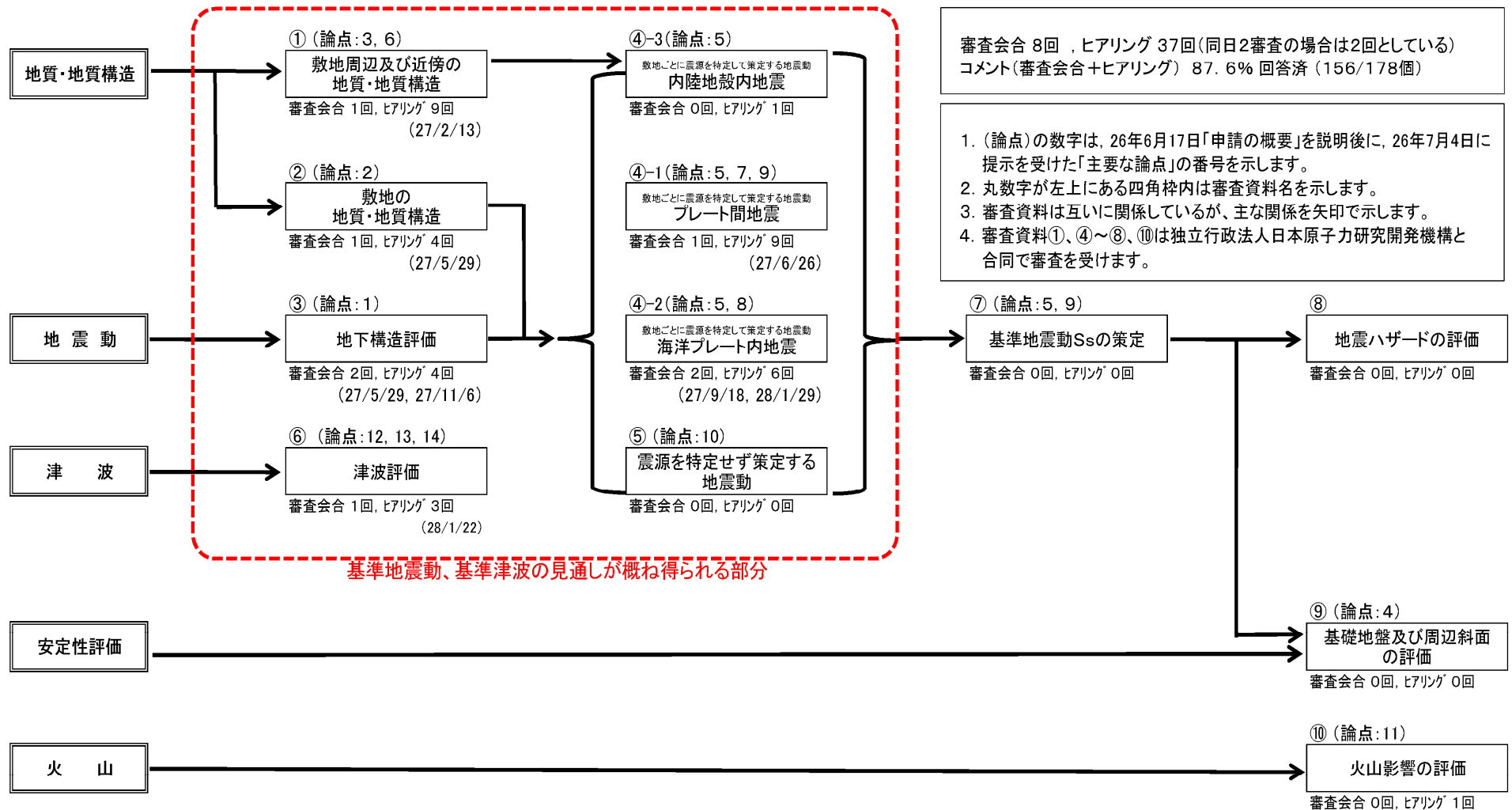

茨城県原子力安全対策委員会
東海第二発電所
安全性検討ワーキングチーム(第3回)
ご説明資料

(新規制基準適合性確認審査の状況について 地震・津波関連)

平成28年2月29日
日本原子力発電株式会社

東海第二発電所 地震・津波関連 審査の状況(2016年2月9日現在)



東海第二発電所 26年7月4日に規制委員会より提示を受けた「主要な論点」(地震・津波関連)

No.	区分	主要な論点	資料番号及び 審査会合説明日
1	地盤地震	敷地の地下構造を把握するのに実施した調査・分析について、特異な傾向の有無を確認するため、全ての評価結果を提示すること。	③ 27/5/29
2	地盤地震	敷地内破碎帯について、その活動性の評価に係る詳細な調査結果を提示すること。	② 27/5/29
3	地盤地震	敷地周辺陸域の断層の評価において、破碎帯の固結のみで活動性否定の根拠としている場合は、異なる手法による活動性否定の根拠も示すこと。	① 27/2/13
4	地盤地震	原子炉建屋等の耐震重要施設に加え、重大事故等対処施設の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に関わる検討内容を示すこと。	(今後予定)
5	地盤地震	基準地震動 $S_s - D$ については、具体的な設定根拠を示すこと。	④-1 27/6/26
6	地盤地震	F1断層と北方領域の断層の同時活動性を考慮するに当たり、2011年東北地方太平洋沖地震の影響を踏まえたF1断層の再評価の内容及び断層両端の止めに関する評価結果を提示すること。	① 27/2/13
7	地盤地震	プレート間地震について、地震規模、震源領域等の設定に関わる検討内容を示すこと。	④-1 27/6/26
8	地盤地震	プレート内地震について、ディレクティビティ効果等を考慮した不確かさに関する検討内容を示すこと。	④-2 27/9/18
9	地盤地震	2011年東北地方太平洋沖地震による敷地におけるはざとり波の応答スペクトルは、一部の周期帯で基準地震動を上回ったことを踏まえ、基準地震動や耐震設計の策定にあたり、どのような考慮がなされたか示すこと。	④-1 27/6/26
10	地盤地震	「震源を特定せず策定する地震動」に関して、基準地震動評価ガイドにある地震観測記録収集対象事例の16地震について、観測記録等の分析・評価を実施すること。	(今後予定)
11	火山	敷地への降下火砕物等の堆積量に関して、詳細な評価結果を提示すること。	(今後予定)
12	津波	津波の評価について、波源の位置、波源の特性等の設定に関わる検討内容を示すこと。	⑥ 28/1/22
13	津波	2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波により、施設が大きな損傷を受けたことを踏まえ、基準津波や耐津波設計の策定に当たり、どのような考慮がなされたか示すこと。	⑥ 28/1/22
14	津波	プレート間地震の波源として、2011年東北地方太平洋沖地震によって、宮城沖～福島沖の領域を含めないこととした検討内容を詳細に説明すること。	⑥ 28/1/22

地質・地質構造①②、地震動③～⑤、津波⑥の審査状況(2016年2月9日現在)

項 目	説明内容	状 況
① 敷地周辺及び近傍の 地質・地質構造	敷地周辺および近傍の11断層を、安全評価上、耐震設計において考慮することを説明。	・棚倉破碎帯南端の止め、塩ノ平断層からF1断層の連動が主な論点であったが、コメントに対して、ひと通り回答済。
② 敷地の 地質・地質構造	敷地を中心とする半径5kmの範囲において、「活断層と認定される断層」は無いことを説明。	・敷地には「将来活動する可能性のある断層等」が存在しないことを明確に示すため、岩盤中の水平に連続した地層について、より詳細な説明をする。
③ 地下構造評価	敷地及び敷地周辺の地下構造が水平成層構造(地層内での層状が水平)と見なせることを説明。	・敷地及び敷地周辺の地下構造が水平成層構造であることが主な論点であったが、コメントに対して概ね回答済。 ・さらに細かくした地下構造モデルでも水平成層構造とみなせることを説明する。 ・昨年11月の審査会合において「概ね妥当な検討がなされている」とあった。
④-1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうちプレート間地震	2011年東北地方太平洋沖地震の本震を検討用地震に選定した地震動を説明。	・基本ケースの震源モデルの妥当性及び考慮した不確かさの考え方が主な論点であったが、コメントに対して、ひと通り回答済。 ・不確かさを、さらに重ねあわせる必要はないことを中心に説明する。

地質・地質構造①②、地震動③～⑤、津波⑥の審査状況(2016年2月9日現在)

項 目	説明内容	状 況
④-2 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	各種知見及び敷地周辺の地震発生状況等を踏まえ、フィリピン海プレート内の地震である茨城県南部の地震(中央防災会議)を検討用地震に選定した地震動を説明。	・検討用地震動の選定が主な論点であったが、コメントに対して概ね回答済。 ・検討内容の一部について根拠を明記する。 ・今年1月の審査会合において「基本震源モデルの設定は合理的検討となっており理解できた」とあった。
④-3 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち内陸地殻内地震	(今後予定)	・①の審査(断層の長さ)を踏まえ、説明資料を確定。
⑤ 震源を特定せず策定する地震動 (留萌の地震ほか)	(今後予定)	・先行プラントの審査を踏まえ、説明。
⑥ 津波評価	地震に起因する津波(プレート間地震、海洋プレート内地震、海域の活断層による地殻内地震)及び地震以外に起因する津波(陸上及び海底での地すべり・斜面崩壊、火山現象)の評価結果を踏まえ、発電所に与える影響が最も大きい津波は、茨城県沖から房総沖に想定するプレート間地震であることを説明。 また、これを基準津波とすることを説明。	・評価の考え方が主な論点であったが、コメントに対して概ね回答済。 ・防波堤の有無などが、基準津波の選定に影響がないことを確認する。 ・今年1月の審査会合において「発電所に与える影響が大きい津波はMw8.7プレート間地震であることの考え方は理解できた」とあった。

③地下構造評価

東海第二発電所の地下構造が水平成層かつ均質であることを確認するため、地震観測記録と地球物理学的調査を組合せ、地震基盤の位置や形状、地震波速度構造等の調査・解析を実施した。

● 地震観測記録による地下構造評価

解放基盤表面における検討

- ・地震観測記録の到来方向による検討により、解放基盤表面より深部の地下構造が水平成層かつ均質とみなして評価できることを確認

浅部地下構造の検討

- ・解放基盤表面以浅の地震観測記録を用いて、敷地地盤の地下構造が水平成層かつ均質とみなして評価できることを確認

● 地球物理学的調査による地下構造評価

地球物理学的調査 敷地周辺

- ・屈折法地震探査
- ・微動アレイ探査
- ・重力異常分布(文献)

敷地内

- ・単点微動測定
- ・微動アレイ探査

3次元地下構造モデル

作 成

確 認

解析による検討

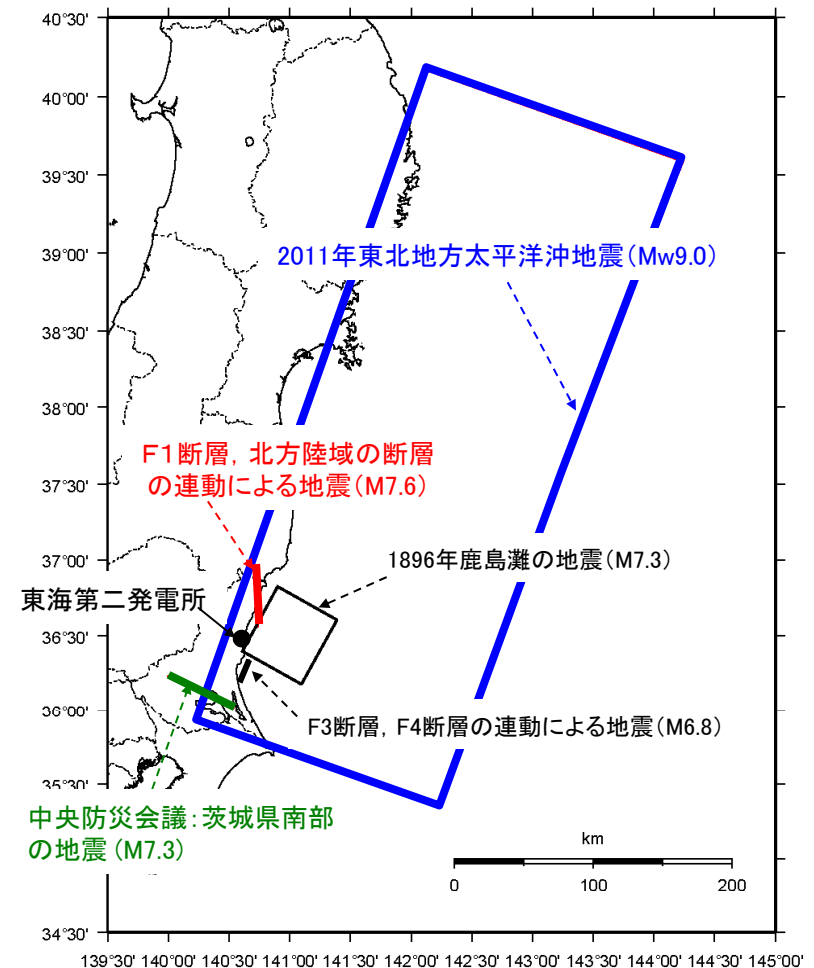
- ・2次元FEMモデル
→ 東西断面, 南北断面
- ・敷地の西側及び南側に見られる深い基盤形状による影響を検討
- ・敷地地盤の地下構造は水平成層かつ均質とみなして評価できることを確認

なお、東海第二発電所の地震動評価においては、地震観測記録を用いた経験的グリーン関数法を用いている。

④敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

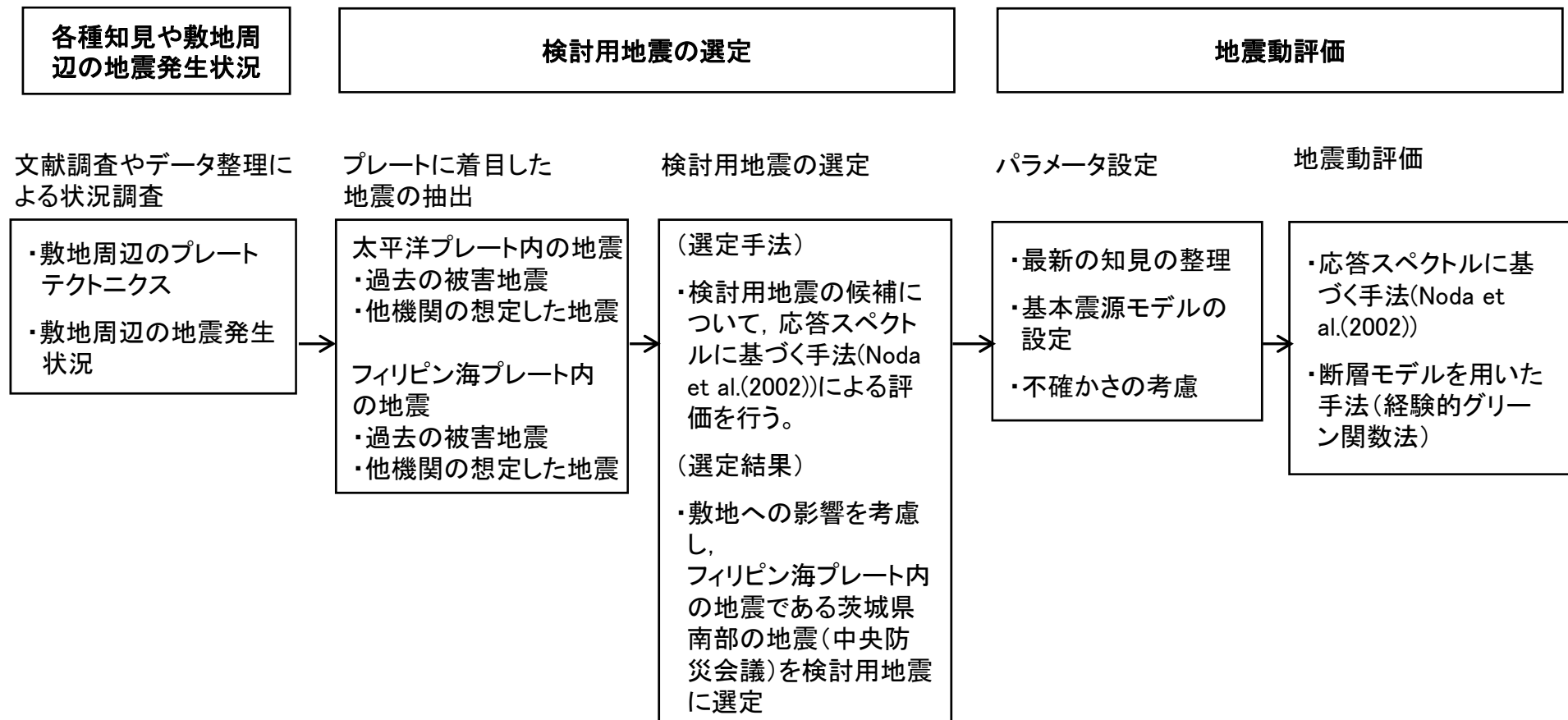
地震発生様式	検討用地震	
	耐震バックチェック	今回
内陸地殻内地震	F3断層, F4断層の連動による地震(M6.8)	F1断層, 北方陸域の断層の連動による地震(M7.6)
プレート間地震	1896年鹿島灘の地震(M7.3)	2011年東北地方太平洋沖地震(Mw9.0)
海洋プレート内地震	中央防災会議:茨城県南部の地震(M7.3)	

プレート間地震は、敷地への影響が最も大きい。
基準地震動Ssの中で最も大きい最大加速度は901ガル。



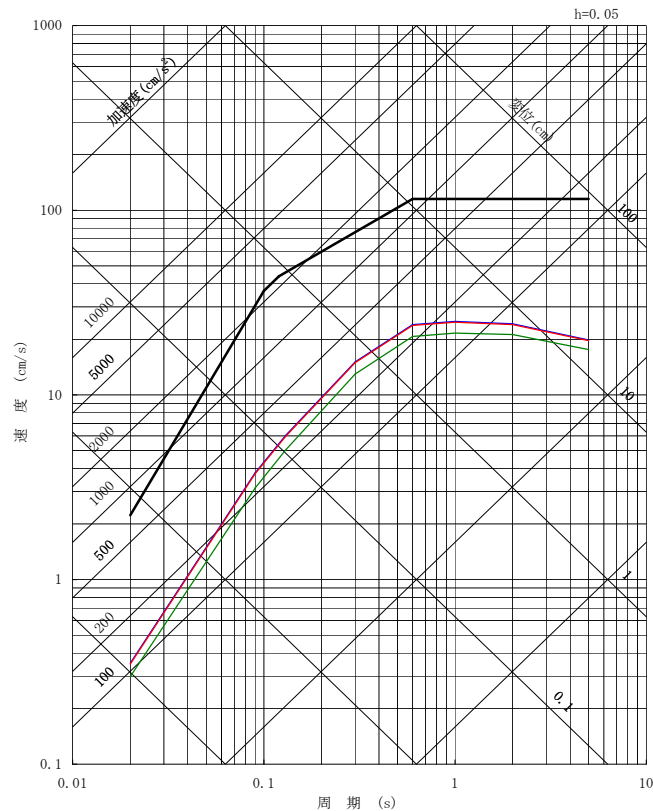
今回見直した検討用地震の断層面

④-2 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



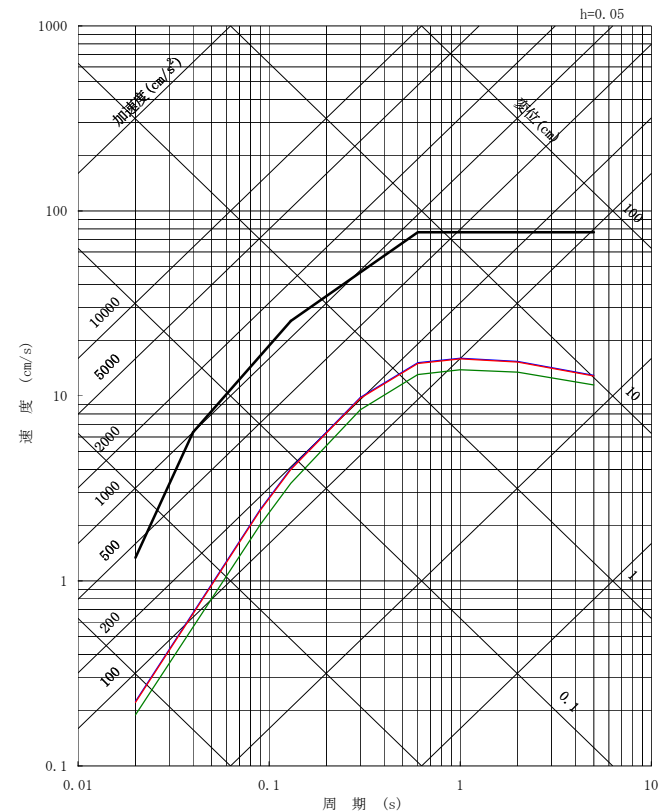
④-2 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち海洋プレート内地震

■ 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

- 基本震源モデル (M7.3, $X_{eq}=76.0\text{km}$)
- 断層傾斜角の不確かさを考慮したケース (M7.3, $X_{eq}=83.7\text{km}$)
- 応力降下量の不確かさを考慮したケース (M7.3, $X_{eq}=76.5\text{km}$)
- 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)



鉛直成分

※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。

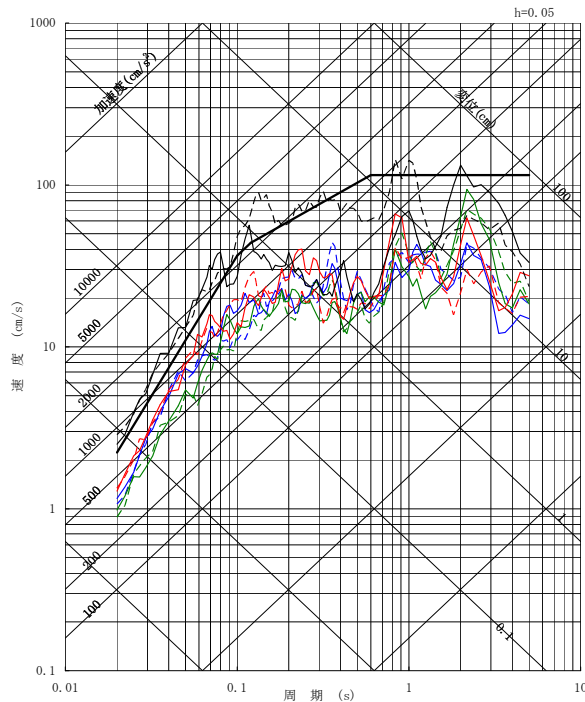
茨城県南部の地震の応答スペクトルに基づく手法による地震動評価は、
Noda et al.(2002)の手法に補正係数を考慮し算定した。

④-2 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

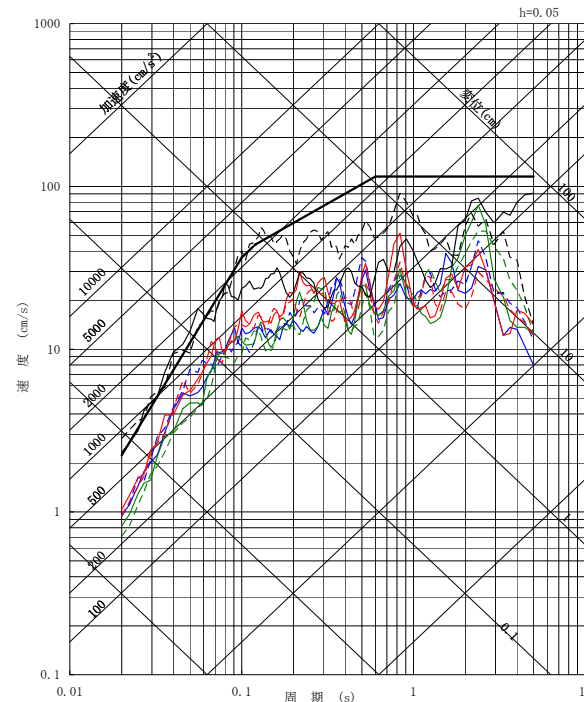
■断層モデルを用いた手法による地震動評価結果(経験的グリーン関数法)

— 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
— 応力降下量の不確かさを考慮したケース

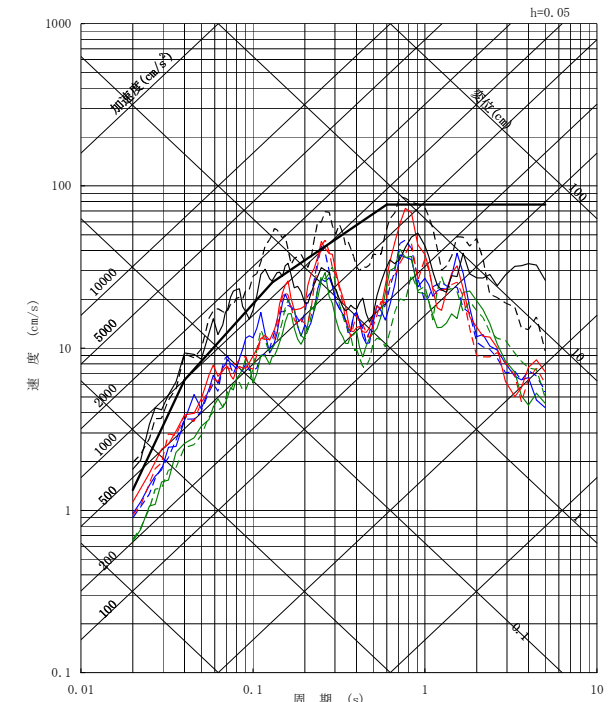
実線: 破壊開始点1
破線: 破壊開始点2



NS成分



EW成分



UD成分

— 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。

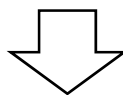
茨城県南部の地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価は、
経験的グリーン関数法により実施した。

④-2 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

震源モデルの設定

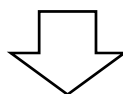
基本震源モデルの設定

「茨城県南部の地震」について、最新の知見によるフィリピン海プレートの形状に基づき、基本震源モデルの位置・形状を設定した。また、過去に発生した海洋プレート内地震による震度を再現する断層パラメータからさらに余裕を見込んだパラメータ(応力降下量62MPaなど)を参考に、基本震源モデルのパラメータを設定した。



不確かさの考慮

地震動評価結果に影響の大きいパラメータである断層傾斜角(敷地へ向く傾斜角に設定)、応力降下量(笹谷ほか(2006)に基づく)に関し不確かさを考慮した。



評価結果

応答スペクトルに基づく手法

Noda et al.(2002)の手法に、地震観測記録から算出した補正係数を考慮し評価を実施した。

断層モデルを用いた手法

適切な要素地震の選定を行い、経験的グリーン関数法により評価を実施した。また、統計的グリーン関数法による確認を実施した。