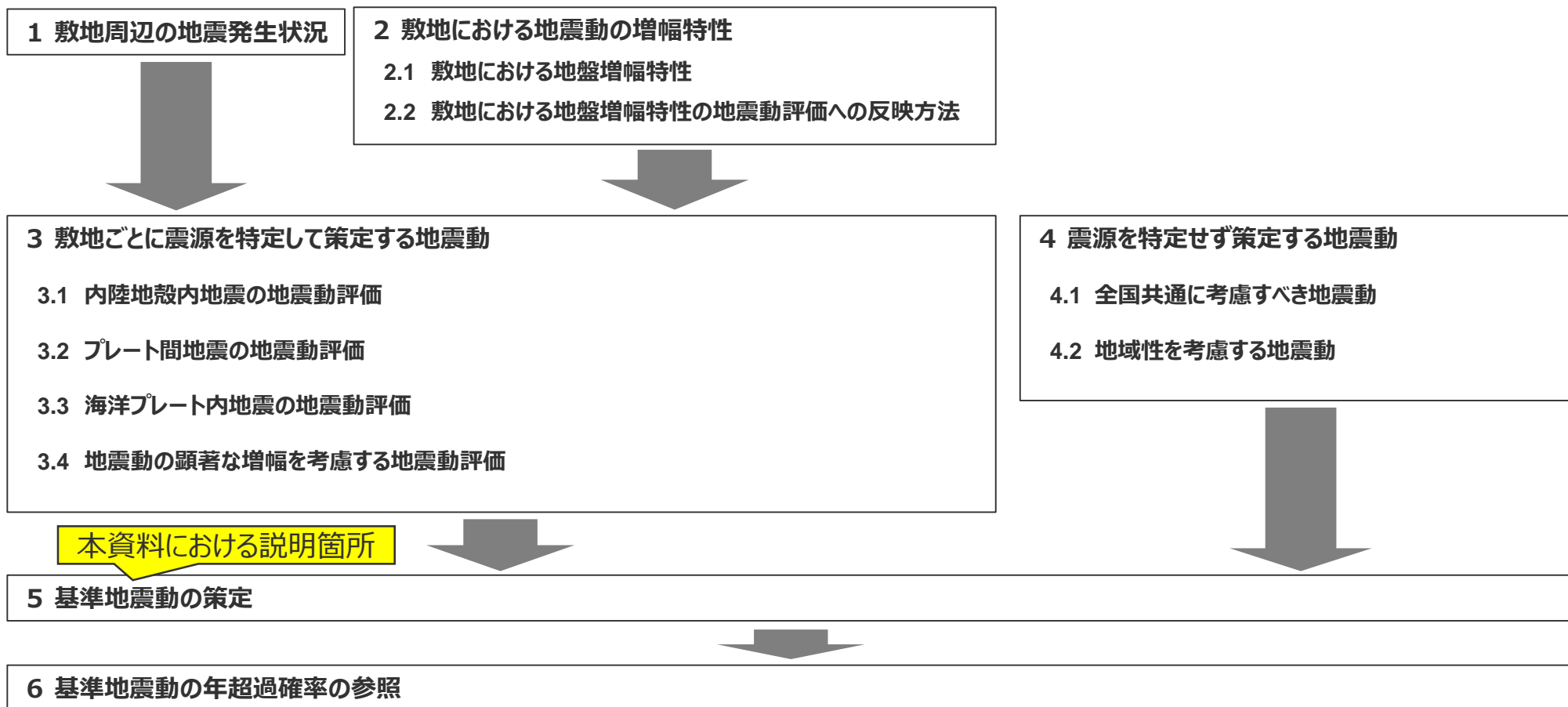


浜岡原子力発電所 基準地震動の策定について

2023年9月11日

基準地震動Ssの策定の全体像及び本資料における説明箇所



これまでの報告事項と該当審査会合

報告項目	審査会合
敷地における地震動の増幅特性	
敷地における地盤増幅特性と地震動評価への反映方法	第128回・第164回・第176回・第194回・第992回・第1041回審査会合
地震動の顕著な増幅を考慮しない領域と地震動の顕著な増幅を考慮する領域の設定	第532回・第992回・第1041回審査会合
敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	
内陸地殻内地震の地震動評価	第499回・第570回・第624回・第671回・第992回・第1041回審査会合
プレート間地震の地震動評価	第246回・第284回・第685回・第745回・第802回・第841回・第992回・第1041回審査会合
海洋プレート内地震の地震動評価	第253回・第318回・第482回・第532回・第992回・第1041回審査会合
地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価	第246回・第253回・第318回・第482回・第499回・第532回・第882回・第940回・第992回・第1041回審査会合
震源を特定せず策定する地震動	
震源を特定せず策定する地震動	第1117回・第1162回審査会合

目次

1 概要	・・・・・・p.4~
2 基準地震動の策定方針	
2.1 基本方針	・・・・・・p.26~
2.2 地震動の顕著な増幅を踏まえた基準地震動の策定方針	・・・・・・p.30~
2.3 免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定方針	・・・・・・p.43~
3 基準地震動の策定	・・・・・・p.70~
3.1 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動	・・・・・・p.73~
3.2 断層モデルを用いた手法による基準地震動	・・・・・・p.100~
3.3 震源を特定せず策定する地震動による基準地震動	・・・・・・p.118~
4 まとめ	・・・・・・p.128~
補足説明資料	・・・・・・p.149~
補足説明資料① 免震構造を採用した緊急時ガスタービン発電機建屋について	
補足説明資料② 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との継続時間の比較	
補足説明資料③ 検討用地震ごとの断層モデルを用いた手法による基準地震動	
補足説明資料④ プレート境界の形状に関する知見について (第1041回審査会合資料のコメント回答の追加分析)	

目次

1 概要	……p.4~
2 基準地震動の策定方針	
2.1 基本方針	……p.26~
2.2 地震動の顕著な増幅を踏まえた基準地震動の策定方針	……p.30~
2.3 免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定方針	……p.43~
3 基準地震動の策定	……p.70~
3.1 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動	……p.73~
3.2 断層モデルを用いた手法による基準地震動	……p.100~
3.3 震源を特定せず策定する地震動による基準地震動	……p.118~
4 まとめ	……p.128~
補足説明資料	……p.149~

基準地震動の策定（概要）

（策定方針）

「**实用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈**」の別記 2

- 基準地震動は、「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、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定すること。
- 施設の構造が免震構造である場合は、やや長周期の地震応答が卓越するため、その周波数特性に着目して地震動評価を実施し、必要に応じて他の施設とは別に基準地震動を策定すること。

「**基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド（5.1 審査の方針）**」

- 基準地震動が、「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」の評価結果を踏まえて、基準地震動の策定過程に伴う各種の不確かさを考慮して適切に策定されていることを確認する。
- 基準地震動の策定に当たり、敷地における地震観測記録を踏まえて、地震発生様式、地震波の伝播経路等に応じた諸特性（その地域における特性を含む。）が十分に考慮されていることを確認する。
- 施設の構造が免震構造である場合は、やや長周期の地震応答が卓越するため、その周波数特性に着目して地震動評価を実施し、必要に応じて他の施設とは別に基準地震動が策定されていることを確認する。



【**浜岡原子力発電所の基準地震動の策定**】

- 基準地震動は、「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」の評価結果※1に基づき、「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」、「震源を特定せず策定する地震動による基準地震動」を策定。
- 免震構造物※2を設定していることから、やや長周期に着目し、免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定を行う。

※1 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」（第1041回審査会合資料2-2-2参照）及び「震源を特定して策定する地震動」（第1162回審査会合資料1-1参照）は、地震観測記録の分析結果及び地下構造調査結果等に基づき、地震発生様式、地震波の伝播経路等に応じた諸特性（その地域における特性を含む。）を考慮するとともに、基本震源モデル及び不確かさを考慮した震源モデルを設定するなどして、基準地震動の策定過程に伴う各種の不確かさを考慮した地震動評価を実施しており、これらの評価結果に基づき基準地震動を策定する。

※2 緊急時ガスタービン発電機建屋（補足説明資料①参照）は、重大事故等対処設備である緊急時ガスタービン発電機（GTG）に作用する地震力の低減を目的として免震構造を採用。

基準地震動の策定 (概要)

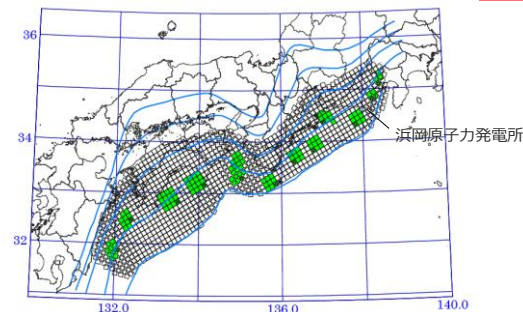
(策定方針)

【浜岡原子力発電所の基準地震動の策定における特徴】

- 敷地が南海トラフの最大クラスのプレート間地震の震源域に位置することから、**南海トラフの最大クラスのプレート間地震が短周期・やや長周期ともに敷地の地震動への影響が大きい地震**である。
- 敷地における地震動の増幅特性として、S波低速度層の影響により、**5号炉周辺（敷地東側）で地震動の顕著な増幅が見られる**。
- **免震構造物**を設置（免震構造を採用した緊急時ガスタービン発電機建屋（GTG建屋）※を設置）。

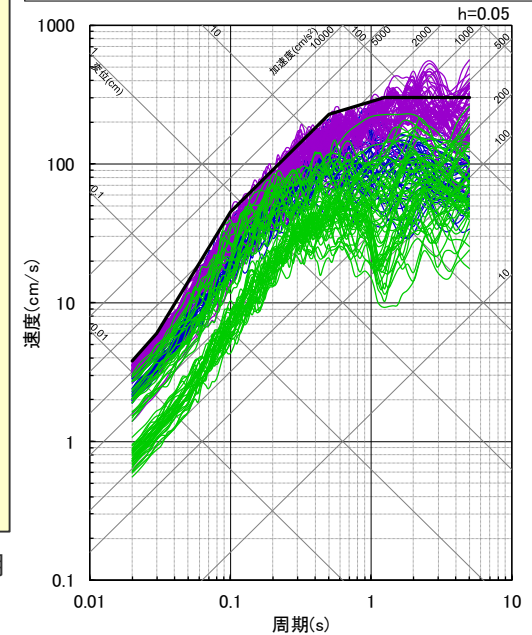
【浜岡原子力発電所の特徴を踏まえた基準地震動の策定方針】

- 基準地震動は、「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」の評価結果に基づき、「**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**」、「**震源を特定せず策定する地震動による基準地震動**」を策定する。
- 基準地震動の策定に当たっては、南海トラフの最大クラスのプレート間地震が短周期・やや長周期ともに敷地の地震動への影響が大きくかつ震源が敷地に近くその破壊過程が地震動評価に大きな影響を与えられ地震であることから、**南海トラフの最大クラスのプレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を重視**する。
- 敷地における地震動の増幅特性を踏まえ、**地震動の顕著な増幅が見られない敷地西側（1～4号炉周辺）で用いる基準地震動Ss1と地震動の顕著な増幅が見られる敷地東側（5号炉周辺）で用いる基準地震動Ss2**をそれぞれ策定する。
- **免震構造物**について、その固有周期が比較的短いこと※、敷地への影響が大きい地震が短周期・やや長周期ともに南海トラフの最大クラスのプレート間地震であることから、**他の施設とは別に「免震設計に用いる基準地震動」を策定せず、耐震設計と免震設計で共通の基準地震動（周期0.02～5秒）を用いる**。



<内閣府モデル（最大クラスの地震）>
(内閣府(2012)に敷地位置を加筆)

- 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-D
- 内陸地殻内地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
- プレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
- 海洋プレート内地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の例（EW方向）（応答スペクトル）>
(地震タイプごとの応答スペクトルはp.48参照) 6

※ 緊急時ガスタービン発電機建屋（補足説明資料①参照）は、重大事故等対処設備である緊急時ガスタービン発電機（GTG）に作用する地震力の低減を目的として免震構造を採用。敷地の地震動の顕著な増幅が見られない領域（敷地西側のSs1領域、p.12参照）に設置しており、免震層の固有周期は2秒程度（p.21）。

基準地震動の策定（概要）

（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、震源を特定せず策定する地震動による基準地震動）

「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド（5.2 基準地震動の策定）」

- 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動は、検討用地震ごとに評価した応答スペクトルを下回らないように作成する必要があり、その際の振幅包絡線は、地震動の継続時間に留意して設定されていることを確認する。
- 断層モデルを用いた手法による基準地震動は、施設に与える影響の観点から地震動の諸特性（周波数特性、継続時間、位相特性等）を考慮して、別途評価した応答スペクトルとの関係を踏まえつつ複数の地震動評価結果から策定されていることを確認する。なお、応答スペクトルに基づく基準地震動が全周期帯にわたって断層モデルを用いた基準地震動を有意に上回る場合には、応答スペクトルに基づく基準地震動で代表させることができる。
- 震源を特定せず策定する地震動による基準地震動は、設定された応答スペクトル（地震動レベル）に対して、地震動の継続時間及び振幅包絡線の経時的変化等の特性が適切に考慮されていることを確認する。また、設定された応答スペクトルに基づいて模擬地震動を作成する場合には、複数の方法（例えば、正弦波の重ね合わせによる位相を用いる方法、実観測記録の位相を用いる方法等）により検討が行われていることを確認する。



【浜岡原子力発電所の基準地震動の策定】

< 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動 >

- 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss-Dは、応答スペクトルに基づく地震動評価結果を包絡し、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果も踏まえて設定。

< 断層モデルを用いた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は、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果において、応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss-Dを上回るケースのうち、Ss-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動を設定。

< 震源を特定せず策定する地震動による基準地震動 >

- 震源を特定せず策定する地震動による基準地震動は、震源を特定せず策定する地震動の評価結果※において、応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss-Dを上回るケースのうち、Ss-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動を設定。

※ 標準応答スペクトルに基づく地震動の評価に用いた模擬地震動の作成する際、複数の方法による検討を実施（第1162回審査会合資料1-1参照）。

基準地震動の策定 (概要)

(策定フロー)

【地震動の顕著な増幅を踏まえた基準地震動の策定 (Ss1及びSs2の策定)】

(1) 地震動の顕著な増幅を踏まえたSs1及びSs2の策定の概要はp.11,12参照

- 敷地における地震動の増幅特性を踏まえ、**地震動の顕著な増幅が見られない敷地西側 (1～4号炉周辺) で用いる基準地震動Ss1と地震動の顕著な増幅が見られる敷地東側 (5号炉周辺) で用いる基準地震動Ss2**をそれぞれ策定する (Ss1及びSs2の応答スペクトルはp.9,10参照)。

敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

第1041回審査会合資料2-2-2参照。

検討用地震

内陸地殻内地震

- 御前崎海脚西部の断層帯による地震 (M7.4)
- A-17断層による地震 (M7.2)

プレート間地震

- 内閣府(2012)による南海トラフで想定される最大クラスの地震 (Mw9.0)

海洋プレート内地震

- 敷地下方の想定スラブ内地震 (M7.0)
- 御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震 (M7.4)

地震動評価

応答スペクトルに基づく手法

地震動の顕著な増幅を考慮した評価も実施

断層モデルを用いた手法

地震動の顕著な増幅を考慮した評価も実施

震源を特定せず策定する地震動

第1162回審査会合資料1-1参照。

全国共通に考慮すべき地震動

- 標準応答スペクトル
- 2004年北海道留萌支庁南部の地震の基盤地震動

地域性を考慮する地震動

- 2008年岩手・宮城内陸地震
- 2000年鳥取県西部地震

地震動の顕著な増幅を考慮した評価も実施

地域性が異なることから観測記録の収集対象外

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動

- 応答スペクトルに基づく地震動評価結果を包絡し、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果も踏まえて設定

Ss1-D ※1

Ss2-D ※1

※1 設計用応答スペクトルは当初申請と同じ、設計用模擬地震動はその作成で用いる地震規模を変更。

(2) 設計用応答スペクトルの設定と模擬地震動の作成の概要はp.13,14参照

断層モデルを用いた手法による基準地震動

- 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果において、Ss-Dを上回るケースのうち、Ss-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動を設定

Ss1-1～Ss1-23

Ss2-1～Ss2-22

(3) 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果から断層モデルを用いた手法による基準地震動を設定する方法の概要はp.15～17参照

震源を特定せず策定する地震動による基準地震動

- 震源を特定せず策定する地震動の評価結果において、Ss-Dを上回るケースのうち、Ss-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動を設定

Ss1-N ※2

Ss2-N ※2

※2 標準応答スペクトルに基づく地震動 (当初申請より追加)。

(4) 免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定の概要はp.18～21参照

【免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定】

- 免震構造物の固有周期が比較的短いこと※3、敷地への影響が大きい地震が短周期・やや長周期ともに南海トラフの最大クラスのプレート間地震であることから、**他の施設とは別に「免震設計に用いる基準地震動」を策定せず、耐震設計と免震設計で共通の基準地震動 (周期0.02～5秒) を用いる。**

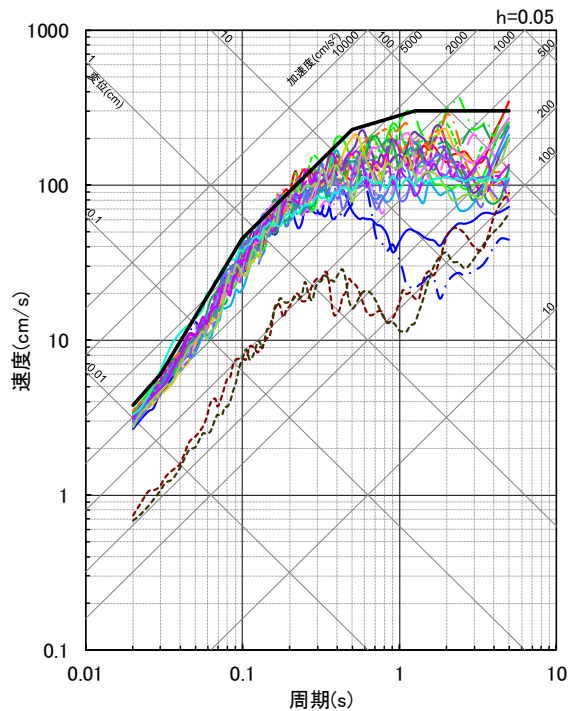
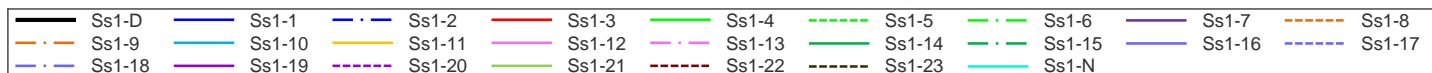
※3 緊急時ガスタービン発電機建屋 (補足説明資料①参照) は、重大事故等対処設備である緊急時ガスタービン発電機 (GTG) に作用する地震力の低減を目的として免震構造を採用。敷地の地震動の顕著な増幅が見られない領域 (敷地西側のSs1領域、p.12参照) に設置しており、免震層の固有周期は2秒程度 (p.21)。

基準地震動の策定（概要）

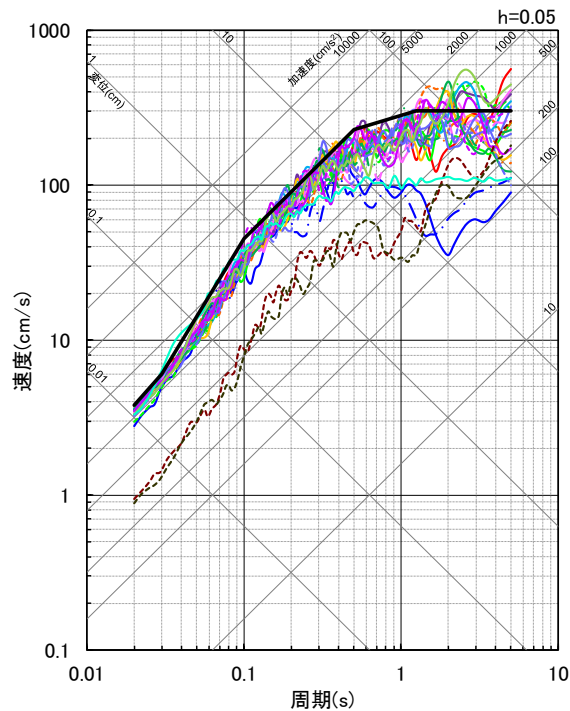
（基準地震動Ss1：地震動の顕著な増幅が見られない敷地西側（1～4号炉周辺））

○「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、敷地西側（1～4号炉周辺）で用いる基準地震動Ss1としてSs1-D、Ss1-1～Ss1-23、Ss1-Nを設定した。

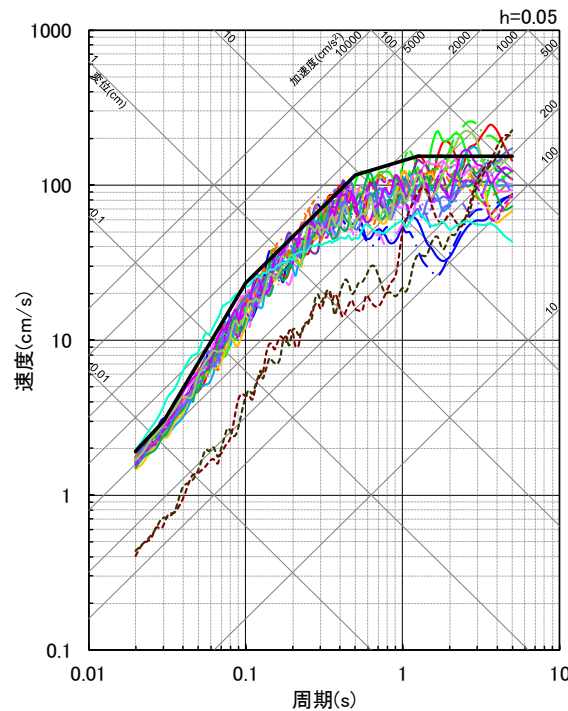
- 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1 …… Ss1-D
 - 断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1 …… Ss1-1～Ss1-23
 - 震源を特定せず策定する地震動による基準地震動Ss1 …… Ss1-N
- Ss1-1～Ss1-2 : 内陸地殻内地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
 - Ss1-3～Ss1-21 : プレート間地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
 - Ss1-22～Ss1-23 : 海洋プレート内地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
 - Ss1-N : 標準応答スペクトルに基づく地震動（地震動の顕著な増幅を考慮しない）



(NS方向)



(EW方向)



(UD方向)

<基準地震動Ss1（Ss1-D、Ss1-1～Ss1-23、Ss1-N）（応答スペクトル）>

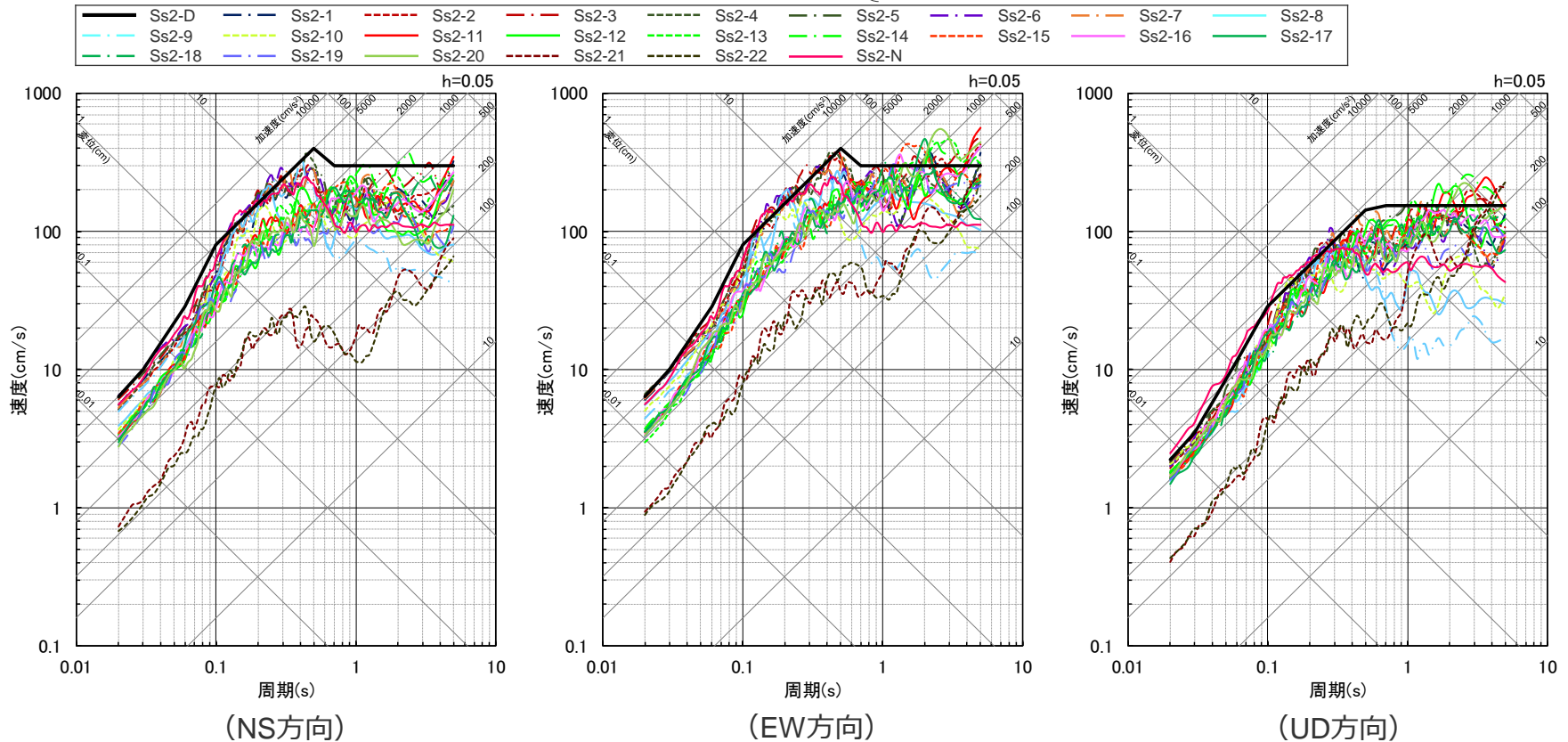
基準地震動の策定 (概要)

(基準地震動Ss2: 地震動の顕著な増幅が見られる敷地東側 (5号炉周辺))

○「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、敷地東側 (5号炉周辺) で用いる基準地震動Ss2としてSs2-D、Ss2-1～Ss2-22、Ss2-Nを設定した。

※ Ss2は、「地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価」の結果に基づくとともに、長周期側で大きいケースがある「地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価」の結果にも基づき策定 (p.11参照)。

- 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2 …… Ss2-D
 - 断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2 …… Ss2-1～Ss2-22
 - 震源を特定せず策定する地震動による基準地震動Ss2 …… Ss2-N
- Ss2-1～Ss2-7 : プレート間地震 (地震動の顕著な増幅を考慮)
 - Ss2-8～Ss2-10 : 海洋プレート内地震 (地震動の顕著な増幅を考慮)
 - Ss2-11～Ss2-20 : プレート間地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)
 - Ss2-21～Ss2-22 : 海洋プレート内地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)
 - Ss2-N : 標準応答スペクトルに基づく地震動 (地震動の顕著な増幅を考慮)



< 基準地震動Ss2 (Ss2-D、Ss2-1～Ss2-22、Ss2-N) (応答スペクトル) >

(1) 地震動の顕著な増幅を踏まえた基準地震動の策定

(基準地震動Ss1及び基準地震動Ss2の策定方針)

【地震動の顕著な増幅を踏まえた基準地震動の策定（詳細はp.30～参照）】

- 敷地における地震動の増幅特性を踏まえ、敷地西側（1～4号炉周辺）で用いる基準地震動Ss1と敷地東側（5号炉周辺）で用いる基準地震動Ss2をそれぞれ策定。
- 敷地西側（1～4号炉周辺）の基準地震動Ss1は、「地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価」の結果に基づき策定。
- 敷地東側（5号炉周辺）の基準地震動Ss2は、「地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価」の結果に基づくとともに、長周期側で大きいケースがある「地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価」の結果にも基づき策定。

・敷地西側（1～4号炉周辺）のSs1領域と敷地東側（5号炉周辺）のSs2領域の設定は次ページ参照。

特定の地震波到来方向（N30E～N70E）で短周期のみに見られる地震動の顕著な増幅の特徴に着目した評価（p.35～37）

地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価の結果

敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

- ・内陸地殻内地震
- ・プレート間地震
- ・海洋プレート内地震

震源を特定せず策定する地震動

- ・標準応答スペクトル
- ・2004年北海道留萌支庁南部の地震の基盤地震動

地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の結果

敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

- ・内陸地殻内地震
- ・プレート間地震
- ・海洋プレート内地震

震源を特定せず策定する地震動

- ・標準応答スペクトル
- ・2004年北海道留萌支庁南部の地震の基盤地震動

長周期で大きいケースあり（右図参照）

敷地西側（1～4号炉周辺） 基準地震動Ss1

応答スペクトルに基づく手法によるSs1

断層モデルを用いた手法によるSs1

震源を特定せず策定する地震動によるSs1

敷地東側（5号炉周辺） 基準地震動Ss2

応答スペクトルに基づく手法によるSs2

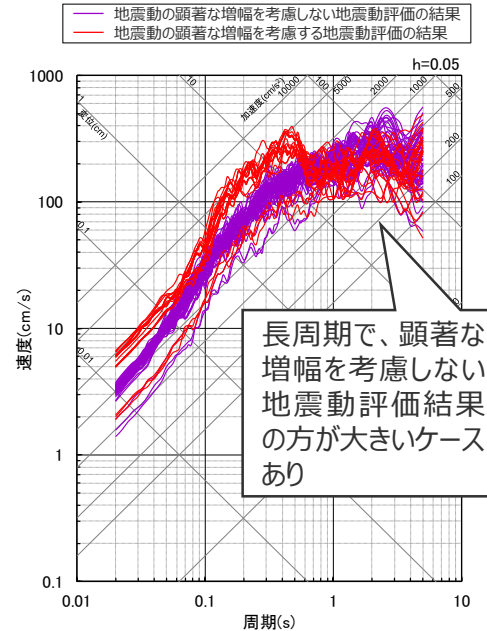
断層モデルを用いた手法によるSs2

震源を特定せず策定する地震動によるSs2

地震動の顕著な増幅が見られない。

地震動の顕著な増幅が見られる。

S波低速度層の影響による地震動の顕著な増幅を考慮



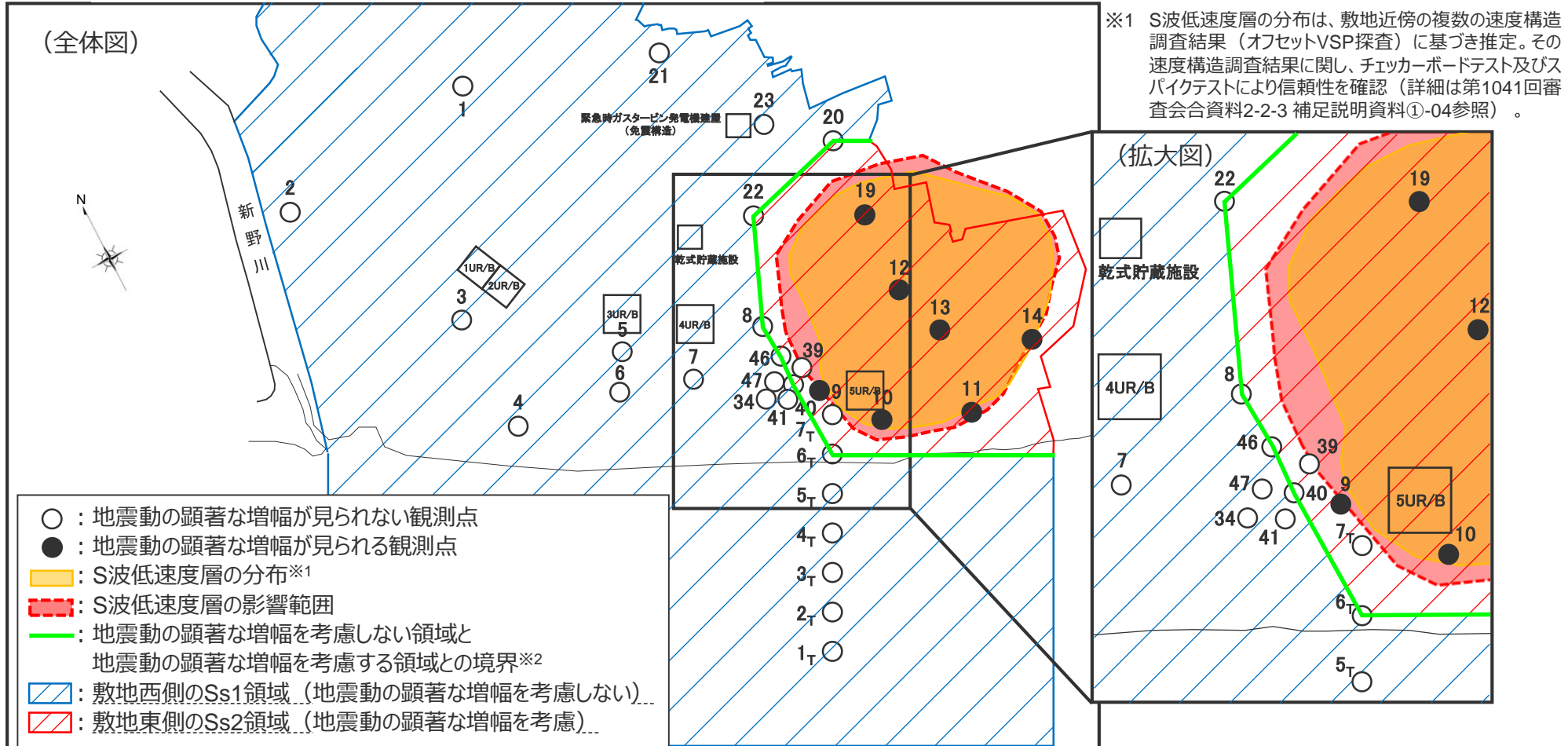
<プレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（EW方向）（応答スペクトル）>

< 1 概要 >

(1) 地震動の顕著な増幅を踏まえた基準地震動の策定 (敷地西側のSs1領域と敷地東側のSs2領域の設定)

・敷地における地盤増幅特性を踏まえた地震動評価の方針の詳細は、第1041回審査会合資料2-2-2 p.100~参照。

○観測点毎の地震動の顕著な増幅の有無（地震観測記録の分析）に基づき、S波低速度層の分布※1及び解析に基づく影響範囲（地下構造調査結果の分析）も踏まえて、敷地西側（1～4号炉周辺）の地震動の顕著な増幅を考慮しない基準地震動Ss1を用いるSs1領域と敷地東側（5号炉周辺）の地震動の顕著な増幅を考慮する基準地震動Ss2を用いるSs2領域を設定。



※2 「地震動の顕著な増幅を考慮しない領域と地震動の顕著な増幅を考慮する領域との境界」は、主に地震動の顕著な増幅が見られない観測点に基づき設定することとし、当該境界により設定される地震動の顕著な増幅を考慮する領域が、地震動の顕著な増幅が見られる観測点及びS波低速度層の分布・影響範囲を包絡することを確認。

(2) 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動の策定

(設計用応答スペクトルの設定)

【設計用応答スペクトルの設定 (詳細はp.74~参照)】

- 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は、**応答スペクトルに基づく地震動評価結果を包絡するよう設定**する。
- また、敷地の地震動への影響が大きくかつ震源が敷地に近くその破壊過程が地震動評価に大きな影響を与えとされる地震であることから、南海トラフのプレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を重視し、**断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の形状等も踏まえて設定**する。その際、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果について、応答スペクトルの形状の極短周期の特徴をSs-Dに反映するとともに、各地震動評価結果をSs-Dが概ね包絡する地震動レベル (Ss-Dを全周期帯で上回ることがなく、Ss-Dを上回る周期が一部となる地震動レベル※1) でSs-Dを設定。

※1 断層モデルを用いた手法による地震動結果において一部の周期が大きい地震動は、震源の破壊過程を反映して評価した時刻歴波形の特徴と考えられることから、Ss-Dを一部の周期で上回るケースの地震動については、断層モデルを用いた手法による基準地震動の策定において検討する (p.15,16参照)。

応答スペクトルに基づく地震動評価結果を包絡

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を踏まえた設定

- ・ プレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の**応答スペクトルの形状の特徴を反映**したSs-Dを設定するかを検討。
- ・ プレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の**応答スペクトルの地震動レベルを反映**したSs-Dを設定するかを検討。

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss-D (設計用応答スペクトル)

(設計用応答スペクトルの設定)

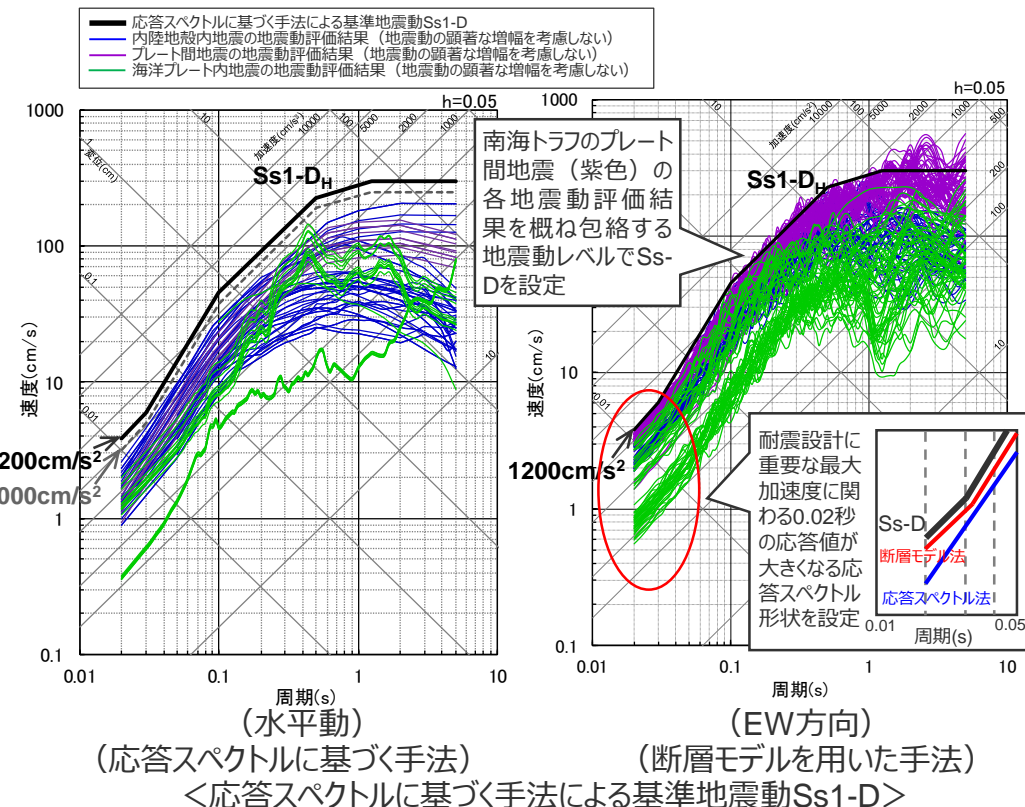
... Ss-Dは、応答スペクトルに基づく地震動評価結果を包絡する地震動レベル以上として検討。

... **極短周期における応答スペクトルの形状の特徴を反映し、原子炉施設の耐震設計に重要な設計用模擬地震動の最大加速度に関わる0.02秒の応答値が大きくなる極短周期の応答スペクトル形状を設定。**

... **断層モデルを用いた手法による各地震動評価結果を概ね包絡する地震動レベルでSs-Dを設定。**その際、水平動は、応答スペクトルに基づく地震動評価結果を包絡する地震動レベルより、全周期帯で大きい地震動レベルを反映※2

...	<Ss1-D>	<Ss2-D>
	水平動 1200cm/s ²	2000cm/s ²
	鉛直動 600cm/s ²	700cm/s ²

水平動と鉛直動との比率について、プレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価と整合的であることを確認 (p.77,78,82,83参照)。



※2 応答スペクトルに基づく地震動評価結果の水平動は、例えば、最大加速度1000cm/s²の応答スペクトル (左図中の破線) で包絡されるが、より大きい最大加速度1200cm/s²の応答スペクトルを設定。

(2) 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動の策定

(模擬地震動の作成に用いる地震規模の設定について)

【模擬地震動の作成に用いる地震規模の設定（詳細はp.86～参照）】

○ **振幅包絡線の設定パラメータである地震規模**（気象庁マグニチュードMjまたはそれに準ずるもの）は、地震動の継続時間への影響が大きい**南海トラフのプレート間地震の最大規模を設定**することとし、2011年東北地方太平洋沖地震の観測記録に基づく知見の検討をしたうえで、地震規模を設定する。

⇒ **2011年東北地方太平洋沖地震（Mw9.0）の強震観測記録において距離減衰式から求められる地震規模Mwは8.2～8.3程度とされていること、地震観測記録の最大振幅に基づき算出されるMjはM8程度で飽和することを踏まえると、M8.5より小さい値を設定することが考えられるが、Noda et al.(2002)の方法の地震規模の最大がMj8.5であることに基づき保守的にM=8.5と設定**。また、作成した模擬地震動の継続時間について、**Mw9.0のプレート間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の比較により保守性を確認**。

※ 当初申請時の設計用模擬地震動は、p.24参照。Noda et al.(2002)の方法に基づく応答スペクトルに基づく地震動評価及び模擬地震動の作成で用いるプレート間地震の最大規模について、当初申請時は、2011年東北地方太平洋沖地震の観測記録に基づく知見の検討をすることなく、プレート間地震にMj8.5を超える地震規模を設定していたが、第745回審査会合のプレート間地震の審査コメント対応の際に検討を行い、プレート間地震の応答スペクトルに基づく地震動評価に用いる最大規模を当初申請時から変更している（p.88参照）。

模擬地震動の作成に用いる地震規模の設定方針

- 1)地震動の継続時間への影響が大きい南海トラフのプレート間地震の最大規模を設定。
- 2)その設定に当たり、2011年東北地方太平洋沖地震の観測記録に基づく知見を検討。

当初申請時と同じ方針

当初申請時からの追加検討

2011年東北地方太平洋沖地震の観測記録に基づく知見の検討 M<8.5

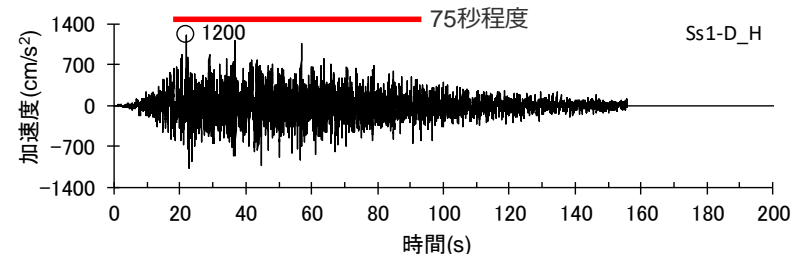
・2011年東北地方太平洋沖地震の強震観測記録において距離減衰式から求められる地震規模Mwは**8.2～8.3程度**であり、断層運動から求められる地震規模Mw9.0と比べると相当小さいとされていること、Noda et al.(2002)の方法で用いる地震観測記録の最大振幅に基づき算出されるMjはM8程度で飽和して断層運動の大きさに応じて大きくなるという特性があることを踏まえると、**M8.5より小さい値を設定することが考えられる**。

当初申請時のM9.0から変更

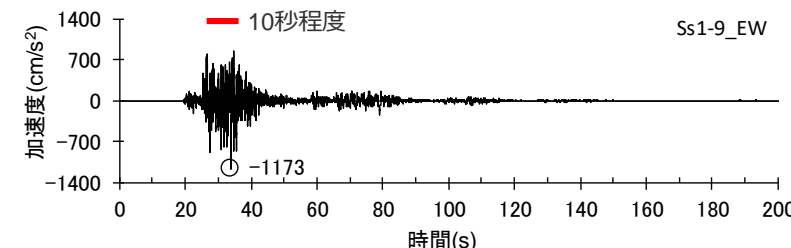
浜岡原子力発電所の模擬地震動の作成に用いる地震規模 M=8.5

・敷地は、南海トラフのプレート間地震の震源断層が近く、最も近い強震動生成域の影響が支配的であることから、2011年東北地方太平洋沖地震における日本海沿岸の地震記録と比べ、地震動の強震部の継続時間は短いと考えられるが、**Noda et al.(2002)の方法の地震規模の最大がMj8.5であることに基づき保守的にM=8.5と設定**。
・また、作成した模擬地震動の継続時間について、**Mw9.0のプレート間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の比較により保守性を確認**。

当初申請時からの追加検討



応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-D（水平動）



Mw9.0のプレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（EW方向）

— : 強震部（概ね加速度600cm/s²以上となる範囲）

< 模擬地震動の作成に用いる地震規模の設定の検討フロー >

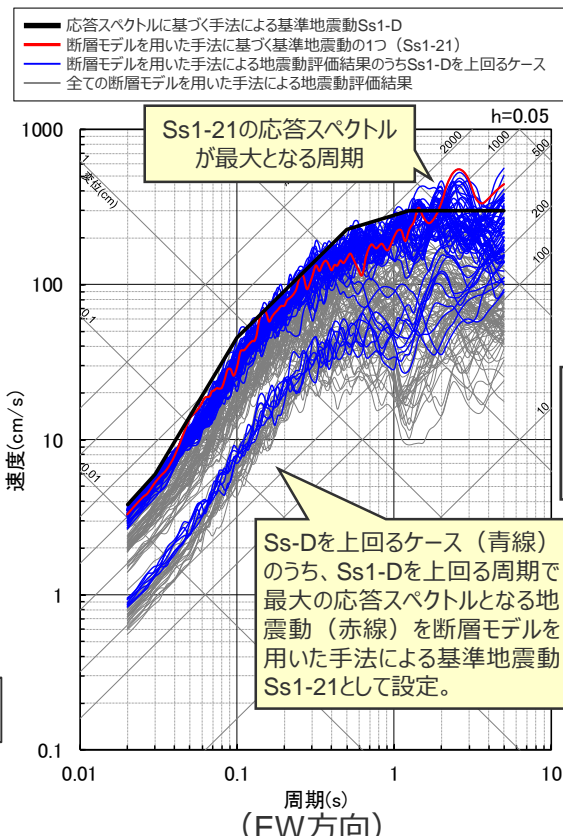
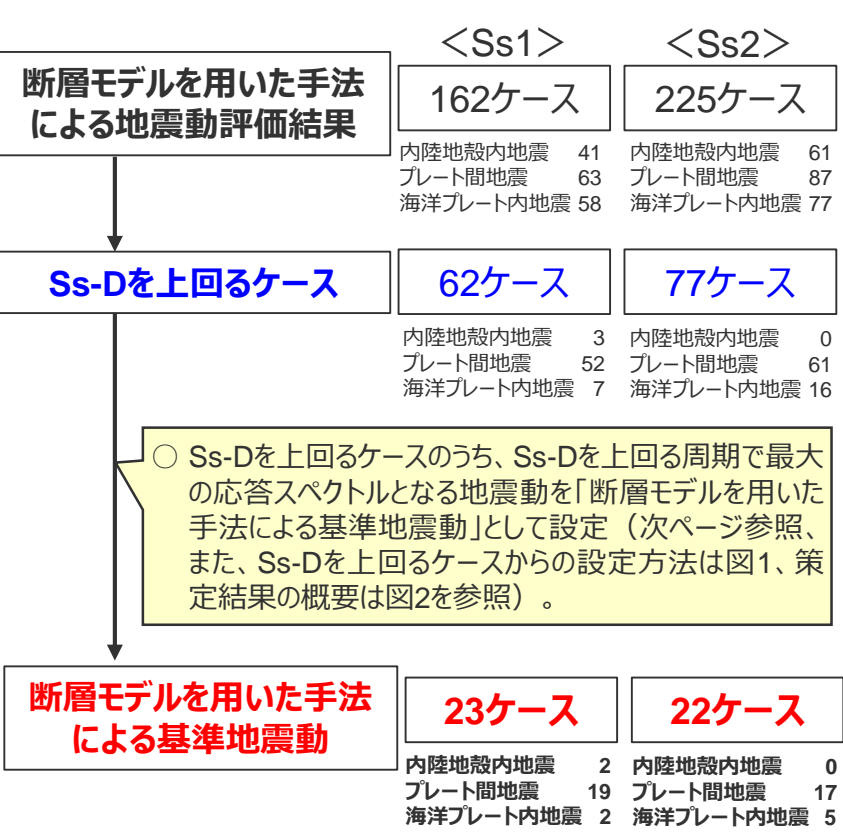
< 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較 >

(3) 断層モデルを用いた手法による基準地震動の策定

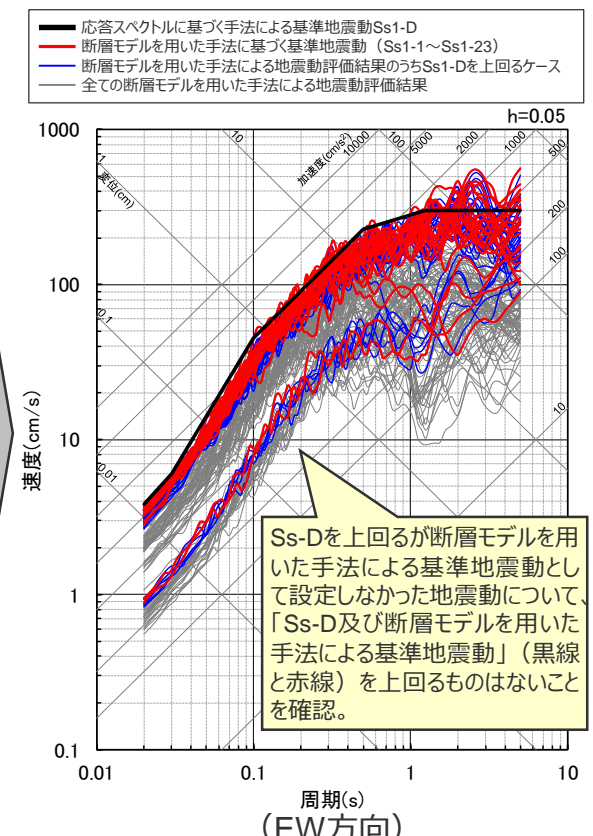
(断層モデルを用いた手法による地震動評価結果からの基準地震動の設定について)

【断層モデルを用いた手法による基準地震動の策定（詳細はp.100～参照）】

- 断層モデルを用いた手法による基準地震動は、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果において、応答スペクトルに基づく手法による基準地震動 **Ss-D**を上回るケースを考慮することを基本とする。
- 地震動レベルが大きいケースが施設に大きな影響を与えと考えられることから、**Ss-D**を上回るケースのうち、**Ss-D**を上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動を「断層モデルを用いた手法による基準地震動」として設定（次ページ参照）。



<図1 Ss1-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動の設定例>



<図2 断層モデルを用いた手法による基準地震動の策定結果の例>

<断層モデルを用いた手法による基準地震動の策定フロー>

(3) 断層モデルを用いた手法による基準地震動の策定

(断層モデルを用いた手法による地震動評価結果からの基準地震動の設定について)

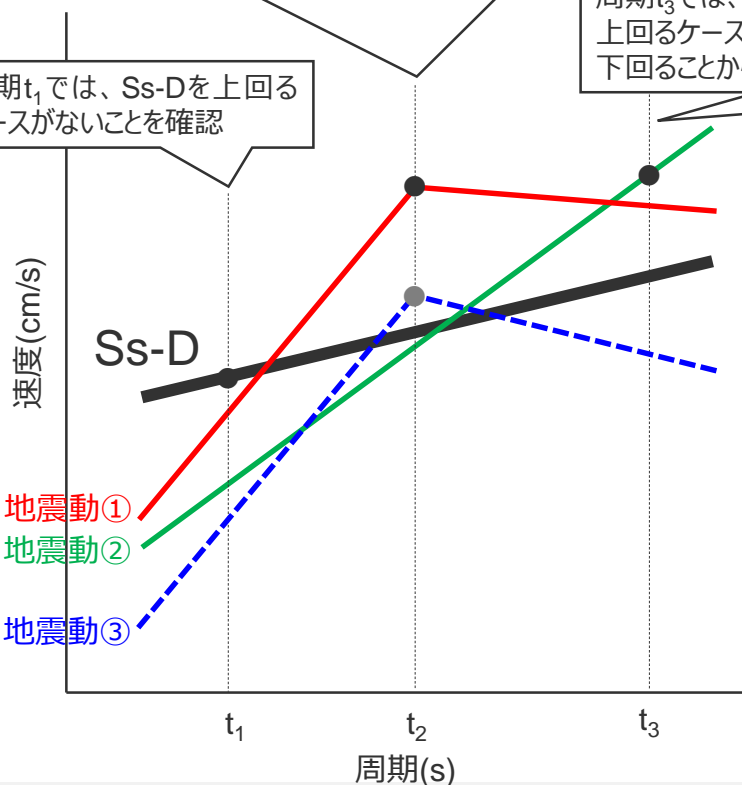
【断層モデルを用いた手法による基準地震動の設定方法の補足】

- Ss-Dを上回るケースのうち、**Ss-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動**を「断層モデルを用いた手法による基準地震動」として設定。
- 具体的には、下図のとおり、**応答スペクトルの周期ごとにSs-Dを上回るケースのうち最大値となるケースを確認し、それらのケースの地震動をすべて断層モデルを用いた手法による基準地震動Ssとして設定**する。
- なお、Ss-Dを上回るが断層モデルを用いた手法による基準地震動として設定しなかった地震動については、Ss-D及び断層モデルを用いた手法による基準地震動Ssを上回るものがないことを確認する。

周期 t_2 では、**地震動②**はSs-Dを下回るケースであり、**地震動①**及び**地震動③**はSs-Dを上回るケースである。このうち最大値となるケースが**地震動①**で、**地震動③**はその最大値を下回ることから、**地震動①**を基準地震動として設定。

周期 t_3 では、**地震動③**はSs-Dを下回るケースであり、**地震動①**及び**地震動②**はSs-Dを上回るケースである。このうち最大値となるケースが**地震動②**で、**地震動①**はその最大値を下回ることから、**地震動②**を基準地震動として設定。

周期 t_1 では、Ss-Dを上回るケースがないことを確認



地震動②は、周期 t_3 で最大の応答スペクトルとなる地震動
⇒断層モデルを用いた手法による基準地震動として設定

地震動①は、周期 t_2 で最大の応答スペクトルとなる地震動
⇒断層モデルを用いた手法による基準地震動として設定

地震動③は、周期 t_2 でSs-Dを上回るが、最大の応答スペクトルとはならない地震動
⇒断層モデルを用いた手法による基準地震動として設定しない

【確認内容（各ケースについて周期 t ごとに確認）】

「Ss-D及び断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss」の
応答スペクトルの周期 t_i における最大値

≥ 「Ss-Dを上回る周期で最大の
応答スペクトルとはならない地震動」の
応答スペクトルの周期 t_i における値

(確認結果は、p.106,114参照)

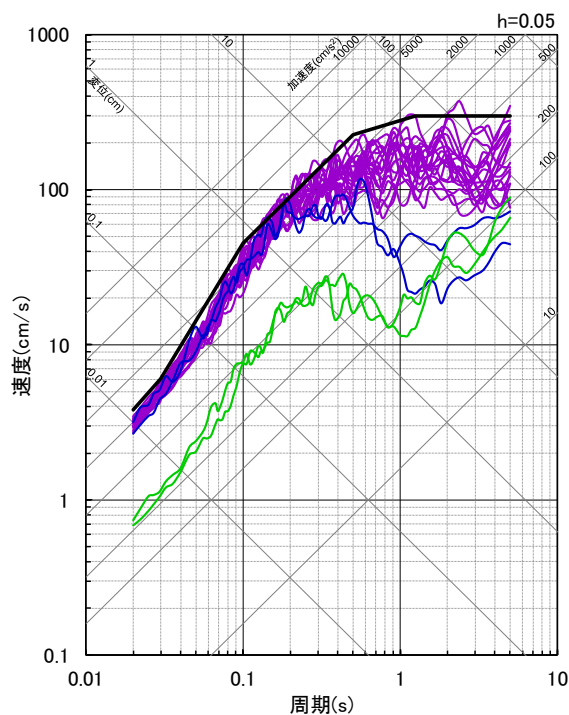
・基準地震動Ss1、Ss2ともに、同様の方法で設定し確認。

(3) 断層モデルを用いた手法による基準地震動の策定

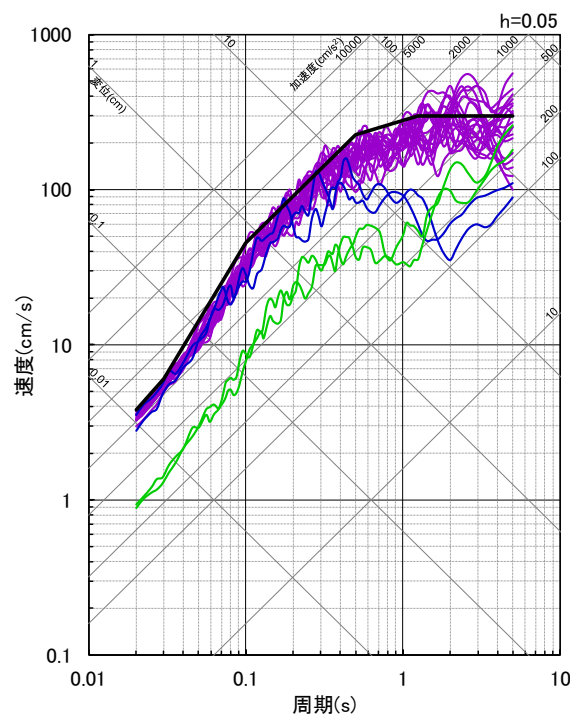
(断層モデルを用いた手法による基準地震動の策定結果の概要)

- 断層モデルを用いた手法による基準地震動は、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果において、Ss-Dを上回るケースのうち、Ss-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動を設定。
- その結果、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果のうち、敷地の地震動への影響が短周期・やや長周期ともに大きい地震である南海トラフの最大クラスのプレート間地震の地震動を主として、断層モデルを用いた手法による基準地震動としている。

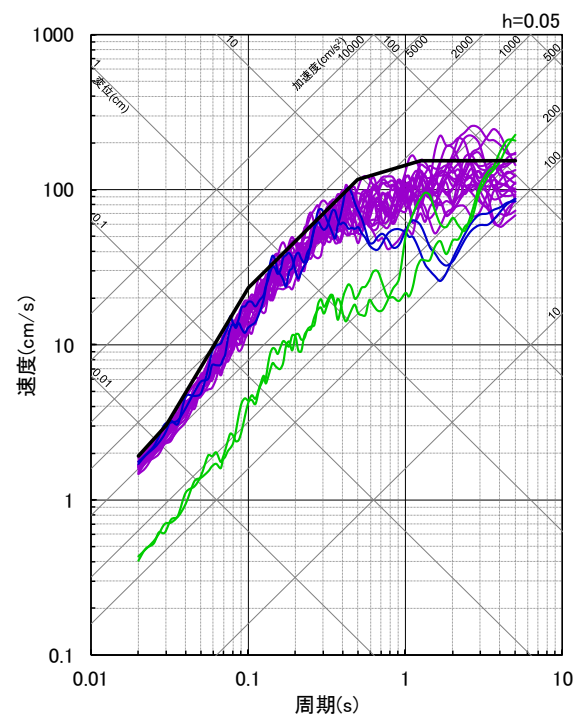
— 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-D
— 断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1 (内陸地殻内地震) (Ss1-1,Ss1-2)
— 断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1 (プレート間地震) (Ss1-3~Ss1-21)
— 断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1 (海洋プレート内地震) (Ss1-22,Ss1-23)



(NS方向)



(EW方向)



(UD方向)

<断層モデルを用いた手法による基準地震動の例 (Ss1-1~Ss1-23) (応答スペクトル) >

※ Ss2-1~Ss2-22はp.117参照。

(4) 免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定

(検討方針)

「建物・構築物の免震構造に関する審査ガイド」

- 免震構造物は、やや長周期の地震応答が卓越するため、免震構造物の周期特性を踏まえ、免震構造物の固有周期の2倍程度までのやや長周期に着目して地震動評価を実施し、必要に応じて免震設計に用いる基準地震動を策定していること。
- 耐震設計に用いる基準地震動が短周期における敷地又は施設への影響に着目している一方で、免震設計に用いる基準地震動の策定においては、やや長周期における敷地又は施設への影響に着目した地震の想定及び検討用地震を検討していること。具体的には、敷地からの距離は離れているが地震規模の大きな地震を選定し、やや長周期における敷地又は施設への影響をその他の検討用地震と比較して、免震設計に用いる基準地震動に係る検討用地震としての選定可能性を検討していること。また、免震構造物の固有周期がやや長周期であることを踏まえ、地震規模に対して十分な継続時間を有していること。
- 応答スペクトルに基づく地震動評価により免震設計に用いる基準地震動を策定する場合、やや長周期の応答スペクトルは、断層モデルを用いた手法に基づく地震動評価結果、地震ハザード解析における一様ハザードスペクトルに係る評価結果等を踏まえて適切に設定していること。また、この場合、地震動の継続時間について断層モデルを用いた手法に基づく地震動評価結果の継続時間等と比較することにより検証していること。
- 国土交通省の技術的助言で南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動対策の対象区域にある原子力発電所において免震構造を採用する場合、国土交通省の技術的助言を参照の上、免震設計に用いる基準地震動の策定を検討していること。



【浜岡原子力発電所の基準地震動の策定】

- 免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定は、①免震構造物の周期特性を踏まえ「着目するやや長周期」を検討したうえで、②やや長周期に着目した検討用地震及び地震動評価の確認を行い、③必要に応じて他の施設とは別に基準地震動を策定する。
- また、「免震設計に用いる基準地震動」（耐震設計と免震設計で共通の基準地震動を用いる場合を含む）について、④基準地震動のやや長周期の応答スペクトル・継続時間の検討、⑤国土交通省の技術的助言の参照に係る検討を実施する。

(4) 免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定

(検討方針)

【免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定（詳細はp.43～参照）】

- 「耐震設計に用いる基準地震動」は、地震動評価結果の周期0.02～5秒の応答スペクトルに基づき策定する（p.27参照）。
- 「免震設計に用いる基準地震動」については、免震構造物はやや長周期の地震応答が卓越することから、地震審査ガイドや免震構造審査ガイド*1を踏まえ、①免震構造物の周期特性を踏まえ「着目するやや長周期」を検討したうえで、②やや長周期に着目した検討用地震及び地震動評価の確認を行い、③必要に応じて他の施設とは別に基準地震動を策定。また、④基準地震動のやや長周期の応答スペクトル・継続時間の検討、⑤国土交通省の技術的助言の参照に係る検討を実施。

※1 「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」（以降、「地震審査ガイド」という。）及び「建物・構築物の免震構造に関する審査ガイド」（以降、「免震構造審査ガイド」という。）

① 免震構造物の周期特性を踏まえ「着目するやや長周期」の検討

- 免震構造審査ガイドを踏まえ、免震構造物の固有周期の2倍程度までのやや長周期に着目（図1参照）。

② やや長周期に着目した検討用地震及び地震動評価の確認

- 検討用地震について、やや長周期に着目した選定がされていることを確認。その際、短周期に着目して選定した検討用地震とは別に、やや長周期における影響が大きい地震として、「敷地からの距離は離れているが地震規模の大きな地震」の選定可能性を確認（図2参照）。
- 地震動評価について、やや長周期に着目した評価がされていることを確認。

③ 必要に応じ他の施設とは別に基準地震動を策定

- 「耐震設計に用いる基準地震動」に対して、着目する周期と着目する地震に違いがあるかを検討し、必要に応じ他の施設とは別に「免震設計で用いる基準地震動」を策定（着目する周期と着目する地震に違いがない場合は、耐震設計と免震設計で共通の基準地震動を用いる）。

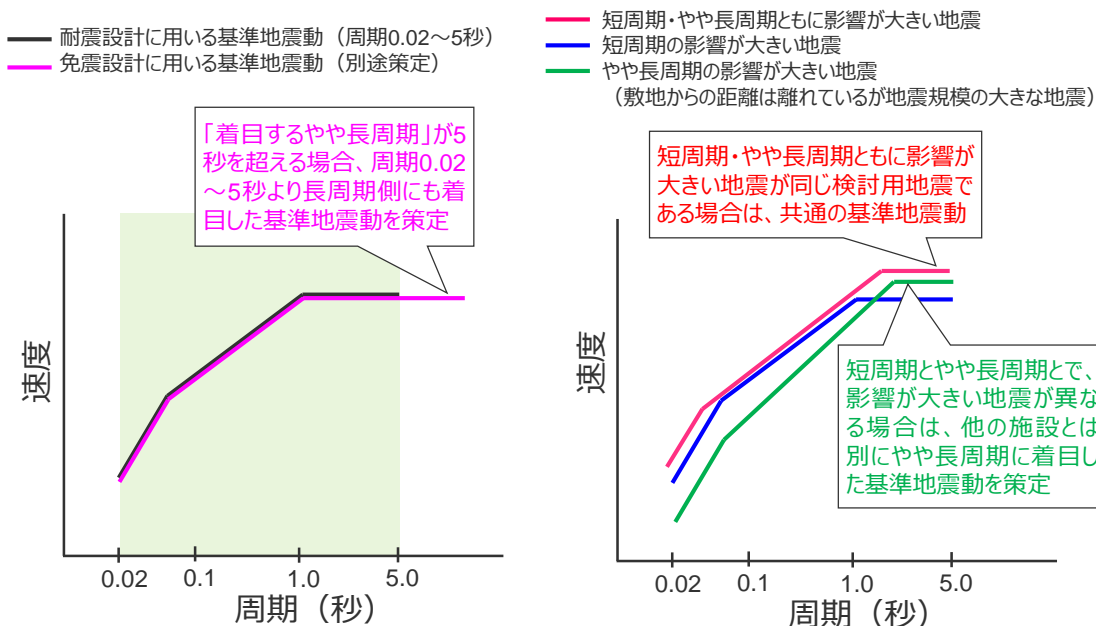
④ 基準地震動のやや長周期の応答スペクトル・継続時間の検討

- 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動について、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果のやや長周期の応答スペクトル及び継続時間と比較（耐震設計と共通の基準地震動を用いる場合を含む）。

⑤ 国土交通省の技術的助言の参照

- 国土交通省の技術的助言*2における基整促波との比較。

< 免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定に係る検討フロー >



< 図1 着目する周期の違い（イメージ） >

（例えば、免震構造物の固有周期が5秒程度である場合、「着目するやや長周期」が10秒までとなり、耐震設計に用いる基準地震動（周期0.02～5秒）より長周期側まで着目する必要がある。）

< 図2 着目する地震の違い（イメージ） >

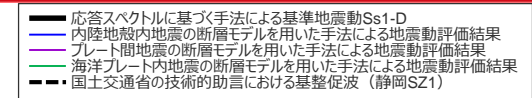
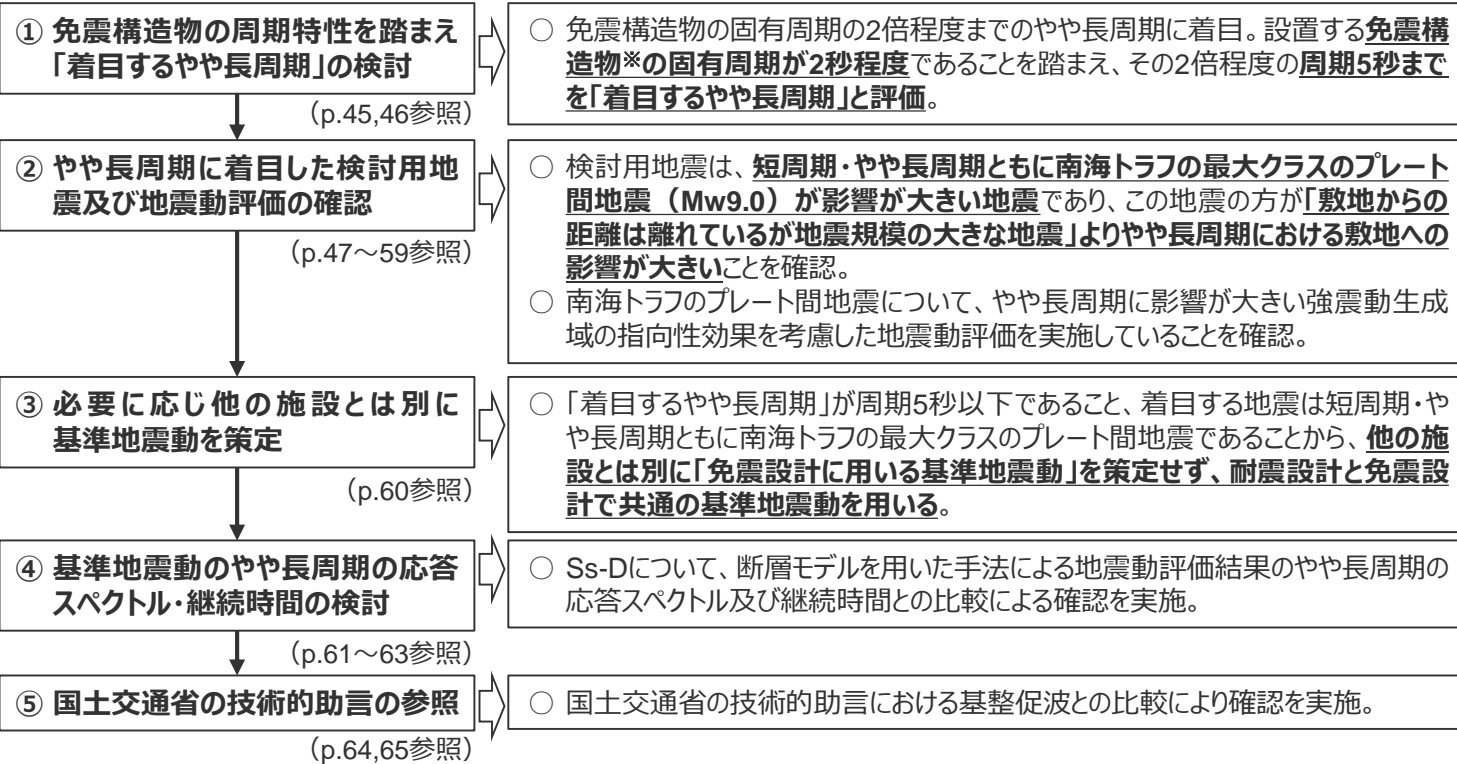
（例えば、短周期における影響が大きい地震が、M7クラスの内地地震である場合、敷地から離れた位置のM9クラスのプレート間地震の方がやや長周期の影響が大きい地震となる場合が考えられる。）

※2 国土交通省国住指第1111号「超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動対策について（技術的助言）」。この技術的助言において設計用長周期地震動（基整促波）が公表されている。

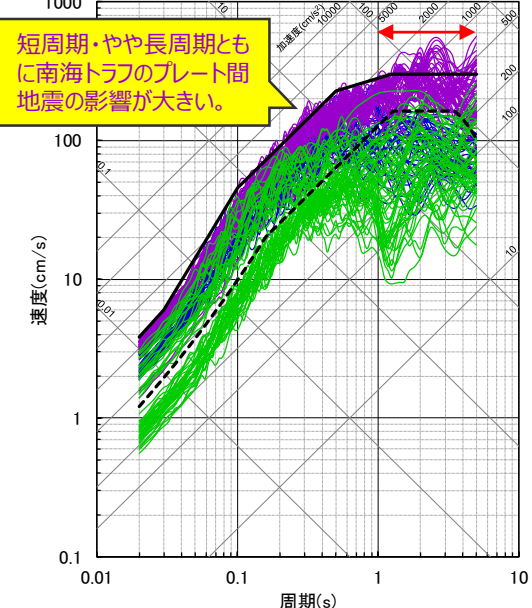
(4) 免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定

(検討結果)

< 浜岡原子力発電所 >



設置する免震構造物の固有周期より「着目するやや長周期」は5秒まで $h=0.05$



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (地震動の顕著な増幅を考慮しない) の例 (EW方向) (応答スペクトル) >
(地震タイプごとの応答スペクトルはp.48参照)

< 免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定に係る検討フロー >

【免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定 (詳細はp.43～参照)】

- 免震構造物の固有周期が比較的短いこと*、敷地への影響が大きい地震が短周期・やや長周期ともに南海トラフの最大クラスのプレート間地震であることから、**他の施設とは別に「免震設計に用いる基準地震動」を策定せず、耐震設計と免震設計で共通の基準地震動を用いる。**
- また、免震構造物*は、敷地の地震動の顕著な増幅が見られない敷地西側のSs1領域に位置していることから、「免震設計に用いる基準地震動」として**基準地震動Ss1**を用いる。

* 緊急時ガスタービン発電機建屋 (次ページ、補足説明資料①参照) は、重大事故等対処設備である緊急時ガスタービン発電機 (GTG) に作用する地震力の低減を目的として免震構造を採用。敷地の地震動の顕著な増幅が見られない領域 (敷地西側のSs1領域、p.12参照) に位置し、免震層の固有周期は2秒程度。

(4) 免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定

(免震構造物の概要)

【免震構造を採用した緊急時ガスタービン発電機建屋（詳細は補足説明資料①参照）】

- 重大事故等対処設備である緊急時ガスタービン発電機（GTG）の建屋は、敷地西側（1～4号炉周辺）のSs1領域に位置し（p.12参照）、地上1階建ての建屋で、**1階（免震層の上部基礎版上）に設置するGTG（固有周期は0.02秒程度の極短周期）に作用する地震力を低減させることを目的として、免震構造を採用。**
- 免震装置は、鉛プラグ入り積層ゴム及び弾性すべり支承を採用。また、鋼材ダンパーに加え、オイルダンパーを設置して十分な減衰効果を確認。
- **免震層の固有周期は2秒程度***（固有周期がやや短い、1階（上部基礎版）の極短周期の揺れは十分に低減。）

※ 免震層の固有周期は、地震応答解析モデルに基づき固有値解析により算定（p.155参照）。

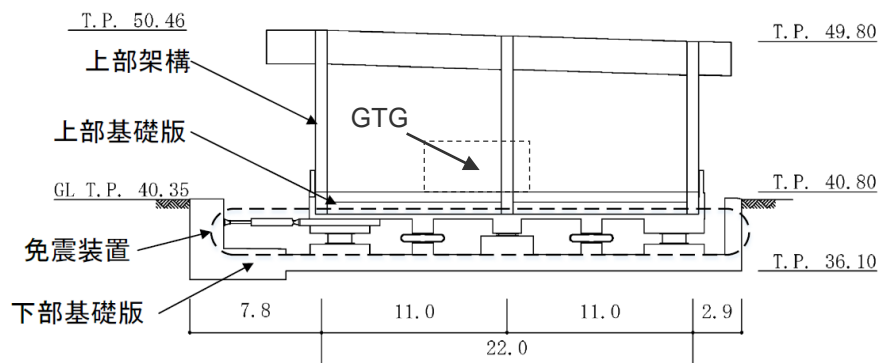
建物規模：建築面積 994.10m²

階数 地上1階、軒高 GL+10.11m

構造概要：免震構造

- ・ 上部構造：上部架構は鉄骨造、上部基礎版は鉄骨鉄筋コンクリート造
- ・ 下部構造：下部基礎版は鉄筋コンクリート造、直接基礎
- ・ 免震装置：鉛プラグ入り積層ゴム、弾性すべり支承、鋼材ダンパー、オイルダンパー

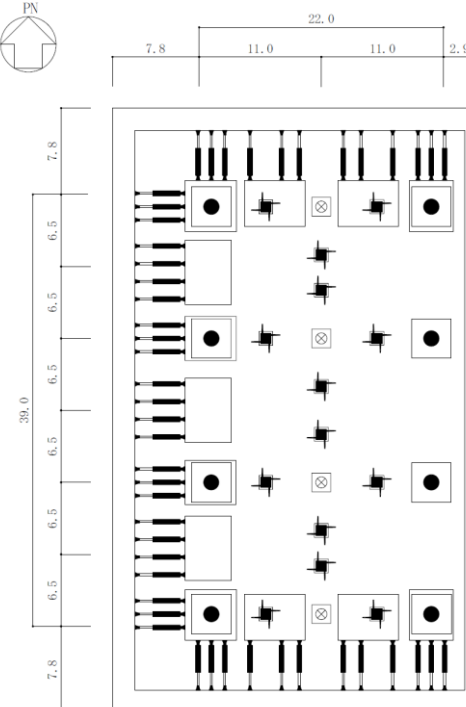
固有周期：免震層の固有周期（水平方向）は2秒程度



<GTG建屋の構造断面図（単位：m）>



<外観写真>



<免震装置の配置図（単位：m）>

記号	装置名
●	鉛プラグ入り積層ゴム
⊗	弾性すべり支承
⊕	鋼材ダンパー
—	オイルダンパー

余白

当初申請からの変更点

【当初申請】

【応答スペクトルに基づく手法による基準地震動】

- 設計用応答スペクトルは、各検討用地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果を包絡し、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の形状等も踏まえて設定。
- 設計用模擬地震動**は、Noda et al.(2002)の方法に基づく振幅包絡形状を、**2011年東北地方太平洋沖地震の観測記録に基づく知見の検討をすることなく、M9.0で設定して作成**^{※1}。
⇒ **Ss1-D** (水平動 : 1200cm/s²、鉛直動 : 600cm/s²)
Ss2-D (水平動 : 2000cm/s²、鉛直動 : 700cm/s²)

【断層モデルを用いた手法による基準地震動】

- 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動を上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動を設定 (**方向ごとに設定**)。
⇒ **Ss1 : 水平動5波 (Ss1-1_H~Ss1-5_H)**
鉛直動1波 (Ss1-1_V)
Ss2 : 水平動12波 (Ss2-1_H~Ss2-12_H)
鉛直動2波 (Ss2-1_V、Ss2-2_V)

【震源を特定せず策定する地震動による基準地震動】

- 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動を上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動を設定。
⇒ **Ss1 : なし**
Ss2 : なし

【今回】

【応答スペクトルに基づく手法による基準地震動】

- 設計用応答スペクトルは、各検討用地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果を包絡し、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の形状等も踏まえて設定。
- 設計用模擬地震動**は、Noda et al.(2002)の方法に基づく振幅包絡形状を、**2011年東北地方太平洋沖地震の観測記録に基づく知見の検討をして、M8.5で設定して作成**^{※1,2}。
⇒ **Ss1-D** (水平動 : 1200cm/s²、鉛直動 : 600cm/s²)
Ss2-D (水平動 : 2000cm/s²、鉛直動 : 700cm/s²)

【断層モデルを用いた手法による基準地震動】

- 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動を上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動を設定 (**ケース (NS、EW、UD のセット) ごとに設定**)。
⇒ **Ss1 : 23波 (Ss1-1~Ss1-23)**
Ss2 : 22波 (Ss2-1~Ss2-22)

【震源を特定せず策定する地震動による基準地震動】

- 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動を上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動 (**標準応答スペクトルに基づく地震動**) を設定。
⇒ **Ss1 : 1波 (Ss1-N)**
Ss2 : 1波 (Ss2-N)

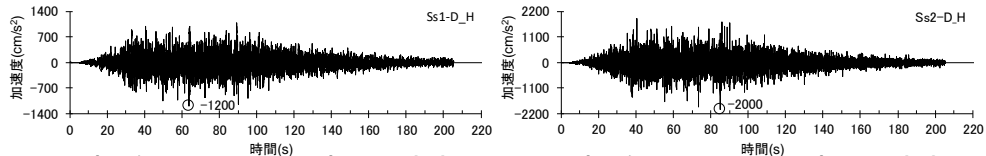
※1 模擬地震動の作成に用いる地震規模の設定についてはp.14,87~92参照。

※2 模擬地震動の継続時間は、Mw9.0のプレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果に比べて強震部の継続時間が十分に長い保守的な地震動となっていることを確認 (p.14,87,97,98参照)。

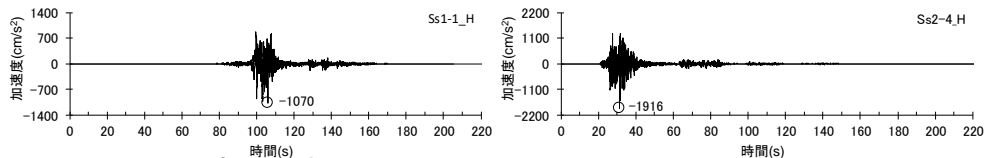
< 1 概要 >

当初申請からの変更点

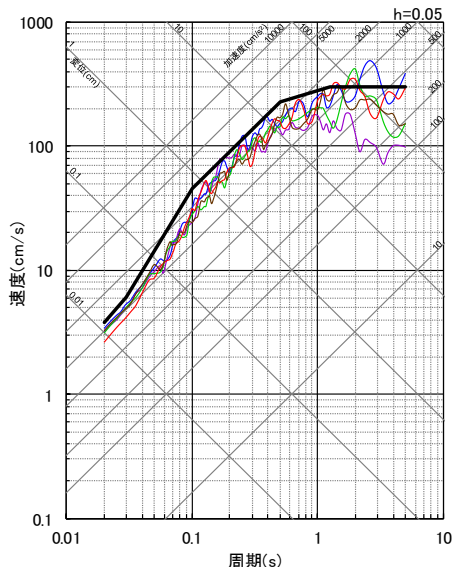
【当初申請】



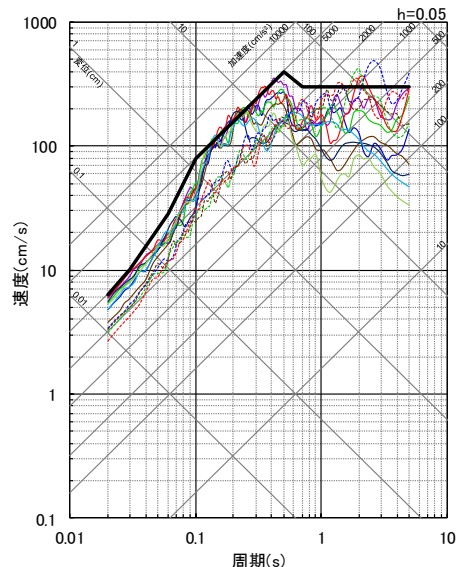
(基準地震動Ss1-D (水平動)) (基準地震動Ss2-D (水平動))
 < 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動の模擬地震動 (当初申請) >



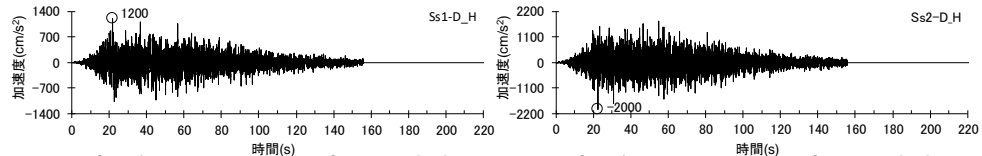
(Ss1-1_H) (Ss2-4_H)
 < 断層モデルを用いた手法による基準地震動の地震動の例 (当初申請) ※2 >



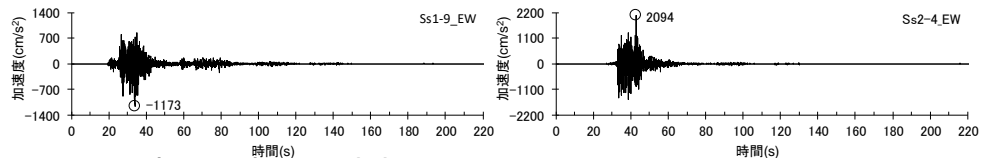
(基準地震動Ss1 (水平動)) (基準地震動Ss2 (水平動))
 < 基準地震動の応答スペクトル (当初申請) >



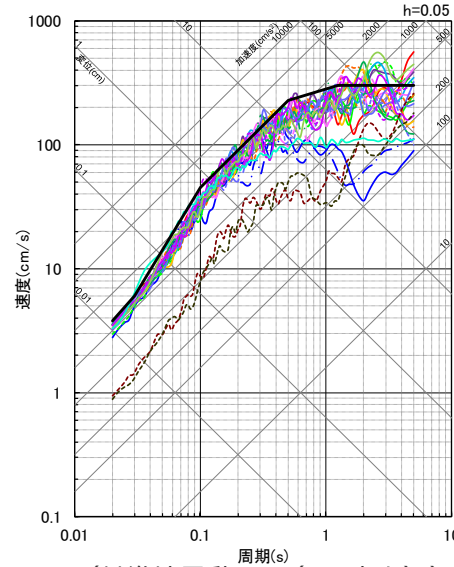
【今回】



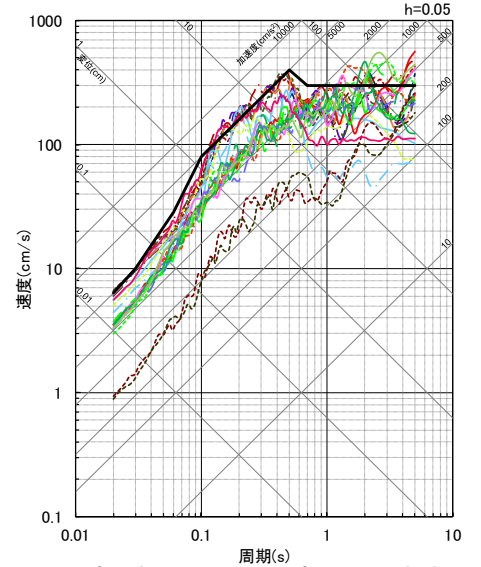
(基準地震動Ss1-D (水平動)) (基準地震動Ss2-D (水平動))
 < 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動の模擬地震動 (今回) ※1 >



(Ss1-9 (EW方向)) (Ss2-4 (EW方向))
 < 断層モデルを用いた手法による基準地震動の地震動の例 (今回) ※2 >



(基準地震動Ss1 (EW方向)) (基準地震動Ss2 (EW方向))
 < 基準地震動の応答スペクトル (今回) >



※1 模擬地震動の継続時間は、Mw9.0のプレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果に比べて強震部の継続時間が十分に長い保守的な地震動となっていることを確認 (p.14,87,97,98参照)。
 ※2 断層モデルを用いた手法による基準地震動のうち最大加速度が最も大きいケースの加速度時刻歴波形。

< 1 概要 >

基準地震動の策定に係る論点と方針

項目	論点	方針	備考	ページ
基準地震動Ssの策定方針 (Ss1:増幅なし領域 Ss2:増幅あり領域)	策定方針	・「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」の評価結果の周期0.02～5秒の応答スペクトルに基づき、「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」、「震源を特定せず策定する地震動による基準地震動」を策定する。	先行審査と共通の論点	p.5～10,26～29,71,72
	地震動の顕著な増幅を踏まえた策定方針	・敷地における地震動の増幅特性を踏まえ、 地震動の顕著な増幅が見られない敷地西側（1～4号炉周辺）で用いる基準地震動Ss1と、地震動の顕著な増幅が見られる敷地東側（5号炉周辺）で用いる基準地震動Ss2をそれぞれ策定。	浜岡の特徴に係る論点	p.6,8,11,12,30～42
	免震構造の採用を踏まえた策定方針	・免震構造物について、免震構造審査ガイドを踏まえ、免震構造物の固有周期の2倍の周期までのやや長周期に着目し、その固有周期が比較的短いこと、敷地への影響が大きい地震が短周期・やや長周期ともに南海トラフの最大クラスのプレート間地震であることから、 他の施設とは別に「免震設計に用いる基準地震動」を策定せず、耐震設計と免震設計で共通の基準地震動（周期0.02～5秒）を用いる。 （免震構造を採用した緊急時ガスタービン発電機建屋の固有周期は2秒程度） ・免震設計にも用いるSs-Dは、免震構造審査ガイドを踏まえ、プレート間地震の断層モデルを用いた手法による時刻歴波形及び国交省の基整促波との比較によりSs-Dの継続時間等の保守性を確認。	浜岡の特徴に係る論点	p.6,8,18～21,43～68
応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss-D (Ss1-D,Ss2-D)	策定方針	・Ss1,Ss2について、設計用応答スペクトルは、応答スペクトルに基づく地震動評価結果を包絡し、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果も踏まえて設定（当初申請から方針・結果とも変更なし）。	先行審査と共通の論点	p.5～8,13,74～84
	水平動と鉛直動の比率の妥当性	・水平動と鉛直動の比率は、敷地の地震動への影響が大きい プレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果も踏まえて、水平動をより大きく設定した結果であり、プレート間地震の断層モデル用いた手法による地震動評価と整合的であることを確認していることを説明。	浜岡の特徴に係る論点	p.13,77,78,82,83
	設計用模擬地震動の継続時間の設定	・設計用模擬地震動の振幅包絡線は Noda et al.(2002)の方法を用いて地震規模等に基づき設定。 ・その 地震規模の設定値は、地震動の継続時間への影響が大きい南海トラフのプレート間地震の最大規模を設定することとし、2011年東北地方太平洋沖地震(Mw9.0)の強震記録の距離減衰式から求められるMwは8.2～8.3程度であること、Noda et al.(2002)の方法の地震規模の最大がMj8.5であることを踏まえ、M8.5で設定。 作成した 模擬地震動の継続時間について、Mw9.0のプレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果に比べて保守的な地震動となっていることを確認。 （当初申請から地震規模の設定値が変更、第745回審査会合のプレート間地震の審査コメント対応の際、Noda et al.(2002)の方法に用いる最大規模を当初申請から変更したことの反映）。	先行審査と共通の論点	p.14,86～98
断層モデルを用いた手法による基準地震動	策定方針	・Ss1,Ss2について、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果において、Ss-Dを上回るケースのうち、 Ss-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動を基準地震動とする （当初申請から方針に変更はなく結果が変更、Ss1,Ss2ともに主としてプレート間地震の連動ケースをSsに設定）。	先行審査と共通の論点	p.5～8,15～17,100～117
震源を特定せず策定する地震動による基準地震動	策定方針	・Ss1,Ss2について、震源を特定せず策定する地震動の評価結果において、Ss-Dを上回るケースのうち、 Ss-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動を基準地震動とする （当初申請から方針に変更はなく結果が変更、Ss1,Ss2ともに標準応答スペクトルに基づく地震動が追加）。	先行審査と共通の論点	p.5～8,118～127

目次

1 概要	……p.4~
2 基準地震動の策定方針	
2.1 基本方針	……p.26~
2.2 地震動の顕著な増幅を踏まえた基準地震動の策定方針	……p.30~
2.3 免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定方針	……p.43~
3 基準地震動の策定	……p.70~
3.1 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動	……p.73~
3.2 断層モデルを用いた手法による基準地震動	……p.100~
3.3 震源を特定せず策定する地震動による基準地震動	……p.118~
4 まとめ	……p.128~
補足説明資料	……p.149~

基準地震動の策定方針

- 基準地震動（敷地西側（1～4号炉周辺）の基準地震動Ss1及び敷地東側（5号炉周辺）の基準地震動Ss2）は、それぞれ「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」の評価結果の周期0.02～5秒の応答スペクトルに基づき、**「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」、「震源を特定せず策定する地震動による基準地震動」**を策定。



【応答スペクトルに基づく手法による基準地震動】

- 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss-Dは、応答スペクトルに基づく地震動評価結果を包絡し、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果も踏まえて設定。

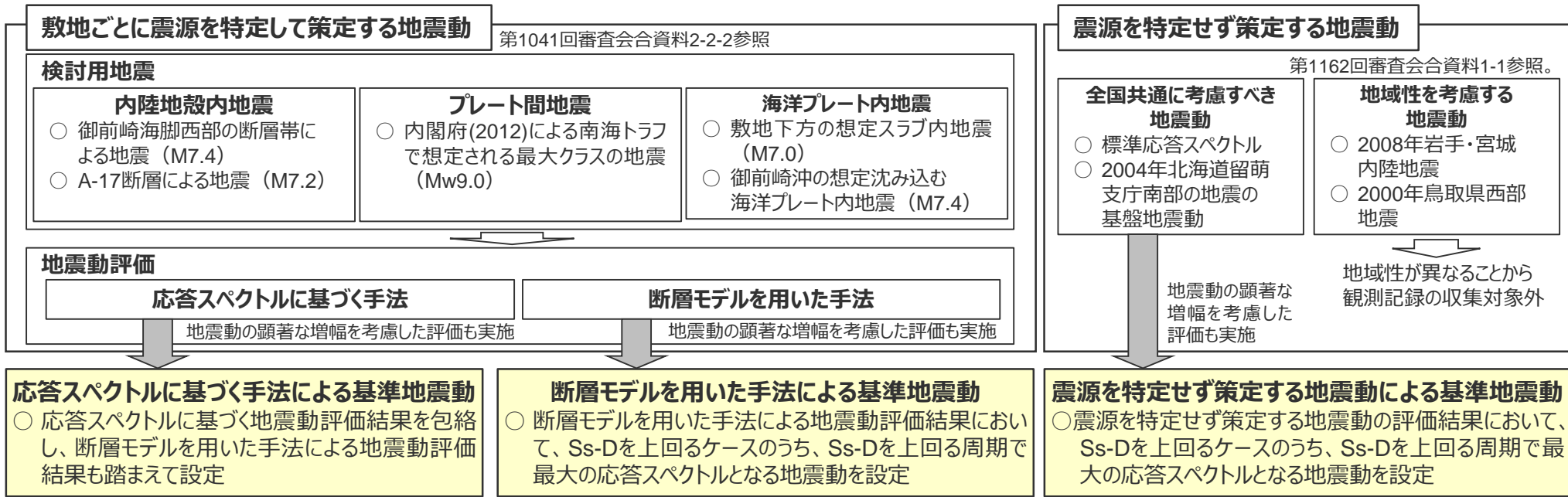
【断層モデルを用いた手法による基準地震動】

- 断層モデルを用いた手法による基準地震動は、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果において、応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss-Dを上回るケースのうち、Ss-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動を設定。

【震源を特定せず策定する地震動による基準地震動】

- 震源を特定せず策定する地震動による基準地震動は、震源を特定せず策定する地震動の評価結果において、応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss-Dを上回るケースのうち、Ss-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動を設定。

基準地震動の策定フロー



審査ガイドとの対応

基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド	浜岡原子力発電所
<p>○応答スペクトルに基づく手法による基準地震動は、検討用地震ごとに評価した応答スペクトルを下回らないように作成する必要があり、その際の振幅包絡線は、地震動の継続時間に留意して設定されていることを確認する。</p>	<p>○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は、応答スペクトルに基づく地震動評価結果を包絡し、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果も踏まえて設定（p.13,74～84参照）。</p> <p>○応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss-Dの設計用模擬地震動は、振幅包絡線をNoda et al.(2002)の方法に基づき設定し、一様乱数の位相を用いた方法で作成し、作成した模擬地震動の継続時間について、Mw9.0のプレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果に比べて強震部の継続時間が十分に長い保守的な地震動となっていることを確認（p.14,86～98参照）。</p>
<p>○断層モデルを用いた手法による基準地震動は、施設に与える影響の観点から地震動の諸特性（周波数特性、継続時間、位相特性等）を考慮して、別途評価した応答スペクトルとの関係を踏まえつつ複数の地震動評価結果から策定されていることを確認する。なお、応答スペクトルに基づく基準地震動が全周期帯にわたって断層モデルを用いた基準地震動を有意に上回る場合には、応答スペクトルに基づく基準地震動で代表させることができる。</p>	<p>○断層モデルを用いた手法による基準地震動は、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果において、応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss-Dを上回るケースを考慮することを基本とし、地震動レベルが大きいケースが施設に大きな影響を与えと考えられることから、Ss-Dを上回るケースのうち、Ss-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動を設定（p.15～17,100～117参照）。</p>
<p>○震源を特定せず策定する地震動による基準地震動は、設定された応答スペクトル（地震動レベル）に対して、地震動の継続時間及び振幅包絡線の経時的変化等の特性が適切に考慮されていることを確認する。また、設定された応答スペクトルに基づいて模擬地震動を作成する場合には、複数の方法（例えば、正弦波の重ね合わせによる位相を用いる方法、実観測記録の位相を用いる方法等）により検討が行われていることを確認する。</p>	<p>○震源を特定せず策定する地震動による基準地震動は、震源を特定せず策定する地震動の評価結果において、応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss-Dを上回るケースのうち、Ss-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動を設定（p.118～127参照）。</p> <p>○震源を特定せず策定する地震動による基準地震動とした標準応答スペクトルに基づく地震動は、その評価の際に、模擬地震動の作成において複数の方法による検討も実施し、地震動の継続時間、振幅包絡線の経時的変化等の特性を適切に考慮している（第1162回審査会合資料1-1のp.8,10,19～38,87～90参照）。</p>

目次

1 概要	……p.4~
2 基準地震動の策定方針	
2.1 基本方針	……p.26~
2.2 地震動の顕著な増幅を踏まえた基準地震動の策定方針	……p.30~
2.3 免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定方針	……p.43~
3 基準地震動の策定	……p.70~
3.1 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動	……p.73~
3.2 断層モデルを用いた手法による基準地震動	……p.100~
3.3 震源を特定せず策定する地震動による基準地震動	……p.118~
4 まとめ	……p.128~
補足説明資料	……p.149~

<2 基準地震動の策定方針 2.2 地震動の顕著な増幅を踏まえた基準地震動の策定方針> 地震動の顕著な増幅を踏まえた基準地震動の策定方針

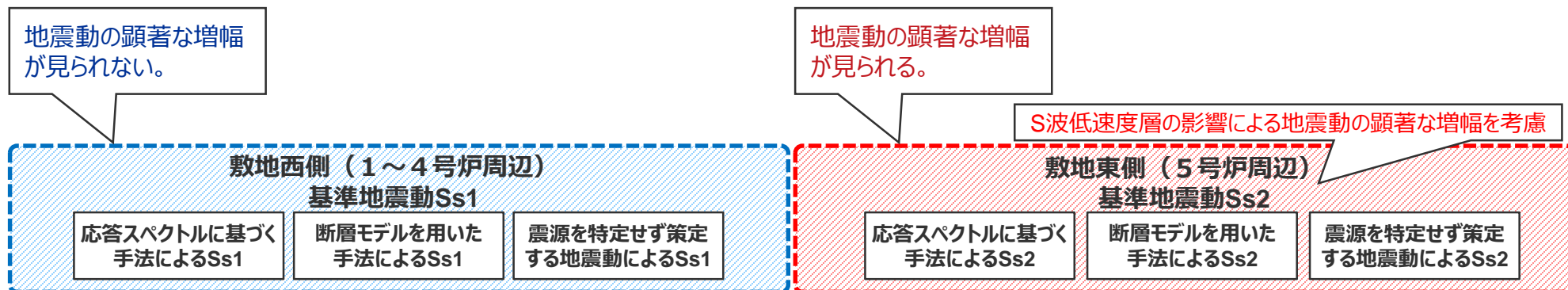
【敷地における地震動の増幅特性（第1041回審査会合資料2-2-2参照）】

- 地震観測記録及び地下構造調査結果に基づき、敷地における地震動の増幅特性を分析。
- 5号炉周辺の観測点において、地震動の顕著な増幅は、①特定の到来方向（N30E～N70E）の地震波のみに、②短周期の特定の周期帯（フーリエスペクトルの周期0.2～0.5秒）では見られるが、その他の地震波到来方向では見られない。
- 1～4号炉周辺の観測点において、地震動の顕著な増幅は、いずれの地震波到来方向でも見られない。

【地震動の顕著な増幅を踏まえた基準地震動の策定方針】

- 敷地は、S波低速度層の影響の有無により、**地震動の顕著な増幅が見られない敷地西側（1～4号炉周辺）と地震動の顕著な増幅が見られる敷地東側（5号炉周辺）**とに分かれることを踏まえ、**敷地西側（1～4号炉周辺）で用いる基準地震動Ss1と敷地東側（5号炉周辺）で用いる基準地震動Ss2をそれぞれ策定**。
- 敷地東側（5号炉周辺）の基準地震動Ss2は、S波低速度層の影響による地震動の顕著な増幅を考慮して策定する。

- ・敷地西側（1～4号炉周辺）のSs1領域と敷地東側（5号炉周辺）のSs2領域の設定は次ページ参照。
- ・敷地西側（1～4号炉周辺）で用いる基準地震動Ss1と敷地東側（5号炉周辺）で用いる基準地震動Ss2の策定方針は次々ページ参照。

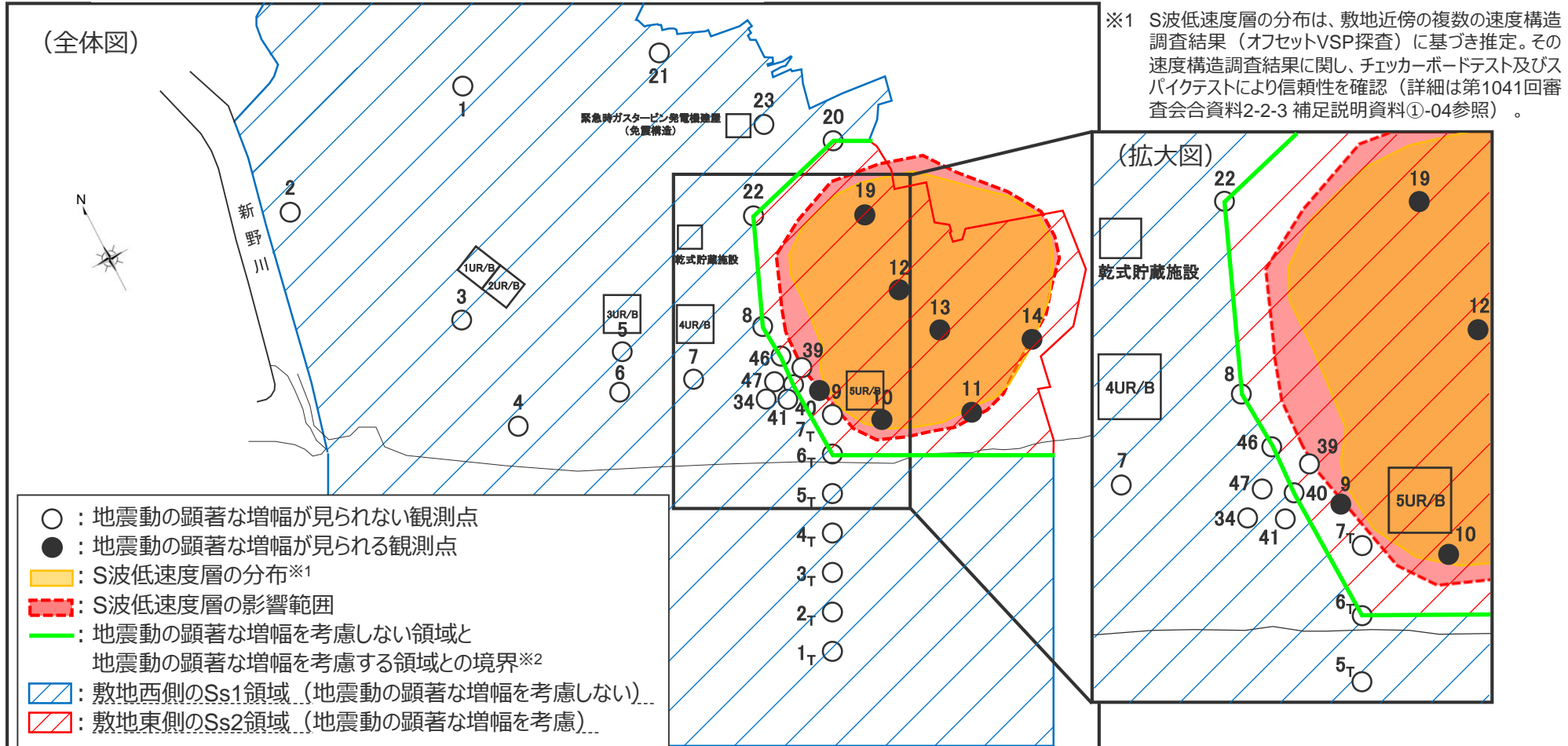


敷地西側のSs1領域と敷地東側のSs2領域の設定

(地震動の顕著な増幅を考慮しない領域と地震動の顕著な増幅を考慮する領域)

・敷地における地盤増幅特性を踏まえた地震動評価の方針の詳細は、第1041回審査会合資料2-2-2 p.100~参照。

○観測点毎の地震動の顕著な増幅の有無（地震観測記録の分析）に基づき、S波低速度層の分布※1及び解析に基づく影響範囲（地下構造調査結果の分析）も踏まえて、敷地西側（1～4号炉周辺）の地震動の顕著な増幅を考慮しない基準地震動Ss1を用いるSs1領域と敷地東側（5号炉周辺）の地震動の顕著な増幅を考慮する基準地震動Ss2を用いるSs2領域を設定。



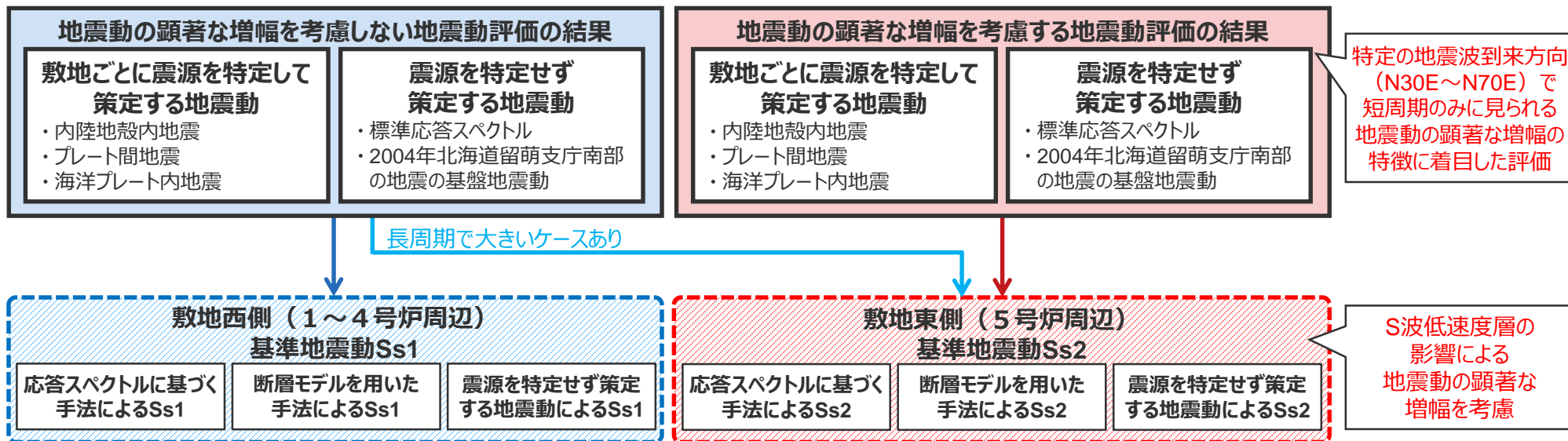
※2「地震動の顕著な増幅を考慮しない領域と地震動の顕著な増幅を考慮する領域との境界」は、主に地震動の顕著な増幅が見られない観測点に基づき設定することとし、当該境界により設定される地震動の顕著な増幅を考慮する領域が、地震動の顕著な増幅が見られる観測点及びS波低速度層の分布・影響範囲を包絡することを確認。

基準地震動Ss1と基準地震動Ss2の策定方針

【敷地西側（1～4号炉周辺）で用いる基準地震動Ss1と敷地東側（5号炉周辺）で用いる基準地震動Ss2の策定方針】

- 敷地西側（1～4号炉周辺）の基準地震動Ss1は、「地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価」の結果に基づき策定。
- 敷地東側（5号炉周辺）の基準地震動Ss2は、「地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価」の結果に基づくとともに、長周期側で大きいケースがある「地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価」の結果にも基づき策定する（次ページ、次々ページ参照）。

・「地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価」と「地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価」を実施した「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」の概要はp.39～42を参照（詳細は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」は第1041回審査会合資料2-2-2、「震源を特定せず策定する地震動」は第1162回審査会合資料1-1を参照）。



基準地震動Ss2の策定方針

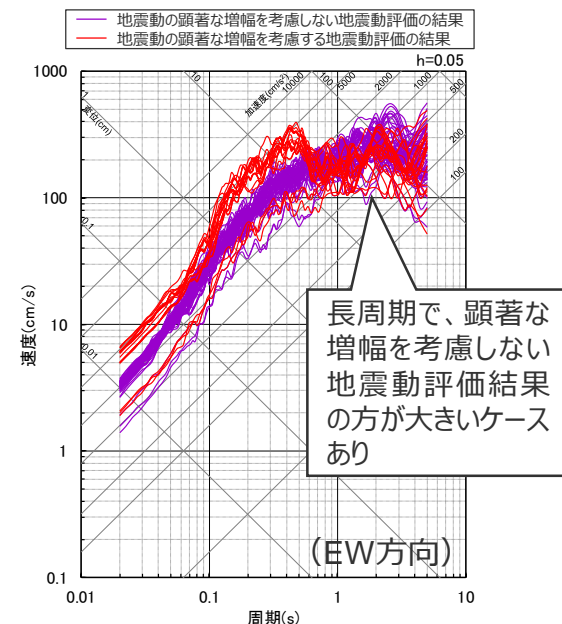
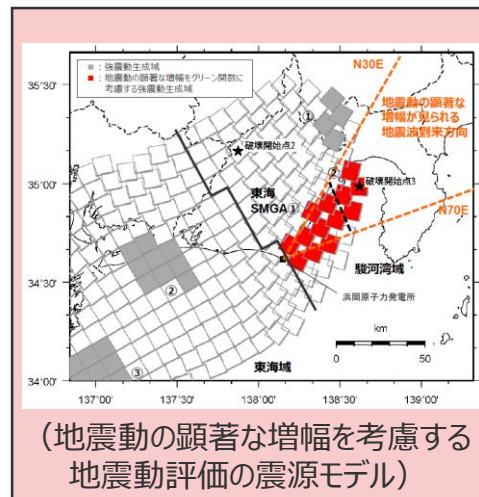
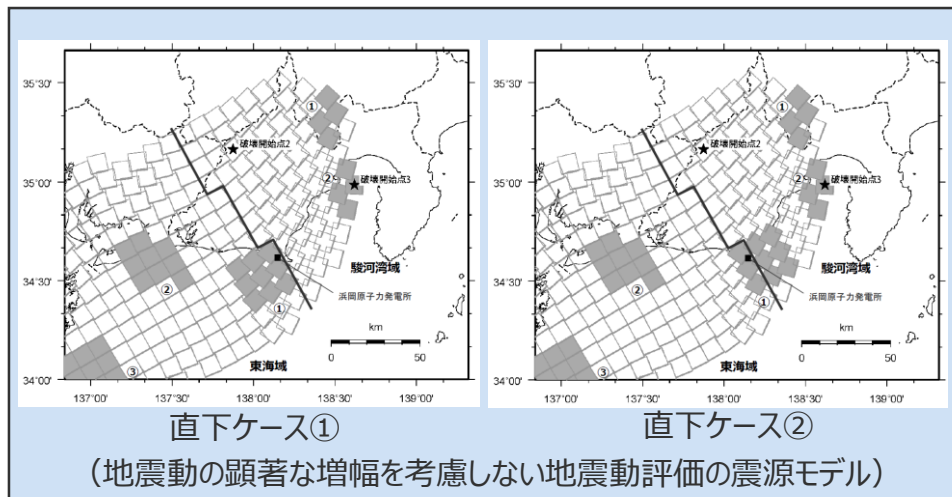
(断層モデルを用いた手法による基準地震動)

【敷地東側（5号炉周辺）の基準地震動Ss2の策定方針（断層モデルを用いた手法による基準地震動）】

○敷地への影響が大きいプレート間地震の断層モデルを用いた手法による「地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価」※は、**短周期は「地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価」の方が顕著に大きいものの、長周期で「地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価」の方が大きいケースがある。**

⇒断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2は、「地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価」の結果に基づくとともに、「地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価」の結果にも基づき策定する。

※ プレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価は、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に強震動生成域を配置した震源モデルを設定し、短周期の特定の周期帯を顕著に増幅させる地震動評価を行っている。敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の詳細は、第1041回審査会合資料2-2-2参照。



<プレート間地震の検討用地震の震源モデル（直下ケース）>

<プレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（応答スペクトル）>

<2 基準地震動の策定方針 2.2 地震動の顕著な増幅を踏まえた基準地震動の策定方針> 基準地震動Ss2の策定方針

(断層モデルを用いた手法による地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法 (方針))

【地震観測記録の分析結果 (地震動の顕著な増幅の特性)】

- 地震動の顕著な増幅は、特定の到来方向 (N30E~N70E) の地震波のみに、短周期の特定の周期帯 (フーリエスペクトルの周期0.2~0.5秒) では見られるが、その他の地震波到来方向では見られない。

【特性化震源モデルの短周期地震動の考え方】

- 短周期の地震動レベルを強震動生成域 (アスペリティ) からの地震動のみで評価 (背景領域は、強震動生成域 (アスペリティ) のみで震源断層全体の短周期レベルを説明できるように評価したのに対して付加)。

【地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法】

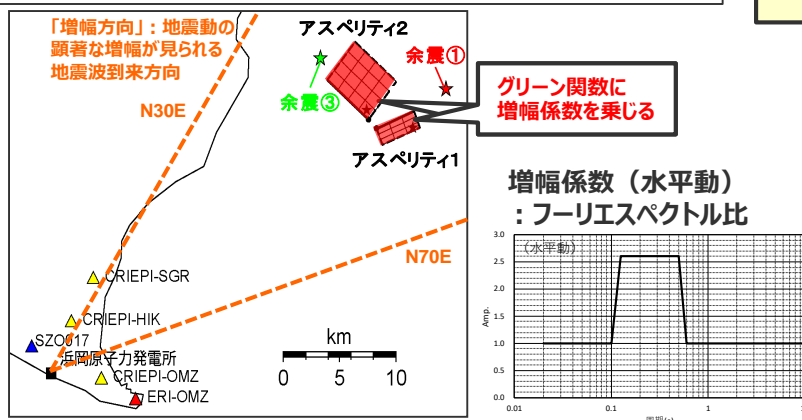
- 地震動の顕著な増幅が見られた短周期の地震動への影響が支配的な強震動生成域 (アスペリティ) に着目し、短周期の地震動評価に一般的に用いられる統計的グリーン関数法において、『**増幅方向に位置する強震動生成域 (アスペリティ) の各小断層からの地震動 (グリーン関数) に増幅係数を乗じる方法**』を用いることとし、2009年駿河湾の地震 (本震) の観測記録の再現検討による検証を行ったうえで、検討用地震の地震動評価 (地震動の顕著な増幅を考慮) を行う。

【2009年駿河湾の地震 (本震) の観測記録の再現検討】

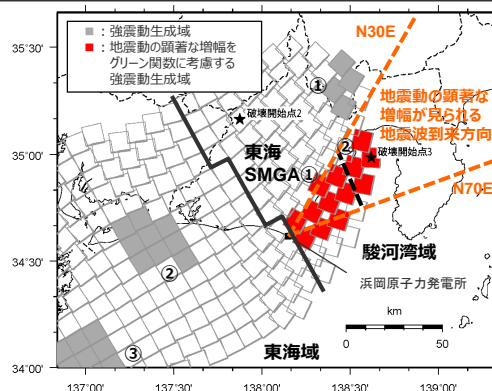
- **背景領域のない強震動生成域 (アスペリティ) のみの震源モデル**を用いて、強震動生成域 (アスペリティ) の小断層のグリーン関数に増幅係数を乗じる方法で、地震動の顕著な増幅が見られた観測点 (5号炉周辺) の観測記録を概ね再現できることを確認する。

【検討用地震の地震動評価 (地震動の顕著な増幅を考慮)】

- 『**増幅方向の敷地近傍に強震動生成域 (アスペリティ) を配置したうえで、『増幅方向に位置する強震動生成域 (アスペリティ) の小断層のグリーン関数のみに増幅係数を乗じる方法**』で地震動評価を行う。
- その際、『増幅方向』の敷地近傍に配置した強震動生成域 (アスペリティ) について、増幅係数を乗じる小断層の範囲・増幅の程度を**地震観測記録の分析結果に対し保守的に設定**することにより、**保守的な地震動評価**を行う。



<2009年駿河湾の地震 (本震) の震源モデル>
(当社作成)



増幅係数を乗じる強震動生成域 (アスペリティ) を「増幅方向」の敷地近傍に配置したうえで保守的な評価を行うため、『増幅方向』に位置する背景領域は、敷地から離れており地震動評価結果に及ぼす影響は「増幅方向」の敷地近傍に配置した強震動生成域 (アスペリティ) に比べて小さいと考えられる。(→念のため、『増幅方向』に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じた場合の影響確認を行う。)

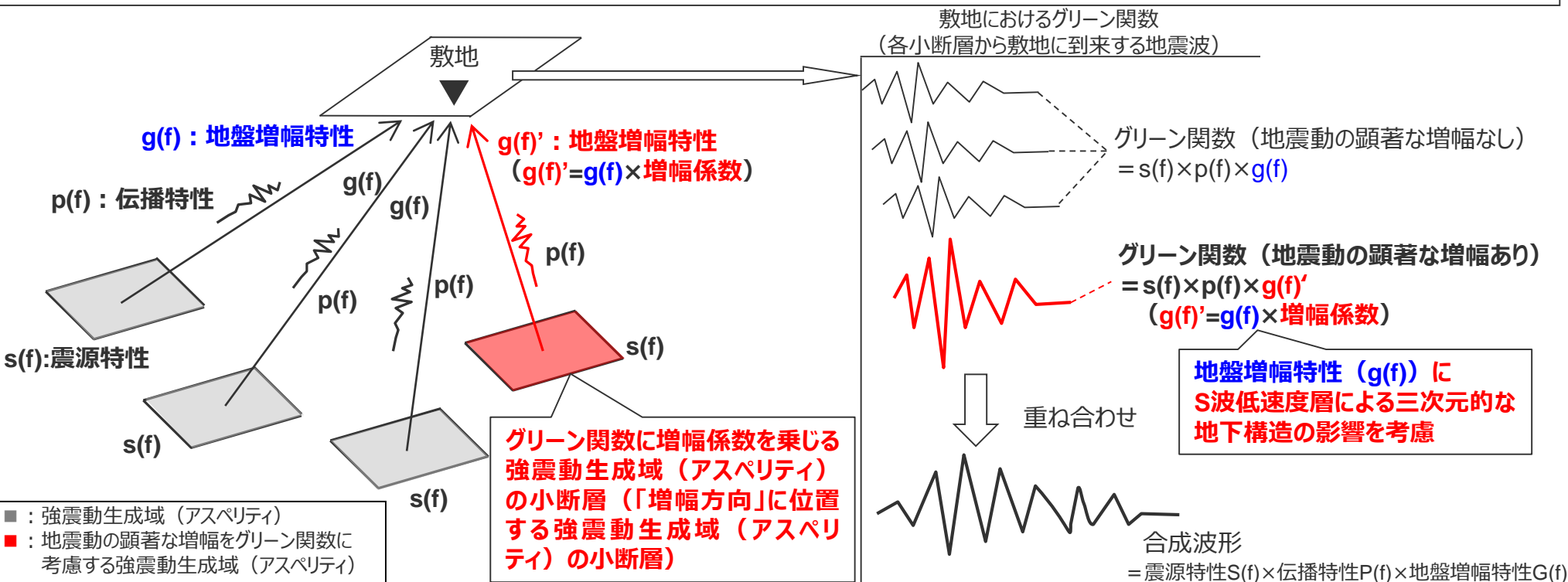
<検討用地震の震源モデルと地震動の増幅を考慮する領域 (例)>

・地震動評価結果に考慮された保守性の確認及び「増幅方向」に位置する背景領域の小断層による影響の確認は、第1041回審査会合資料2-2-2 p.576~参照。

基準地震動Ss2の策定方針

(断層モデルを用いた手法による地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法 (概要))

- 前述のとおり、検討用地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）は、地震観測記録に基づき確認された地震動の顕著な増幅の特性を的確に反映するため、震源断層を小断層に分割し、小断層毎に敷地に到来する地震動を詳細に考慮できる断層モデルを用いた手法を重視する。
- 断層モデルを用いた手法では、地震動の顕著な増幅は、「増幅方向」に位置する強震動生成域（アスペリティ）の各小断層からの地震動（グリーン関数）に増幅係数（第1041回審査会合資料2-2-2 p.120参照）を乗じることで、短周期の地震動評価に一般的に用いられる統計的グリーン関数法により、地震動の顕著な増幅の特性を反映した地震動評価を行う。このようにグリーン関数（震源特性 $s(f)$ ×伝播特性 $p(f)$ ×地盤増幅特性 $g(f)$ ）に増幅係数を乗じる方法は、一次元地下構造モデルによる地盤増幅特性（ $g(f)$ ）を補正して、S波低速度層による三次元的な地下構造の影響を考慮することに相当する（ $g(f)' = g(f) \times$ 増幅係数）。
- グリーン関数に乘じる増幅係数については、増幅の程度が最も大きい2009年駿河湾の地震（本震）を参考に、その再現検討を踏まえて設定し、グリーン関数に増幅係数を乗じる強震動生成域（アスペリティ）の小断層については、「増幅方向」を踏まえ保守的に設定する。
- 2009年駿河湾の地震（本震）の観測記録の再現検討では、増幅係数の合理性も含め、本反映方法（強震動生成域（アスペリティ）の各小断層のグリーン関数に増幅係数を乗じる方法）による地震動評価結果（波形合成結果）と地震動の顕著な増幅が見られた観測点（5号炉）の観測記録との比較により検証を行う。



<断層モデルを用いた手法による地震動評価（統計的グリーン関数法）における地震動の顕著な増幅の反映方法の概要>

＜2 基準地震動の策定方針 2.2 地震動の顕著な増幅を踏まえた基準地震動の策定方針＞ 基準地震動Ss2の策定方針

(増幅係数)

- 増幅を考慮する周期帯は、2009年駿河湾の地震（本震）で5号炉周辺の顕著な増幅が見られた周期帯0.2～0.5秒を参考としてより広帯域に設定する。
- 増幅を考慮する程度は、2009年駿河湾の地震（本震）におけるはぎとり波の加速度フーリエスペクトル比（5G1/3G1, 5RB/3G1）及び周期別SI値比（周期0.02～0.5秒）を参考として設定する。
- 2009年駿河湾の地震（本震）は増幅の程度が最も大きく、信頼性の高い記録が得られた地震である。

＜2009年駿河湾の地震（本震）における周期別SI値比※1＞
(周期0.02～0.5秒※2)

	NS	EW	UD
4G1/3G1	0.93	1.08	0.72
5G1/3G1	2.40	1.97	1.42
5RB/3G1	2.47	2.50	1.38

※1 構造物の応答に関連する指標であり、下記により定義される。

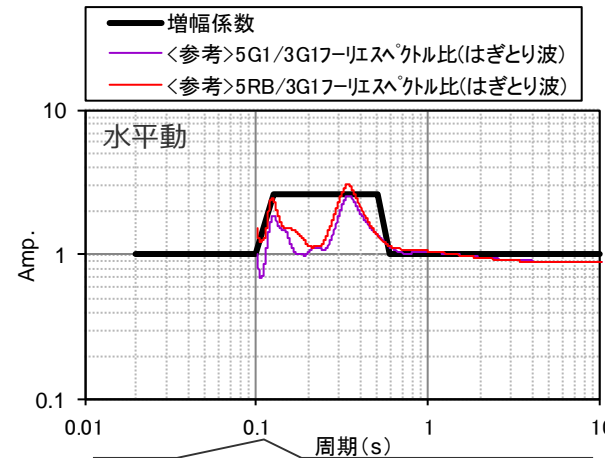
$$\text{周期別SI値} = \int_{T_1}^{T_2} S_v(T, h) dT$$

ここで、Sv：擬似速度応答スペクトル
T：周期
h：減衰定数（5%とする）

※2 2009年駿河湾の地震（本震）の応答スペクトルにおいて5号炉周辺の顕著な増幅が見られた周期帯。

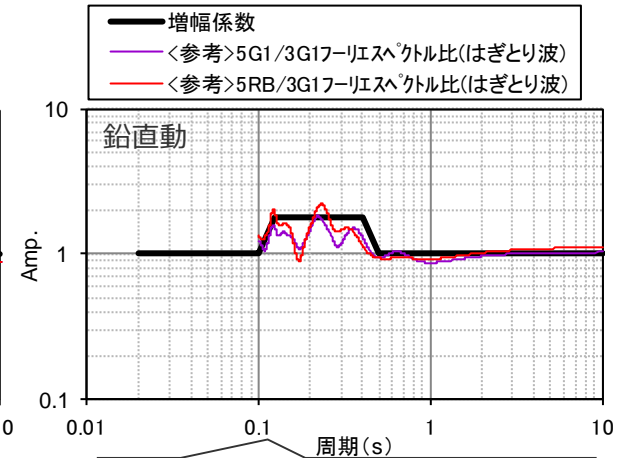
＜増幅係数（フーリエスペクトル比）＞

周期(s)	水平動	周期(s)	鉛直動
0.02	1	0.02	1
0.1	1	0.1	1
0.125	2.6	0.125	1.8
0.5	2.6	0.4	1.8
0.6	1	0.5	1
10	1	10	1



増幅係数及びフーリエスペクトル比の積分値に基づき、以下の比率を算出（周期0.1～0.6秒）。

- ・増幅係数 / (5G1/3G1フーリエスペクトル比) = 1.58
- ・増幅係数 / (5RB/3G1フーリエスペクトル比) = 1.39



増幅係数及びフーリエスペクトル比の積分値に基づき、以下の比率を算出（周期0.1～0.5秒）。

- ・増幅係数 / (5G1/3G1フーリエスペクトル比) = 1.28
- ・増幅係数 / (5RB/3G1フーリエスペクトル比) = 1.20

＜地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価で用いる増幅係数＞

(断層モデルを用いた手法、標準応答スペクトル、2004年北海道留萌支庁南部の地震の基盤地震動の評価)

基準地震動Ss2の策定方針

(震源を特定せず策定する地震動による基準地震動)

【敷地東側（5号炉周辺）の基準地震動Ss2の策定方針（震源を特定せず策定する地震動による基準地震動）】

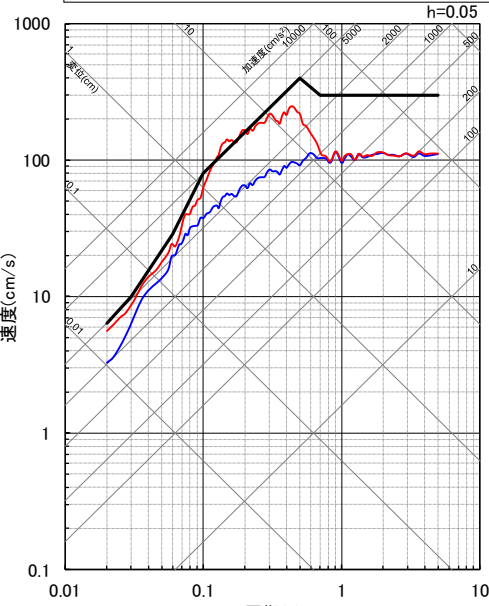
○震源を特定せず策定する地震動の「地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価」※は、**短周期は「地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価」の方が顕著に大きく、長周期は「地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価」と概ね同程度**である。

→**震源を特定せず策定する地震動による基準地震動Ss2は、「地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価」の方が敷地への影響が明らかに大きいと考えられるが、確認も込めて断層モデルを用いた手法による基準地震動と同様に、「地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価」の結果に基づくとともに、「地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価」の結果にも基づき策定する。**

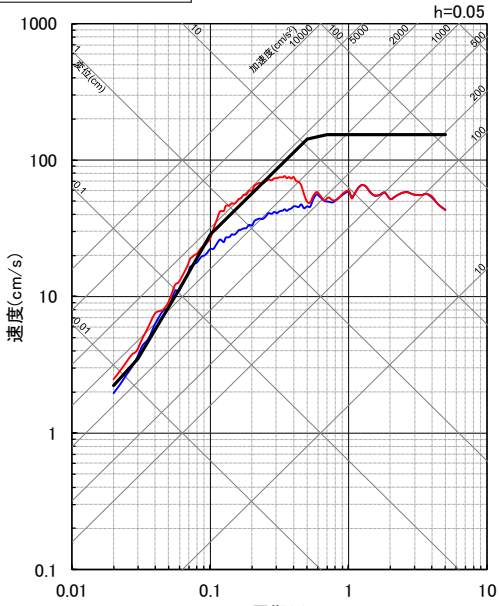
※ 震源を特定せず策定する地震動の地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価は、震源モデルを設定せず、短周期の特定の周期帯を顕著に増幅させる地震動評価を行っている。震源を特定せず策定する地震動の詳細は、第1162回審査会合資料1-1参照。

— 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-D
— 標準応答スペクトルに基づく地震動の評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
— 標準応答スペクトルに基づく地震動の評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮）

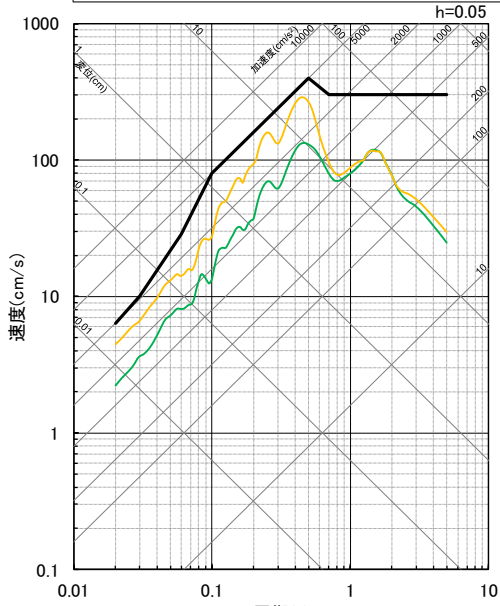
— 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-D
— 2004年北海道留萌支庁南部の地震の基盤地震動に基づく地震動の評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
— 2004年北海道留萌支庁南部の地震の基盤地震動に基づく地震動の評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮）



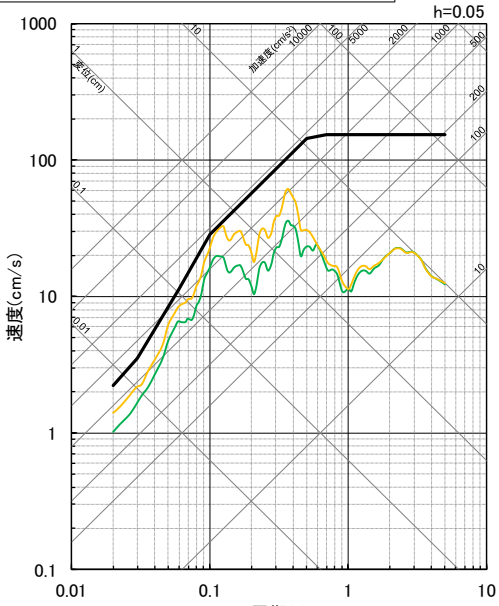
速度(cm/s)
 周期(s)
 (水平動)
 (標準応答スペクトルに基づく地震動)



速度(cm/s)
 周期(s)
 (鉛直動)
 (震源を特定せず策定する地震動の評価結果)



速度(cm/s)
 周期(s)
 (水平動)
 (2004年北海道留萌支庁南部の地震の基盤地震動に基づく地震動)



＜2 基準地震動の策定方針 2.2 地震動の顕著な増幅を踏まえた基準地震動の策定方針＞ 基準地震動の策定方針

（敷地ごとに震源を特定して策定する地震動（検討用地震の選定）の概要）

敷地ごとに震源を特定して策定する地震動（検討用地震の選定）

・敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の詳細は、第1041回審査会合資料2-2-2参照。

- 検討用地震として、Noda et al.(2002)の方法や断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較結果に基づき、敷地に大きな影響を与えると予想される地震を選定。
（検討用地震のうち短周期の地震動に顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に震源断層が位置する地震を対象として地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価も実施。）

【内陸地殻内地震】

【被害地震（敷地周辺の震度が5弱（震度V）程度以上）】
 ・1891年濃尾地震（M8.0）
【活断層の分布状況】
 ・海域の活断層による地震（②石花海盆内西部の断層帯による地震(M7.0)、③石花海盆内東部の断層帯による地震(M7.0)、⑤F-12断層による地震(M7.0)、⑥御前崎海脚西部の断層帯による地震(M7.4)、⑨A-4断層による地震(M7.0)、⑩A-5・A-18断層による地震(M7.5)、⑪A-17断層による地震(M7.2)、⑫A-6断層による地震(M7.0)、⑬A-41断層による地震(M7.0)、⑭天竜海底谷に沿う断層による地震(M7.0)、⑮遠州断層系による地震(M8.2)、⑯F-16断層による地震(M7.0)、⑰渥美半島沖の断層による地震(M8.1)）
 ・陸域の活断層による地震（⑱杉沢付近のリニアメント・変位地形による地震(M7.0)、⑲大島付近のリニアメント・変位地形による地震(M7.0)、⑳濃尾断層帯による地震（1891年濃尾地震に対応）(M8.0)、㉑中央構造線北端部による地震(M7.7)、㉒伊那谷断層帯による地震(M8.0)、㉓糸魚川-静岡構造線活断層帯による地震(M8.1)、㉔身延断層による地震(M7.0)、㉕石廊崎断層による地震(M7.0)、㉖深溝断層による地震(M6.8)、㉗北伊豆断層帯による地震(M7.3)、㉘稲取断層帯による地震(M7.0)）

【検討用地震】
 ⑥御前崎海脚西部の断層帯による地震（M7.4）※1
 ⑪A-17断層による地震（M7.2）※2

※1 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価も実施。
 ※2 A-17断層は、震源断層が短周期の地震動に顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）（「増幅方向」）に位置しない。

【プレート間地震】

【被害地震（敷地周辺の震度が5弱（震度V）程度以上）】
 南海トラフで発生した地震
 1096年永長地震（M8.3）、1498年明応地震（M8.3）、1605年慶長地震（M7.9）、1707年宝永地震（M8.6）、1854年安政東海地震（M8.4）、1855年遠州灘の地震（M7.3）、1944年東南海地震（M7.9）
 相模トラフで発生した地震
 1703年元禄地震（M8.1）、1923年関東大地震（M7.9）
【南海トラフで発生する地震】
 ・中央防災会議(2011b)及び中央防災会議(2003b)による想定東海地震（Mw8.0）、想定東海・東南海地震（Mw8.3）、想定東海・東南海・南海地震（Mw8.7）
 ・内閣府(2012)による南海トラフで想定される最大クラスの地震（Mw9.0）、内閣府(2015)による南海トラフで想定される最大クラスの長周期地震

【検討用地震】
 ・内閣府(2012)による南海トラフで想定される最大クラスの地震（Mw9.0）※3

※3 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価も実施。

【海洋プレート内地震】

【被害地震（敷地周辺の震度が5弱（震度V）程度以上）】
 1589年駿河・遠江の地震（M6.7）、1857年駿河の地震（M6.25）、2009年駿河湾の地震（M6.5）※4
【フィリピン海プレートで発生した海洋プレート内地震】
 ・沈み込んだ海洋プレート内地震
 上記被害地震のほか、1686年遠江・三河の地震（M6.6-6.7）、1819年伊勢・美濃・近江の地震（M6.9）、1855年遠州灘の地震（M7.0）、1899年紀伊半島南東部の地震（M6.9）等
 ・沈み込む海洋プレート内地震
 2004年紀伊半島南東部の地震（M7.4）※4
【海洋プレート内地震の想定※5】
 ・沈み込んだ海洋プレート内地震
 敷地下方の想定スラブ内地震（M7.0）
 ・沈み込む海洋プレート内地震
 御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震（M7.4）

※4 代表的な地震（地震規模が大きく、敷地で観測記録が得られ、各研究機関で震源特性等についての詳細な検討がなされている地震）。
 ※5 断層位置を予め特定することは困難と考え、敷地の近くに震源断層を想定。

【検討用地震】
 ・敷地下方の想定スラブ内地震（M7.0）※6
 ・御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震（M7.4）（長周期帯に着目）※7

※6 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価も実施。
 ※7 地震動の顕著な増幅は短周期の特定の周期帯で見られることを踏まえ、御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震は、地震動の顕著な増幅が見られる周期帯（周期0.5秒以下）において地震動レベルが大きい敷地下方の想定スラブ内地震で地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価を代表。

・Mjについて、以降Mと省略して記載する箇所あり。

<2 基準地震動の策定方針 2.2 地震動の顕著な増幅を踏まえた基準地震動の策定方針>

基準地震動の策定方針

(敷地ごとに震源を特定して策定する地震動 (地震動の顕著な増幅を考慮しない) の概要)

敷地ごとに震源を特定して策定する地震動 (地震動評価 (地震動の顕著な増幅を考慮しない))

・敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の詳細は、第1041回審査会合資料2-2-2参照。

【内陸地殻内地震】	【プレート間地震】	【海洋プレート内地震】	
【検討用地震】	【検討用地震】	【検討用地震】	【検討用地震(長周期帯に着目)】
<ul style="list-style-type: none"> ○ 御前崎海脚西部の断層帯による地震 (M7.4) ○ A-17断層による地震 (M7.2) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 内閣府(2012)による南海トラフで想定される最大クラスの地震 (Mw9.0) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 敷地下方の想定スラブ内地震 (M7.0) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震 (M7.4)
【基本震源モデルの設定】	【基本震源モデルの設定】	【基本震源モデルの設定】	【基本震源モデルの設定】
<ul style="list-style-type: none"> ○ 地質調査結果や強震動予測シミュレーションに基づき設定した震源モデル※1,2 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 内閣府(2012)の最大クラスの地震の強震断層モデル※8に基づき、破壊開始点を追加して設定した震源モデル※9 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2009年駿河湾の地震(本震)※11の震源特性を反映して設定した震源モデル※12,13 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2004年紀伊半島南東沖の地震(本震)※14の震源特性を反映して設定した震源モデル※15,16
【不確かさの考慮】	【不確かさの考慮】	【不確かさの考慮】	【不確かさの考慮】
<ul style="list-style-type: none"> ○ アスペリティの応力降下量の不確かさ (新潟県中越沖地震の知見を踏まえ強震動予測シミュレーションによるアスペリティの応力降下量の1.5倍を考慮)※3 ○ 破壊伝播速度の不確かさ (0.72β → 0.87β)※4 ○ 断層傾斜角の不確かさ (35° → 25°)※5 ○ アスペリティの数の不確かさ※6 (2つ → 1つに集約して敷地に近い位置に配置) ○ アスペリティの応力降下量と破壊伝播速度の不確かさの組合せ※7 ○ アスペリティの応力降下量と断層傾斜角の不確かさの組合せ※7 ○ 破壊伝播速度と断層傾斜角の不確かさの組合せ※7 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 強震動生成域の位置の不確かさ※10 (過去地震の位置 → 敷地直下) ○ 強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せ※10 (Mw9.0 → Mw9.1) ○ 強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せ※10 ○ 強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播に係る不確かさの組合せ※10 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 短周期レベルの不確かさ (笹谷・他(2006)に基づき、沈み込んだ深い海洋プレート内地震の震源特性(短周期レベル)を考慮) ○ 強震動生成域の数の不確かさ (2つ → 1つに集約) ○ 断層傾斜角の不確かさ (45° → 20°, 90°) ○ 地震規模の不確かさ (M7.0 → M7.4) ○ 震源深さの不確かさ (23km → 13.8km) ○ 断層位置の不確かさ (2つの強震動生成域からの地震波が同時に敷地に到達するよう配置したケースを考慮) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 破壊伝播速度の不確かさ (2.0km/s → 2.55km/s (0.72β))※4 ○ 断層傾斜角の不確かさ (40° → 30°, 60°) ○ 断層位置の不確かさ※17 (断層位置: 駿河湾域のトラフ軸沿い → 駿河湾域を越えて東海域のトラフ軸沿い) ○ 強震動生成域の形状の不確かさ※17 (強震動生成域の形状: 長方形 → 正方形)
<p>※1 アスペリティの位置の不確かさ、破壊開始点の不確かさを予め考慮。 ※2 地震発生層上端深さは、微小地震のほとんどが深さ8km以深で発生しているが、ごく一部の微小地震が深さ8km以浅で発生していることを踏まえて深さ5kmに設定。 ※3 壇・他(2001)による関係式 ($A=4\pi r_s \Delta \sigma_s \beta^2$) に基づき、短周期レベルも1.5倍。 ※4 βはS波速度を表す。 ※5 震源断層が拡大するようさらに低角の断層傾斜角を考慮。 ※6 御前崎海脚西部の断層帯による地震で考慮。 ※7 A-17断層は地表に痕跡はないものの断層を地表に投影すると敷地の近くにあることを踏まえ、A-17断層による地震で考慮。</p>	<p>※8 内閣府(2012)の強震断層モデル (Mw9.0、基本ケース)。 ※9 地震規模の不確かさ、強震動生成域の応力降下量の不確かさ、破壊開始点の不確かさを予め考慮。 ※10 強震動生成域の位置の不確かさについては、過去地震の震度分布により特定されているため、基本的には認識論的な不確かさに分類されると考えられるが、偶発的な不確かさの要素も有しており、また、この不確かさを考慮した震源モデルは敷地への影響が大きいことを踏まえ、不確かさの考慮におけるベースモデルとして扱うこととし、不確かさの組合せも考慮。</p>	<p>※11 敷地への影響が最も大きかった最大規模の沈み込んだ浅い海洋プレート内地震。 ※12 短周期レベルは強震動予測シミュレーションより保守的な設定。 ※13 断層位置の不確かさ、強震動生成域の位置の不確かさ、破壊開始点の不確かさを予め考慮。</p>	<p>※14 敷地への影響が最も大きかった最大規模の沈み込む海洋プレート内地震。 ※15 地震規模の不確かさ、断層位置の不確かさ、強震動生成域の位置の不確かさ、強震動生成域の形状の不確かさ、破壊開始点の不確かさを予め考慮。 ※16 長周期帯に着目した検討用地震であることを踏まえ、短周期レベルの不確かさの考慮は、敷地下方の想定スラブ内地震の地震動評価で代表。 ※17 断層位置及び強震動生成域の形状の不確かさとして考慮。</p>

【地震動評価 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)】

【応答スペクトルに基づく手法】

○ Noda et al.(2002)の方法※18,19

【断層モデルを用いた手法】

○ 統計的グリーン関数法と波数積分法によるハイブリッド合成法

※18 Noda et al.(2002)に基づく内陸地震に対する補正は考慮しない。プレート間地震は強震動生成域の応力降下量の不確かさの影響を反映した評価も実施。海洋プレート内地震は観測記録に基づく補正係数を考慮。
 ※19 Noda et al.(2002)の方法が適用範囲外となる震源モデルはその他の手法を用いて評価。

＜2 基準地震動の策定方針 2.2 地震動の顕著な増幅を踏まえた基準地震動の策定方針＞ 基準地震動の策定方針

（敷地ごとに震源を特定して策定する地震動（地震動の顕著な増幅を考慮）の概要）

敷地ごとに震源を特定して策定する地震動（地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮））

・敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の詳細は、第1041回審査会合資料2-2-2参照。

【内陸地殻内地震】	【プレート間地震】	【海洋プレート内地震】
【検討用地震※1】	【検討用地震】	【検討用地震※10】
○ 御前崎海脚西部の断層帯による地震（M7.4）	○ 内閣府(2012)による南海トラフで想定される最大クラスの地震（Mw9.0）	○ 敷地下方の想定スラブ内地震（M7.0）
【基本震源モデルの設定】	【基本震源モデルの設定】	【基本震源モデルの設定】
○ 地質調査結果や強震動予測レシピに基づき設定した震源モデル※2,3	○ 内閣府(2012)の最大クラスの強震断層モデル※7に基づき、破壊開始点を追加して設定した震源モデル※8	○ 2009年駿河湾の地震（本震）※11の震源特性を反映して設定した震源モデル※12,13,14

【不確かさの考慮】	【不確かさの考慮】	【不確かさの考慮】
<ul style="list-style-type: none"> ○ アスベリティの応力降下量の不確かさ（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アスベリティの応力降下量の1.5倍を考慮）※4 ○ 破壊伝播速度の不確かさ（$0.72\beta \rightarrow 0.87\beta$）※5 ○ 断層傾斜角の不確かさ（$35^\circ \rightarrow 25^\circ$）※6 ○ アスベリティの数の不確かさ（2つ → 1つに集約して敷地に近い位置に配置） 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 強震動生成域の位置の不確かさ※9（過去地震の位置 → 敷地近傍を含む「増幅方向」に配置） ○ 強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せ※9（Mw9.0 → Mw9.1） ○ 強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せ※9 ○ 強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播に係る不確かさの組合せ※9 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 短周期レベルの不確かさ（笹谷・他(2006)に基づき、沈み込んだ深い海洋プレート内地震の震源特性（短周期レベル）を考慮） ○ 強震動生成域の数の不確かさ（2つ → 1つに集約） ○ 断層傾斜角の不確かさ（$45^\circ \rightarrow 20^\circ, 90^\circ$） ○ 地震規模の不確かさ（M7.0 → M7.4） ○ 震源深さの不確かさ（23km → 13.8km）

※1 A-17断層は、震源断層が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）（「増幅方向」）に位置しない。
 ※2 アスベリティの位置の不確かさ、破壊開始点の不確かさを予め考慮。
 ※3 地震発生層上端深さは、微小地震のほとんどが深さ8km以深で発生しているが、ごく一部の微小地震が深さ8km以浅で発生していることを踏まえて深さ5kmに設定。
 ※4 壇・他(2001)による関係式（ $A=4\pi r_s \Delta\sigma_s \beta^2$ ）に基づき、短周期レベルも1.5倍。
 ※5 β はS波速度を表す。
 ※6 震源断層が拡大するようさらに低角の断層傾斜角を考慮。

※7 内閣府(2012)の強震断層モデル（基本ケース）。
 ※8 地震規模の不確かさ、強震動生成域の応力降下量の不確かさ、破壊開始点の不確かさを予め考慮。
 ※9 強震動生成域の位置の不確かさは、基本的には認識論的な不確かさに分類されると考えられるが、偶然的な不確かさの要素も有しており、また、この不確かさを考慮した震源モデルは敷地への影響が大きいことを踏まえ、不確かさの考慮におけるベースモデルとして扱うこととし、不確かさの組合せも考慮。

※10 地震動の顕著な増幅は短周期の特定の周期帯で見られることを踏まえ、御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震は、地震動の顕著な増幅が見られる周期帯（周期0.5秒以下）において地震動レベルが大きい敷地下方の想定スラブ内地震で代表。
 ※11 敷地への影響が最も大きかった最大規模の沈み込んだ浅い海洋プレート内地震。
 ※12 敷地近傍を含めて「増幅方向」に強震動生成域が位置するよう断層位置を移動させて設定。
 ※13 短周期レベルは強震動予測レシピより保守的な設定。
 ※14 断層位置の不確かさ、強震動生成域の位置の不確かさ、破壊開始点の不確かさを予め考慮。

【地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）】

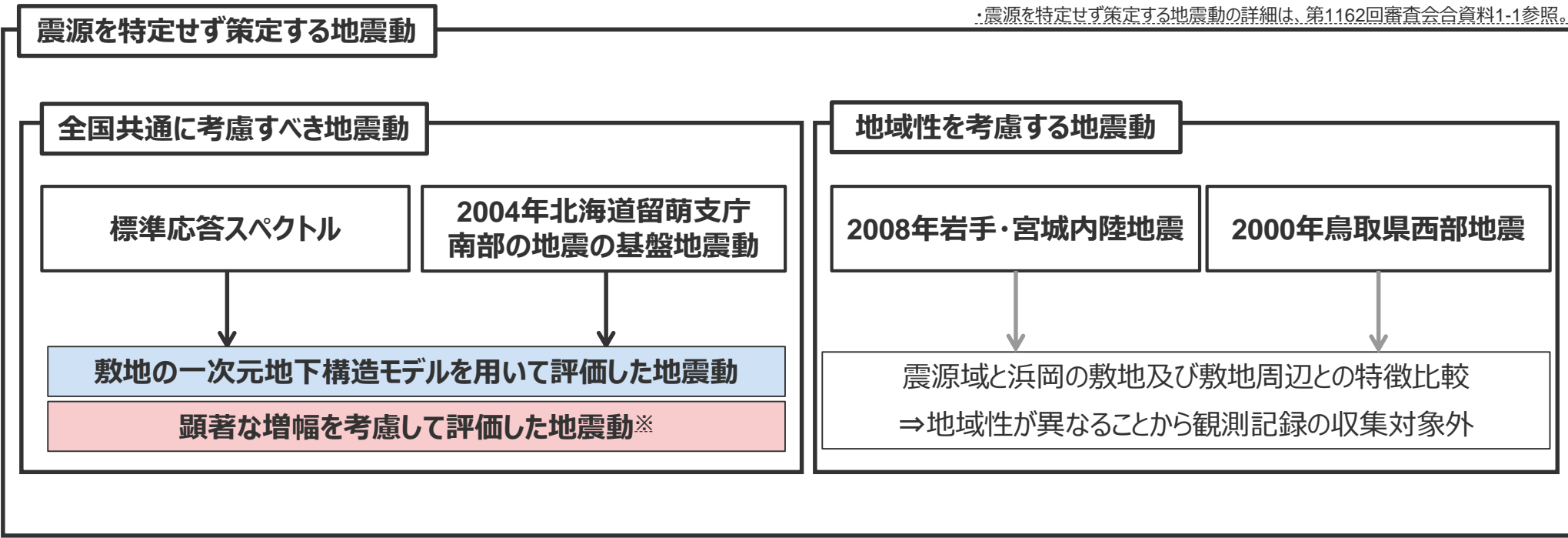
【応答スペクトルに基づく手法】	【断層モデルを用いた手法】
<ul style="list-style-type: none"> ○ Noda et al.(2002)の方法※15,16 ○ 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果に基づく増幅係数（応答スペクトル比）を乗じること地震動の顕著な増幅を考慮 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 統計的グリーン関数法と波数積分法によるハイブリッド合成法 ○ 地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域（アスベリティ）の小断層に増幅係数（フーリエスペクトル比）を乗じること地震動の顕著な増幅を考慮

※15 Noda et al.(2002)に基づく内陸地震に対する補正は考慮しない。プレート間地震は強震動生成域の応力降下量の不確かさの影響を反映した評価も実施。海洋プレート内地震は観測記録に基づく補正係数を考慮。
 ※16 Noda et al.(2002)の方法が適用範囲外となる震源モデルはその他の手法を用いて評価。

基準地震動の策定方針

(震源を特定せず策定する地震動の概要)

：震源を特定せず策定する地震動の詳細は、第1162回審査会合資料1-1参照。



○ 震源を特定せず策定する地震動は、標準応答スペクトルと2004年北海道留萌支庁南部の地震の基盤地震動について、**敷地の一次元地下構造モデルを用いて評価した地震動（顕著な増幅を考慮しない）**と**地震動の顕著な増幅を考慮する地震動**を考慮。

※ 断層モデルを用いた手法で採用した増幅係数を乗じる方法により、地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価を実施。（顕著な増幅を考慮しない地震動の評価結果に増幅係数（フーリエスペクトル比）を乗じることにより、顕著な増幅を考慮した地震動を評価）。

目次

1 概要	……p.4~
2 基準地震動の策定方針	
2.1 基本方針	……p.26~
2.2 地震動の顕著な増幅を踏まえた基準地震動の策定方針	……p.30~
2.3 免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定方針	……p.43~
3 基準地震動の策定	……p.70~
3.1 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動	……p.73~
3.2 断層モデルを用いた手法による基準地震動	……p.100~
3.3 震源を特定せず策定する地震動による基準地震動	……p.118~
4 まとめ	……p.128~
補足説明資料	……p.149~

検討概要

【免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定】

- 「耐震設計に用いる基準地震動」は、地震動評価結果の周期0.02～5秒の応答スペクトルに基づき策定する（p.27参照）。
- 「免震設計に用いる基準地震動」については、免震構造物はやや長周期の地震応答が卓越することから、地震審査ガイドや免震構造審査ガイド*1を踏まえ、①免震構造物の周期特性を踏まえ「着目するやや長周期」を検討したうえで、②やや長周期に着目した検討用地震及び地震動評価の確認を行い、③必要に応じて他の施設とは別に基準地震動を策定。また、④基準地震動のやや長周期の応答スペクトル・継続時間の検討、⑤国土交通省の技術的助言の参照に係る検討を実施。

※1 「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」（以降、「地震審査ガイド」という。）及び「建物・構築物の免震構造に関する審査ガイド」（以降、「免震構造審査ガイド」という。）

① 免震構造物の周期特性を踏まえ「着目するやや長周期」の検討

- 免震構造審査ガイドを踏まえ、免震構造物の固有周期の2倍程度までのやや長周期に着目（図1参照）。

② やや長周期に着目した検討用地震及び地震動評価の確認

- 検討用地震について、やや長周期に着目した選定がされていることを確認。その際、短周期に着目して選定した検討用地震とは別に、やや長周期における影響が大きい地震として、「敷地からの距離は離れているが地震規模の大きな地震」の選定可能性を確認（図2参照）。
- 地震動評価について、やや長周期に着目した評価がされていることを確認。

③ 必要に応じ他の施設とは別に基準地震動を策定

- 「耐震設計に用いる基準地震動」に対して、着目する周期と着目する地震に違いがあるかを検討し、必要に応じ他の施設とは別に「免震設計に用いる基準地震動」を策定（着目する周期と着目する地震に違いがない場合は、耐震設計と免震設計で共通の基準地震動を用いる）。

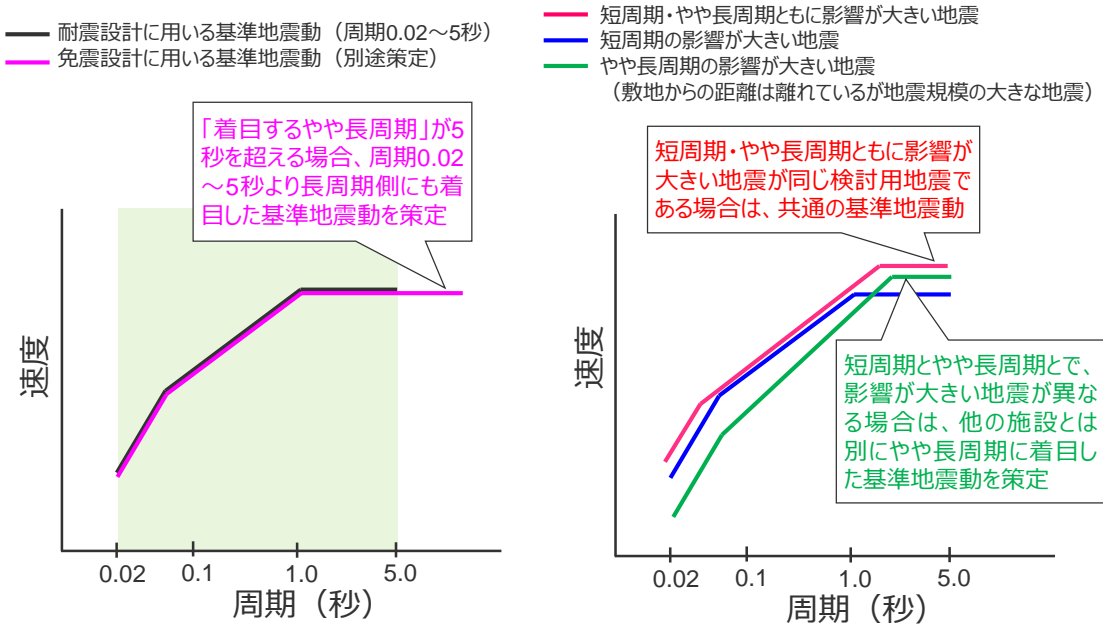
④ 基準地震動のやや長周期の応答スペクトル・継続時間の検討

- 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動について、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果のやや長周期の応答スペクトル及び継続時間と比較（耐震設計と共通の基準地震動を用いる場合を含む）。

⑤ 国土交通省の技術的助言の参照

- 国土交通省の技術的助言*2における基整促波との比較。

<免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定に係る検討フロー>



<図1 着目する周期の違い（イメージ）>

（例えば、免震構造物の固有周期が5秒程度である場合、「着目するやや長周期」が10秒までとなり、耐震設計に用いる基準地震動（周期0.02～5秒）より長周期側まで着目する必要がある。）

<図2 着目する地震の違い（イメージ）>

（例えば、短周期における影響が大きい地震が、M7クラスの内地地震である場合、敷地から離れた位置のM9クラスのプレート間地震の方がやや長周期の影響が大きい地震となる場合が考えられる。）

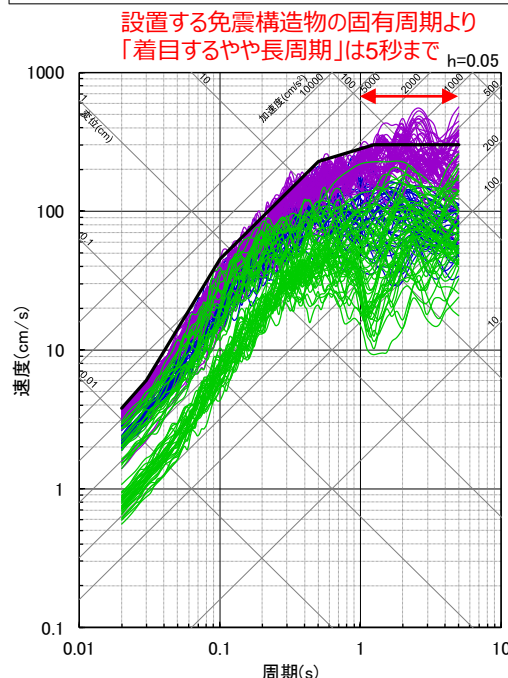
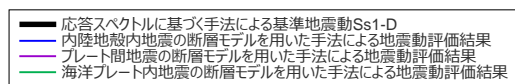
※2 国土交通省国住指第1111号「超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動対策について（技術的助言）」。この技術的助言において設計用長周期地震動（基整促波）が公表されている。

①免震構造物の周期特性を踏まえ「着目するやや長周期」の検討

①免震構造物の周期特性を踏まえ「着目するやや長周期」の検討

- 「耐震設計に用いる基準地震動」は、地震動評価結果の周期0.02～5秒の応答スペクトルに基づき策定。
- 免震構造審査ガイドを踏まえ、免震構造物の固有周期の2倍程度までのやや長周期に着目することとし、設置する**免震構造物※の固有周期が2秒程度**であることを踏まえ、その2倍程度までの**周期5秒まで**を「着目するやや長周期」と評価。

※ 緊急時ガスタービン発電機建屋を設置。免震層の固有周期は2秒程度。（前ページ、補足説明資料①参照）



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
(地震動の顕著な増幅を考慮しない) の例
(EW方向) (応答スペクトル) >

② やや長周期に着目した検討用地震及び地震動評価の確認

(やや長周期に着目した検討用地震の確認)

【やや長周期に着目した検討用地震の確認】

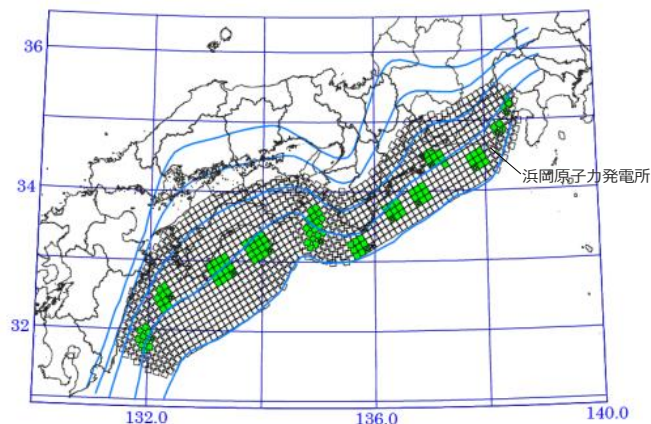
- やや長周期の地震動が卓越する地震について、地震規模が大きい地震では長周期成分を多く含む地震動となることから、**やや長周期に着目した検討用地震**として、**地震規模が大きい地震**が選定されていることを確認。(下記参照)
- また、免震構造審査ガイドを踏まえ、やや長周期における影響が大きい地震として、「**敷地からの距離は離れているが地震規模の大きな地震**」の選定可能性を確認 (p.57参照)。

<検討用地震の確認>

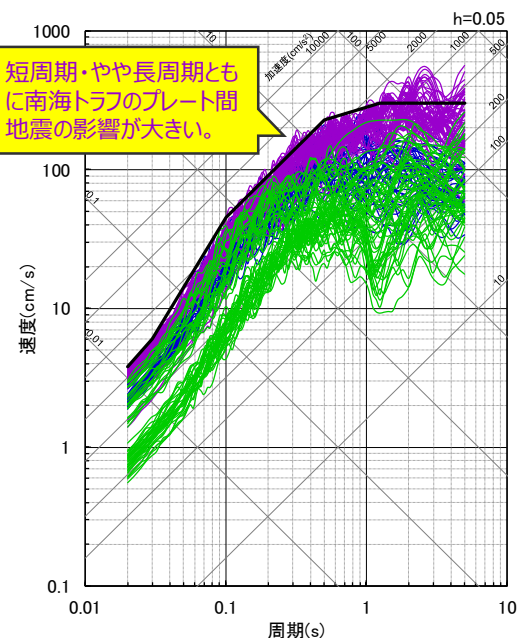
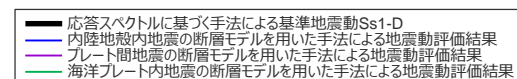
- **やや長周期に着目した検討用地震**として、**地震規模が大きい地震**が選定されていることを確認。

⇒ 短周期・やや長周期ともに敷地の地震動への影響が大きい地震として、**地震規模が大きい内閣府(2012)による南海トラフで想定される最大クラスの地震 (Mw9.0) を検討用地震に選定**していることを確認 (p.49参照、詳細は第1041回審査会合資料2-2-2参照)。

また、検討用地震の選定に当たり行った検討において、内閣府(2012)による最大クラスの地震は、内閣府(2015)による最大クラスの長周期地震と比べ、やや長周期の地震動に影響する強震動生成域の地震モーメントも大きいことやハイブリッド合成法による地震動評価結果においてやや長周期の応答スペクトルが大きいことを確認 (p.50～56参照、詳細は第1041回審査会合資料2-2-5参照)。



<内閣府モデル (最大クラスの地震) >
(内閣府(2012)に敷地位置を加筆)

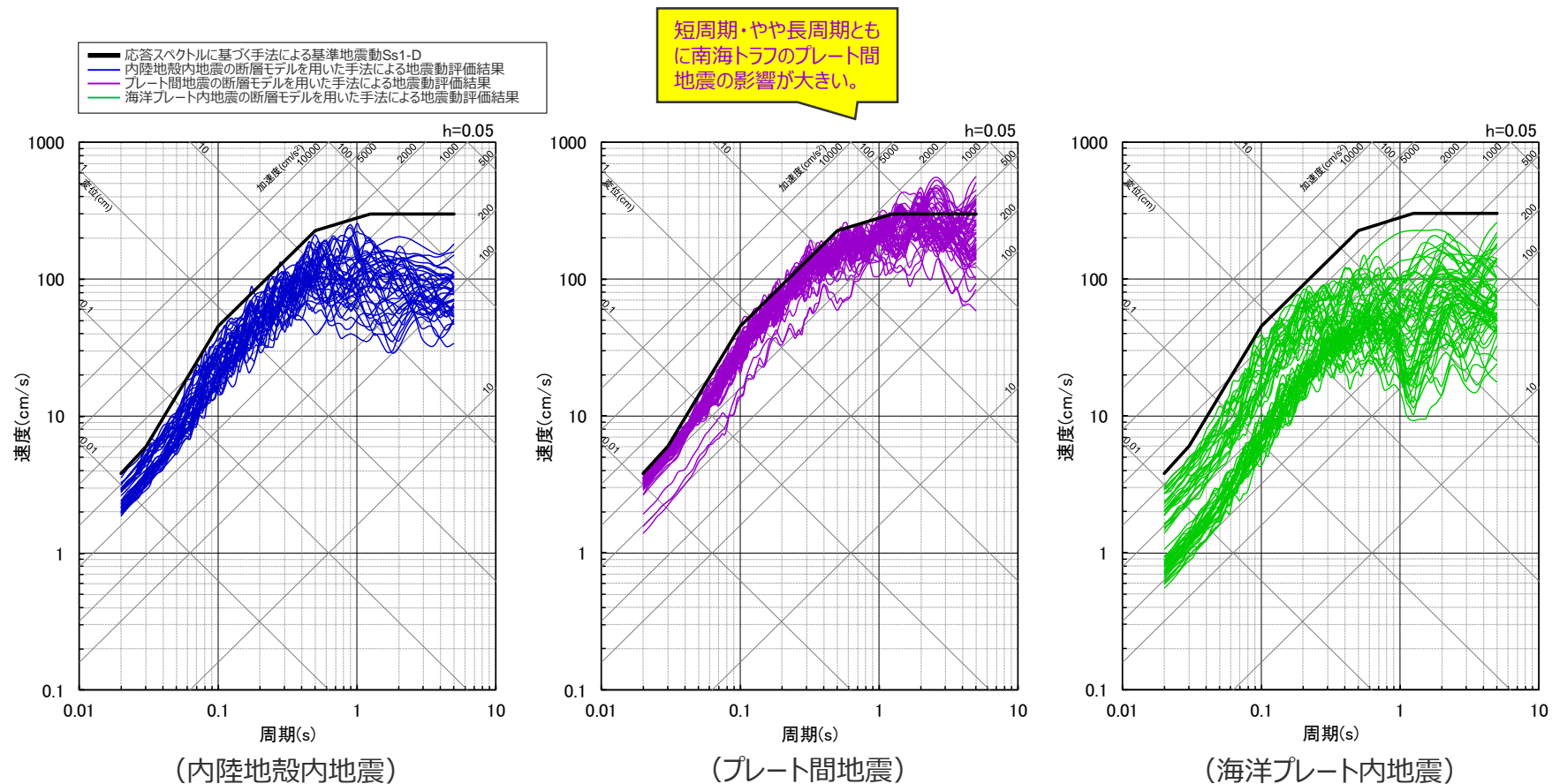


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (地震動の顕著な増幅を考慮しない) の例 (EW方向) (応答スペクトル) >
(地震タイプごとの応答スペクトルは次ページ参照)

② やや長周期に着目した検討用地震及び地震動評価の確認

(やや長周期に着目した検討用地震の確認)

- 地震タイプごとの断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の例を下図に示す。
- 南海トラフの最大クラスのプレート間地震が、短周期・やや長周期ともに影響が大きい。



< 地震タイプごとの断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (地震動の顕著な増幅を考慮しない) の比較 (EW方向) (応答スペクトル) >
 (検討用地震ごとの地震動評価結果、地震動の顕著な増幅を考慮した地震動評価結果の応答スペクトルは補足説明資料③参照)

＜2 基準地震動の策定方針 2.3 免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定方針＞
② やや長周期に着目した検討用地震及び地震動評価の確認
 (やや長周期に着目した検討用地震の確認)

敷地ごとに震源を特定して策定する地震動 (検討用地震の選定)

・敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の詳細は、第1041回審査会合資料2-2-2参照。

- 検討用地震として、Noda et al.(2002)の方法や断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較結果に基づき、敷地に大きな影響を与えると予想される地震を選定。
 (検討用地震のうち短周期の地震動に顕著な増幅が見られる地震波到来方向 (N30E～N70E) に震源断層が位置する地震を対象として地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価も実施。)

【内陸地殻内地震】

【被害地震 (敷地周辺の震度が5弱 (震度V) 程度以上)】
 ・1891年濃尾地震 (M8.0)
【活断層の分布状況】
 ・海域の活断層による地震 (②石花海盆内西部の断層帯による地震(M7.0)、③石花海盆内東部の断層帯による地震(M7.0)、⑤F-12断層による地震(M7.0)、⑥御前崎海脚西部の断層帯による地震(M7.4)、⑨A-4断層による地震(M7.0)、⑩A-5・A-18断層による地震(M7.5)、⑪A-17断層による地震(M7.2)、⑫A-6断層による地震(M7.0)、⑬A-41断層による地震(M7.0)、⑭天竜海底谷に沿う断層による地震(M7.0)、⑮遠州断層系による地震(M8.2)、⑯F-16断層による地震(M7.0)、⑰渥美半島沖の断層による地震(M8.1))
 ・陸域の活断層による地震 (⑱杉沢付近のリニアメント・変位地形による地震(M7.0)、⑲大島付近のリニアメント・変位地形による地震(M7.0)、⑳濃尾断層帯による地震 (1891年濃尾地震に対応) (M8.0)、㉑中央構造線北端部による地震(M7.7)、㉒伊那谷断層帯による地震(M8.0)、㉓糸魚川-静岡構造線活断層帯による地震(M8.1)、㉔身延断層による地震(M7.0)、㉕石廊崎断層による地震(M7.0)、㉖深溝断層による地震(M6.8)、㉗北伊豆断層帯による地震(M7.3)、㉘稲取断層帯による地震(M7.0))

【検討用地震】
 ⑥御前崎海脚西部の断層帯による地震 (M7.4) ※1
 ⑪A-17断層による地震 (M7.2) ※2

※1 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価も実施。
 ※2 A-17断層は、震源断層が短周期の地震動に顕著な増幅が見られる地震波到来方向 (N30E～N70E) (「増幅方向」) に位置しない。

【プレート間地震】

【被害地震 (敷地周辺の震度が5弱 (震度V) 程度以上)】
 南海トラフで発生した地震
 1096年永長地震 (M8.3)、1498年明応地震 (M8.3)、1605年慶長地震 (M7.9)、1707年宝永地震 (M8.6)、1854年安政東海地震 (M8.4)、1855年遠州灘の地震 (M7.3)、1944年東南海地震 (M7.9)
 相模トラフで発生した地震
 1703年元禄地震 (M8.1)、1923年関東大地震 (M7.9)
【南海トラフで発生する地震】
 ・中央防災会議(2011b)及び中央防災会議(2003b)による想定東海地震 (Mw8.0)、想定東海・東南海地震 (Mw8.3)、想定東海・東南海・南海地震 (Mw8.7)
 ・内閣府(2012)による南海トラフで想定される最大クラスの地震 (Mw9.0)、内閣府(2015)による南海トラフで想定される最大クラスの長周期地震

短周期・やや長周期ともに敷地の地震動への影響が大きい地震として、地震規模が大きい内閣府(2012)による南海トラフで想定される最大クラスの地震 (Mw9.0) を検討用地震に選定 (次ページ以降参照)

【検討用地震】
 ・内閣府(2012)による南海トラフで想定される最大クラスの地震 (Mw9.0) ※3

※3 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価も実施。

【海洋プレート内地震】

【被害地震 (敷地周辺の震度が5弱 (震度V) 程度以上)】
 1589年駿河・遠江の地震 (M6.7)、1857年駿河の地震 (M6.25)、2009年駿河湾の地震 (M6.5) ※4
【フィリピン海プレートで発生した海洋プレート内地震】
 ・沈み込んだ海洋プレート内地震
 上記被害地震のほか、1686年遠江・三河の地震 (M6.6-6.7)、1819年伊勢・美濃・近江の地震 (M6.9)、1855年遠州灘の地震 (M7.0)、1899年紀伊半島南東部の地震 (M6.9) 等
 ・沈み込む海洋プレート内地震
 2004年紀伊半島南東部の地震 (M7.4) ※4
【海洋プレート内地震の想定※5】
 ・沈み込んだ海洋プレート内地震
 敷地下方の想定スラブ内地震 (M7.0)
 ・沈み込む海洋プレート内地震
 御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震 (M7.4)

※4 代表的な地震 (地震規模が大きく、敷地で観測記録が得られ、各研究機関で震源特性等についての詳細な検討がなされている地震)。
 ※5 断層位置を予め特定することは困難と考え、敷地の近くに震源断層を想定。

【検討用地震】
 ・敷地下方の想定スラブ内地震 (M7.0) ※6
 ・御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震 (M7.4) (長周期帯に着目) ※7

※6 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価も実施。
 ※7 地震動の顕著な増幅は短周期の特定の周期帯で見られることを踏まえ、御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震は、地震動の顕著な増幅が見られる周期帯 (周期0.5秒以下) において地震動レベルが大きい敷地下方の想定スラブ内地震で地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価を代表。

・Mjについて、以降Mと省略して記載する箇所あり。

② やや長周期に着目した検討用地震及び地震動評価の確認 (やや長周期に着目した検討用地震の確認)

敷地周辺で震度5弱（震度V）程度以上となった被害地震（プレート間地震）

南海トラフで発生した地震

相模トラフで発生した地震



相模トラフで発生した地震は敷地からの距離が遠いことから、その影響については、敷地からの距離が近く、敷地への影響がより大きい**南海トラフで発生した地震**で代表。

南海トラフで発生する地震

想定東海地震（Mw8.0）、想定東海・東南海地震（Mw8.3）、想定東海・東南海・南海地震（Mw8.7）

- 中央防災会議「東海地震に関する専門調査会」(2001)及び「東南海、南海地震等に関する専門調査会」(2003)
：南海トラフで発生した1707年宝永地震（M8.6）、1854年安政東海地震（M8.4）及び1944年東南海地震（M7.9）等の過去の地震時の被害実態との比較検討等を踏まえ、強震断層モデルを設定（中央防災会議モデル（既往地震））。

南海トラフで想定される最大クラスの地震（Mw9.0）

- 内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」(2012)
：「あらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な地震・津波を検討していくべきである」との考え方にに基づき、南海トラフで想定される最大クラスの地震として強震断層モデル（Mw9.0）を設定（内閣府モデル（最大クラスの地震））。
- 内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」(2015)
：長周期地震動（周期2～10秒程度）を推計するため、内閣府(2012)と同じ考え方にに基づき、南海トラフで想定される最大クラスの地震の長周期地震断層モデルを設定（内閣府モデル（最大クラスの長周期地震））。

- ①内閣府モデル（最大クラスの地震）と中央防災会議モデル（既往地震）の比較
- ②内閣府モデル（最大クラスの地震）と内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）の比較

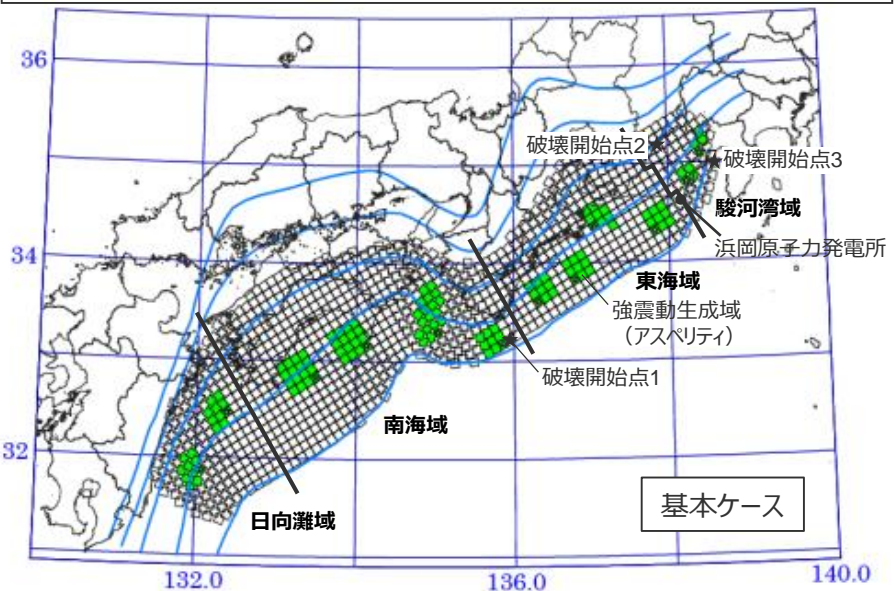
やや長周期に着目し、内閣府モデル（最大クラスの地震）と内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）の比較について、次ページ以降で説明

敷地への影響が大きい**内閣府(2012)による南海トラフで想定される最大クラスの地震（Mw9.0、内閣府モデル（最大クラスの地震））**を検討用地震として選定。

<2 基準地震動の策定方針 2.3 免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定方針>
② やや長周期に着目した検討用地震及び地震動評価の確認
 (やや長周期に着目した検討用地震の確認)

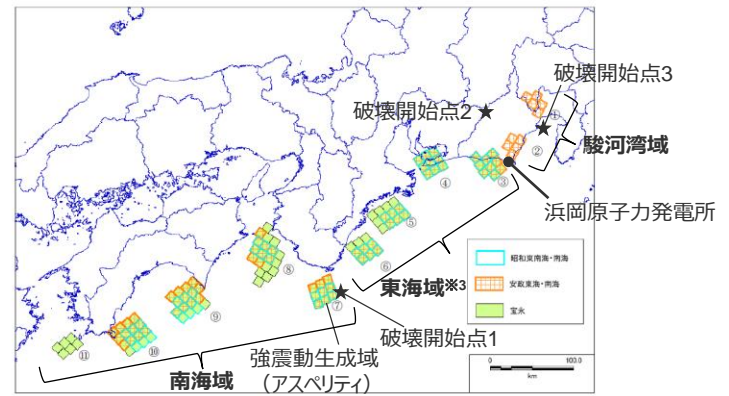
- 内閣府モデル（最大クラスの地震）と内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）について、震源断層パラメータの比較を行う。この比較に当たっては、内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）は、強震動生成域のみのモデル化がされているため、微視的断層パラメータ（強震動生成域の面積、強震動生成域の地震モーメント、強震動生成域の応力降下量及び短周期レベル）の比較を行うこととし、両モデルの対象領域の違いを踏まえた比較も行う。
- また、統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法※1による地震動評価を行い、地震動レベルの比較を行う。

強震動生成域の面積※2：約12,700km²（約10,600km²）
 強震動生成域の地震モーメント※2：7.9×10²¹Nm（7.0×10²¹Nm）
 強震動生成域の応力降下量：34～46MPa程度
 短周期レベル※2：5.08×10²⁰Nm/s²（4.82×10²⁰Nm/s²）



<内閣府モデル（最大クラスの地震）>
 (内閣府(2012)に敷地位置、図の説明（強震動生成域（アスペリティ）、破壊開始点、領域の名称）を加筆）

強震動生成域の面積：約11,800km²
 強震動生成域の地震モーメント：5.1×10²¹Nm
 強震動生成域の応力降下量：30MPa
 短周期レベル：3.37×10²⁰Nm/s²



<内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）>
 (内閣府(2015)に敷地位置、図の説明（強震動生成域（アスペリティ）、破壊開始点、領域の名称）を加筆）

※1 内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）が、長周期地震動（周期2～10秒程度）を推計するためのモデルであることを踏まえ、統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法による地震動評価を行う。
 ※2 括弧内の値は、駿河湾域、東海域、南海域の3領域の震源断層パラメータを表す。
 ※3 内閣府(2015)では、東南海域と記載されているが、本資料では内閣府(2012)と合わせて東海域と記載。

・後述のとおり、内閣府モデル（最大クラスの地震）に破壊開始点を追加（破壊開始点1～3）して基本震源モデルを設定していることから、ここでの地震動評価では破壊開始点1～3を対象とした。

<2 基準地震動の策定方針 2.3 免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定方針>

② やや長周期に着目した検討用地震及び地震動評価の確認

(やや長周期に着目した検討用地震の確認)

- 内閣府モデル（最大クラスの地震）と強震動生成域のみのモデル化である内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）について、微視的断層パラメータ（強震動生成域の面積、強震動生成域の地震モーメント、強震動生成域の応力降下量及び短周期レベル）を比較した。
- その際、両モデルの対象領域の違いを踏まえ、内閣府モデル（最大クラスの地震）について、駿河湾域、東海域、南海域及び日向灘域の4領域の震源断層パラメータに加え、駿河湾域、東海域及び南海域の3領域の震源断層パラメータも比較した。
- その結果、長周期の地震動に及ぼす影響が大きい強震動生成域の地震モーメントや、短周期の地震動に及ぼす影響が大きい強震動生成域の応力降下量及び短周期レベルは、内閣府モデル（最大クラスの地震）の方が、内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）より大きい。

<震源断層パラメータの比較>

震源断層パラメータ	内閣府モデル（最大クラスの地震） （内閣府(2012)） 駿河湾域、東海域、南海域、日向灘域	内閣府モデル（最大クラスの地震） （内閣府(2012)） 駿河湾域、東海域、南海域	内閣府モデル（最大クラスの長周期地震） （内閣府(2015)） 駿河湾域、東海域、南海域
設定方針	南海トラフで想定される最大クラスの地震として設定された強震断層モデル		南海トラフで想定される最大クラスの地震として設定された強震断層モデル
強震動生成域の面積	約12,700km ²	約10,600km ²	約11,800km ²
強震動生成域の地震モーメント	7.9×10 ²¹ Nm	7.0×10 ²¹ Nm	5.1×10 ²¹ Nm
強震動生成域の応力降下量	34～46MPa程度※		30MPa
短周期レベル	5.08×10 ²⁰ Nm/s ²	4.82×10 ²⁰ Nm/s ²	3.37×10 ²⁰ Nm/s ²
強震動生成域の位置	中央防災会議モデル（既往地震）の強震動生成域の位置を踏まえて設定		歴史地震の震度分布（5地震の包絡形）の再現検討を踏まえて設定

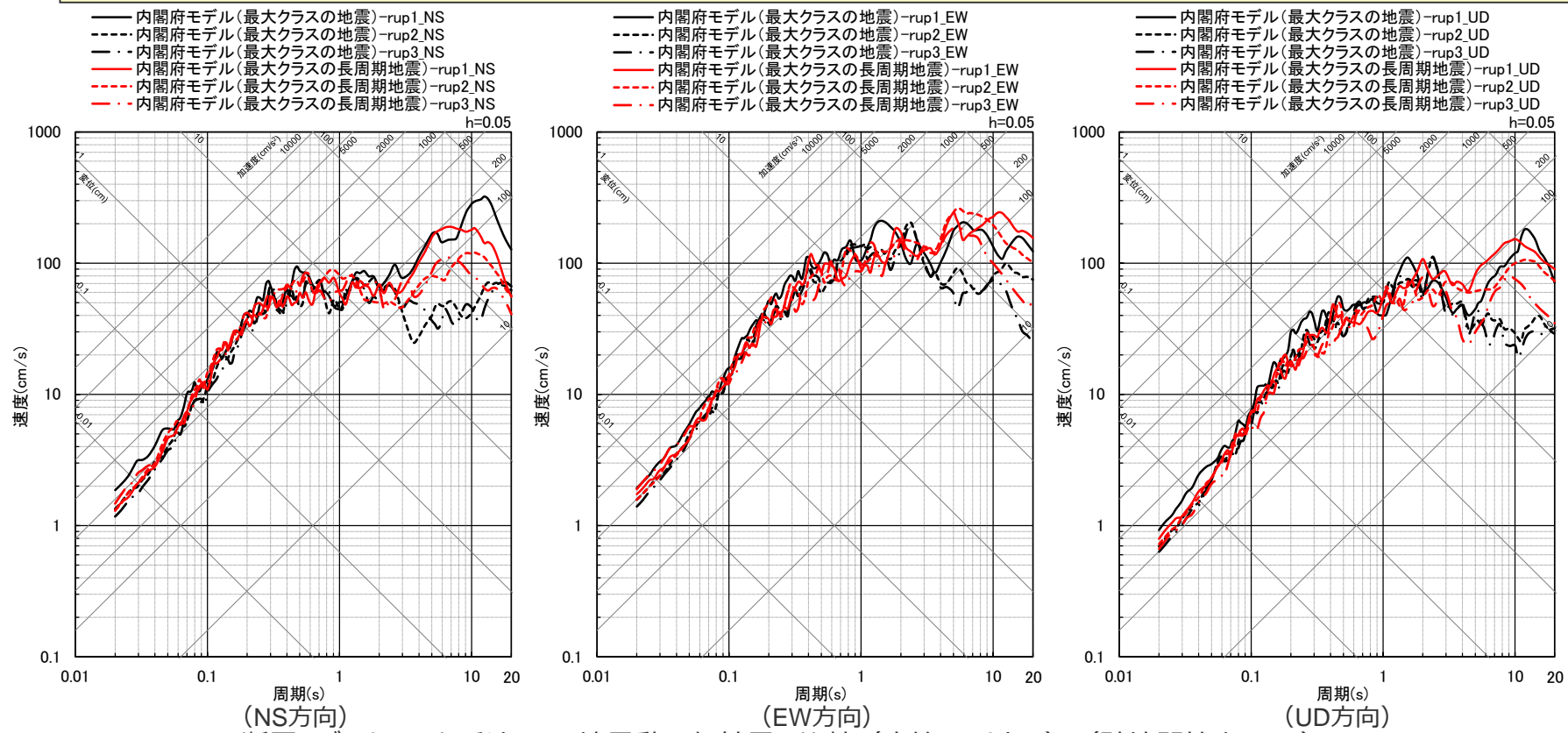
内閣府(2012)による最大クラスの地震は、短周期レベルだけでなく、やや長周期の地震動に影響する強震動生成域の地震モーメントも大きい。

※敷地への影響が大きい強震動生成域の応力降下量は45.4MPa。

<2 基準地震動の策定方針 2.3 免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定方針>
② やや長周期に着目した検討用地震及び地震動評価の確認
 (やや長周期に着目した検討用地震の確認)

- 内閣府モデル（最大クラスの地震）及び内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）について、統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法による地震動評価結果を比較した結果、両者の地震動レベルが同程度であることを確認した。
- これは、内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）の敷地における地震動に支配的と考えられる強震動生成域（SMGA③（短周期レベル $9.38 \times 10^{19} \text{Nm/s}^2$ ）とSMGA②（短周期レベル $7.05 \times 10^{19} \text{Nm/s}^2$ ））が、内閣府モデル（最大クラスの地震）の敷地における地震動に支配的な強震動生成域（東海SMGA①（短周期レベル $1.42 \times 10^{20} \text{Nm/s}^2$ ））に比べて、短周期レベルは小さいものの、敷地のより近くに位置していることが原因であると考えられる。

○ 不確かさの考慮において、強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデルをベースモデルとして扱い、各不確かさとの組合せを考慮する方針としており、両モデルについて、敷地直下に強震動生成域を配置したケースの地震動評価も行い、地震動レベルの比較を行う。



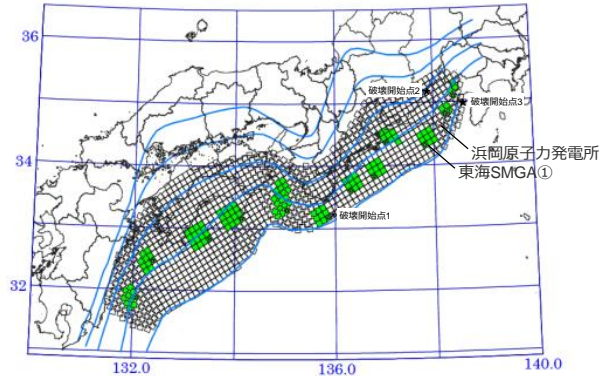
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1~3）>

・統計的グリーン関数法とは数積分法のハイブリッド合成法による。

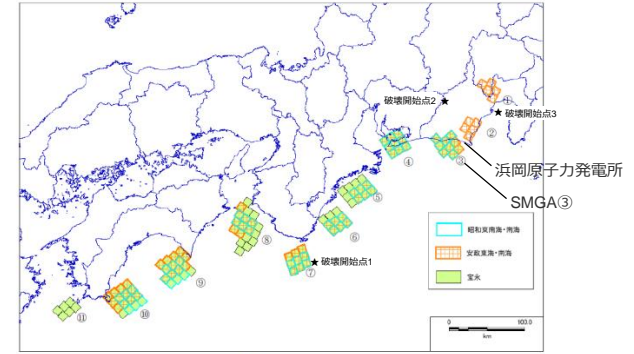
余白

<2 基準地震動の策定方針 2.3 免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定方針>
② やや長周期に着目した検討用地震及び地震動評価の確認
 (やや長周期に着目した検討用地震の確認)

○内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）について、右図に示すとおり、強震動生成域（SMGA③）を敷地直下に配置したモデル（内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）（直下ケース））を設定して統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法による地震動評価を行い、内閣府モデル（最大クラスの地震）について、強震動生成域を敷地直下に配置したモデル（内閣府モデル（最大クラスの地震）（直下ケース①、直下ケース②）※の地震動評価結果と比較する。



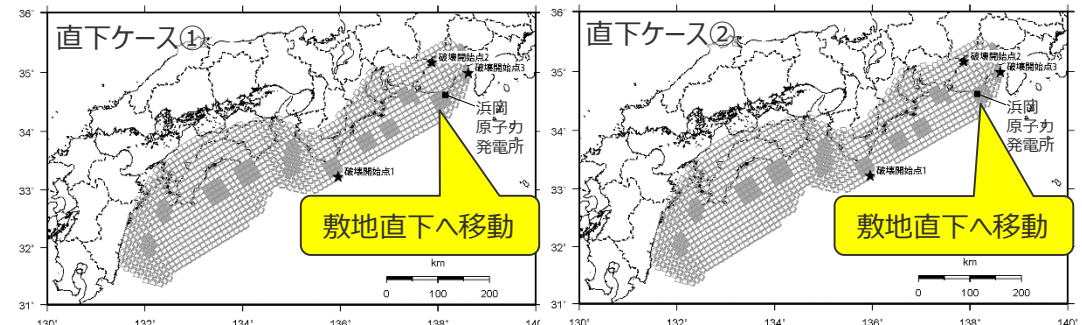
<内閣府モデル（最大クラスの地震）>（内閣府(2012)に敷地位置、図の説明（破壊開始点、東海SMGA①）を加筆）



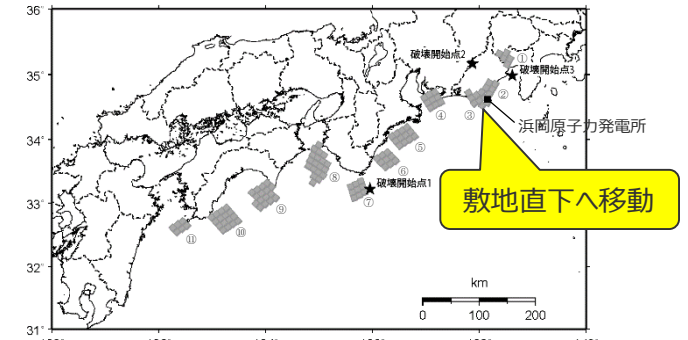
<内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）>（内閣府(2015)に敷地位置、図の説明（破壊開始点、SMGA③）を加筆）

東海SMGA①を敷地直下に配置

SMGA③を敷地直下に配置



<内閣府モデル（最大クラスの地震）（直下ケース①、直下ケース②）※の震源モデル>

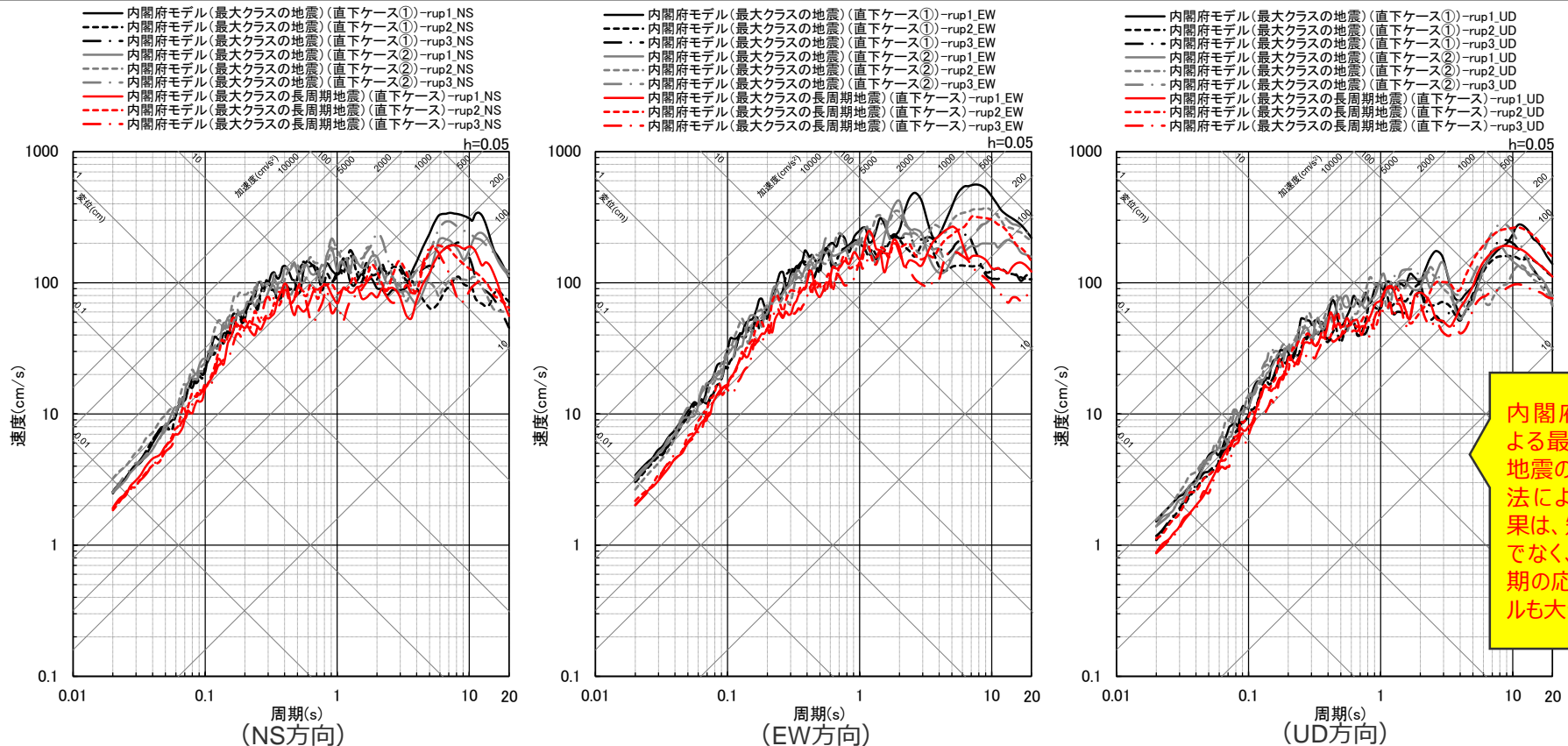


<内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）（直下ケース）の震源モデル>

※強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（直下ケース①、直下ケース②）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に該当。
 ・内閣府モデル（最大クラスの地震）に破壊開始点を追加（破壊開始点1～3）して基本震源モデルを設定していることから、ここでの地震動評価では破壊開始点1～3を対象とした。

<2 基準地震動の策定方針 2.3 免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定方針>
② やや長周期に着目した検討用地震及び地震動評価の確認
 (やや長周期に着目した検討用地震の確認)

- 内閣府モデル(最大クラスの地震)(直下ケース①、直下ケース②)と内閣府モデル(最大クラスの長周期地震)(直下ケース)について、統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法による地震動評価結果を比較した結果、内閣府モデル(最大クラスの地震)(直下ケース①、直下ケース②)の地震動レベルの方が内閣府モデル(最大クラスの長周期地震)(直下ケース)より大きくなっていることを確認した。
- これは、内閣府モデル(最大クラスの長周期地震)(直下ケース)の敷地直下に位置するSMGA②及びSMGA③の短周期レベル(1.17×10²⁰Nm/s²)に比べて、内閣府モデル(最大クラスの地震)(直下ケース①、直下ケース②)の敷地直下に位置する東海SMGA①の短周期レベル(1.42×10²⁰Nm/s²)の方が大きいことによる。



内閣府(2012)による最大クラスの地震のハイブリッド法による評価結果は、短周期だけでなく、やや長周期の応答スペクトルも大きい。

<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較(応答スペクトル)(破壊開始点1~3)>

○ 以上の比較から、敷地への影響が大きい内閣府(2012)による南海トラフで想定される最大クラスの地震(Mw9.0、内閣府モデル(最大クラスの地震))を検討用地震として選定。

② やや長周期に着目した検討用地震及び地震動評価の確認

(やや長周期に着目した検討用地震の確認)

< 「敷地からの距離は離れているが地震規模の大きな地震」の確認 >

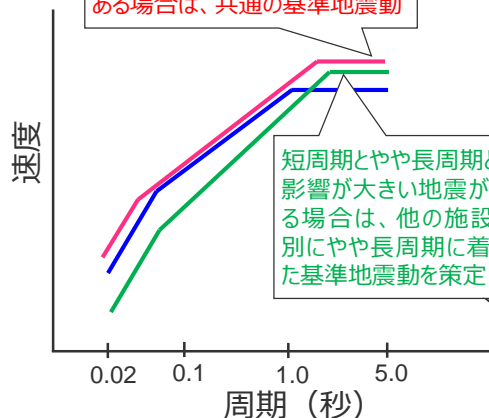
- 短周期・やや長周期ともに敷地の地震動への影響が大きい地震として、**南海トラフの最大クラスのプレート間地震 (Mw9.0)** を検討用地震に選定。
- やや長周期における影響が大きい地震として、「敷地からの距離は離れているが地震規模の大きな地震」の選定可能性を確認。

⇒ 「敷地からの距離は離れているが地震規模の大きな地震」として、日本列島周辺に、**日本海溝のM9程度のプレート間地震や千島海溝のM8.8程度以上のプレート間地震が最大クラスのプレート間地震として想定されているが、検討用地震とした南海トラフの最大クラスのプレート間地震 (Mw9.0) の方が最大クラスのプレート間地震でありかつ敷地に近い地震であることから、やや長周期における敷地への影響が大きいことを確認。**

- 短周期・やや長周期ともに影響が大きい地震
- 短周期の影響が大きい地震
- やや長周期の影響が大きい地震
(敷地からの距離は離れているが地震規模の大きな地震)

短周期・やや長周期ともに影響が大きい地震が同じ検討用地震である場合は、共通の基準地震動

浜岡原子力発電所が該当する



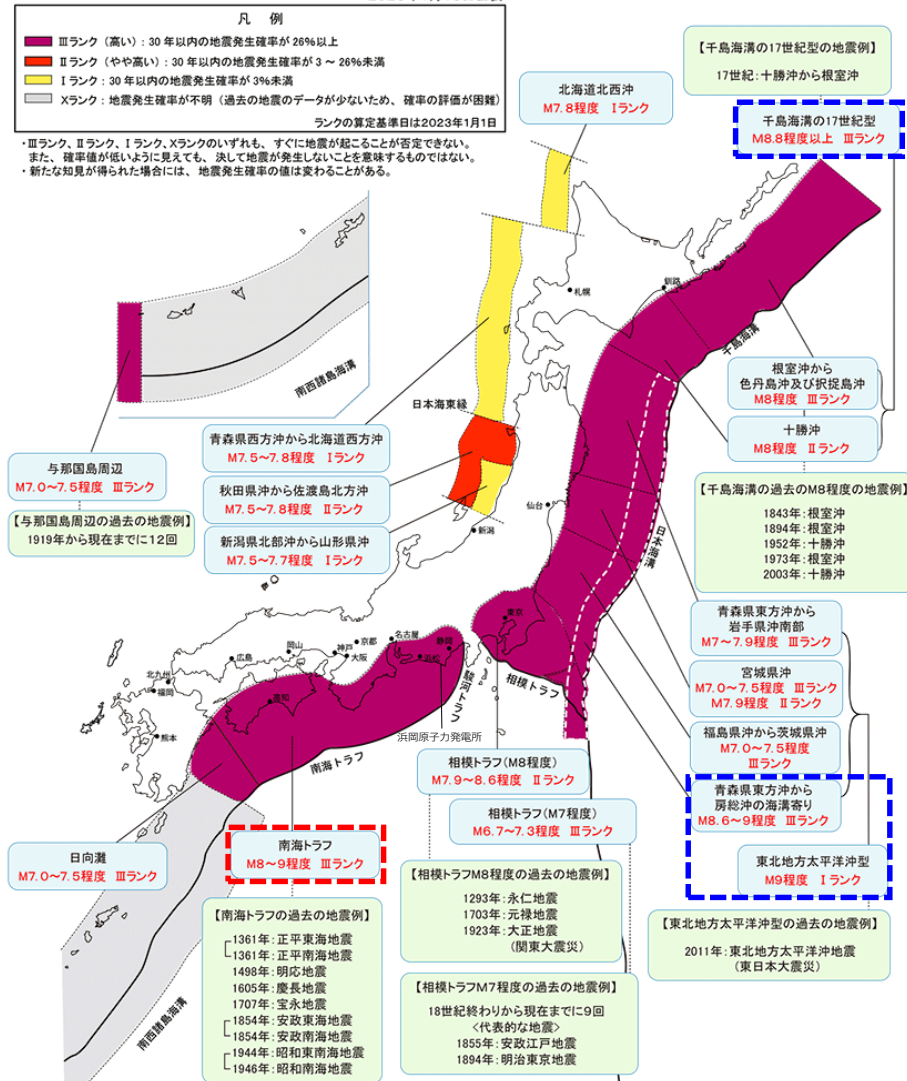
短周期とやや長周期とで、影響が大きい地震が異なる場合は、他の施設とは別にやや長周期に着目した基準地震動を策定

例えば、短周期における影響が大きい地震が、敷地から離れた位置のM9クラスのプレート間地震の方がやや長周期の影響が大きい地震となる場合が考えられる。

浜岡原子力発電所は該当しない

< 着目する地震の違い (イメージ) >

2023年1月13日公表



< 地震本部による海溝型地震の長期評価結果 >

(地震調査研究推進本部HPに敷地位置、赤四角、青四角を加筆)

② やや長周期に着目した検討用地震及び地震動評価の確認

(やや長周期に着目した地震動評価の確認)

【南海トラフの最大クラス (Mw9.0) のプレート間地震のやや長周期に着目した地震動評価 (第1041回審査会合資料2-2-2参照)】

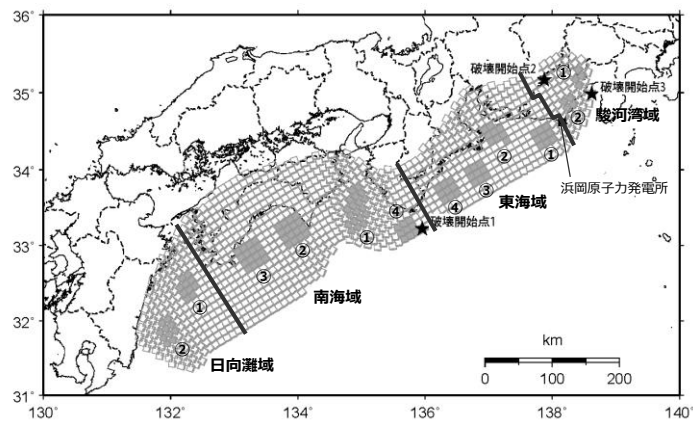
○ 南海トラフのプレート間地震は、短周期・やや長周期ともに影響が大きいことから、やや長周期にも着目して地震動評価を実施。

⇒ 断層モデルを用いた手法による地震動評価においては、やや長周期にも着目し、地下構造モデルに基づき、短周期を対象とする統計的グリーン関数法による評価に加え、**長周期を対象とする理論的手法による評価も行うハイブリッド合成法を用いて地震動評価を実施**※1。

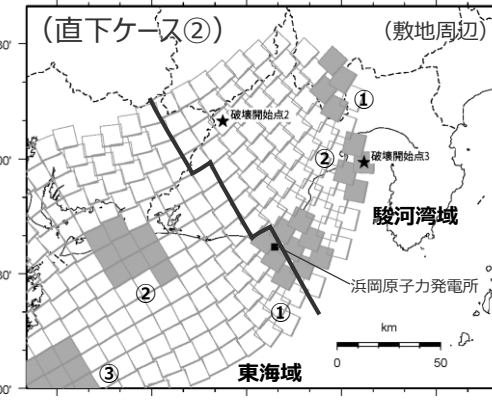
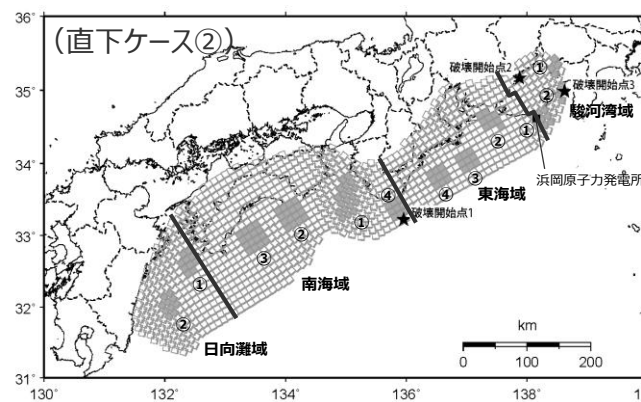
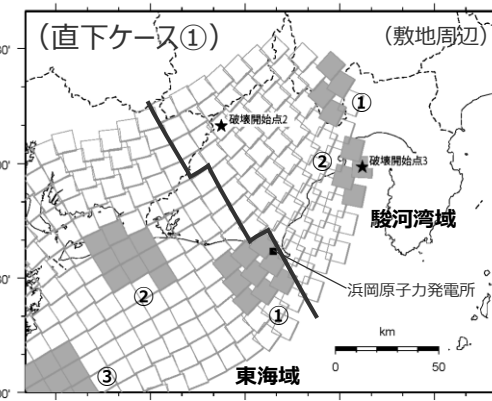
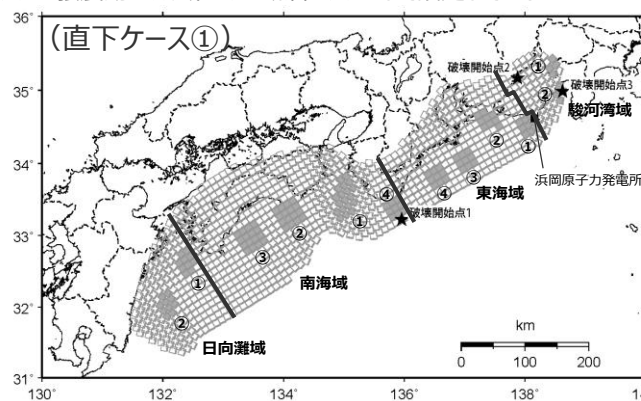
⇒ また、強震動生成域※2における地震動の指向性効果 (ディレクティビティ効果) により長周期成分が卓越することから、強震動生成域を敷地直下に配置したケースを複数設定したうえで、破壊開始点を複数設置する際に破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置して、**やや長周期に影響が大きい強震動生成域の指向性効果を考慮した地震動評価を実施**。

※1 南海トラフの最大クラスの地震の地震動評価について、内閣府(2012)では短周期を対象として統計的グリーン関数法のみにより地震動評価を行い、内閣府(2015)ではやや長周期を対象として理論的手法のみにより地震動評価を行っていることに対し、浜岡原子力発電所の基準地震動の策定に当たっては、短周期とやや長周期の両方を対象としてハイブリッド合成法により地震動評価を実施。

※2 川辺・釜江(2013)やKurahashi and Irikura(2013)は、やや長周期を含む周期10秒までを対象として、強震動生成域のみの断層モデルにより2011年東北地方太平洋沖地震の観測記録を再現している。また、これらの知見を踏まえ、内閣府(2015)は、南海トラフ沿いの長周期地震の断層モデルを強震動生成域のみの断層モデルとして設定している。



< 基本震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない) >

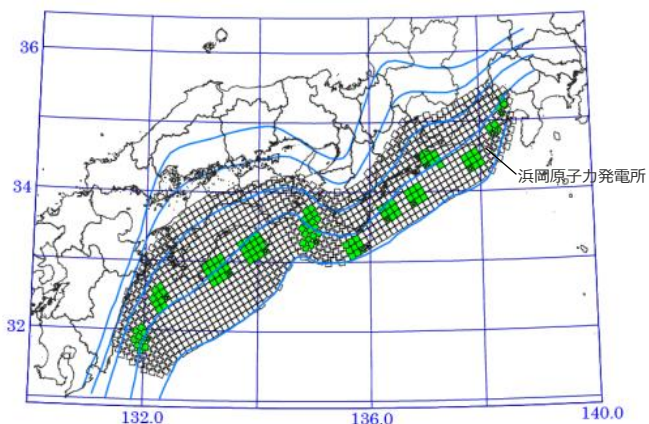


< 強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない) >

② やや長周期に着目した検討用地震及び地震動評価の確認

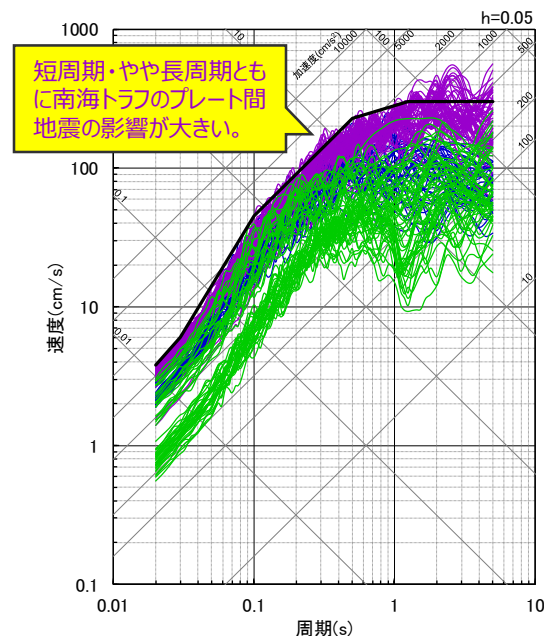
② やや長周期に着目した検討用地震及び地震動評価の確認

- 検討用地震は、**短周期・やや長周期ともに南海トラフの最大クラスのプレート間地震（Mw9.0）が影響が大きい地震であり、この地震の方が「敷地からの距離は離れているが地震規模の大きな地震」よりやや長周期における敷地への影響が大きいことを確認。**
- 南海トラフのプレート間地震について、やや長周期に影響が大きい強震動生成域の指向性効果を考慮した地震動評価を実施していることを確認。



<南海トラフの最大クラスの地震（Mw9.0）>
(内閣府(2012)に敷地位置を加筆)

黒線 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-D
 赤線 内陸地殻内地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
 青線 プレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
 緑線 海洋プレート内地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果



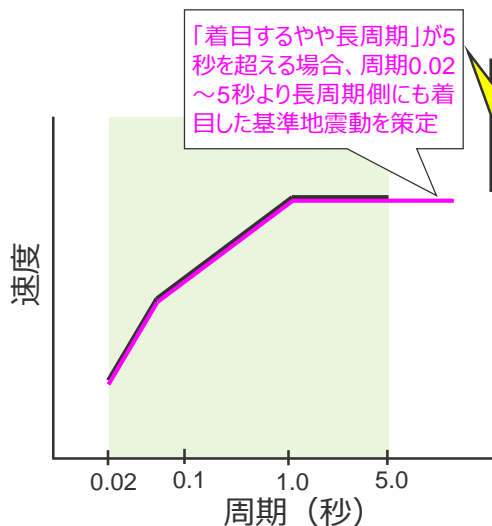
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
(地震動の顕著な増幅を考慮しない)の例
(EW方向) (応答スペクトル)>
(地震タイプごとの応答スペクトルはp.48参照)

③必要に応じ他の施設とは別に基準地震動を策定

③必要に応じ他の施設とは別に基準地震動を策定

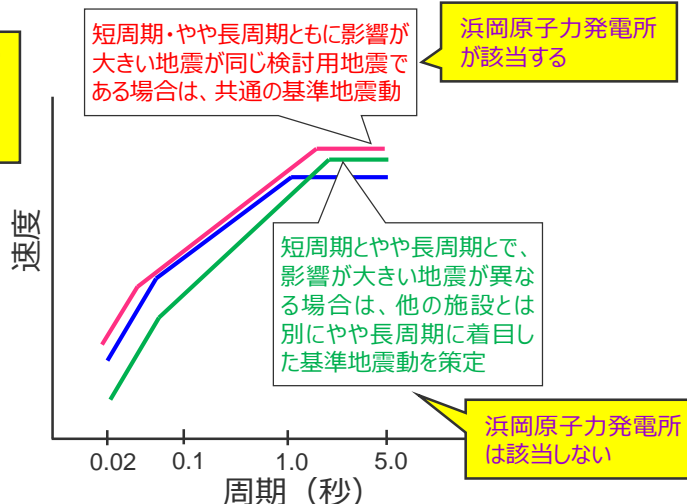
- 「着目するやや長周期」が周期5秒以下であること、着目する地震は短周期・やや長周期ともに南海トラフの最大クラスのプレート間地震であることから、**他の施設とは別に「免震設計に用いる基準地震動」を策定せず、耐震設計と免震設計で共通の基準地震動を用いる。**
- 免震構造物※は、敷地の地震動の顕著な増幅が見られない敷地西側のSs1領域に位置していることから、「免震設計に用いる基準地震動」として**基準地震動Ss1を用いる。**

— 耐震設計に用いる基準地震動 (周期0.02~5秒)
 — 免震設計に用いる基準地震動 (別途策定)



浜岡原子力発電所の「着目するやや長周期」は5秒までであることから該当しない

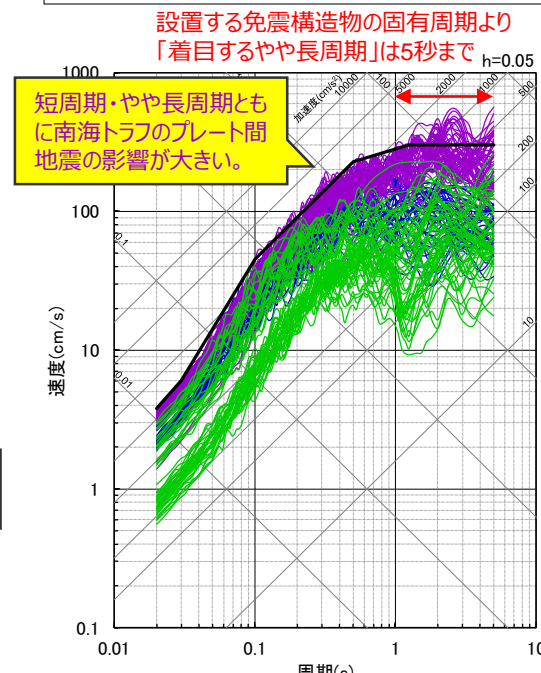
— 短周期・やや長周期ともに影響が大きい地震
 — 短周期の影響が大きい地震
 — やや長周期の影響が大きい地震
 (敷地からの距離は離れているが地震規模の大きな地震)



< 着目する地震の違い (イメージ) >

例えば、短周期における影響が大きい地震が、M7クラスの内地殻内地震である場合、敷地から離れた位置のM9クラスのプレート間地震の方がやや長周期の影響が大きい地震となる場合が考えられる。

— 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-D
 — 内地殻内地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
 — プレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
 — 海洋プレート内地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)の例 (EW方向) (応答スペクトル) >
 (地震タイプごとの応答スペクトルはp.48参照)

< 着目する周期の違い (イメージ) >

例えば、免震構造物の固有周期が5秒程度である場合、「着目するやや長周期」が10秒までとなり、耐震設計に用いる基準地震動 (周期0.02~5秒) より長周期側まで着目する必要がある。

※ 緊急時ガスタービン発電機建屋 (p.45、補足説明資料①参照) は、敷地の地震動の顕著な増幅が見られない領域 (敷地西側のSs1領域、p.12参照) に位置し、免震層の固有周期は2秒程度。着目するやや長周期は固有周期の2倍程度の周期5秒までと評価 (p.46参照)。

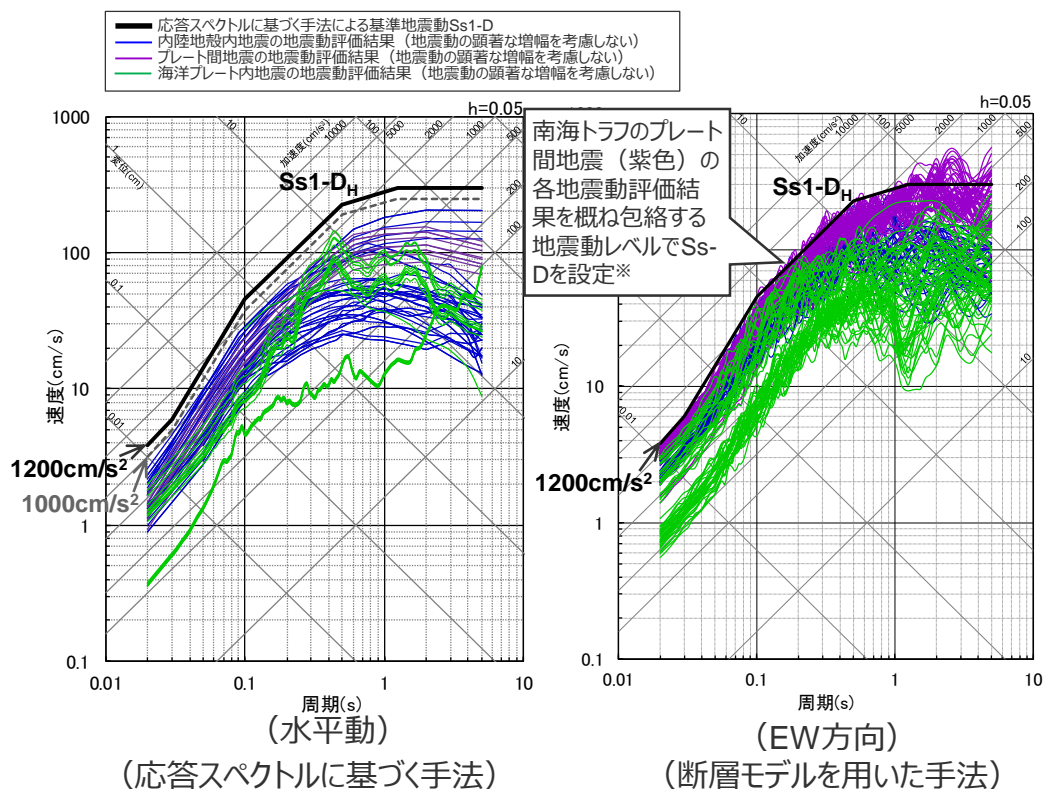
④基準地震動のやや長周期の応答スペクトル・継続時間の検討

(応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dのやや長周期の応答スペクトルの確認)

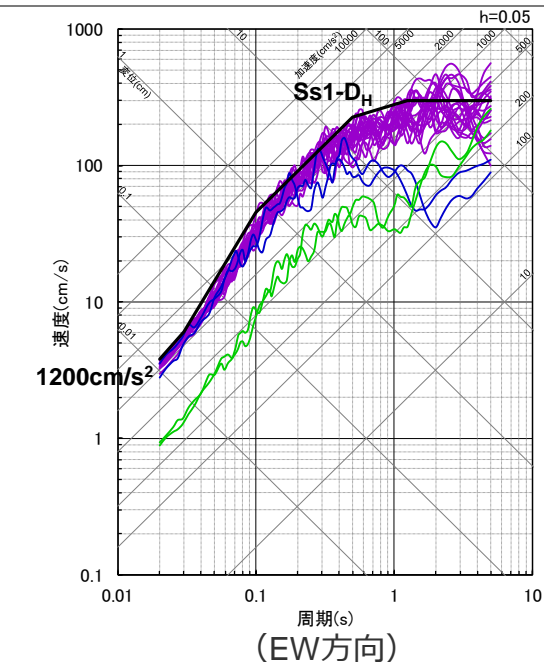
○ 免震設計に用いる応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dのやや長周期の応答スペクトルについて、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を踏まえた設定がされていることを確認。

⇒ 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dの設計用応答スペクトルは、**やや長周期の応答スペクトルも含め、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の応答スペクトルの地震動レベル踏まえて設定していることを確認** (p.13,74～79参照)。

また、断層モデルを用いた手法による地震動評価において**やや長周期の応答スペクトルがSs1-Dより大きいケースについては、断層モデルを用いた手法による基準地震動の策定において考慮していることを確認** (p.15,101～109参照)。



＜応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-D＞



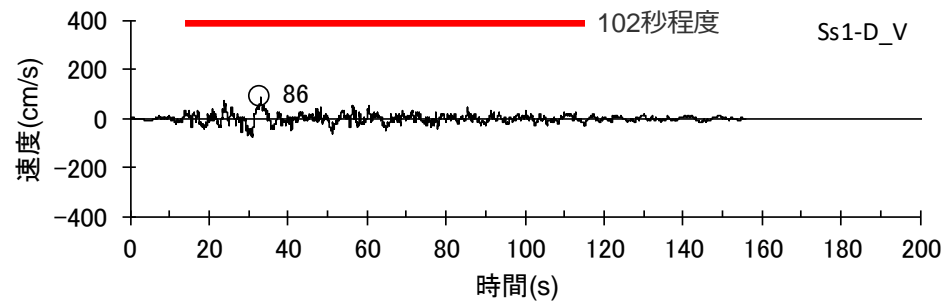
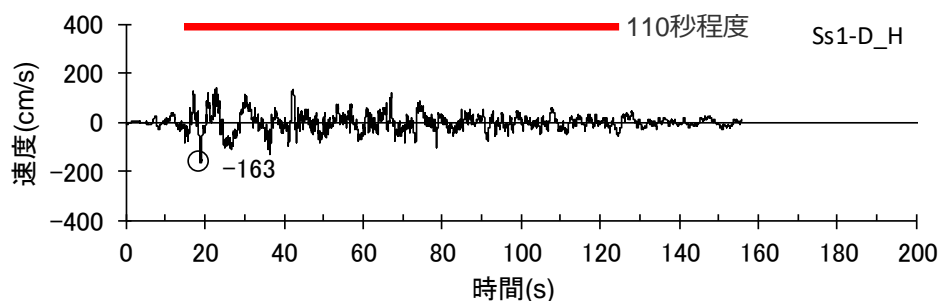
※ 応答スペクトルに基づく地震動評価結果の水平動は、例えば、最大加速度1000cm/s²の応答スペクトル (左図中の破線) で包絡されるが、より大きい最大加速度1200cm/s²の応答スペクトルを設定。

④ 基準地震動のやや長周期の応答スペクトル・継続時間の検討

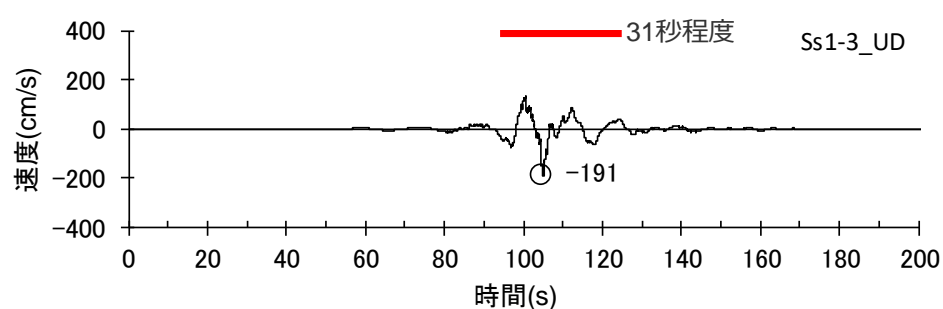
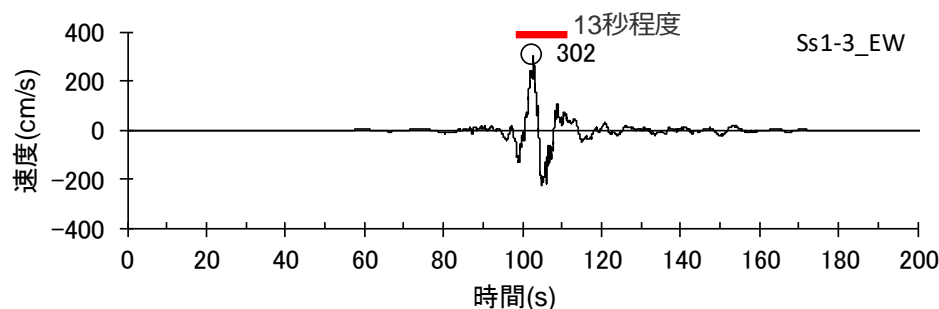
(応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dの継続時間の確認)

○ 免震設計に用いる応答スペクトルに基づく手法による基準地震動**Ss1-Dの継続時間**の妥当性確認として、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の時刻歴波形との比較を実施。比較に当たっては、施設のやや長周期の応答への影響が大きい速度時刻歴波形による検討を行う。

⇒ 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dの速度時刻歴波形は、**地震規模が大きいMw9.0のプレート間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比べて、大振幅部の継続時間が十分に長い保守的な地震動**となっていることから、継続時間として妥当なものと評価。



(応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-D)



(例：断層モデルを用いた手法による基準地震動のうち最大速度が最も大きいケース (Ss1-3) ※)

・他の比較例は補足説明資料②参照。

(水平動)

(鉛直動)

< 速度時刻歴波形の比較 >

※ プレート間地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）、強震動生成域の位置（直下ケース①）と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル、破壊開始点1

— : 大振幅部（概ね速度が水平動は50cm/s、鉛直動は25cm/s以上となる範囲）

④基準地震動のやや長周期の応答スペクトル・継続時間の検討

④必要に応じ他の施設とは別に基準地震動を策定

- 免震設計に用いる応答スペクトルに基づく基準地震動Ss1-Dのやや長周期の応答スペクトルについて、Mw9.0の南海トラフのプレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果のやや長周期の応答スペクトルを踏まえて設定していることを確認。
- 免震設計に用いる応答スペクトルに基づく基準地震動Ss1-Dの速度時刻歴波形について、Mw9.0の南海トラフのプレート間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の比較により、地震規模に対して十分な継続時間を有していることを確認。

⑤国土交通省の技術的助言の参照

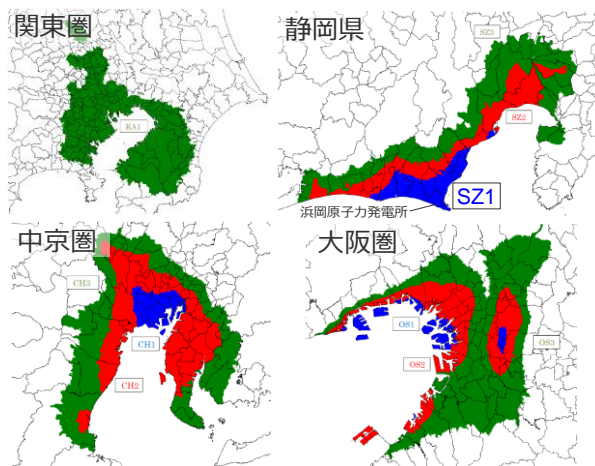
(国土交通省の技術的助言における基整促波との比較による確認)

- 国土交通省の技術的助言※1は、南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動対策の対象区域（静岡・中京・大阪・関東）を定め、超高層建築物等（大臣認定を受ける高さが60mを超える建築物及び地階を除く階数が3を超える免震建築物）を対象として、対象区域ごとの工学的基盤面における設計用長周期地震動（基整促波）を作成し公表している※2。

- 浜岡原子力発電所は、国土交通省の技術的助言※1における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動対策の静岡地域の対象区域（静岡SZ1）に位置していることから、その基整促波（静岡SZ1）について、免震設計に用いる基準地震動Ss1のうち応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dの応答スペクトルと速度時刻歴波形との比較を行い、基準地震動Ssが保守的な地震動であることを確認する。
- 静岡SZ1の基整促波の継続時間について、久田(2020)は、第2回建物・構築物の免震構造に関する検討チーム 資料2-1（右図）において、「静岡の主要動は100（～200）秒程度」としている。

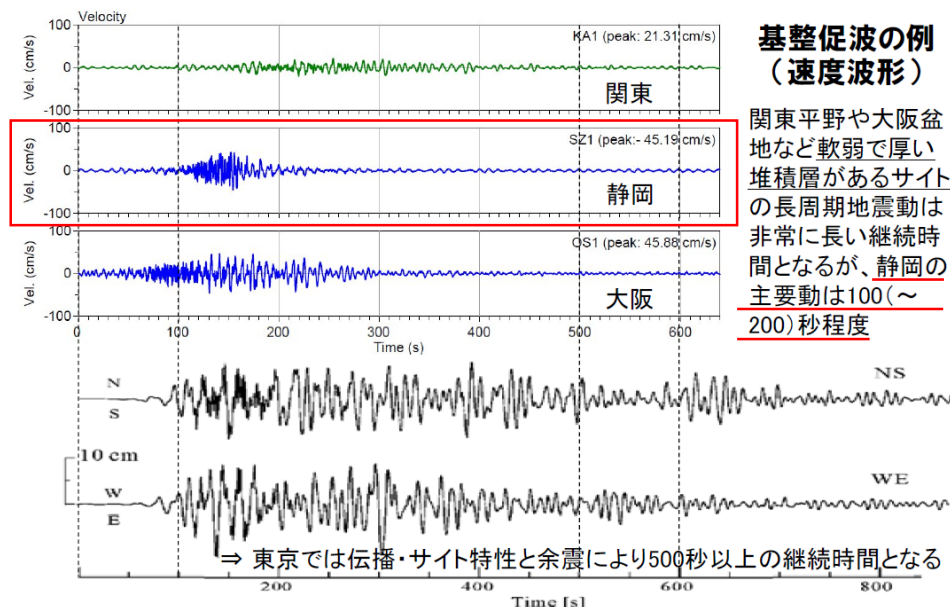
※1 国土交通省国住指第1111号「超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動対策について（技術的助言）」

※2 国土交通省『超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動への対策について』



< 国土交通省の技術的助言※1における対象地域及び区分け >
(国土交通省公開資料に対象地域名、敷地位置、SZ1の位置を加筆)

サイト別の基整促波と東京の長周期観測の記録例



基整促波の例 (速度波形)

関東平野や大阪盆地など軟弱で厚い堆積層があるサイトの長周期地震動は非常に長い継続時間となるが、静岡の主要動は100(～200)秒程度

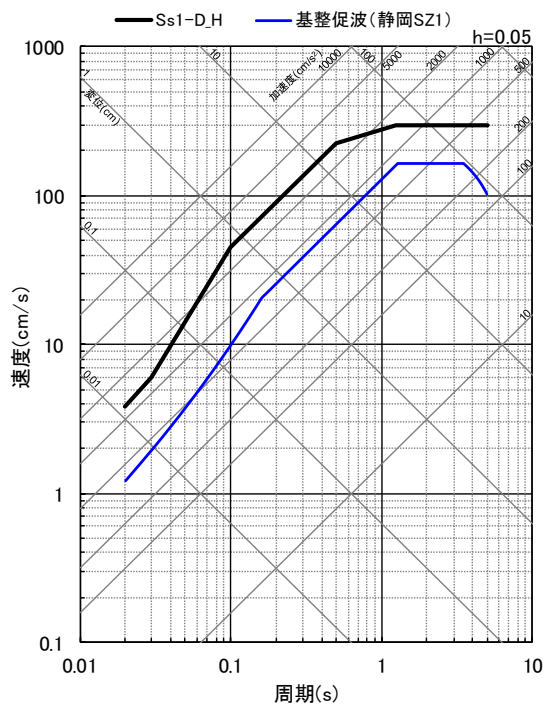
⇒ 東京では伝播・サイト特性と余震により500秒以上の継続時間となる

1944年東南海地震による東京・大手町(気象庁)における復元変位記録(古村・中村) 10
(久田(2020) (第2回建物・構築物の免震構造に関する検討チーム 資料2-1) に赤四角、赤下線を加筆)

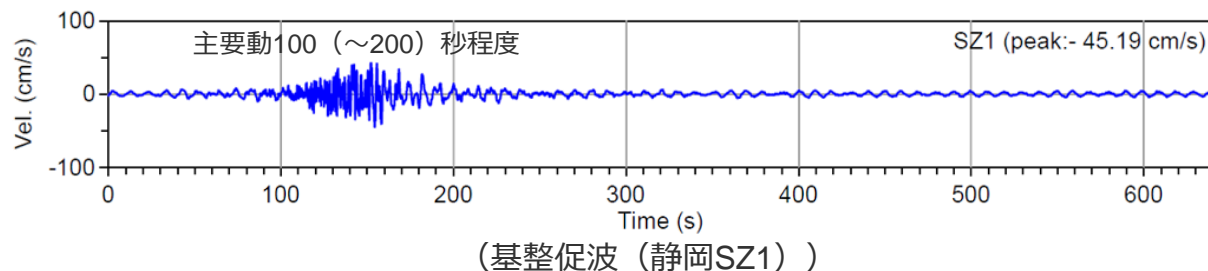
⑤国土交通省の技術的助言の参照

(国土交通省の技術的助言における基整促波との比較による確認)

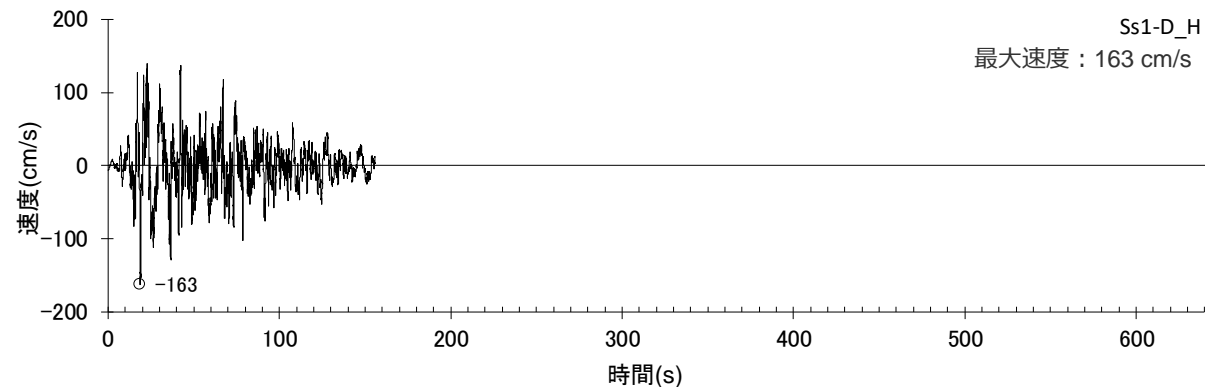
- 応答スペクトルの比較により、やや長周期を含む全周期帯（周期0.02～5秒）において、基準地震動Ss1-Dは、基整促波（静岡SZ1）よりスペクトルレベルが十分に大きいことを確認。
- 速度時刻歴波形の比較により、基整促波（静岡SZ1）の主要動が100（～200）秒程度で最大速度が約45cm/sであるのに対し、基準地震動Ss1-Dは、継続時間が155.8秒で最大速度が163cm/sであり、大振幅の繰り返しが100秒以上と十分に長い（p.62参照）ことを確認。



< 応答スペクトルの比較（水平動） >



(基整促波（静岡SZ1）)



(浜岡原子力発電所の基準地震動Ss1-D_H) ※

< 速度時刻歴波形の比較 > ※基整促波（静岡SZ1）と横軸・縦軸を合わせて描画。

⑤国土交通省の技術的助言の参照

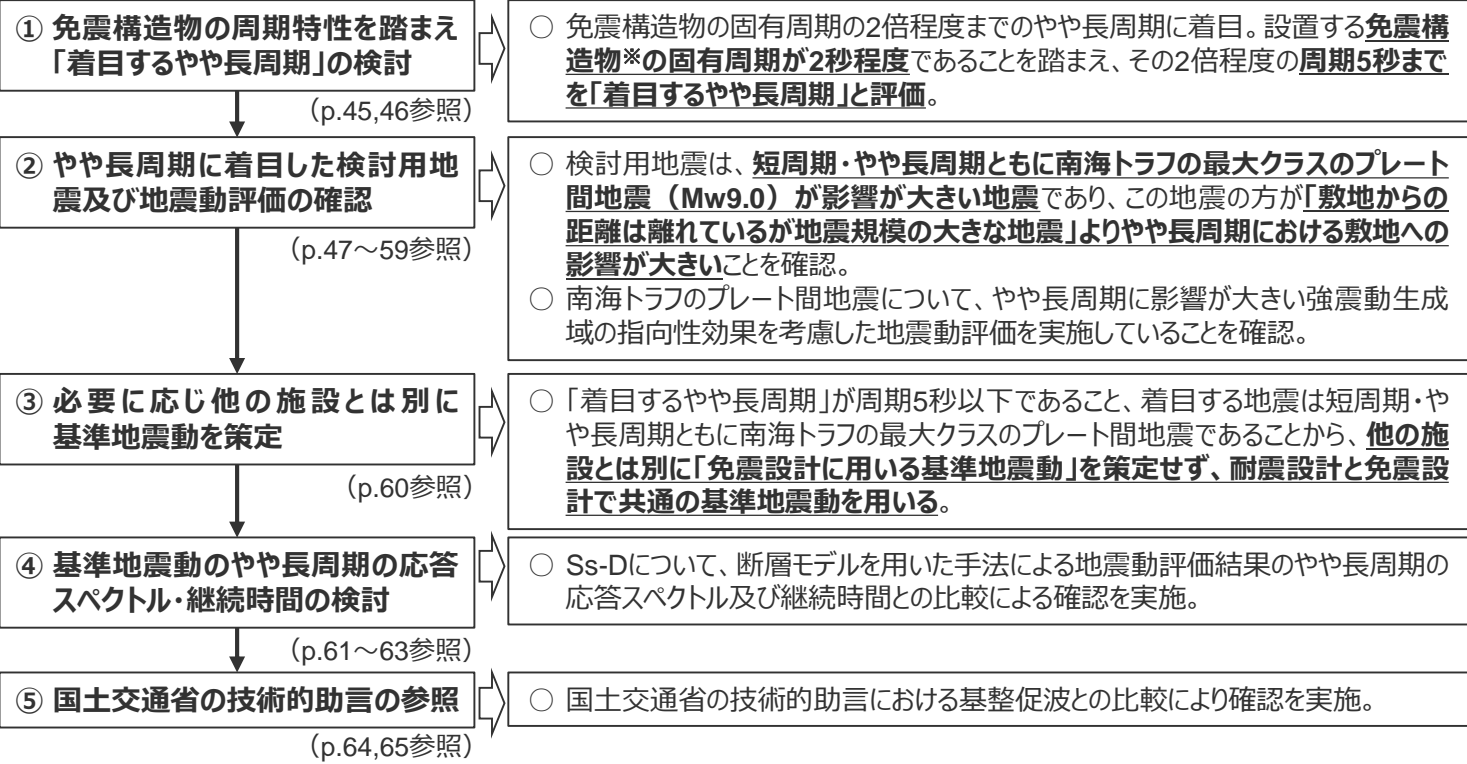
- 国土交通省の技術的助言における基整促波（静岡SZ1）について、免震設計に用いる基準地震動Ss1のうち応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss-Dの応答スペクトルと速度時刻歴波形との比較を行い、基準地震動Ssが保守的な地震動であることを確認。

余白

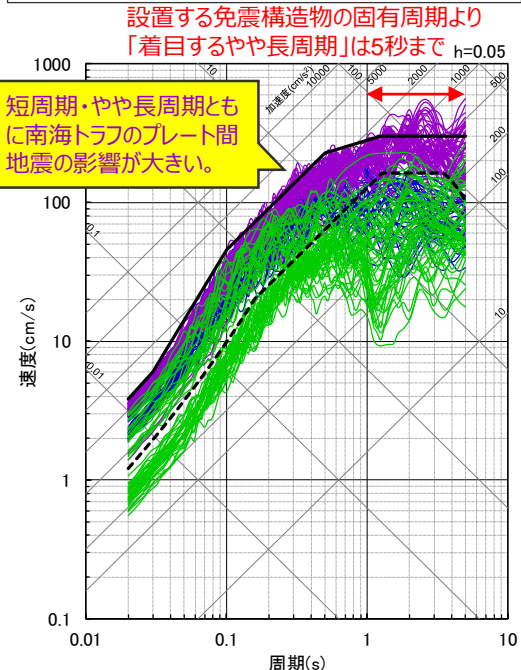
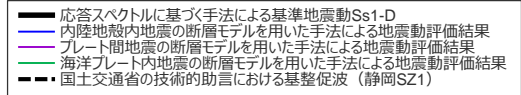
免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定

(検討結果)

< 浜岡原子力発電所 >



- 免震構造物の固有周期の2倍程度までのやや長周期に着目。設置する**免震構造物***の固有周期が**2秒程度**であることを踏まえ、その2倍程度の**周期5秒まで**を「着目するやや長周期」と評価。
- 検討用地震は、**短周期・やや長周期ともに南海トラフの最大クラスのプレート間地震 (Mw9.0)**が影響が大きい地震であり、この地震の方が「敷地からの距離は離れているが地震規模の大きな地震」より**やや長周期における敷地への影響が大きい**ことを確認。
- 南海トラフのプレート間地震について、やや長周期に影響が大きい強震動生成域の指向性効果を考慮した地震動評価を実施していることを確認。
- 「着目するやや長周期」が周期5秒以下であること、着目する地震は短周期・やや長周期ともに南海トラフの最大クラスのプレート間地震であることから、**他の施設とは別に「免震設計に用いる基準地震動」を策定せず、耐震設計と免震設計で共通の基準地震動を用いる。**
- Ss-Dについて、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果のやや長周期の応答スペクトル及び継続時間との比較による確認を実施。
- 国土交通省の技術的助言における基整促波との比較により確認を実施。



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (地震動の顕著な増幅を考慮しない) の例 (EW方向) (応答スペクトル) >
(地震タイプごとの応答スペクトルはp.48参照)

< 免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定に係る検討フロー >

【免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定】

○ 免震構造物の固有周期が比較的短いこと*、敷地への影響が大きい地震が短周期・やや長周期ともに南海トラフの最大クラスのプレート間地震であることから、**他の施設とは別に「免震設計に用いる基準地震動」を策定せず、耐震設計と免震設計で共通の基準地震動を用いる。**

また、免震構造物*は、敷地の地震動の顕著な増幅が見られない敷地西側のSs1領域に位置していることから、「免震設計に用いる基準地震動」として**基準地震動Ss1**を用いる。

* 緊急時ガスタービン発電機建屋 (p.45、補足説明資料①参照) は、重大事故等対処設備である緊急時ガスタービン発電機 (GTG) に作用する地震力の低減を目的として免震構造を採用。敷地の地震動の顕著な増幅が見られない領域 (敷地西側のSs1領域、p.12参照) に位置し、免震層の固有周期は2秒程度。

免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定

(審査ガイドとの対応)

建物・構築物の免震構造に関する審査ガイド	浜岡原子力発電所
<p>○免震構造物は、やや長周期の地震応答が卓越するため、免震構造物の周期特性を踏まえ、免震構造物の固有周期の2倍程度までのやや長周期に着目して地震動評価を実施し、必要に応じて免震設計に用いる基準地震動を策定していること。</p>	<p>○免震構造物の固有周期の2倍程度までを「着目するやや長周期」を評価（p.45,46参照）。</p> <p>○やや長周期に着目した検討用地震及び地震動評価の確認（p.47～59参照）。</p> <p>○必要に応じ他の施設とは別に基準地震動を策定することを検討（p.60参照）。</p>
<p>○耐震設計に用いる基準地震動が短周期における敷地又は施設への影響に着目している一方で、免震設計に用いる基準地震動の策定においては、やや長周期における敷地又は施設への影響に着目した地震の想定及び検討用地震を検討していること。具体的には、敷地からの距離は離れているが地震規模の大きな地震を選定し、やや長周期における敷地又は施設への影響をその他の検討用地震と比較して、免震設計に用いる基準地震動に係る検討用地震としての選定可能性を検討していること。また、免震構造物の固有周期がやや長周期であることを踏まえ、地震規模に対して十分な継続時間を有していること。</p>	<p>○やや長周期に着目した検討用地震について、短周期・やや長周期ともに南海トラフの最大クラスのプレート間地震（Mw9.0）が影響が大きい地震であり、この地震の方が「敷地からの距離は離れているが地震規模の大きな地震」よりやや長周期における敷地への影響が大きいことを確認（p.47～59参照）。</p> <p>○免震設計に用いる応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dの継続時間について、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較による検証を実施（p.62参照）。</p>
<p>○応答スペクトルに基づく地震動評価により免震設計に用いる基準地震動を策定する場合、やや長周期の応答スペクトルは、断層モデルを用いた手法に基づく地震動評価結果、地震ハザード解析における一様ハザードスペクトルに係る評価結果等を踏まえて適切に設定していること。また、この場合、地震動の継続時間について断層モデルを用いた手法に基づく地震動評価結果の継続時間等と比較することにより検証していること。</p>	<p>○免震設計に用いる応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dのやや長周期の応答スペクトルについて、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を踏まえて設定していることを確認（p.61参照）。</p> <p>○免震設計に用いる応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dの継続時間について、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較による検証を実施（p.62参照）。</p>
<p>○国土交通省の技術的助言で南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動対策の対象区域にある原子力発電所において免震構造を採用する場合、国土交通省の技術的助言を参照の上、免震設計に用いる基準地震動の策定を検討していること。</p>	<p>○国土交通省の技術的助言を踏まえた確認を実施（p.64,65参照）。</p>

余白

目次

1 概要	……p.4~
2 基準地震動の策定方針	
2.1 基本方針	……p.26~
2.2 地震動の顕著な増幅を踏まえた基準地震動の策定方針	……p.30~
2.3 免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定方針	……p.43~
3 基準地震動の策定	……p.70~
3.1 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動	……p.73~
3.2 断層モデルを用いた手法による基準地震動	……p.100~
3.3 震源を特定せず策定する地震動による基準地震動	……p.118~
4 まとめ	……p.128~
補足説明資料	……p.149~

基準地震動の策定方針

- 「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」の評価結果の周期0.02～5秒の応答スペクトルに基づき、「**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**」、「**震源を特定せず策定する地震動による基準地震動**」を策定。
- 敷地における地震動の増幅特性を踏まえ、**地震動の顕著な増幅が見られない敷地西側（1～4号炉周辺）で用いる基準地震動Ss1と地震動の顕著な増幅が見られる敷地東側（5号炉周辺）で用いる基準地震動Ss2**をそれぞれ策定する。
- 免震構造物**※について、**耐震設計と免震設計で共通の基準地震動を用いる**こととし、地震動の顕著な増幅が見られない敷地西側のSs1領域に位置していることから、**基準地震動Ss1を免震設計に用いる**。

※ 緊急時ガスタービン発電機建屋（補足説明資料①参照）は、重大事故等対処設備である緊急時ガスタービン発電機（GTG）に作用する地震力の低減を目的として免震構造を採用。敷地の地震動の顕著な増幅が見られない領域（敷地西側のSs1領域、p.12参照）に位置し、免震層の固有周期は2秒程度。



【応答スペクトルに基づく手法による基準地震動】

- 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss-Dは、応答スペクトルに基づく地震動評価結果を包絡し、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果も踏まえて設定。

【断層モデルを用いた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は、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果において、応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss-Dを上回るケースのうち、Ss-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動を設定。

【震源を特定せず策定する地震動による基準地震動】

- 震源を特定せず策定する地震動による基準地震動は、震源を特定せず策定する地震動の評価結果において、応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss-Dを上回るケースのうち、Ss-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動を設定。

基準地震動の策定方針

(策定フロー)

- 基準地震動は、地震動の顕著な増幅が見られない敷地西側（1～4号炉周辺）で用いる基準地震動Ss1と地震動の顕著な増幅が見られる敷地東側（5号炉周辺）で用いる基準地震動Ss2をそれぞれ策定する。

敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

第1041回審査会合資料2-2-2参照

検討用地震

内陸地殻内地震

- 御前崎海脚西部の断層帯による地震（M7.4）
- A-17断層による地震（M7.2）

プレート間地震

- 内閣府(2012)による南海トラフで想定される最大クラスの地震（Mw9.0）

海洋プレート内地震

- 敷地下方の想定スラブ内地震（M7.0）
- 御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震（M7.4）

地震動評価

応答スペクトルに基づく手法

地震動の顕著な増幅を考慮した評価も実施

断層モデルを用いた手法

地震動の顕著な増幅を考慮した評価も実施

震源を特定せず策定する地震動

第1162回審査会合資料1-1参照。

全国共通に考慮すべき地震動

- 標準応答スペクトル
- 2004年北海道留萌支庁南部の地震の基盤地震動

地域性を考慮する地震動

- 2008年岩手・宮城内陸地震
- 2000年鳥取県西部地震

地震動の顕著な増幅を考慮した評価も実施

地域性が異なることから観測記録の収集対象外

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動

- 応答スペクトルに基づく地震動評価結果を包絡し、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果も踏まえて設定

断層モデルを用いた手法による基準地震動

- 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果において、Ss-Dを上回るケースのうち、Ss-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動を設定

震源を特定せず策定する地震動による基準地震動

- 震源を特定せず策定する地震動の評価結果において、Ss-Dを上回るケースのうち、Ss-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動を設定

地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価の結果

敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

震源を特定せず策定する地震動

地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の結果

敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

震源を特定せず策定する地震動

特定の地震波到来方向（N30E～N70E）で短周期のみに見られる地震動の顕著な増幅の特徴に着目した評価

長周期で大きいケースあり

地震動の顕著な増幅が見られない。

敷地西側（1～4号炉周辺）

基準地震動Ss1

応答スペクトルに基づく手法によるSs1

断層モデルを用いた手法によるSs1

震源を特定せず策定する地震動によるSs1

地震動の顕著な増幅が見られる。

敷地東側（5号炉周辺）

基準地震動Ss2

応答スペクトルに基づく手法によるSs2

断層モデルを用いた手法によるSs2

震源を特定せず策定する地震動によるSs2

S波低速度層の影響による地震動の顕著な増幅を考慮

免震設計で用いる

目次

1 概要	……p.4~
2 基準地震動の策定方針	
2.1 基本方針	……p.26~
2.2 地震動の顕著な増幅を踏まえた基準地震動の策定方針	……p.30~
2.3 免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定方針	……p.43~
3 基準地震動の策定	……p.70~
3.1 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動	……p.73~
3.2 断層モデルを用いた手法による基準地震動	……p.100~
3.3 震源を特定せず策定する地震動による基準地震動	……p.118~
4 まとめ	……p.128~
補足説明資料	……p.149~

<3 基準地震動の策定 3.1 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動> 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動 (設計用応答スペクトルの設定の概要)

【設計用応答スペクトルの設定】

- 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は、**応答スペクトルに基づく地震動評価結果を包絡するよう設定**する。
- また、敷地の地震動への影響が大きくかつ震源が敷地に近くその破壊過程が地震動評価に大きな影響を与えとされる地震であることから、南海トラフのプレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を重視し、**断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の形状等も踏まえて設定**する。その際、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果について、応答スペクトルの形状の極短周期の特徴をSs-Dに反映するとともに、各地震動評価結果をSs-Dが概ね包絡する地震動レベル (Ss-Dを全周期帯で上回ることがなく、Ss-Dを上回る周期が一部となる地震動レベル※1) でSs-Dを設定。

※1 断層モデルを用いた手法による地震動結果において一部の周期が大きい地震動は、震源の破壊過程を反映して評価した時刻歴波形の特徴と考えられることから、Ss-Dを一部の周期で上回るケースの地震動については、断層モデルを用いた手法による基準地震動の策定において検討する (p.15,16参照)。

応答スペクトルに基づく
地震動評価結果を包絡

断層モデルを用いた手法による
地震動評価結果を踏まえた設定

- ・プレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の**応答スペクトルの形状の特徴を反映**したSs-Dを設定するかを検討。
- ・プレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の**応答スペクトルの地震動レベルを反映**したSs-Dを設定するかを検討。

応答スペクトルに基づく手法による
基準地震動Ss-D
(設計用応答スペクトル)

(設計用応答スペクトルの設定)

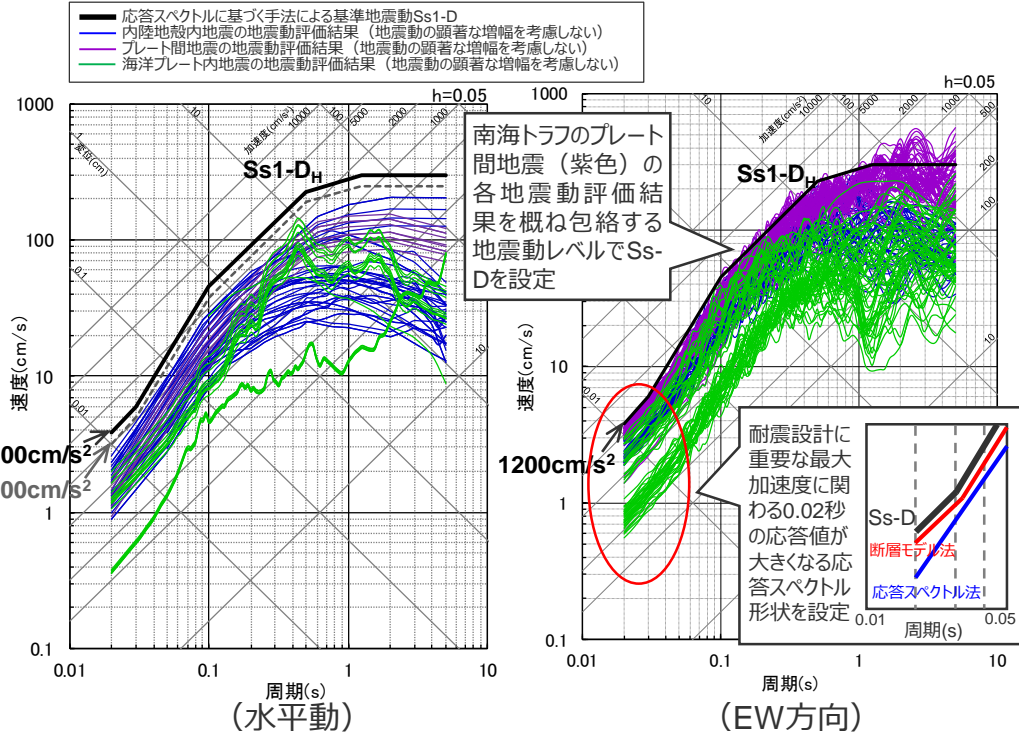
... Ss-Dは、応答スペクトルに基づく地震動評価結果を包絡する地震動レベル以上として検討。

... **極短周期における応答スペクトルの形状の特徴を反映し、原子炉施設の耐震設計に重要な設計用模擬地震動の最大加速度に関わる0.02秒の応答値が大きくなる極短周期の応答スペクトル形状を設定。**

... **断層モデルを用いた手法による各地震動評価結果を概ね包絡する地震動レベルでSs-Dを設定。**その際、水平動は、応答スペクトルに基づく地震動評価結果を包絡する地震動レベルより、全周期帯で大きい地震動レベルを反映※2

...	<Ss1-D>	<Ss2-D>
	水平動 1200cm/s ²	2000cm/s ²
	鉛直動 600cm/s ²	700cm/s ²

水平動と鉛直動との比率について、プレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価と整合的であることを確認 (p.77,78,82,83参照)。

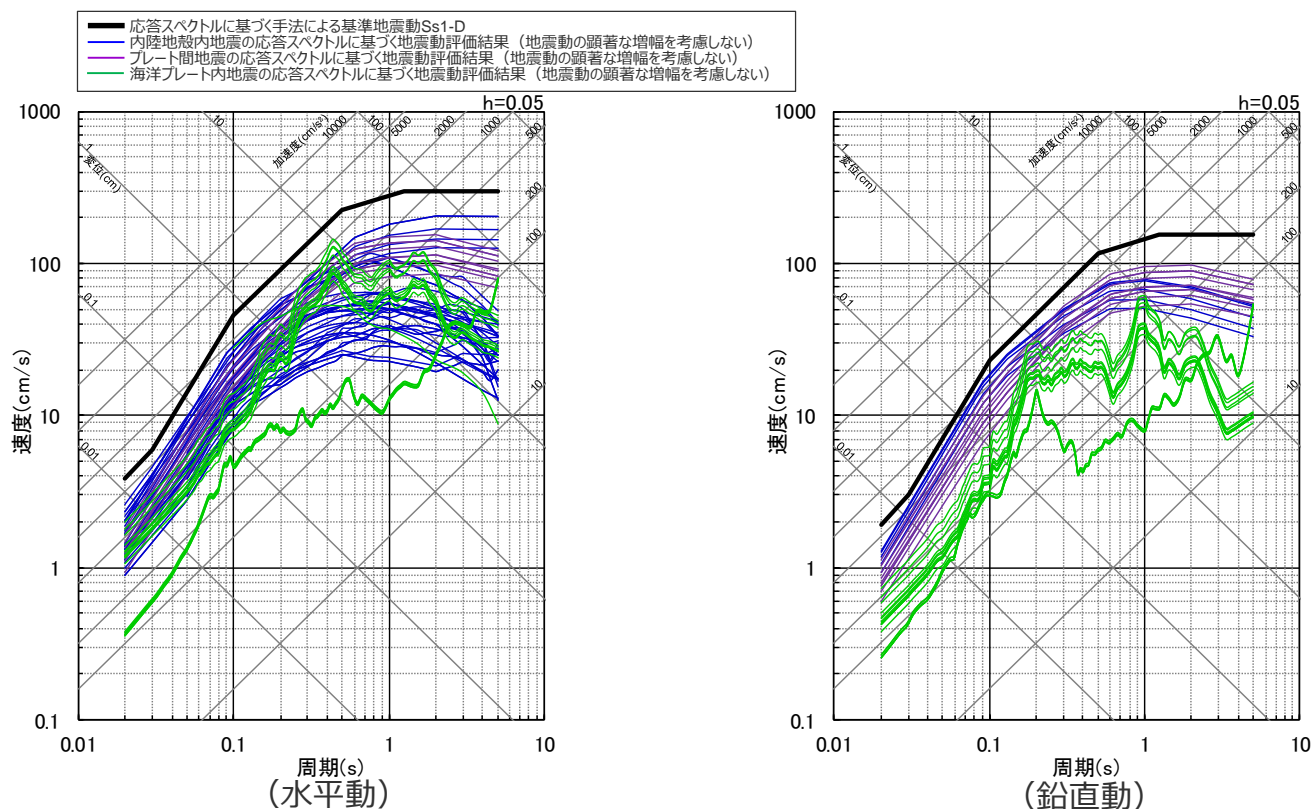


※2 応答スペクトルに基づく地震動評価結果の水平動は、例えば、最大加速度1000cm/s²の応答スペクトル(左図中の破線)で包絡されるが、より大きい最大加速度1200cm/s²の応答スペクトルを設定。

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-D

(応答スペクトルに基づく地震動評価結果と設計用応答スペクトル)

○ 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-D（水平動Ss1-D_H、鉛直動Ss1-D_V）の設計用応答スペクトルは、内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震の各検討用地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果を包絡する地震動レベル以上として検討。

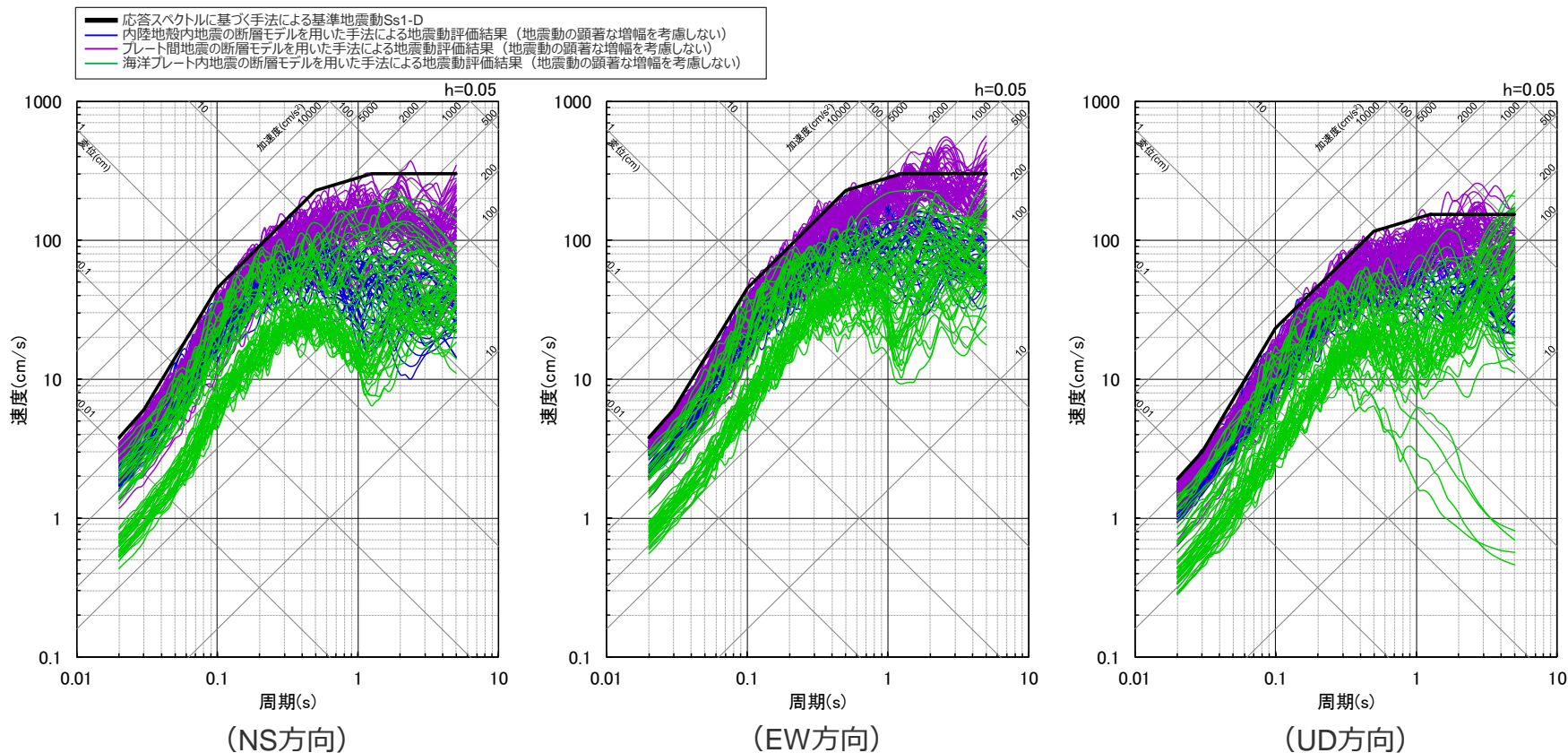


< 各検討用地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果と応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dとの比較（応答スペクトル） >

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-D

(断層モデルを用いた手法による地震動評価結果と設計用応答スペクトル)

- 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-D（水平動Ss1-D_H、鉛直動Ss1-D_V）と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較は下図のとおり。
- 断層モデルを用いた手法による各地震動評価結果を概ね包絡する地震動レベルでSs-Dを設定。その際、水平動は、応答スペクトルに基づく地震動評価結果を包絡する地震動レベルより、全周期帯で大きい地震動レベルを反映。（次ページ参照）



< 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応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dとの比較（応答スペクトル） >

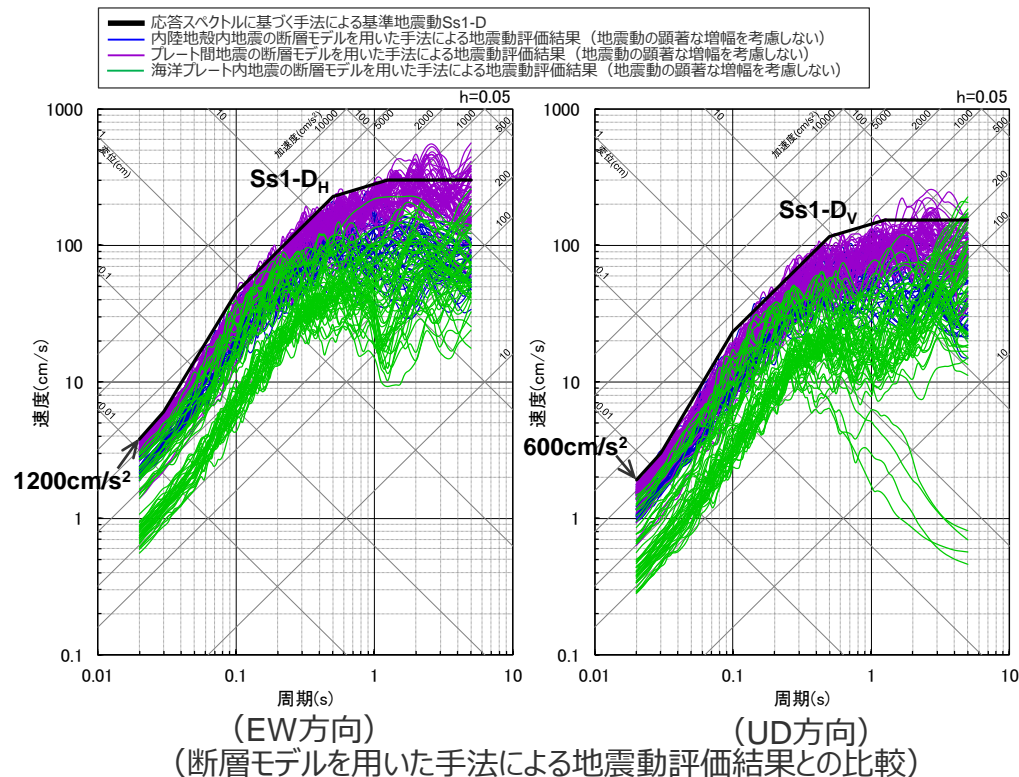
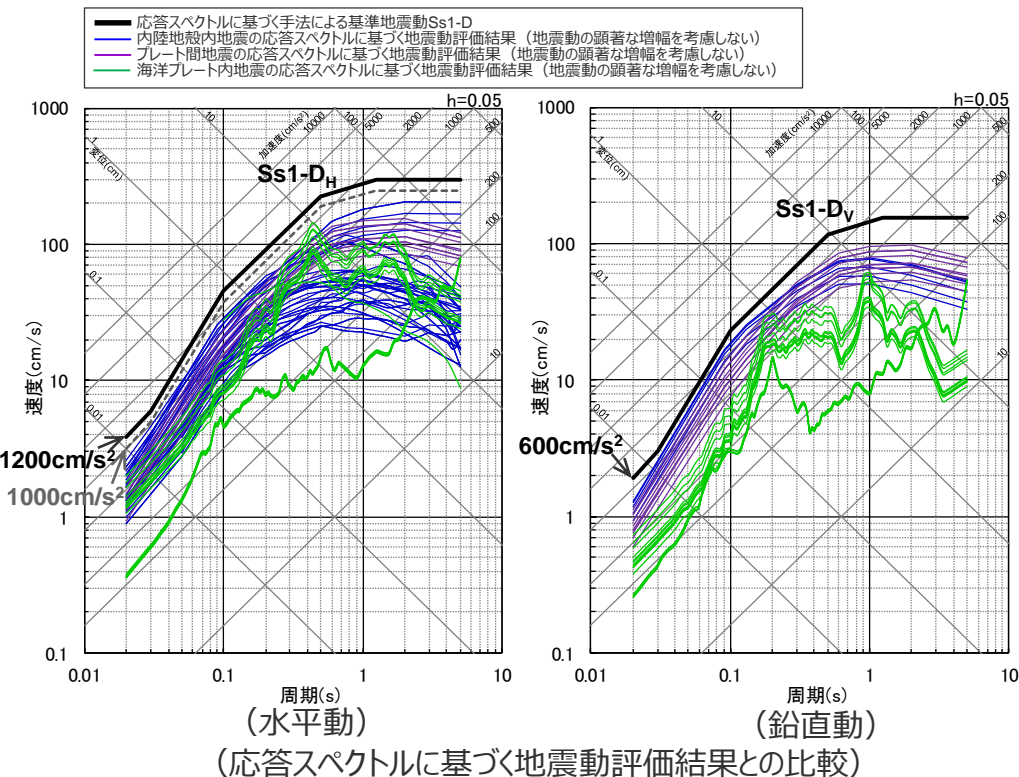
応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-D

(設計用応答スペクトルの水平動と鉛直動の比率)

○ 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-D (水平動Ss1-D_H、鉛直動Ss1-D_V) の設計用応答スペクトルは、各検討用地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果を包絡し、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の形状等も踏まえて設定。

○ 敷地への影響が大きいプレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の地震動レベルも踏まえてSs1-Dを設定し、その際、水平動をより大きく設定^{*}した結果、Ss1-Dの設計用応答スペクトルの水平動と鉛直動の比率は、水平動が鉛直動の約2倍 (鉛直動が水平動の約0.5倍) となっている。この水平動と鉛直動の比率は、プレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価 (次ページ参照) と整合的であることから妥当なものと評価した。

※ 応答スペクトルに基づく地震動評価結果の水平動は、最大加速度1000cm/s²の応答スペクトル (左図の破線) で包絡されるが、より大きい最大加速度1200cm/s²の応答スペクトルを設定。

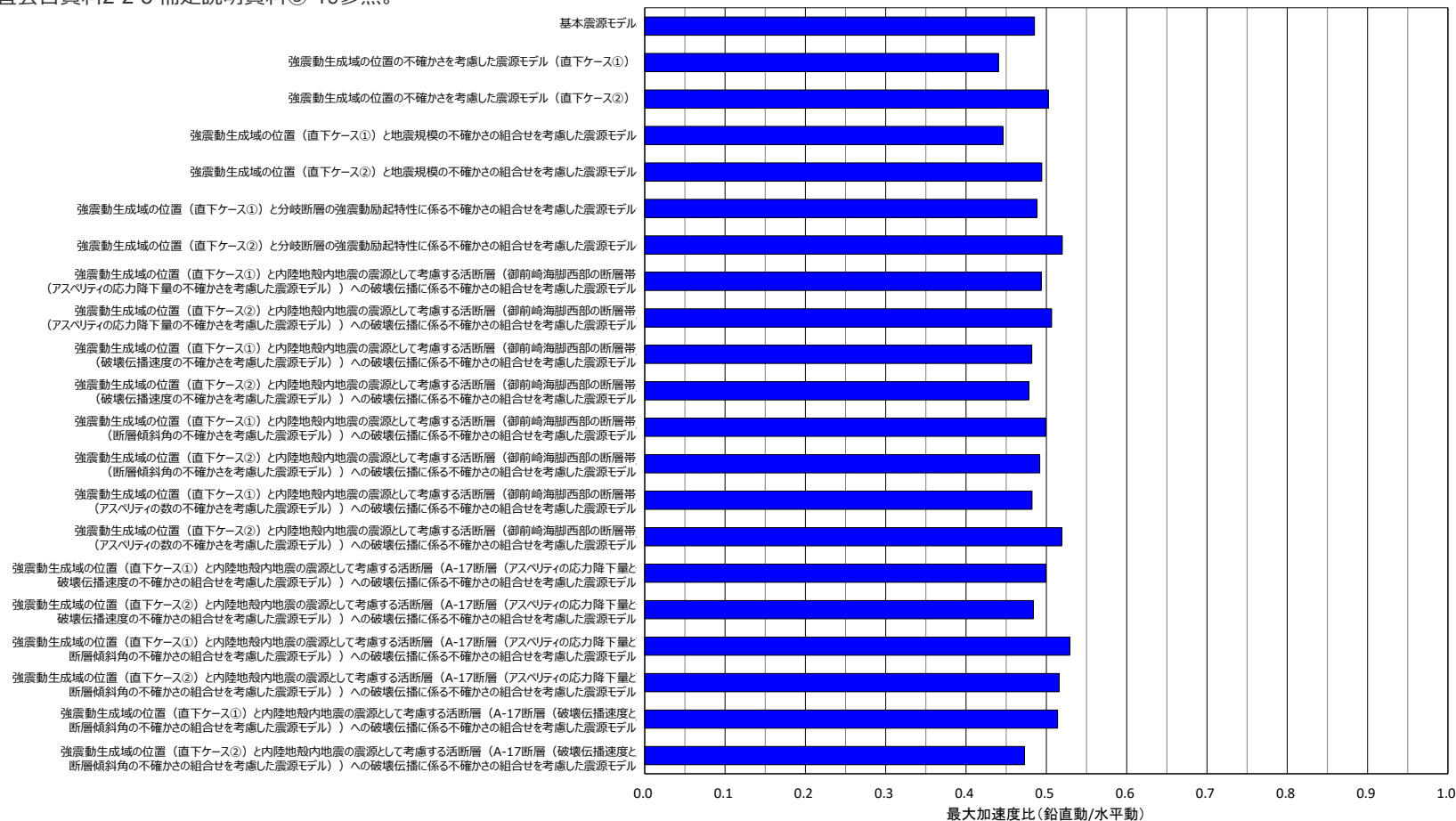


＜応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dの設計用応答スペクトルと地震動評価結果との比較＞

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-D (プレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果)

○敷地への影響が大きいプレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮しない）について、水平動と鉛直動の比率は、水平動が鉛直動の約2倍（鉛直動が水平動の約0.5倍）※である。

※ 第1041回審査会合資料2-2-5 補足説明資料③-19参照。



＜プレート間地震の断層モデルを用いた手法による解放基盤表面における地震動評価結果の水平動に対する鉛直動の最大加速度の比率(鉛直動/水平動、破壊開始点1~3の平均)＞

・各震源モデルは、地震動の顕著な増幅を考慮しない場合の震源モデル。

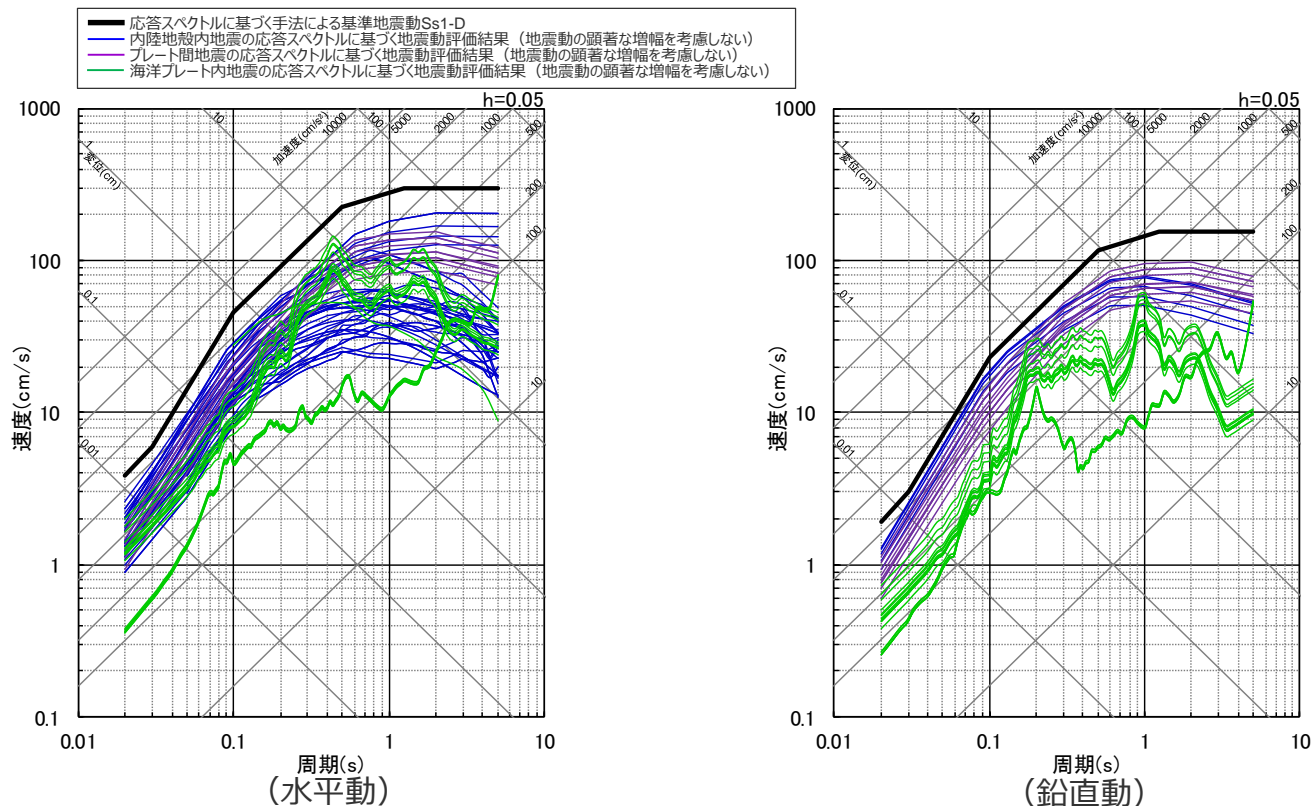
応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-D

(設計用応答スペクトルの設定)

- 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-D (水平動Ss1-D_H、鉛直動Ss1-D_V) の設計用応答スペクトルは、内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震の各検討用地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果を包絡し、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の形状等も踏まえて下記のコントロールポイントの応答スペクトルを設定。

<コントロールポイント>

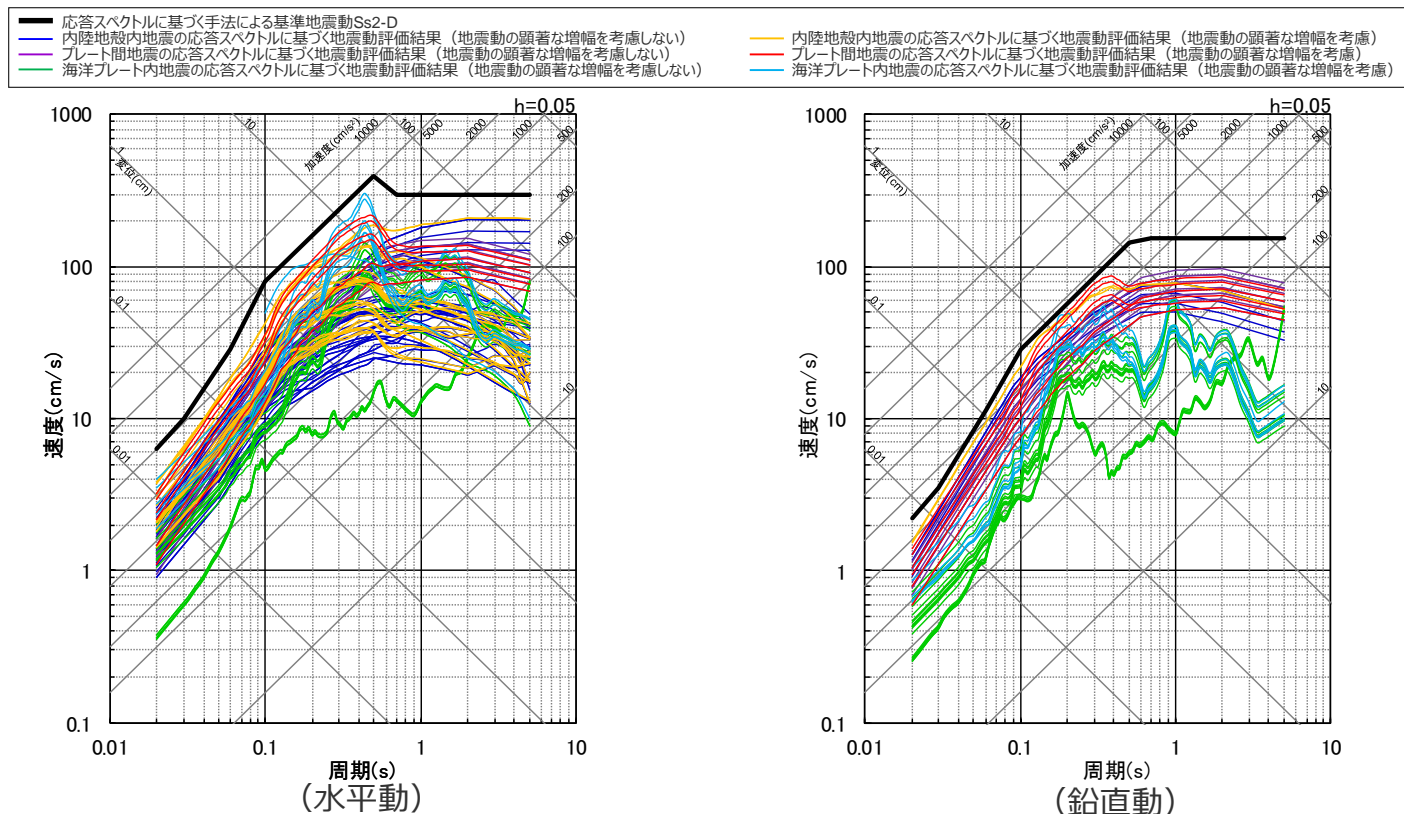
	周期(s)	0.02	0.03	0.1	0.5	1.25	5
Ss1-D _H	速度(cm/s)	3.82	6.02	45.4	227	300	300
Ss1-D _V	速度(cm/s)	1.91	3.01	23.2	116	154	154



<各検討用地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果と応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dとの比較 (応答スペクトル) >

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-D (応答スペクトルに基づく地震動評価結果と設計用応答スペクトル)

○ 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-D（水平動Ss2-D_H、鉛直動Ss2-D_V）の設計用応答スペクトルは、内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震の各検討用地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮、地震動の顕著な増幅を考慮しない）を包絡する地震動レベル以上として検討。

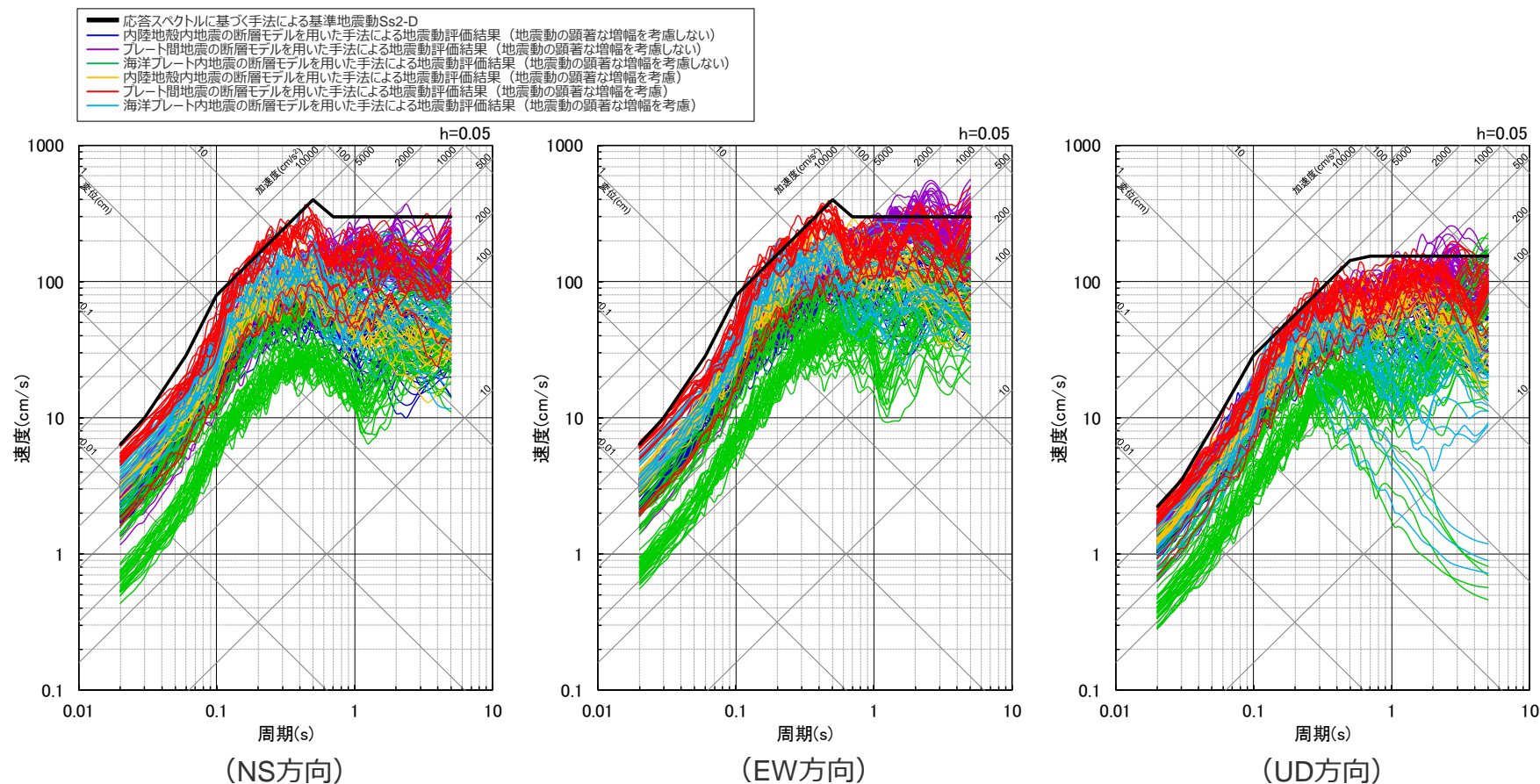


＜各検討用地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果と応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-Dとの比較（応答スペクトル）＞

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-D

(断層モデルを用いた手法による地震動評価結果と設計用応答スペクトル)

- 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-D（水平動Ss2-D_H、鉛直動Ss2-D_V）と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮、地震動の顕著な増幅を考慮しない）との比較は下図のとおり。
- 断層モデルを用いた手法による各地震動評価結果を概ね包絡する地震動レベルでSs2-Dを設定。



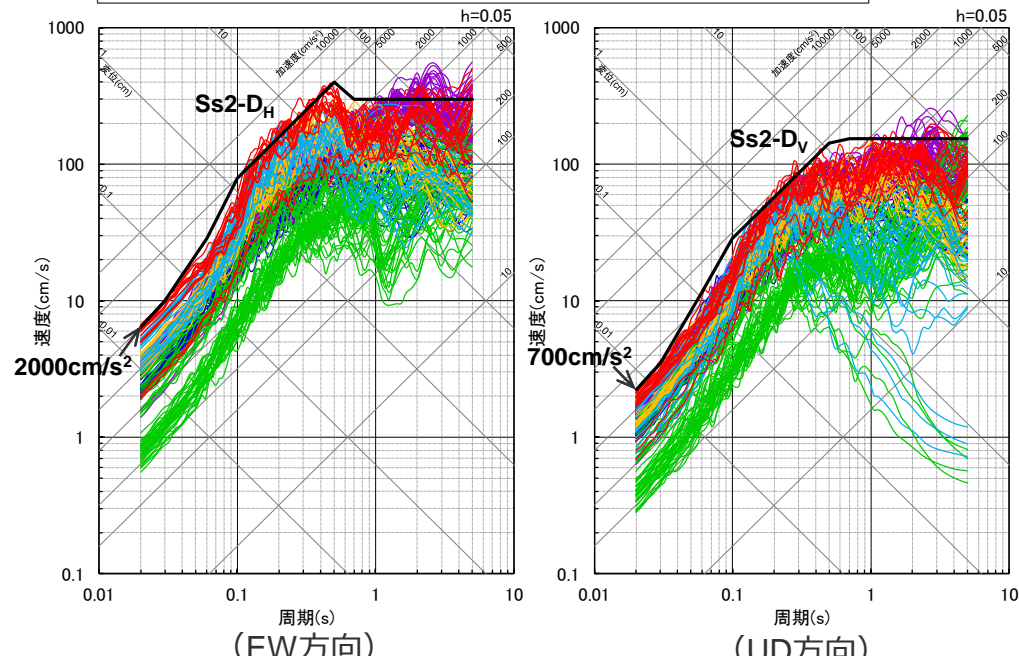
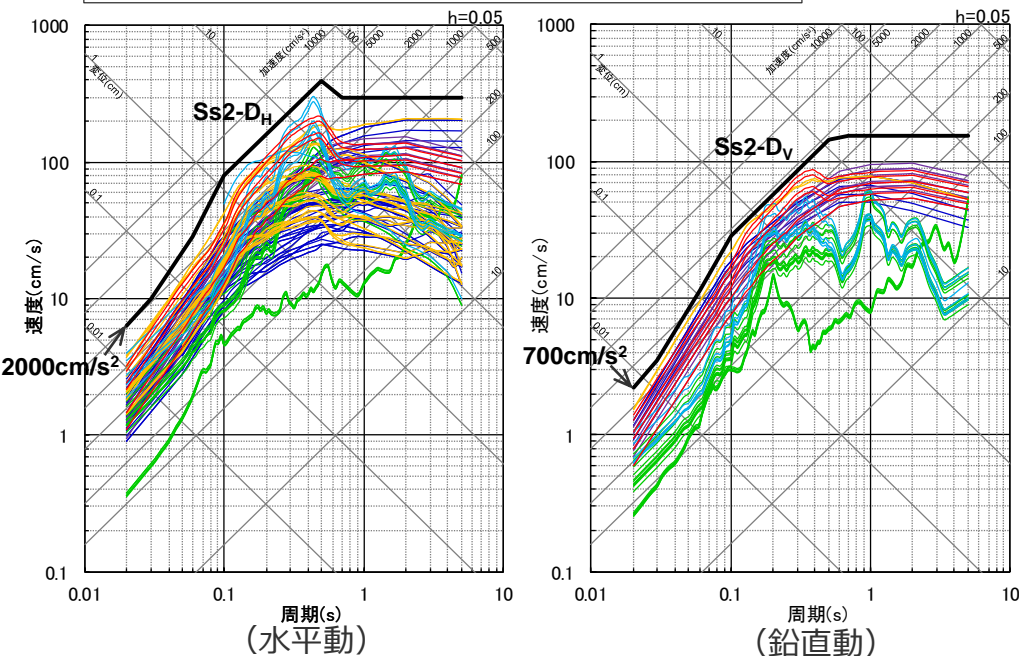
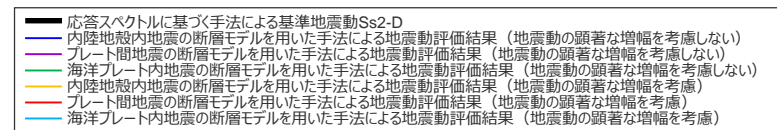
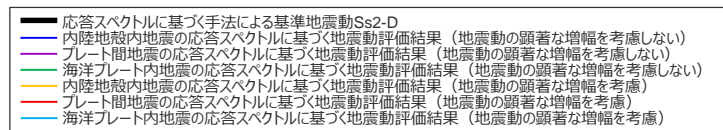
< 各検討用地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果と応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-Dとの比較（応答スペクトル） >

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-D

(設計用応答スペクトルの水平動と鉛直動の比率)

○ 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-D (水平動Ss2-D_H, 鉛直動Ss2-D_V) の設計用応答スペクトルは、各検討用地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果 (地震動の顕著な増幅を考慮しない・地震動の顕著な増幅を考慮) を包絡し、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の形状等も踏まえて設定。

○ 敷地への影響が大きいプレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (地震動の顕著な増幅を考慮) の地震動レベルも踏まえてSs2-Dを設定した結果、Ss2-Dの設計用応答スペクトルは水平動が鉛直動の約2.9倍 (鉛直動が水平動の約0.35倍) となっている。この水平動と鉛直動の比率は、プレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価 (地震動の顕著な増幅を考慮) (次ページ参照) と整合的であることから妥当なものと評価した。



(水平動) (鉛直動) (EW方向) (UD方向)
 (応答スペクトルに基づく地震動評価結果との比較) (断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較)

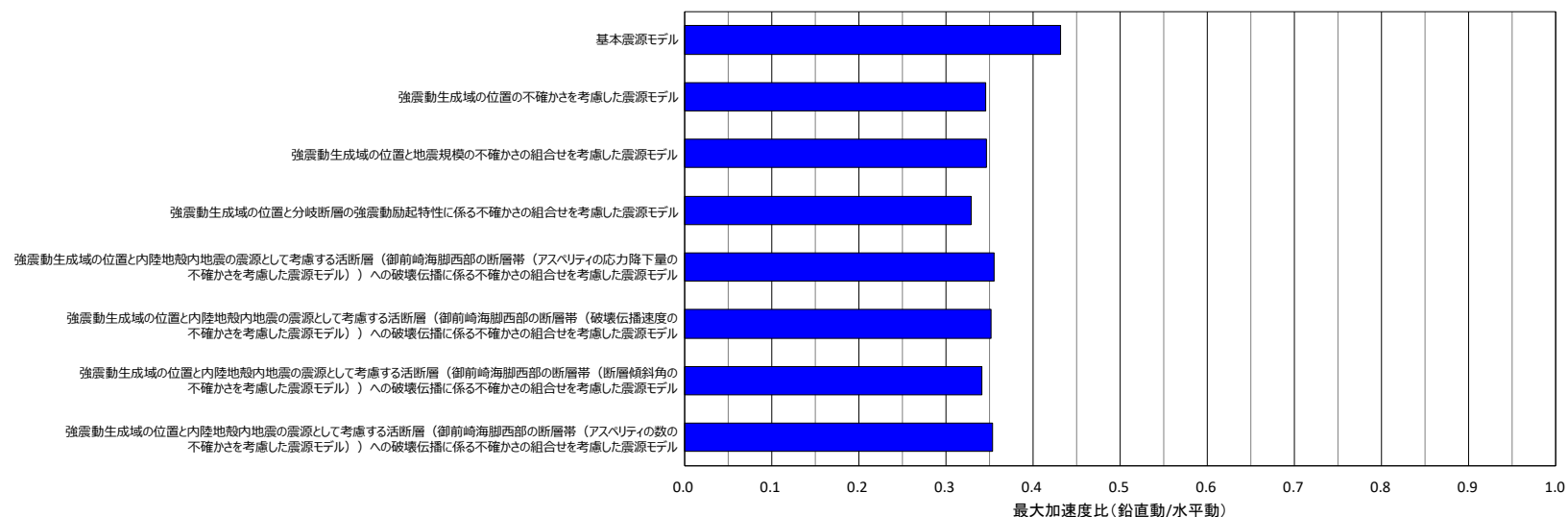
< 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-Dの設計用応答スペクトルと地震動評価結果との比較 >

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-D

(プレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果)

○敷地への影響が大きいプレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮）について、水平動と鉛直動の比率は、基本震源モデルを除き、水平動が鉛直動の約2.9倍（鉛直動が水平動の約0.35倍）※である。

※ プレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の水平動と鉛直動の比率（約2倍）に対し、地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価で用いた増幅係数の水平動2.6倍と鉛直動1.8倍との比（約1.44倍）を考慮すると約2.9倍となることから、約2.9倍は地震動の顕著な増幅の考慮方法と整合的と分析。基本震源モデルについては、地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の範囲が限定的であることから、他のケースと傾向が異なると分析。



＜プレート間地震の断層モデルを用いた手法による解放基盤表面における地震動評価結果の水平動に対する鉛直動の最大加速度の比率（鉛直動／水平動、破壊開始点1～3の平均）＞

・各震源モデルは、地震動の顕著な増幅を考慮する場合の震源モデル。

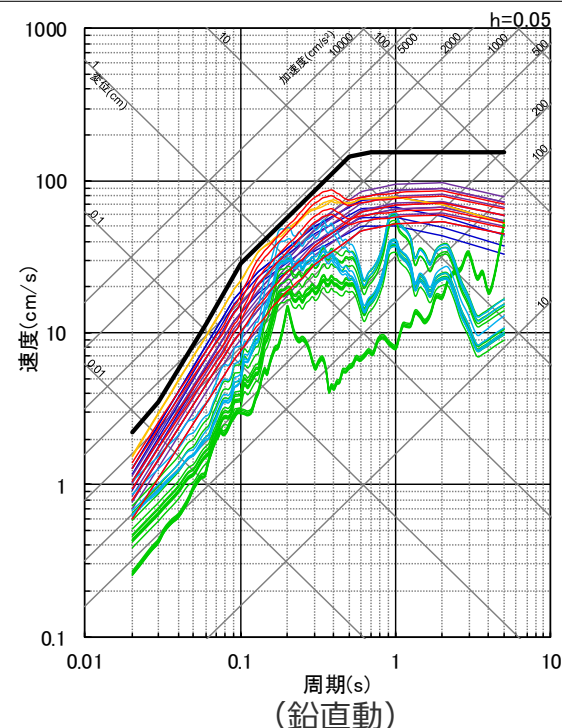
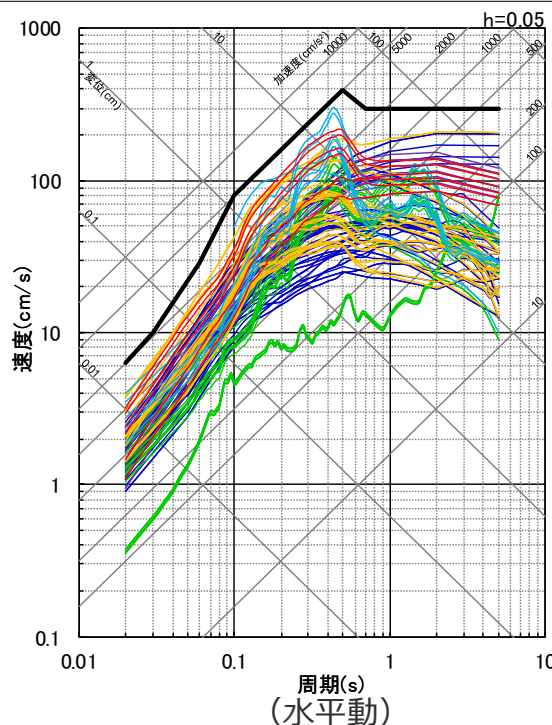
< 3 基準地震動の策定 3.1 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動 >
応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-D
 (設計用応答スペクトルの設定)

○ 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-D (水平動Ss2-D_H、鉛直動Ss2-D_V) の設計用応答スペクトルは、内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震の各検討用地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果 (地震動の顕著な増幅を考慮、地震動の顕著な増幅を考慮しない) を包絡し、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の形状等も踏まえて下記のコントロールポイントの応答スペクトルを設定。

<コントロールポイント>

	周期(s)	0.02	0.03	0.06	0.1	0.5	0.7	1.25	5
Ss2-D _H	速度(cm/s)	6.37	10.0	28.7	79.6	398	300	300	300
Ss2-D _V	速度(cm/s)	2.23	3.51	11.5	28.7	143	154	154	154

- 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-D
- 内陸地殻内地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)
- プレート間地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)
- 海洋プレート内地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)
- 内陸地殻内地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果 (地震動の顕著な増幅を考慮)
- プレート間地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果 (地震動の顕著な増幅を考慮)
- 海洋プレート内地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果 (地震動の顕著な増幅を考慮)



<各検討用地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果と応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-Dとの比較 (応答スペクトル) >

余白

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動の模擬地震動の設定

【設計用模擬地震動の作成】

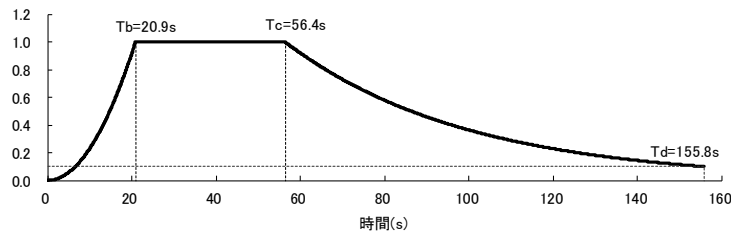
○ 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss-Dの設計用模擬地震動は、**振幅包絡線をNoda et al.(2002)の方法に基づき設定（設定パラメータM8.5、Xeq=136.2km）し、一様乱数の位相を用いた方法で作成。**

【振幅包絡線の設定パラメータ】

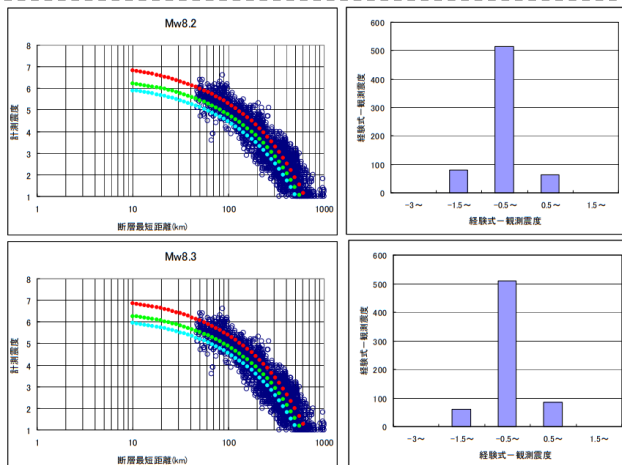
- 地震規模Mは、地震動の継続時間への影響が大きい南海トラフのプレート間地震の最大規模を設定することとし、2011年東北地方太平洋沖地震の強震観測記録において距離減衰式から求められる地震規模Mwは8.2~8.3程度であること、Noda et al.(2002)の方法の適用範囲の地震の最大規模がMj8.5であることを踏まえ、M8.5で設定。
- 等価震源距離Xeqは、継続時間が長めとなるよう、プレート間地震の震源モデルのうち最もXeqが長い136.2kmで設定。

$$E(T) = \begin{cases} (T/T_b)^2 & (0 < T \leq T_b) \\ 1.0 & (T_b < T \leq T_c) \\ e^{\frac{\ln 0.1}{T_d - T_c}(T - T_c)} & (T_c < T \leq T_d) \end{cases}$$

$$\begin{aligned} T_b &= 10^{0.5M - 2.93} \\ T_c - T_b &= 10^{0.3M - 1.0} \\ T_d - T_c &= 10^{0.17M + 0.54 \log X_{eq} - 0.6} \end{aligned}$$

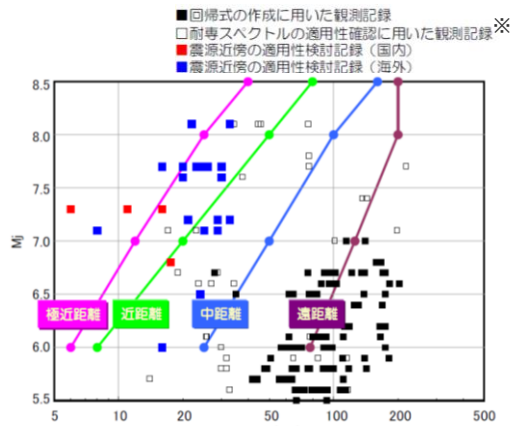


<Noda et al.(2002)の方法に基づく振幅包絡線の経時変化>



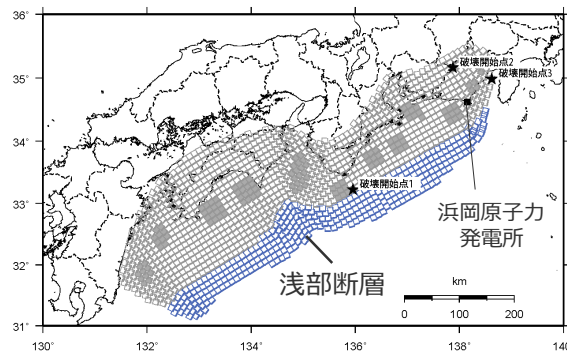
○ 東北地方太平洋沖地震の観測震度
● 距離減衰(AVS150m/s) ● 距離減衰(AVS400m/s)
○ ヒストグラムは、計測震度4.5以上を観測した地点について
工学的基礎 (AVS600m/s) 上の震度と比較して作成。

<東北地方太平洋沖地震の震度の距離減衰>
(内閣府(2012)による)



<Noda et al.(2002)の方法の地震規模Mjと等価震源距離Xeqの関係>
(東京電力(2009b)による)

※ 耐専スペクトルとNoda et al.(2002)の方法は同じ距離減衰式である。



<プレート間地震の地震規模の不確かさを考慮した震源モデル (強震動生成域の位置は基本ケースと同じ) >
(浅部断層の追加により等価震源距離Xeqが最も長い震源モデル)

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動の模擬地震動の設定

(模擬地震動の作成に用いる地震規模の設定 (概要))

【模擬地震動の作成に用いる地震規模の設定】

○ **振幅包絡線の設定パラメータである地震規模** (気象庁マグニチュードMjまたはそれに準ずるもの) は、地震動の継続時間への影響が大きい**南海トラフのプレート間地震の最大規模を設定**することとし、2011年東北地方太平洋沖地震の観測記録に基づく知見の検討をしたうえで、地震規模を設定する。

⇒ **2011年東北地方太平洋沖地震 (Mw9.0) の強震観測記録において距離減衰式から求められる地震規模Mwは8.2~8.3程度**とされていること、地震観測記録の最大振幅に基づき算出されるMjはM8程度で飽和することを踏まえると、M8.5より小さい値を設定することが考えられるが、**Noda et al.(2002)の方法の地震規模の最大がMj8.5**であることに基づき保守的に**M=8.5と設定**。また、作成した模擬地震動の継続時間について、**Mw9.0のプレート間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の比較により保守性を確認**。

※ 当初申請時の設計用模擬地震動は、p.24参照。Noda et al.(2002)の方法に基づく応答スペクトルに基づく地震動評価及び模擬地震動の作成で用いるプレート間地震の最大規模について、当初申請時は、2011年東北地方太平洋沖地震の観測記録に基づく知見の検討をすることなく、プレート間地震にMj8.5を超える地震規模を設定していたが、第745回審査会合のプレート間地震の審査コメント対応の際に検討を行い、プレート間地震の応答スペクトルに基づく地震動評価に用いる最大規模を当初申請時から変更している (p.88参照)。

模擬地震動の作成に用いる地震規模の設定方針

- 1)地震動の継続時間への影響が大きい南海トラフのプレート間地震の最大規模を設定。
- 2)その設定に当たり、2011年東北地方太平洋沖地震の観測記録に基づく知見を検討。

当初申請時と同じ方針

当初申請時からの追加検討

2011年東北地方太平洋沖地震の観測記録に基づく知見の検討 M<8.5

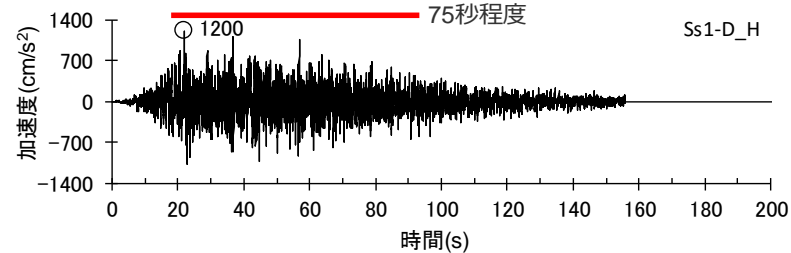
・2011年東北地方太平洋沖地震の強震観測記録において距離減衰式から求められる地震規模**Mwは8.2~8.3程度**であり、断層運動から求められる地震規模Mw9.0と比べると相当小さいとされていること、Noda et al.(2002)の方法で用いる地震観測記録の最大振幅に基づき算出されるMjはM8程度で飽和して断層運動の大きさに応じて大きくなる特性があることを踏まえると、**M8.5より小さい値を設定することが考えられる**。

当初申請時のM9.0から変更

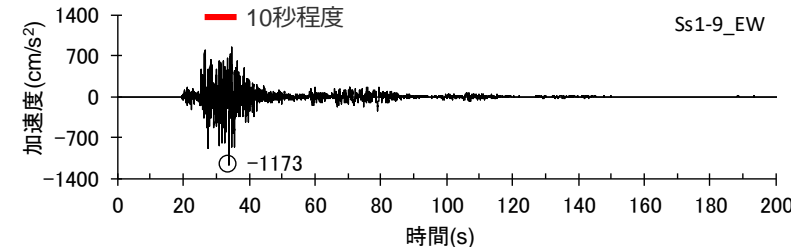
浜岡原子力発電所の模擬地震動の作成に用いる地震規模 M=8.5

・敷地は、南海トラフのプレート間地震の震源断層が近く、最も近い強震動生成域の影響が支配的であることから、2011年東北地方太平洋沖地震における日本海沿岸の地震記録と比べ、地震動の強震部の継続時間は短いと考えられるが、**Noda et al.(2002)の方法の地震規模の最大がMj8.5**であることに基づき保守的に**M=8.5と設定**。
・また、作成した模擬地震動の継続時間について、**Mw9.0のプレート間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の比較により保守性を確認**。

当初申請時からの追加検討



応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-D (水平動)



Mw9.0のプレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (EW方向)

— : 強震部 (概ね加速度600cm/s²以上となる範囲)

< 模擬地震動の作成に用いる地震規模の設定の検討フロー >

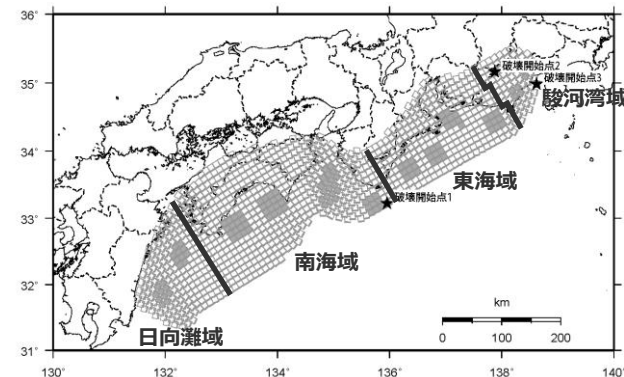
< 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較 >

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動の模擬地震動の設定

(模擬地震動の作成に用いる地震規模の設定 (Noda et al.(2002)の方法に用いる地震規模の変更について))

【当初申請～第685回審査会合（プレート間地震の地震動評価（コメント回答））】

- 当初申請では、Noda et al.(2002)の方法による地震動評価において、①「駿河湾域 + 東海域 + 南海域 + 日向灘域」、②「駿河湾域 + 東海域 + 南海域」、③「駿河湾域 + 東海域」を対象として、地震規模 M_j を佐藤(1989)に基づき算出し、③「駿河湾域 + 東海域」は $M_j 8.5$ で、①「駿河湾域 + 東海域 + 南海域 + 日向灘域」及び②「駿河湾域 + 東海域 + 南海域」は、**Noda et al.(2002)の適用範囲の上限値である $M_j 8.5$ を超えるため、これらの地震動評価結果を参考扱いとしていた。**



<プレート間地震の震源モデルの領域区分>

第685回審査会合におけるコメント

応答スペクトルに基づく地震動評価において、駿河湾域 + 東海域のケースを対象としているが、駿河湾域のみのケースの評価結果も示し、現状評価（駿河湾域 + 東海域のケース）の代表性を示すこと。また、地震規模の算定根拠を示すこと。

【第745回審査会合（プレート間地震の地震動評価（コメント回答））】

- コメントを踏まえ、Noda et al.(2002)の方法による地震動評価において、①「駿河湾域 + 東海域 + 南海域 + 日向灘域」、②「駿河湾域 + 東海域 + 南海域」、③「駿河湾域 + 東海域」、④「東海域」、⑤「駿河湾域」を対象として評価することに変更した。
- その際、先行サイトの審査を踏まえ、「**2011年東北地方太平洋沖地震の強震観測記録において距離減衰式から求められる M_w は8.2～8.3程度であり、断層の全体運動により求められる地震の規模 $M_w 9.0$ に比べて小さいとされていることを確認し、また、Noda et al.(2002)の適用範囲の地震の最大規模が $M_j 8.5$ であることも踏まえ、佐藤(1989)に基づき算出した地震規模が $M_j 8.5$ を超える震源モデルは、 $M_j 8.5$ としてNoda et al.(2002)の方法による地震動評価を行うよう変更した。**
- なお、①「駿河湾域 + 東海域 + 南海域 + 日向灘域」及び②「駿河湾域 + 東海域 + 南海域」のNoda et al.(2002)による地震動評価は、③「駿河湾域 + 東海域」よりも小さいことから、応答スペクトルに基づく地震動評価結果としては、③「駿河湾域 + 東海域」の評価結果を採用することとしている。

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動の模擬地震動の設定

(模擬地震動の作成に用いる地震規模の設定 (2011年東北地方太平洋沖地震の知見の検討))

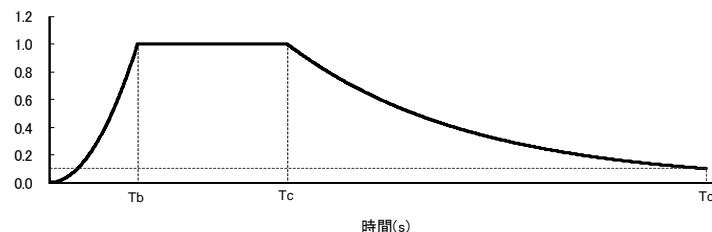
- 基準地震動Ss-Dの設計用応答スペクトルに適合する模擬地震波の作成に関し、Noda et al.(2002)の方法に基づく振幅包絡線の設定に必要な地震規模は、地震動の継続時間への影響が大きい南海トラフの最大クラスのプレート間地震に基づき設定する

【Noda et al.(2002)の方法による振幅包絡線の設定】

- Noda et al.(2002)の方法では、地震規模M (気象庁マグニチュードMjまたはそれに準ずるもの) により、振幅包絡線のうち主要動部の長さ (下図におけるTb~Tc) が決まり、Mが大きいほど振幅が大きい主要動部の長さが長くなる。

$$E(T) = \begin{cases} (T/T_b)^2 & (0 < T \leq T_b) \\ 1.0 & (T_b < T \leq T_c) \\ e^{\frac{\ln 0.1}{T_d - T_c}(T - T_c)} & (T_c < T \leq T_d) \end{cases}$$

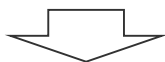
$$\begin{aligned} T_b &= 10^{0.5M - 2.93} \\ T_c - T_b &= 10^{0.3M - 1.0} \\ T_d - T_c &= 10^{0.17M + 0.54 \log X_{eq} - 0.6} \end{aligned}$$



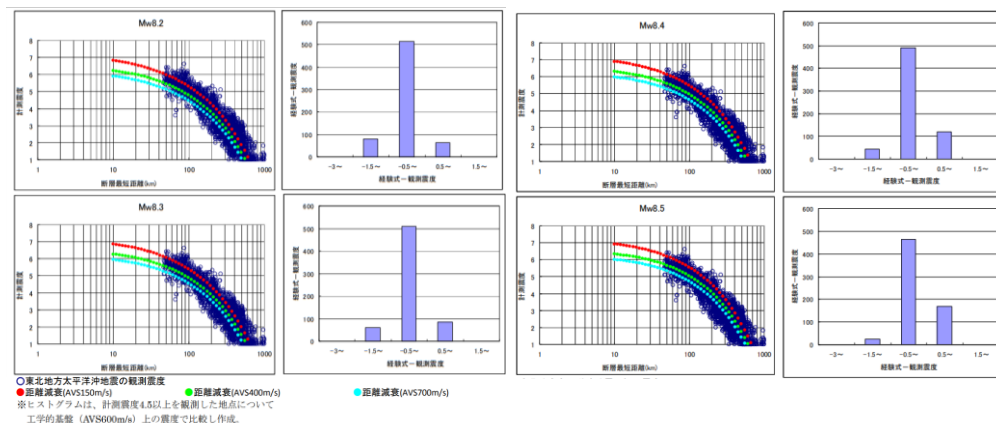
<Noda et al.(2002)の方法に基づく振幅包絡線の経時変化>

【2011年東北地方太平洋沖地震の知見の検討】

- 南海トラフの最大クラスのプレート間地震と同じMw9.0クラスの地震である2011年東北地方太平洋沖地震について、内閣府(2012)は、**強震観測記録において距離減衰式から求められるMwは8.2~8.3程度**であり、断層運動から求められる地震規模Mw9.0と比べると相当小さい値となっているとしている。



- Noda et al.(2002)の方法で用いる地震記録の最大振幅に基づき算出されるMjは**M8程度で飽和**して断層運動の大きさに応じて大きくなる特性があることを踏まえ、**M8.5より小さい値を設定することが考えられる。**



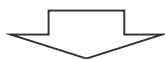
<東北地方太平洋沖地震の震度の距離減衰>
(内閣府(2012)による)

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動の模擬地震動の設定

(模擬地震動の作成に用いる地震規模の設定 (浜岡原子力発電所の特徴を踏まえた検討))

【浜岡原子力発電所の特徴を踏まえた検討】

- 浜岡原子力発電所は、南海トラフのプレート間地震の震源域に位置し、**敷地に震源断層が近いことにより、敷地の地震動は、敷地から離れた強震動生成域の影響は小さく、敷地近傍の強震動生成域の影響が支配的**であることから、2011年東北地方太平洋沖地震における日本海沿岸の地震記録と比べ、**地震動の強震部の継続時間は短い**と考えられる。(右図参照)

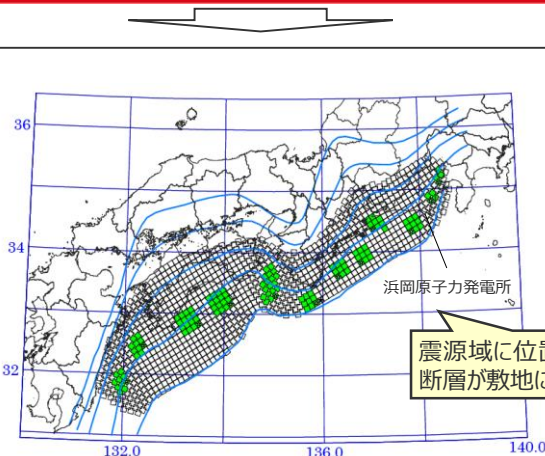


2011年東北地方太平洋沖地震の知見を参照して設定することは安全側の評価となる。



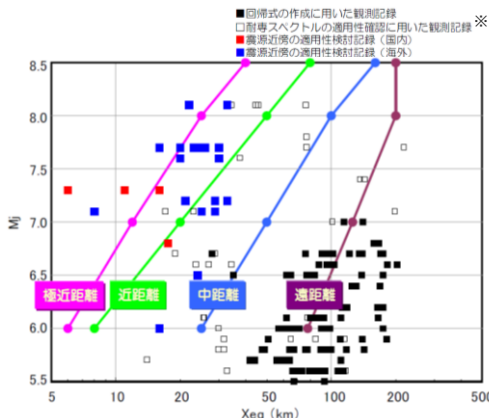
【模擬地震動の作成に用いる地震規模の設定】

- 以上の検討の結果、M8.5より小さい値を設定することが考えられるが、南海トラフのプレート間地震の観測記録は十分に得られていないことを踏まえ、**Noda et al.(2002)の方法の地震規模の最大がMj8.5**であることに基づき保守的に**M=8.5**と設定する。
- また、作成した模擬地震動の継続時間について、**Mw9.0のプレート間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の比較により保守性を確認**する。



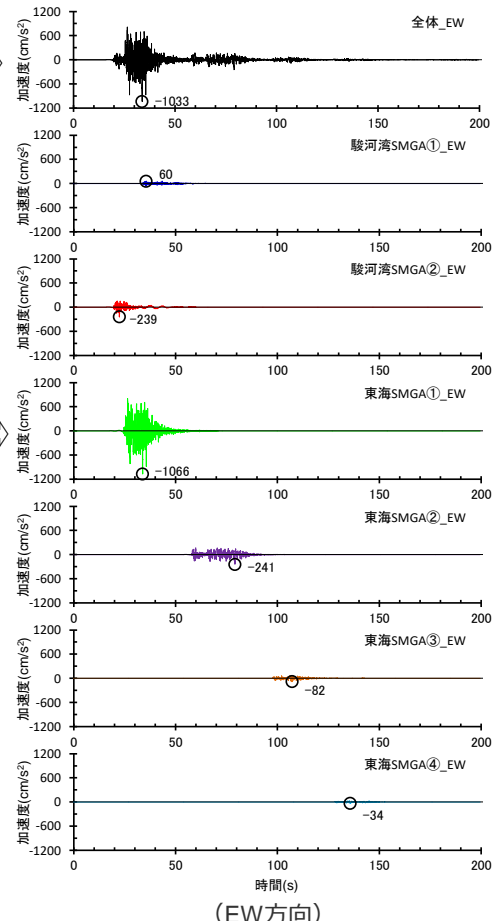
震源域に位置し、震源断層が敷地に近い。

＜内閣府モデル (最大クラスの地震)＞
(内閣府(2012)に敷地位置を加筆)



＜Noda et al.(2002)の方法の地震規模Mjと等価震源距離Xeqの関係＞
(東京電力(2009b)による)

震源モデル全体の地震動評価結果



敷地直下に配置した強震動生成域による地震動評価結果

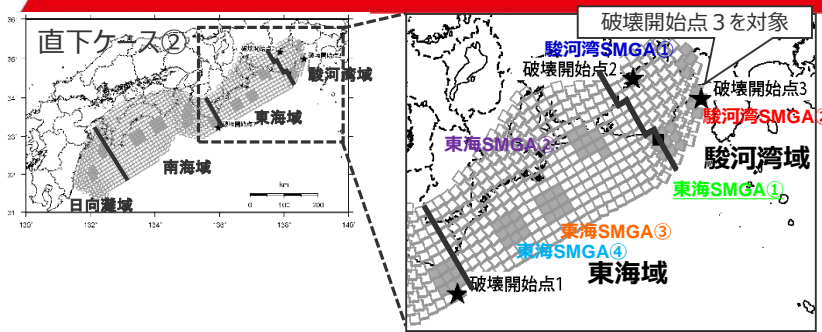
敷地直下の強震動生成域の影響が支配的で、地震動の強震部の継続時間は短い。

＜震源モデル全体と各強震動生成域との地震動評価結果 (加速度時刻歴波形) の比較＞

(プレート間地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)、強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル (直下ケース②)、破壊開始点3)
(次ページ、次々ページ参照)

※ 耐専スペクトルとNoda et al.(2002)の方法は同じ距離減衰式である。

＜3 基準地震動の策定 3.1 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動＞ 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動の模擬地震動の設定 (模擬地震動の作成に用いる地震規模の設定について)



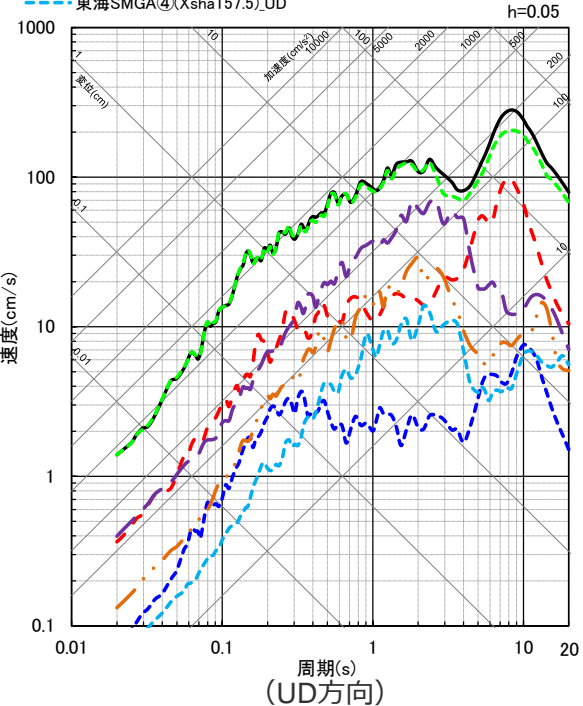
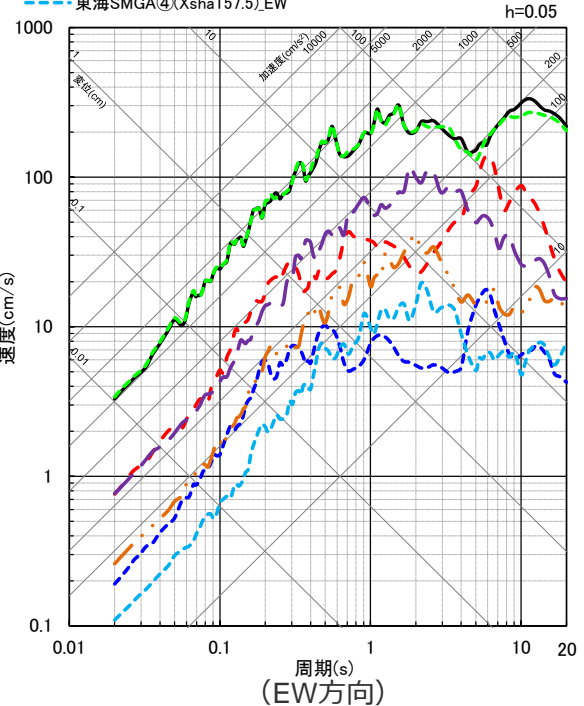
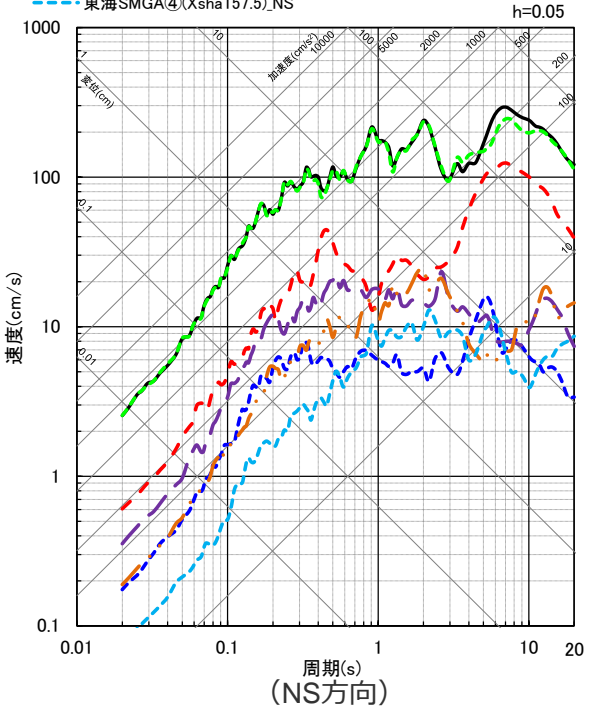
各領域の
地震動評価結果
(応答スペクトル)
を比較

○各強震動生成域 (SMGA) の地震動評価結果の比較によると、敷地に最も近い敷地直下の東海SMGA①が、敷地における地震動への影響が最も大きく、震源モデル全体の地震動評価結果に対し支配的な強震動生成域となっている。

- 全体(Xsh13.7)_NS
- - - 駿河湾SMGA①(Xsha68.8)_NS
- - - 駿河湾SMGA②(Xsha41.4)_NS
- - - 東海SMGA①(Xsha13.7)_NS
- - - 東海SMGA②(Xsha51.6)_NS
- - - 東海SMGA③(Xsha108.7)_NS
- - - 東海SMGA④(Xsha157.5)_NS

- 全体(Xsh13.7)_EW
- - - 駿河湾SMGA①(Xsha68.8)_EW
- - - 駿河湾SMGA②(Xsha41.4)_EW
- - - 東海SMGA①(Xsha13.7)_EW
- - - 東海SMGA②(Xsha51.6)_EW
- - - 東海SMGA③(Xsha108.7)_EW
- - - 東海SMGA④(Xsha157.5)_EW

- 全体(Xsh13.7)_UD
- - - 駿河湾SMGA①(Xsha68.8)_UD
- - - 駿河湾SMGA②(Xsha41.4)_UD
- - - 東海SMGA①(Xsha13.7)_UD
- - - 東海SMGA②(Xsha51.6)_UD
- - - 東海SMGA③(Xsha108.7)_UD
- - - 東海SMGA④(Xsha157.5)_UD



＜応答スペクトルの比較 (強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル (直下ケース②) (地震動の顕著な増幅を考慮しない) (破壊開始点3))＞

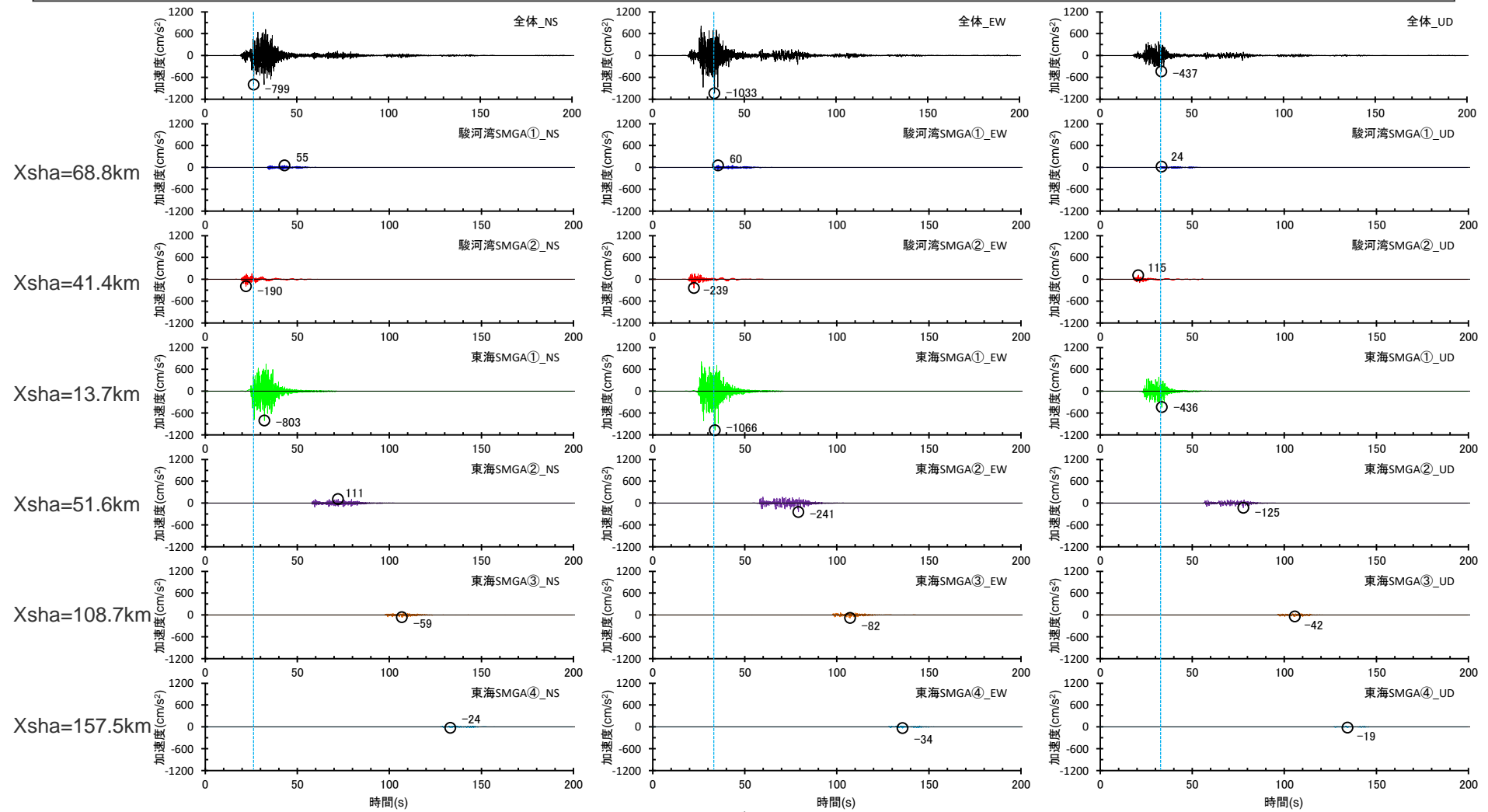
・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法による。
・Xshは断層最短距離 (km)、Xshaは強震動生成域の最短距離 (km) を表す。

< 3 基準地震動の策定 3.1 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動 >

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動の模擬地震動の設定

(模擬地震動の作成に用いる地震規模の設定について)

○ 各強震動生成域 (SMGA) の地震動評価結果の比較によると、敷地に最も近い敷地直下の東海SMGA①が、敷地における地震動への影響が最も大きく、震源モデル全体の地震動評価結果に対し支配的な強震動生成域となっている。



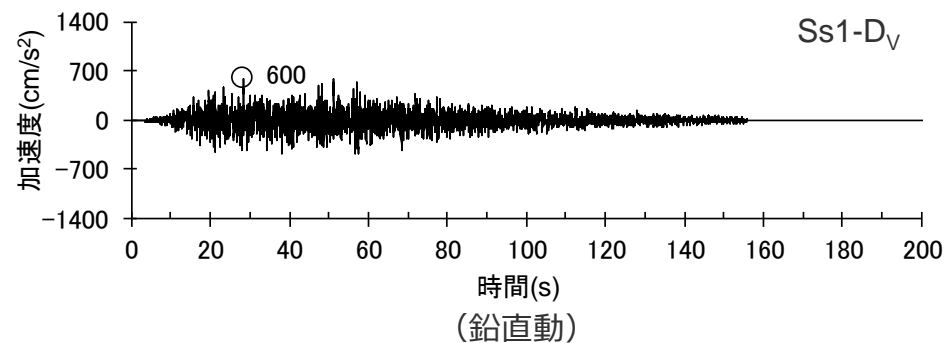
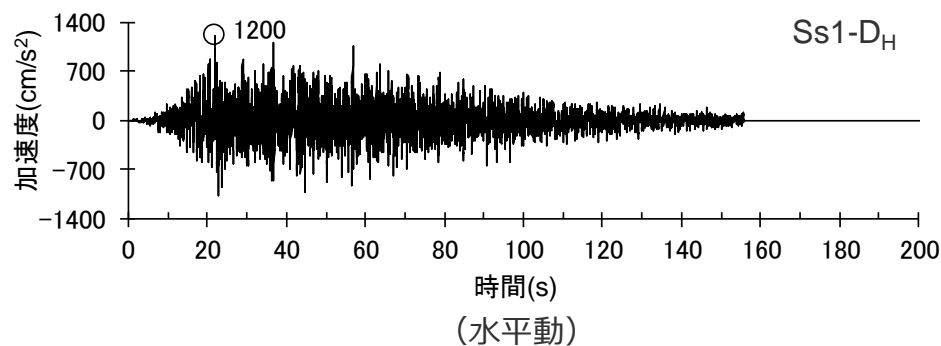
< 加速度時刻歴波形の比較 (強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル (直下ケース②) (地震動の顕著な増幅を考慮しない) (破壊開始点3)) >

・ 統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法による。
・ Xshaは、強震動生成域の最短距離 (km) を表す。

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-D

(設計用模擬地震動の作成)

- 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dの設計用応答スペクトルに適合する模擬地震動は、振幅包絡線をNoda et al.(2002)の方法に基づき設定 (設定パラメータM8.5、 $X_{eq}=136.2\text{km}$) し、一様乱数の位相を用いた方法で作成。
- 作成した応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dの設計用応答スペクトルに適合する模擬地震動は、下図のとおり。



< 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dの加速度時刻歴波形 >

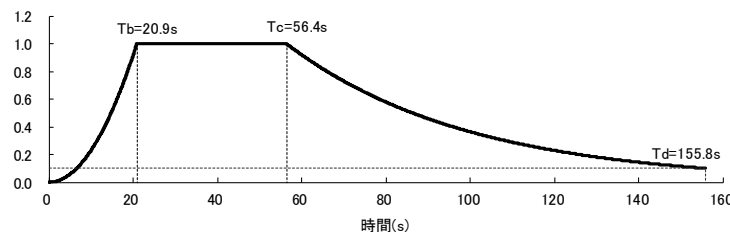
$$E(T) = \begin{cases} (T/T_b)^2 & (0 < T \leq T_b) \\ 1.0 & (T_b < T \leq T_c) \\ e^{\frac{\ln 0.1}{T_d - T_c}(T - T_c)} & (T_c < T \leq T_d) \end{cases}$$

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

$$T_c - T_b = 10^{0.3M - 1.0}$$

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

$$M = 8.5, X_{eq} = 136.2$$



基準地震動	最大加速度 (cm/s ²)	継続時間 (s)	振幅包絡線の経時変化(s)		
			T _b	T _c	T _d
Ss1-D _H	1200	155.8	20.9	56.4	155.8
Ss1-D _V	600	155.8	20.9	56.4	155.8

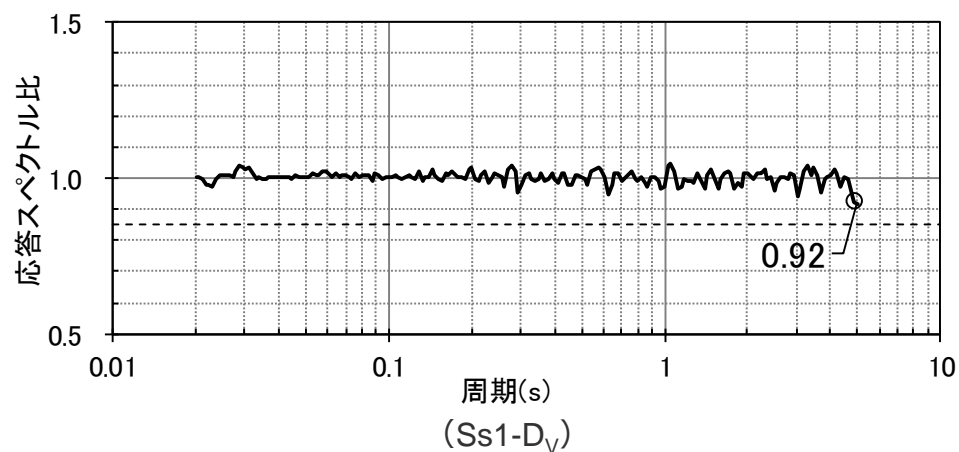
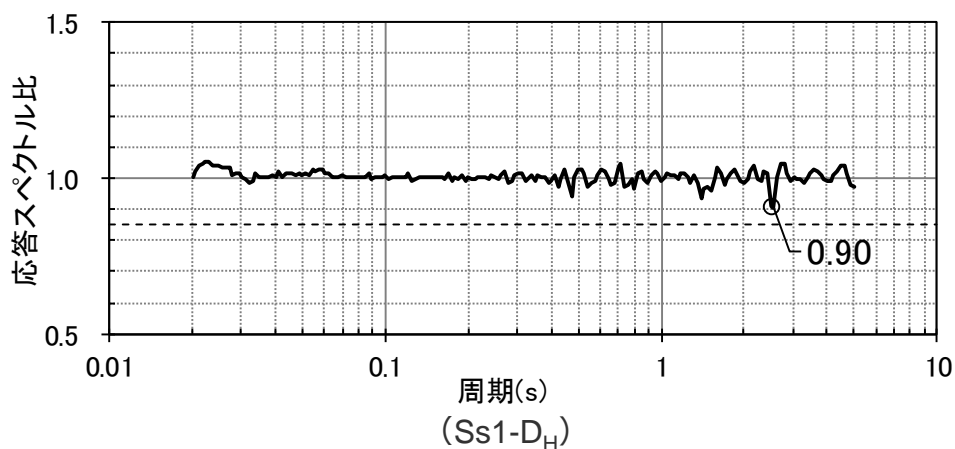
< Noda et al.(2002)の方法に基づく振幅包絡線の経時変化 >

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-D

(設計用模擬地震動の作成 (日本電気協会(2023)に示される適合度の確認))

○作成した模擬地震動が、日本電気協会(2023)に示される以下の適合度の条件を満足していることを確認した。

- 目標とする応答スペクトル値に対する模擬地震動の応答スペクトル値の比 (応答スペクトル比) が全周期帯で0.85以上
- 応答スペクトル強さの比 (SI比) が1.0以上



<応答スペクトル比>

<SI比>

$$SI比 = \frac{\int_{0.1}^{2.5} S_v(T) dt}{\int_{0.1}^{2.5} \bar{S}_v(T) dt}$$

SI : 応答スペクトル強さ

$S_v(T)$: 模擬地震動の応答スペクトル(cm/s)

$\bar{S}_v(T)$: 目標とする応答スペクトル(cm/s)

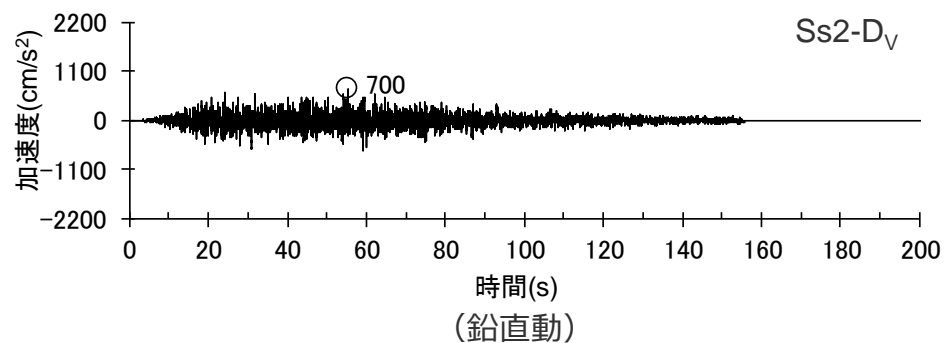
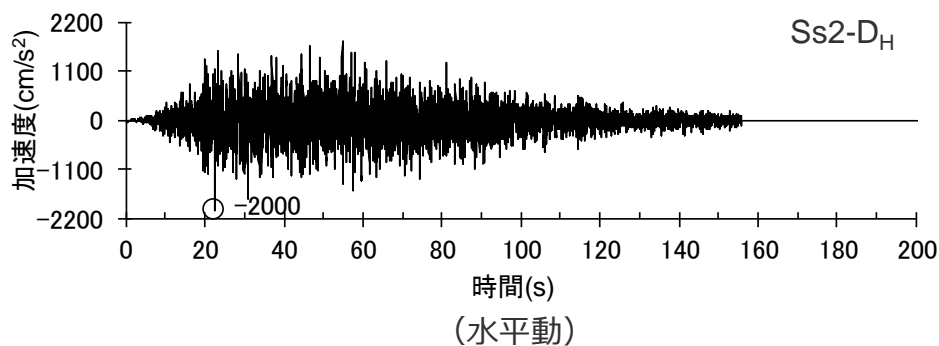
T : 固有周期(s)

模擬地震動	SI比 (周期0.1秒~2.5秒)
Ss1-D _H	1.00
Ss1-D _V	1.00

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-D

(設計用模擬地震動の作成)

- 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-Dの設計用応答スペクトルに適合する模擬地震動は、振幅包絡線をNoda et al.(2002)の方法に基づき設定 (設定パラメータM8.5、 $X_{eq}=136.2\text{km}$) し、一様乱数の位相を用いた方法で作成。
- 作成した応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-Dの設計用応答スペクトルに適合する模擬地震動は、下図のとおり。



< 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-Dの加速度時刻歴波形 >

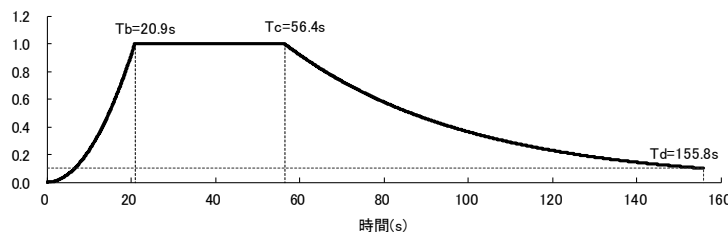
$$E(T) = \begin{cases} (T/T_b)^2 & (0 < T \leq T_b) \\ 1.0 & (T_b < T \leq T_c) \\ e^{\frac{\ln 0.1}{T_d - T_c}(T - T_c)} & (T_c < T \leq T_d) \end{cases}$$

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

$$T_c - T_b = 10^{0.3M - 1.0}$$

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

$$M = 8.5, X_{eq} = 136.2$$



基準地震動 Ss2-D	最大加速度 (cm/s ²)	継続時間 (s)	振幅包絡線の経時変化(s)		
			T _b	T _c	T _d
Ss2-D _H	2000	155.8	20.9	56.4	155.8
Ss2-D _V	700	155.8	20.9	56.4	155.8

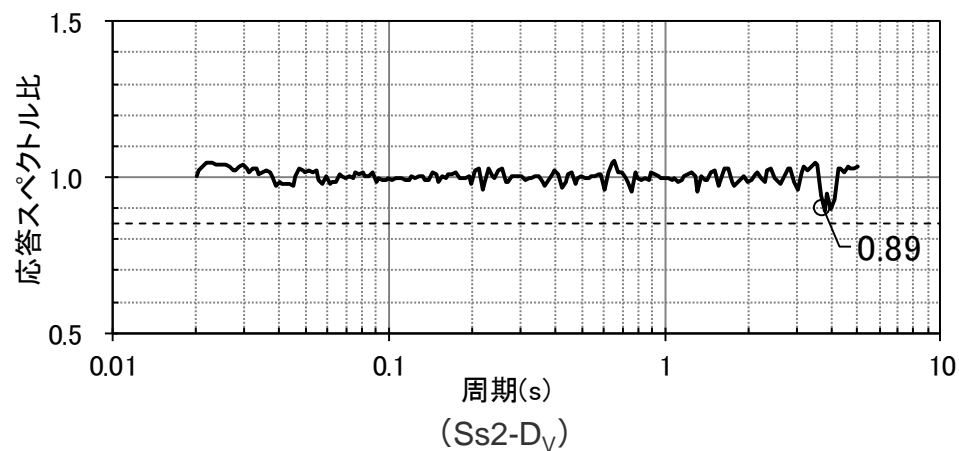
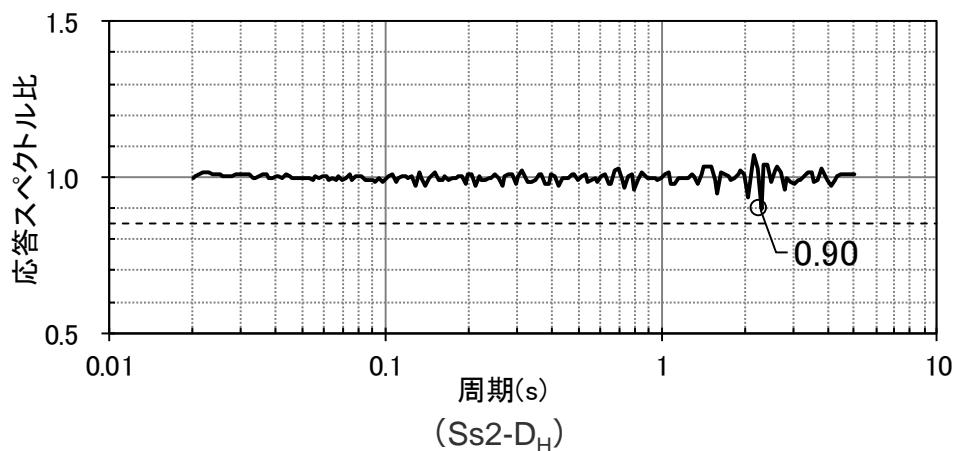
< Noda et al.(2002)の方法に基づく振幅包絡線の経時変化 >

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-D

(設計用模擬地震動の作成 (日本電気協会(2023)に示される適合度の確認))

○作成した模擬地震動が、日本電気協会(2023)に示される以下の適合度の条件を満足していることを確認した。

- 目標とする応答スペクトル値に対する模擬地震動の応答スペクトル値の比 (応答スペクトル比) が全周期帯で0.85以上
- 応答スペクトル強さの比 (SI比) が1.0以上



<応答スペクトル比>

<SI比>

$$SI比 = \frac{\int_{0.1}^{2.5} S_v(T) dt}{\int_{0.1}^{2.5} \bar{S}_v(T) dt}$$

SI : 応答スペクトル強さ

$S_v(T)$: 模擬地震動の応答スペクトル(cm/s)

$\bar{S}_v(T)$: 目標とする応答スペクトル(cm/s)

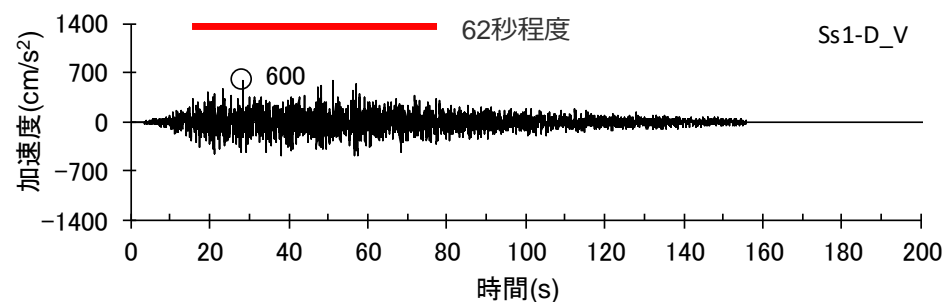
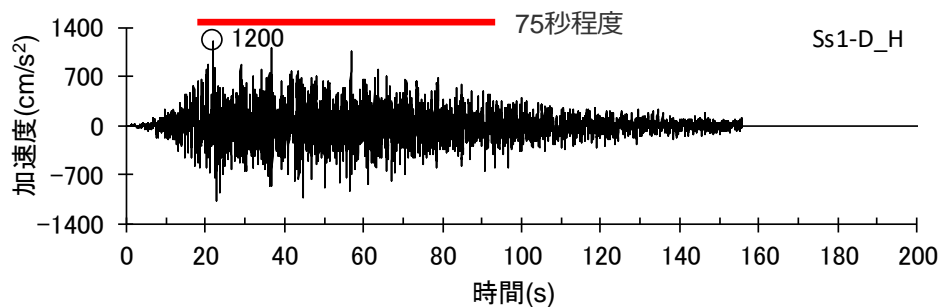
T : 固有周期(s)

模擬地震動	SI比 (周期0.1秒~2.5秒)
Ss2-D _H	1.00
Ss2-D _V	1.00

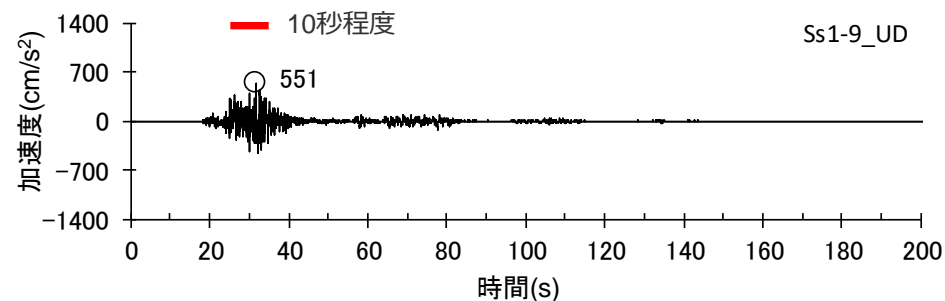
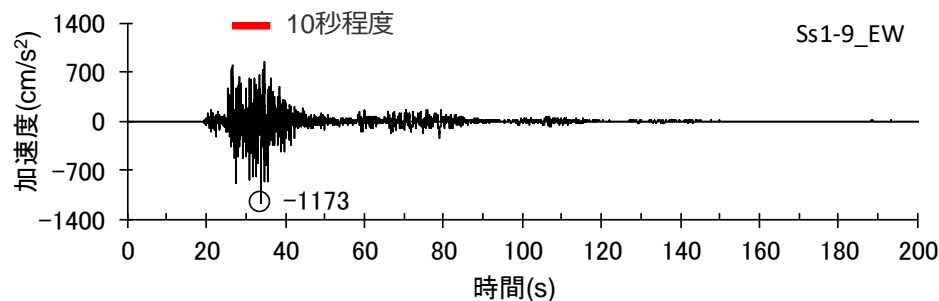
応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-D

(断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の加速度時刻歴波形との比較)

- 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dの継続時間の妥当性確認として、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較を実施。
- 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dは、地震規模が大きいMw9.0のプレート間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比べて、強震部の継続時間が十分に長い保守的な地震動となっていることから、継続時間として妥当なものと評価。



(応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-D)



(例：プレート間地震の地震動評価結果のうち最大加速度が最も大きいケース (Ss1-9) ※)

・他の比較例は補足説明資料②参照。

(水平動)

(鉛直動)

＜加速度時刻歴波形の比較＞

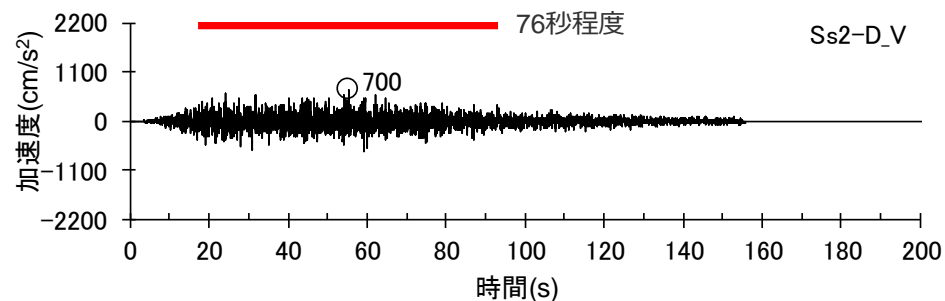
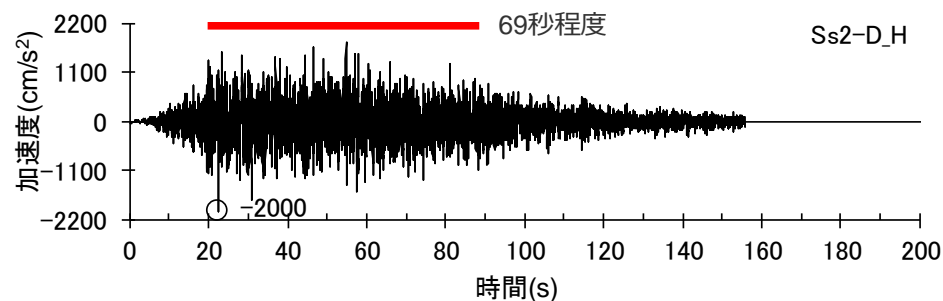
— : 強震部 (概ね加速度が水平動は600cm/s²、鉛直動は300cm/s²以上となる範囲)

※ プレート間地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)、強震動生成域の位置 (直下ケース②) と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層 (御前崎海脚西部の断層帯 (アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル)) への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル、破壊開始点3

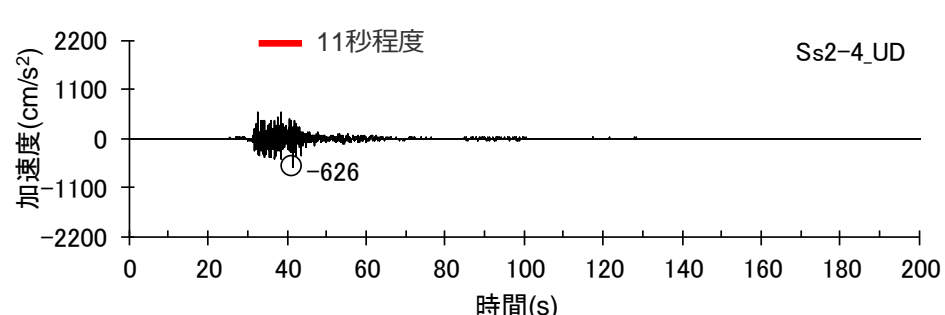
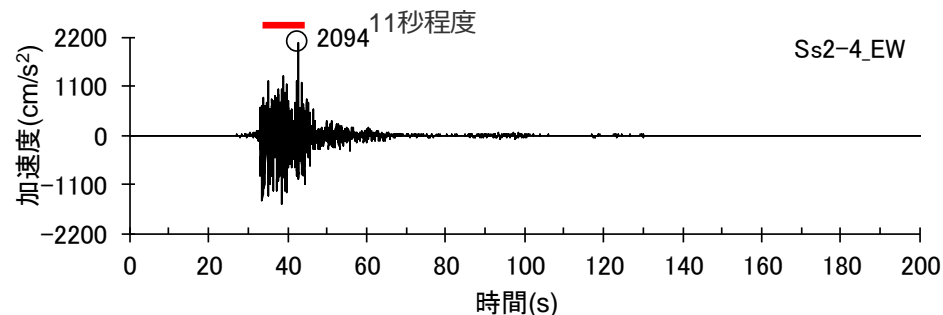
応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-D

(断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の加速度時刻歴波形との比較)

- 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-Dの継続時間の妥当性確認として、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較を実施。
- 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-Dは、地震規模が大きいMw9.0のプレート間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比べて、強震部の継続時間が十分に長い保守的な地震動となっていることから、継続時間として妥当なものと評価。



(応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-D)



(例：プレート間地震の地震動評価結果のうち最大加速度が最も大きいケース (Ss2-4) ※)

・他の比較例は補足説明資料②参照。

(水平動)

(鉛直動)

＜加速度時刻歴波形の比較＞

— : 強震部 (概ね加速度が水平動は1000cm/s²、鉛直動は350m/s²以上となる範囲)

※ プレート間地震 (地震動の顕著な増幅を考慮)、強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層 (御前崎海脚西部の断層帯 (アスベリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル)) への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル、破壊開始点2

余白

目次

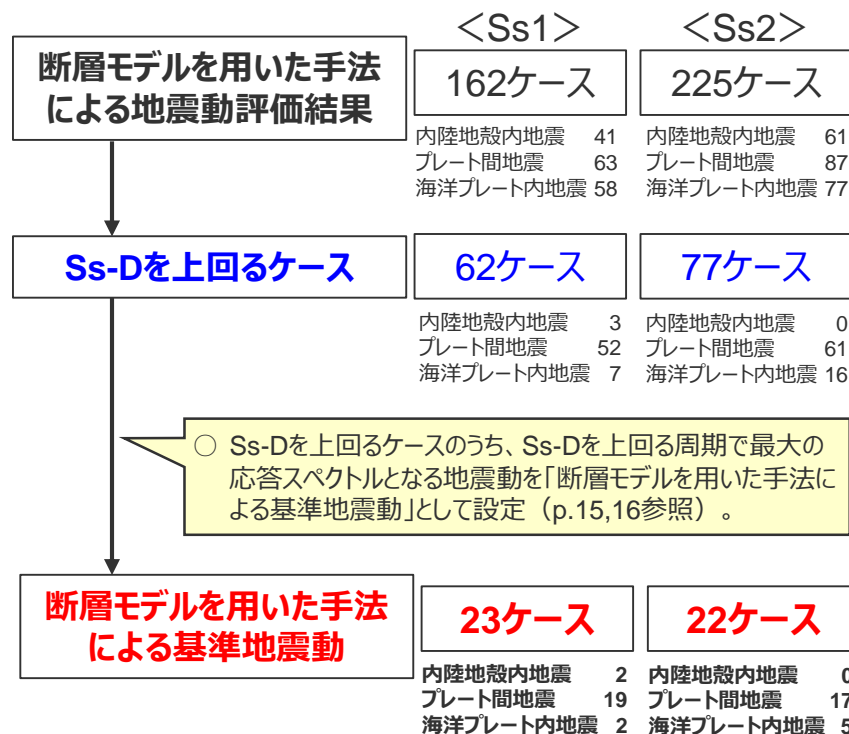
1 概要	……p.4~
2 基準地震動の策定方針	
2.1 基本方針	……p.26~
2.2 地震動の顕著な増幅を踏まえた基準地震動の策定方針	……p.30~
2.3 免震構造の採用を踏まえた基準地震動の策定方針	……p.43~
3 基準地震動の策定	……p.70~
3.1 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動	……p.73~
3.2 断層モデルを用いた手法による基準地震動	……p.100~
3.3 震源を特定せず策定する地震動による基準地震動	……p.118~
4 まとめ	……p.128~
補足説明資料	……p.149~

断層モデルを用いた手法による基準地震動

(策定方針)

【断層モデルを用いた手法による基準地震動の策定方針】

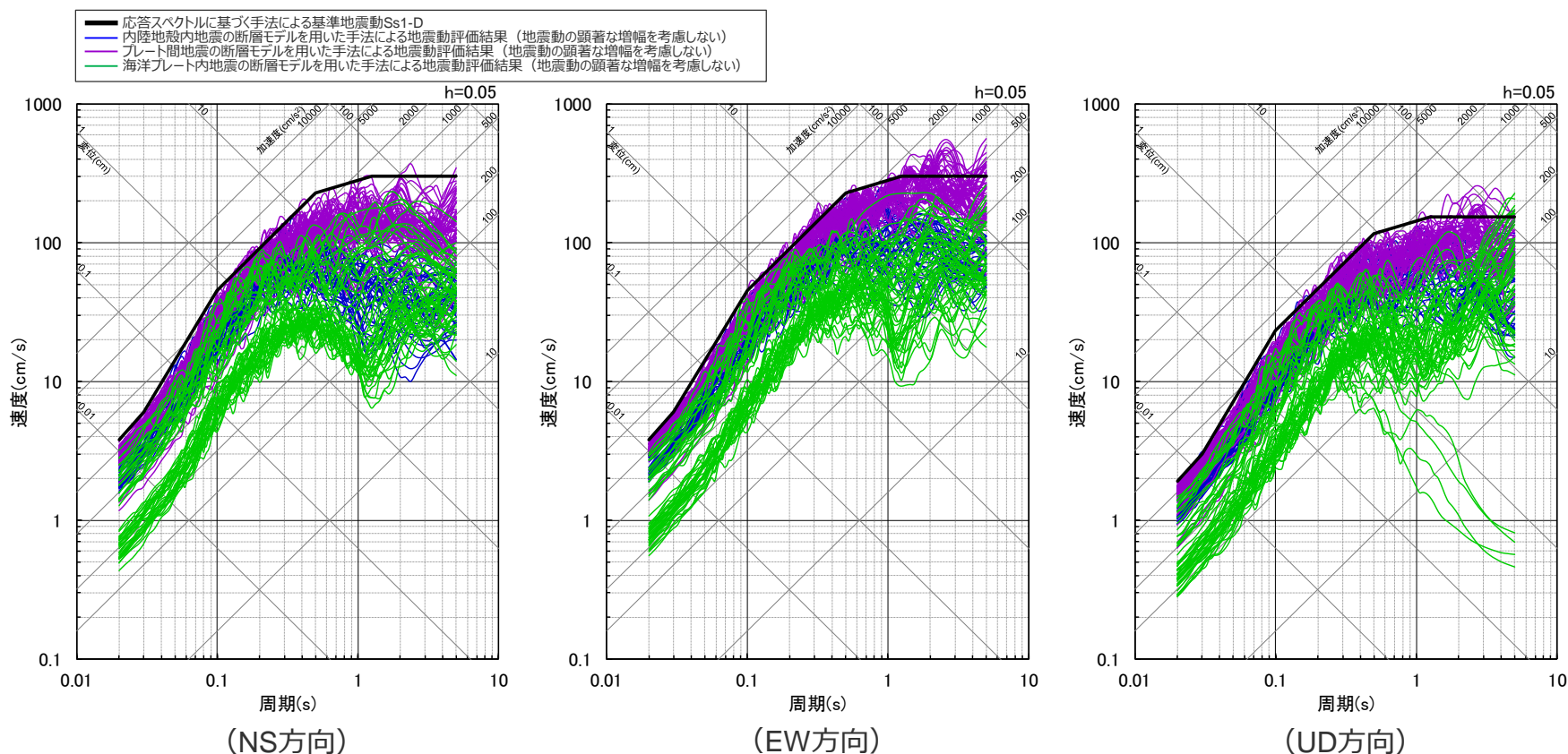
- 断層モデルを用いた手法による基準地震動は、内陸地殻内地震、プレート間地震、海洋プレート内地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果において、応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss-Dを上回るケースを考慮することを基本とする。
- 地震動レベルが大きいケースが施設に大きな影響を与えると考えられることから、Ss-Dを上回るケースのうち、Ss-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動を「断層モデルを用いた手法による基準地震動」として設定。



<断層モデルを用いた手法による基準地震動の策定フロー>

< 3 基準地震動の策定 3.2 断層モデルを用いた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Ss1

○内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震の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において、応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dを上回るケースのうち、Ss1-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動を、断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1として設定する。



< 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応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dとの比較 (応答スペクトル) >

断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1

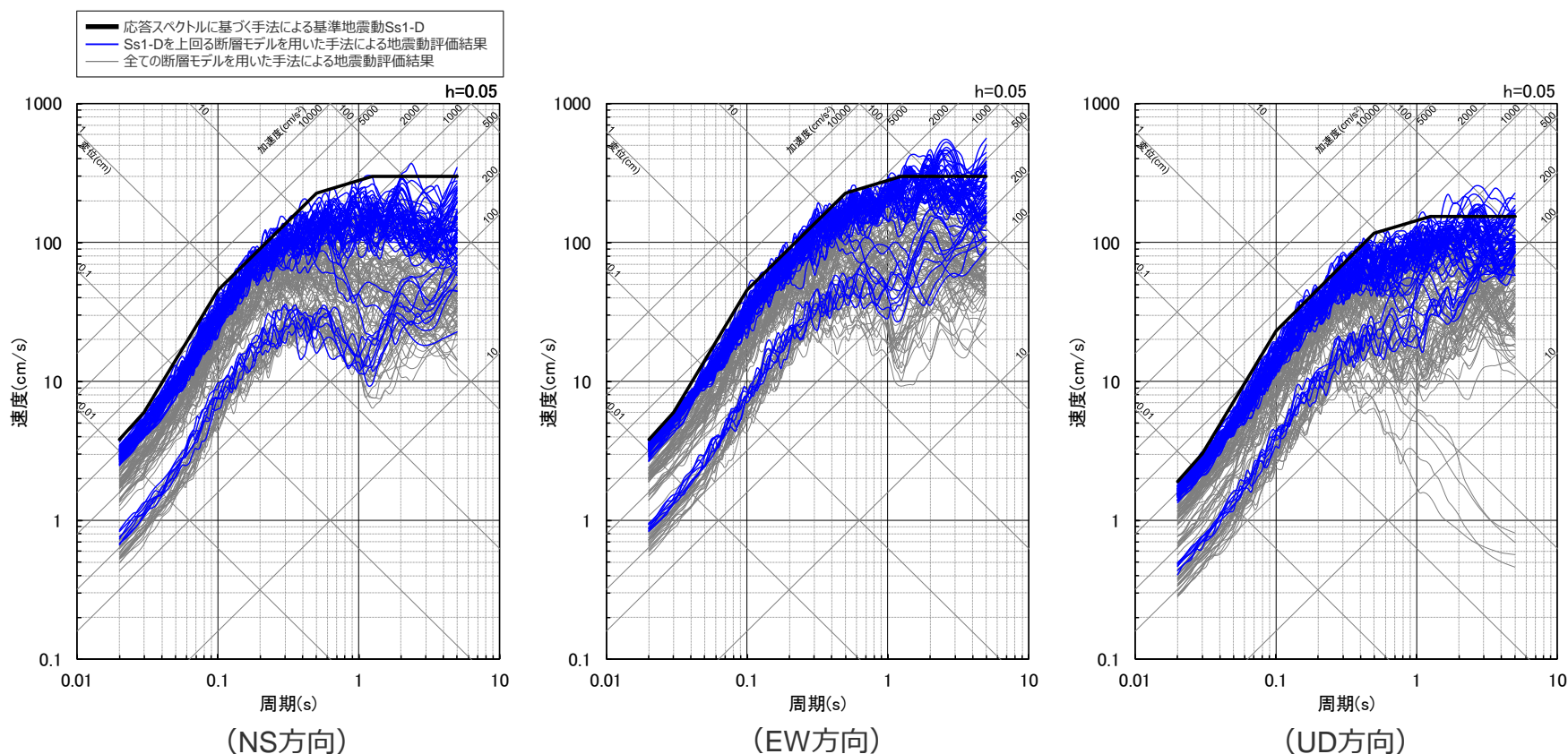
(応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dを上回るケース)

○内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震の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 (162ケース) のうち、応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dを上回るケース (62ケース) ※は下図のとおり。

※Ss1-Dを一部の周期で上回ったものを、ケース (NS、EW、UDのセット) ごとに選定。

基準地震動Ss1-Dを上回るケース

- ・内陸地殻内地震 … 3ケース (地震動評価ケース: 41ケース)
- ・プレート間地震 … 52ケース (地震動評価ケース: 63ケース)
- ・海洋プレート内地震 … 7ケース (地震動評価ケース: 58ケース)

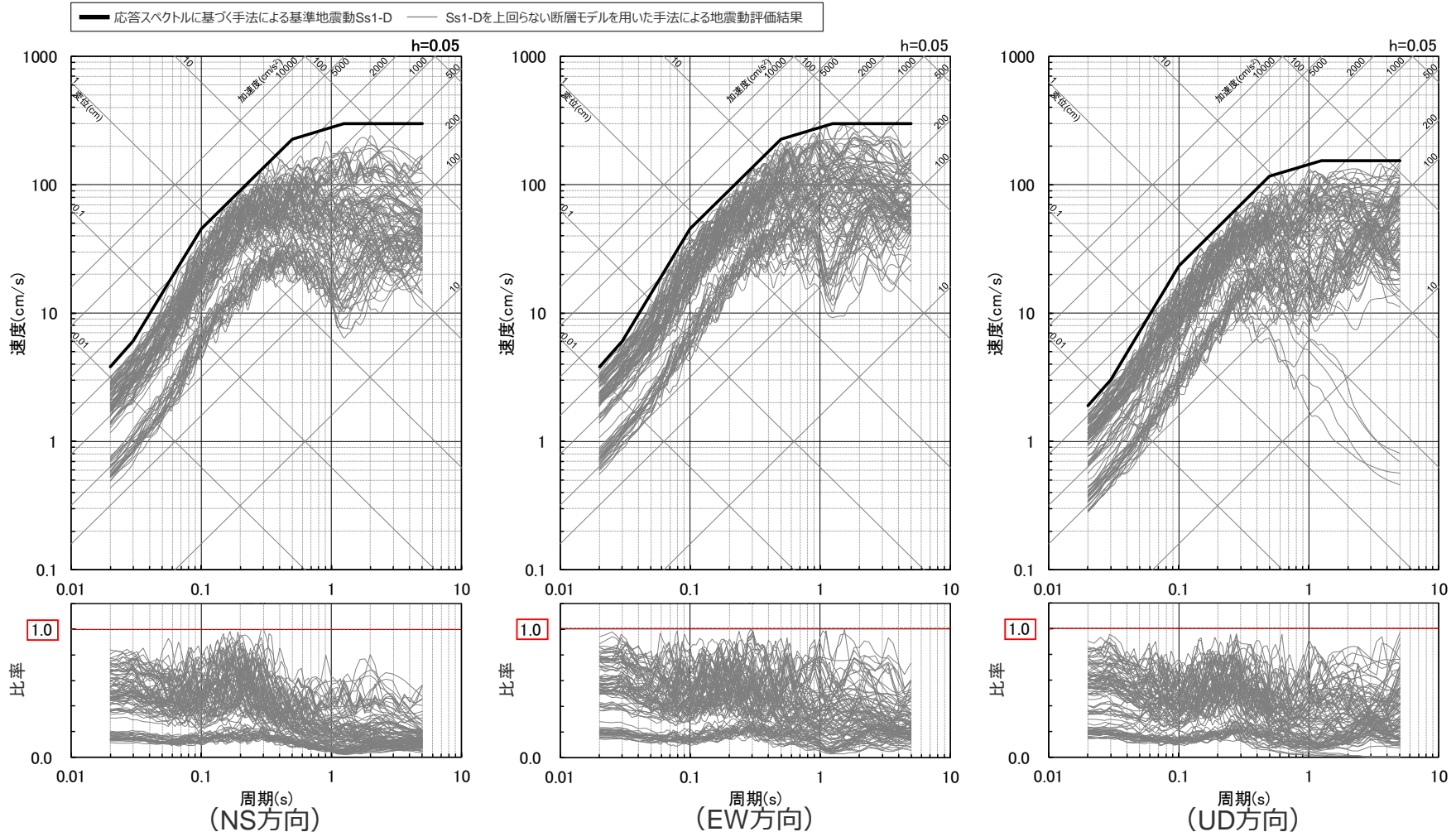


< 各検討用地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果のうち応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dを上回るケース (応答スペクトル) >

断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1

(応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dを上回らないケース)

○ 内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震の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（162ケース）のうち、応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dを上回らないケース（100ケース）について、Ss1-Dとの応答スペクトルの比較を示す。また、Ss1-Dとの応答スペクトルの比率を示す。いずれのケースもSs1-Dを上回らないことを確認した。



＜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のうち応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dを上回らないケース

(上図：応答スペクトル、下図：Ss1-Dに対する応答スペクトル比)＞

断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1

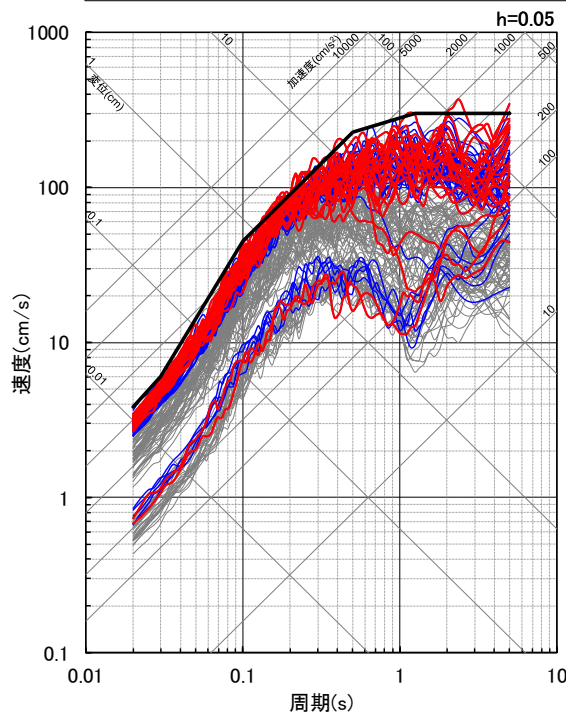
(Ss1-Dを上回るケースのうちSs1-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動)

○ 前述の応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dを上回るケース (62ケース) のうち、Ss1-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動 (23ケース) は下図に示す赤線のとおり。
 ⇒ 上記のSs1-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動 (23ケース) を、断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1 (Ss1-1～Ss1-23) として設定する。

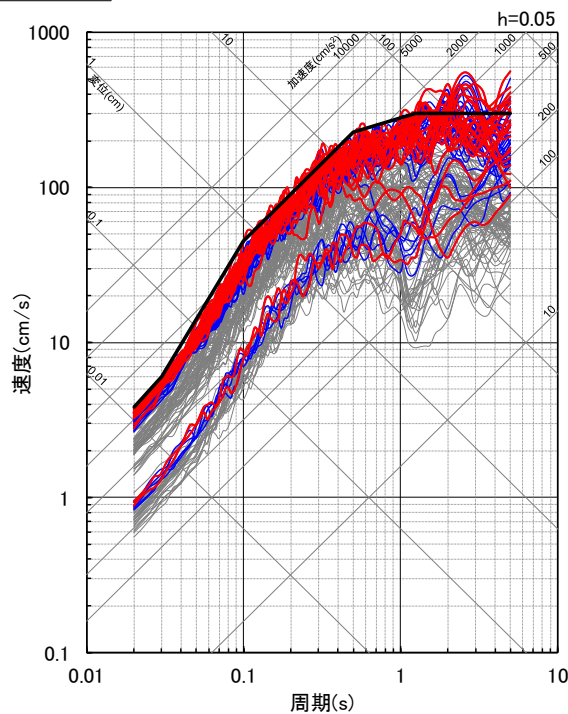
断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1

- ・内陸地殻内地震 … 2ケース (Ss1-Dを上回るケース: 3ケース)
- ・プレート間地震 … 19ケース (Ss1-Dを上回るケース: 52ケース)
- ・海洋プレート内地震 … 2ケース (Ss1-Dを上回るケース: 7ケース)

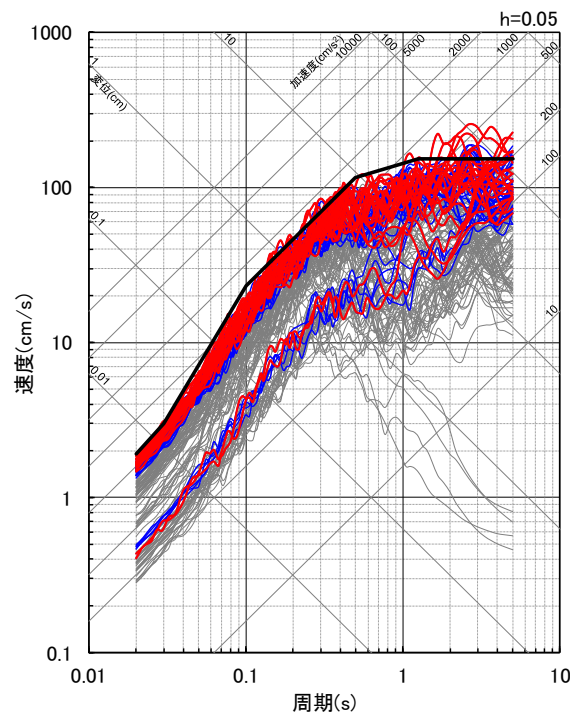
— 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-D
— Ss1-Dを上回るケースのうちSs1-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動
— Ss1-Dを上回る断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
— 全ての断層モデルを用いた手法による地震動評価結果



(NS方向)



(EW方向)



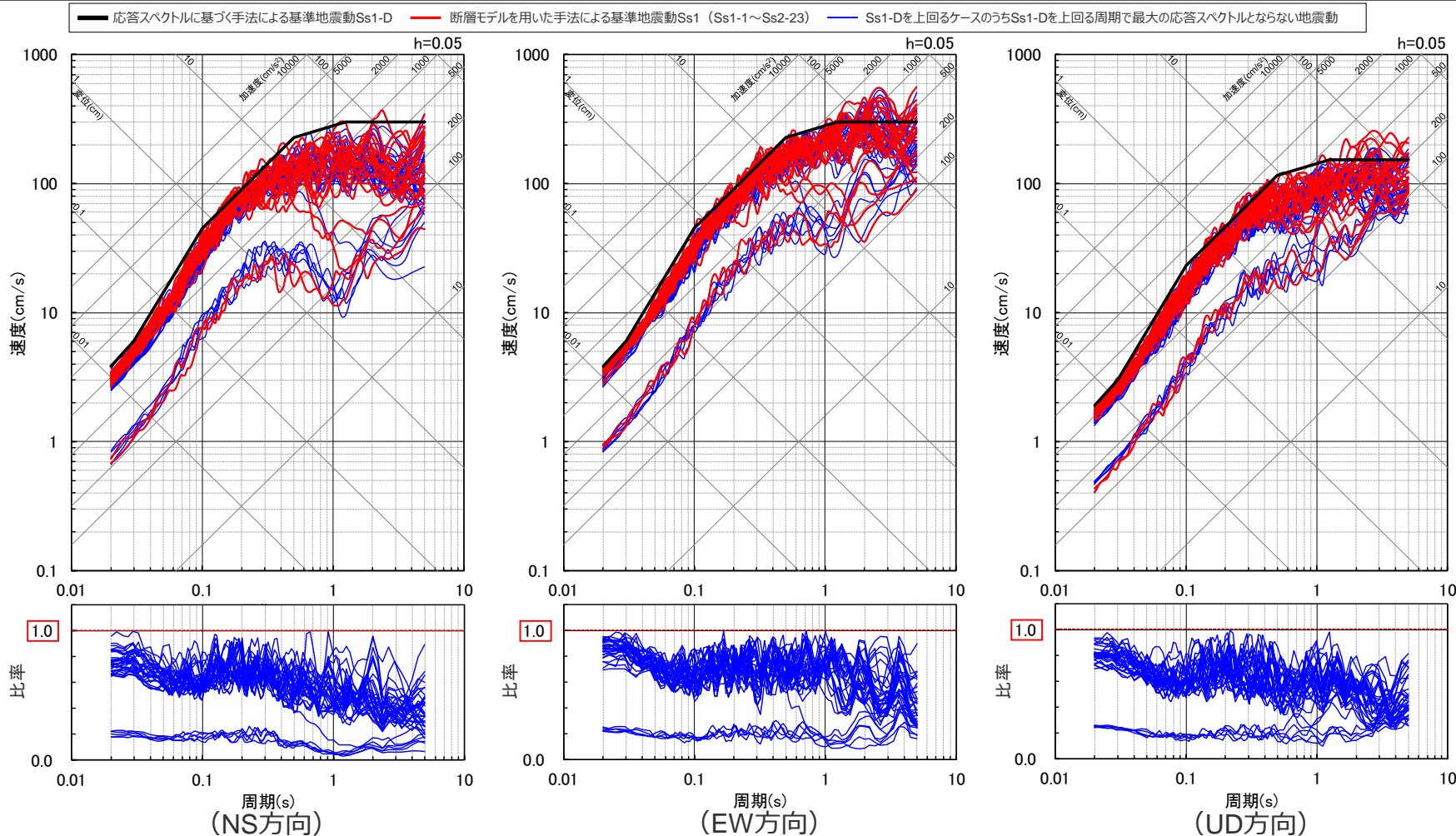
(UD方向)

< Ss1-Dを上回るケースのうちSs1-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動 (応答スペクトル) >

断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1

(Ss1-Dを上回るケースのうちSs1-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとならない地震動)

○ 前述のSs1-Dを上回るケースのうち、Ss1-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとならない地震動（39ケース）について、「Ss1-D及び断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1（Ss1-1～Ss1-23）」との応答スペクトルの比較を示す。また、各ケースについて周期ごとの「Ss1-D及びSs1-1～Ss1-23」の応答スペクトルの最大値に対する比率（p.16 参照）を示す。いずれのケースも「Ss1-D及び断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1（Ss1-1～Ss1-23）」を上回らないことを確認した。



< Ss1-Dを上回るケースのうちSs1-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとならない地震動（上図：応答スペクトル、下図：最大値に対する比率） >

断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1

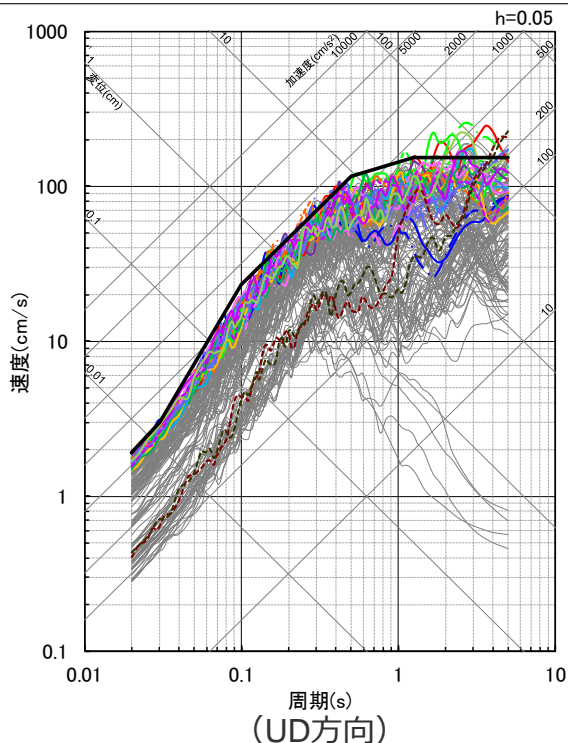
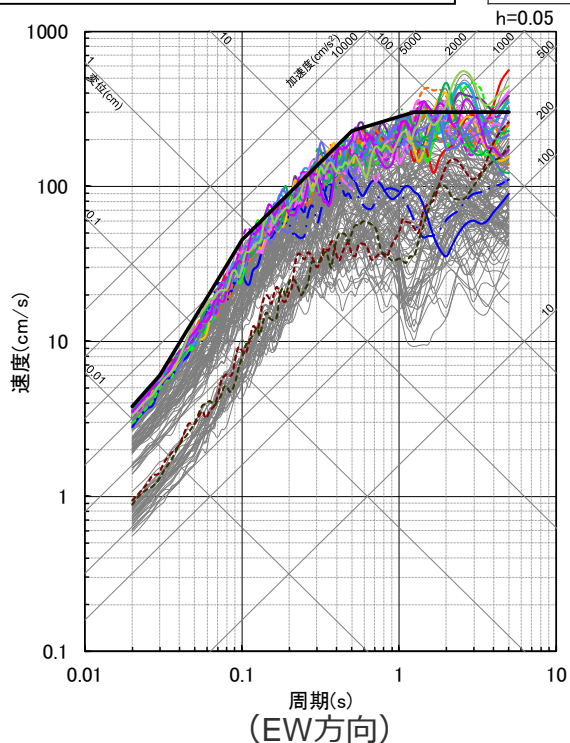
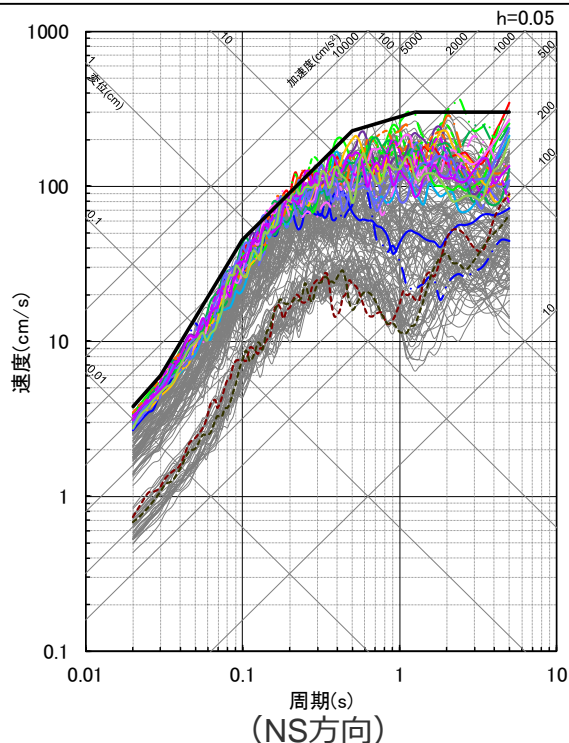
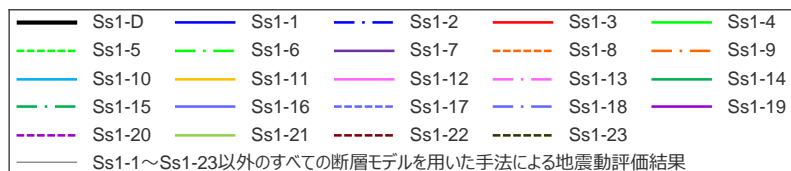
(断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1 (Ss1-1~Ss1-23))

【断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1】

○断層モデルを用いた手法による地震動評価結果において、応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1-Dを上回るケースのうち、Ss1-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動 (23ケース) を、断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1 (Ss1-1~Ss1-23) として設定。

○断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1として、Ss1-1~Ss1-23を設定。

- ・ Ss1-1~Ss1-2 : 内陸地殻内地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)
- ・ Ss1-3~Ss1-21 : プレート間地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)
- ・ Ss1-22~Ss1-23 : 海洋プレート内地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)



<断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1 (Ss1-1~Ss1-23) (応答スペクトル) >

< 3 基準地震動の策定 3.2 断層モデルを用いた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Ss1

(断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1 (Ss1-1～Ss1-23))

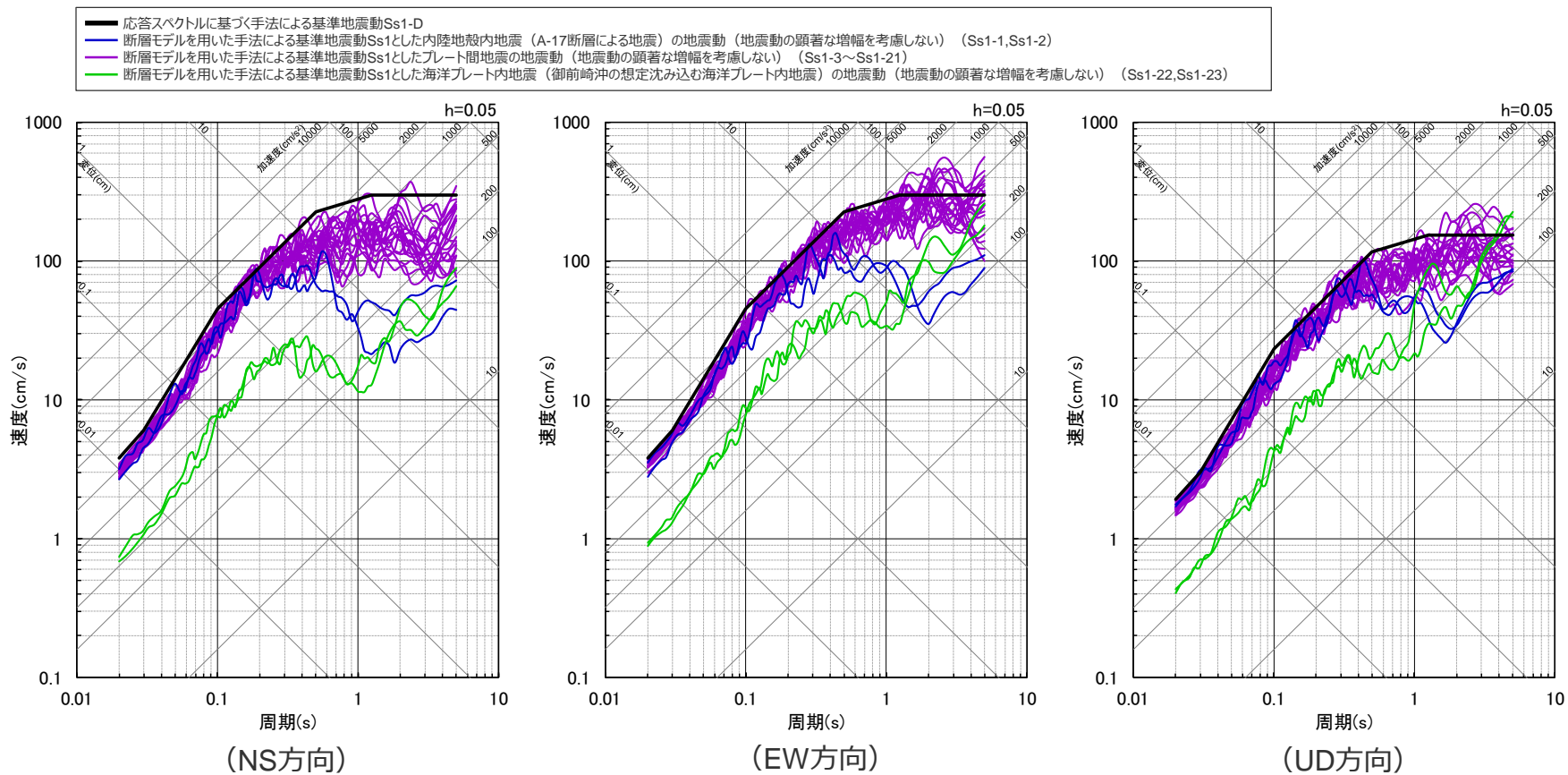
黒色：応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1、 青色：断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1とした内陸地殻内地震の地震動（地震動の顕著な増幅を考慮しない）、
 紫色：断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1としたプレート間地震の地震動（地震動の顕著な増幅を考慮しない）、
 緑色：断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1とした海洋プレート内地震の地震動（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

Ss1	地震動評価におけるケース名称等	最大加速度(cm/s ²)		
		NS方向	EW方向	UD方向
Ss1-D	応答スペクトルに基づく手法による基準地震動	1200		600
Ss1-1	内陸地殻内地震 (A-17断層による地震) (地震動の顕著な増幅を考慮しない)、アスベリティの応力降下量と断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル、破壊開始点1	838	879	552
Ss1-2	内陸地殻内地震 (A-17断層による地震) (地震動の顕著な増幅を考慮しない)、アスベリティの応力降下量と断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル、破壊開始点3	996	1115	535
Ss1-3	プレート間地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)、強震動生成域の位置 (直下ケース①) と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさを考慮した震源モデル、破壊開始点1	976	1105	524
Ss1-4	プレート間地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)、強震動生成域の位置 (直下ケース②) と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさを考慮した震源モデル、破壊開始点1	1069	1106	579
Ss1-5	プレート間地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)、強震動生成域の位置 (直下ケース②) と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさを考慮した震源モデル、破壊開始点2	1057	932	561
Ss1-6	プレート間地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)、強震動生成域の位置 (直下ケース②) と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさを考慮した震源モデル、破壊開始点3	1031	1170	513
Ss1-7	プレート間地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)、強震動生成域の位置 (直下ケース①) と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層 (御前崎海脚西部の断層帯 (アスベリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル)) への破壊伝播に係る不確かさを考慮した震源モデル、破壊開始点1	1046	1103	554
Ss1-8	プレート間地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)、強震動生成域の位置 (直下ケース②) と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層 (御前崎海脚西部の断層帯 (アスベリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル)) への破壊伝播に係る不確かさを考慮した震源モデル、破壊開始点2	1090	1098	510
Ss1-9	プレート間地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)、強震動生成域の位置 (直下ケース②) と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層 (御前崎海脚西部の断層帯 (アスベリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル)) への破壊伝播に係る不確かさを考慮した震源モデル、破壊開始点3	996	1173	551
Ss1-10	プレート間地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)、強震動生成域の位置 (直下ケース①) と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層 (御前崎海脚西部の断層帯 (アスベリティの数の不確かさを考慮した震源モデル)) への破壊伝播に係る不確かさを考慮した震源モデル、破壊開始点1	938	1128	475
Ss1-11	プレート間地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)、強震動生成域の位置 (直下ケース②) と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層 (御前崎海脚西部の断層帯 (アスベリティの数の不確かさを考慮した震源モデル)) への破壊伝播に係る不確かさを考慮した震源モデル、破壊開始点1	912	1060	461
Ss1-12	プレート間地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)、強震動生成域の位置 (直下ケース①) と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層 (A-17断層 (アスベリティの応力降下量と破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル)) への破壊伝播に係る不確かさを考慮した震源モデル、破壊開始点1	1027	1058	527
Ss1-13	プレート間地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)、強震動生成域の位置 (直下ケース①) と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層 (A-17断層 (アスベリティの応力降下量と破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル)) への破壊伝播に係る不確かさを考慮した震源モデル、破壊開始点3	947	1026	522
Ss1-14	プレート間地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)、強震動生成域の位置 (直下ケース②) と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層 (A-17断層 (アスベリティの応力降下量と破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル)) への破壊伝播に係る不確かさを考慮した震源モデル、破壊開始点1	981	1107	468
Ss1-15	プレート間地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)、強震動生成域の位置 (直下ケース②) と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層 (A-17断層 (アスベリティの応力降下量と破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル)) への破壊伝播に係る不確かさを考慮した震源モデル、破壊開始点3	939	1121	515
Ss1-16	プレート間地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)、強震動生成域の位置 (直下ケース①) と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層 (A-17断層 (アスベリティの応力降下量と断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル)) への破壊伝播に係る不確かさを考慮した震源モデル、破壊開始点1	921	1099	507
Ss1-17	プレート間地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)、強震動生成域の位置 (直下ケース①) と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層 (A-17断層 (アスベリティの応力降下量と断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル)) への破壊伝播に係る不確かさを考慮した震源モデル、破壊開始点2	852	1016	519
Ss1-18	プレート間地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)、強震動生成域の位置 (直下ケース①) と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層 (A-17断層 (アスベリティの応力降下量と断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル)) への破壊伝播に係る不確かさを考慮した震源モデル、破壊開始点3	883	1027	502
Ss1-19	プレート間地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)、強震動生成域の位置 (直下ケース②) と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層 (A-17断層 (アスベリティの応力降下量と断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル)) への破壊伝播に係る不確かさを考慮した震源モデル、破壊開始点1	972	1093	586
Ss1-20	プレート間地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)、強震動生成域の位置 (直下ケース②) と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層 (A-17断層 (アスベリティの応力降下量と断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル)) への破壊伝播に係る不確かさを考慮した震源モデル、破壊開始点2	1037	1033	489
Ss1-21	プレート間地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)、強震動生成域の位置 (直下ケース①) と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層 (A-17断層 (破壊伝播速度と断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル)) への破壊伝播に係る不確かさを考慮した震源モデル、破壊開始点1	866	1035	531
Ss1-22	海洋プレート内地震 (御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震) (地震動の顕著な増幅を考慮しない)、破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル (断層位置及び強震動生成域の形状の不確かさを考慮した震源モデルに基づく)、破壊開始点2	231	295	127
Ss1-23	海洋プレート内地震 (御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震) (地震動の顕著な増幅を考慮しない)、断層傾斜角の不確かさ (30°) を考慮した震源モデル (断層位置及び強震動生成域の形状の不確かさを考慮した震源モデルに基づく)、破壊開始点2	214	278	136

断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1

(断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1 (Ss1-1~Ss1-23))

○参考)に、断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1について、地震タイプごとの応答スペクトルを下図に示す。

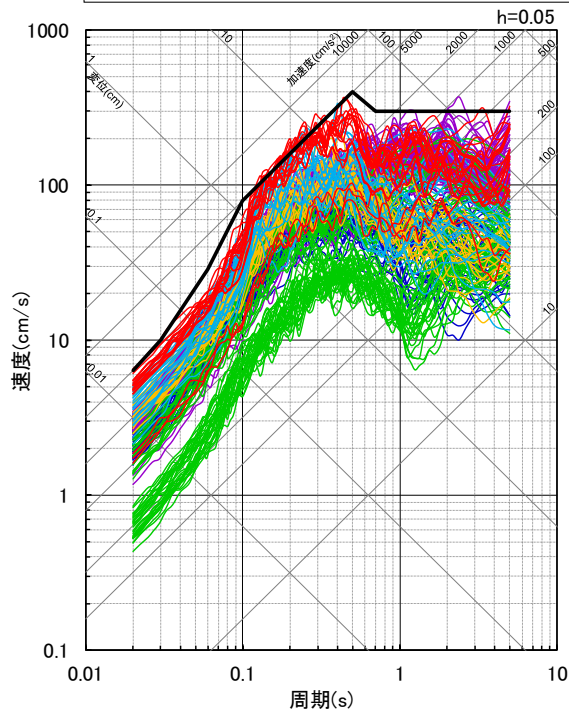


<断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1 (Ss1-1~Ss1-23) (応答スペクトル) >

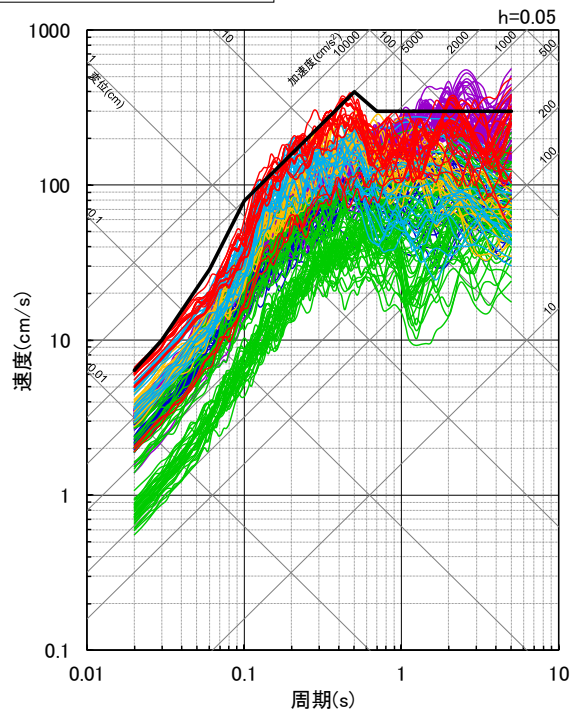
< 3 基準地震動の策定 3.2 断層モデルを用いた手法による基準地震動 > 断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2

○内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震の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（地震動の顕著な増幅を考慮、地震動の顕著な増幅を考慮しない）において、応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-Dを上回るケースのうち、Ss2-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動を、断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2として設定する。

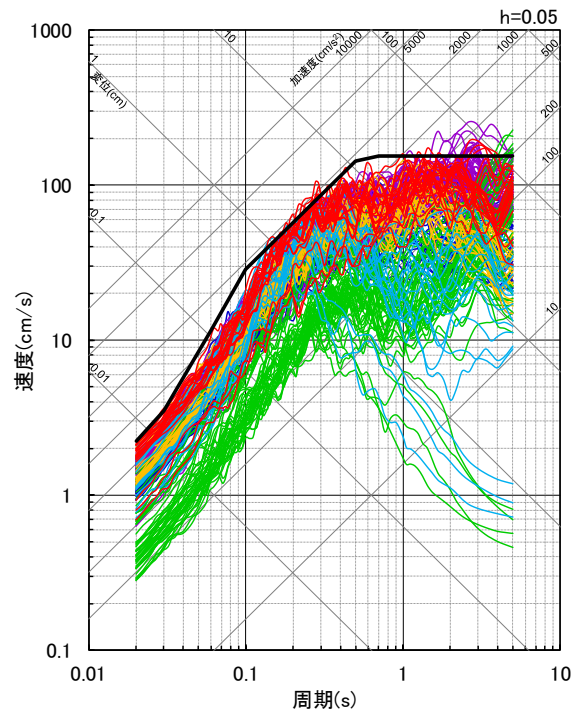
- 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-D
- 内陸地殻内地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
- プレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
- 海洋プレート内地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
- 内陸地殻内地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮）
- プレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮）
- 海洋プレート内地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮）



(NS方向)



(EW方向)



(UD方向)

< 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応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-Dとの比較（応答スペクトル） >

断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2

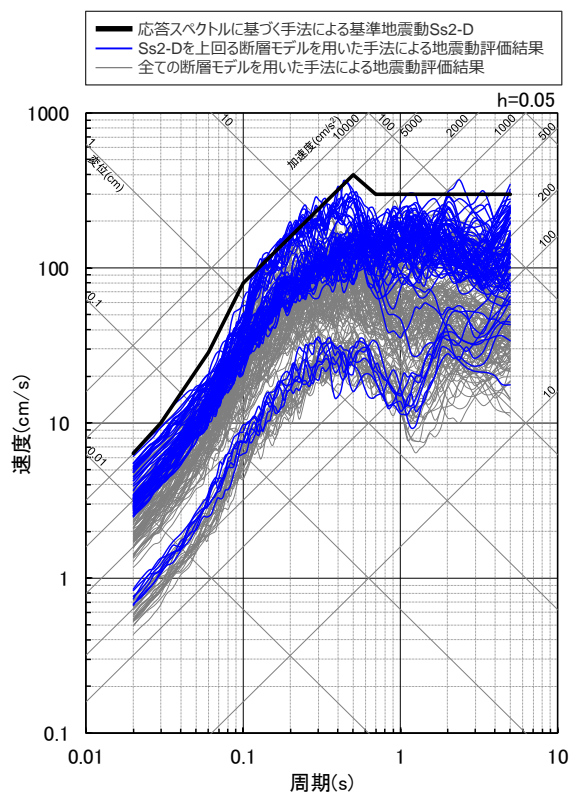
(応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-Dを上回るケース)

○内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震の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（地震動の顕著な増幅を考慮、地震動の顕著な増幅を考慮しない）（225ケース）のうち、応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-Dを上回るケース（77ケース）※は下図のとおり。

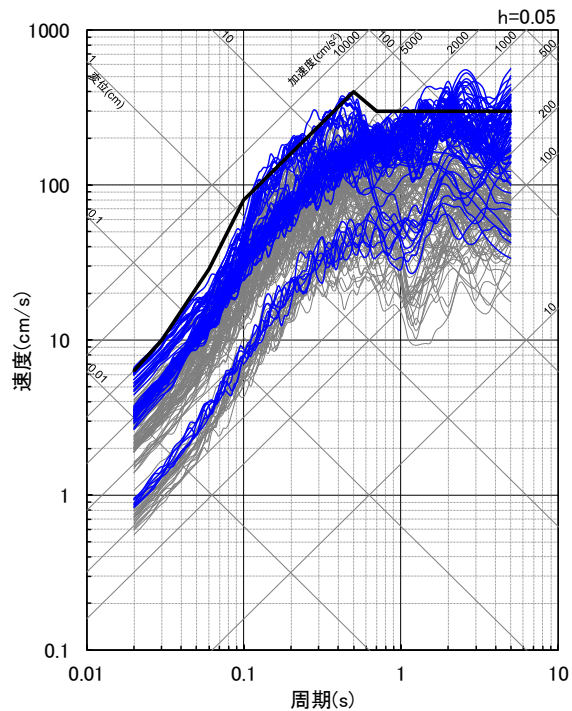
※Ss2-Dを一部の周期で上回ったものを、ケース（NS、EW、UDのセット）ごとに選定。

基準地震動Ss2-Dを上回るケース

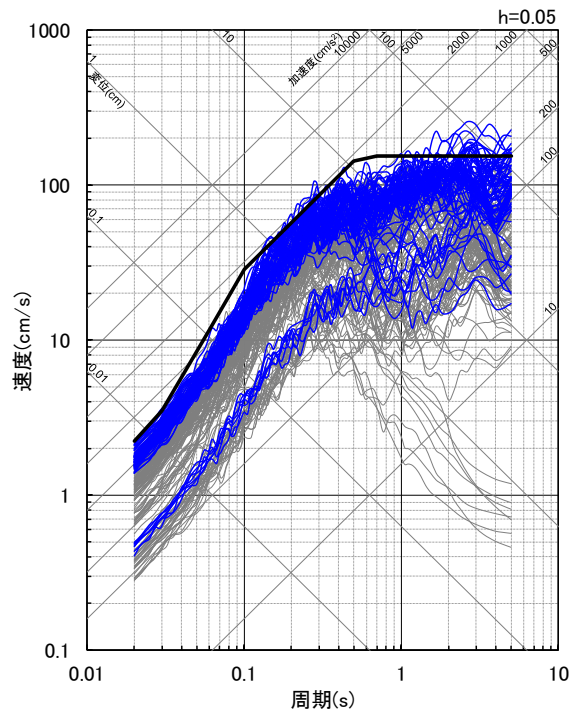
- ・内陸地殻内地震 … 0ケース（地震動評価ケース：61ケース）
- ・プレート間地震 … 61ケース（地震動評価ケース：87ケース）
- ・海洋プレート内地震 … 16ケース（地震動評価ケース：77ケース）



(NS方向)



(EW方向)



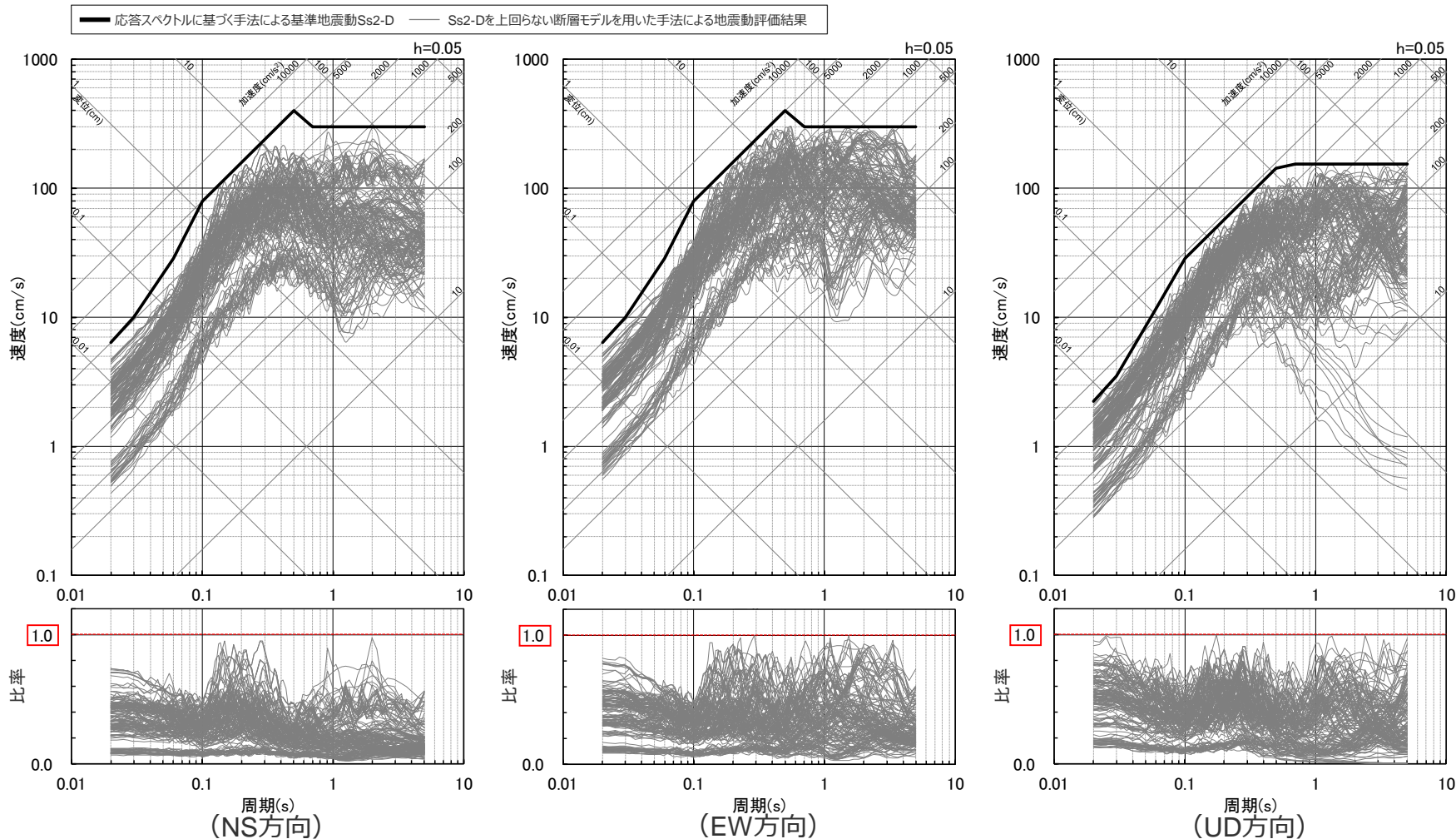
(UD方向)

＜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のうち応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-Dを上回るケース（応答スペクトル）＞

断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2

(応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-Dを上回らないケース)

○ 内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震の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（地震動の顕著な増幅を考慮、地震動の顕著な増幅を考慮しない）（225ケース）のうち、応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-Dを上回らないケース（148ケース）について、Ss2-Dとの応答スペクトルの比較を示す。また、Ss2-Dとの応答スペクトルの比率を示す。いずれのケースもSs2-Dを上回らないことを確認した。



< 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のうち応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-Dを上回らないケース

(上図：応答スペクトル、下図：Ss2-Dに対する応答スペクトル比) >

断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2

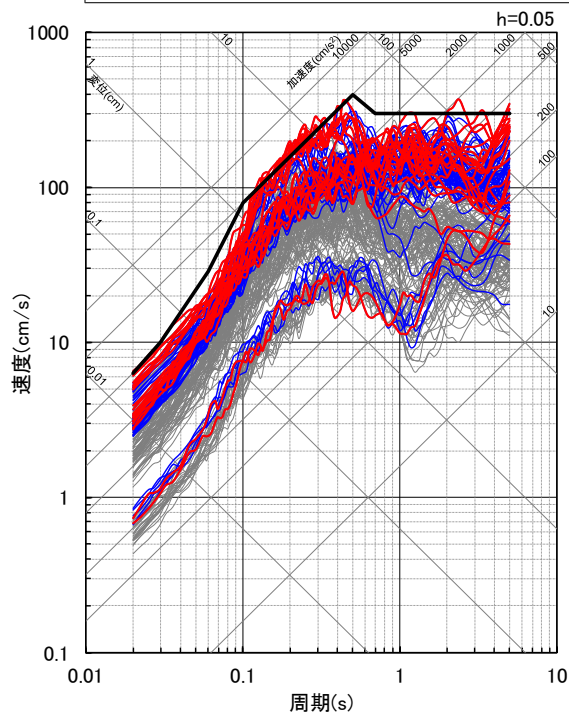
(Ss2-Dを上回るケースのうちSs2-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動)

○ 前述の応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-Dを上回るケース（77ケース）のうち、Ss2-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動（22ケース）は下図に示す赤線のとおり。
 ⇒ 上記のSs2-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動（22ケース）を、断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2（Ss2-1～Ss2-22）として設定する。

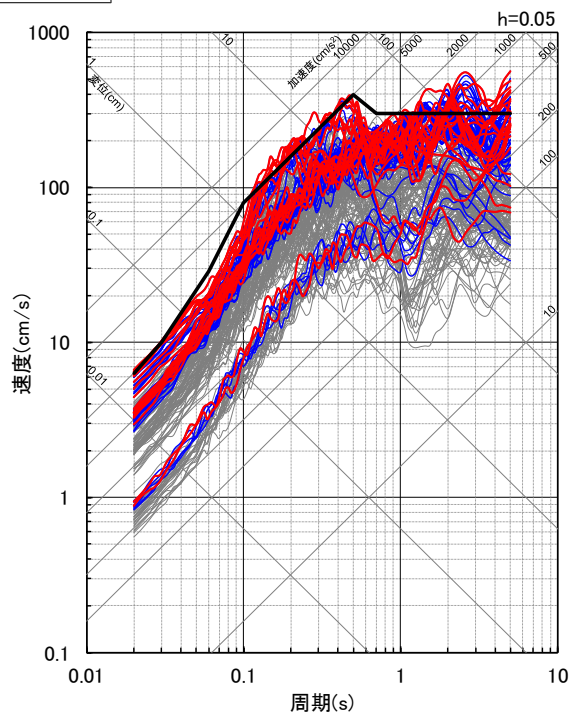
断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2

- ・内陸地殻内地震 …… 0ケース（Ss2-Dを上回るケース：0ケース）
- ・プレート間地震 …… 17ケース（Ss2-Dを上回るケース：61ケース）
- ・海洋プレート内地震 …… 5ケース（Ss2-Dを上回るケース：16ケース）

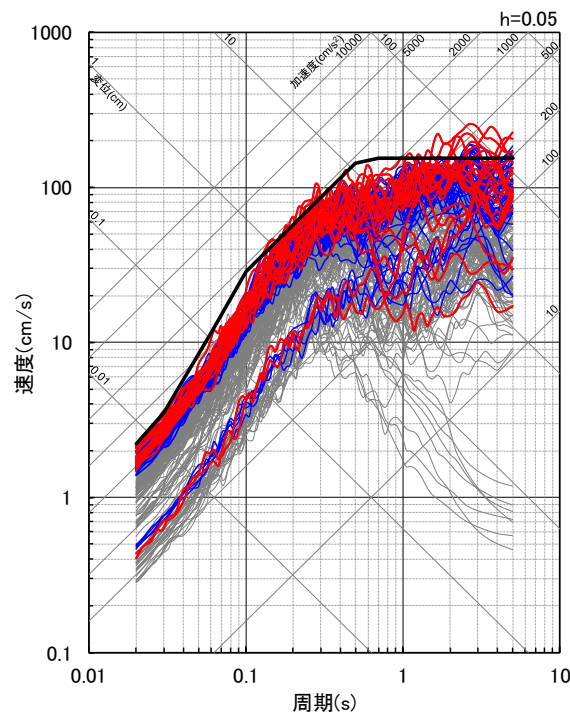
— 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-D
— Ss2-Dを上回るケースのうちSs2-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動
— Ss2-Dを上回る断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
— 全ての断層モデルを用いた手法による地震動評価結果



(NS方向)



(EW方向)



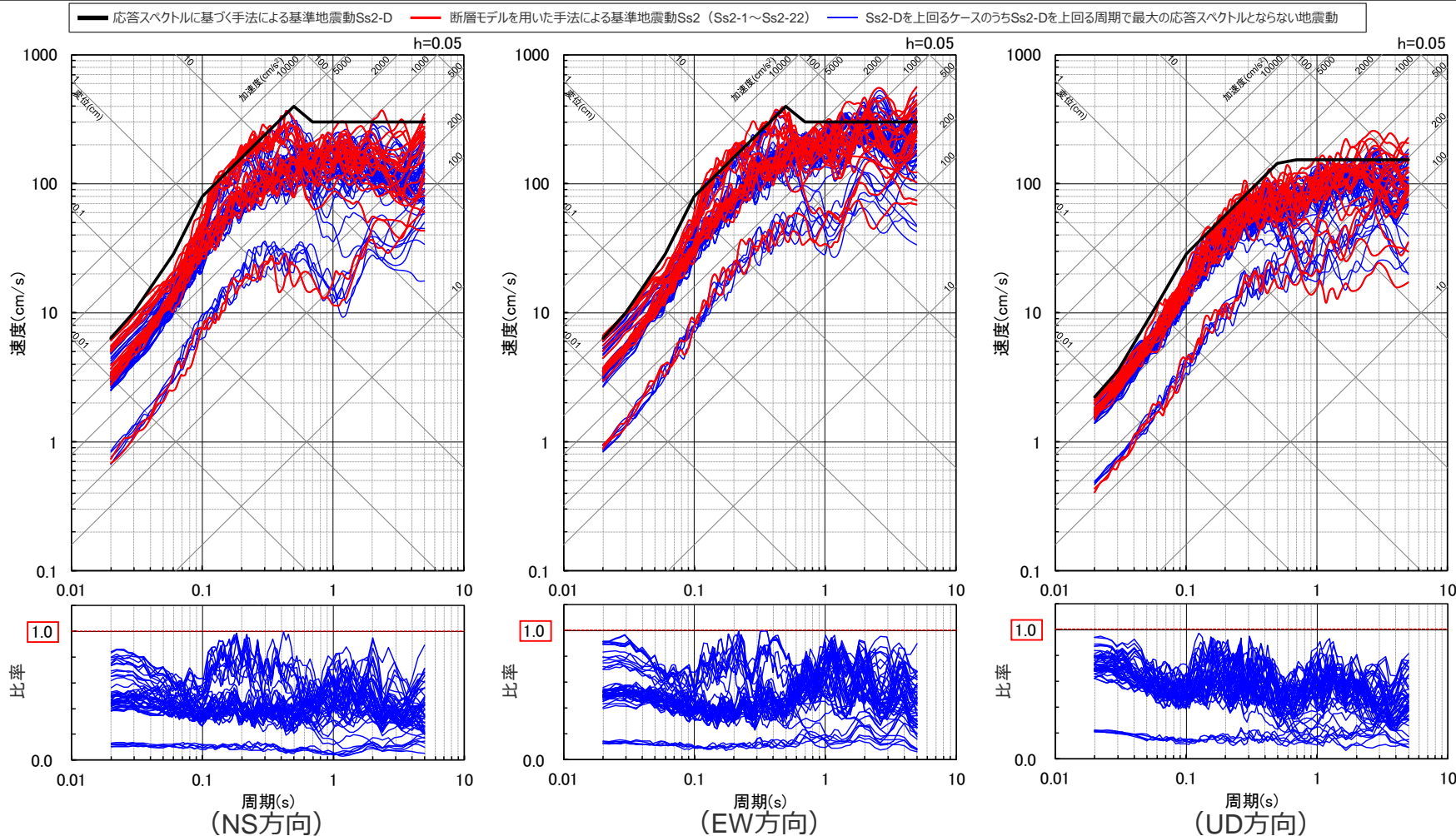
(UD方向)

＜Ss2-Dを上回るケースのうちSs2-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動（応答スペクトル）＞

断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1

(Ss2-Dを上回るケースのうちSs2-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとならない地震動)

○ 前述のSs2-Dを上回るケースのうち、Ss2-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとならない地震動（55ケース）について、「Ss2-D及び断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2（Ss2-1～Ss2-22）」との応答スペクトルの比較を示す。また、各ケースについて周期ごとの「Ss2-D及びSs2-1～Ss2-22」の応答スペクトルの最大値に対する比率（p.16 参照）を示す。いずれのケースも「Ss2-D及び断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2（Ss2-1～Ss2-22）」を上回らないことを確認した。



< Ss2-Dを上回るケースのうちSs2-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとならない地震動（上図：応答スペクトル、下図：最大値に対する比率） >

断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2

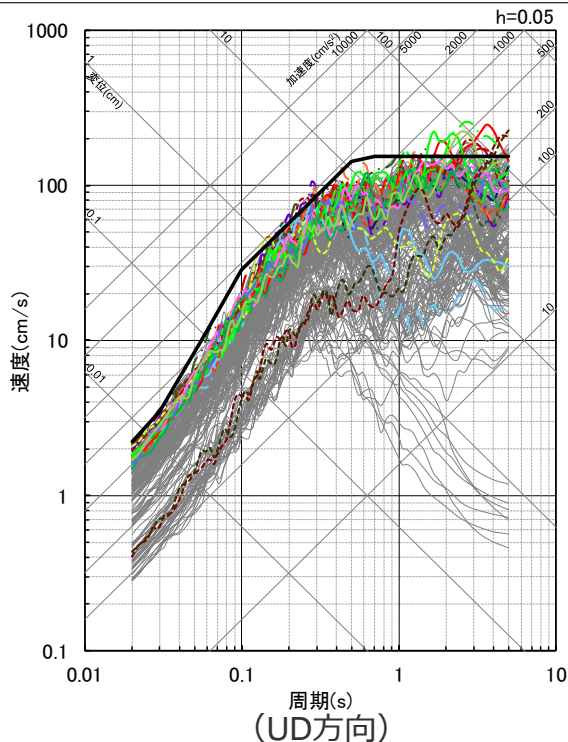
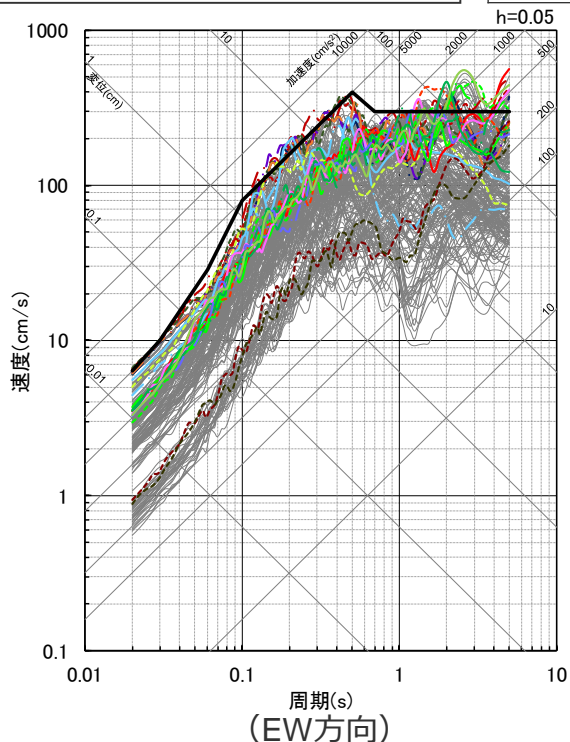
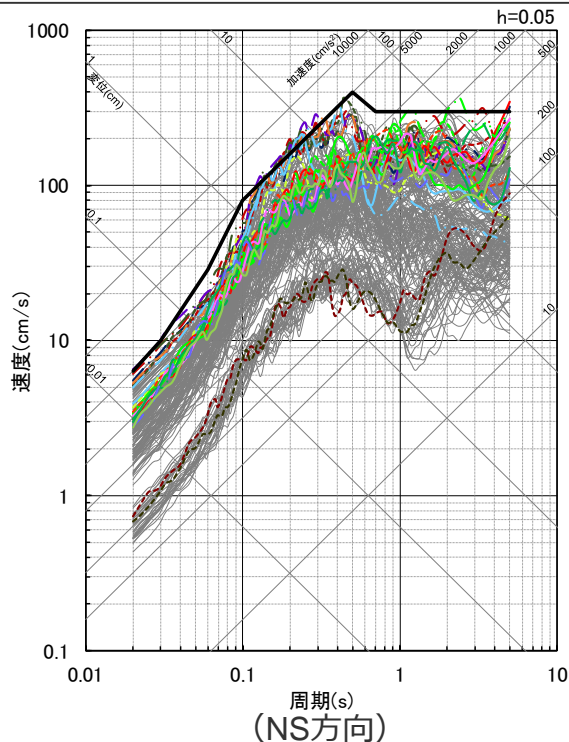
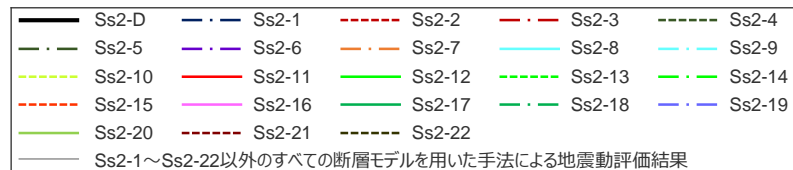
(断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2 (Ss2-1～Ss2-22))

【断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2】

○断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮、地震動の顕著な増幅を考慮しない）において、応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-Dを上回るケースのうち、Ss2-Dを上回る周期で最大の応答スペクトルとなる地震動（22ケース）を、断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2（Ss2-1～Ss2-22）として設定。

○断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2として、Ss2-1～Ss2-22を設定。

- Ss2-1～Ss2-7：プレート間地震（地震動の顕著な増幅を考慮）
- Ss2-8～Ss2-10：海洋プレート内地震（地震動の顕著な増幅を考慮）
- Ss2-11～Ss2-20：プレート間地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
- Ss2-21～Ss2-22：海洋プレート内地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）



<断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2 (Ss2-1～Ss2-22) (応答スペクトル) >

< 3 基準地震動の策定 3.2 断層モデルを用いた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Ss2

(断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2 (Ss2-1～Ss2-22))

黒色：応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2、赤色：断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2としたプレート間地震の地震動（地震動の顕著な増幅を考慮）、
 水色：断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2とした海洋プレート内地震の地震動（地震動の顕著な増幅を考慮）、紫色：断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2としたプレート間地震の地震動（地震動の顕著な増幅を考慮しない）、
 緑色：断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2とした海洋プレート内地震の地震動（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

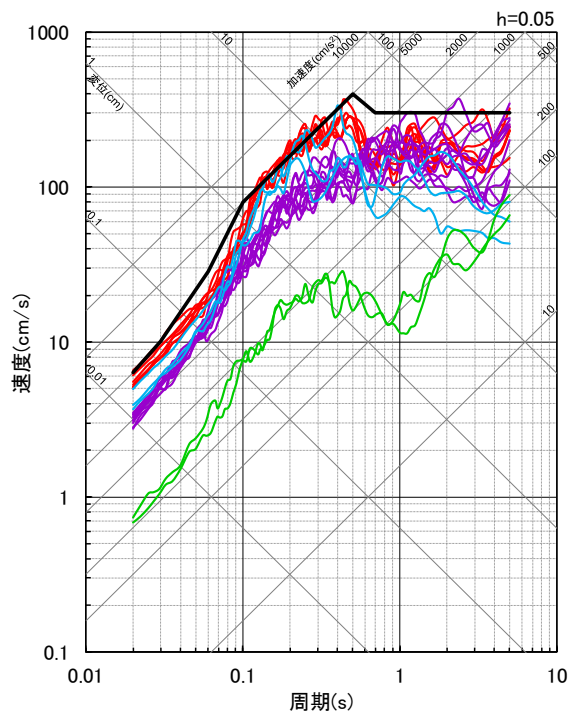
Ss2	地震動評価におけるケース名称等	最大加速度(cm/s ²)		
		NS方向	EW方向	UD方向
Ss2-D	応答スペクトルに基づく手法による基準地震動	2000		700
Ss2-1	プレート間地震（地震動の顕著な増幅を考慮）、強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル、破壊開始点3	1734	1903	566
Ss2-2	プレート間地震（地震動の顕著な増幅を考慮）、強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル、破壊開始点2	1612	2048	609
Ss2-3	プレート間地震（地震動の顕著な増幅を考慮）、強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル、破壊開始点3	1916	2049	669
Ss2-4	プレート間地震（地震動の顕著な増幅を考慮）、強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル、破壊開始点2	1608	2094	626
Ss2-5	プレート間地震（地震動の顕著な増幅を考慮）、強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル、破壊開始点3	1967	1923	668
Ss2-6	プレート間地震（地震動の顕著な増幅を考慮）、強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル、破壊開始点3	2052	1937	630
Ss2-7	プレート間地震（地震動の顕著な増幅を考慮）、強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル、破壊開始点3	1665	1933	550
Ss2-8	海洋プレート内地震（敷地下方の想定スラブ内地震）（地震動の顕著な増幅を考慮）、地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）、破壊開始点1	1233	1750	532
Ss2-9	海洋プレート内地震（敷地下方の想定スラブ内地震）（地震動の顕著な増幅を考慮）、地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）、破壊開始点3	1564	1393	492
Ss2-10	海洋プレート内地震（敷地下方の想定スラブ内地震）（地震動の顕著な増幅を考慮）、震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）、破壊開始点2	1161	1577	653
Ss2-11 (Ss1-3)	プレート間地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）、強震動生成域の位置（直下ケース①）と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル、破壊開始点1	976	1105	524
Ss2-12 (Ss1-4)	プレート間地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）、強震動生成域の位置（直下ケース②）と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル、破壊開始点1	1069	1106	579
Ss2-13 (Ss1-5)	プレート間地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）、強震動生成域の位置（直下ケース②）と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル、破壊開始点2	1057	932	561
Ss2-14 (Ss1-6)	プレート間地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）、強震動生成域の位置（直下ケース②）と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル、破壊開始点3	1031	1170	513
Ss2-15 (Ss1-8)	プレート間地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）、強震動生成域の位置（直下ケース②）と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル、破壊開始点2	1090	1098	510
Ss2-16 (Ss1-12)	プレート間地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）、強震動生成域の位置（直下ケース①）と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（A-17断層（アスペリティの応力降下量と破壊伝播速度の不確かさの組合せを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル、破壊開始点1	1027	1058	527
Ss2-17 (Ss1-14)	プレート間地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）、強震動生成域の位置（直下ケース②）と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（A-17断層（アスペリティの応力降下量と破壊伝播速度の不確かさの組合せを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル、破壊開始点1	981	1107	468
Ss2-18 (Ss1-15)	プレート間地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）、強震動生成域の位置（直下ケース②）と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（A-17断層（アスペリティの応力降下量と破壊伝播速度の不確かさの組合せを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル、破壊開始点3	939	1121	515
Ss2-19 (Ss1-18)	プレート間地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）、強震動生成域の位置（直下ケース①）と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（A-17断層（アスペリティの応力降下量と断層傾斜角の不確かさの組合せを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル、破壊開始点3	883	1027	502
Ss2-20 (Ss1-21)	プレート間地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）、強震動生成域の位置（直下ケース①）と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（A-17断層（破壊伝播速度と断層傾斜角の不確かさの組合せを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル、破壊開始点1	866	1035	531
Ss2-21 (Ss1-22)	海洋プレート内地震（御前崎沖の想定沈み込み海洋プレート内地震）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）、破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル（断層位置及び強震動生成域の形状の不確かさを考慮した震源モデルに基づく）、破壊開始点2	231	295	127
Ss2-22 (Ss1-23)	海洋プレート内地震（御前崎沖の想定沈み込み海洋プレート内地震）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）、断層傾斜角の不確かさ（30°）を考慮した震源モデル（断層位置及び強震動生成域の形状の不確かさを考慮した震源モデルに基づく）、破壊開始点2	214	278	136

断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2

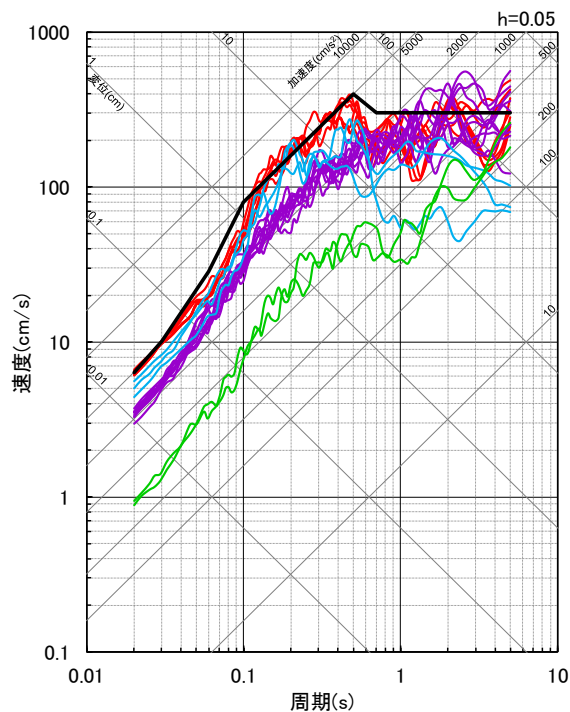
(断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2 (Ss2-1~Ss2-22))

○参考に、断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2について、地震タイプごとの応答スペクトルを下図に示す。

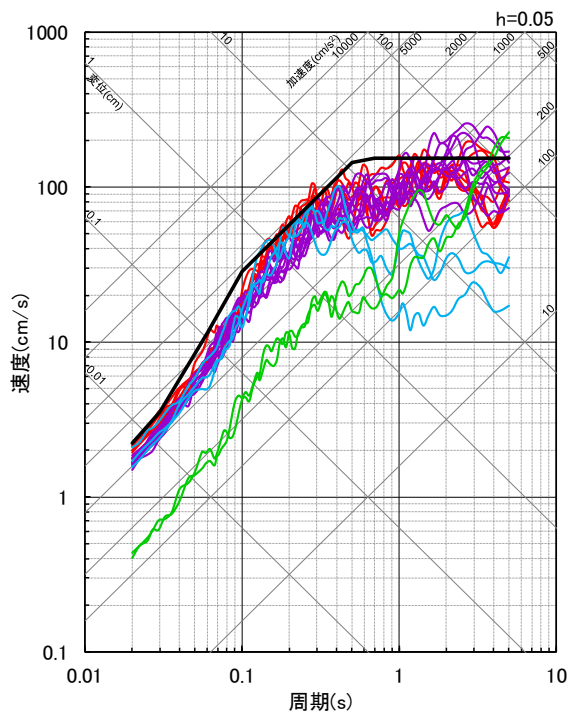
- 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2-D
- 断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2としたプレート間地震の地震動（地震動の顕著な増幅を考慮）（Ss2-1~Ss2-7）
- 断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2とした海洋プレート内地震（敷地下方の想定スラブ内地震）の地震動（地震動の顕著な増幅を考慮）（Ss2-8~Ss2-10）
- 断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2としたプレート間地震の地震動（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（Ss2-11~Ss2-20）
- 断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2とした海洋プレート内地震（御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震）の地震動（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（Ss2-21,Ss2-22）



(NS方向)



(EW方向)



(UD方向)

<断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2 (Ss2-1~Ss2-22) (応答スペクトル) >