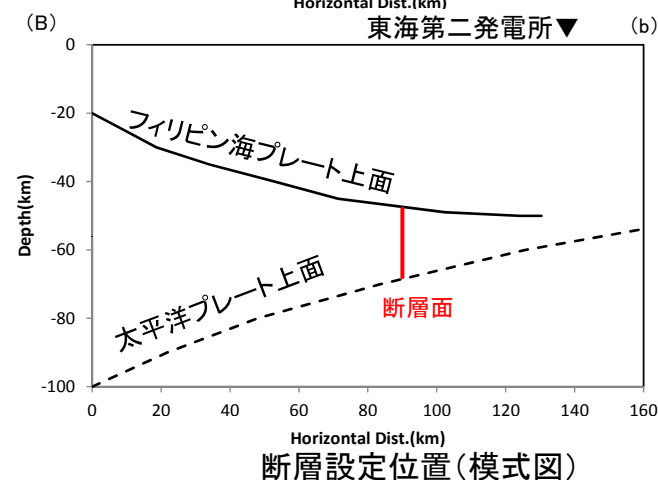
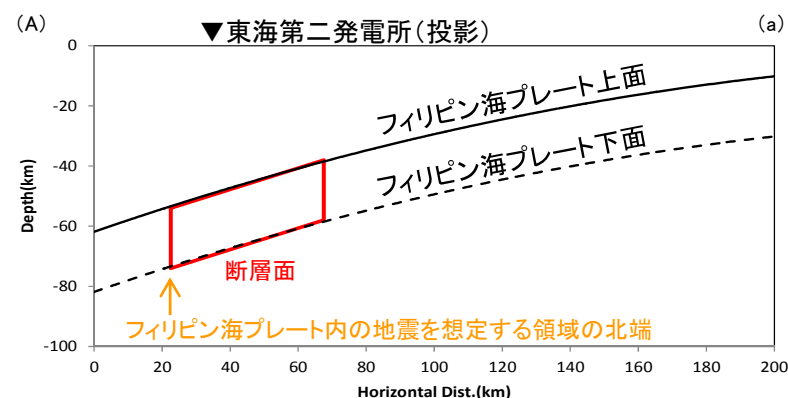
■基本震源モデルの断層面位置・形状

- ・海洋プレート内地震の発生位置については事前情報が乏しいので、断層中心と敷地の投影位置が概ね一致するように配置することを基本とする。
- ・中央防災会議(2013)では、フィリピン海プレート内の地震はプレートの厚さが20km以上となる左図の「フィリピン海プレート内の地震を想定する領域」で発生するとしているため、その範囲に断層面を設定する。
- ・上記に従い、プレートの厚さが20kmの等厚線に沿って断層幅と断層長さの比を概ね1:2とし、傾斜角90度として設定する。
- ・断層位置・形状の設定に際しては、次頁以降に示す長谷川ほか(2013)の知見も参考とする。



断層設定位置

※フィリピン海プレートの等深線は
中央防災会議(2013)を基に作成



コメントNo.3, 9: 不確かさの考慮について

■ 不確かさの検討の要否を踏まえ、基本震源モデルに対し、地震動評価の観点から影響が大きいと考えられるパラメータに対し不確かさを考慮する。認識論的不確かさについては単独で考慮し、偶然的不確かさについては重畳させて考慮する。

評価ケース	認識論的不確かさ			偶然的不確かさ		
	地震規模	断層傾斜角	応力降下量	アスペリティ位置	震源位置※2	破壊開始点
基本震源モデル	中央防災会議(2013)で想定されている最大規模である Mw7.3※1	中央防災会議(2013)に基づき90度に設定	中央防災会議(2013)に基づき62MPa※1に設定	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から十分近い位置	アスペリティ下端に複数設定
断層傾斜角の不確かさ	中央防災会議(2013)で想定されている最大規模である Mw7.3※1	敷地へ向く傾斜角37度に設定	中央防災会議(2013)に基づき62MPa※1に設定	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から十分近い位置	アスペリティ下端に複数設定
アスペリティ位置の不確かさ	中央防災会議(2013)で想定されている最大規模である Mw7.3※1	中央防災会議(2013)に基づき90度に設定	中央防災会議(2013)に基づき62MPa※1に設定	断層上端に設定	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から十分近い位置	アスペリティ下端に複数設定
応力降下量の不確かさ (笹谷ほか(2006)に基づく)	中央防災会議(2013)で想定されている最大規模である Mw7.3※1	中央防災会議(2013)に基づき90度に設定	77.59MPaに設定	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から十分近い位置	アスペリティ下端に複数設定
地震規模の不確かさ	2004年紀伊半島南東沖地震を参考にMw7.4	中央防災会議(2013)に基づき90度に設定	中央防災会議(2013)に基づき62MPa※1に設定	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から十分近い位置	アスペリティ下端に複数設定

※1 地震規模、アスペリティの応力降下量については、1855年安政江戸地震の最大震度を再現する強震断層モデル(それぞれMw7.2, 52MPa)に2割程度の大きな地震を想定し、それぞれMw7.3, 62MPaとしている。

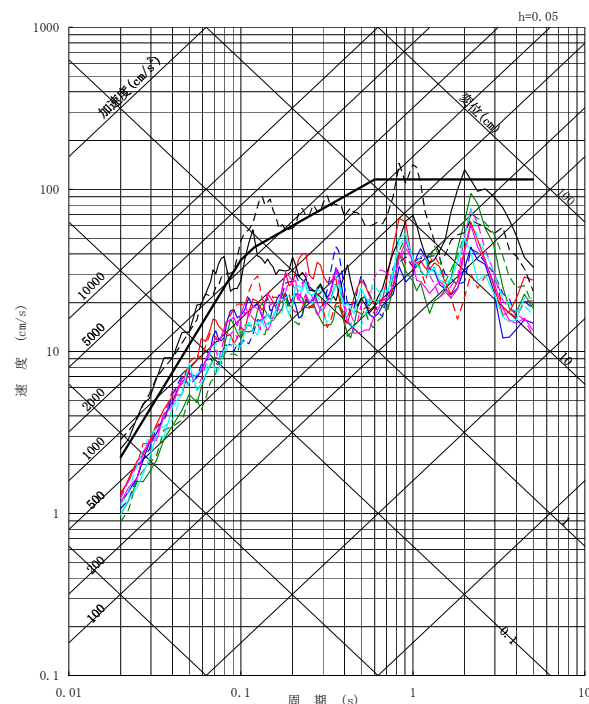
※2 震源位置を敷地に十分近く設定することにより、予め不確かさを考慮した。また、震源域付近のフィリピン海プレートの厚さを考慮し、断層上端をプレート上面に合わせて設定した。

	基本震源モデルの設定の段階で 予め不確かさを考慮するパラメータ
	不確かさを考慮して設定するパラメータ

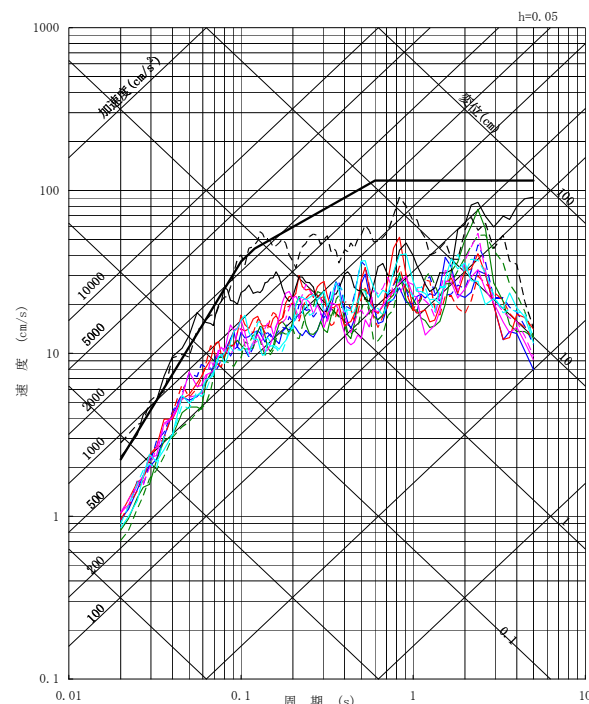
4. コメント反映結果

まとめ

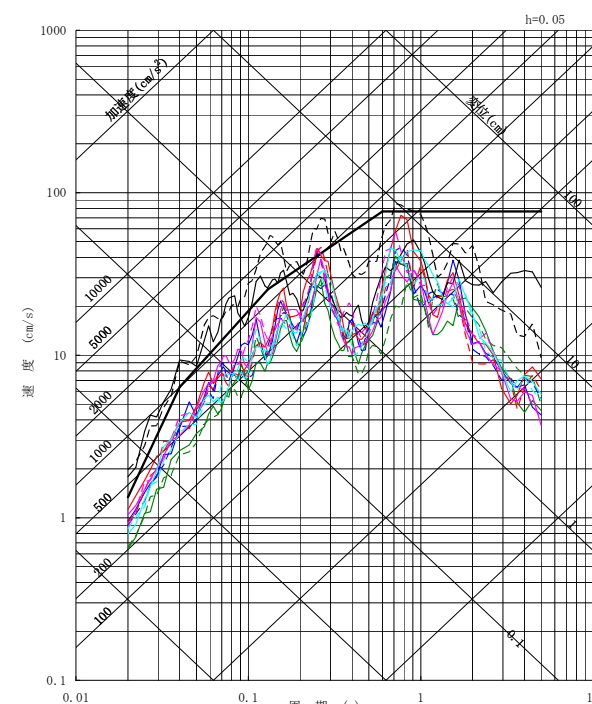
■茨城県南部の地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価は、審査におけるコメントを反映しても、申請した基準地震動 S_s に包絡される結果となった。



NS成分



EW成分



UD成分

- 基本震源モデル
- 断層傾斜角の不確かさを考慮したケース
- アスペリティ位置の不確かさを考慮したケース
- 応力降下量の不確かさを考慮したケース
- 地震規模の不確かさを考慮したケース

〔実線:破壊開始点1
破線:破壊開始点2〕

- S_s-D (応答スペクトルに基づく手法による各評価結果を包絡し策定)
- S_s-1 (F1断層, 北方陸域の断層の連動による地震(短周期レベルの不確かさを考慮))
- S_s-2 (2011年東北地方太平洋沖地震(短周期レベルの不確かさを考慮))

※基準地震動 S_s は設置変更許可申請時のものを記載している。

新規制基準適合性に係る審査会合(平成28年5月13日第360回)において、原子力規制委員会から「概ね妥当である」と評価された。