

島根原子力発電所 2号炉 審査資料

資料番号

EP(E)-071

提出年月

令和3年1月20日

島根原子力発電所 基準地震動の策定について

令和3年1月20日
中国電力株式会社

基準地震動策定の全体概要【基準地震動策定の全体フロー】

1. 敷地周辺の地震発生状況

- ・地震発生状況
- ・被害地震
- ・活断層の分布状況

2. 敷地地盤の振動特性及び地下構造モデルの設定

- ・敷地及び敷地周辺の地質・地質構造の調査
- ・観測記録及び物理探査に基づく検討
- ・傾斜構造を考慮した解析による検討
- ・地下構造モデルの設定

3. 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

- ・地震発生層の設定
- ・検討用地震の選定
- ・断層パラメータの設定
- ・地震動評価

応答スペクトル手法による地震動評価

断層モデル手法による地震動評価

4. 震源を特定せず策定する地震動

検討対象地震(16地震)

- ・Mw6.5以上の地震
地域性を考慮して採用する地震を選定
- ・Mw6.5未満の地震
基盤地震動が評価可能な地震を選定
その他の知見

5. 基準地震動の策定

基準地震動 S_s -D

応答スペクトル手法による地震動評価結果により策定

基準地震動 S_s -F1, S_s -F2

断層モデル手法による地震動評価結果により策定

基準地震動 S_s -N1, S_s -N2

震源を特定せず策定する地震動により策定

6. 基準地震動の超過確率の参照

特定震源モデルおよび領域震源モデルに基づき地震ハザード評価を実施

基準地震動策定の全体概要【地震動評価の概要(1/2)】

■ 地震動評価の概要(1/2)

【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

※海洋プレート内地震及びプレート間地震は対象地震無し

内陸地殻内地震

- ・ 央道断層による地震(断層長さ39km)
- ・ F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震(断層長さ48km)

断層モデルの設定



央道断層による地震

○地震規模

- ・ M7.5(松田(1975)及び武村(1990))

○断層モデルの設定

- ・ 地震調査研究推進本部(2020)(以下「レシピ」という)に基づき設定
※アスペリティは敷地に近いAランクのリニアメントを考慮して設定

○不確かさの考慮

- ・ 破壊開始点
- ・ 破壊伝播速度
- ・ 断層傾斜角
- ・ すべり角
- ・ アスペリティ個数・位置(一塊:正方形, 一塊:縦長)
- ・ 2007年新潟県中越沖地震(以下「中越沖地震」という。)の短周期レベル
- ・ 断層傾斜角と破壊伝播速度の組合せ
- ・ 断層傾斜角と横ずれ断層の短周期レベル※の組合せ
- ・ 破壊伝播速度と横ずれ断層の短周期レベル※の組合せ
※中国地方の横ずれ断層の地震の短周期レベルを踏まえ、1.25倍に設定

F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震

○地震規模

- ・ M7.6(松田(1975)), M7.7(武村(1990))

○断層モデルの設定

- ・ レシピに基づき設定
※アスペリティは各断層の評価区間の中で最も敷地に近い位置に設定

○不確かさの考慮

- ・ 破壊開始点
- ・ アスペリティ個数・位置(一塊:横長, 一塊:縦長)
- ・ 断層傾斜角
- ・ 中越沖地震の短周期レベル
- ・ 破壊伝播速度
- ・ 断層位置
- ・ すべり角

【震源を特定せず策定する地震動】

Mw6.5以上の地震について

審査ガイドの例示2地震

- ・ 2008年岩手・宮城内陸地震は地質・地質構造の違い等により地域性が異なることから地震記録の収集対象外
- ・ 2000年鳥取県西部地震における賀祥ダム(監査廊)の観測記録を、震源を特定せず策定する地震動に設定

Mw6.5未満の地震について

審査ガイドの例示14地震

- ・ 2004年北海道留萌支庁南部地震におけるK-NET港町の観測記録に基づく基盤地震動の検討結果を踏まえ、震源を特定せず策定する地震動に設定
※地震観測記録のはざとり結果に保守性を考慮した基盤地震動を設定

その他の知見

既往の知見

- ・ 加藤ほか(2004)の応答スペクトルに対し、敷地の地盤物性を考慮した応答スペクトル(以下「加藤ほか(2004)による応答スペクトル」という。)を震源を特定せず策定する地震動に設定

基準地震動策定の全体概要【地震動評価の概要(2/2)】

■ 地震動評価の概要(2/2)

【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】

地震動評価

※海洋プレート内地震及びプレート間地震は対象地震無し

内陸地殻内地震

○応答スペクトル手法

宍道断層による地震

・NGA等の複数の距離減衰式により評価

F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震

・耐専式により評価

○断層モデル手法

宍道断層による地震, F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震

・統計的グリーン関数法と理論的手法のハイブリッド合成法により評価

応答スペクトル手法による基準地震動

・検討用地震について評価した応答スペクトルを下回らないように、基準地震動 S_s-D の設計用応答スペクトルを設定

断層モデル手法による基準地震動

・震源が敷地に近い「宍道断層による地震」については断層モデルを用いた手法を重視する観点から、主要な施設の固有周期が存在する周期帯における応答スペクトル等の地震動の特性を考慮し、「中越沖地震の短周期レベルの不確かさを考慮したケースの破壊開始点5及び6」を、断層モデル手法による基準地震動 S_s-F1 及び S_s-F2 として選定

震源を特定せず策定する地震動

・2004年北海道留萌支庁南部地震(K-NET港町)

・2000年鳥取県西部地震(賀祥ダム(監査廊))

・加藤ほか(2004)による応答スペクトル

基準地震動

・震源を特定せず策定する地震動が、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動に基づく基準地震動 S_s-D を一部周期帯で上回ることから、2004年北海道留萌支庁南部地震(K-NET港町)に基づく基盤地震動を基準地震動 S_s-N1 、2000年鳥取県西部地震(賀祥ダム(監査廊))を S_s-N2 として設定

【基準地震動の策定】

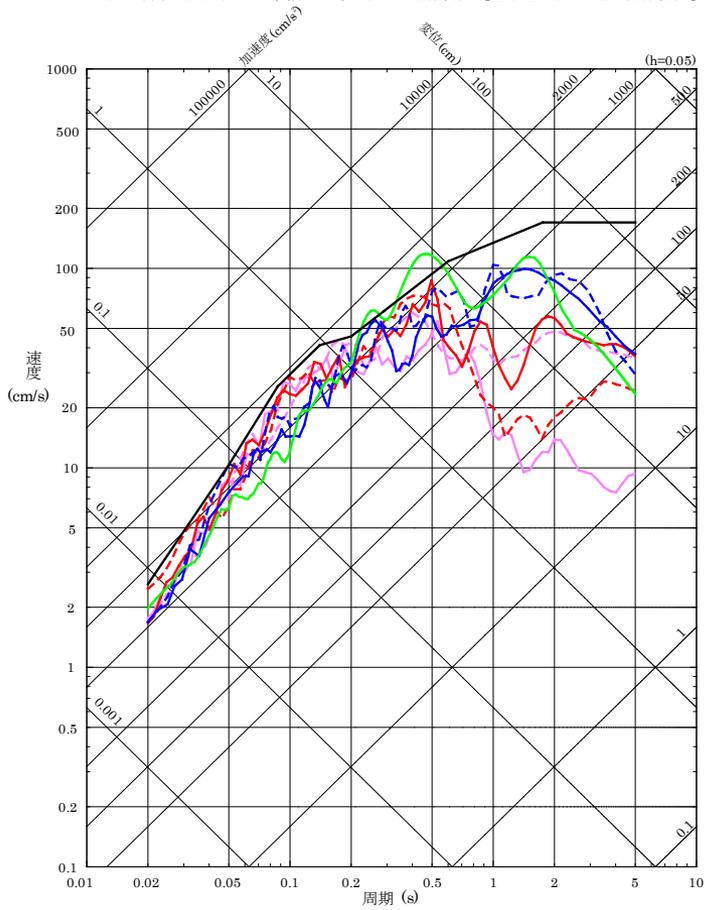
- ・基準地震動 S_s-D (820ガル)：応答スペクトル手法による基準地震動
- ・基準地震動 S_s-F1 (560ガル)：断層モデル手法による基準地震動(宍道断層による地震の中越沖地震の短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点5)
- ・基準地震動 S_s-F2 (777ガル)：断層モデル手法による基準地震動(宍道断層による地震の中越沖地震の短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点6)
- ・基準地震動 S_s-N1 (620ガル)：2004年北海道留萌支庁南部地震(K-NET港町)の検討結果に保守性を考慮した地震動
- ・基準地震動 S_s-N2 (531ガル)：2000年鳥取県西部地震(賀祥ダム(監査廊))の観測記録

基準地震動策定の全体概要【基準地震動の策定結果】

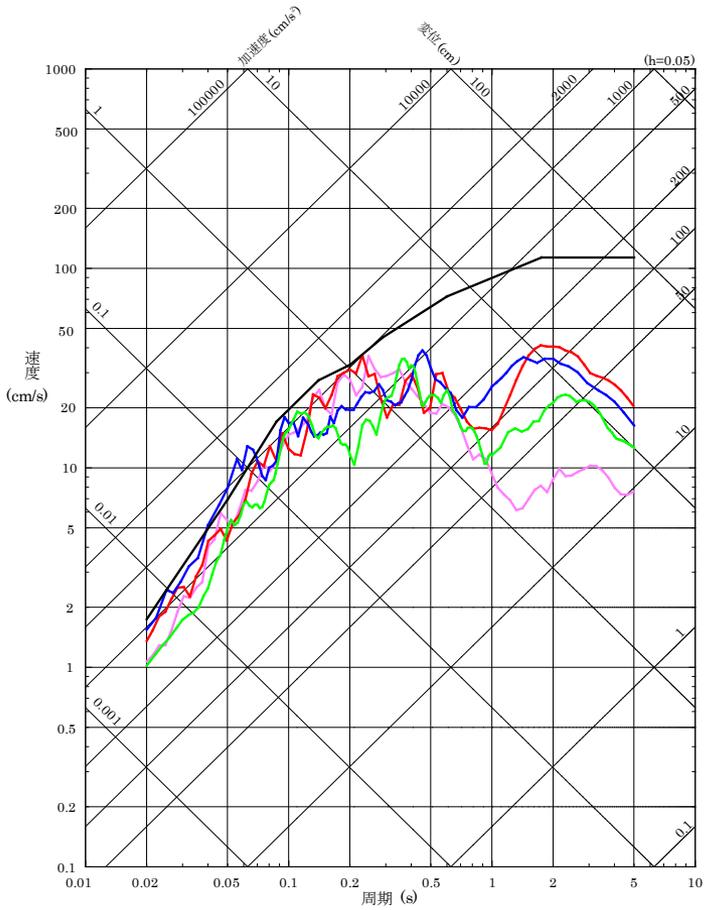
■ 基準地震動の策定結果

- 基準地震動Ss-DH
- 基準地震動Ss-F1H (NS成分)
- - 基準地震動Ss-F1H (EW成分)
- 基準地震動Ss-F2H (NS成分)
- - 基準地震動Ss-F2H (EW成分)
- 2004年北海道留萌支庁南部地震 (K-NET港町) 保守性考慮した地震動 [基準地震動Ss-N1H]
- 2000年鳥取県西部地震 (賀祥ダム観測記録: NS成分) [基準地震動Ss-N2H (NS成分)]
- - 2000年鳥取県西部地震 (賀祥ダム観測記録: EW成分) [基準地震動Ss-N2H (EW成分)]

- 基準地震動Ss-DV
- 基準地震動Ss-F1V
- 基準地震動Ss-F2V
- 2004年北海道留萌支庁南部地震 (K-NET港町) 保守性考慮した地震動 [基準地震動Ss-N1V]
- 2000年鳥取県西部地震 (賀祥ダム観測記録) [基準地震動Ss-N2V]



水平方向



鉛直方向

基準地震動の擬似速度応答スペクトルの比較

申請時からの主な変更点(1/2)

■ 設置変更許可申請時からの地震動評価に関する主な変更点

➤ 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

項目		申請時	審査反映
地震発生層		・上限深さ:2km, 下限深さ:15km	・上限深さ:2km, 下限深さ:20km
突道断層による地震	断層長さ	・地質調査結果に基づき断層長さ22km	・追加地質調査結果に基づき断層長さ39km
	地震規模	・基本震源モデル:M7.1(松田(1975))	・基本震源モデル:M7.5(松田(1975)及び武村(1990))
	不確かさの考慮	・断層傾斜角 ・中越沖地震の短周期レベル ・破壊開始点	・断層傾斜角 ・中越沖地震の短周期レベル ・破壊開始点 ・破壊伝播速度 ・すべり角 ・アスペリティ個数・位置(一塊:正方形, 一塊:縦長) ・断層傾斜角と破壊伝播速度の組合せ ・断層傾斜角と横ずれ断層の短周期レベルの組合せ ・破壊伝播速度と横ずれ断層の短周期レベルの組合せ
F-Ⅲ断層＋ F-Ⅳ断層＋ F-Ⅴ断層による地震	断層長さ	・地質調査結果に基づき断層長さ51.5km	・追加地質調査結果に基づき断層長さ48km
	地震規模	・基本震源モデル:M7.7(松田(1975))	・基本震源モデル:M7.6(松田(1975)), M7.7(武村(1990))
	不確かさの考慮	・アスペリティ個数・位置(一塊:横長) ・中越沖地震の短周期レベル ・破壊開始点	・アスペリティ個数・位置(一塊:横長, 一塊:縦長) ・中越沖地震の短周期レベル ・破壊開始点 ・断層傾斜角 ・破壊伝播速度 ・すべり角 ・断層位置

申請時からの主な変更点(2/2)

➤ 震源を特定せず策定する地震動

申請時	審査反映
<ul style="list-style-type: none"> ・2004年北海道留萌支庁南部地震(K-NET港町)の検討結果 ・加藤ほか(2004)による応答スペクトル 	<ul style="list-style-type: none"> ・審査ガイドに示された16地震について検討を行い、以下の地震動を考慮 <ol style="list-style-type: none"> ①2004年北海道留萌支庁南部地震(K-NET港町)の検討結果に保守性を考慮した地震動 ②2000年鳥取県西部地震の賀祥ダム(監査廊)の観測記録 ③加藤ほか(2004)による応答スペクトル

➤ 基準地震動S_sの策定

項目	申請時	審査反映
敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	応答スペクトル手法	<ul style="list-style-type: none"> ・検討用地震の応答スペクトル手法による評価結果を踏まえ、最大加速度600Galの基準地震動S_s-1を設定。
	断層モデル手法	<ul style="list-style-type: none"> ・宍道断層による地震の断層モデル手法による評価結果を踏まえ、最大加速度586Galの基準地震動S_s-2を設定。 ・F-Ⅲ断層 + F-Ⅳ断層 + F_K-2断層による地震の断層モデル手法による評価結果を踏まえ、最大加速度489Galの基準地震動S_s-3を設定。
震源を特定せず策定する地震動	<ul style="list-style-type: none"> ・2004年北海道留萌支庁南部地震(K-NET港町)の基盤地震動を踏まえ、最大加速度585Galの基準地震動S_s-4を設定。 	<ul style="list-style-type: none"> ・2004年北海道留萌支庁南部地震(K-NET港町)の基盤地震動の検討結果に保守性を考慮し、最大加速度620Galの基準地震動S_s-N1を設定。 ・2000年鳥取県西部地震(賀祥ダム(監査廊))の観測記録を踏まえ、最大加速度531Galの基準地震動S_s-N2を設定。

➤ 基準地震動の年超過確率の参照

申請時	審査反映
特定震源モデル及び領域震源モデルに基づき地震ハザード評価を実施。	特定震源モデル及び領域震源モデルのロジックツリーを見直し、地震ハザード評価を実施。

1. 敷地周辺の地震発生状況	.....	8
2. 敷地地盤の振動特性及び地下構造モデルの設定	.....	17
3. 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	.....	86
4. 震源を特定せず策定する地震動	.....	158
5. 基準地震動の策定	.....	171
6. 基準地震動の年超過確率の参照	.....	184

1. 敷地周辺の地震発生状況

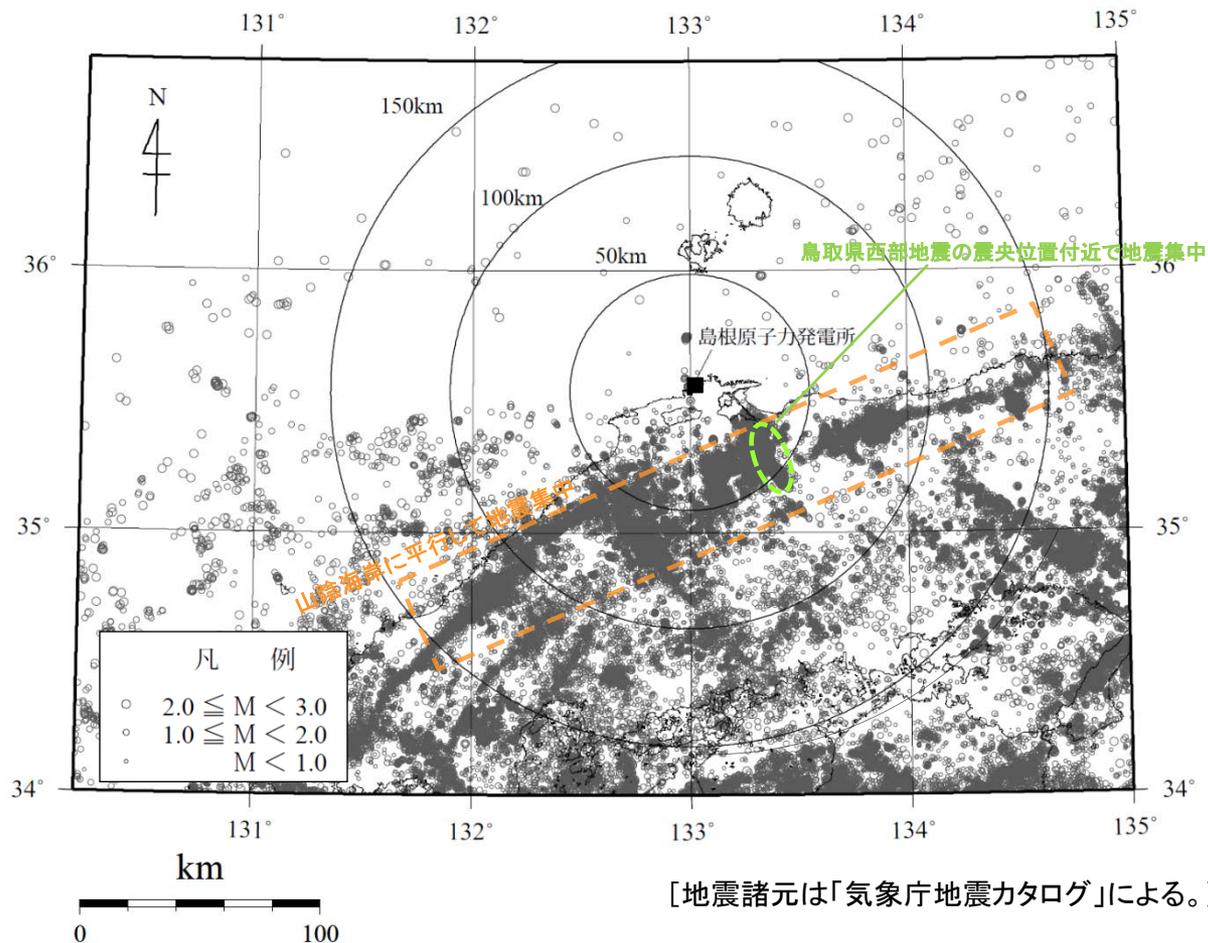
1. 1 地震発生状況

1. 2 被害地震

1. 3 活断層の分布状況

敷地周辺における地震活動(M<3) 1/2

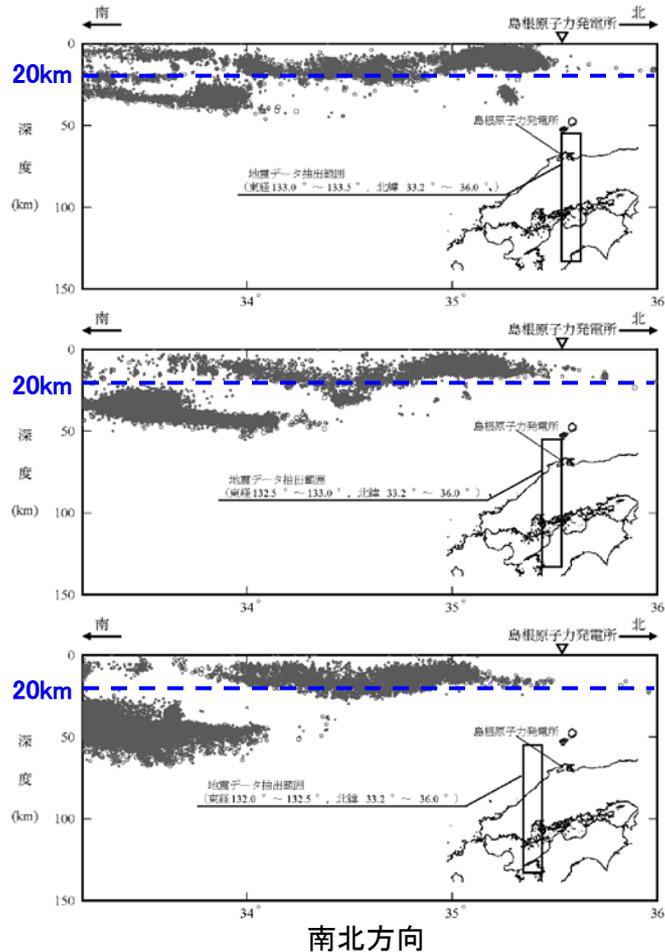
- 敷地周辺におけるM3未満の地震の震央分布によると、敷地から半径50kmの範囲では鳥取県西部地震の震央位置付近で地震の集中がみられ、半径150kmの範囲では山陰海岸に平行して地震の集中がみられる。



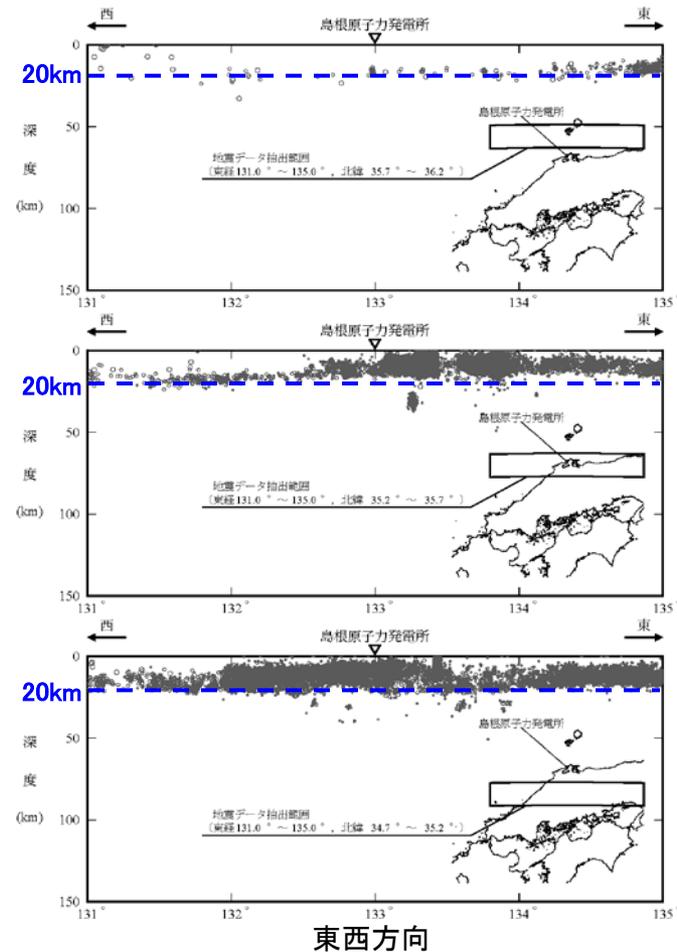
敷地周辺における地震(M<3)の震央分布(1997年10月~2016年10月)

敷地周辺における地震活動(M<3) 2/2

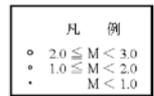
■ 震源鉛直分布によると、敷地周辺で発生する地震の震源深さは、大部分が20km以浅である。なお、発電所の南東方向の深さ約30kmの位置に地震の集中がみられるが、これらの地震は大見ほか(2004)によると、鳥取県西部地震の震源域で本震後に活動が活発化した深部低周波地震で、これは水等の流体の移動を示唆するもので、通常の地震とは異なるとされている。また、四国付近では敷地を含む山陰地域とは異なり、フィリピン海プレートの潜り込みによると考えられる震源深さが約30~70kmの地震が発生している。



南北方向



東西方向



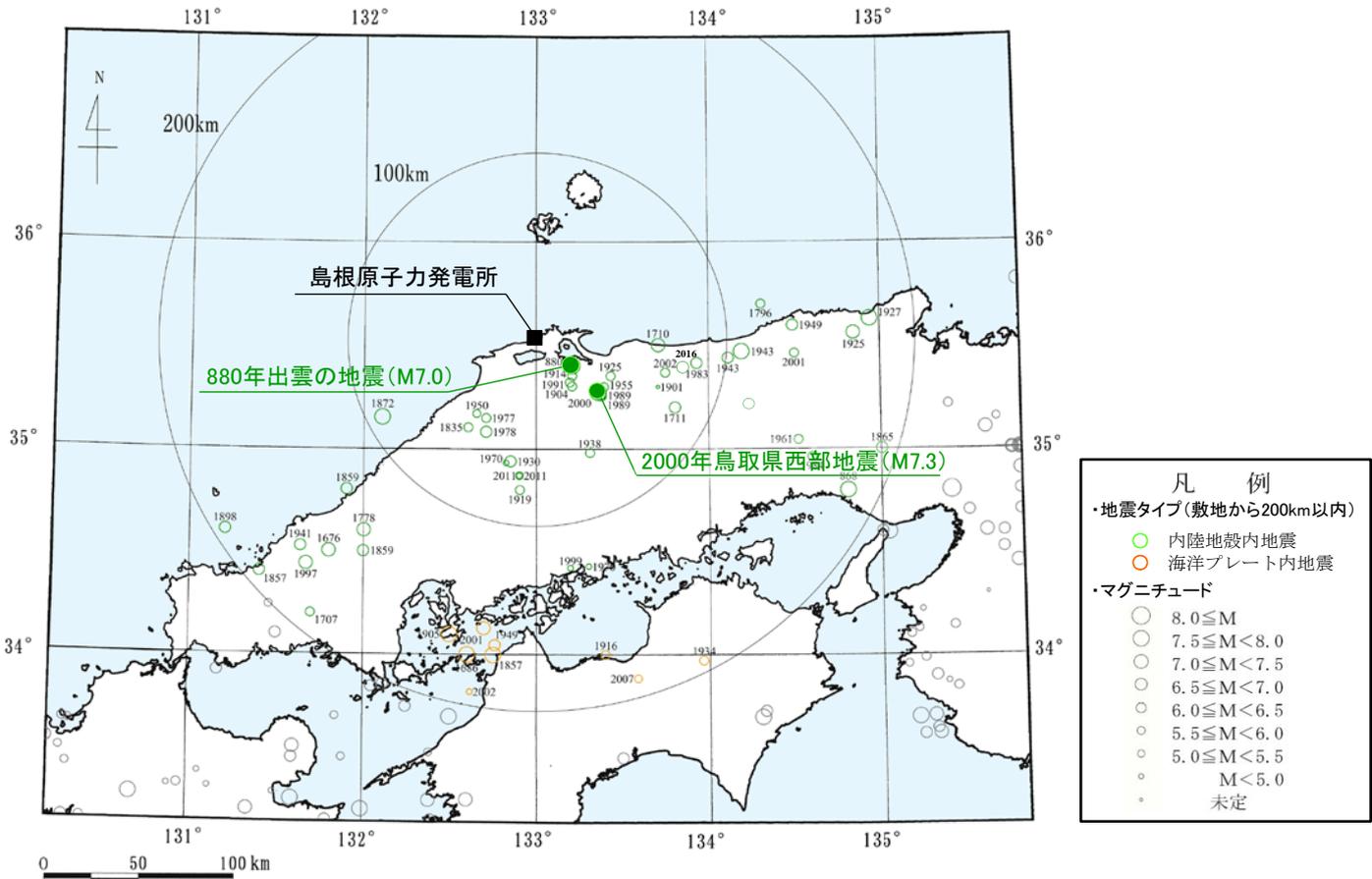
[地震諸元は「気象庁地震カタログ」による。]

敷地周辺における地震(M<3)の震源鉛直分布(1997年10月~2016年10月)

1. 敷地周辺の地震発生状況 1.2 被害地震

被害地震(内陸地殻内地震, 海洋プレート内地震) 1/3

- 敷地から200km以内の範囲で発生した内陸地殻内地震及び海洋プレート内地震の被害地震を対象として、敷地及び敷地周辺への影響について検討した。
- 上記被害地震の震央分布図を見ると、敷地周辺ではM8クラスの地震は発生しておらず、M7クラスの地震の発生も少ない。

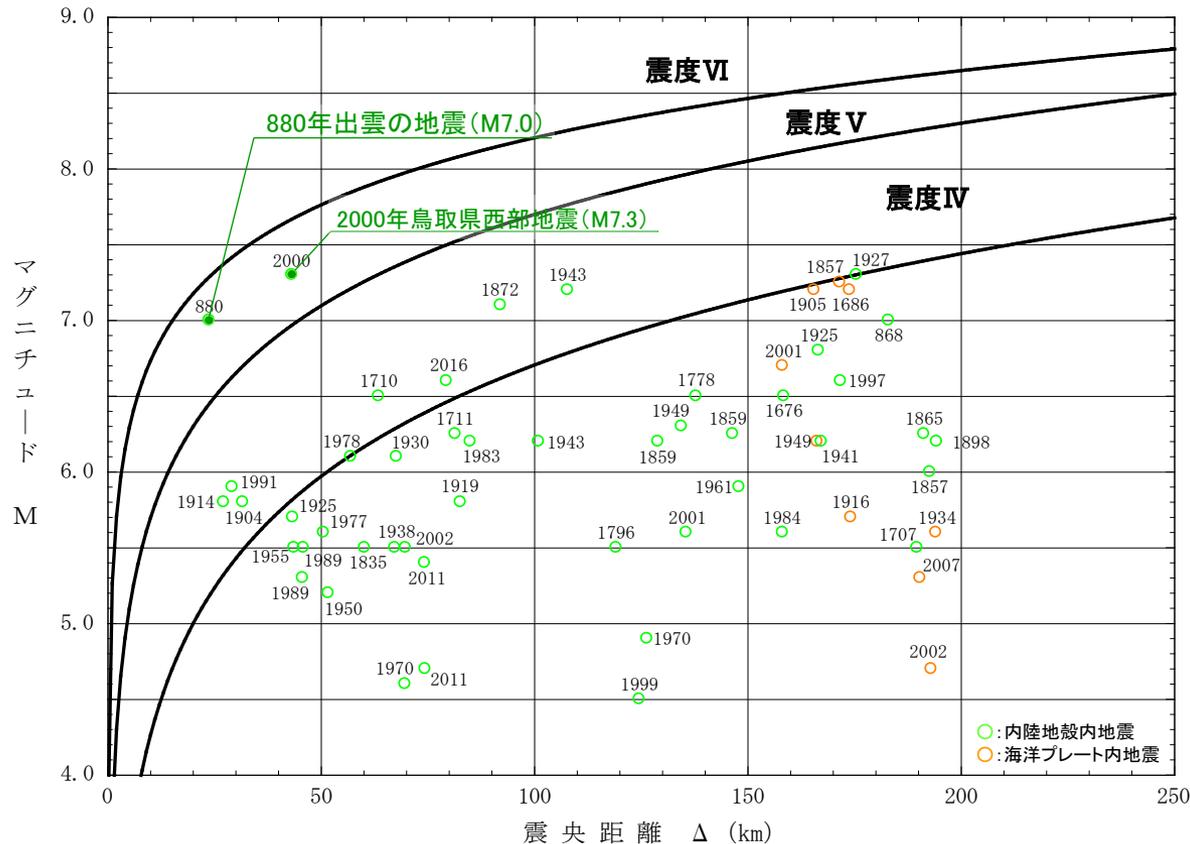


[地震諸元は宇佐美ほか(2013)及び「気象庁地震カタログ」による(補足説明資料3ページ)。]

被害地震の震央分布(内陸地殻内地震, 海洋プレート内地震)

被害地震(内陸地殻内地震, 海洋プレート内地震) 3/3

- また、Mと震央距離及び敷地で推定される震度の関係図(以下「M-Δ図」という。)に基づき、前記被害地震の敷地における震度を推定すると、敷地の揺れが震度5弱(震度V)程度以上と推定される地震としては、内陸地殻内地震の880年出雲の地震(M7.0)及び2000年鳥取県西部地震(M7.3)がある。なお、海洋プレート内地震については、敷地から遠方に位置することから、敷地に震度5弱(震度V)程度以上の影響を及ぼすと考えられる地震はない。



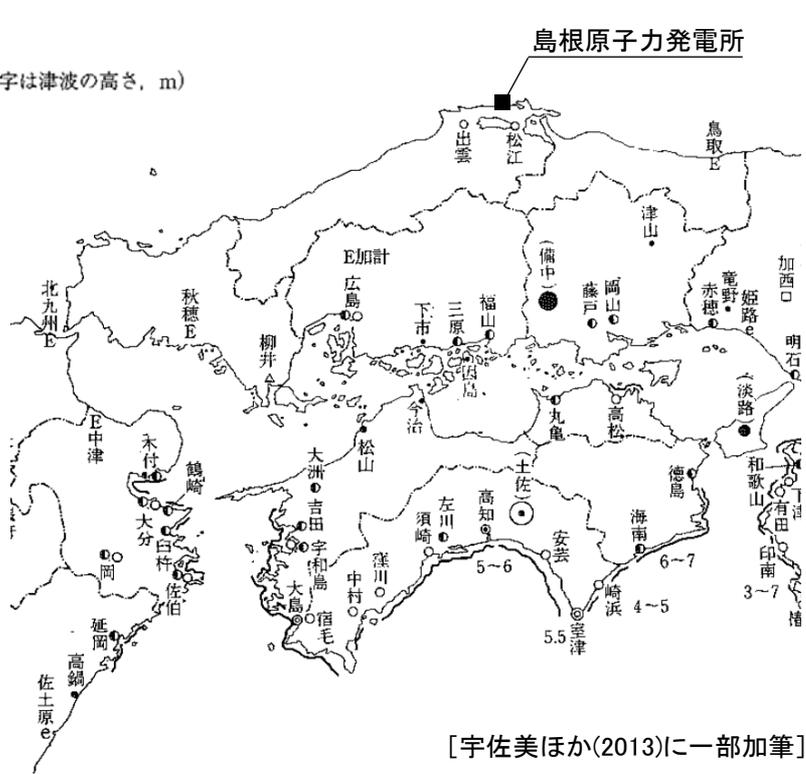
地震諸元は宇佐美ほか(2013)及び「気象庁地震カタログ」による(補足説明資料3ページ)。
 IV, V, VIは旧気象庁震度階級で、震度の境界線は村松(1969)及び勝又・徳永(1971)による。

M-Δ図

被害地震(プレート間地震) 1/2

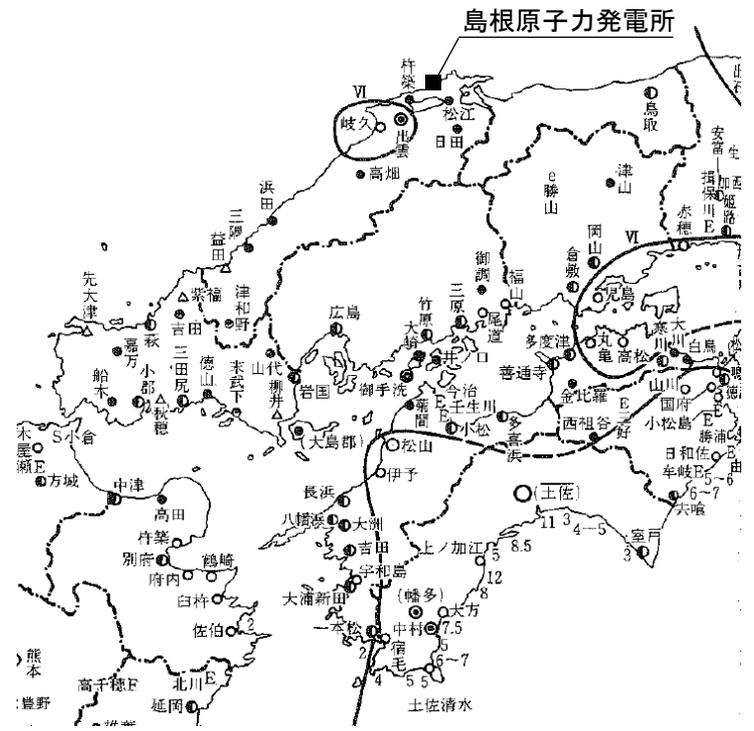
- 次に、南海トラフ沿いで発生したプレート間地震の被害地震を対象として、敷地及び敷地周辺への影響について検討した。
- 宇佐美ほか(2013)の震度分布図に基づき、上記被害地震の敷地周辺における震度を調査すると、敷地周辺の揺れが震度5弱(震度V)程度以上と推定される地震としては、1707年宝永地震(M8.6)及び1854年安政南海地震(M8.4)があるが、地震本部によると「島根県でも沖積層の厚い平野部では、南海トラフ沿いで発生した巨大地震によって、強く長い揺れによる被害を受けることがある。」とされており、地盤条件による特異な震害と考えられる。

S : 強地震
 E : 大地震
 e : 地震
 ~ : 津波 (数字は津波の高さ, m)
 △ III~IV
 □ IV
 △ IV~V
 ● V
 ● V~VI
 ○ VI
 ⊙ VI~VII
 ⊙ VII



[宇佐美ほか(2013)に一部加筆]

1707年宝永地震(M8.6)の震度分布図

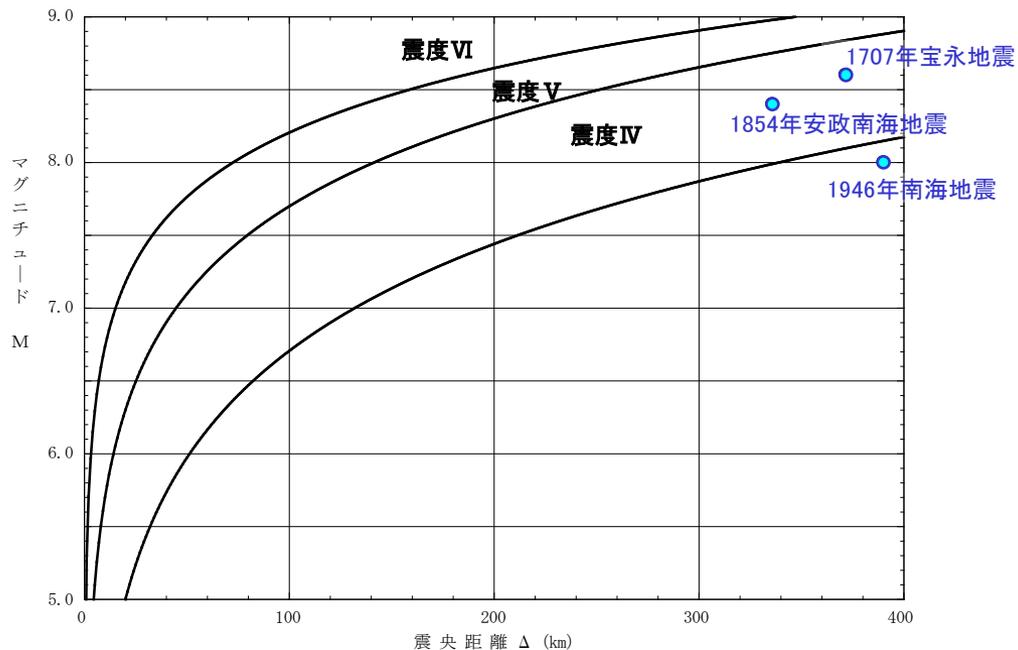


[宇佐美ほか(2013)に一部加筆]

1854年安政南海地震(M8.4)の震度分布図

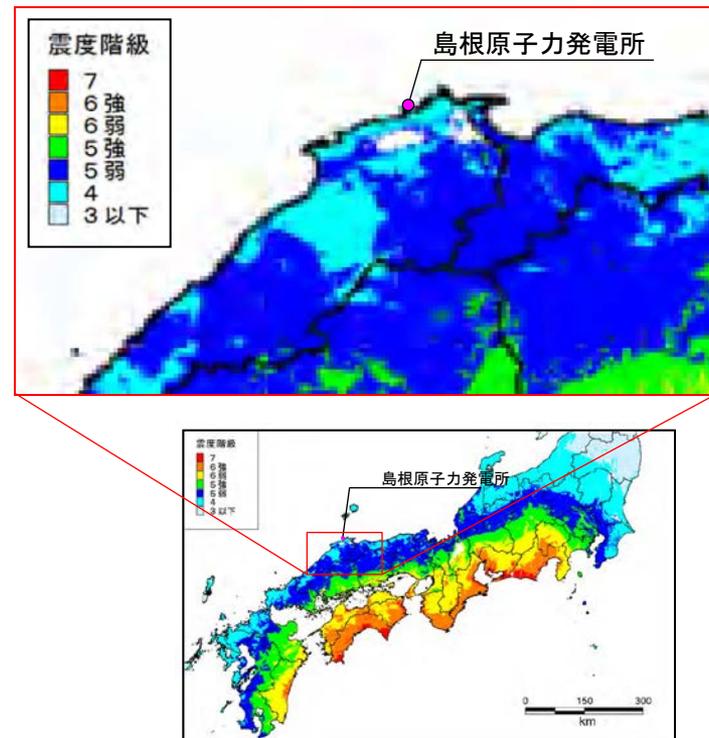
被害地震(プレート間地震) 2/2

- 敷地周辺に影響を与えたと考えられるプレート間地震の被害地震について、M-Δ図に基づき敷地における震度を推定すると、敷地の揺れが震度5弱(震度V)程度以上と推定される地震はない。
- また、プレート間地震に関する最新の知見である南海トラフの巨大地震に関する内閣府(2012)の検討結果(統計的グリーン関数法及び距離減衰式に基づき震度を評価)によると、発電所が位置する島根半島は概ね震度4とされている。
- 以上より、プレート間地震については、敷地に震度5弱(震度V)程度以上の影響を及ぼす地震はないと考えられる。



地震諸元は宇佐美ほか(2013)及び「気象庁地震カタログ」による。
IV, V, VIは旧気象庁震度階級で、震度の境界線は村松(1969)及び勝又・徳永(1971)による。

M-Δ図



[内閣府(2012)に一部加筆]

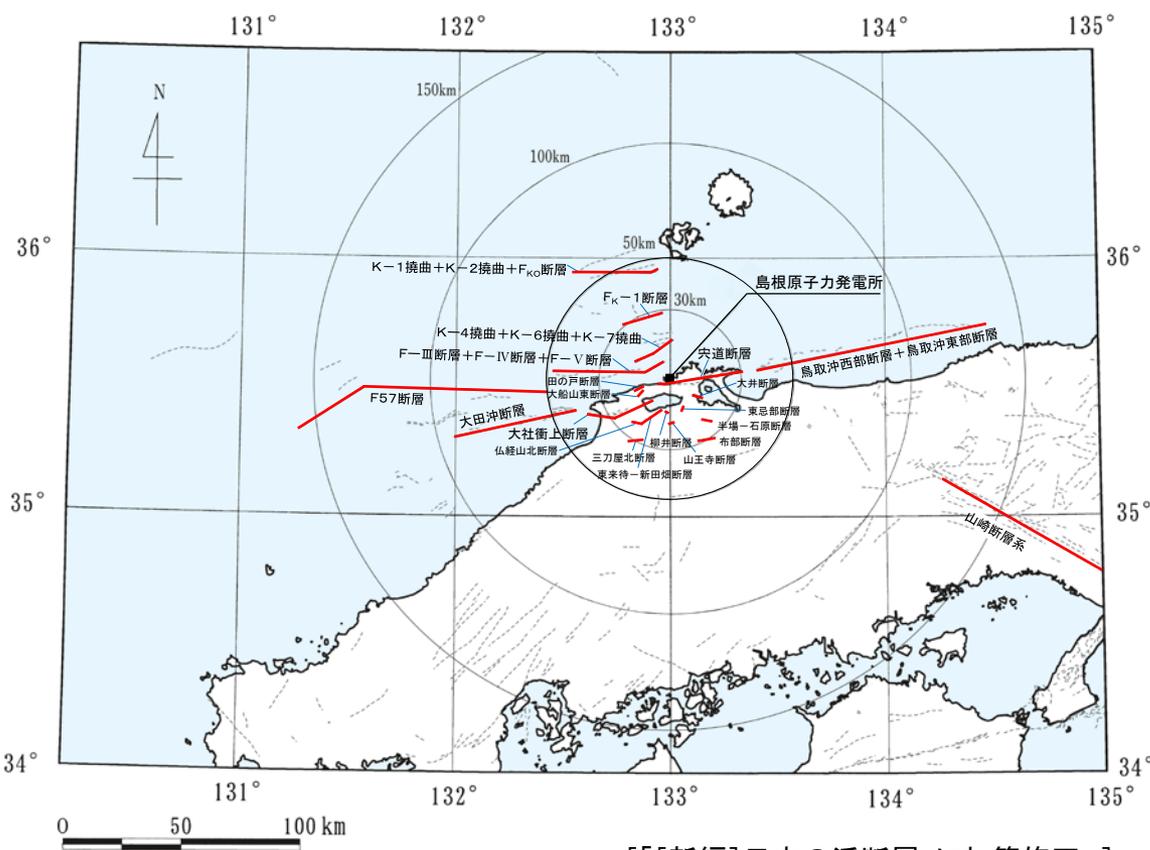
南海トラフの巨大地震モデル検討会における震度の最大分布

1. 敷地周辺の地震発生状況 1.3 活断層の分布状況

活断層の分布状況

- 敷地周辺の地質・地質構造の調査結果によると、敷地周辺の考慮する活断層のうち、陸域の主な活断層としては、敷地から30km程度の範囲に宍道断層及び大社衝上断層があり、敷地から約150km程度の位置に山崎断層系がある。
- また、海域の主な活断層としては、連動を考慮したF-Ⅲ断層＋F-Ⅳ断層＋F-Ⅴ断層及び鳥取沖西部断層＋鳥取沖東部断層、それら以外に大田沖断層及びF57断層がある。

敷地周辺の考慮する活断層



[[「新編」日本の活断層]に加筆修正。]

断層名	断層長さ(km)	震央距離*(km)
しんじ 宍道断層	39	12.2
たいしゃしょうじょう 大社衝上断層	28	24.6
やまさき 山崎断層系	79	162.1
F-Ⅲ断層＋F-Ⅳ断層＋F-Ⅴ断層	48	25.1
F _K -Ⅰ断層	19	29.3
K-4撓曲＋K-6撓曲＋K-7撓曲	19	13.8
K-1撓曲＋K-2撓曲＋F _{KO} 断層	36	51.5
とっとりおきせいぶ 鳥取沖西部断層＋鳥取沖東部断層	98	85.0
おおだおき 大田沖断層	53	67.6
F57断層	108	103.6
たのう断層	5	14.0
おおふなやまひがし 大船山東断層	4	13.6
ぶつきょうざんきた 仏経山北断層	5	22.8
ひがしきまち 東来待一新田畑断層	11	17.4
やない 柳井断層	2	13.7
みとやきた 三刀屋北断層	7	29.4
はんば 半場一石原断層	5	23.3
ふべ 布部断層	8	29.3
ひがしんべ 東急部断層	3	13.6
さんのうじ 山王寺断層	3	18.1
おおい 大井断層	5	13.7

* 断層中央までの距離

敷地周辺における活断層の分布

2. 敷地地盤の振動特性及び地下構造モデルの設定

- 2. 1 敷地及び敷地周辺の地質・地質構造の調査
- 2. 2 解放基盤表面の設定
- 2. 3 観測記録及び物理探査に基づく検討
- 2. 4 傾斜構造を考慮した解析による検討
- 2. 5 地下構造モデルの設定
- 2. 6 地震動評価に用いる地下構造モデルの設定

2. 敷地地盤の振動特性及び地下構造モデルの設定

敷地地盤の振動特性及び地下構造モデルの設定の概要

2.1 敷地及び敷地周辺の地質・地質構造の調査

- ◆ 敷地及び敷地周辺の地質図，ボーリングデータ等を調査

2.3 観測記録及び物理探査に基づく検討

- ◆ 原子炉建物基礎上端の地震観測記録を比較
- ◆ 敷地地盤の地震観測記録を用い，到来方向による増幅特性等の傾向を確認
- ◆ 敷地地盤の微動観測記録を用い，空間分布による増幅特性の傾向を確認
- ◆ 物理探査（大深度ボーリング，PS検層，反射法探査，オフセットVSP探査，微動アレイ探査）により，敷地及び敷地周辺の地下構造を把握

2.4 傾斜構造を考慮した解析による検討

- ◆ 南北方向の傾斜構造を考慮した2次元地下構造モデルを用い，その影響を解析的に検討

2.5 地下構造モデルの設定

- ◆ 水平成層構造を仮定して敷地の地下構造モデルを設定

2.6 地震動評価に用いる地下構造モデルの設定

- ◆ 設定した2号及び3号地下構造モデルに基づき，敷地の地震動評価に用いる地下構造モデルを設定

2.2 解放基盤表面の設定

- ◆ 解放基盤表面は $V_s=700\text{m/s}$ 以上の硬質岩盤が水平に拡がりを持つ位置に設定

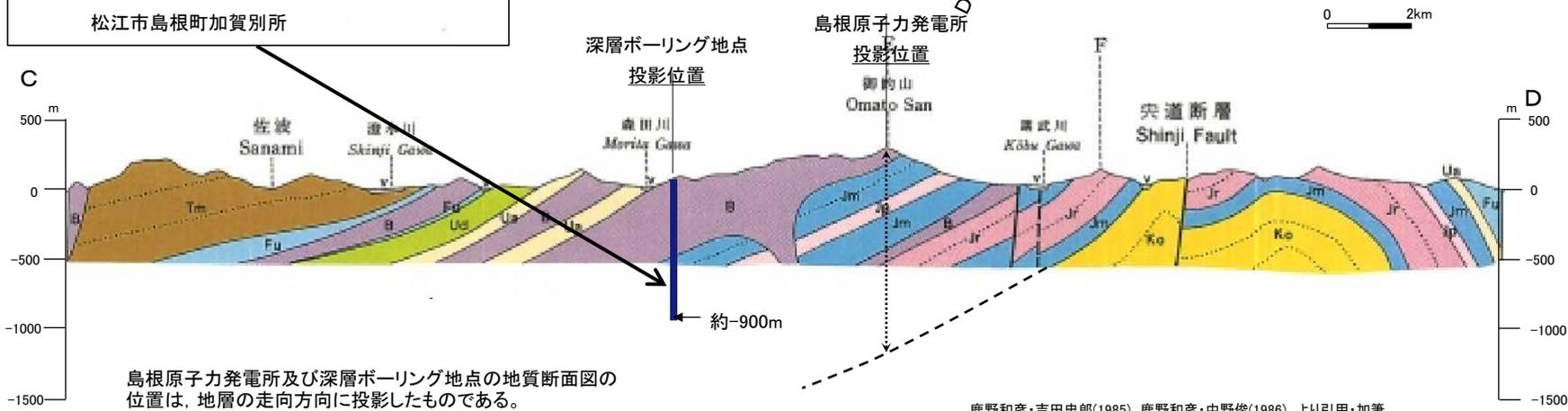
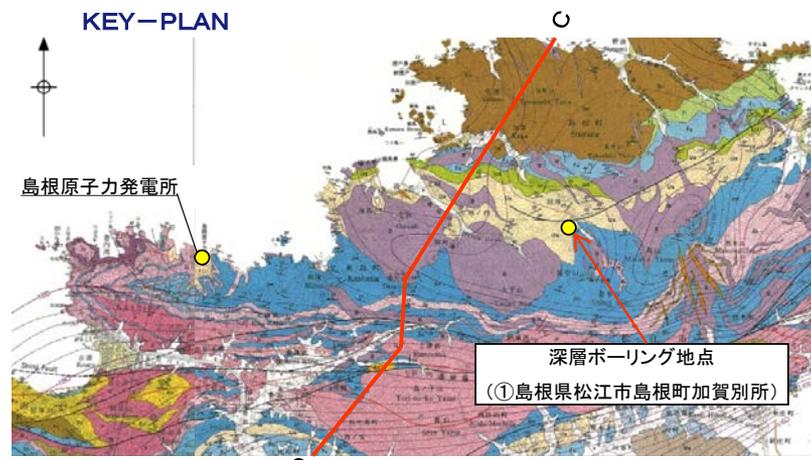
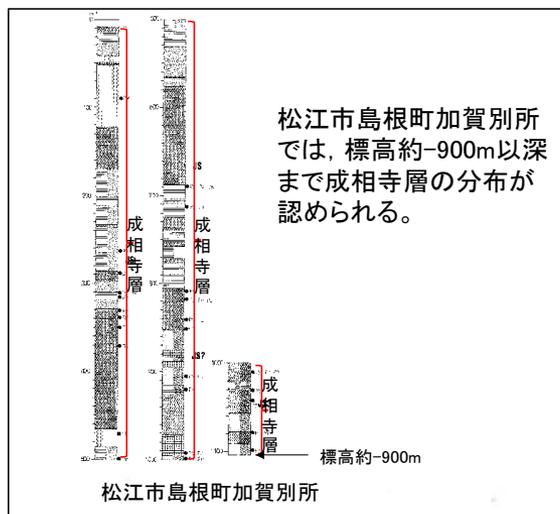
- 【検討結果】 -

- 敷地及び敷地周辺の東西方向の地下構造は水平成層構造であり，南北方向の地下構造は北に傾斜している
- 敷地内の各観測点の地盤増幅特性に違いはなく，敷地の地下構造は特異な構造ではない
- 南北方向の傾斜構造が敷地の地震動評価に与える影響はほとんどないことから，南北方向の地下構造は水平成層構造で近似できる
- 敷地地盤の物理探査結果及び地震観測記録等に基づき，2号及び3号の1次元地下構造モデルを設定
- 敷地の地震動を安全側に評価できるように，地盤増幅特性が若干大きい3号地下構造モデルの速度値等の物性値を用い，減衰定数は地震観測記録に基づく減衰定数の同定結果及び大深度ボーリング孔におけるQ値測定結果を考慮して安全側に設定

(1) 敷地周辺陸域の地質・地質構造(文献調査:5万分の1地質図)

第204回審査会合資料1 P11 加筆・修正

- 鹿野・吉田(1985)及び鹿野・中野(1986)によると、敷地付近には新第三紀中新世の成相寺層が広く分布し、敷地の南方には、ほぼ東西方向の軸を持つ褶曲構造が示されており、成相寺層の層厚は1200m前後とされている。敷地は背斜構造の北側に位置し、成相寺層は10~20°北に傾斜している。
- 深層ボーリング調査結果では、敷地から約8km東方の松江市島根町加賀別所での成相寺層下面は標高約-900m以深であり、地質断面図とも概ね整合的である。
- 敷地において推定される成相寺層の下面は、標高-1000m以深と考えられる。

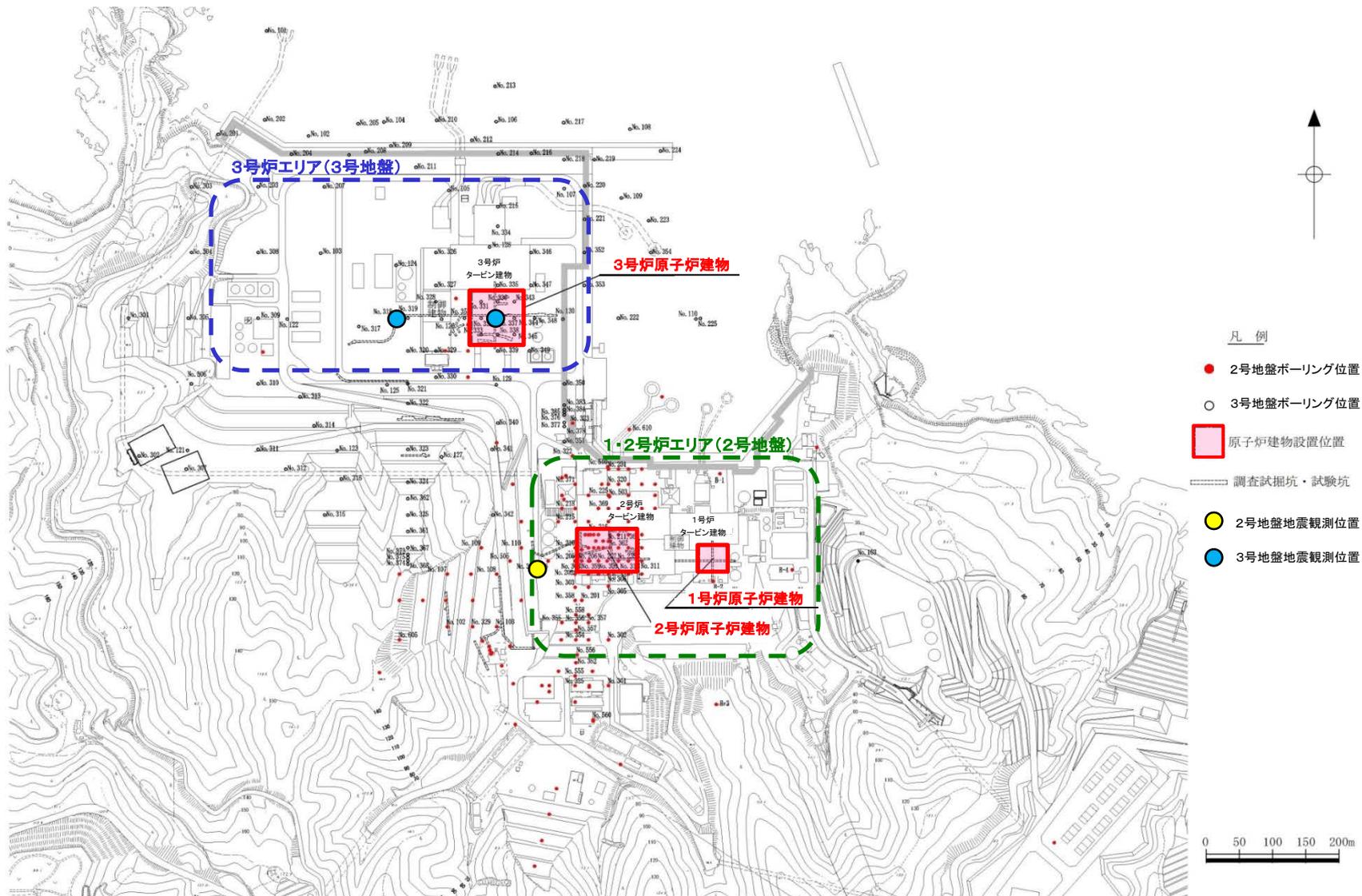


鹿野和彦・吉田史郎(1985), 鹿野和彦・中野俊(1986) より引用・加筆

(2) 敷地地盤の地質・地質構造(敷地地盤の位置関係)

第204回審査会合資料1 P12 再掲

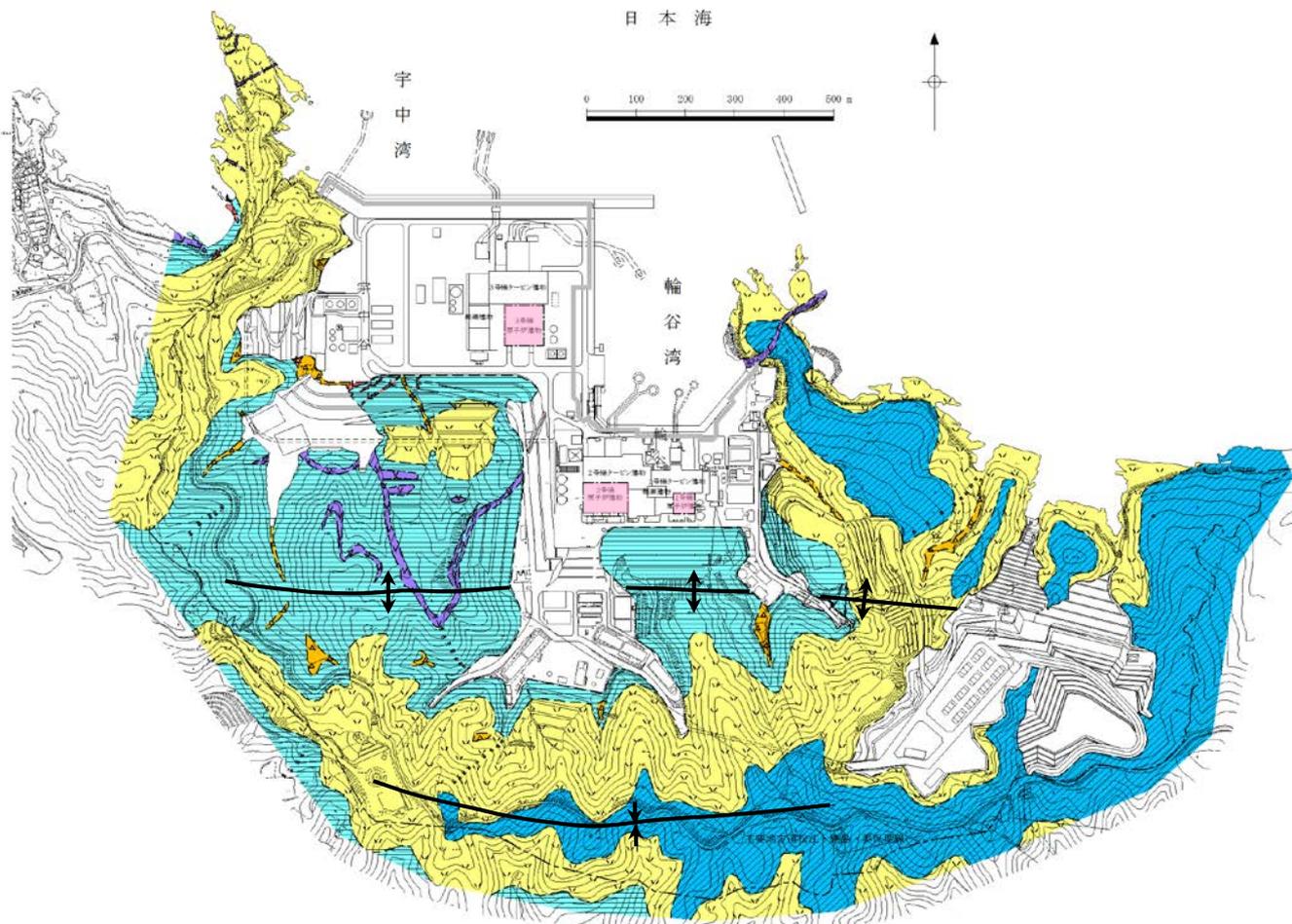
■ 敷地は1・2号炉が位置するエリアと3号炉が位置するエリアに分かれ、それぞれでボーリング調査及び地震観測を行っており、前者を「2号地盤」、後者を「3号地盤」とする。



(2) 敷地地盤の地質・地質構造(地質調査)

第204回審査会合資料1 P13 再掲

- 敷地地盤の地質は、新第三紀中新世の堆積岩類から成る成相寺層と貫入岩類及びそれらを覆う第四紀の崖錐堆積物等から構成される。
- 敷地は、ほぼ東西方向の軸を持つ背斜構造の北側に位置し、敷地地盤を構成する成相寺層は、北に約10~20°の緩い角度で傾斜している。



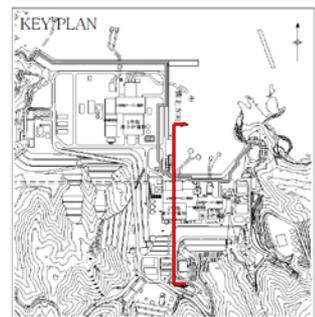
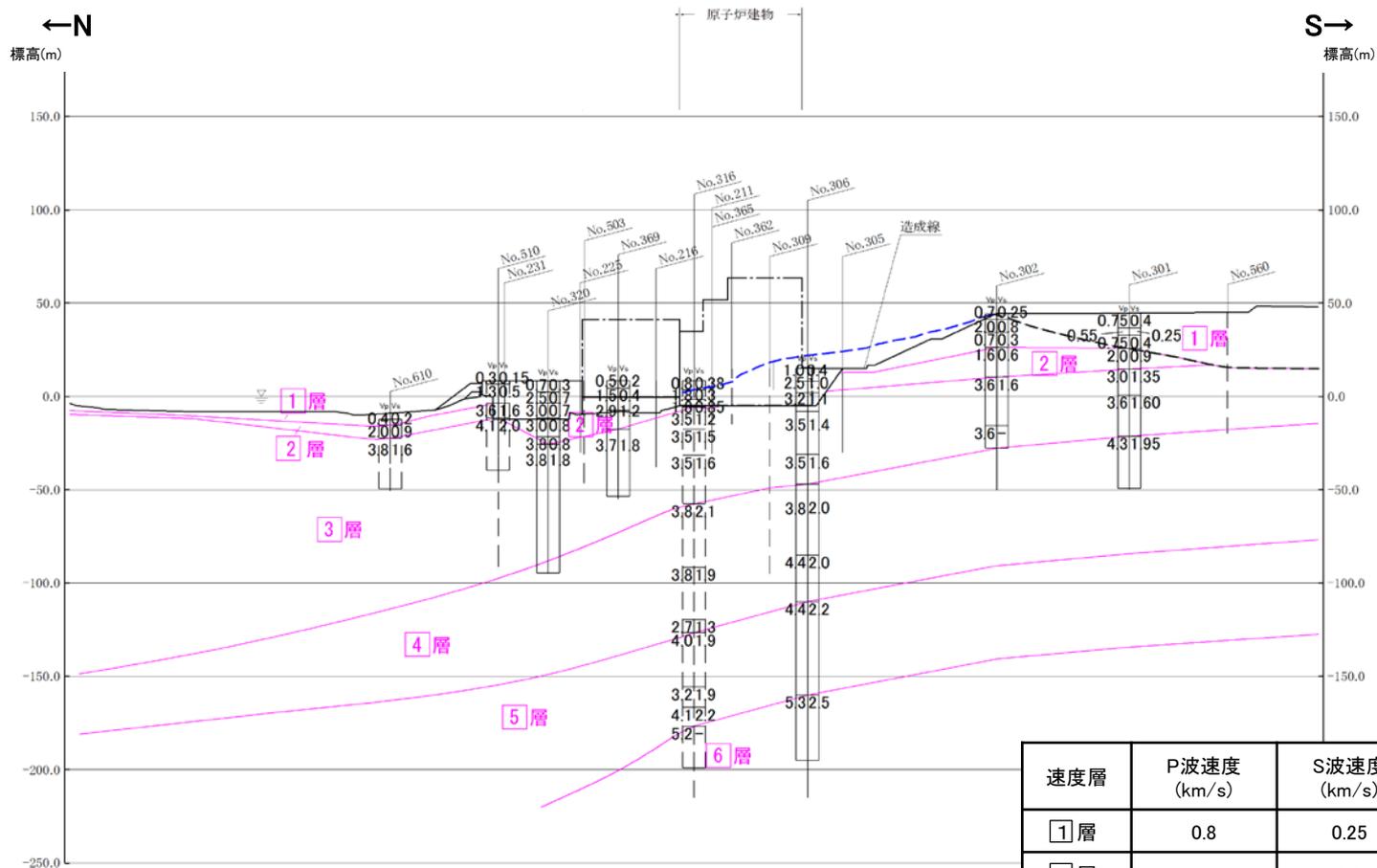
地質時代		地層名	主要構成地質			
新 第 四 紀	完 新 世	被 覆 層	盛土	礫混り砂質土・礫混り粘性土		
		崖錐堆積物	礫混り砂質土・礫混り粘性土		▲ ▲ ▲ ▲	
新 第 三 紀	中 新 世	貫入岩類	安山岩		V V V V	
			ドレライト		L L L L	
		成相寺層	上部頁岩部層	黒色頁岩		■ ■ ■ ■
			火砕岩部層	凝灰岩・凝灰角礫岩		▽ ▽ ▽ ▽
	下部頁岩部層	黒色頁岩・凝灰質頁岩		■ ■ ■ ■		

- 地質境界線
- 敷地境界線
- ↑ ↓ 背斜軸
- ↑ ↓ 向斜軸
- 原子炉建物設置位置

(2) 敷地地盤の地質・地質構造(2号地盤の速度層断面図:南北断面)

第204回審査会合資料1 P17 再掲

■ 2号地盤の南北断面における速度層区分より、2号地盤の南北方向の地下構造は北に緩やかに傾斜していると考えられる。

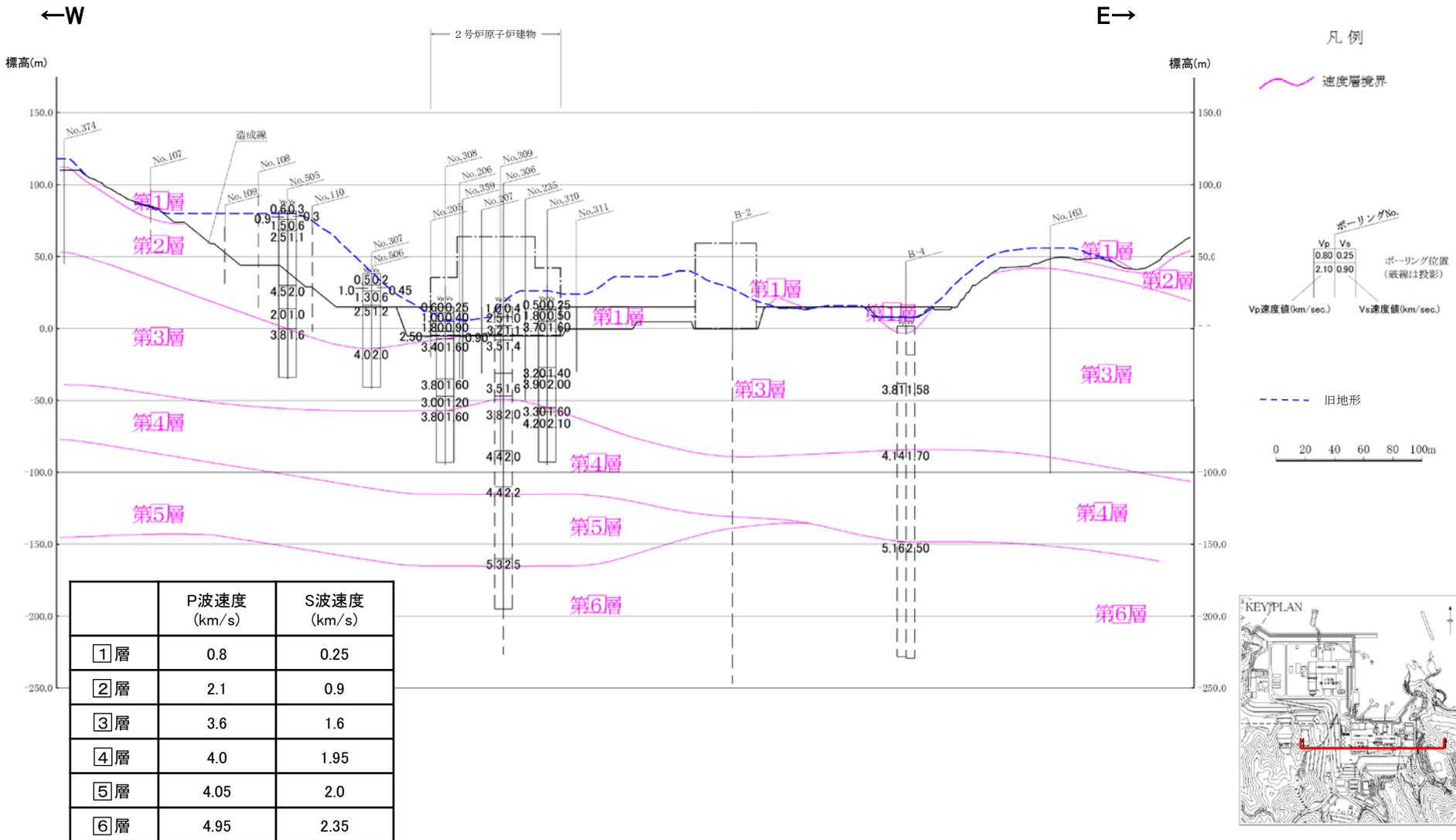


速度層	P波速度 (km/s)	S波速度 (km/s)
1層	0.8	0.25
2層	2.1	0.9
3層	3.6	1.6
4層	4.0	1.95
5層	4.05	2.0
6層	4.95	2.35

(2) 敷地地盤の地質・地質構造(2号地盤の速度層断面図:東西断面)

第204回審査会合資料1 P18 再掲

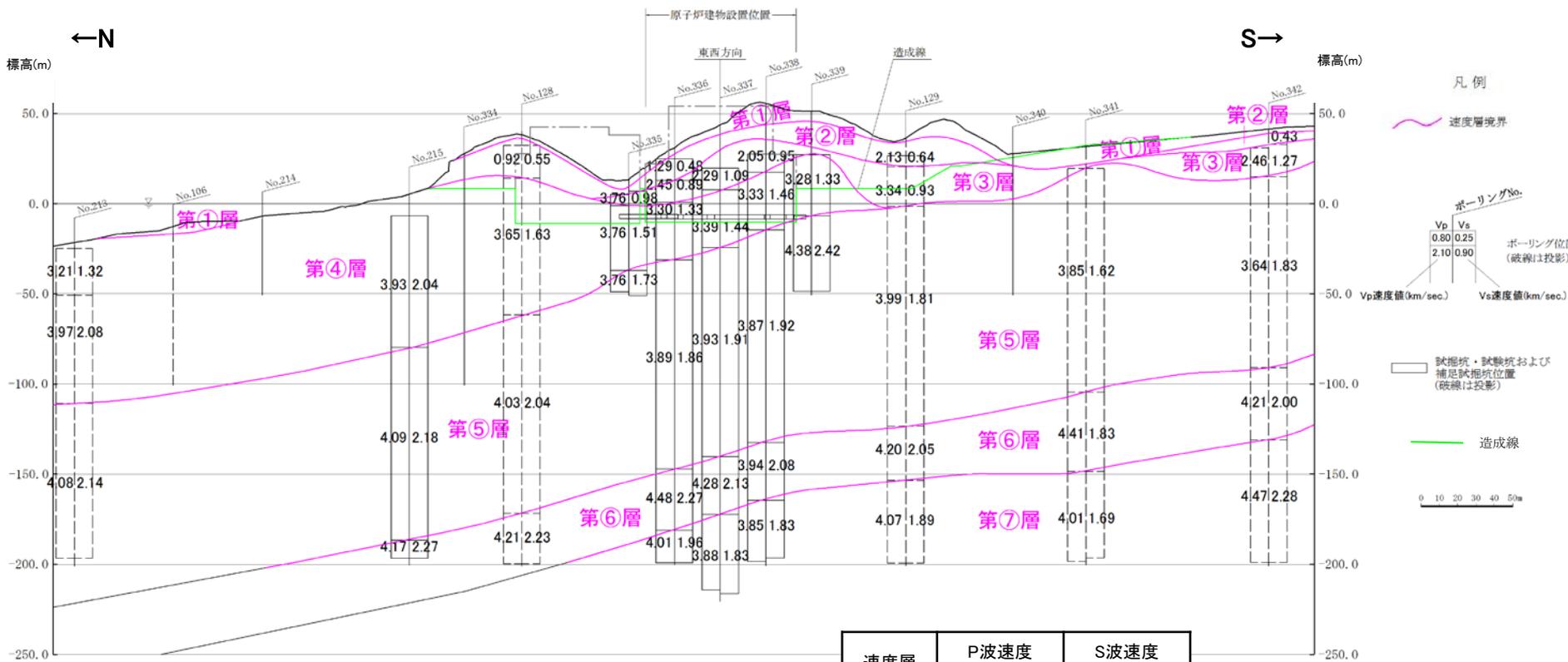
■ 2号地盤の東西断面における速度層区分より, 2号地盤の東西方向の地下構造はほぼ水平成層であると考えられる。



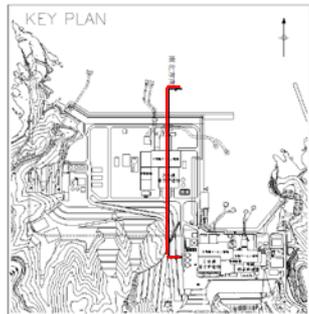
(2) 敷地地盤の地質・地質構造(3号地盤の速度層断面図:南北断面)

第204回審査会合資料1 P19 再掲

■ 3号地盤の南北断面における速度層区分より、3号地盤の南北方向の地下構造は北に緩やかに傾斜していると考えられる。



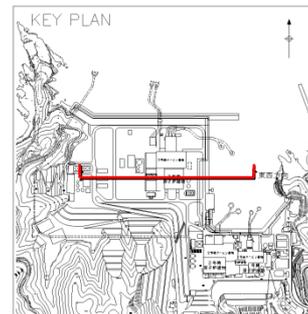
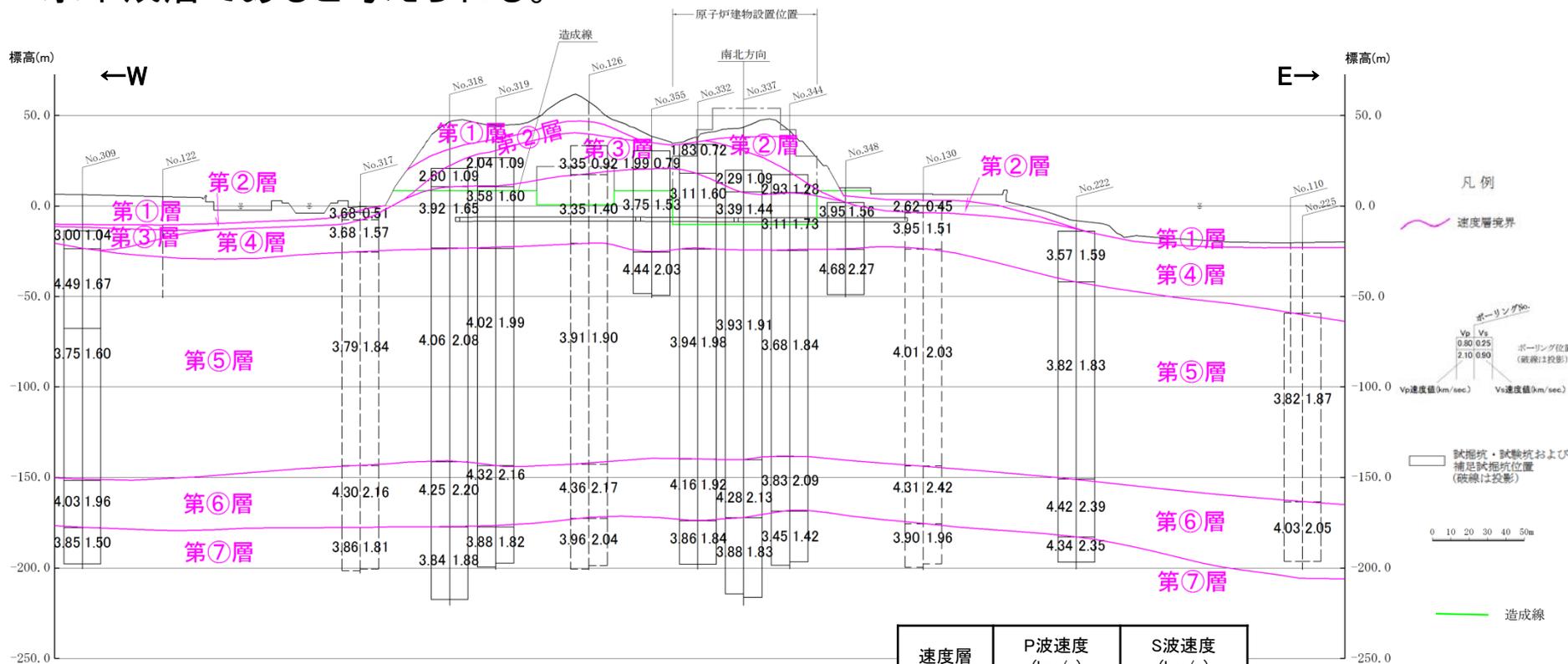
速度層	P波速度 (km/s)	S波速度 (km/s)
①層	0.52	0.27
②層	1.71	0.62
③層	2.27	0.96
④層	3.24	1.52
⑤層	3.86	1.90
⑥層	4.15	2.10
⑦層	3.80	1.77



(2) 敷地地盤の地質・地質構造(3号地盤の速度層断面図:東西断面)

第204回審査会合資料1 P20 再掲

■ 3号地盤の東西断面における速度層区分より、3号地盤の東西方向の地下構造はほぼ水平成層であると考えられる。



地質・地質構造の調査のまとめ

- 敷地周辺及び敷地近傍の地質調査結果より、敷地付近には第三紀中新世の成相寺層が分布し、北(日本海側)に傾斜している。
 - 文献調査等の結果より、敷地付近の成相寺層は、標高約-900m以深まで分布するものと推定される。
 - 敷地内の地質調査結果より、敷地は、ほぼ東西方向の軸を持つ背斜構造の北側に位置し、敷地地盤を構成する成相寺層は北に緩やかに傾斜している。
 - 2号及び3号地盤の速度層区分より、敷地の東西方向の地下構造はほぼ水平成層であり、南北方向の地下構造は北に緩やかに傾斜していると考えられる。
- 以上の検討結果から、敷地の地下構造としては、硬質な成相寺層が敷地の地下深部まで十分な拡がりをもって分布しており、東西方向はほぼ水平成層であり、南北方向は北に緩やかに傾斜していると考えられる。

解放基盤表面

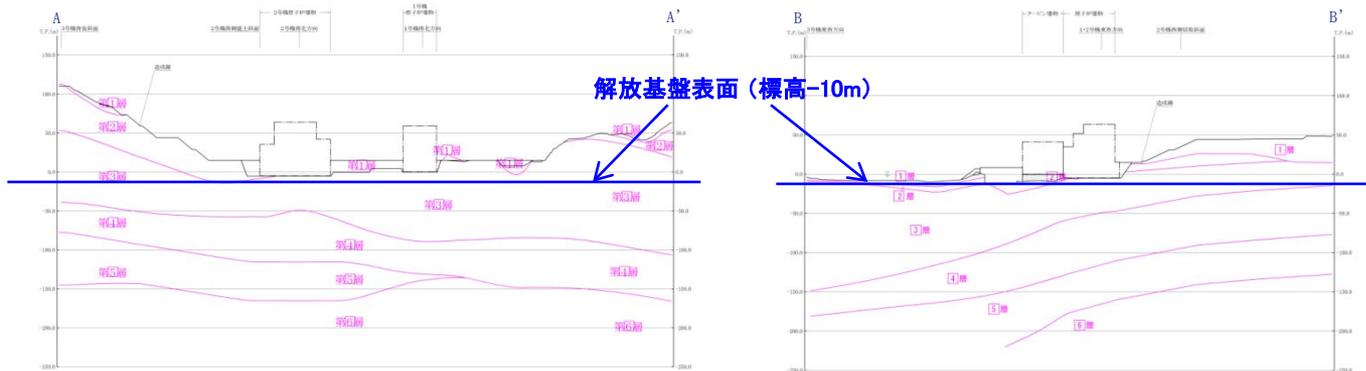
- 解放基盤表面は、基準地震動を策定するために、基盤面上の表層及び構造物が無いものとして仮想的に設定する自由表面であって、著しい高低差がなく、ほぼ水平で相当な広がりを持って想定される基盤の表面をいう。この「基盤」とは、概ねS波速度 $V_s=700\text{m/s}$ 以上の硬質岩盤であって、著しい風化を受けていないものをいう。
- 解放基盤表面は、炉心周辺ボーリングのPS検層結果等に基づき設定した速度層断面において $V_s=700\text{m/s}$ 以上の硬質岩盤が水平に広がりを持つ**標高-10m**の位置に設定した。

P波速度及びS波速度(2号周辺地盤)

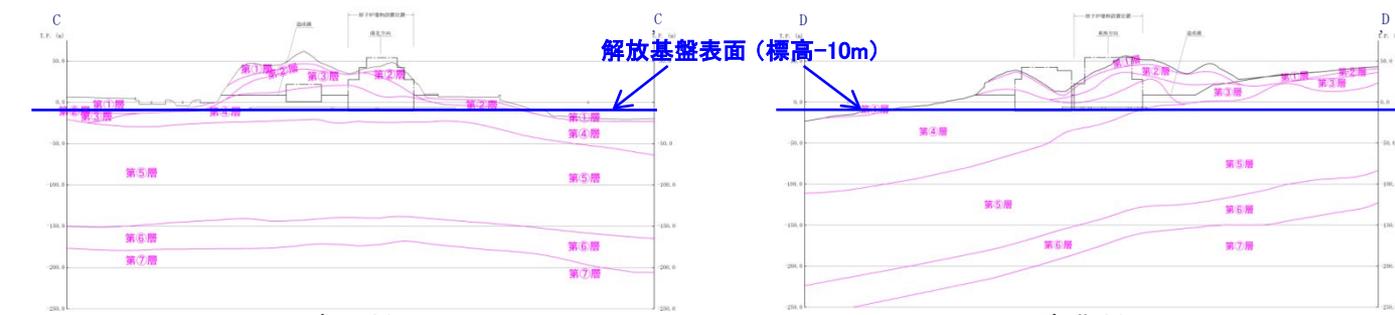
速度層	P波速度(m/s)	S波速度(m/s)
①層	800	250
②層	2100	900
③層	3600	1600
④層	4000	1950
⑤層	4050	2000
⑥層	4950	2350

P波速度及びS波速度(3号周辺地盤)

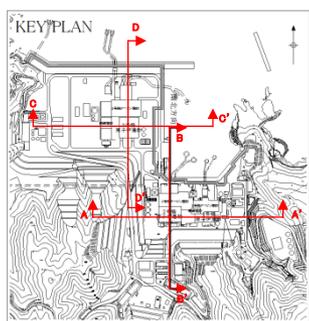
速度層	P波速度(m/s)	S波速度(m/s)
①層	520	270
②層	1710	620
③層	2270	960
④層	3240	1520
⑤層	3860	1900
⑥層	4150	2100
⑦層	3800	1770



速度層断面図(2号周辺地盤)



速度層断面図(3号周辺地盤)



観測記録及び物理探査に基づく検討内容

(1) 原子炉建物基礎上端の地震観測記録による検討

各号炉の原子炉建物基礎上端の地震観測記録を用い、それぞれの建物の応答を比較する。なお、1～3号炉原子炉建物のうち、1号炉と2号炉原子炉建物は隣接しているため2号炉原子炉建物で代表させ、検討においては2号炉と3号炉原子炉建物基礎上端の地震観測記録を用いる。

(2) 敷地地盤の地震観測記録による検討

敷地の地盤系の地震観測点としては、2号及び3号観測点の2地点があるため、各観測点の地震観測記録を用い、地震波の到来方向による増幅特性の傾向を確認する。また、各観測点の解放基盤表面におけるはぎとり波を比較し、増幅特性の傾向を確認する。

(3) 敷地地盤の微動観測記録による検討

敷地地盤の微動観測記録を用い、敷地内の空間分布による増幅特性の傾向を確認する。

(4) 反射法探査及びオフセットVSP探査による検討

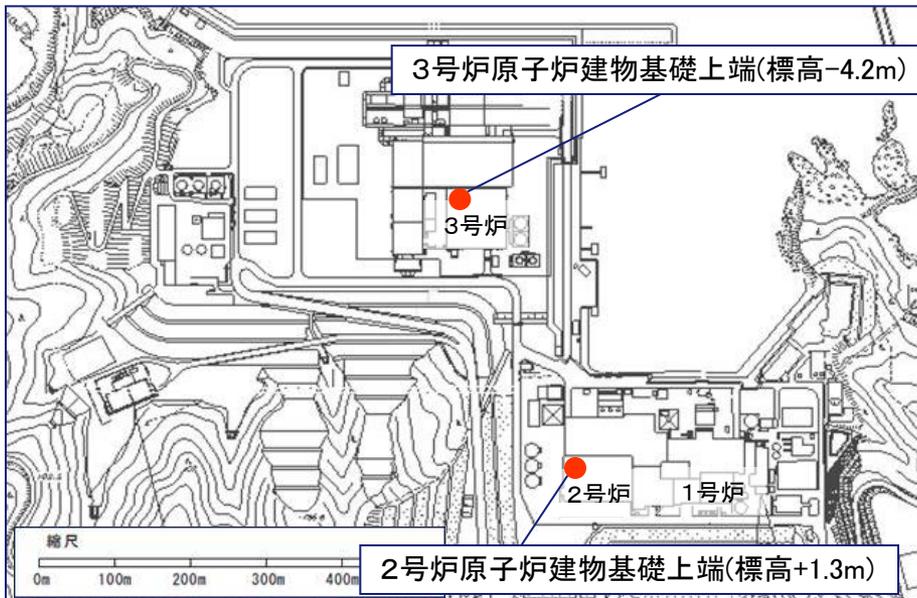
敷地内において反射法探査及びオフセットVSP探査を実施し、敷地地盤の地下構造の反射面や速度構造を把握する。

(5) 微動アレイ探査による検討

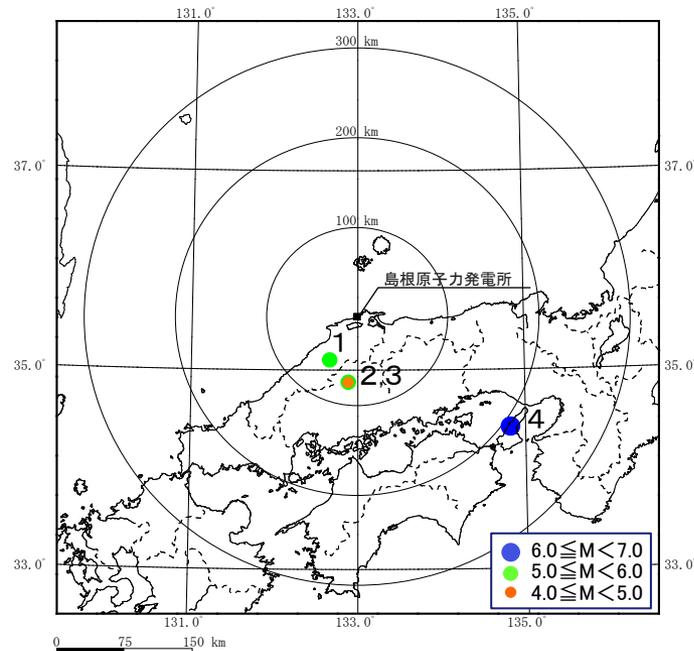
敷地及び敷地周辺において微動アレイ探査を実施し、敷地及び敷地周辺地盤の速度構造を把握する。

(1) 原子炉建物基礎先端の地震観測記録による検討(検討対象地震)

■ 2号炉及び3号炉原子炉建物基礎先端の地震観測記録のうち、最大加速度が 1 cm/s^2 以上で、各建物で同時に観測された4地震を検討対象とした。



地震計設置位置



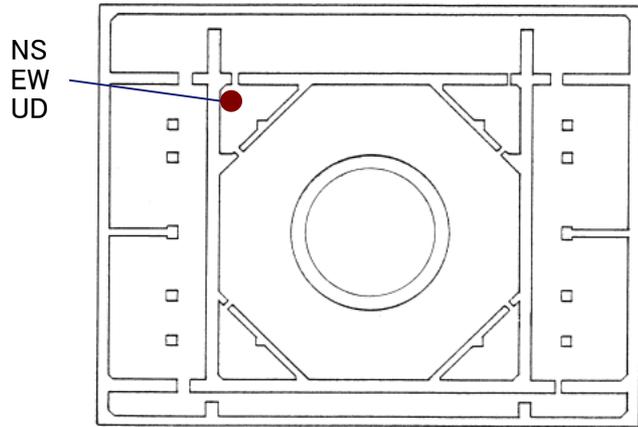
検討対象地震の震央分布

検討対象地震の諸元

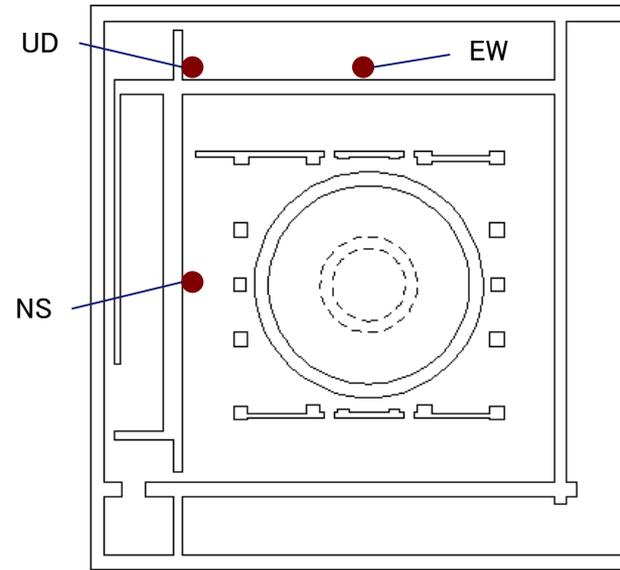
No.	年月日	時刻	震央位置	M	震源深さ (km)	方位角 (°)	入射角 (°)	水平最大加速度(cm/s^2)	
								2号	3号
1	2011. 6. 4	01:57	島根県東部	5.2	11	212	80	2.1	2.1
2	2011.11.21	19:16	広島県北部	5.4	12	187	81	2.6	1.5
3	2011.11.25	04:35	広島県北部	4.7	12	187	80	1.2	1.7
4	2013. 4. 13	05:33	淡路島付近	6.3	15	126	86	1.8	1.8

(1) 原子炉建物基礎先端の地震観測記録による検討(地震計設置位置)

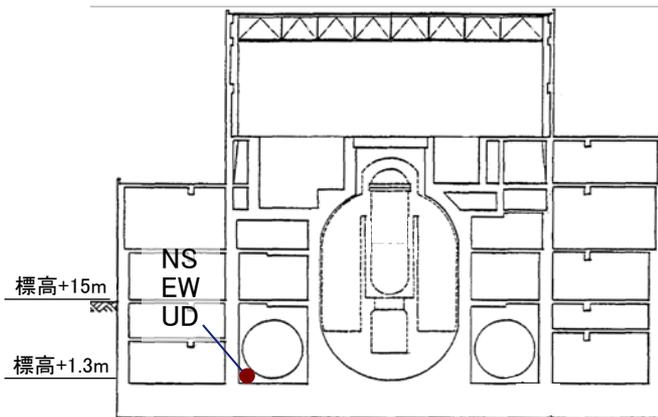
■ 2号炉及び3号炉原子炉建物基礎先端の地震計設置位置を以下に示す。



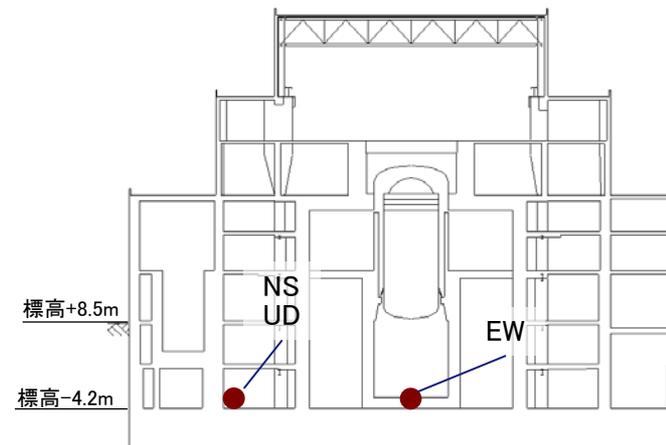
2号炉原子炉建物概略平面



3号炉原子炉建物概略平面



2号炉原子炉建物概略断面



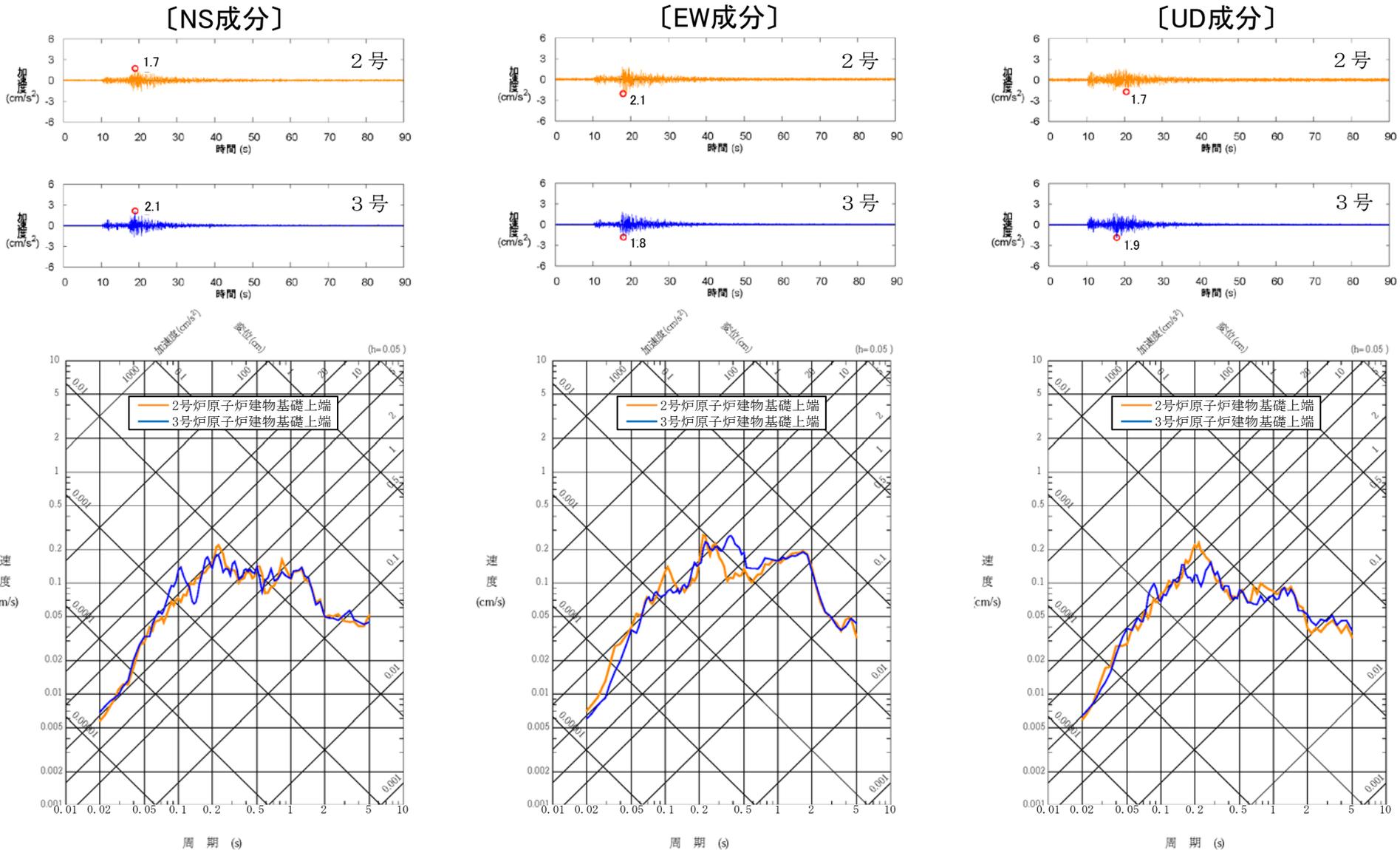
3号炉原子炉建物概略断面

2号炉及び3号炉原子炉建物基礎先端の地震計設置位置

● : 地震計設置位置

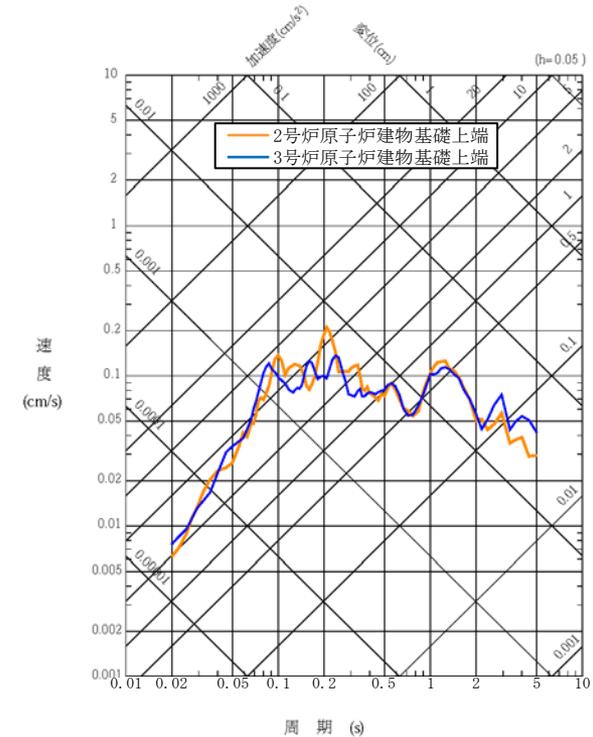
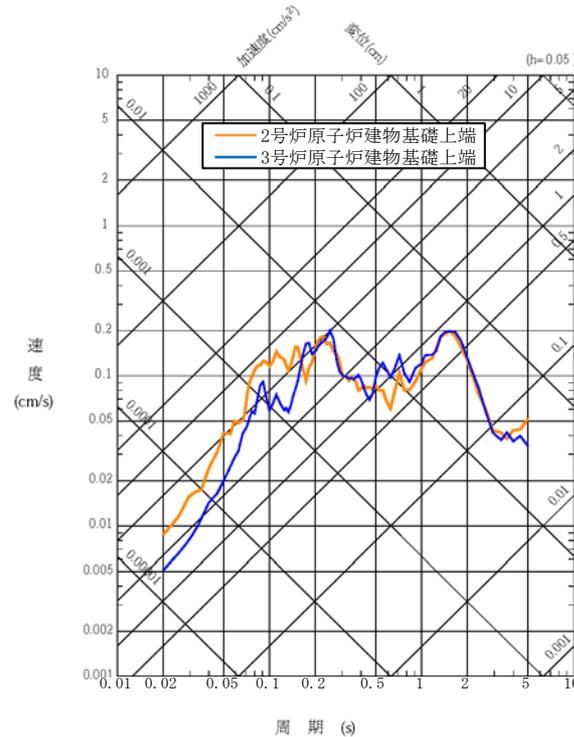
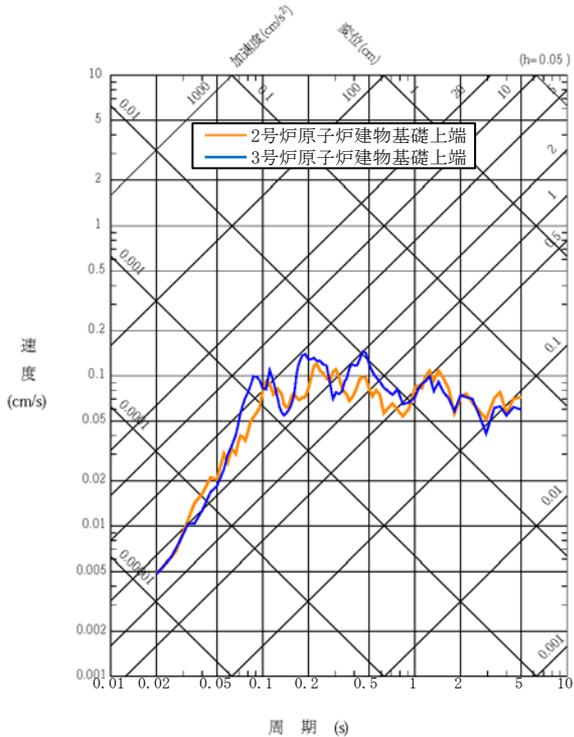
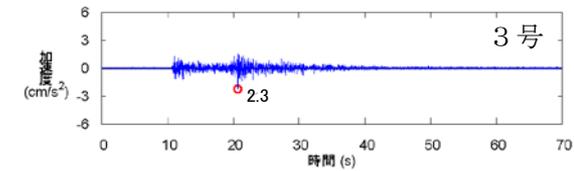
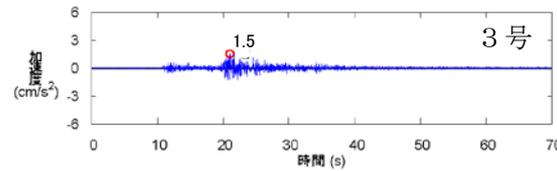
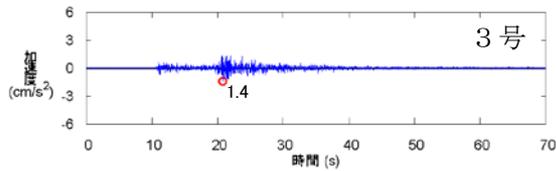
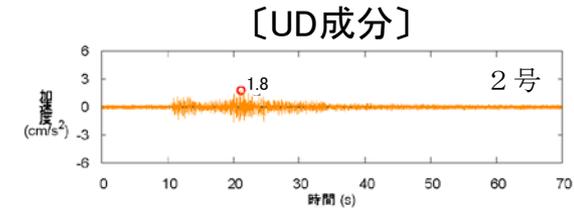
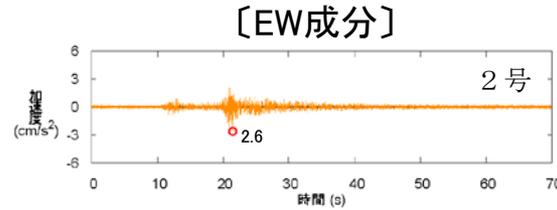
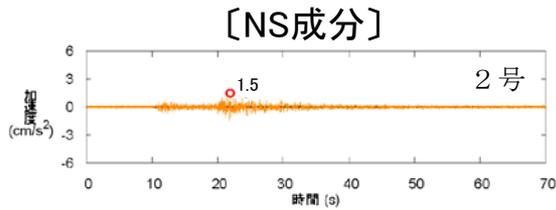
(1) 原子炉建物基礎上端の地震観測記録による検討(観測記録:No.1地震)

■ 2011年島根県東部の地震(M5.2)の観測記録の応答スペクトルは同程度である。



(1) 原子炉建物基礎上端の地震観測記録による検討(観測記録:No.2地震)

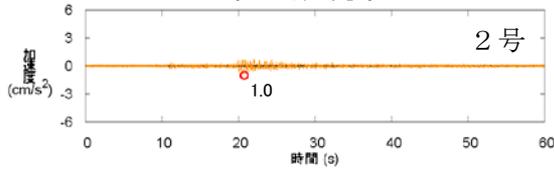
■ 2011年広島県北部の地震(M5.4)の観測記録の応答スペクトルは同程度である。



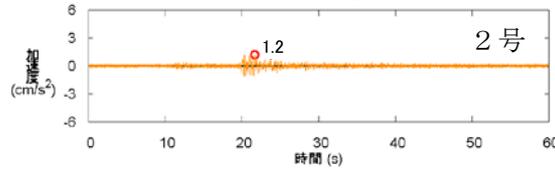
(1) 原子炉建物基礎上端の地震観測記録による検討(観測記録:No.3地震)

■ 2011年広島県北部の地震(M4.7)の観測記録の応答スペクトルは同程度である。

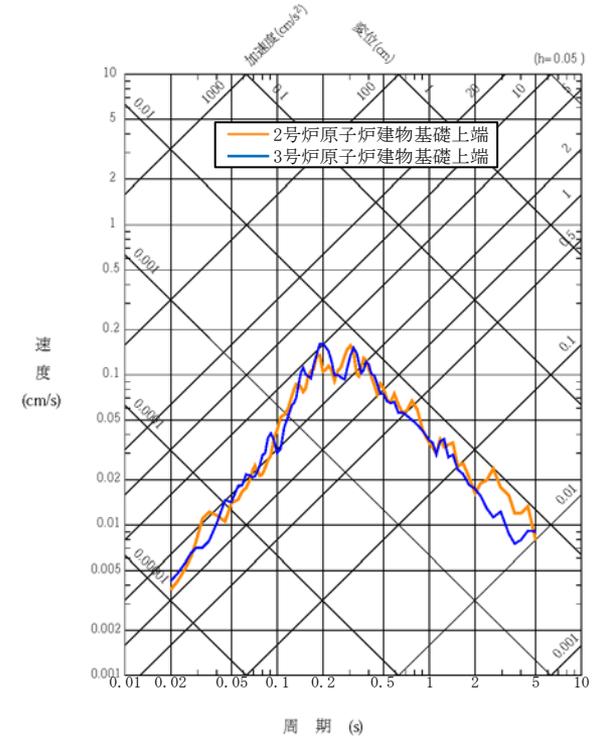
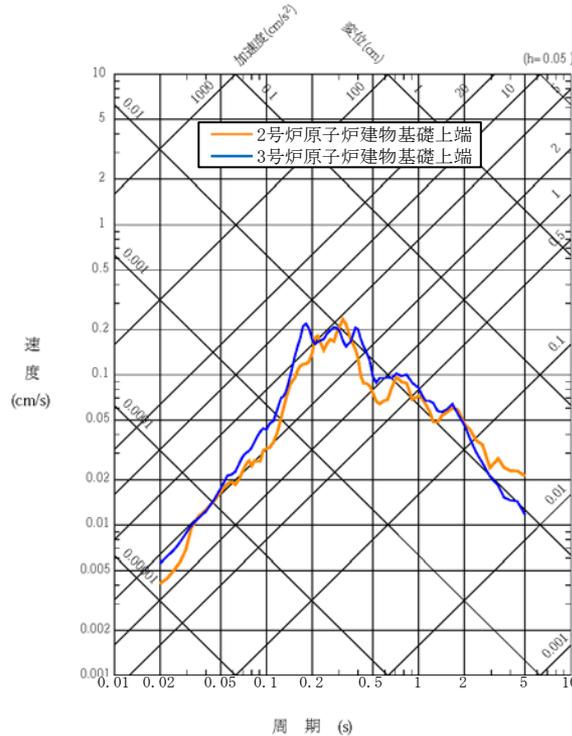
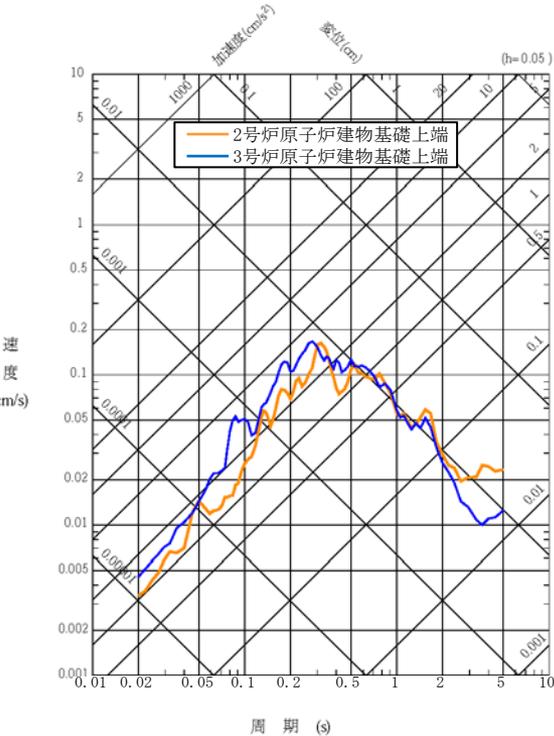
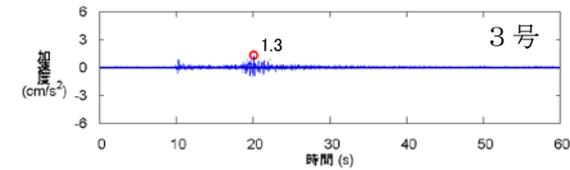
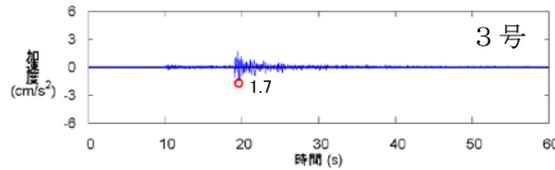
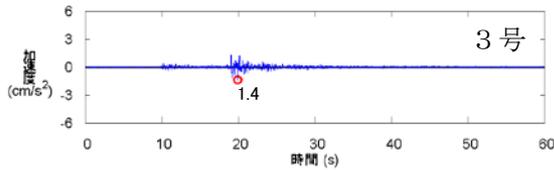
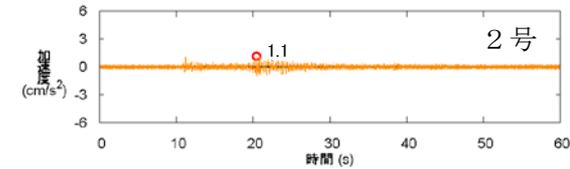
[NS成分]



[EW成分]



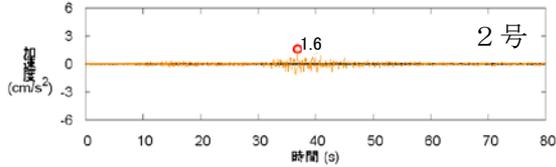
[UD成分]



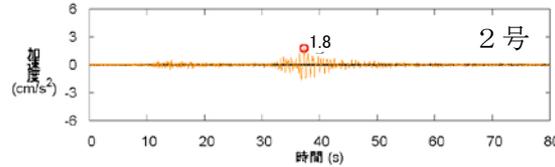
(1) 原子炉建物基礎上端の地震観測記録による検討(観測記録:No.4地震)

■ 2013年淡路島付近の地震(M6.3)の観測記録の応答スペクトルは同程度である。

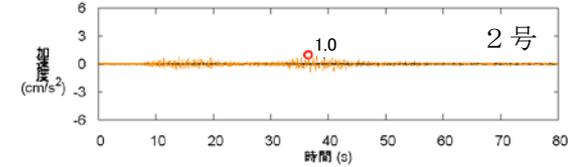
[NS成分]



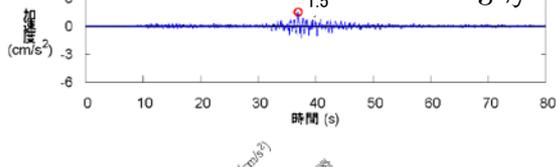
[EW成分]



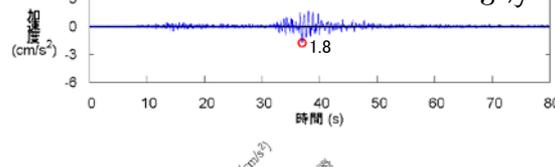
[UD成分]



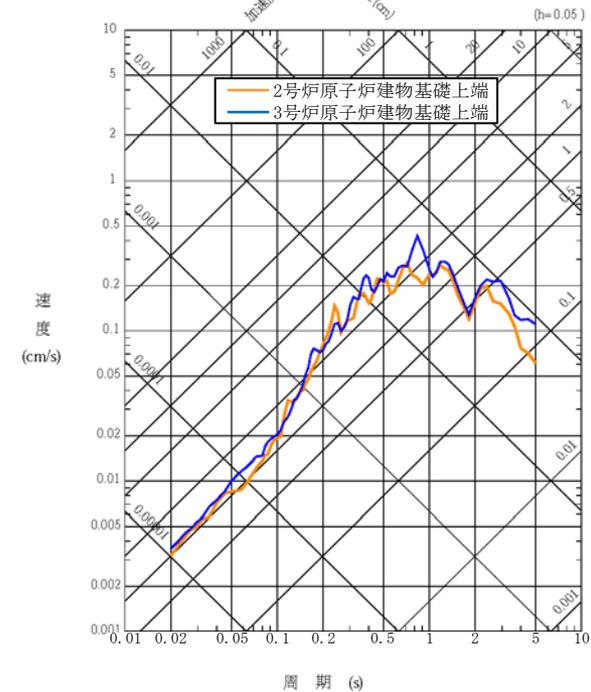
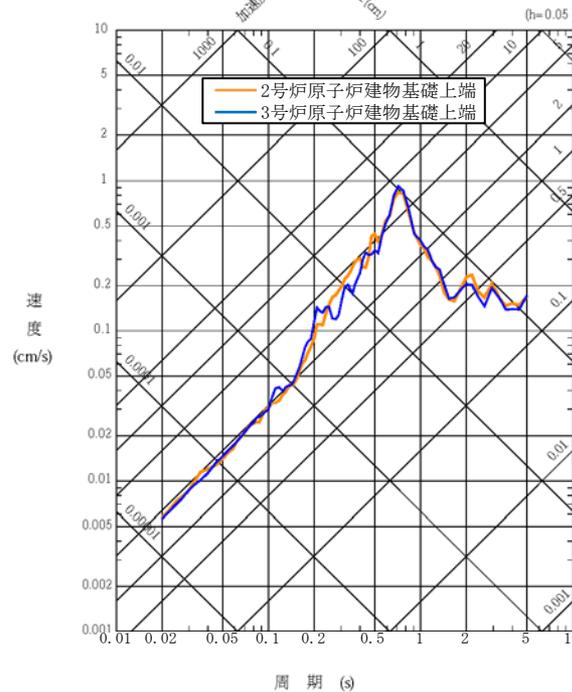
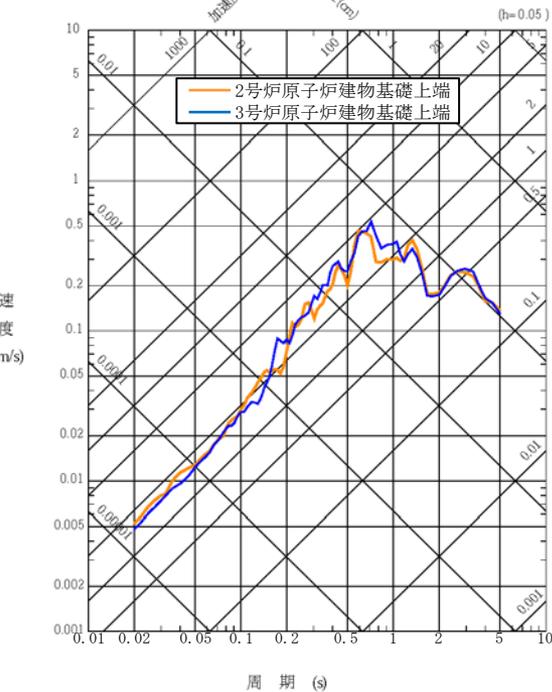
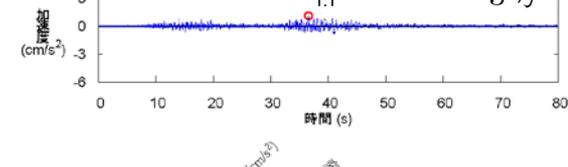
[NS成分]



[EW成分]



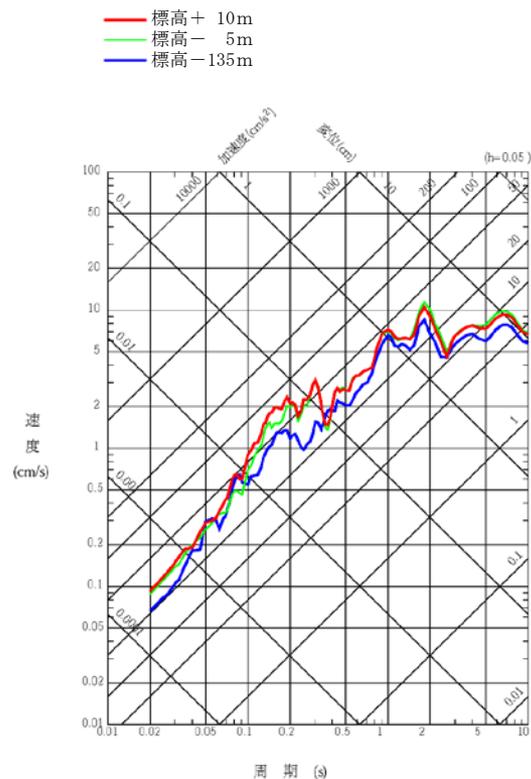
[UD成分]



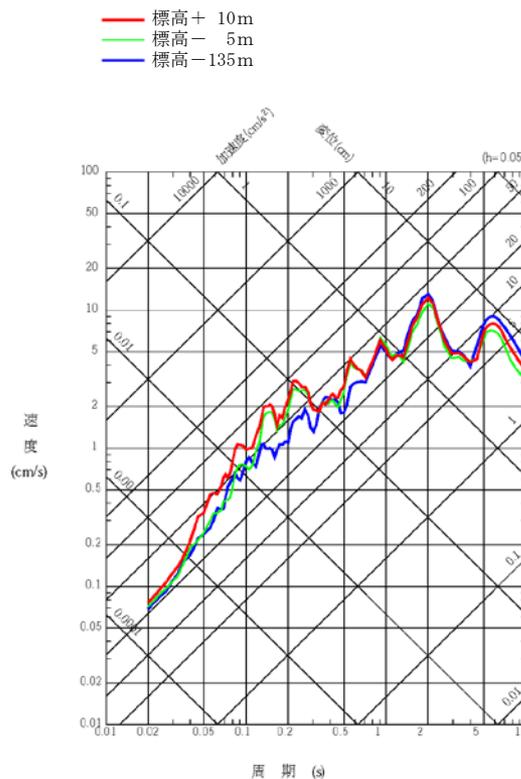
(2) 敷地地盤の地震観測記録による検討(敷地地盤で観測された主な地震:2号)

- 2号観測点のA地点で観測された2000年鳥取県西部地震の地震観測記録によると岩盤内で応答スペクトルの顕著な増幅はみられない。

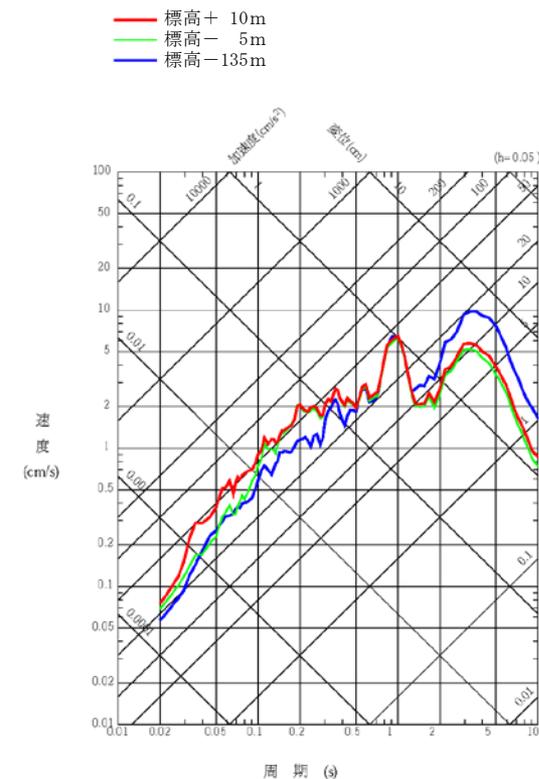
〔NS成分〕



〔EW成分〕



〔UD成分〕

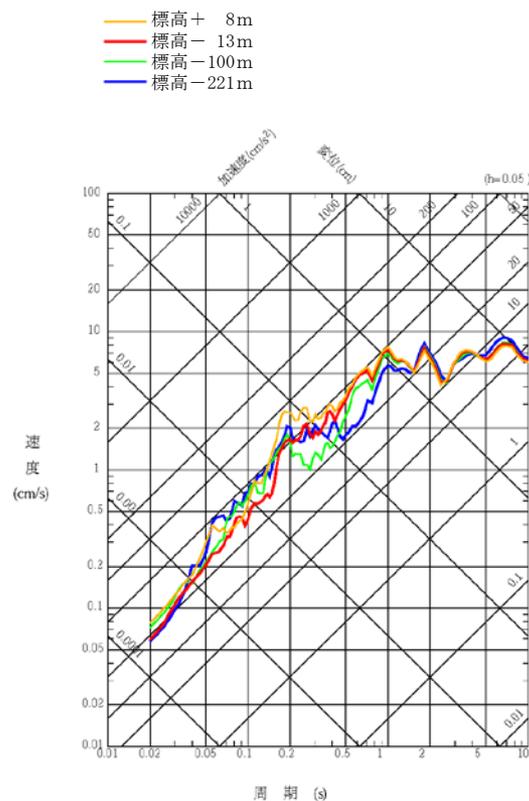


深度別応答スペクトル(2000年鳥取県西部地震(M7.3), 観測点:A地点)

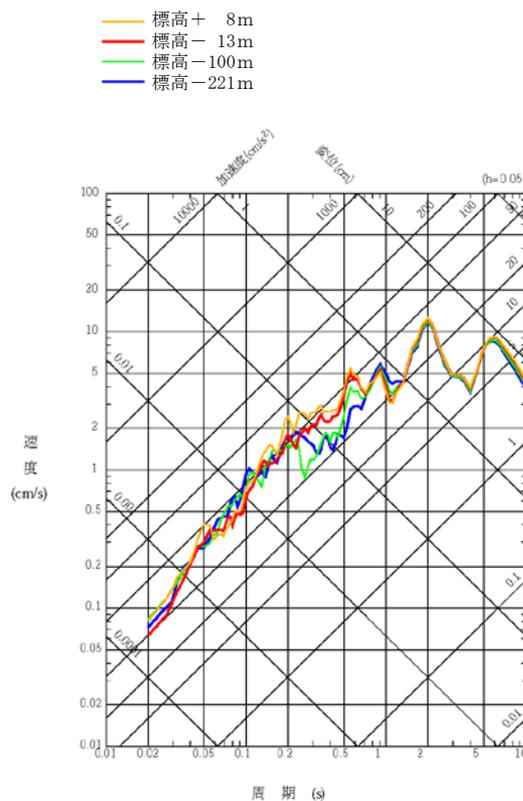
(2) 敷地地盤の地震観測記録による検討(敷地地盤で観測された主な地震:3号)

- 3号観測点のB地点で観測された2000年鳥取県西部地震の地震観測記録によると岩盤内で応答スペクトルの顕著な増幅はみられない。

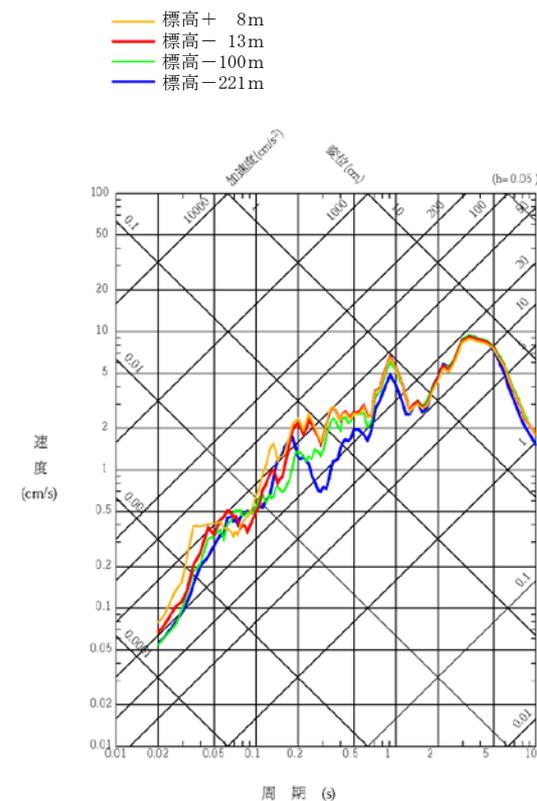
〔NS成分〕



〔EW成分〕



〔UD成分〕

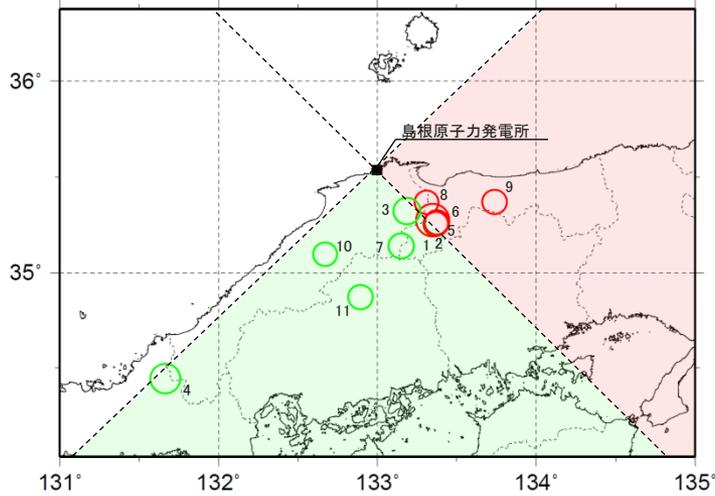


深度別応答スペクトル(2000年鳥取県西部地震(M7.3), 観測点:B地点)

(2) 敷地地盤の地震観測記録による検討(到来方向別:2号)

第204回審査会合資料1 P31 再掲

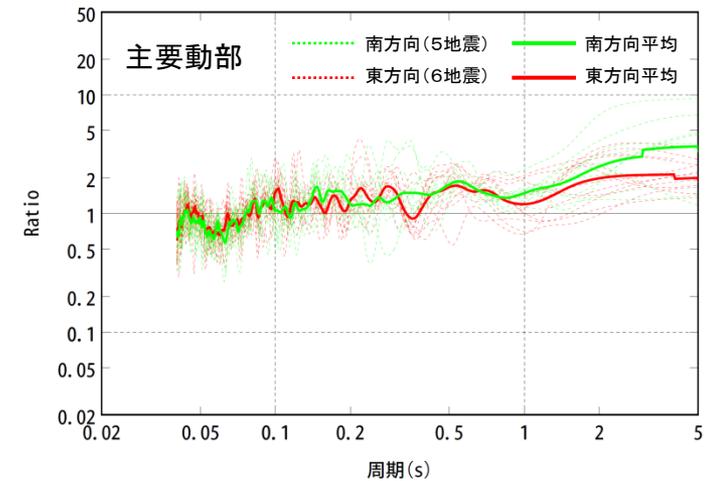
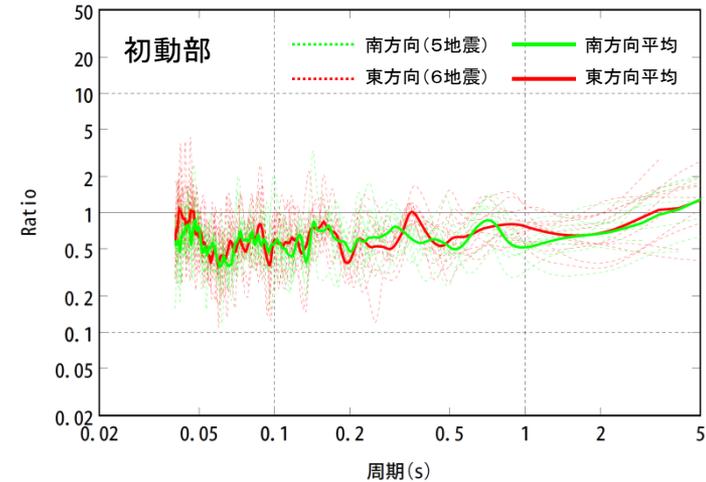
■ M5以上の内陸地殻内地震の観測記録(標高+10m)に基づき評価した水平/上下スペクトル比(以下「H/Vスペクトル比」という。)を到来方向別に比較すると、検討対象地震の到来方向は東と南の2方向となり、方向別で顕著な差異はみられない。



検討対象地震

No.	年月日	時刻	震央地名	深さ (km)	M	震央距離 (km)	方位角 (°)	入射角 (°)
1	1989. 10. 27	07:41	鳥取県西部	13	5.3	45.7	131	74
2	1989. 11. 2	04:57	鳥取県西部	15	5.5	45.9	132	72
3	1991. 8. 28	10:29	島根県東部	13	5.9	29.2	143	65
4	1997. 6. 25	18:50	山口・島根県境	8	6.6	171.8	225	87
5	1997. 9. 4	05:15	鳥取県西部	9	5.5	45.7	131	79
6	2000. 10. 6	13:30	鳥取県西部	9	7.3	43.2	132	78
7	2000. 10. 8	13:17	鳥取県西部	7	5.6	45.8	162	82
8	2000. 10. 8	20:51	鳥取県西部	8	5.2	33.7	123	76
9	2002. 9. 16	10:10	鳥取県東部	10	5.5	69.7	105	82
10	2011. 6. 4	01:57	島根県東部	11	5.2	57.2	212	80
11	2011. 11. 21	19:16	広島県北部	12	5.4	74.3	187	81

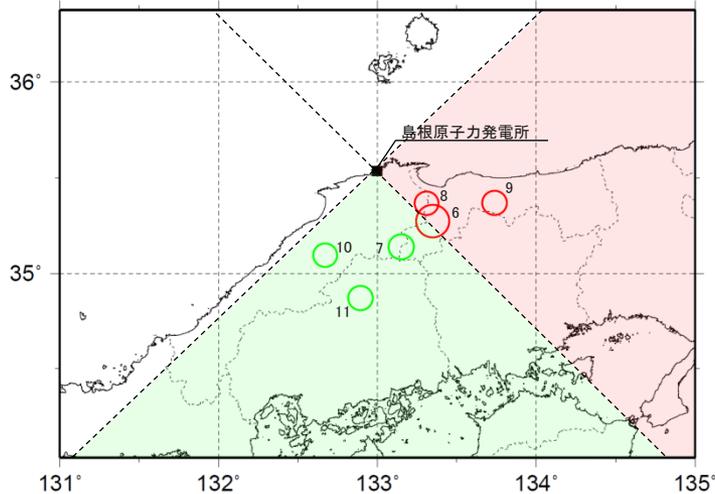
■ :南方向 ■ :東方向



H/Vスペクトル比(A地点:標高+10m)

(2) 敷地地盤の地震観測記録による検討(到来方向別:3号)

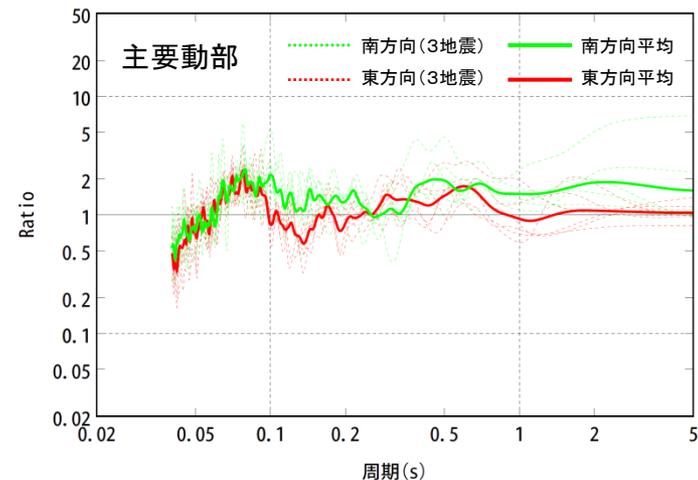
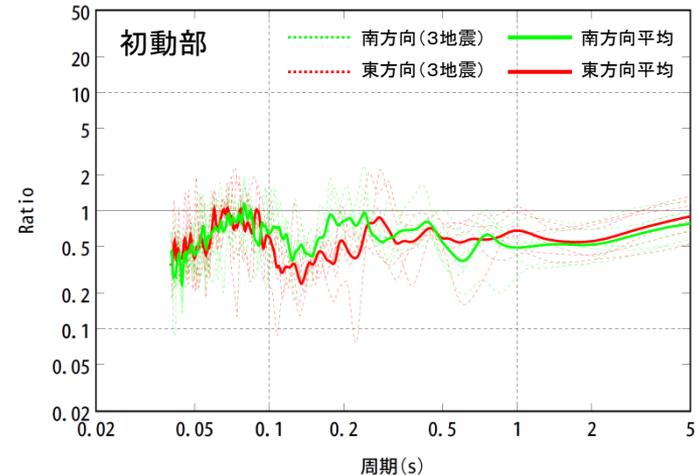
■ M5以上の内陸地殻内地震の観測記録(B地点:標高+8m, C地点:標高+8.5m)に基づき評価したH/Vスペクトル比を到来方向別に比較すると, 検討対象地震の到来方向は東と南の2方向となり, 方向別で顕著な差異はみられない。



検討対象地震

No.	年月日	時刻	震央地名	深さ (km)	M	震央距離 (km)	方位角 (°)	入射角 (°)
6	2000. 10. 6	13:30	鳥取県西部	9	7.3	43.2	132	78
7	2000. 10. 8	13:17	鳥取県西部	7	5.6	45.8	162	82
8	2000. 10. 8	20:51	鳥取県西部	8	5.2	33.7	123	76
9	2002. 9. 16	10:10	鳥取県東部	10	5.5	69.7	105	82
10	2011. 6. 4	01:57	島根県東部	11	5.2	57.2	212	80
11	2011. 11. 21	19:16	広島県北部	12	5.4	74.3	187	81

■ :南方向 ■ :東方向

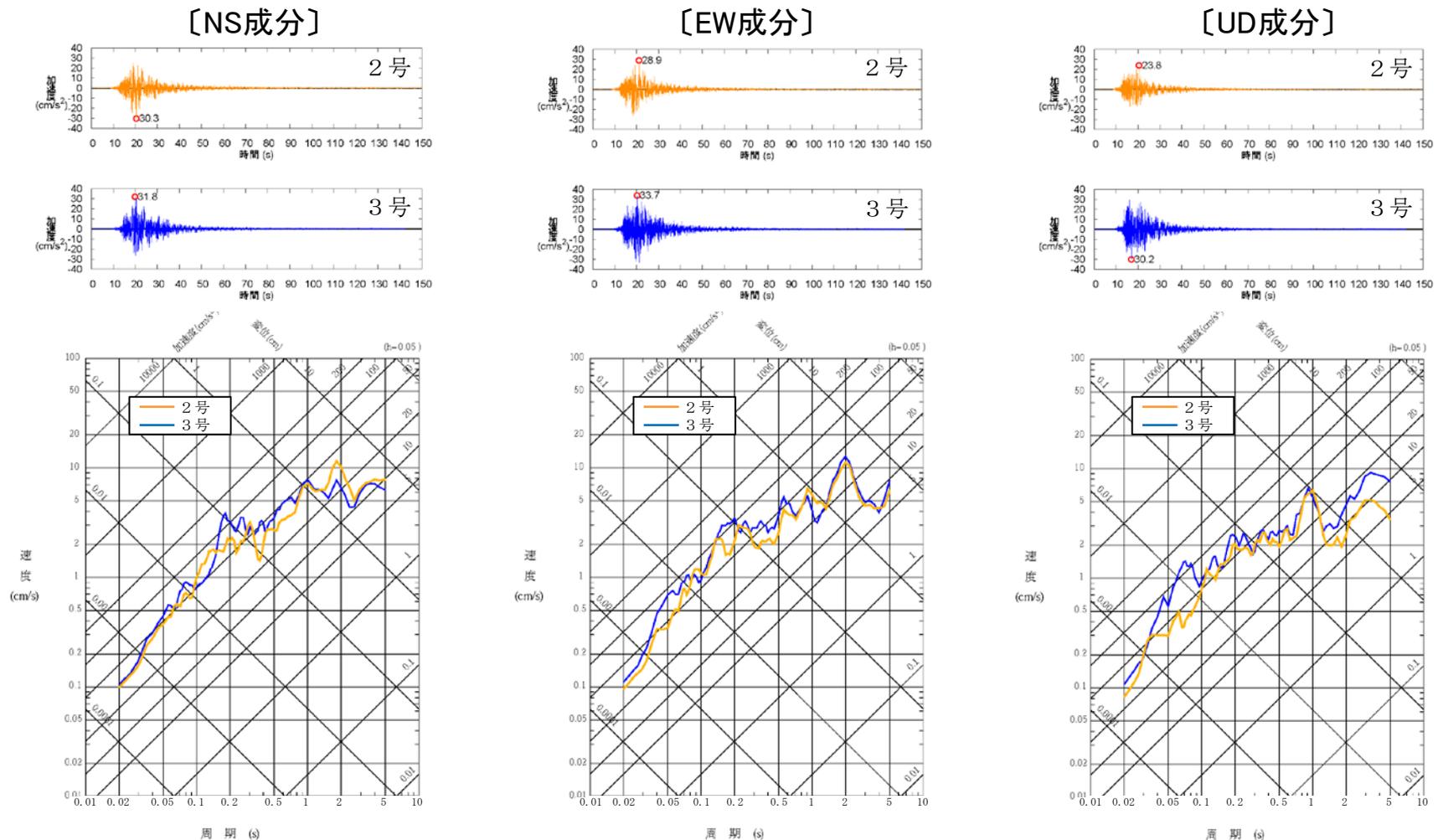


H/Vスペクトル比(B地点:標高+8m, C地点:標高+8.5m)

(2) 敷地地盤の地震観測記録による検討(はぎとり波の比較)

第204回審査会合資料1 P33 再掲

- 2号観測点(A地点)及び3号観測点(B地点)における2000年鳥取県西部地震の地震観測記録に基づき、解放基盤表面(標高-10m)におけるはぎとり波※を求めると、応答スペクトルは同程度である。

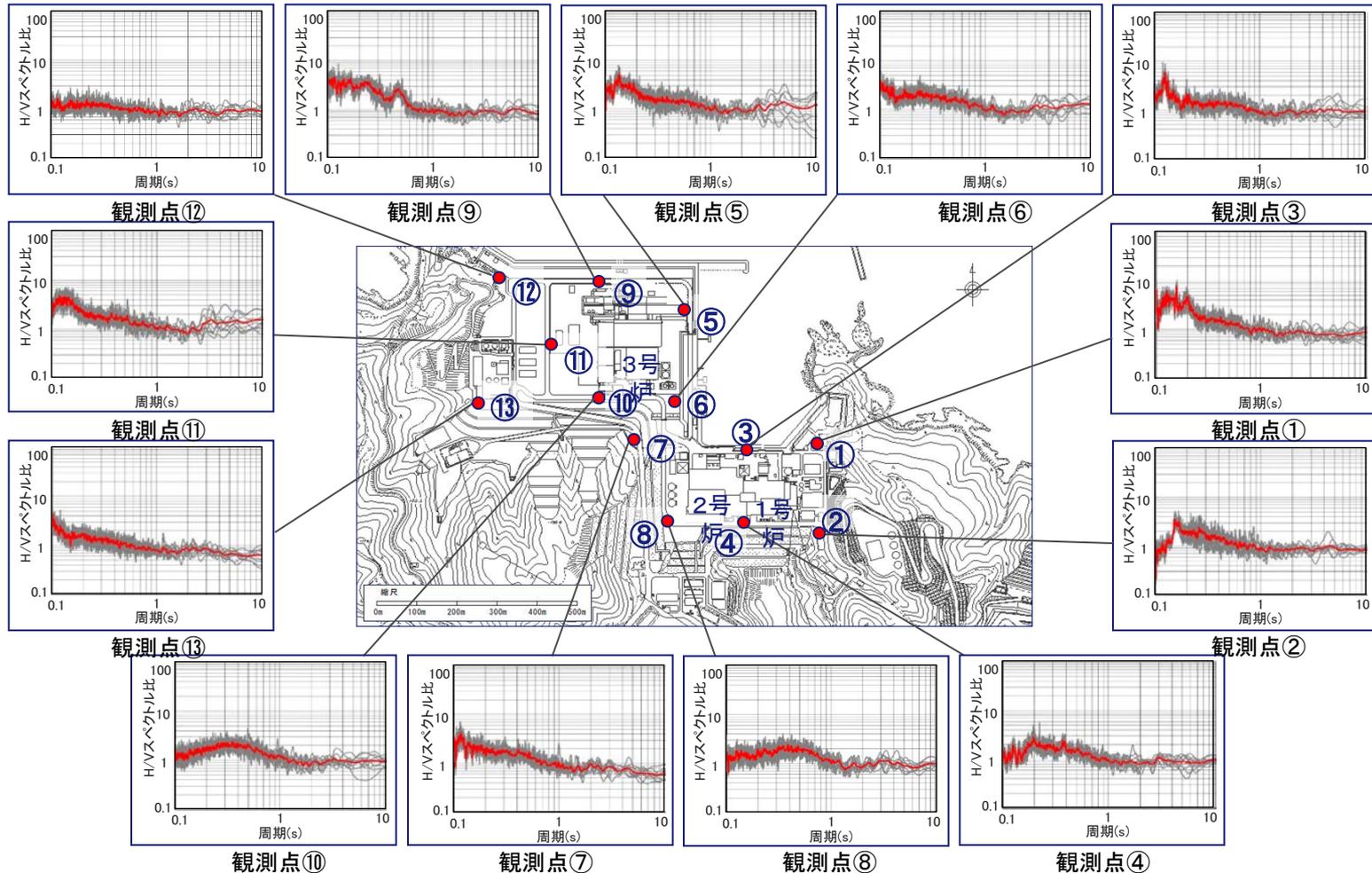


2000年鳥取県西部地震の解放基盤表面(標高-10m)におけるはぎとり波の比較

※ はぎとり波は後述する2号及び3号地下構造モデルを用いて算定。

(3) 敷地地盤の微動観測記録による検討(各観測点の評価結果)

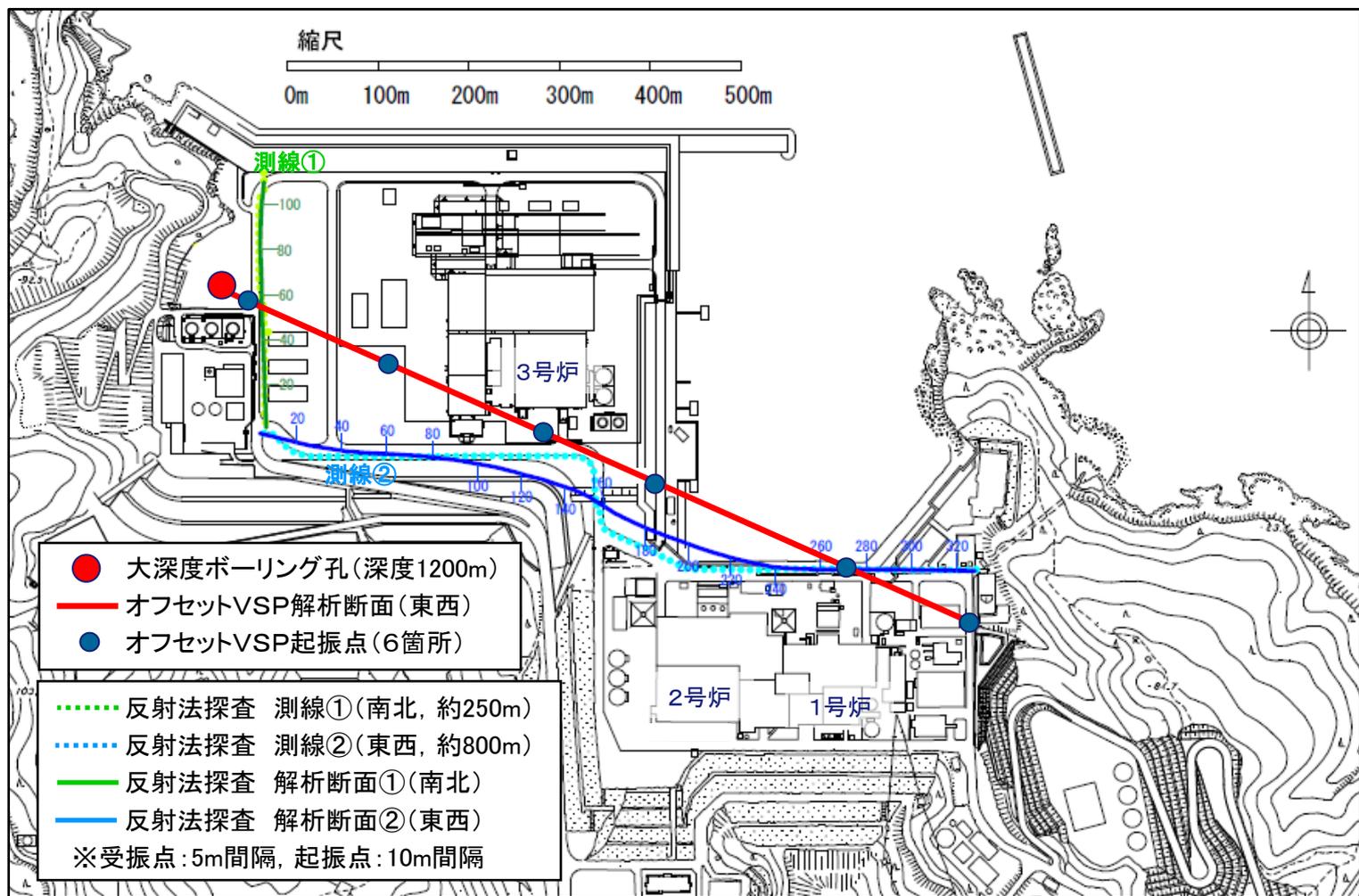
- 発電所敷地内の13箇所(200m間隔)で微動観測を実施し、その観測記録に基づき評価したH/Vスペクトル比の空間分布を確認した。
- 0.25秒以下の短周期側は表層(盛土・埋土)の影響により若干違いはあるが、1秒以上の長周期側は一様にフラットであり、敷地内の深部構造に大きな違いはないと考えられる。



(4) 反射法探査及びオフセットVSP探査による検討(解析断面)

第204回審査会合資料1 P39 加筆・修正

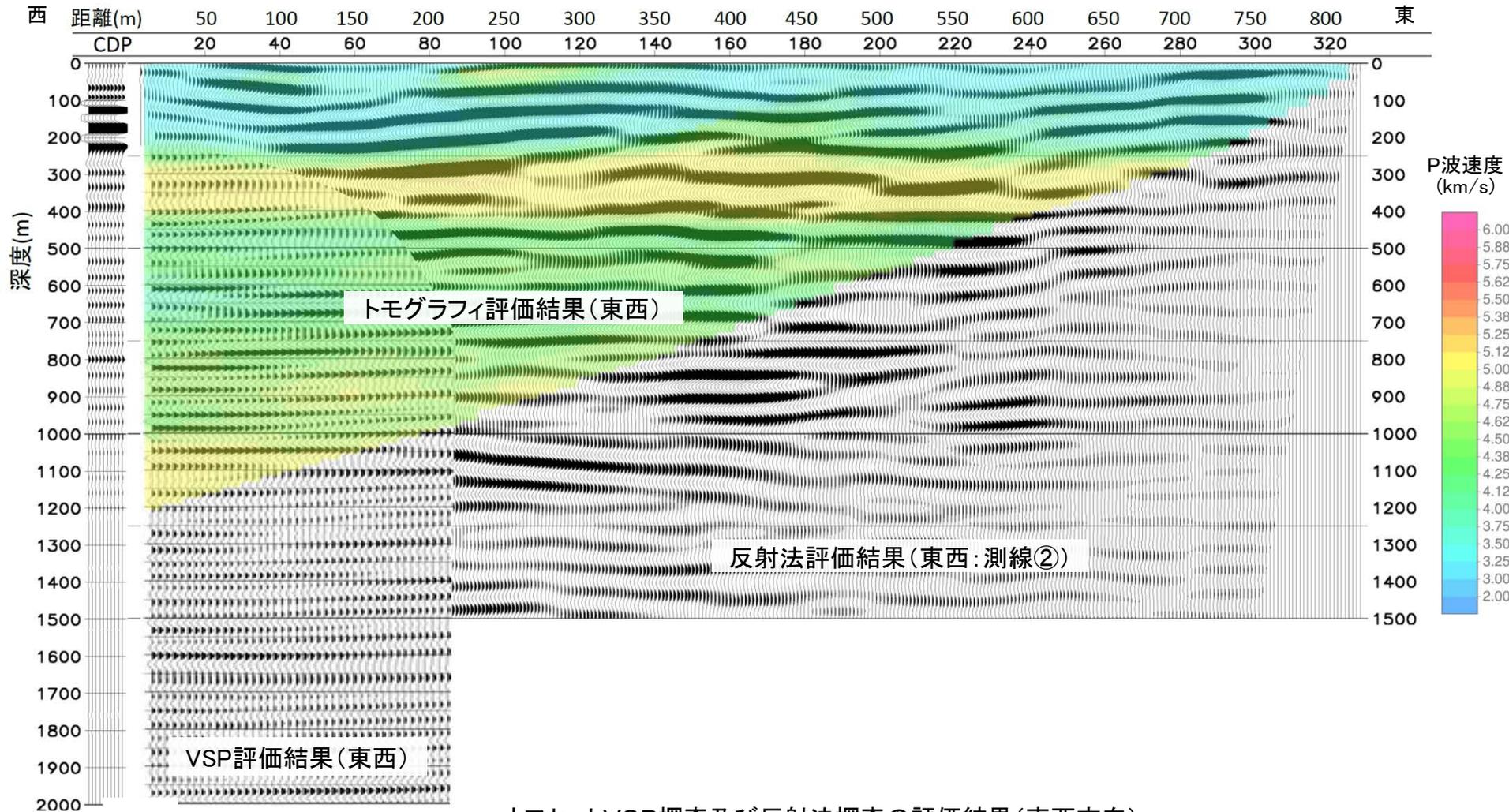
- 深度1200mの大深度ボーリングを実施し、大深度ボーリング孔から2号炉方向へ伸びる東西方向でオフセットVSP探査を実施した。また、南北・東西方向の構内道路沿い(2測線)で反射法探査を実施した。



反射法探査及びオフセットVSP探査の解析断面

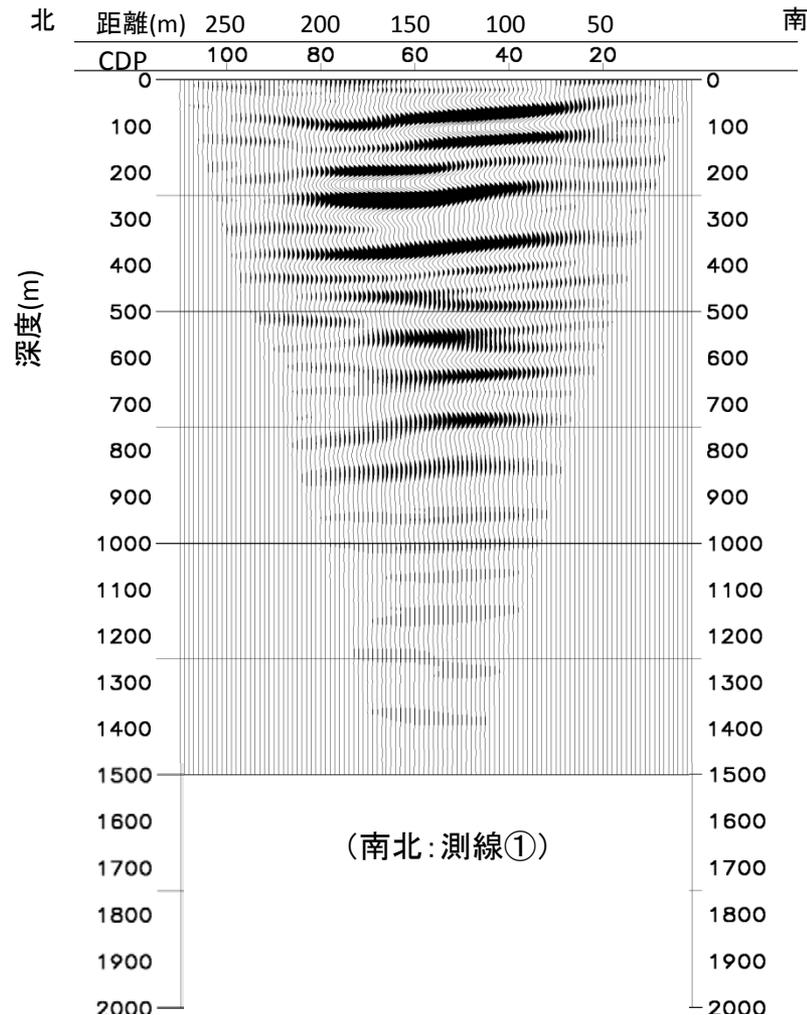
(4) 反射法探査及びオフセットVSP探査による検討(検討結果:東西方向)

- 東西方向の反射面は地下深部までほぼ水平に連続しており、特異な構造はみられない。
- 深度1200mまでのP波速度は $V_p=3.5\sim 5\text{km/s}$ 程度であり、低速度域はみられない。



オフセットVSP探査及び反射法探査の評価結果(東西方向)

■ 南北方向の反射面は北に向かって緩やかに傾斜しているが、特異な構造はみられない。

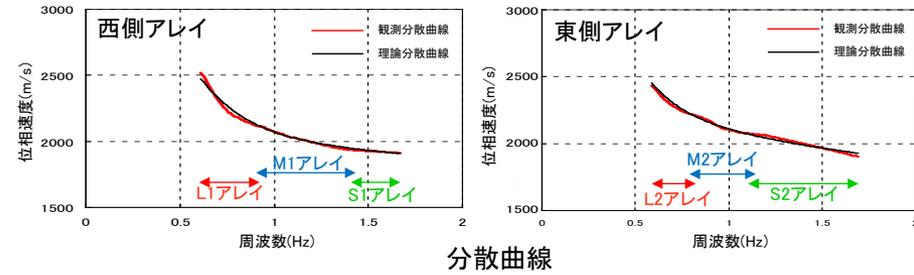


反射法探査の評価結果(南北方向)

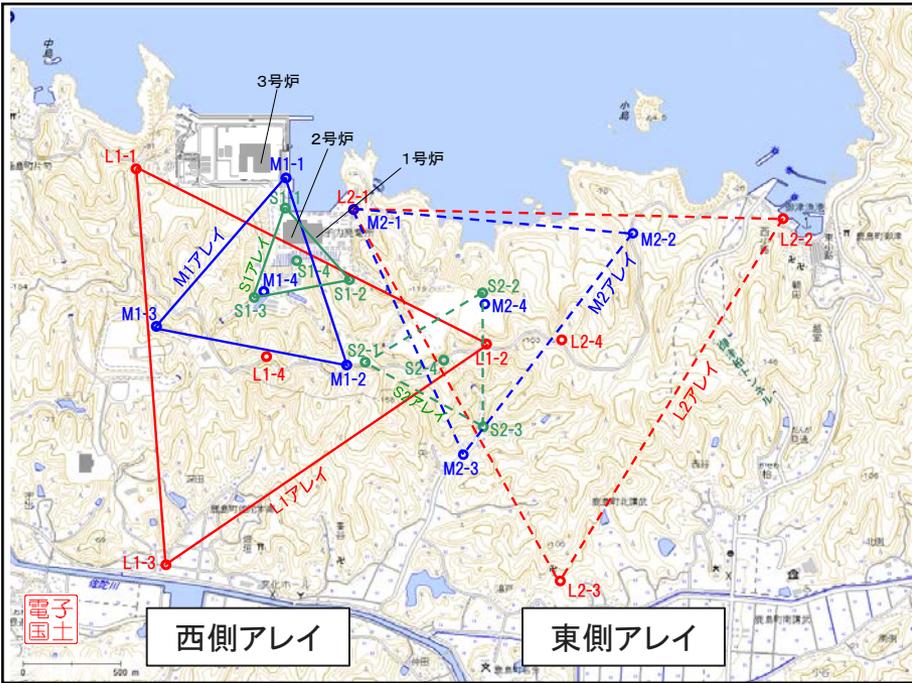
(5) 微動アレイ探査による検討(アレイ配置及び評価結果)

- 敷地及び敷地周辺における微動アレイ探査(西側・東側アレイ)により, 速度構造を推定した。
- それぞれのアレイにおける速度構造の同定結果を比較すると, 概ね同程度の深さに同程度の速度層が分布している。

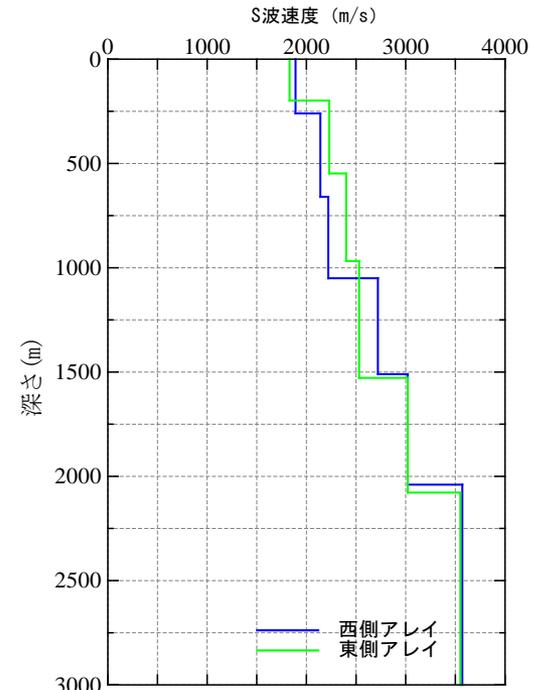
観測点	底辺長 (km)	標高 (m)								
		L1-1	71	L1-2	129	L1-3	1	L1-4	148	
西側	L1アレイ	2.0	L1-1	71	L1-2	129	L1-3	1	L1-4	148
	M1アレイ	1.0	M1-1	25	M1-2	147	M1-3	134	M1-4	56
	S1アレイ	0.5	S1-1	14	S1-2	46	S1-3	55	S1-4	50
東側	L2アレイ	2.2	L2-1	13	L2-2	7	L2-3	30	L2-4	145
	M2アレイ	1.4	M2-1	14	M2-2	72	M2-3	25	M2-4	85
	S2アレイ	0.7	S2-1	158	S2-2	85	S2-3	41	S2-4	142



分散曲線



アレイ配置



微動アレイ探査により同定されたS波速度構造

観測記録及び物理探査に基づく検討のまとめ

(1) 原子炉建物基礎先端の地震観測記録による検討

2号炉及び3号炉の原子炉建物の応答が同程度であることから、それぞれの地盤の増幅特性に違いはないと考えられる。

(2) 敷地地盤の地震観測記録による検討

検討対象地震の到来方向は東と南の2方向となり、方向別で増幅特性に違いはみられないことから、敷地の地下構造は特異な構造ではないと考えられる。また、2号観測点及び3号観測点の解放基盤表面におけるはざとり波が同程度であることから、それぞれの地盤の増幅特性に違いはないと考えられる。

(3) 敷地地盤の微動観測記録による検討

H/Vスペクトル比の1秒以上の長周期側が各観測点で一様にフラットであることから、敷地の深部地下構造は特異な構造ではないと考えられる。なお、H/Vスペクトル比の0.25秒以下の短周期側が各観測点で異なるのは、表層(盛土・埋土)の影響によるものと考えられる。

(4) 反射法探査及びオフセットVSP探査による検討

東西方向の反射面が地下深部までほぼ水平に連続していることから、東西方向の地下構造は水平成層構造と考えられる。また、南北方向の反射面が北に向かって緩やかに傾斜していることから、南北方向の地下構造は北に傾斜していると考えられる。

(5) 微動アレイ探査による検討

西側及び東側アレイにおける速度構造の同定結果は、概ね同程度の深さに同程度の速度層が分布していることから、敷地及び敷地周辺の東西方向の地下構造は水平成層構造と考えられる。

傾斜構造を考慮した解析による検討内容

第204回審査会合資料1 P45 加筆・修正

■ 傾斜構造を考慮した解析による検討

敷地及び敷地周辺の地質・地質構造の調査結果及び反射法探査の検討結果より、敷地の南北方向の地下構造は北に緩やかに傾斜していると考えられるため、傾斜構造を考慮した2次元地下構造モデルを用い、その影響を解析的に検討する。

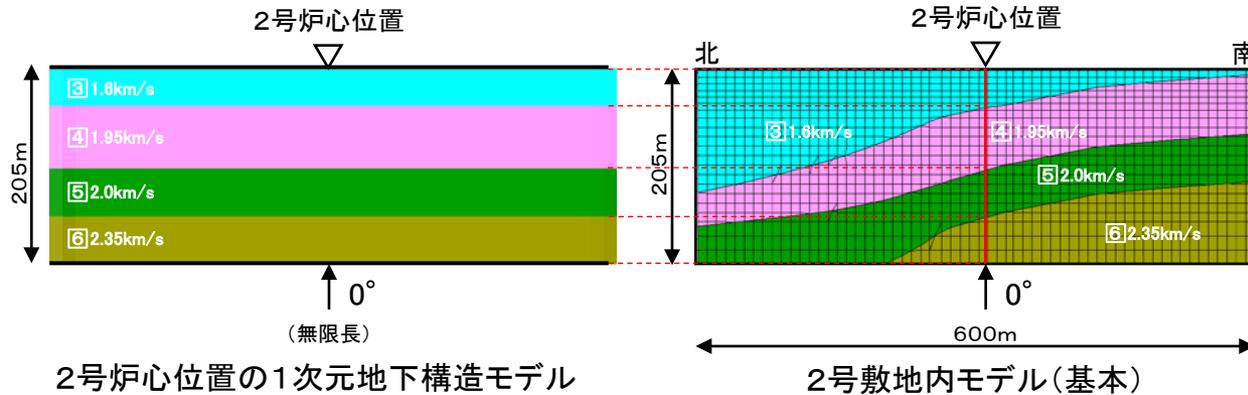
検討モデル一覧

検討モデル	2号	3号	設定方法
敷地内モデル(基本)	○	○	敷地内の速度層断面図に基づき設定
広域モデル(基本)	○	○	敷地内モデル(基本)の範囲を拡大して設定
敷地内モデル(ドレライト考慮)	○※	—	敷地内モデル(基本)に敷地内の地質断面図にみられるドレライトを考慮して設定
広域モデル(ドレライト考慮)	○※	—	敷地内モデル(ドレライト考慮)の範囲を拡大して設定
広域モデル(背斜・向斜考慮)	○※	○※	広域モデル(基本)に敷地周辺の地質断面図にみられる背斜・向斜構造を考慮して設定

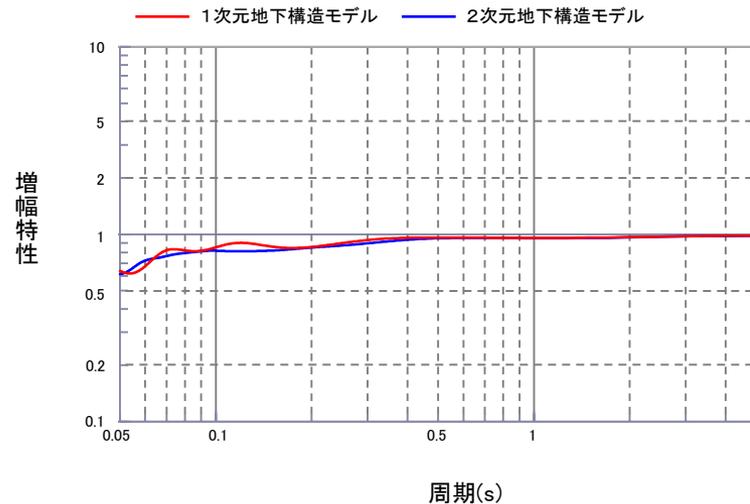
※ 検討結果は補足説明資料18ページ～48ページに記載

(1) 2号敷地内モデルの検討(基本: 1次元と2次元による増幅特性の比較)

■ 2号炉心位置における1次元地下構造モデルの地盤増幅特性が、2号敷地内モデルの地盤増幅特性(鉛直入射)と比較して、同程度またはそれ以上となっており、1次元と2次元の増幅傾向に違いはみられない。



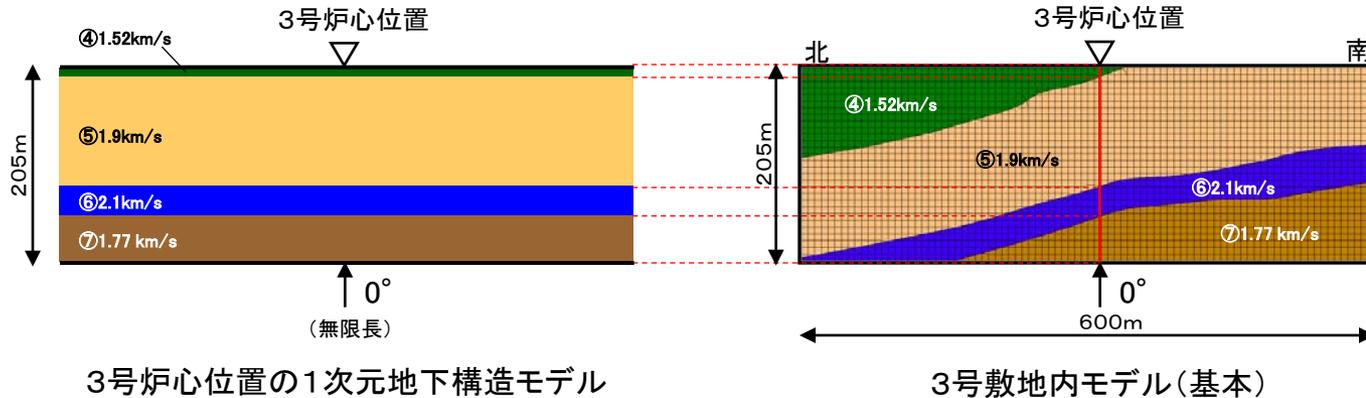
※速度はVsを表す



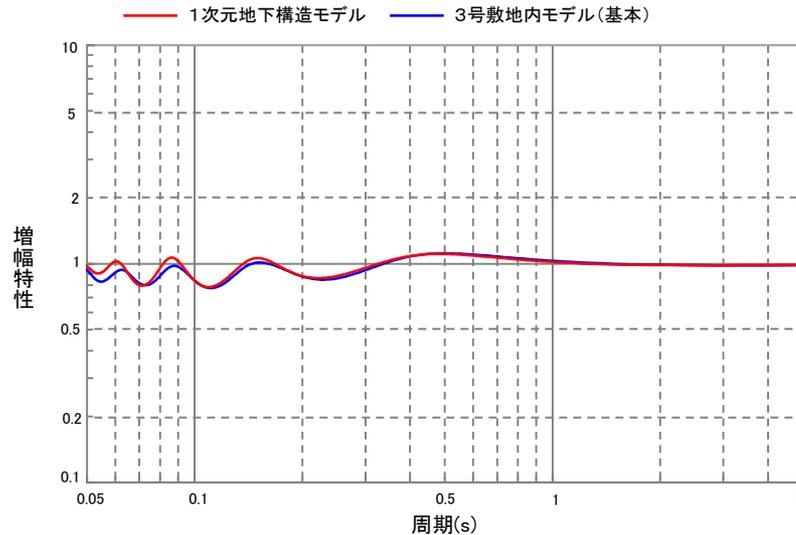
地盤増幅特性の比較(2号炉心位置)

(1) 3号敷地内モデルの検討(基本: 1次元と2次元による増幅特性の比較)

■ 3号炉心位置における1次元地下構造モデルの地盤増幅特性が、3号敷地内モデルの地盤増幅特性(鉛直入射)と比較して、同程度またはそれ以上となっており、1次元と2次元の増幅傾向に違いはみられない。



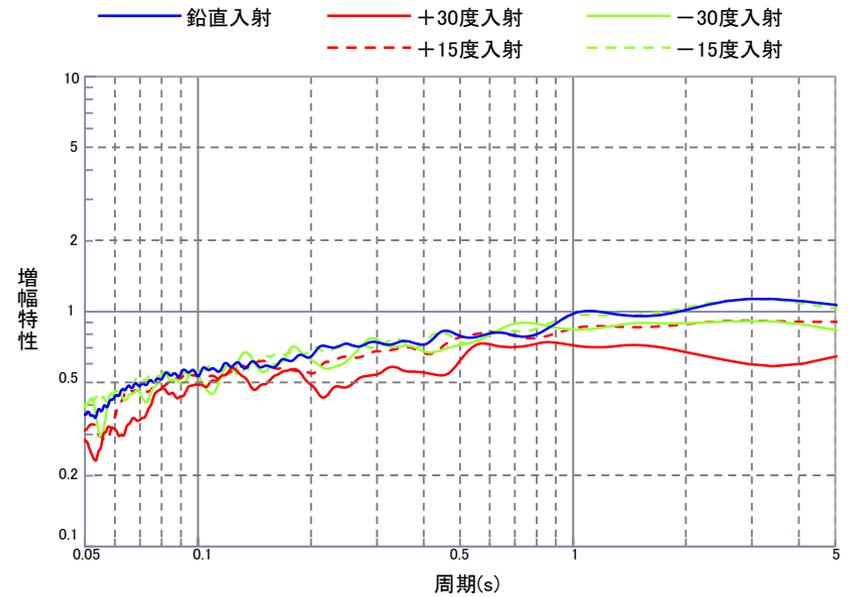
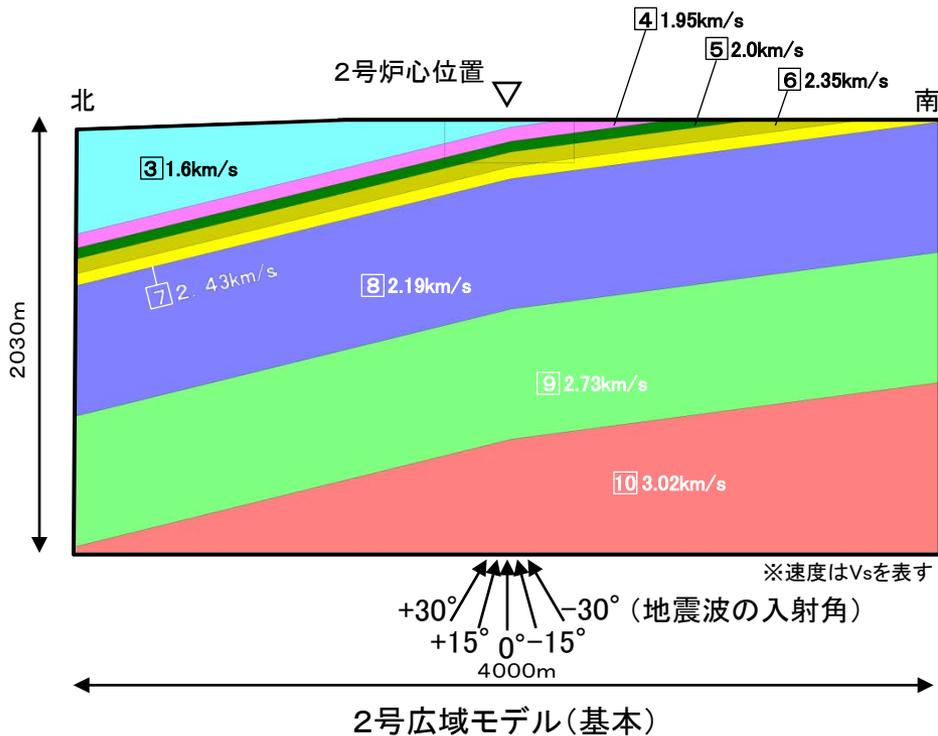
※速度はVsを表す



地盤増幅特性の比較(3号炉心位置)

(1) 2号広域モデルの検討(基本:入射角の違いによる増幅特性の比較)

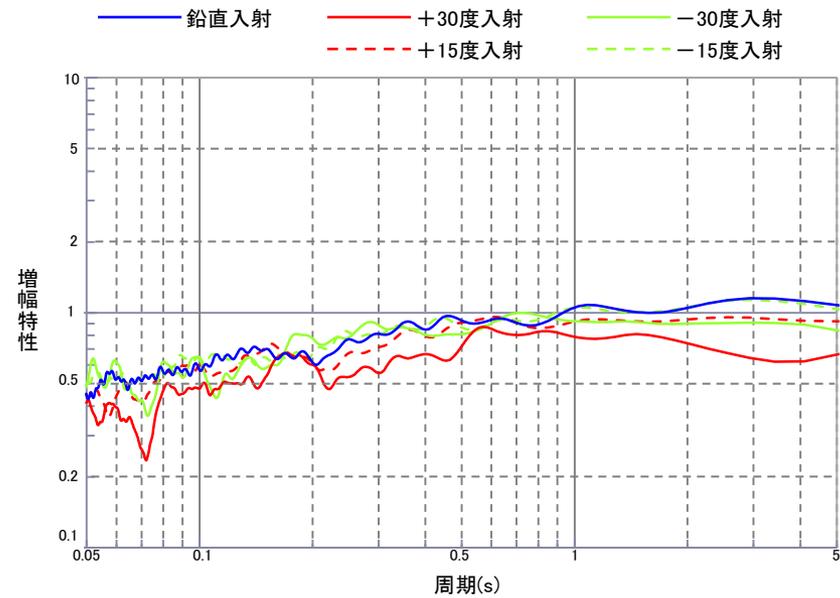
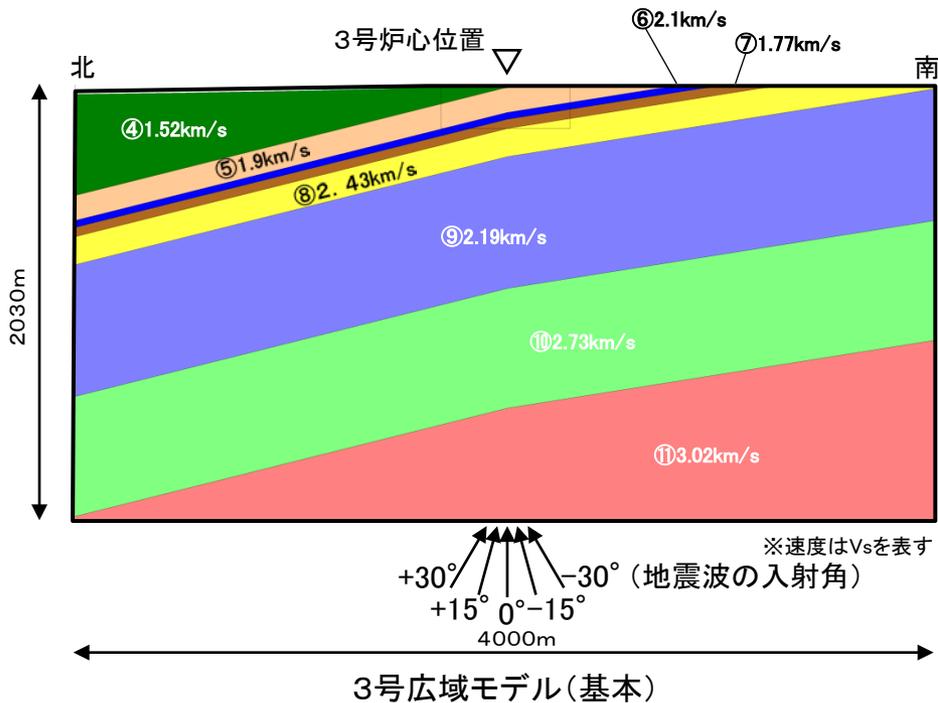
■ 2号広域モデルに地震波を鉛直(0°)及び斜め(±15°, ±30°)に入射すると, 鉛直入射の地盤増幅特性が, 斜め入射の地盤増幅特性と比較して, 同程度またはそれ以上となっており, 斜め入射を考慮しても傾斜構造による特異な増幅傾向はみられない。



地盤増幅特性の比較(2号炉心位置)

(1) 3号広域モデルの検討(基本:入射角の違いによる増幅特性の比較)

■ 3号広域モデルに地震波を鉛直(0°)及び斜め(±15°, ±30°)に入射すると, 鉛直入射の地盤増幅特性が, 斜め入射の地盤増幅特性と比較して, 同程度またはそれ以上となっており, 斜め入射を考慮しても傾斜構造による特異な増幅傾向はみられない。



地盤増幅特性の比較(3号炉心位置)

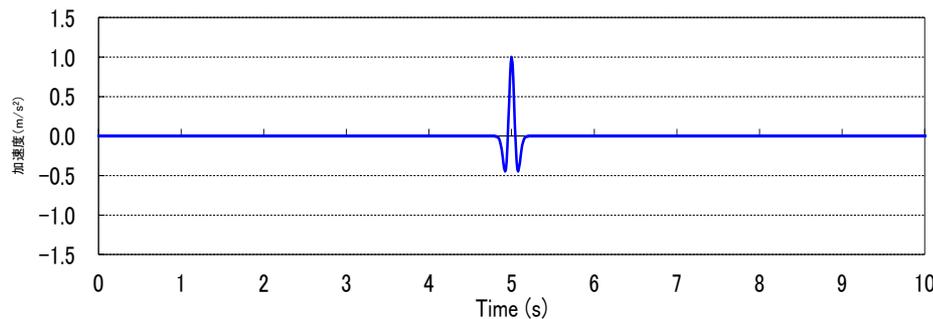
(2) 広域モデルの検討(伝播特性の検討に用いるRicker波)

第204回審査会合資料1 P70 再掲

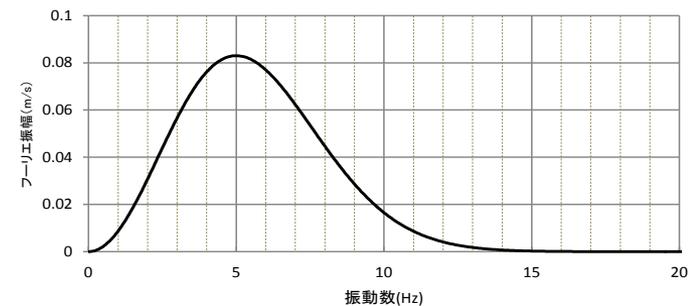
- 下式のRicker波(最大加速度:1.0m/s², 中心周期:0.2s, 最大値生起時刻:5.0s)を用い, 2次元地下構造モデルに対して地震波(SV波)を鉛直(0°)及び斜め(±30°)に入射して伝播特性を比較する。
- Ricker波は, 振幅が特定の周波数帯に比較的均一に分布しており, 波の形状が単純で波形の比較に適している。
- Ricker波の中心周期は, 島根サイトでは特徴的な周期帯を持つ地震記録が観測されていないことから, 建物の固有周期(約0.2s)付近の周期としている。

$$f(t) = (1 - 2A)\exp(-A)$$

$$A = \frac{\pi^2(t - t_M)^2}{t_C^2} = (f_C \pi)^2 (t - t_M)^2$$

 t_C : 中心周期 f_C : 中心振動数 t_M : 最大値生起時刻

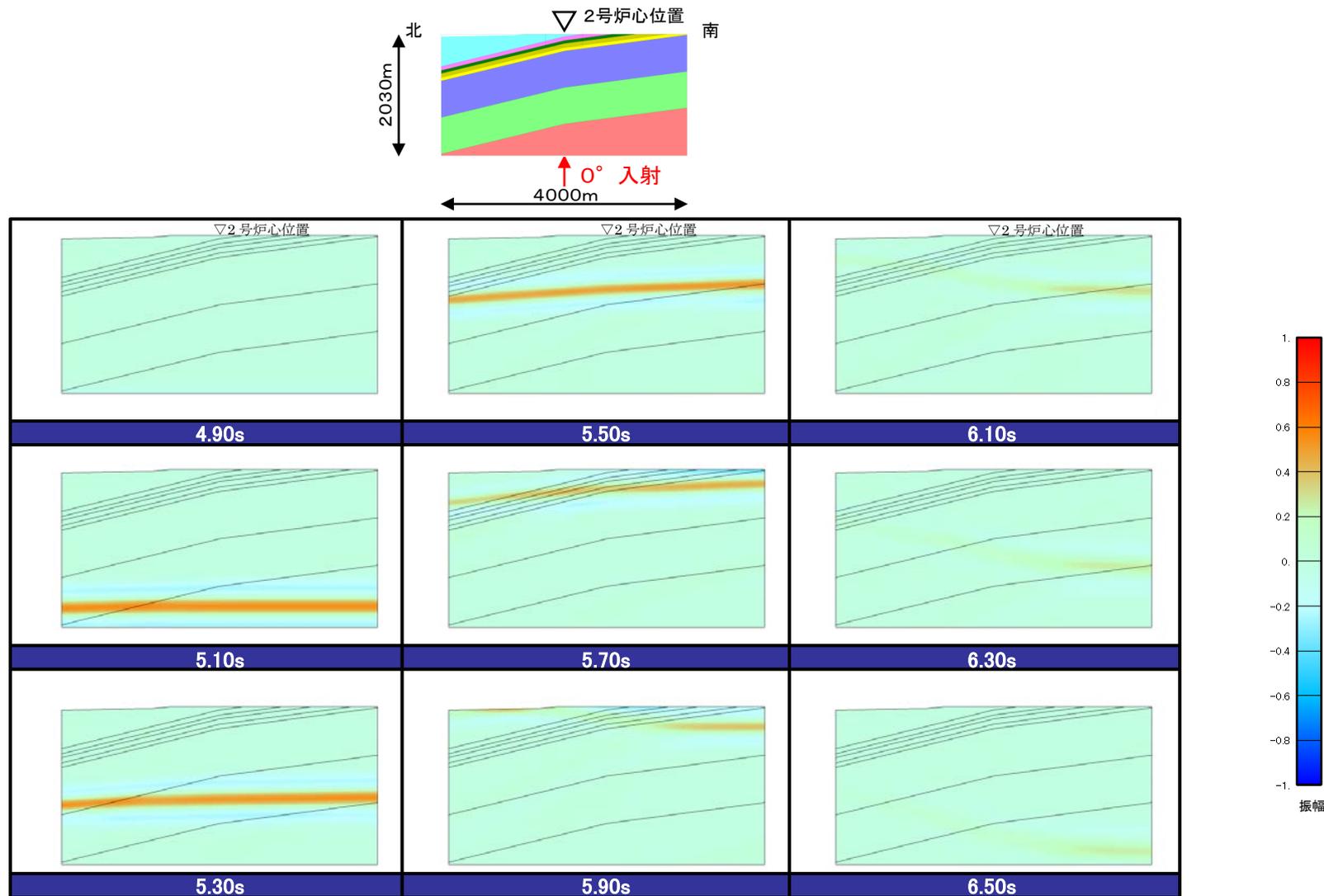
リッカー波の時刻歴波形



リッカー波のフーリエスペクトル

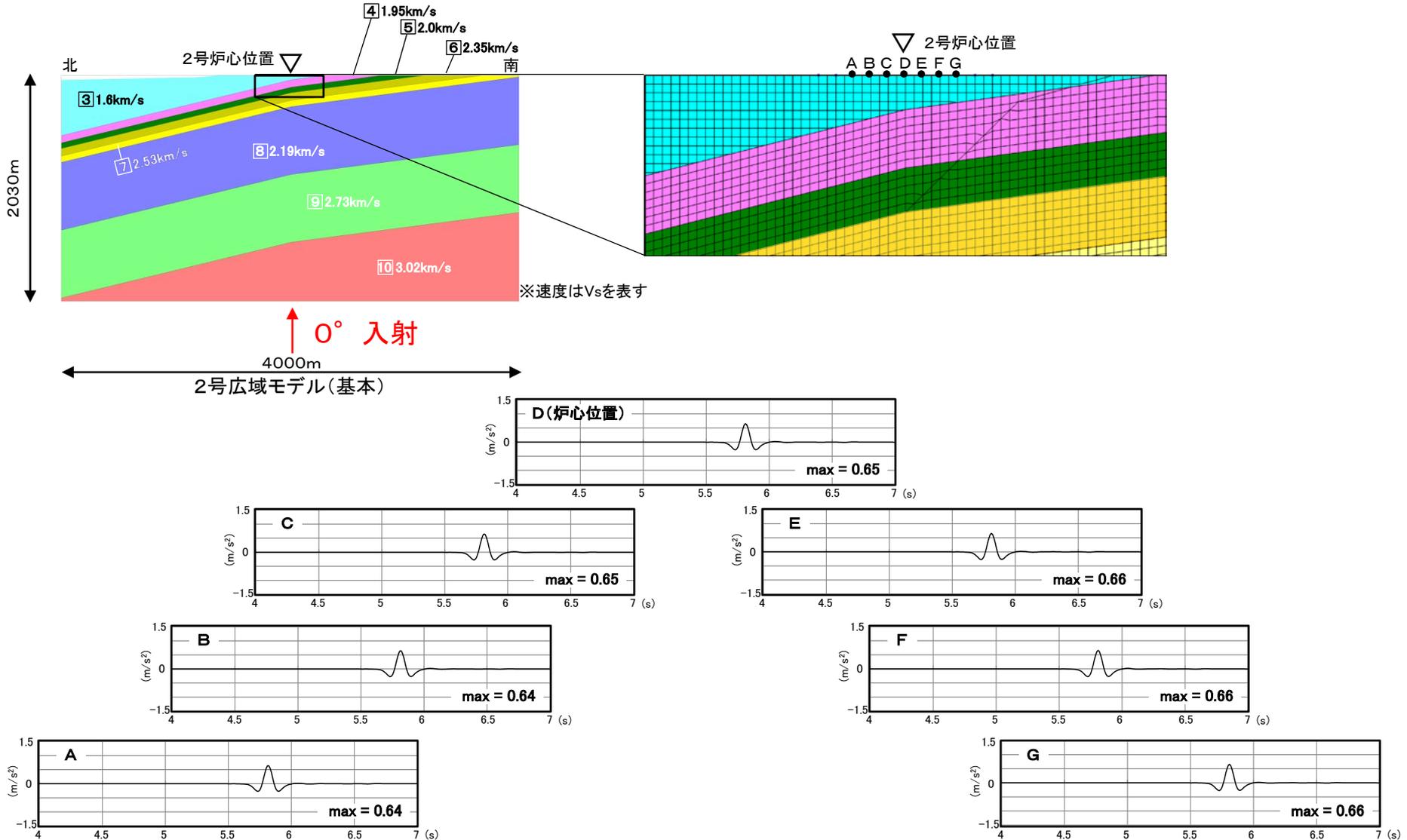
(2) 2号広域モデルの検討(基本:入射角の違いによるRicker波の検討)

- 2号広域モデルに地震波を鉛直(0°)に入射した検討結果(スナップショット)によると、傾斜構造による特異な伝播傾向はみられない。

Ricker波による検討結果(0° 入射)

(2) 2号広域モデルの検討(基本:入射角の違いによるRicker波の検討)

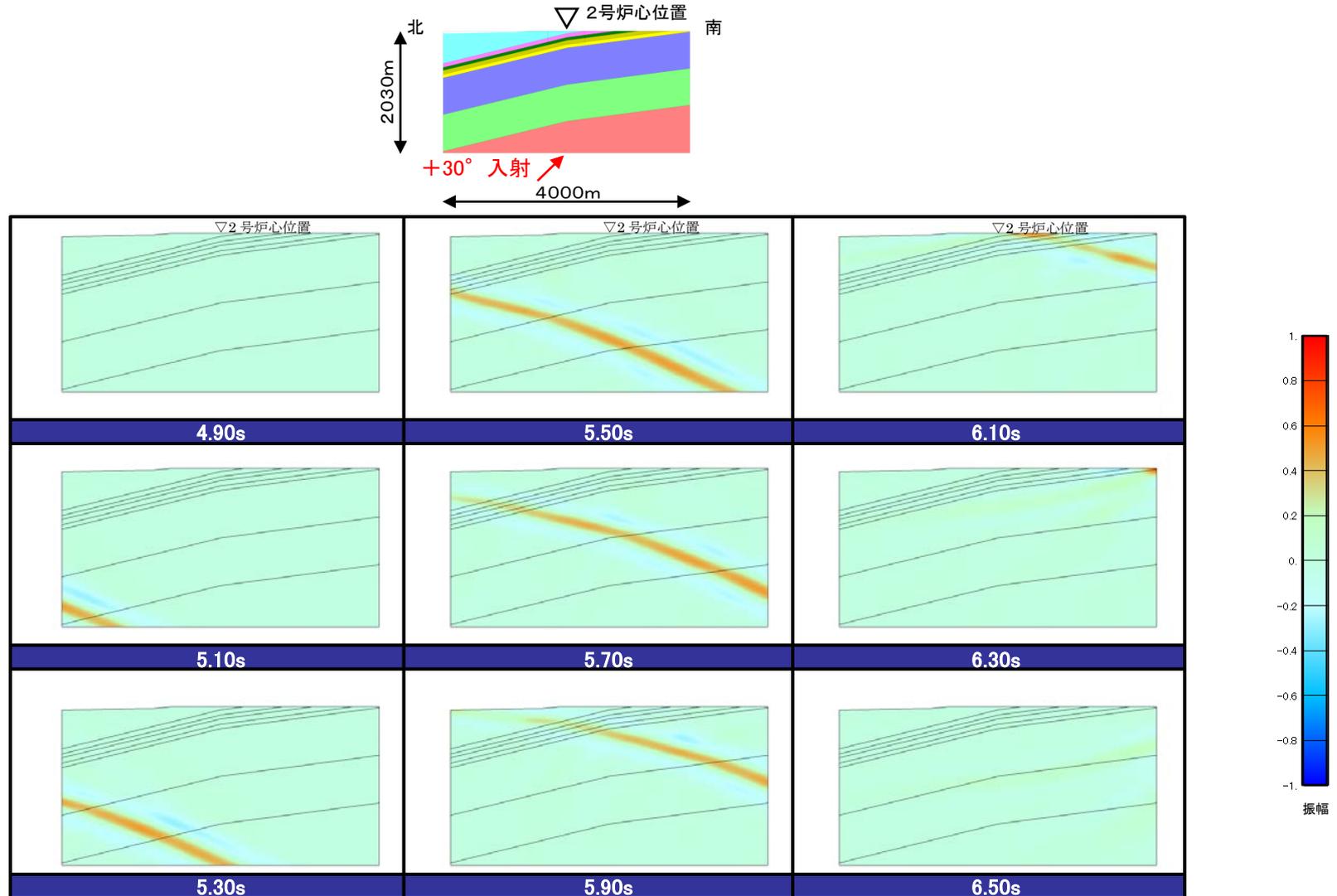
■ 2号広域モデルに地震波を鉛直(0°)に入射した検討結果(炉心及び炉心から約20m, 40m, 60mの加速度波形)によると, 傾斜構造による特異な伝播傾向はみられない。



炉心及び炉心周辺(モデル上端)の加速度波形(0° 入射)

(2) 2号広域モデルの検討(基本:入射角の違いによるRicker波の検討)

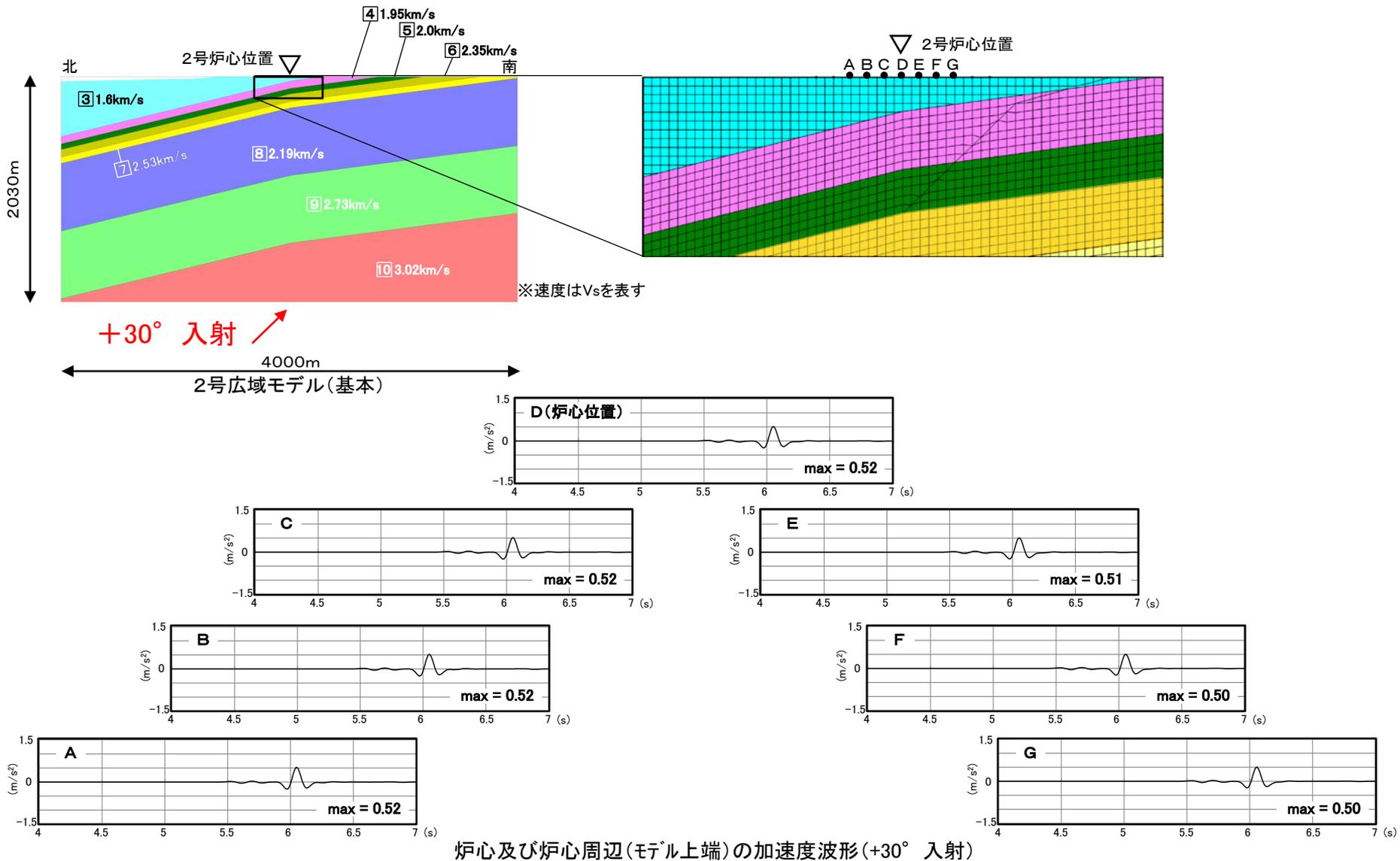
- 2号広域モデルに地震波を斜め(+30°)に入射した検討結果(スナップショット)によると、傾斜構造による特異な伝播傾向はみられない。



Ricker波による検討結果(+30° 入射)

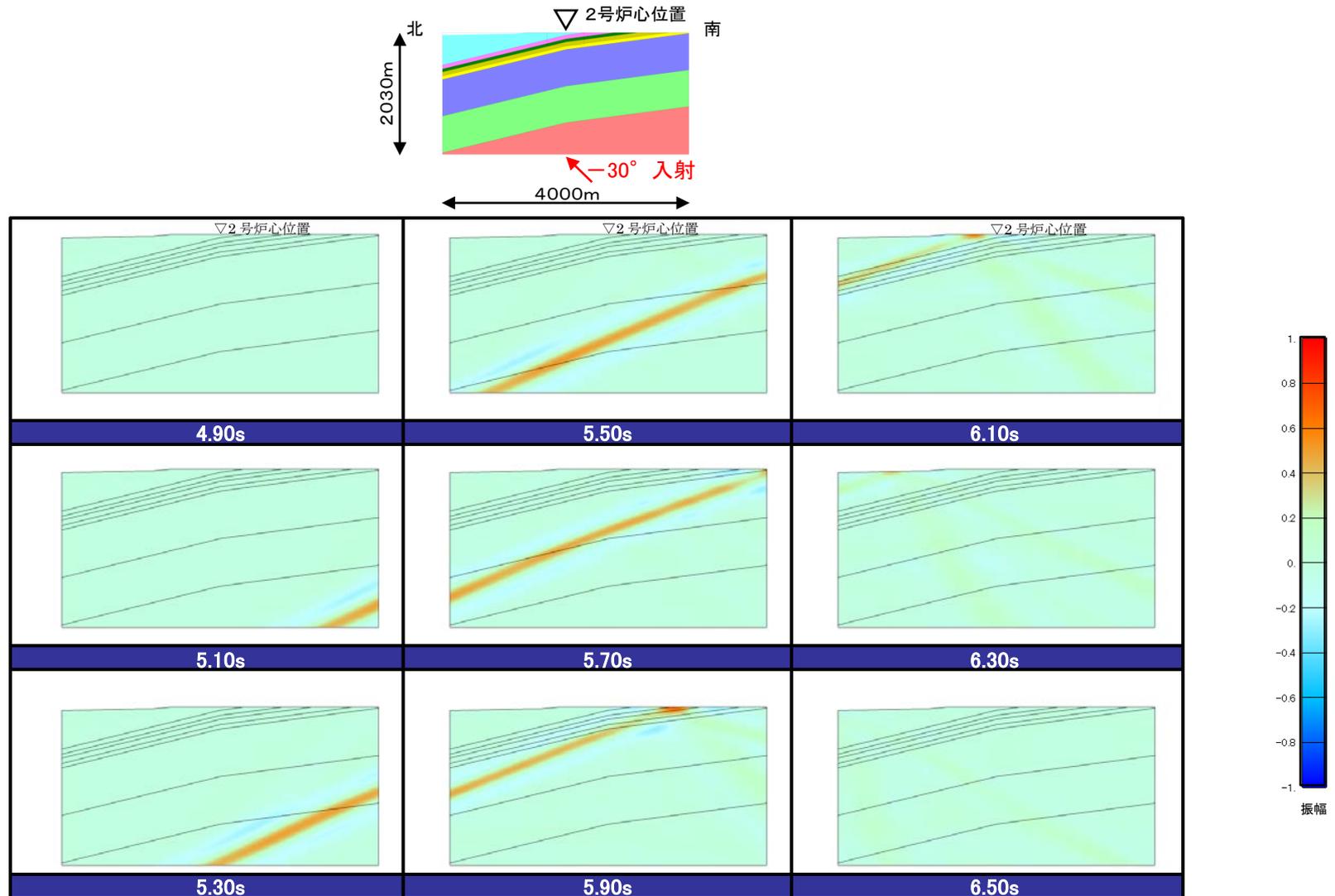
(2) 2号広域モデルの検討(基本:入射角の違いによるRicker波の検討)

■ 2号広域モデルに地震波を斜め(+30°)に入射した検討結果(炉心及び炉心から約20m, 40m, 60mの加速度波形)によると, 傾斜構造による特異な伝播傾向はみられない。



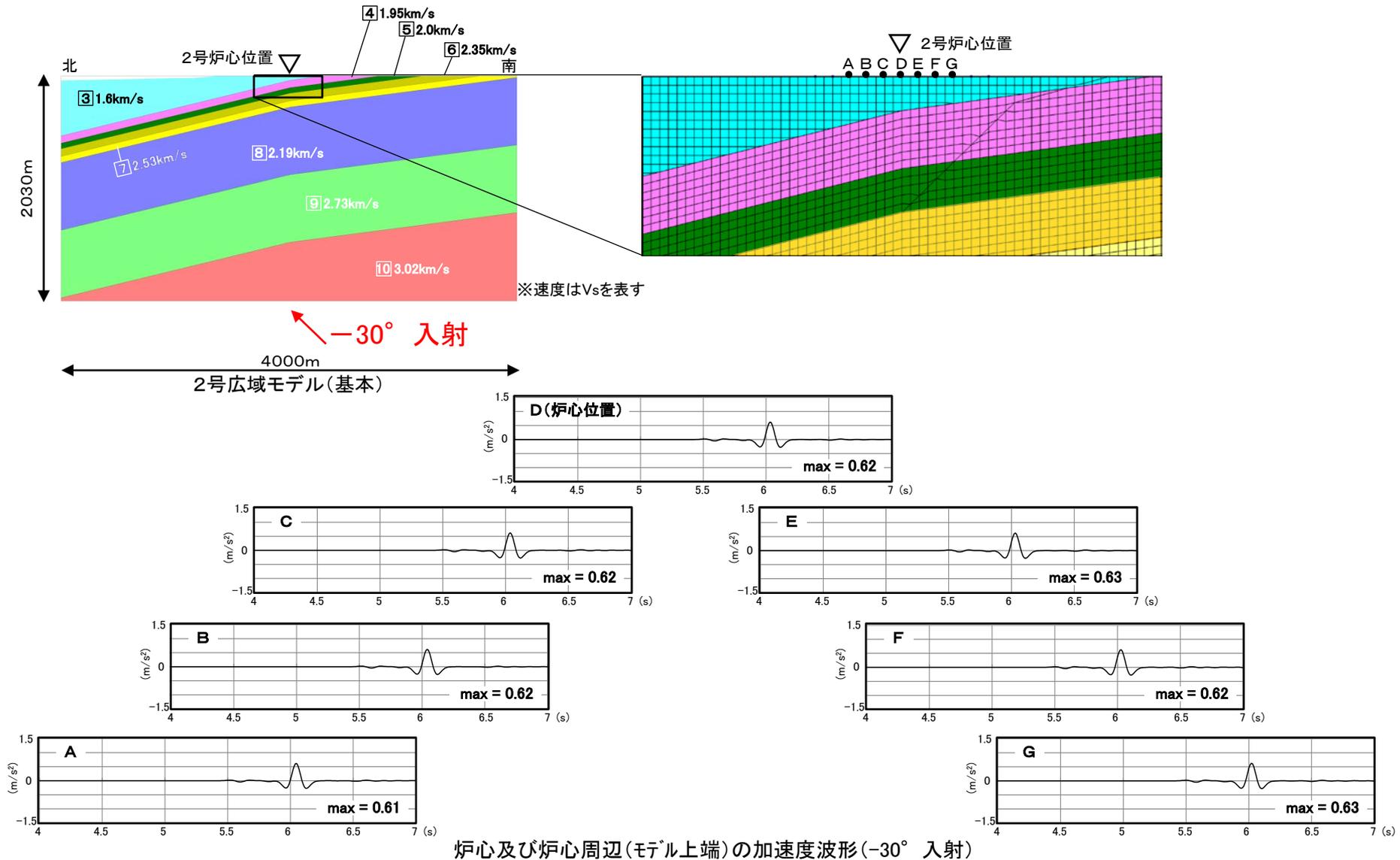
(2) 2号広域モデルの検討(基本:入射角の違いによるRicker波の検討)

- 2号広域モデルに地震波を斜め(-30°)に入射した検討結果(スナップショット)によると、傾斜構造による特異な伝播傾向はみられない。

Ricker波による検討結果(-30° 入射)

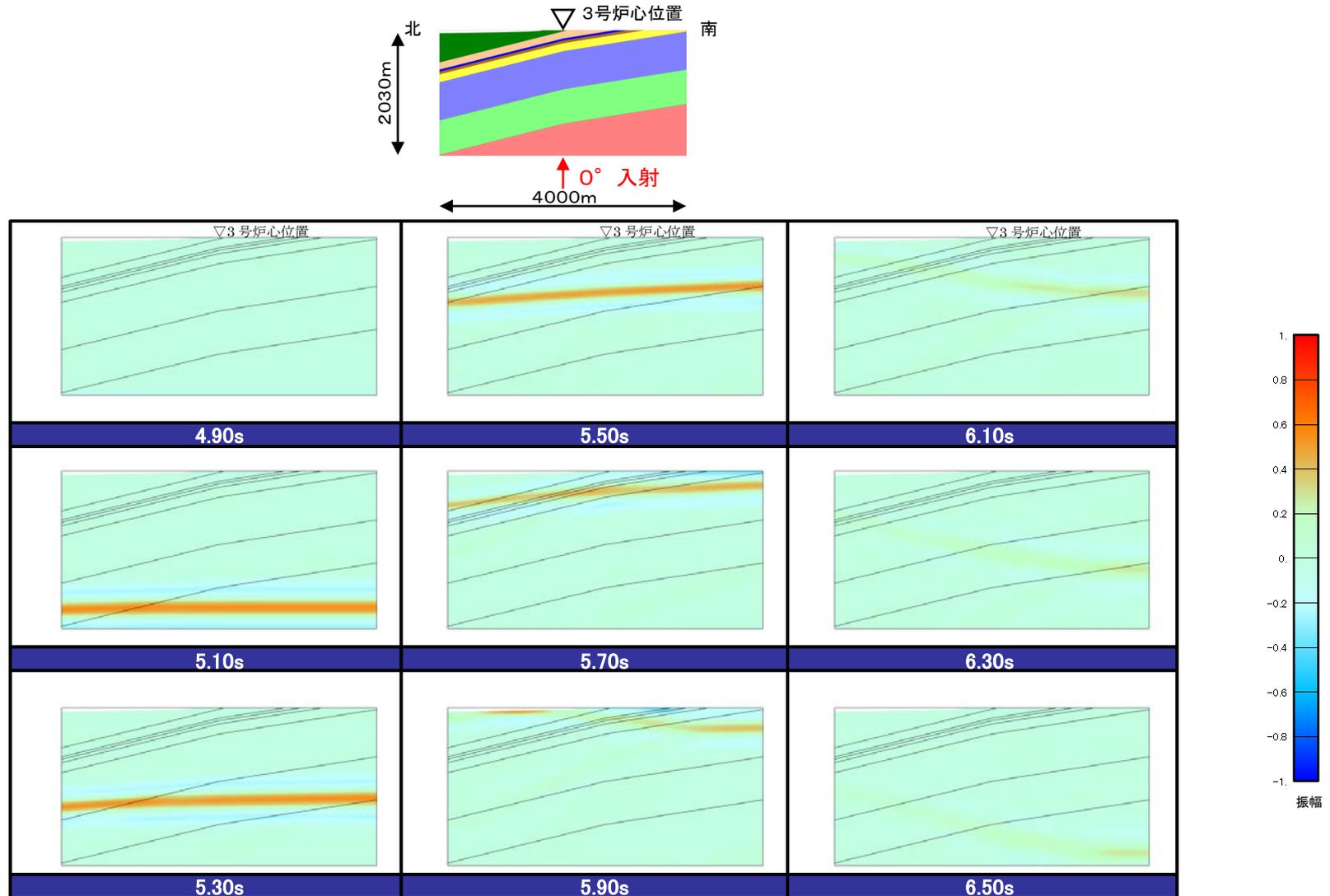
(2) 2号広域モデルの検討(基本:入射角の違いによるRicker波の検討)

■ 2号広域モデルに地震波を斜め(-30°)に入射した検討結果(炉心及び炉心から約20m, 40m, 60mの加速度波形)によると, 傾斜構造による特異な伝播傾向はみられない。



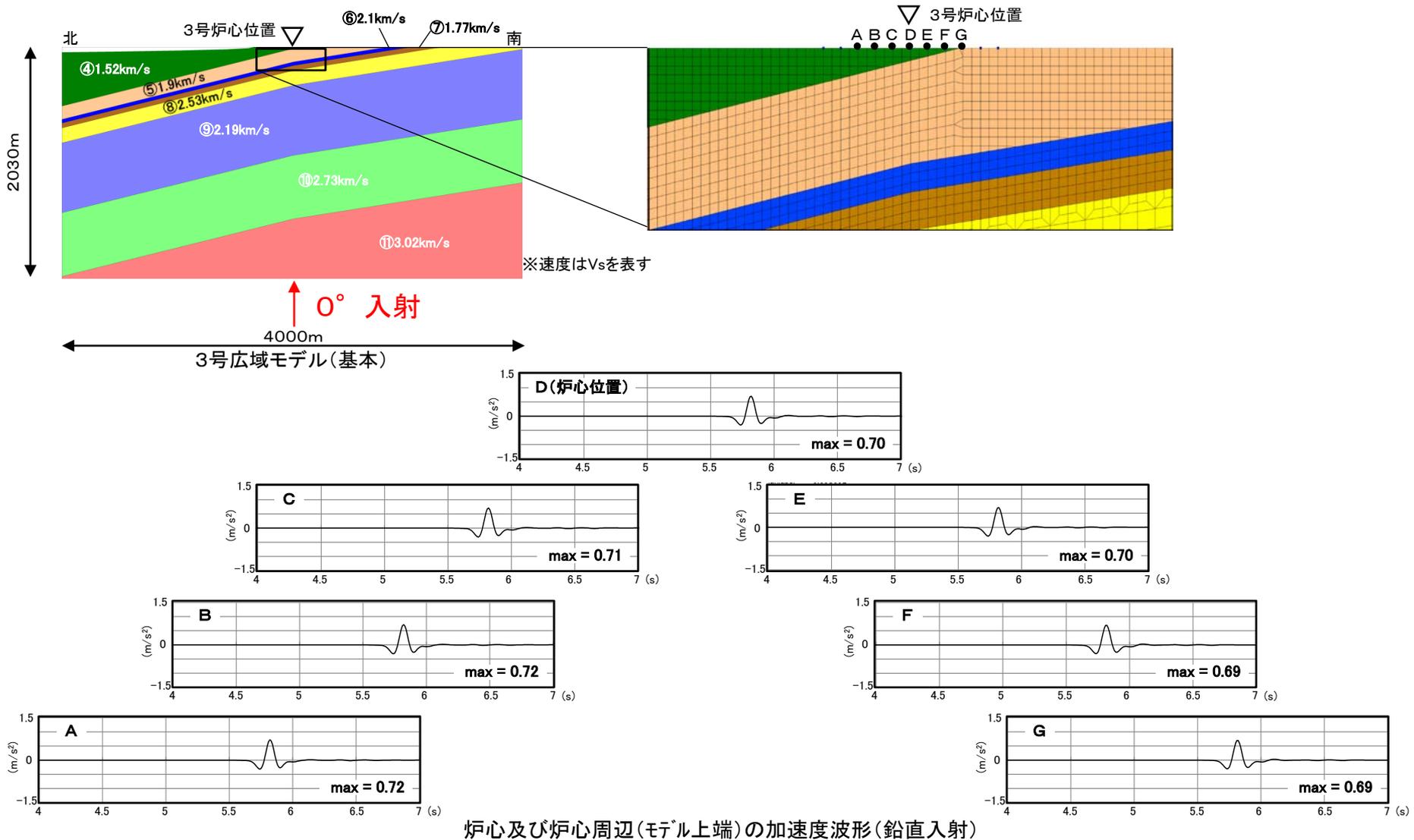
(2) 3号広域モデルの検討(基本:入射角の違いによるRicker波の検討)

- 3号広域モデルに地震波を鉛直(0°)に入射した検討結果(スナップショット)によると、傾斜構造による特異な伝播傾向はみられない。

Ricker波による検討結果(0° 入射)

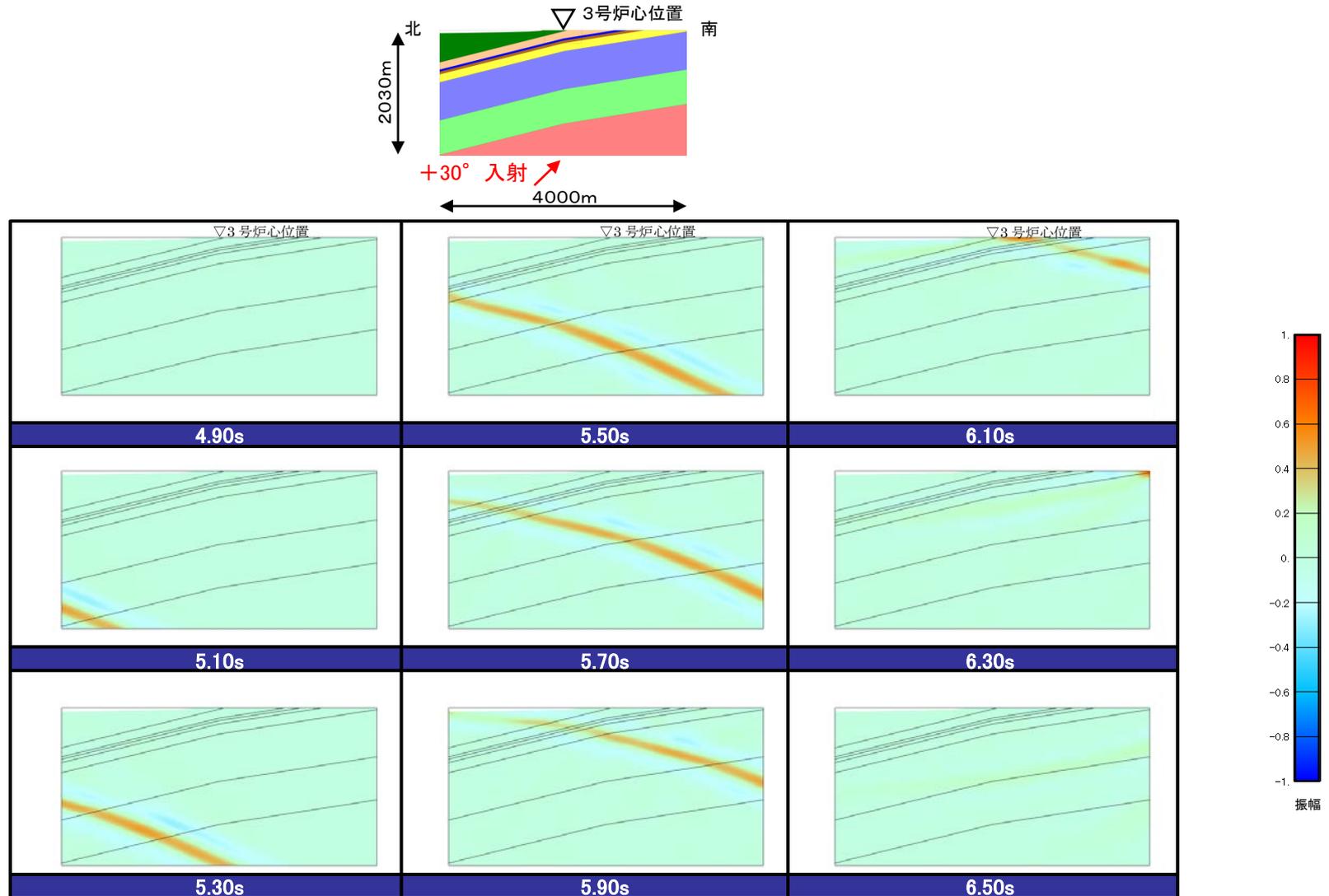
(2) 3号広域モデルの検討(基本:入射角の違いによるRicker波の検討)

■ 3号広域モデルに地震波を鉛直(0°)に入射した検討結果(炉心及び炉心から約20m, 40m, 60mの加速度波形)によると, 傾斜構造による特異な伝播傾向はみられない。



(2) 3号広域モデルの検討(基本:入射角の違いによるRicker波の検討)

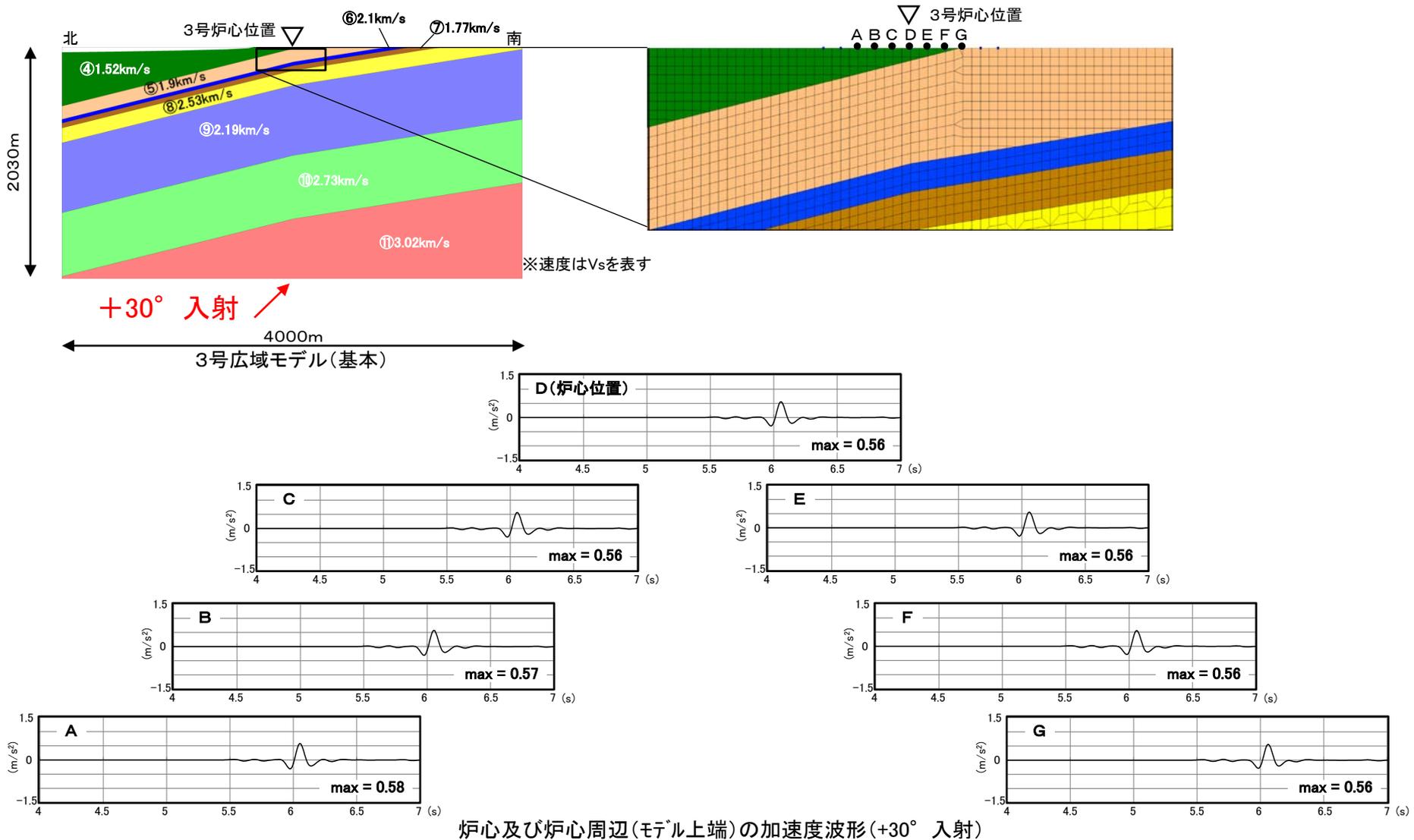
- 3号広域モデルに地震波を斜め(+30°)に入射した検討結果(スナップショット)によると、傾斜構造による特異な伝播傾向はみられない。



Ricker波による検討結果(+30° 入射)

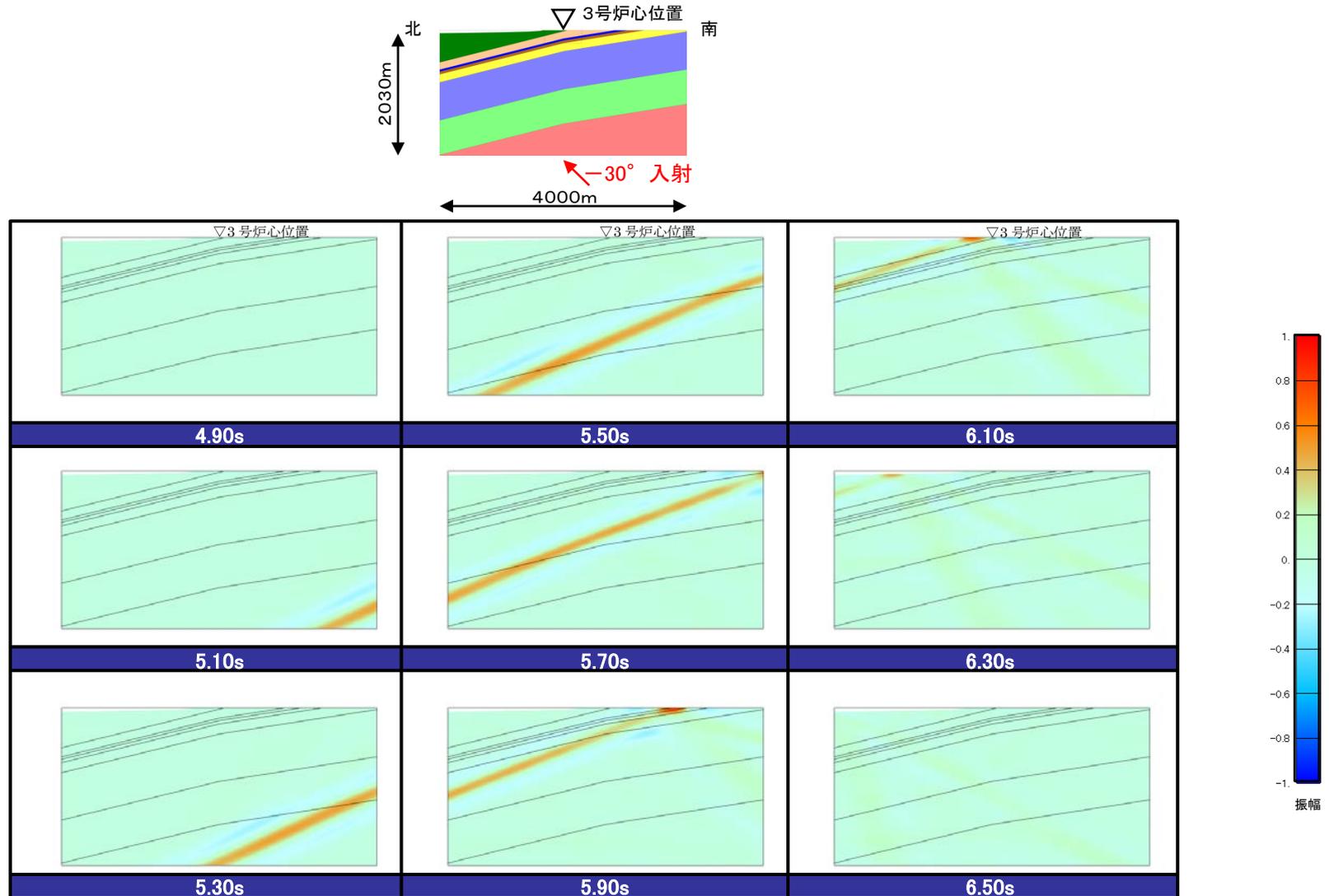
(2) 3号広域モデルの検討(基本:入射角の違いによるRicker波の検討)

■ 3号広域モデルに地震波を斜め(+30°)に入射した検討結果(炉心及び炉心から約20m, 40m, 60mの加速度波形)によると, 傾斜構造による特異な伝播傾向はみられない。



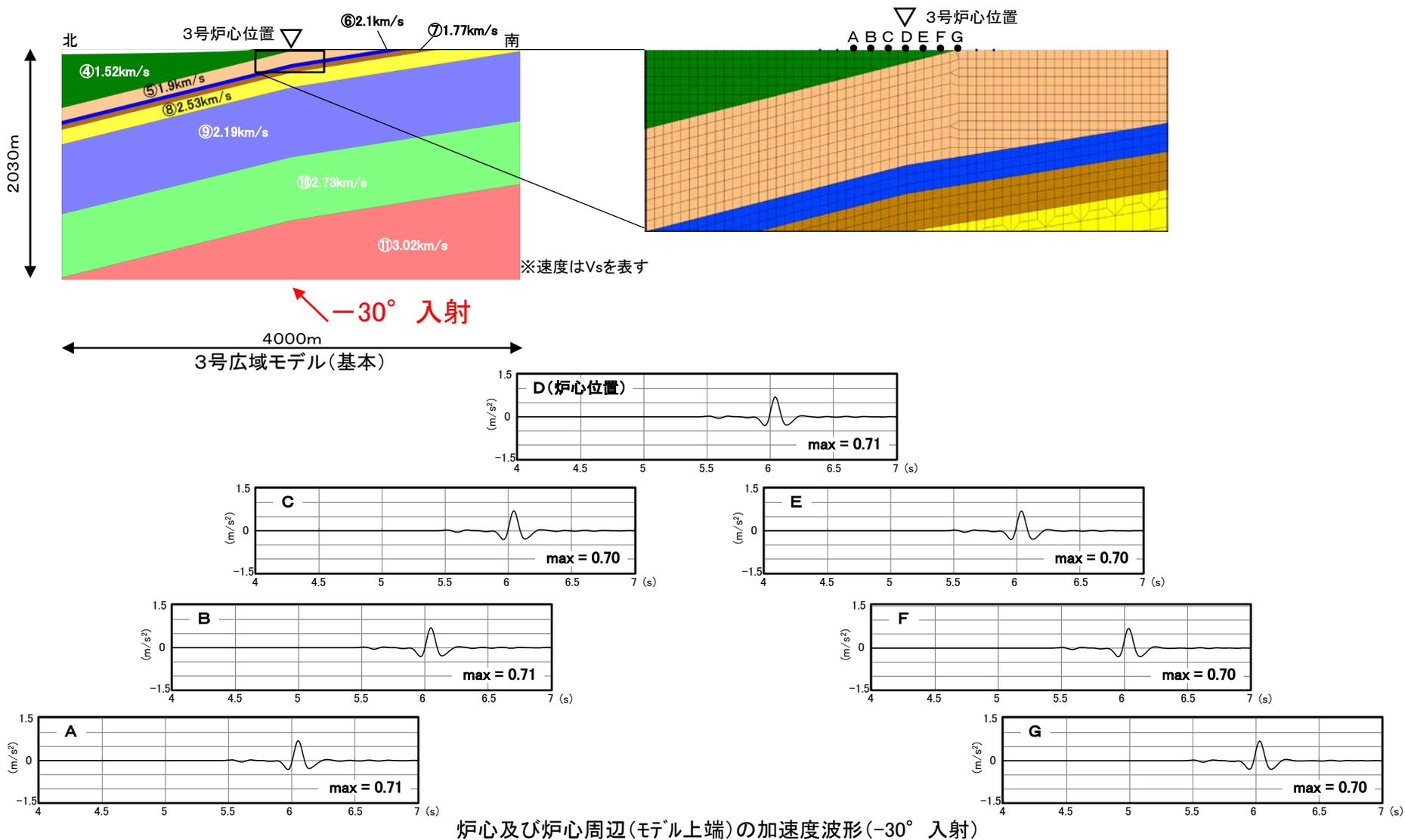
(2) 3号広域モデルの検討(基本:入射角の違いによるRicker波の検討)

- 3号広域モデルに地震波を斜め(-30°)に入射した検討結果(スナップショット)によると、傾斜構造による特異な伝播傾向はみられない。

Ricker波による検討結果(-30° 入射)

(2) 3号広域モデルの検討(基本:入射角の違いによるRicker波の検討)

■ 3号広域モデルに地震波を斜め(-30°)に入射した検討結果(炉心及び炉心から約20m, 40m, 60mの加速度波形)によると, 傾斜構造による特異な伝播傾向はみられない。



傾斜構造を考慮した解析による検討のまとめ

第204回審査会合資料1 P121 加筆・修正

- 傾斜構造を考慮した2次元地下構造モデルとして、2号及び3号地盤の敷地内モデル、広域モデルを設定し、地震波の入射角の違いによる地盤増幅特性への影響を検討した。その結果、全ての検討モデルにおいて、鉛直入射の地盤増幅特性が、斜め入射の地盤増幅特性と比較して、同程度またはそれ以上となり、斜め入射を考慮しても傾斜構造による特異な増幅傾向はみられなかった。
 - 1次元地下構造モデルによる地盤増幅特性と、上記の2次元地下構造モデルの鉛直入射の地盤増幅特性を比較すると、全ての検討モデルにおいて、1次元地下構造モデルの増幅特性が、2次元地下構造モデルの増幅特性と同程度またはそれ以上となり、1次元と2次元の増幅傾向に違いはみられなかった。
 - 2次元地下構造モデルにRicker波を入射して、地震波の入射角の違いによる伝播特性への影響を検討すると、全ての検討モデルにおいて、地盤の傾斜構造による特異な伝播傾向はみられなかった。
- 以上より、南北方向の傾斜構造が敷地の地震動評価に与える影響はほとんどないことを確認できた(結果的に保守的な評価となる)ことから、**南北方向の地下構造は水平成層構造で近似できると考えられる。**

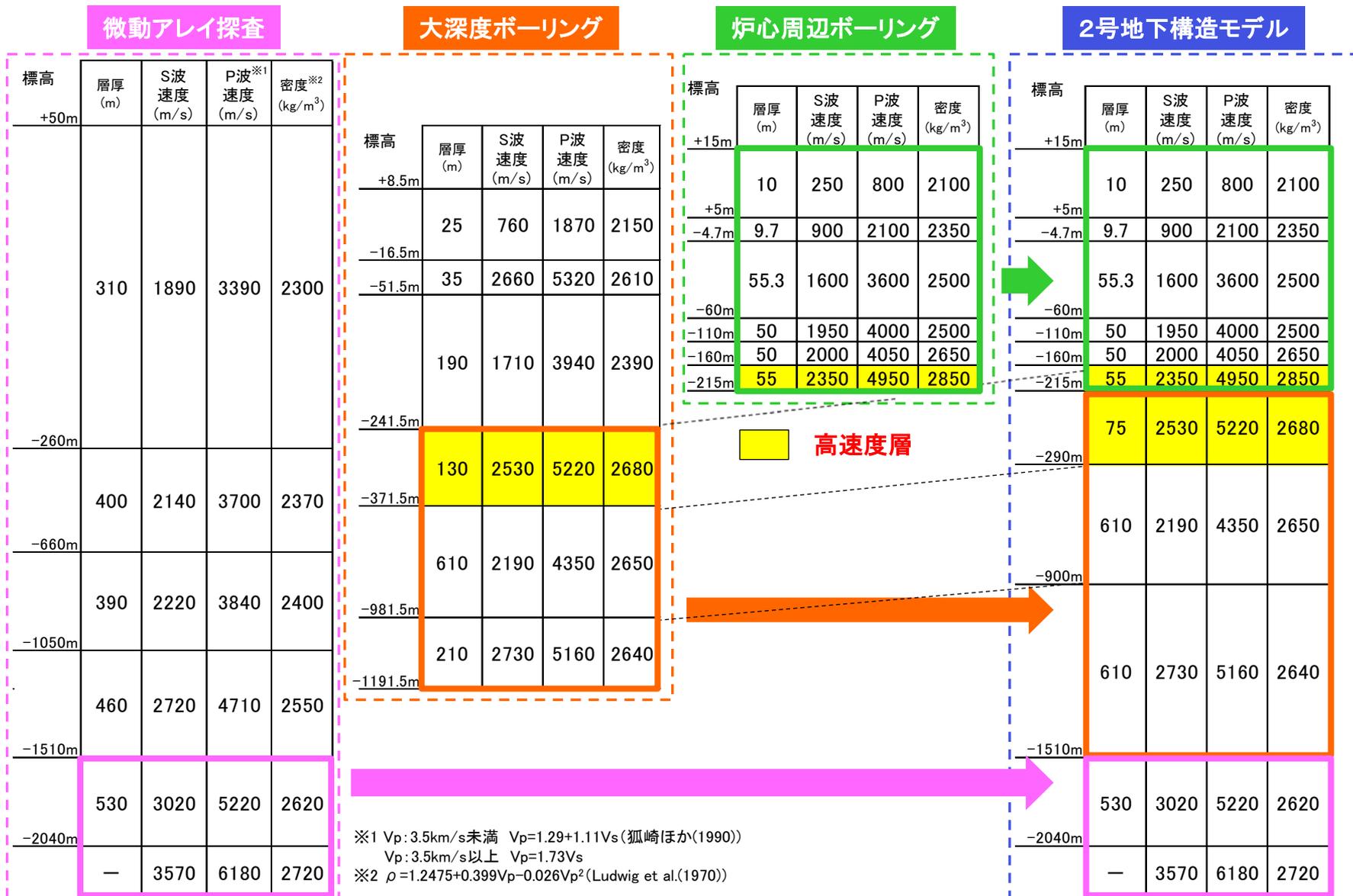
地下構造モデルの設定(設定方針)

- 敷地及び敷地周辺の地質・地質構造の調査結果, 観測記録及び物理探査に基づく検討結果より, **東西方向の地下構造は水平成層構造**と考えられる。
- 敷地及び敷地周辺の地質・地質構造の調査結果より, 南北方向の地下構造は北に緩やかに傾斜していると考えられるため, 2次元地下構造モデル(南北方向)を用いて検討したところ, 傾斜構造が敷地の地震動評価に与える影響はほとんどないことを確認できたことから, **南北方向の地下構造は水平成層構造で近似できる**と考えられる。
- 以上より, 敷地の地震動評価に用いる地下構造モデルは, **東西・南北方向ともに水平成層構造と仮定して問題ない**と考えられるため, 敷地地盤の物理探査結果及び地震観測記録等に基づき, 2号及び3号の1次元地下構造モデルを設定する。

(1) 2号地下構造モデルの設定(速度値, 密度の設定)

第204回審査会合資料1 P127 再掲

■ 2号地下構造モデルのS波・P波速度, 密度については, 各種調査結果に基づき設定した。

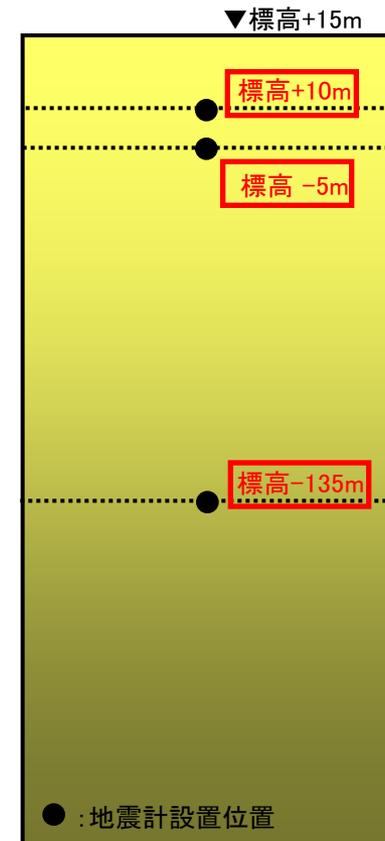


(1) 2号地下構造モデルの設定(同定解析:解析条件)

- 2号地下構造モデルの設定において、減衰定数については、A地点で観測された5地震の観測記録を用いて、伝達関数及びH/Vスペクトル比に基づく同定解析により設定した。

検討対象地震

No.	地震 (年月日・時刻)	M	震源 深さ (km)	震央 距離 (km)	方位角 (°)	入射角 (°)
1	鳥取県西部の地震 (2000.7.17 8:00)	4.4	16	42.3	115	69
2	鳥取県西部の地震 (2000.10.6 14:52)	4.5	8	34.1	124	77
3	鳥取県西部の地震 (2000.10.7 6:38)	4.4	8	33.2	125	76
4	鳥取県西部の地震 (2000.10.7 12:03)	4.3	9	33.3	121	75
5	鳥取県西部の地震 (2000.10.8 20:51)	5.2	8	33.7	123	76



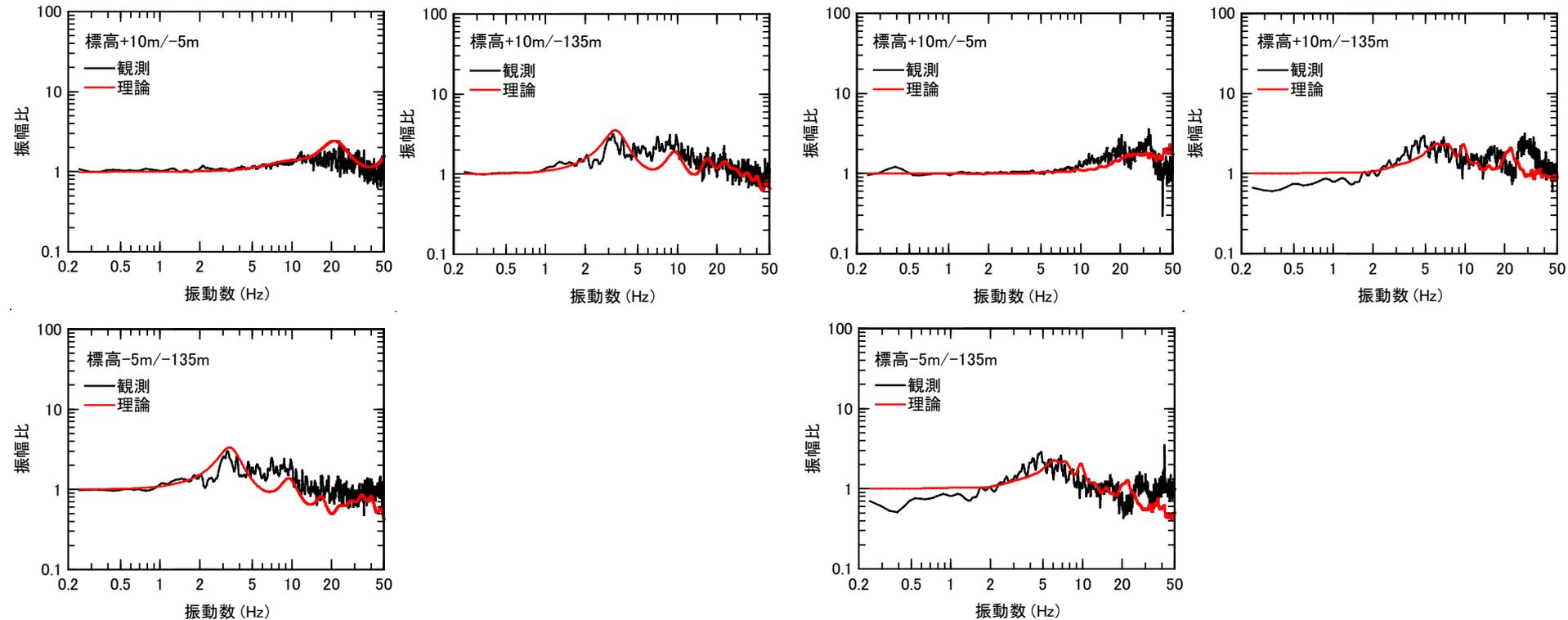
● : 地震計設置位置

□ : 同定解析に用いる観測記録のレベル

A地点地震計設置位置

(1) 2号地下構造モデルの設定(同定解析:伝達関数)

- 観測記録に基づき評価した平均伝達関数と、同定解析により設定した2号地下構造モデルによる理論伝達関数は良く整合している。

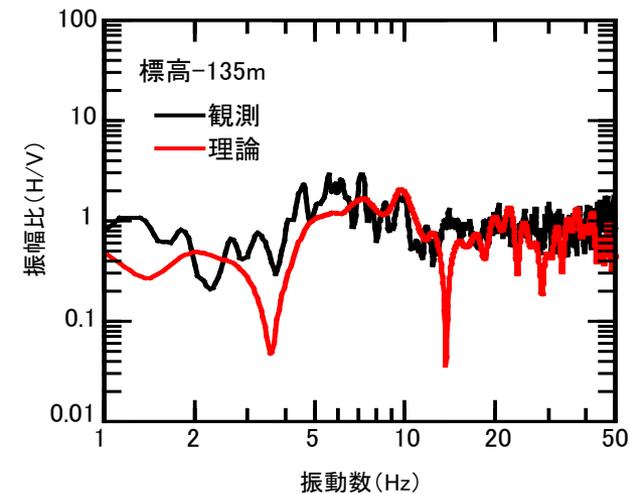
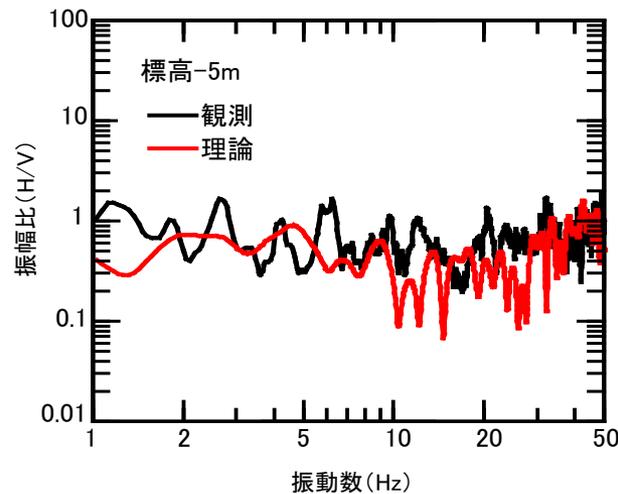
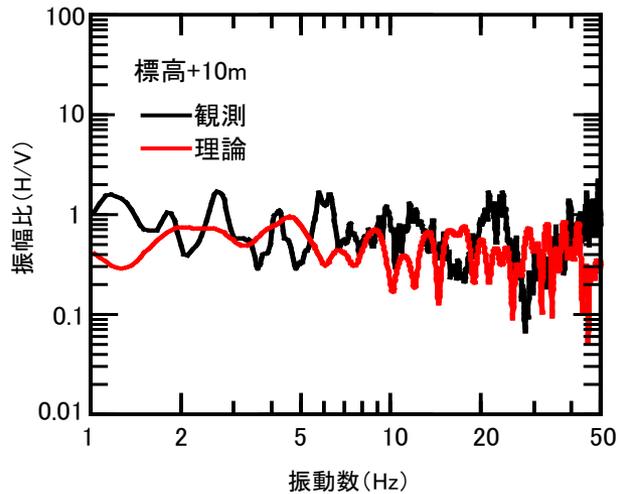


伝達関数の比較(水平方向)

伝達関数の比較(鉛直方向)

(1) 2号地下構造モデルの設定(同定解析:H/Vスペクトル比)

- 観測記録に基づき評価した平均H/Vスペクトル比と、同定解析により設定した2号地下構造モデルによる理論H/Vスペクトル比は良く整合している。



H/Vスペクトル比の比較

(1) 2号地下構造モデルの設定(モデル設定値)

- 2号地下構造モデルを以下のとおり設定した。なお、標高-1510m以深の減衰については岩田・関口(2002)で用いられている地下構造モデル※1の値を用いている。

2号地下構造モデル

層番号	標高 (m)	層厚 (m)	S波 速度 (m/s)	P波 速度 (m/s)	密度 (kg/m ³)	減衰定数(%)									
						h _s					h _p				
						h(f) ^{※2}	0.05s	0.1s	0.2s	0.5s	h(f) ^{※2}	0.05s	0.1s	0.2s	0.5s
1	+15	5	250	800	2100	75.8f ^{-0.003}	75.12	75.28	75.43	75.64	77.0f ^{-0.003}	76.31	76.47	76.63	76.84
2	+10	8.8	900	2100	2350	54.6f ^{-0.319}	21.00	26.19	32.68	43.77	70.4f ^{-0.319}	27.07	33.77	42.13	56.43
3	+1.2	61.2	1600	3600	2500	46.0f ^{-0.987}	2.39	4.74	9.39	23.21	83.2f ^{-0.987}	4.33	8.57	16.99	41.98
4	-60	50	1950	4000	2500	27.3f ^{-0.539}	5.43	7.89	11.47	18.79	77.4f ^{-0.539}	15.40	22.37	32.51	53.27
5	-110	50	2000	4050	2650	48.4f ^{-0.582}	8.47	12.67	18.97	32.33	82.9f ^{-0.582}	14.50	21.70	32.49	55.38
6	-160	73.5	2350	4950	2850	7.62f ^{-0.363}	2.57	3.30	4.25	5.92	8.53f ^{-0.363}	2.88	3.70	4.76	6.63
7	-233.5 ^{※3}	56.5	2530	5220	2680	7.62f ^{-0.363}	2.57	3.30	4.25	5.92	8.53f ^{-0.363}	2.88	3.70	4.76	6.63
8	-290	610	2190	4350	2650	5.01f ^{-0.497}	1.13	1.60	2.25	3.55	5.40f ^{-0.497}	1.22	1.72	2.43	3.83
9	-900	610	2730	5160	2640	9.46f ^{-0.920}	0.60	1.14	2.15	5.00	9.67f ^{-0.920}	0.61	1.16	2.20	5.11
10	-1510	530	3020	5220	2620	0.250					0.125				
11	-2040	∞	3570	6180	2720	0.185					0.091				

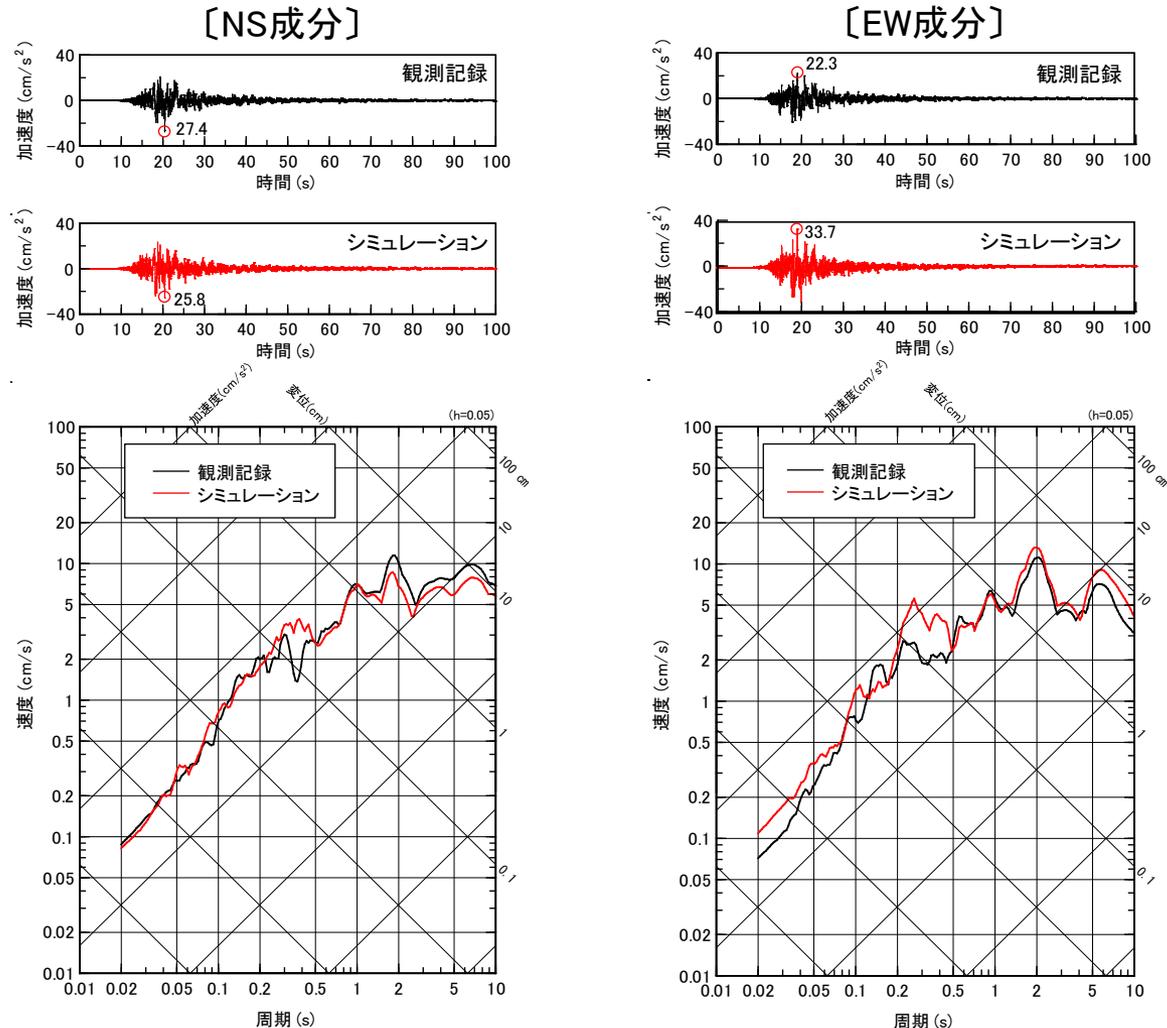
※1 京都大学防災研究所地震予知センター鳥取地震観測所が震源決定に用いている速度構造(P波速度)を参考に設定された地下構造モデルで、2000年鳥取県西部地震の震源インバージョン及び強震動シミュレーションに用いられており、強震動シミュレーション結果は観測記録と良く対応することが確認されている。

※2 fは振動数を表す。

※3 炉心周辺ボーリング及び大深度ボーリングのPS検層結果の接続部分であり、PS検層では境界を把握できないため同定解析により設定。

(1) 2号地下構造モデルの設定(モデルの妥当性確認)

- 2号地下構造モデルを用いた2000年鳥取県西部地震の地盤応答解析結果(標高-135m→標高-5m)と観測記録(標高-5m)を比較すると、同程度となっていることから、2号地下構造モデルは妥当と考えられる。

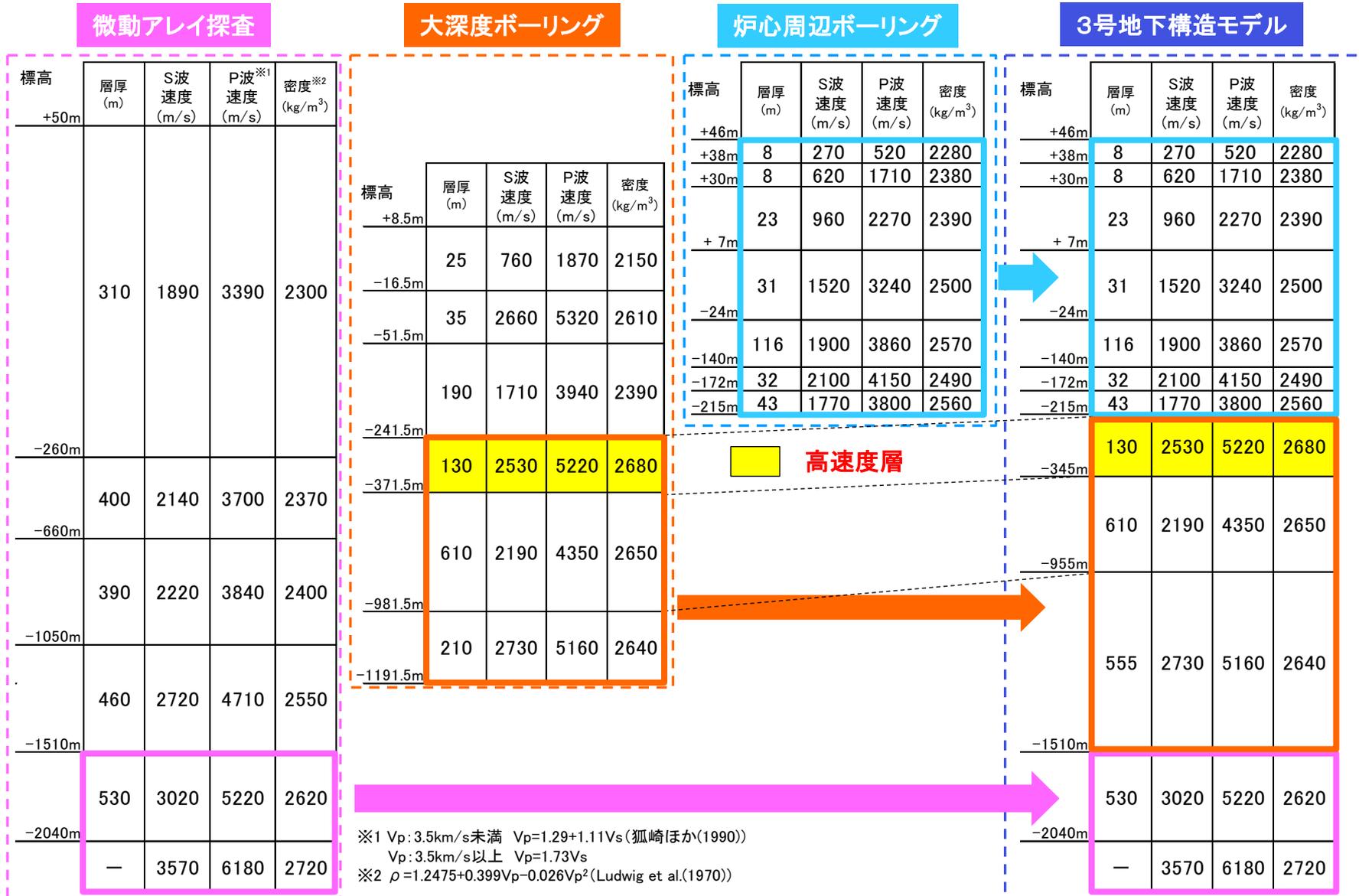


2号地下構造モデルによる地盤応答解析結果と観測記録の比較(2000年鳥取県西部地震)

(2) 3号地下構造モデルの設定(速度値, 密度の設定)

第204回審査会合資料1 P135 再掲

■ 3号地下構造モデルのS波・P波速度, 密度については, 各種調査結果に基づき設定した。



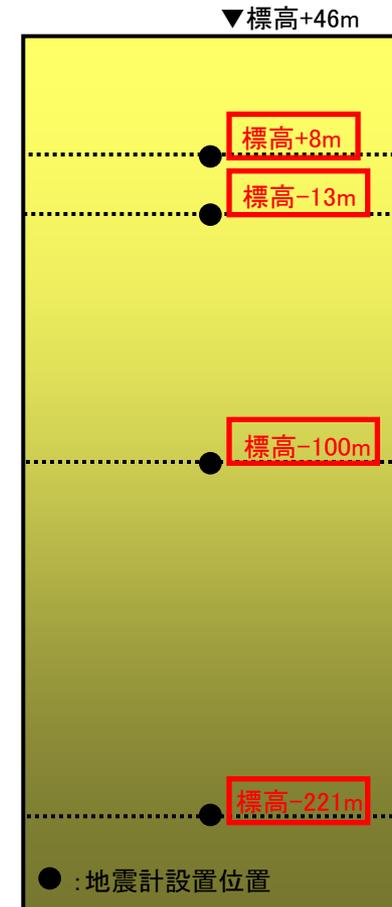
※1 $V_p: 3.5\text{km/s}$ 未満 $V_p=1.29+1.11V_s$ (狐崎ほか(1990))
 $V_p: 3.5\text{km/s}$ 以上 $V_p=1.73V_s$
 ※2 $\rho=1.2475+0.399V_p-0.026V_p^2$ (Ludwig et al.(1970))

(2) 3号地下構造モデルの設定(同定解析:解析条件)

- 3号地下構造モデルの設定において、減衰定数については、B地点で観測された5地震の観測記録を用いて、伝達関数及びH/Vスペクトル比に基づく同定解析により設定した。

検討対象地震

No.	地震 (年月日・時刻)	M	震源 深さ (km)	震央 距離 (km)	方位角 (°)	入射角 (°)
1	鳥取県西部の地震 (2000.7.17 8:00)	4.4	16	42.3	115	69
2	鳥取県西部の地震 (2000.10.6 14:52)	4.5	8	34.1	124	77
3	鳥取県西部の地震 (2000.10.7 6:38)	4.4	8	33.2	125	76
4	鳥取県西部の地震 (2000.10.7 12:03)	4.3	9	33.3	121	75
5	鳥取県西部の地震 (2000.10.8 20:51)	5.2	8	33.7	123	76

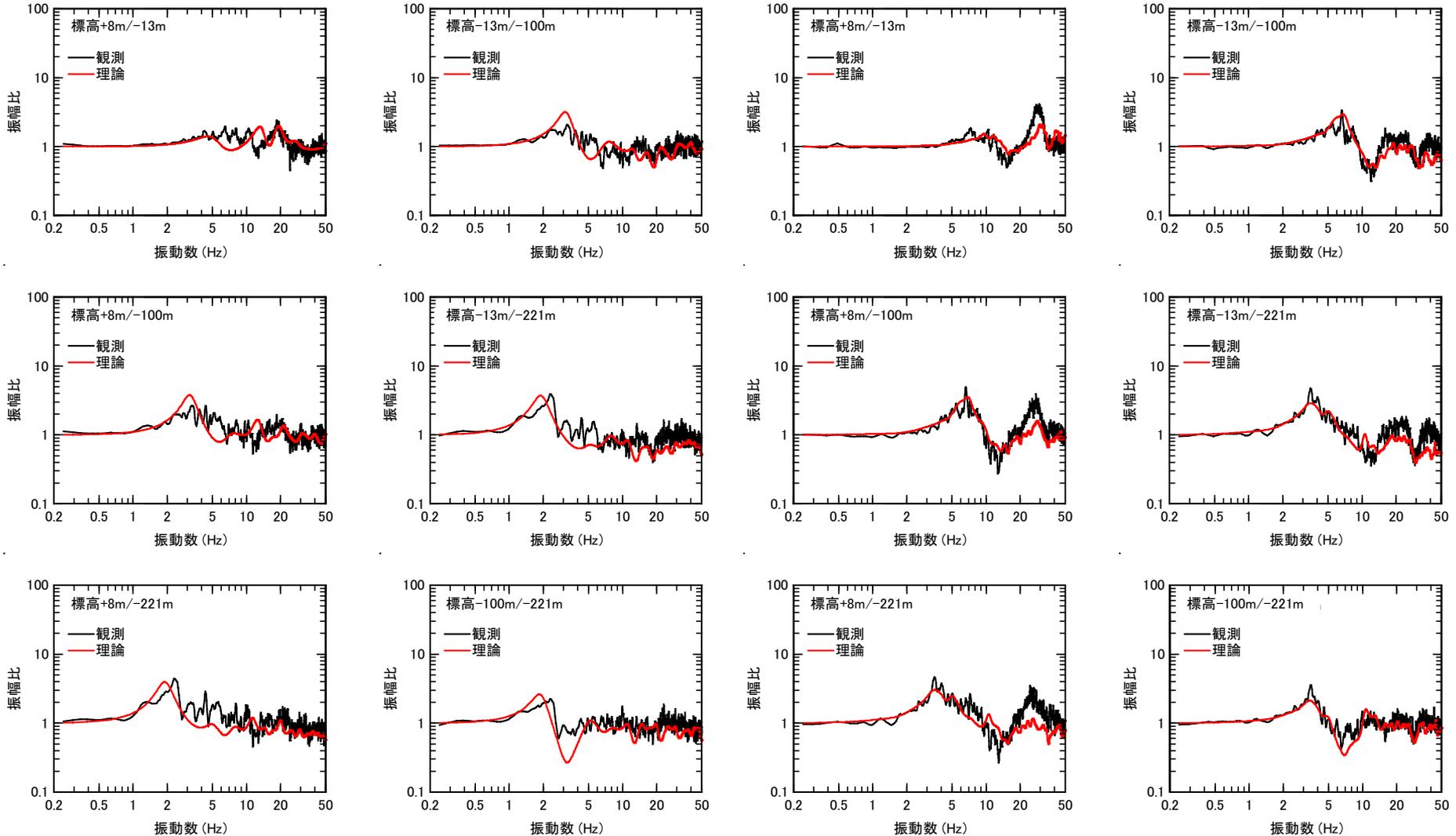


□ : 同定解析に用いる観測記録のレベル

B地点地震計設置位置

(2) 3号地下構造モデルの設定(同定解析:伝達関数)

■ 観測記録に基づき評価した平均伝達関数と、同定解析により設定した3号地下構造モデルによる理論伝達関数は良く整合している。

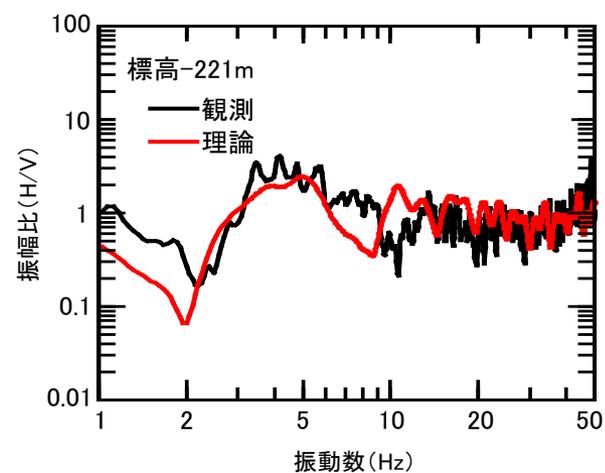
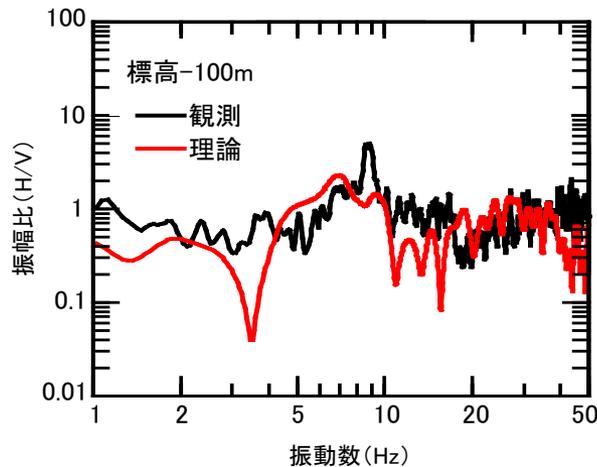
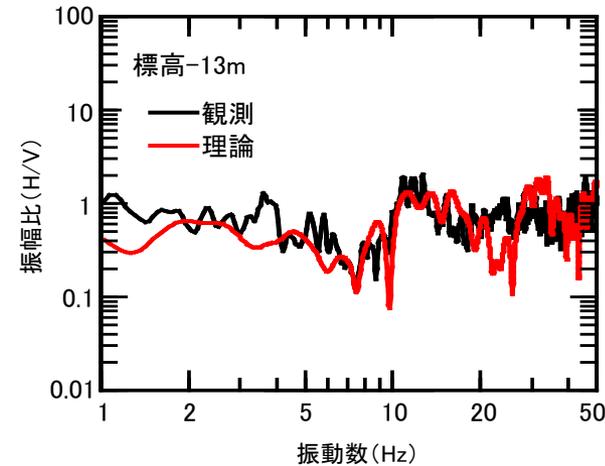
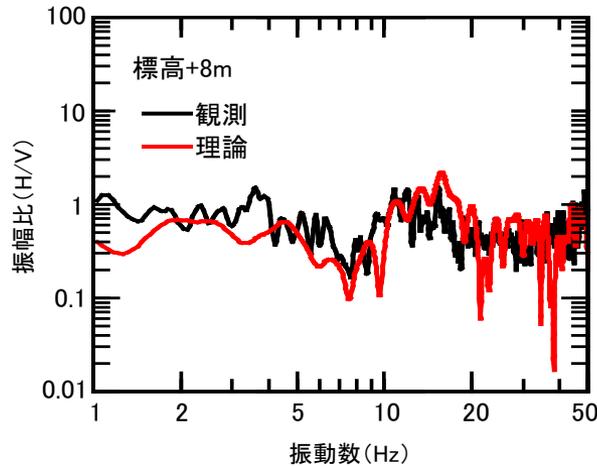


伝達関数の比較(水平方向)

伝達関数の比較(鉛直方向)

(2) 3号地下構造モデルの設定(同定解析:H/Vスペクトル比)

- 観測記録に基づき評価した平均H/Vスペクトル比と、同定解析により設定した3号地下構造モデルによる理論H/Vスペクトル比は良く整合している。



H/Vスペクトル比の比較

(2) 3号地下構造モデルの設定(モデル設定値)

- 3号地下構造モデルを以下のとおり設定した。なお、標高-1510m以深の減衰については岩田・関口(2002)で用いられている地下構造モデル※1の値を用いている。

3号地下構造モデル

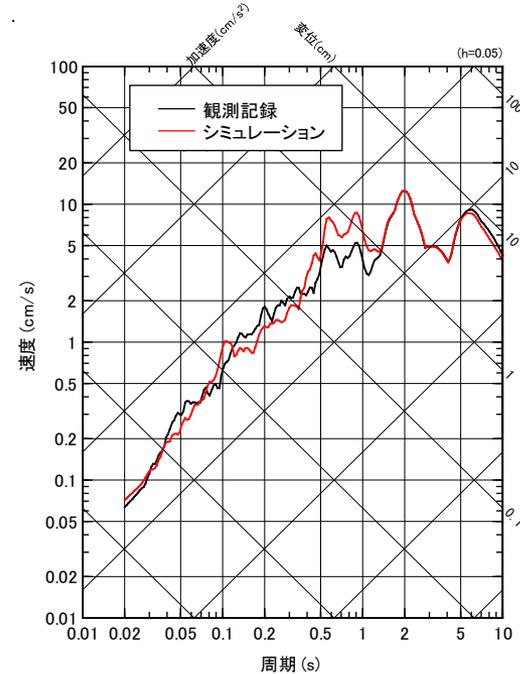
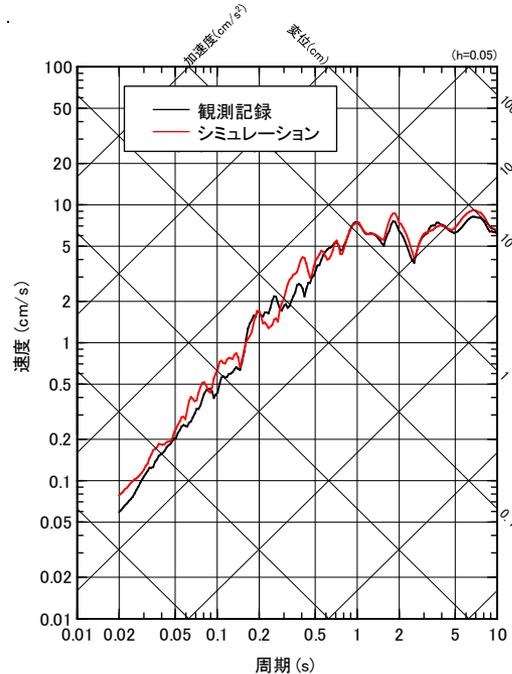
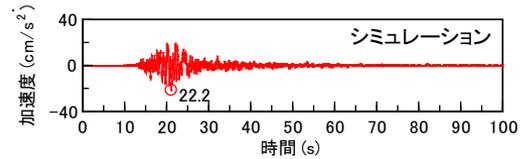
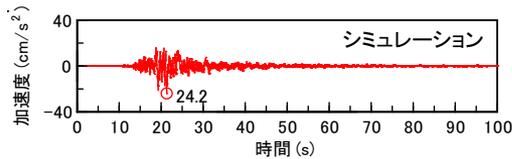
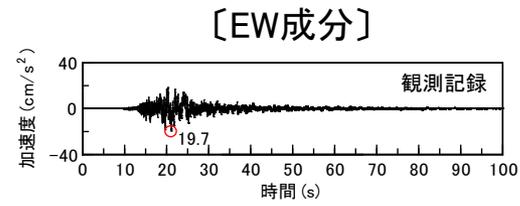
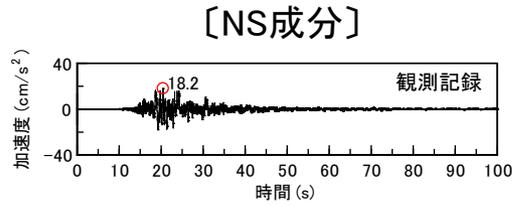
層番号	標高 (m)	層厚 (m)	S波 速度 (m/s)	P波 速度 (m/s)	密度 (kg/m ³)	減衰定数(%)									
						h _s					h _p				
						h(f) ^{※2}	0.05s	0.1s	0.2s	0.5s	h(f) ^{※2}	0.05s	0.1s	0.2s	0.5s
①	+46	3.3	270	520	2280	15.7f ^{-0.887}	1.10	2.04	3.77	8.49	24.9f ^{-0.887}	1.75	3.23	5.97	13.46
②	+42.7	6.4	620	1710	2380	8.92f ^{-0.845}	0.71	1.27	2.29	4.97	12.5f ^{-0.845}	0.99	1.79	3.21	6.96
③	+36.3	29.3	960	2270	2390	62.9f ^{-0.263}	28.61	34.33	41.19	52.42	64.5f ^{-0.263}	29.34	35.20	42.24	53.75
④	+7	31	1520	3240	2500	24.7f ^{-0.733}	2.75	4.57	7.59	14.86	62.0f ^{-0.733}	6.90	11.47	19.06	37.30
⑤	-24	116	1900	3860	2570	13.1f ^{-0.463}	3.27	4.51	6.22	9.50	26.9f ^{-0.463}	6.72	9.26	12.77	19.52
⑥	-140	32	2100	4150	2490	22.8f ^{-0.739}	2.49	4.16	6.94	13.66	33.8f ^{-0.739}	3.69	6.16	10.29	20.25
⑦	-172	43	1770	3800	2560	25.9f ^{-0.817}	2.24	3.95	6.95	14.70	27.8f ^{-0.817}	2.40	4.24	7.46	15.78
⑧	-215	130	2530	5220	2680	7.62f ^{-0.363}	2.57	3.30	4.25	5.92	8.53f ^{-0.363}	2.88	3.70	4.76	6.63
⑨	-345	610	2190	4350	2650	5.01f ^{-0.497}	1.13	1.60	2.25	3.55	5.40f ^{-0.497}	1.22	1.72	2.43	3.83
⑩	-955	555	2730	5160	2640	9.46f ^{-0.920}	0.60	1.14	2.15	5.00	9.67f ^{-0.920}	0.61	1.16	2.20	5.11
⑪	-1510	530	3020	5220	2620	0.250					0.125				
⑫	-2040	∞	3570	6180	2720	0.185					0.091				

※1 京都大学防災研究所地震予知センター鳥取地震観測所が震源決定に用いている速度構造(P波速度)を参考に設定された地下構造モデルで、2000年鳥取県西部地震の震源インバージョン及び強震動シミュレーションに用いられており、強震動シミュレーション結果は観測記録と良く対応することが確認されている。

※2 fは振動数を表す。

(2) 3号地下構造モデルの設定(モデルの妥当性確認)

- 3号地下構造モデルを用いた2000年鳥取県西部地震の地盤応答解析結果(標高-221m→標高-13m)と観測記録(標高-13m)を比較すると、同程度となっていることから、3号地下構造モデルは妥当と考えられる。



3号地下構造モデルによる地盤応答解析結果と観測記録の比較(2000年鳥取県西部地震)

地下構造モデルの設定のまとめ

- 敷地の傾斜構造を考慮した解析による検討を踏まえ、2号及び3号観測点における地震観測記録及び物理探査結果に基づき、2号及び3号地下構造モデルを設定した。
- 2号及び3号地下構造モデルを用いた2000年鳥取県西部地震の地盤応答解析結果と観測記録を比較すると、同程度となることから、2号及び3号地下構造モデルは妥当と考えられる。

地震動評価に用いる地下構造モデルの設定の検討内容

- 敷地地盤の物理探査結果及び地震観測記録等に基づき設定した2号及び3号地下構造モデルより、敷地の地震動評価に用いる地下構造モデルを設定する。
- 敷地の地震動評価に用いる地下構造モデルとしては、敷地の地震動を安全側に評価するように、速度値及び減衰定数等の物性値を設定する。

地震動評価に用いる地下構造モデル(速度値等の物性値)

第204回審査会合資料1 P144 再掲

■ 2号及び3号地下構造モデルの地盤増幅特性(解放基盤表面／地震基盤面)を比較すると、同程度となるが、3号地下構造モデルの方が若干大きくなるため、地震動評価に用いる地下構造モデルの速度値等の物性値は、3号地下構造モデルのものを用いた。

2号地下構造モデル

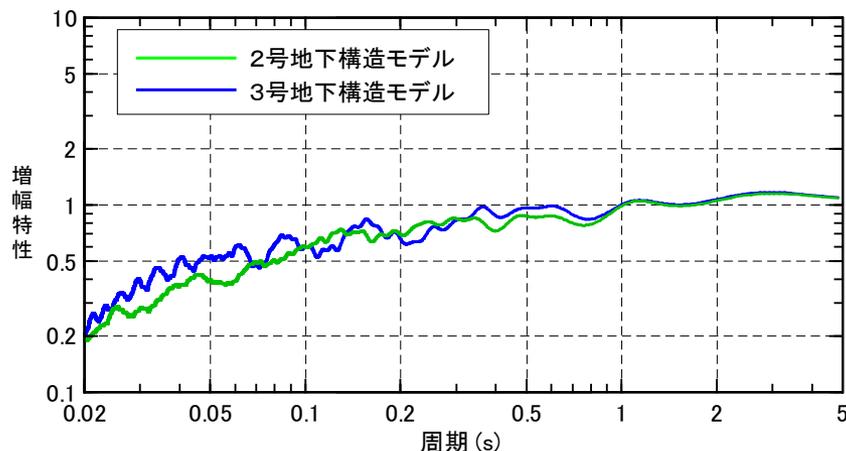
層番号	標高 (m)	層厚 (m)	S波速度 (m/s)	P波速度 (m/s)	密度 (kg/m ³)	減衰定数 (%)
1	+15	5.0	250	800	2100	75.8f ^{-0.003}
2	+10	8.8	900	2100	2350	54.6f ^{-0.319}
3	+1.2	61.2	1600	3600	2500	46.0f ^{-0.987}
4	-60	50.0	1950	4000	2500	27.3f ^{-0.539}
5	-110	50.0	2000	4050	2650	48.4f ^{-0.582}
6	-160	73.5	2350	4950	2850	7.62f ^{-0.363}
7	-233.5	56.5	2530	5220	2680	7.62f ^{-0.363}
8	-290	610.0	2190	4350	2650	5.01f ^{-0.497}
9	-900	610.0	2730	5160	2640	9.46f ^{-0.920}
10	-1510	530.0	3020	5220	2620	0.250
11	-2040	∞	3570	6180	2720	0.185

f: 振動数

3号地下構造モデル

層番号	標高 (m)	層厚 (m)	S波速度 (m/s)	P波速度 (m/s)	密度 (kg/m ³)	減衰定数 (%)
①	+46	3.3	270	520	2280	15.7f ^{-0.887}
②	+42.7	6.4	620	1710	2380	8.92f ^{-0.845}
③	+36.3	29.3	960	2270	2390	62.9f ^{-0.263}
④	+7	31.0	1520	3240	2500	24.7f ^{-0.733}
⑤	-24	116.0	1900	3860	2570	13.1f ^{-0.463}
⑥	-140	32.0	2100	4150	2490	22.8f ^{-0.739}
⑦	-172	43.0	1770	3800	2560	25.9f ^{-0.817}
⑧	-215	130.0	2530	5220	2680	7.62f ^{-0.363}
⑨	-345	610.0	2190	4350	2650	5.01f ^{-0.497}
⑩	-955	555.0	2730	5160	2640	9.46f ^{-0.920}
⑪	-1510	530.0	3020	5220	2620	0.250
⑫	-2040	∞	3570	6180	2720	0.185

f: 振動数



地震動評価に用いる地下構造モデルに採用

地盤増幅特性(解放基盤表面／地震基盤面)の比較

地震動評価に用いる地下構造モデル(減衰定数の設定)

■ 地震動評価に用いる地下構造モデルの減衰定数は、地震観測記録に基づく3号地盤の減衰定数の同定解析結果及び大深度ボーリング孔におけるQ値測定結果を考慮し、地盤増幅特性が安全側になるように設定した。なお、8層以深の減衰定数も浅部と比較すると、設定自体は安全側の評価(減衰定数が小さいので地盤増幅特性に対する感度は小さい)となっている。

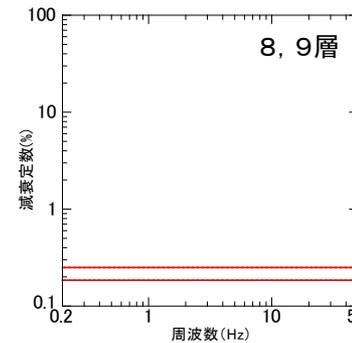
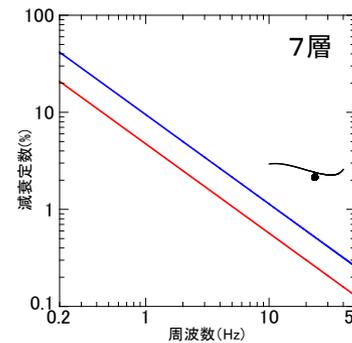
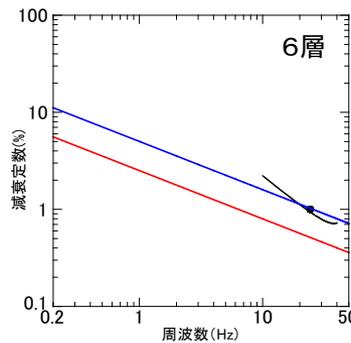
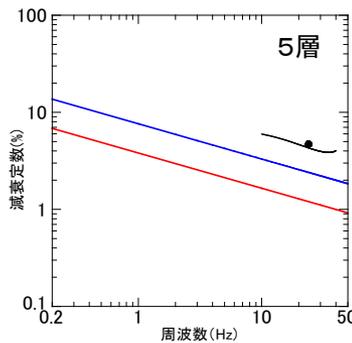
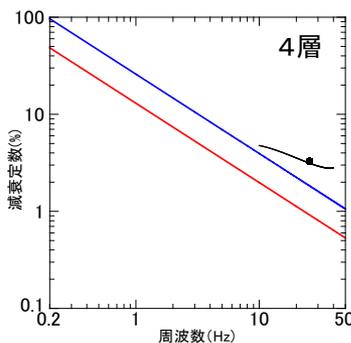
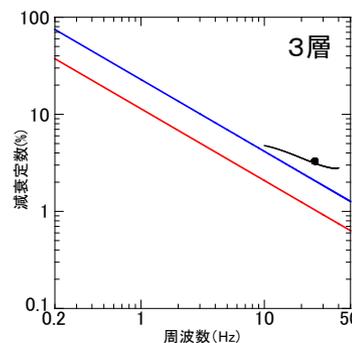
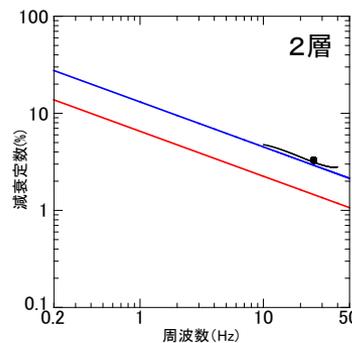
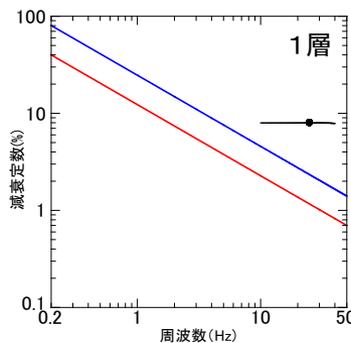
3号地下構造モデル

層番号	標高 (m)	S波速度 (m/s)	P波速度 (m/s)	密度 (kg/m ³)	減衰定数 (%)
1	-10	1520	3240	2500	24.7f ^{-0.733}
2	-24	1900	3860	2570	13.1f ^{-0.463}
3	-140	2100	4150	2490	22.8f ^{-0.739}
4	-172	1770	3800	2560	25.9f ^{-0.817}
5	-215	2530	5220	2680	7.62f ^{-0.363}
6	-345	2190	4350	2650	5.01f ^{-0.497}
7	-955	2730	5160	2640	9.46f ^{-0.920}
8	-1510	3020	5220	2620	0.250
9	-2040	3570	6180	2720	0.185

安全側に設定

12.3f ^{-0.733}
6.53f ^{-0.463}
11.4f ^{-0.739}
13.0f ^{-0.817}
3.81f ^{-0.363}
2.51f ^{-0.497}
4.73f ^{-0.920}
0.250
0.185

- Q値測定結果(最大振幅法)
- Q値測定結果(振幅スペクトル法)
- 3号地下構造モデルの減衰定数
- 地震動評価に用いる地下構造モデルの減衰定数



f: 振動数

減衰定数の設定結果

地震動評価に用いる地下構造モデル(モデル設定値)

第204回審査会合資料1 P146 加筆・修正

- 地震動評価に用いる地下構造モデルを以下のとおり設定した。なお、深部の物性値(モデルの網掛け箇所)は岩田・関口(2002)で用いられている地下構造モデル※¹の値を用いている。

地震動評価に用いる地下構造モデル

層番号	標高 (m)	層厚 (m)	S波 速度 (m/s)	P波 速度 (m/s)	密度 (kg/m ³)	減衰定数(%)									
						h _s					h _p				
						h(f) ^{※2}	0.05s	0.1s	0.2s	0.5s	h(f) ^{※2}	0.05s	0.1s	0.2s	0.5s
1	-10	14	1520	3240	2500	12.3f ^{-0.733}	1.37	2.27	3.78	7.40	31.1f ^{-0.733}	3.46	5.75	9.56	18.71
2	-24	116	1900	3860	2570	6.53f ^{-0.463}	1.63	2.25	3.10	4.74	13.5f ^{-0.463}	3.37	4.65	6.41	9.79
3	-140	32	2100	4150	2490	11.4f ^{-0.739}	1.25	2.08	3.47	6.83	16.9f ^{-0.739}	1.85	3.08	5.14	10.13
4	-172	43	1770	3800	2560	13.0f ^{-0.817}	1.12	1.98	3.49	7.38	13.9f ^{-0.817}	1.20	2.12	3.73	7.89
5	-215	130	2530	5220	2680	3.81f ^{-0.363}	1.28	1.65	2.12	2.96	4.27f ^{-0.363}	1.44	1.85	2.38	3.32
6	-345	610	2190	4350	2650	2.51f ^{-0.497}	0.57	0.80	1.13	1.78	2.70f ^{-0.497}	0.61	0.86	1.21	1.91
7	-955	555	2730	5160	2640	4.73f ^{-0.920}	0.30	0.57	1.08	2.50	4.84f ^{-0.920}	0.31	0.58	1.10	2.56
8	-1510	530	3020	5220	2620	0.250					0.125				
9	-2040	13960	3570	6180	2720	0.185					0.091				
10	-16000	22000	3870	6700	2800	0.125					0.063				
11	-38000	∞	4510	7800	3100	0.100					0.050				

↑ 統計的グリーン関数法
↓ 理論的手法

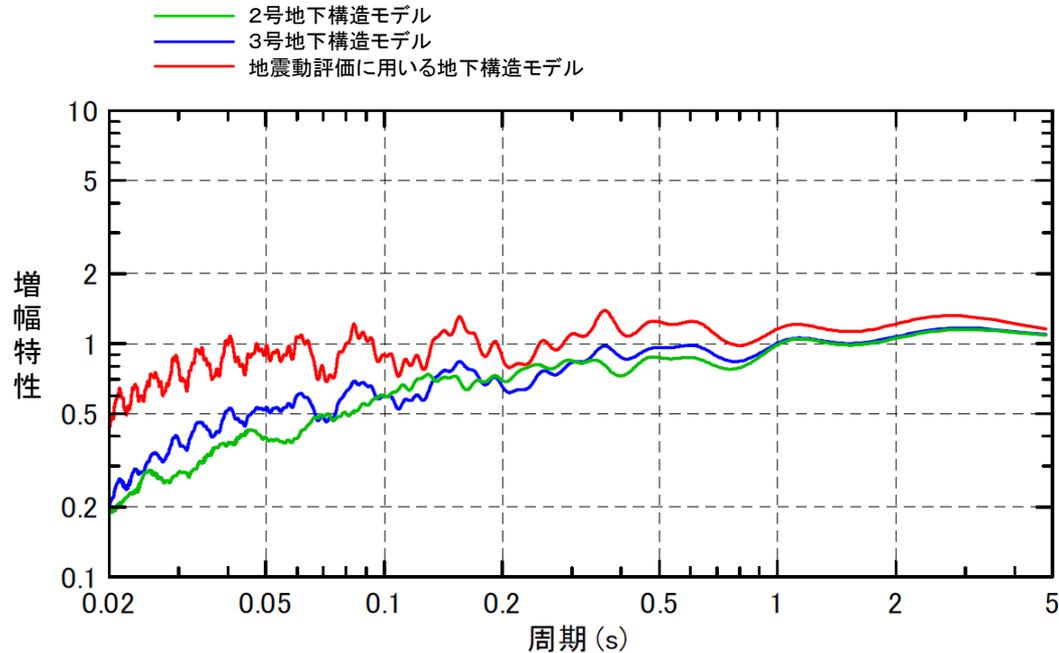
※¹ 京都大学防災研究所地震予知センター鳥取地震観測所が震源決定に用いている速度構造(P波速度)を参考に設定した地下構造モデルで、2000年鳥取県西部地震の震源インバージョン及び強震動シミュレーションに用いられており、強震動シミュレーション結果は観測記録と良く対応することが確認されている。

※² fは振動数を表す。

地震動評価に用いる地下構造モデル(地盤増幅特性)

第204回審査会合資料1 P147 再掲

- 地震動評価に用いる地下構造モデルの地盤増幅特性は、2号及び3号地下構造モデルの地盤増幅特性より大きくなり、敷地の地震動を安全側に評価する地下構造モデルを設定した。



地盤増幅特性(解放基盤表面／地震基盤面)の比較

地震動評価に用いる地下構造モデルの設定のまとめ

第204回審査会合資料1 P150 加筆・修正

- 2号及び3号地下構造モデルの地盤増幅特性は同程度であるが、3号地下構造モデルの方が若干大きくなるため、地震動評価に用いる地下構造モデルの速度値等の物性値は、3号地下構造モデルの値を用いて設定した。
- 地震動評価に用いる地下構造モデルの減衰定数は、地震観測記録に基づく3号地盤の減衰定数の同定解析結果及び大深度ボーリング孔におけるQ値測定結果を考慮し、地盤増幅特性が安全側になるように設定した。
- 地震動評価に用いる地下構造モデルの減衰定数を安全側に設定することにより、地盤増幅特性は十分な保守性を有していることから、2次元地下構造モデルの深部構造のモデル設定において不確かさがあるとしても、安全側に地震動を評価できるものと考えている。
- 以上より、敷地全体の地震動を安全側に評価することができる地下構造モデルを設定した。

3. 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

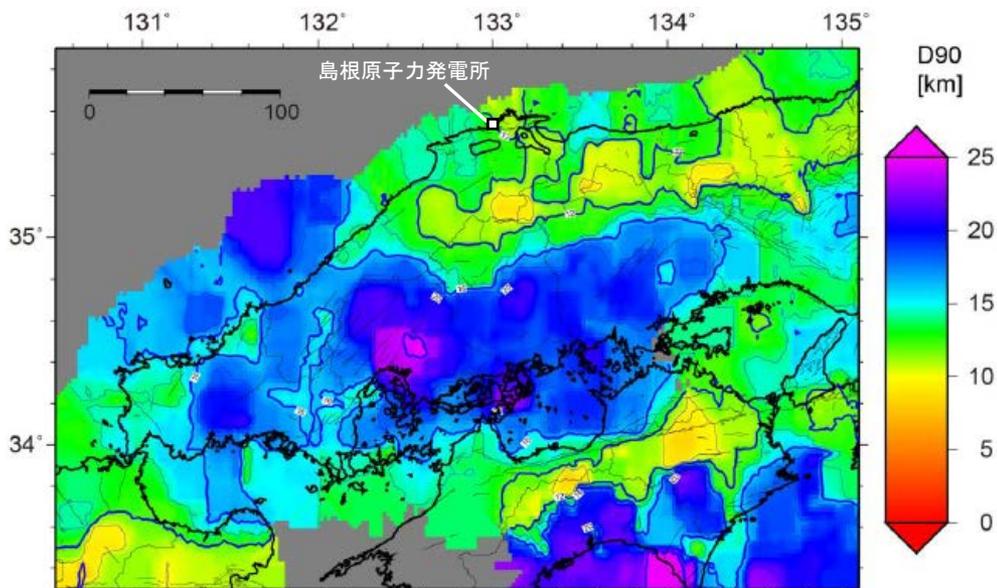
- 3. 1 地震発生層の設定
- 3. 2 検討用地震の選定
- 3. 3 地震動評価の基本方針
- 3. 4 宍道断層による地震の地震動評価
- 3. 5 F-Ⅲ断層＋F-Ⅳ断層＋F-Ⅴ断層による地震の地震動評価

地震発生層の設定(地震発生層) 1/3

- 敷地及び敷地周辺における地震発生層の上限・下限深さについて、他機関の検討における中国地域の地震発生層の設定値、敷地周辺で発生した地震の震源鉛直分布、敷地及び敷地周辺における地下構造調査結果やその他の研究成果に基づき検討した。
- 中国地域の長期評価(H28年7月)では、宍道(鹿島)断層における地震発生層の下限深さD90を15km～20km程度としており、その根拠となっている下図に示すD90の分布においては、敷地周辺は約15km未満で、その南側の山陽地域等は20km程度である。

中国地域の長期評価(H28年7月)における宍道断層のパラメータ

活断層のくくり (付録2)	評価単位区間 (付録2)	位置・形状					過去の活動				
		断層長	ずれの向きと種類		断層面の傾斜 (向きまたは角度)	断層面の幅	地震発生層 下限の深さD90	平均変位速度	1回のずれ量 (最大値)	最新活動時期	平均活動間隔
			断層の走向	断層の型							
宍道(鹿島)断層	宍道(鹿島)断層	約21km もしくはそれ以上	N80° E	右横ずれ	ほぼ鉛直	不明	15-20km程度	0.4-0.6m/千年程度	2m程度 もしくはそれ以上	ケース1:奈良時代以後、 鎌倉時代以前 ケース2:約5,900年前以前 後、約3,700年前以前	約3,300-4,900年



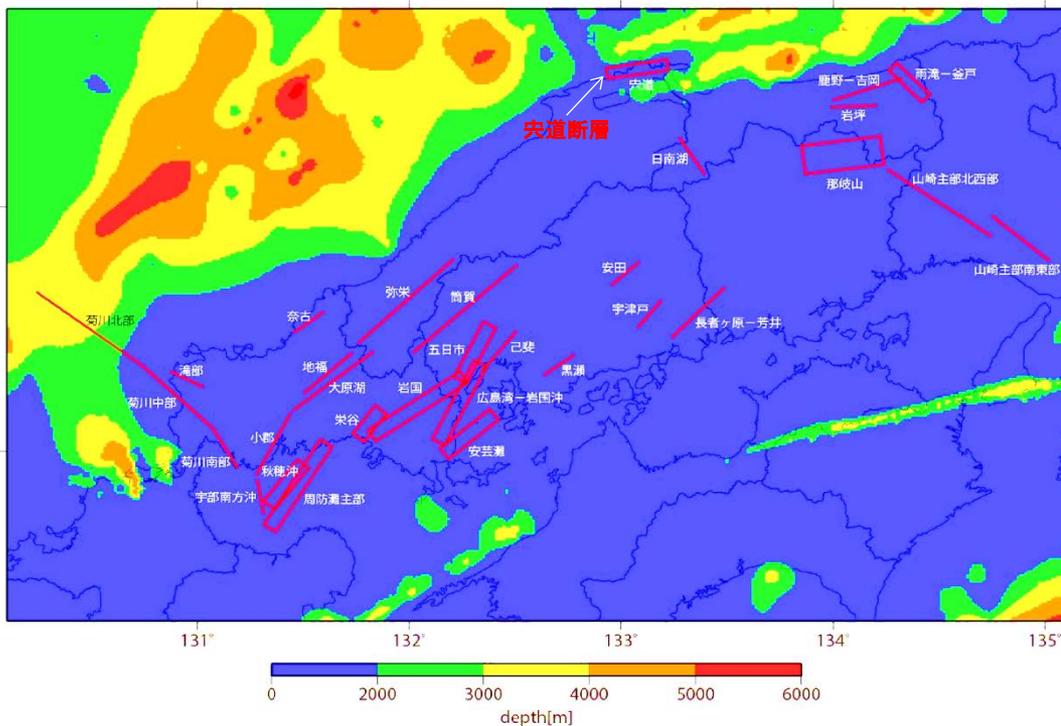
[中国地域の長期評価(H28年7月)に一部加筆。]

中国地域の地震発生層の下限(D90)の分布

地震発生層の設定(地震発生層) 2/3

- 全国地震動予測地図2017年版の震源断層を特定した地震動予測地図では、地震発生層の上限深さを下図に示す地震基盤深さと深さ2kmのうち深い方を用いて設定しており、宍道(鹿島)断層による地震の評価においては、右表のとおり上限深さを2kmに設定している。

宍道(鹿島)断層による地震の断層パラメータ



[全国地震動予測地図2017年版に一部加筆。]

中国地域の活断層の震源断層モデル位置と地震基盤深さ

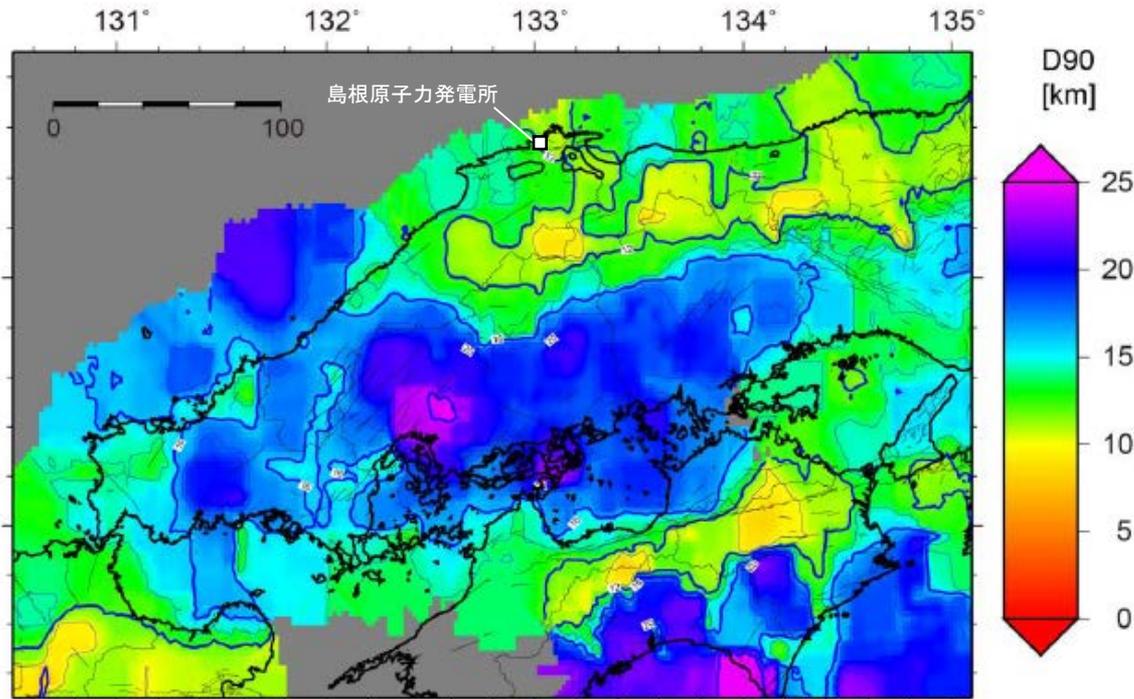
巨視的震源パラメータ	「長期評価」または設定方法	設定値
断層長さ L [km]	「約21kmもしくはそれ以上」	21
地震規模 M	$M = \{\log(L) + 2.9\} / 0.6$	7.0
地震モーメント M_0 [Nm]	$\log M_0 = 1.17 \cdot M + 10.72$	8.98E+18
モーメントマグニチュード M_w	$M_w = \{\log(M_0) - 9.1\} / 1.5$	6.6
断層モデル原点(地中) [°N]	地中における端	35.552
断層モデル原点(地中) [°E]		133.223
走向 θ [度]	長期評価の端点を結んだ方向	261.8
傾斜角 δ [度]	長期評価に基づく	70
すべり角 ϵ [度]	「右横ずれ断層」	180
地震発生層上限深さ H_s [km]	地震基盤と2kmの深い方	2
地震発生層下限深さ H_d [km]	長期評価に基づく	15
断層モデル上端深さ D_{top} [km]	$D_{top} = H_s$	2
断層モデル長さ L_{model} [km]	「レシビ」の(イ)の手順に従う	26
断層モデル幅 W_{model} [km]	「レシビ」の(イ)の手順に従う	14
断層モデル面積 S_{model} [km ²]	$S_{model} = L_{model} \times W_{model}$	364
静的平均応力降下量 $\Delta\sigma$ [MPa]	$\Delta\sigma = 7/16 \cdot (M_0 / R^3)$, $R = (S_{model}/\pi)^{1/2}$	3.2
平均すべり量 D [m]	$D = M_0 / (\mu \cdot S_{model})$	0.8
微視的震源パラメータ		設定方法
短周期レベル A [Nm/s ²]	$A = 2.46 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$	ケース1・2
全面積 S_a [km ²]	$S_a = \pi r^2$, $r = (7\pi/4) \cdot \{M_0 / (A \cdot R)\} \cdot \beta^2$	72.8
実効応力 σ_a [MPa]	$\sigma_a = \Delta\sigma_a = (S / S_a) \cdot \Delta\sigma$	15.8
平均すべり量 D_a [m]	$D_a = \gamma_D \cdot D$, $\gamma_D = 2.0$	1.6
地震モーメント M_{0a} [Nm]	$M_{0a} = \mu \cdot D_a \cdot S_a$	3.59E+18
面積 S_{a1} [km ²]	$S_{a1} = S_a$	72.8
実効応力 σ_{a1} [MPa]	$\sigma_{a1} = \sigma_a$	15.8
平均すべり量 D_{a1} [m]	$D_{a1} = D_a$	1.6
地震モーメント M_{0a1} [Nm]	$M_{0a1} = \mu \cdot D_{a1} \cdot S_{a1}$	3.59E+18
計算用面積 $L_{a1} \times W_{a1}$ [km ²]	2kmメッシュサイズ	10 × 8
面積 S_{a2} [km ²]	—	—
実効応力 σ_{a2} [MPa]	—	—
平均すべり量 D_{a2} [m]	—	—
地震モーメント M_{0a2} [Nm]	—	—
計算用面積 $L_{a2} \times W_{a2}$ [km ²]	—	—
背景領域		
面積 S_b [km ²]	$S_b = S_{model} - S_a$	291.2
実効応力 σ_b [MPa]	$\sigma_b = (D_b/W_b) \cdot (\pi^{1/2} / D_a) \cdot r \cdot \Sigma \gamma_i^3 \cdot \sigma_a$	3.2
平均すべり量 D_b [m]	$D_b = M_{0b} / (\mu \cdot S_b)$	0.6
地震モーメント M_{0b} [Nm]	$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$	5.39E+18

[全国地震動予測地図2017年版に一部加筆。]

地震発生層の設定(地震発生層) 3/3

- また、同じく全国地震動予測地図2017年版では、地震発生層の下限深さを下図に示す中国地域の長期評価(H28年7月)によるD90の分布に基づき設定しており、宍道(鹿島)断層による地震の評価においては、右表のとおり下限深さを15kmに設定している。

宍道(鹿島)断層による地震の断層パラメータ



[中国地域の長期評価(H28年7月)に一部加筆。]

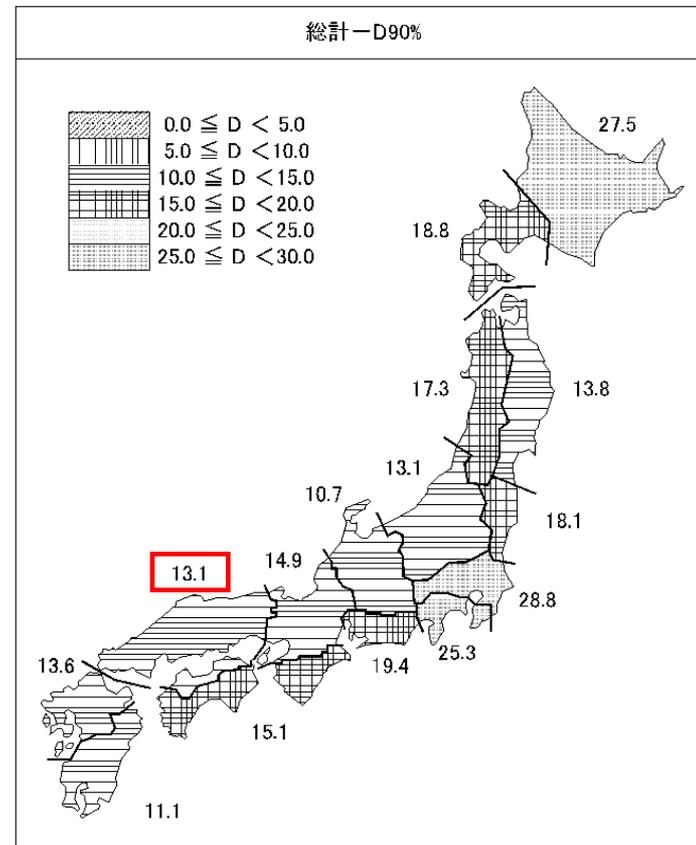
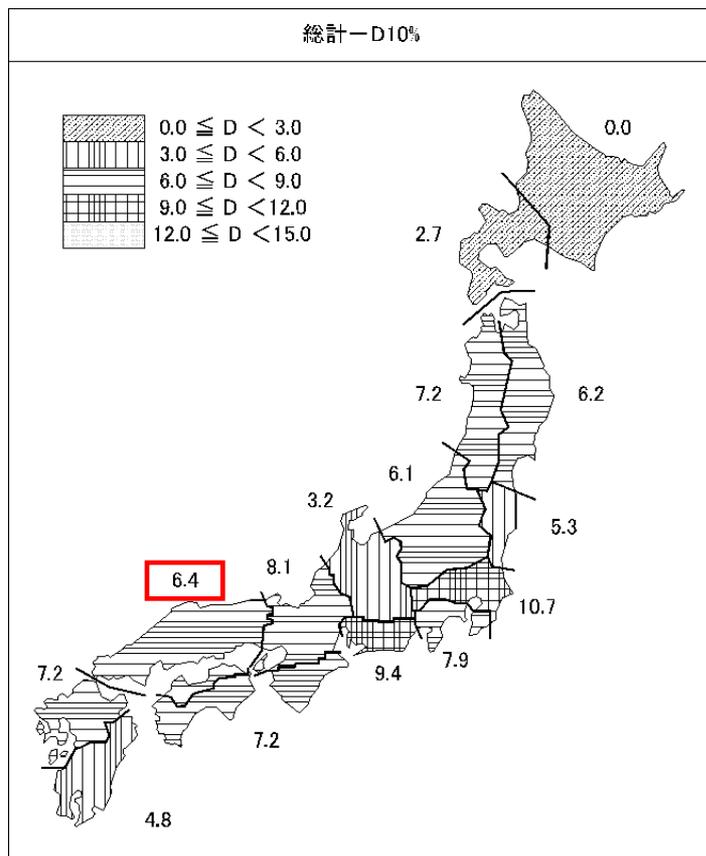
中国地域の地震発生層の下限(D90)の分布

巨視的震源パラメータ	「長期評価」または設定方法	設定値	
断層長さ L [km]	「約21kmもしくはそれ以上」	21	
地震規模 M	$M = \{\log(L) + 2.9\} / 0.6$	7.0	
地震モーメント M_0 [Nm]	$\log M_0 = 1.17 \cdot M + 10.72$	8.98E+18	
モーメントマグニチュード M_w	$M_w = \{\log(M_0) - 9.1\} / 1.5$	6.6	
断層モデル原点(地中) [°N]	地中における端	35.552	
断層モデル原点(地中) [°E]		133.223	
走向 θ [度]	長期評価の端点を結んだ方向	261.8	
傾斜角 δ [度]	長期評価に基づく	70	
すべり角 ϵ [度]	「右横ずれ断層」	180	
地震発生層上限深さ H_s [km]	地震基盤と2kmの深い方	2	
地震発生層下限深さ H_d [km]	長期評価に基づく	15	
断層モデル上端深さ D_{top} [km]	$D_{top} = H_s$	2	
断層モデル長さ L_{model} [km]	「レシビ」の(イ)の手順に従う	26	
断層モデル幅 W_{model} [km]	「レシビ」の(イ)の手順に従う	14	
断層モデル面積 S_{model} [km ²]	$S_{model} = L_{model} \times W_{model}$	364	
静的平均応力降下量 $\Delta\sigma$ [MPa]	$\Delta\sigma = 7/16 \cdot (M_0 / R^3)$, $R = (S_{model}/\pi)^{1/2}$	3.2	
平均滑り量 D [m]	$D = M_0 / (\mu \cdot S_{model})$	0.8	
微視的震源パラメータ		設定方法	ケース1・2
短周期レベル A [Nm/s ²]	$A = 2.46 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$		1.10E+19
全面積 S_a [km ²]	$S_a = \pi r^2$, $r = (7\pi/4) \cdot \{M_0 / (A \cdot R)\} \cdot \beta^2$		72.8
実効応力 σ_a [MPa]	$\sigma_a = \Delta\sigma_a = (S / S_a) \cdot \Delta\sigma$		15.8
平均すべり量 D_a [m]	$D_a = \gamma_D \cdot D$, $\gamma_D = 2.0$		1.6
地震モーメント M_{0a} [Nm]	$M_{0a} = \mu \cdot D_a \cdot S_a$		3.59E+18
面積 S_{a1} [km ²]	$S_{a1} = S_a$		72.8
実効応力 σ_{a1} [MPa]	$\sigma_{a1} = \sigma_a$		15.8
平均すべり量 D_{a1} [m]	$D_{a1} = D_a$		1.6
地震モーメント M_{0a1} [Nm]	$M_{0a1} = \mu \cdot D_{a1} \cdot S_{a1}$		3.59E+18
計算用面積 $L_{a1} \times W_{a1}$ [km×km]	2kmメッシュサイズ		10 × 8
面積 S_{a2} [km ²]	—		—
実効応力 σ_{a2} [MPa]	—		—
平均すべり量 D_{a2} [m]	—		—
地震モーメント M_{0a2} [Nm]	—		—
計算用面積 $L_{a2} \times W_{a2}$ [km×km]	—		—
背景領域			
面積 S_b [km ²]	$S_b = S_{model} - S_a$		291.2
実効応力 σ_b [MPa]	$\sigma_b = (D_b/W_b) \cdot (\pi^{1/2} / D_a) \cdot r \cdot \Sigma \gamma_i^3 \cdot \sigma_a$		3.2
平均すべり量 D_b [m]	$D_b = M_{0b} / (\mu \cdot S_b)$		0.6
地震モーメント M_{0b} [Nm]	$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$		5.39E+18

[全国地震動予測地図2017年版に一部加筆。]

地震発生層の設定(震源鉛直分布) 1/4

- 原子力安全基盤機構(2004)では、気象庁一元化データを用いて全国15地域に対してD10^{※1}、D90^{※2}を求めており、敷地が位置する中国地方のD10^{※1}は6.4km、D90^{※2}は13.1kmである。



[原子力安全基盤機構(2004)に一部加筆。]

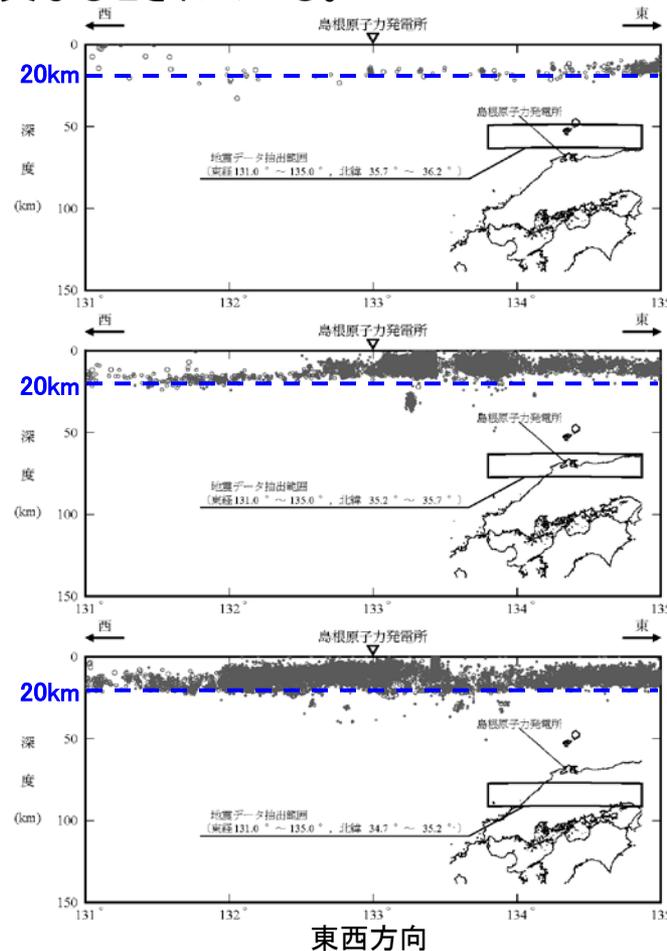
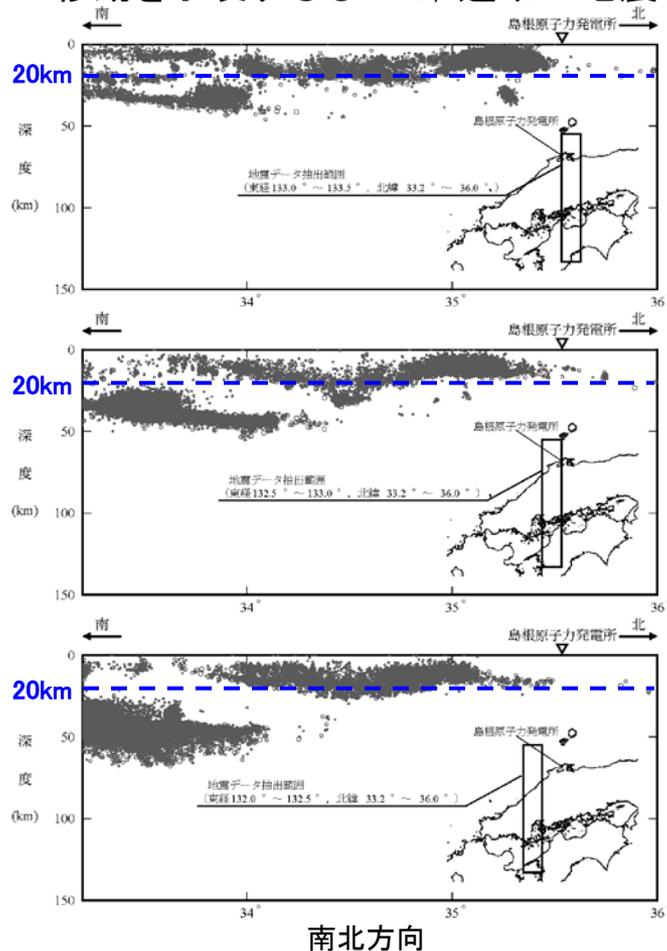
全国15地域のD10及びD90の算定結果

※1 地震発生数を浅い方から数え、全体の10%の地震数となる震源深さ

※2 地震発生数を浅い方から数え、全体の90%の地震数となる震源深さ

地震発生層の設定(震源鉛直分布) 2/4

- 敷地周辺で発生した地震(M<3)の気象庁一元化データの震源鉛直分布によると、敷地周辺で発生する地震の震源深さは大部分が20km以浅であり、また敷地周辺南側の山陽地域では、震源深さが深くなる傾向が見られる。
- なお、発電所の南東方向の深さ約30kmの位置に地震の集中がみられるが、これらの地震は大見ほか(2004)によると、鳥取県西部地震の震源域で本震後に活動が活発化した深部低周波地震で、これは水等の流体の移動を示唆するもので、通常地震とは異なるとされている。

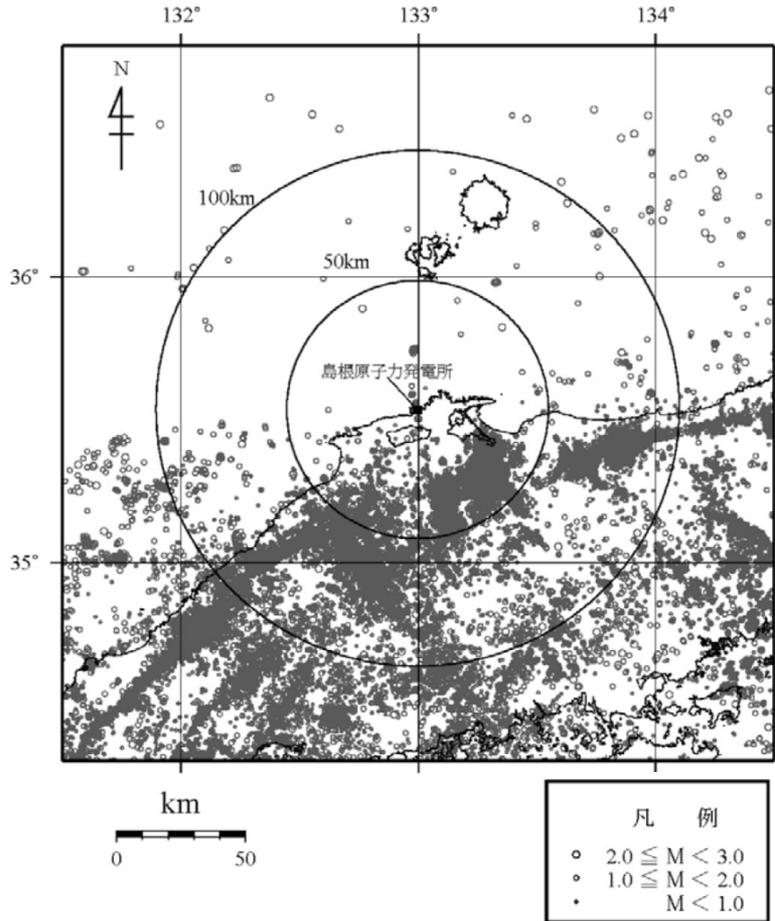


凡例	
○	2.0 ≤ M < 3.0
●	1.0 ≤ M < 2.0
•	M < 1.0

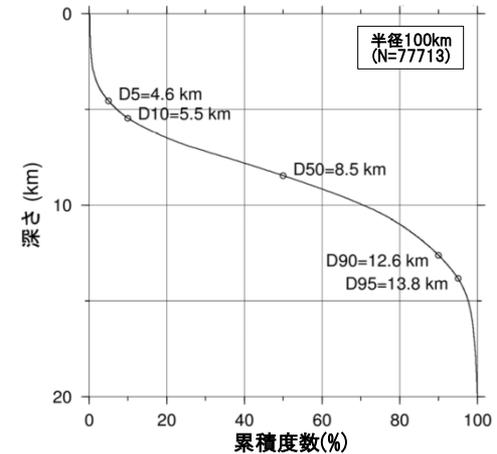
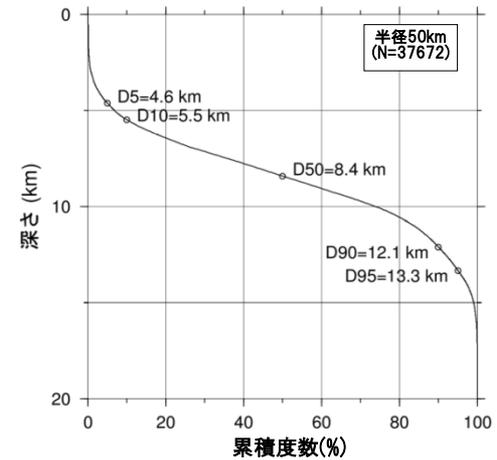
敷地周辺で発生した地震(M<3, 1997年10月~2016年10月)の震源鉛直分布 [地震諸元は「気象庁地震カタログ」による。]

地震発生層の設定(震源鉛直分布) 3/4

- 敷地から100km以内の範囲で発生した地震(M<3)の気象庁一元化データを用いてD10及びD90を求めると、D10は約5km、D90は約13kmである。



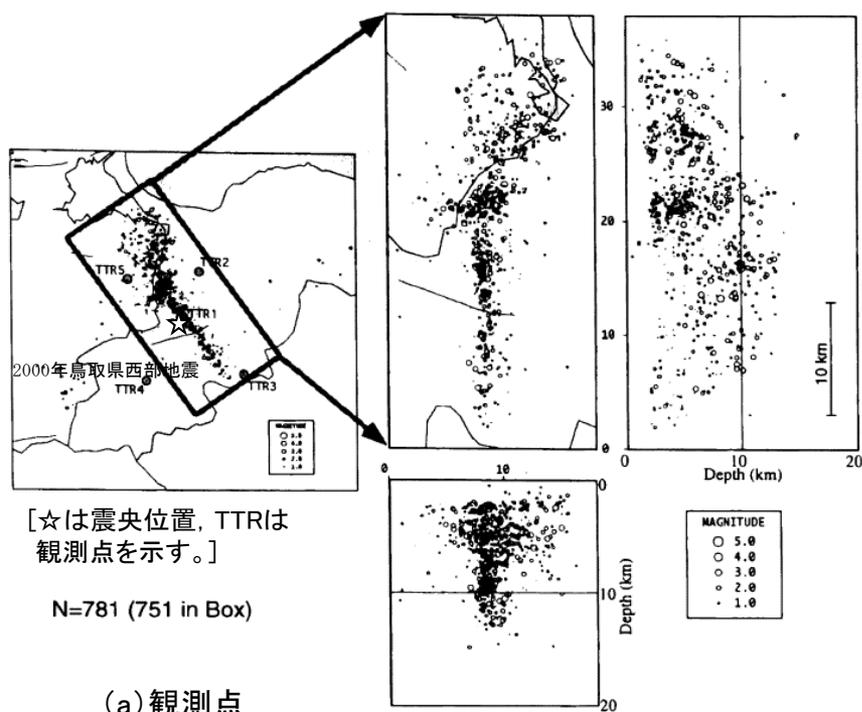
[地震諸元は「気象庁地震カタログ」による。]



敷地周辺で発生した地震(M<3, 1997年10月~2016年10月)によるD10及びD90の算定結果

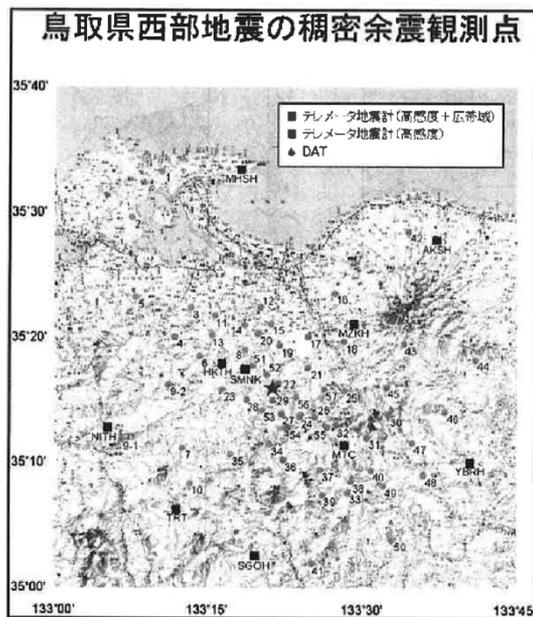
地震発生層の設定(震源鉛直分布) 4/4

- 片尾・吉井(2002)によると, 2000年10月9日~10日に京都大学による2000年鳥取県西部地震の緊急余震観測, 2000年10月15日~25日に京都大学以外の大学も加わり合同稠密余震観測が実施されており, 余震発生深さとしては約3kmから約12kmまでとされている。

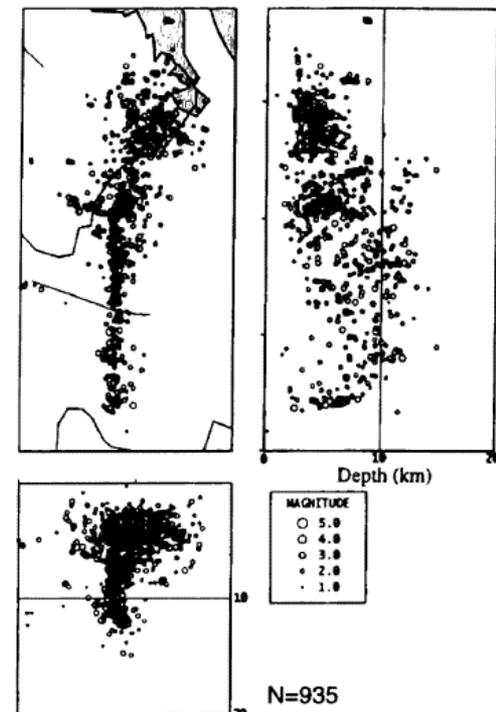


[片尾・吉井(2002)に一部加筆。]

(b) 震央分布及び震源鉛直分布



(a) 観測点



[片尾・吉井(2002)による。]

(b) 震央分布及び震源鉛直分布

京都大学緊急余震観測の観測点, 震央分布及び震源鉛直分布

合同稠密余震観測の観測点, 震央分布及び震源鉛直分布

地震発生層の設定(地震発生層上限深さに関する既往の知見)

- 地震発生層の上限深さに対応する地盤の速度値としては、既往の知見及びP波速度とS波速度の関係式($V_p=1.73 \times V_s$)より、P波速度が6.0km/s程度、S波速度が3.5km/s程度と考えられる。

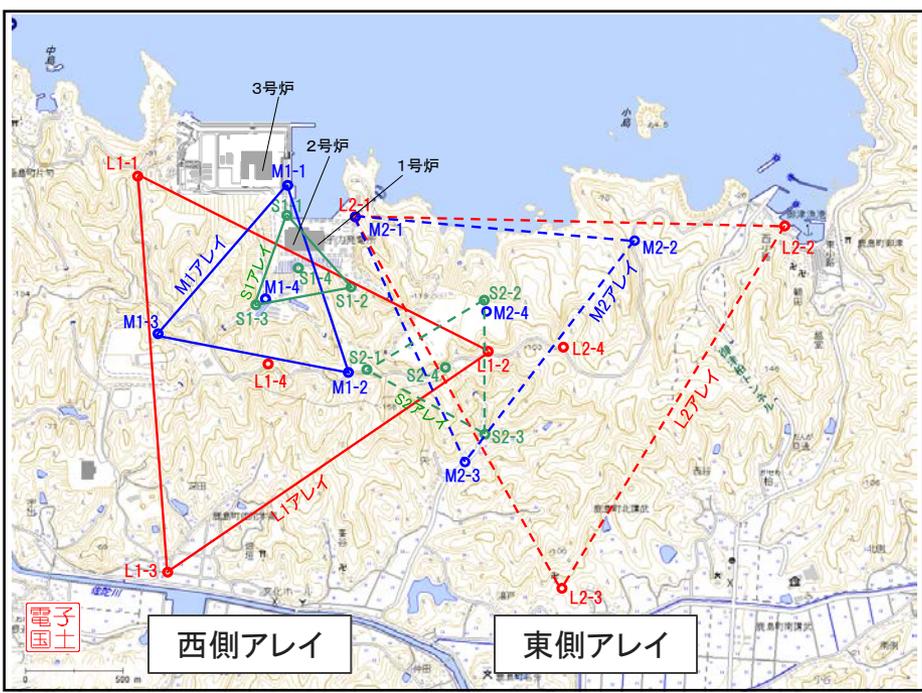
地震発生層上限深さとP波速度の対応に関する既往の知見

文献名	記載内容
入倉・三宅(2001)	微小地震の浅さ限界 H_s はP波速度5.8~5.9km/sの層の上限と良い相関がある。
吉井・伊藤(2001)	地震発生層の上限は速度構造が6km/sとなるところにおおむね一致していることが分かった。
廣瀬・伊藤(2006)	浅い地殻内で発生する微小地震は、P波速度が5.8~6.4km/sの層に集中しており、その上下には地震波速度境界が存在する。

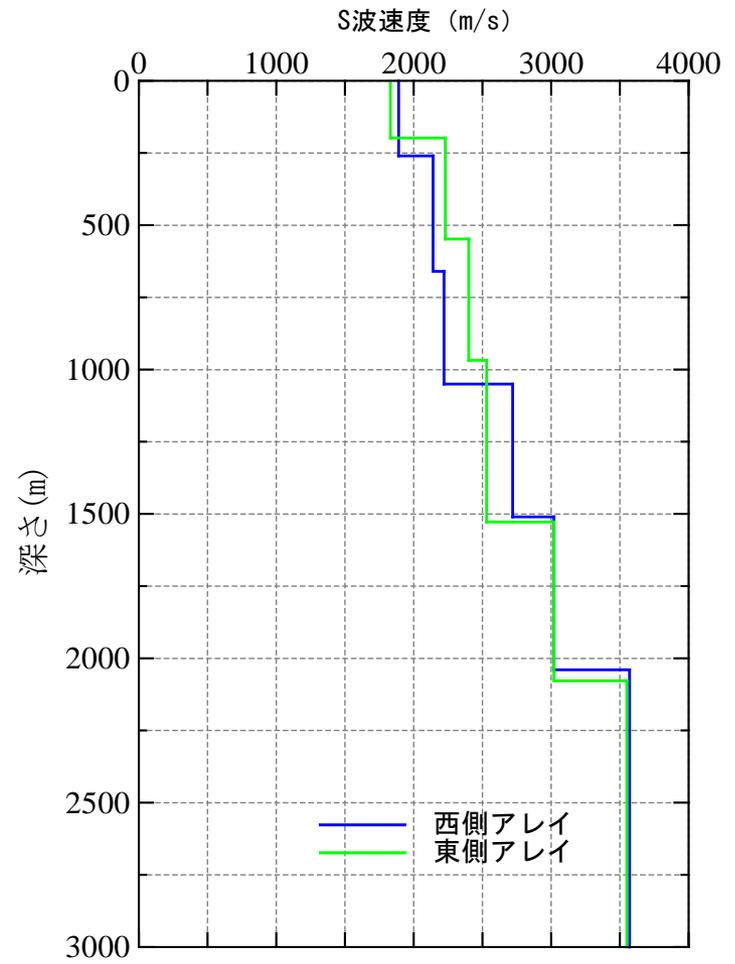
地震発生層の設定(地下構造調査)

- 敷地及び敷地周辺において微動アレイ探査(西側・東側アレイ)を実施し、速度構造を推定したところ、西側アレイと東側アレイは概ね同程度の深さに同程度の速度層が分布しており、 $V_s=3.5\text{km/s}$ 程度の層の深さは約2kmである。

観測点	底辺長 (km)	標高 (m)								
		L1-1	71	L1-2	129	L1-3	1	L1-4	148	
西側	L1アレイ	2.0	L1-1	71	L1-2	129	L1-3	1	L1-4	148
	M1アレイ	1.0	M1-1	25	M1-2	147	M1-3	134	M1-4	56
	S1アレイ	0.5	S1-1	14	S1-2	46	S1-3	55	S1-4	50
東側	L2アレイ	2.2	L2-1	13	L2-2	7	L2-3	30	L2-4	145
	M2アレイ	1.4	M2-1	14	M2-2	72	M2-3	25	M2-4	85
	S2アレイ	0.7	S2-1	158	S2-2	85	S2-3	41	S2-4	142



アレイ配置



微動アレイ探査により同定されたS波速度構造

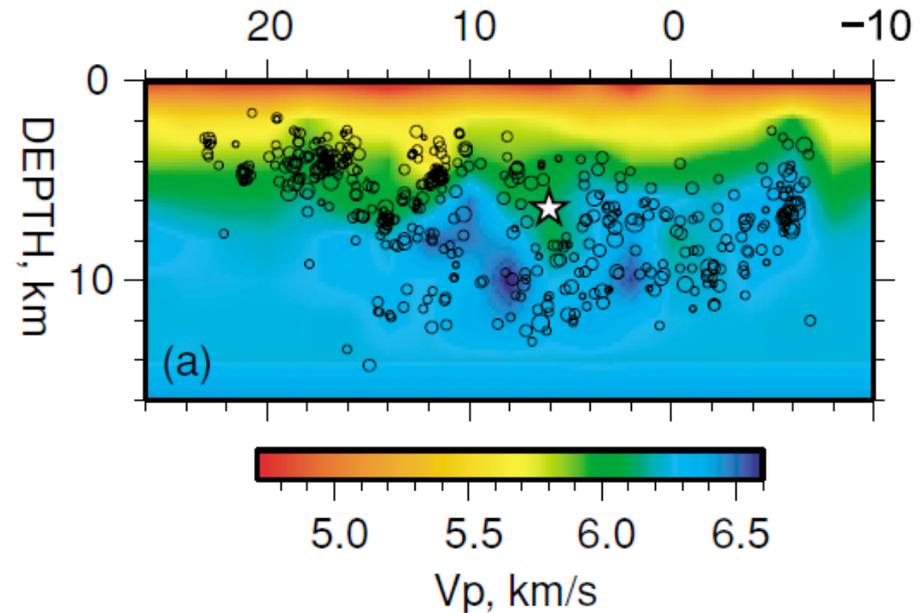
地震発生層の設定(その他の研究成果) 1/3

- 岩田・関口(2002)では, 京都大学防災研究所地震予知センター鳥取地震観測所が震源決定に用いている速度構造を参考に設定した1次元速度構造モデルを用い, 2000年鳥取県西部地震の波形インバージョン解析を行っており, その速度構造の $V_p=6.0\text{km/s}$ 程度, $V_s=3.5\text{km/s}$ 程度の層の深さは2kmである。
- Shibutani et al.(2005)では, 2000年鳥取県西部地震の稠密観測による余震記録を用いて地震波トモグラフィ解析を行い, 震源域とその周辺での3次元速度構造を推定しており, その速度構造によると, $V_p=6.0\text{km/s}$ 程度の層の上限深さは約2~4kmである。

2000年鳥取県西部地震の震源過程解析に用いられた速度構造

Top depth of the layer (km)	V_p (km/s)	V_s (km/s)	ρ (g/cm^3)	Q_p	Q_s
0	5.5	3.18	2.6	400	200
2.	6.1	3.53	2.7	550	270
16.	6.7	3.87	2.8	800	400
38.	7.8	4.51	3.1	1000	500

[岩田・関口(2002)による。]

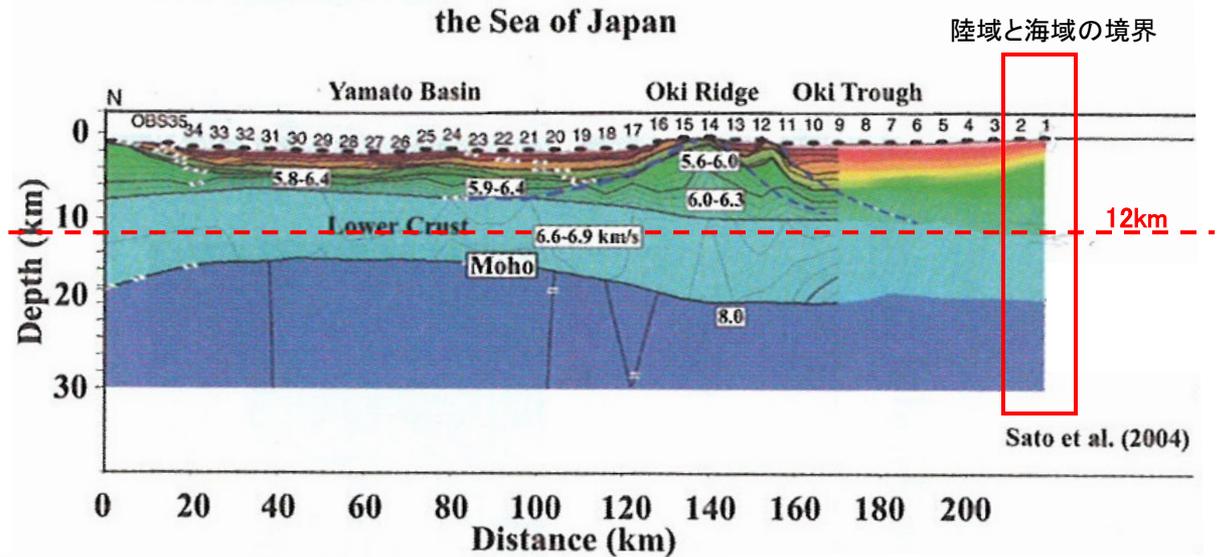
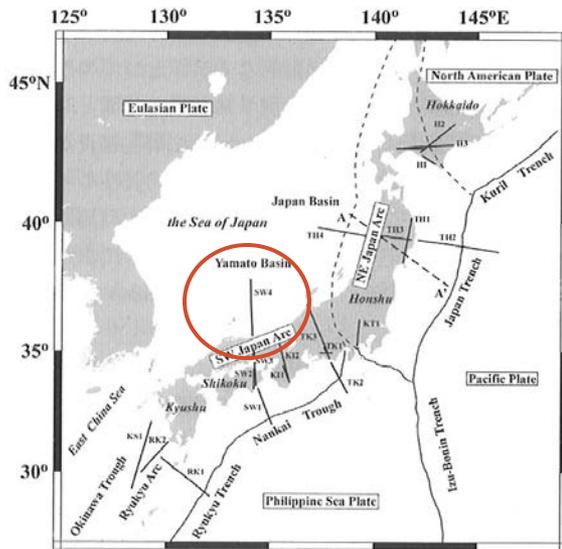


[Shibutani et al.(2005)による。]

2000年鳥取県西部地震の余震記録を用いて推定されたP波速度構造

地震発生層の設定(その他の研究成果) 2/3

- 岩崎・佐藤(2009)では、地殻構造探査データから地殻構造断面を推定しており、敷地周辺の測線における地殻構造断面によると、 $V_p=6.5\text{km/s}$ 程度の下部地殻の上限深さは約12kmである。



[岩崎・佐藤(2009)に一部加筆。]

地殻構造探査データから推定された地殻構造断面

3. 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動 3.1 地震発生層の設定

地震発生層の設定(上限・下限深さ)

■ 地震発生層の設定にあたっては、下表に示す各種検討結果を踏まえ、総合的に判断して次のとおり設定する。

◆ 敷地及び敷地周辺の地震発生層の上限深さ

・地震発生層の上限深さは、以下の表-1に示す地震発生層の設定に考慮した各種検討結果の中で最も浅い2kmに設定する。

◆ 敷地及び敷地周辺の地震発生層の下限深さ

・地震発生層の下限深さは、以下の表-1に示す地震発生層の設定に考慮した各種検討結果の中で最も深い15kmと考えられる。

・但し、以下の表-2に示す各種検討結果(参考)をみると、「中国地域の長期評価(H28年7月)によるD90」及び「気象庁一元化データによる震源鉛直分布」において上記よりも深い下限深さ(20km)が示され、また、波形インバージョン解析等による2000年鳥取県西部地震の震源モデルにおいて最大18km程度の断層幅が示されていることから、地震動評価においては、それらを参考に安全側に下限深さを20kmに設定する。

表-1 地震発生層の設定に考慮した各種検討結果

項目	検討内容	上限深さ	下限深さ
他機関の検討	全国地震動予測地図2017年版による地震発生層の設定値	2km	15km
震源鉛直分布	原子力安全基盤機構(2004)による中国地方のD10, D90	6.4km	13.1km
	気象庁一元化データによる敷地周辺(100km以内)のD10, D90	約5km	約13km
	片尾・吉井(2002)による2000年鳥取県西部地震(余震)の震源鉛直分布	約3km	約12km
地下構造調査	敷地及び敷地周辺における微動アレイ探査結果	約2km	—
その他の研究成果	岩田・関口(2002)による2000年鳥取県西部地震の波形インバージョン解析で用いられた速度構造	2km	—
	Shibutani et al.(2005)による2000年鳥取県西部地震のトモグラフィー解析	約2~4km	—
	岩崎・佐藤(2009)による鳥取県沖の地殻構造探査	—	約12km

表-2 各種検討結果(参考)

項目	検討内容	上限深さ	下限深さ
他機関の検討	中国地域の長期評価(H28年7月)による地震発生層の下限深さD90※1	—	15~20km
震源鉛直分布	気象庁一元化データによる敷地周辺の震源鉛直分布※1,2	—	約20km
その他の研究成果	岩田・関口(2002)による2000年鳥取県西部地震の震源モデル※3	断層幅: 17~18km程度	
	宮腰ほか(2003)による2000年鳥取県西部地震の震源モデル※3	断層幅: 17.6km	
	Yagi and Kikuchi(2000)による2000年鳥取県西部地震の震源モデル※3	断層幅: 12km	
	池田ほか(2002)による2000年鳥取県西部地震の震源モデル※3	断層幅: 16~17km程度	
	地震調査委員会(2002)による2000年鳥取県西部地震の震源モデル※2,3	2km	16km

表-2の各種検討結果を(参考)としている理由は以下による

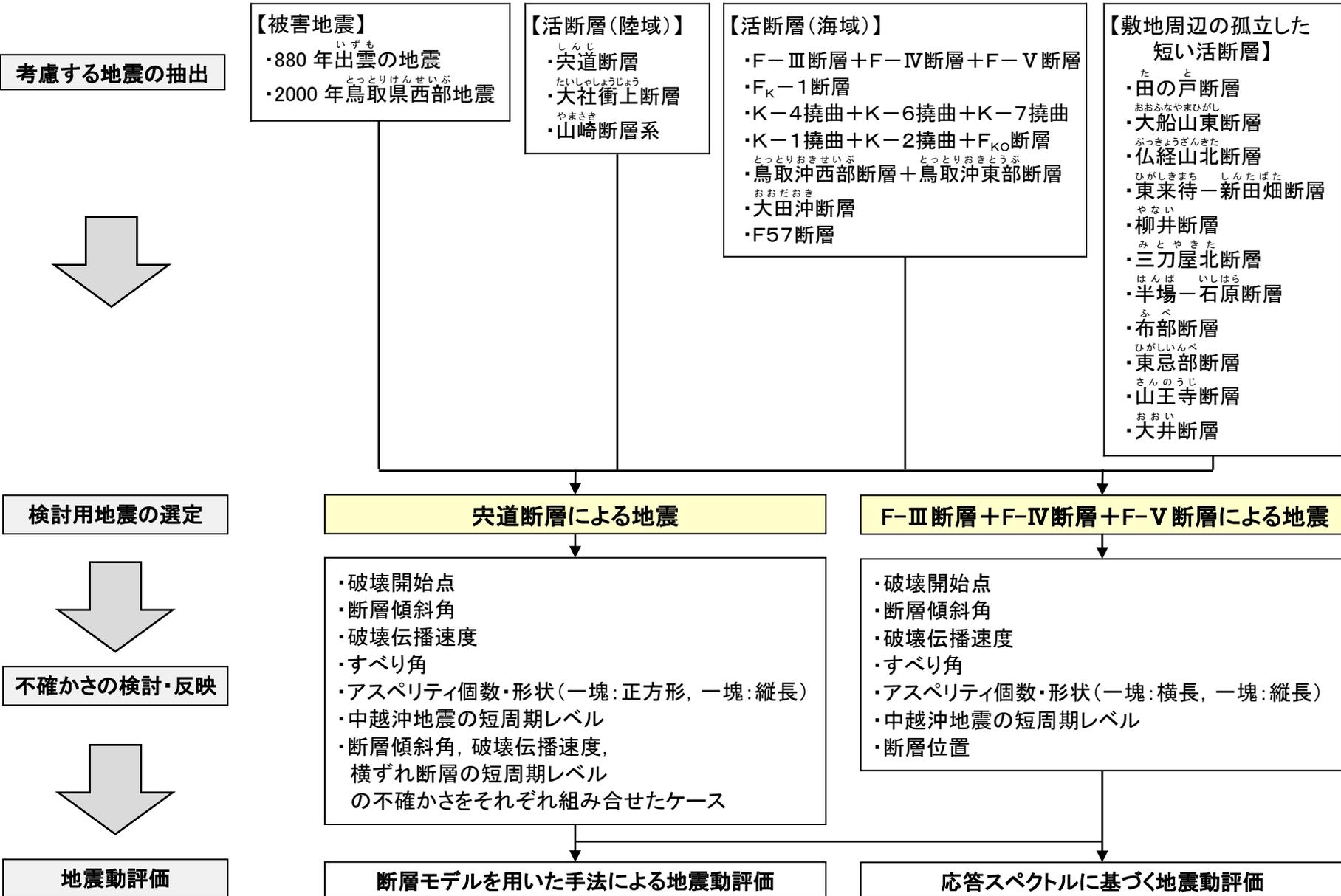
※1「中国地域の長期評価(H28年7月)によるD90」及び「気象庁一元化データによる震源鉛直分布」における下限深さは、敷地周辺よりも震源が深い南側の山陽地域の影響により、中国地域全体として深く求まっていると考えられる。

※2上野ほか(2002)によると、震源決定に用いている速度値を大きく設定の影響で震源が深く求まっていると考えられる。

※3地震調査委員会による2000年鳥取県西部地震の地震動評価(地震調査委員会(2002))及び2005年福岡県西方沖の地震の地震動評価(地震調査委員会(2008))では、波形インバージョン解析により得られる震源断層の領域を、断層長さの設定では考慮しているが、断層幅の設定では考慮せず、余震分布を参考に推定していることから、波形インバージョン解析等の断層幅についてのデータは参考とする。

検討用地震の選定 地震動評価概要フロー

※海洋プレート内地震及びプレート間地震は対象地震無し

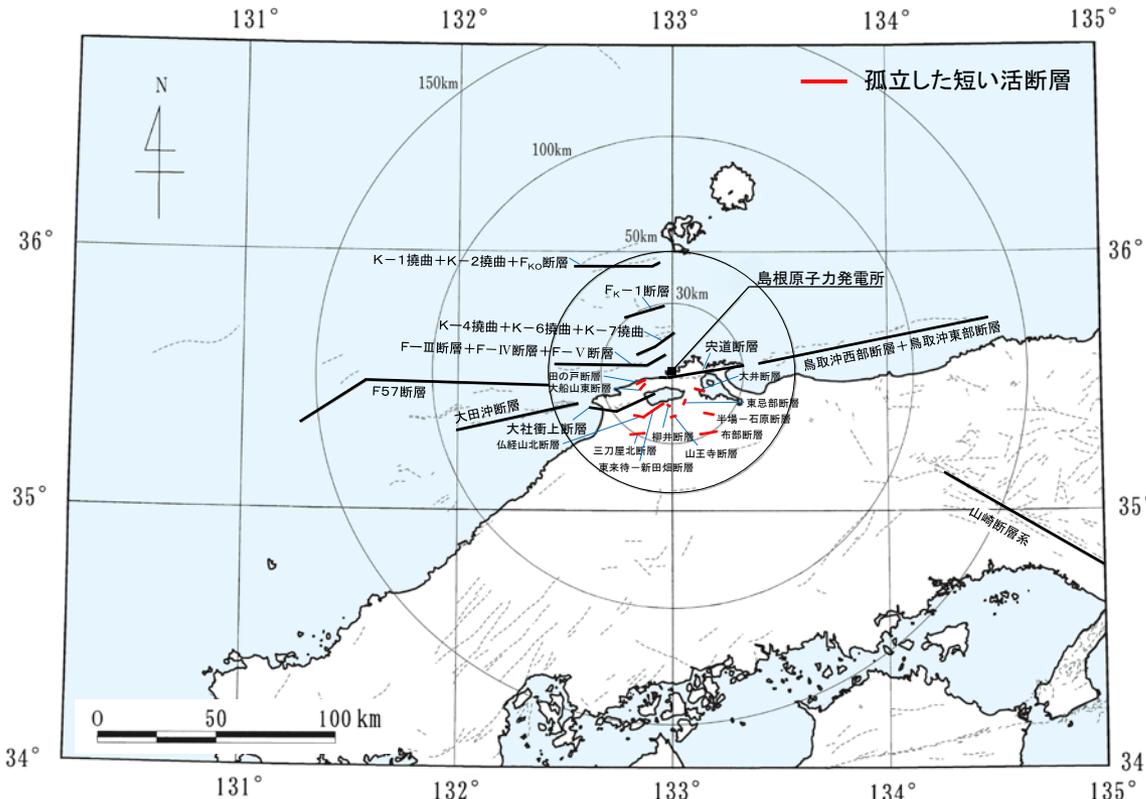


検討用地震の選定 1/3

- 敷地周辺の地震発生状況や活断層の分布状況を踏まえ、敷地へ及ぼす影響が大きいと想定される地震を検討用地震として選定する。なお、敷地周辺の海洋プレート内地震は広島県沖の安芸灘を震源とする2001年芸予地震等が対象で、プレート間地震は四国沖の南海トラフを震源とする1707年宝永地震等が対象であり、それらは敷地から遠方に位置し、敷地へ及ぼす影響が小さいことから、検討用地震は内陸地殻内地震を対象に選定する。
- 敷地周辺の考慮する活断層のうち、断層長さが19km未満の活断層については、孤立した短い活断層として、震源断層が傾斜角70°※で地震発生層の上限から下限まで広がっているものと仮定し、その断層幅は約19km、断層長さも断層幅と同等の約19kmに設定した。

※地質調査等の十分な情報がないことから、後述のF-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層の周辺で発生した中小地震の断層傾斜角(補足説明資料100ページ参照)に基づき70°に設定。

敷地周辺の孤立した短い活断層



断層名	断層長さ (km)	評価長さ (km)	震央※距離 (km)
たの戸断層	5	約19	14.0
おおふなやまひがし 大船山東断層	4	約19	13.6
ぶつきょうざんきた 仏経山北断層	5	約19	22.8
ひがしきまち しんたばた 東来待-新田畑断層	11	約19	17.4
やない 柳井断層	2	約19	13.7
みとやきた 三刀屋北断層	7	約19	29.4
はんぼ いしはら 半場-石原断層	5	約19	23.3
ふべ 布部断層	8	約19	29.3
ひがしんべ 東忌部断層	3	約19	13.6
さんのうじ 山王寺断層	3	約19	18.1
おおい 大井断層	5	約19	13.7

※断層中央までの距離

敷地周辺における活断層の分布

[[新編]日本の活断層]に加筆修正.]

検討用地震の選定 2/3

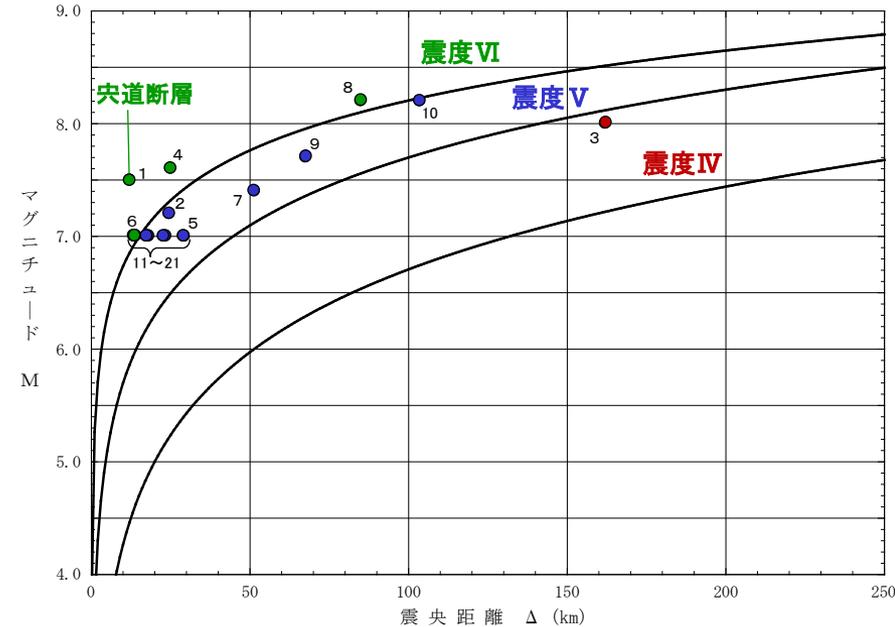
- 敷地周辺の考慮する活断層(孤立した短い活断層を含む)について、M-Δの関係と比較すると、敷地の極近傍に位置している宍道断層が、敷地に大きな影響を及ぼすと考えられるため、「宍道断層による地震」を検討用地震として選定した。

敷地周辺の考慮する活断層

No.	断層名	断層長さ (km)	マグニチュード M※1	震央距離※2 (km)	備考
1	しんじ 宍道断層	39	7.5	12.2	検討用地震として選定
2	たいしやうじやう 大社街上断層	28	7.2	24.6	
3	やまさき 山崎断層系	79	8.0	162.1	
4	F-I断層+F-II断層+F-V断層	48	7.6	25.1	
5	F _K -1断層	19	7.0	29.3	
6	K-4撓曲+K-6撓曲+K-7撓曲	19	7.0	13.8	
7	K-1撓曲+K-2撓曲+F _{KO} 断層	36	7.4	51.5	
8	とっとりおきせいぶ 鳥取沖西部断層+とっとりおきとうぶ 鳥取沖東部断層	98	8.2	85.0	
9	おおだおき 大田沖断層	53	7.7	67.6	
10	F57断層	108	8.2	103.6	
11	た と 田の戸断層	約19	7.0	14.0	孤立した短い活断層
12	おおふなやまひがし 大船山東断層	約19	7.0	13.6	孤立した短い活断層
13	ぶつきやうざんきた 仏経山北断層	約19	7.0	22.8	孤立した短い活断層
14	ひがしきまち 東来待-新田畑断層	約19	7.0	17.4	孤立した短い活断層
15	やない 柳井断層	約19	7.0	13.7	孤立した短い活断層
16	みとやきた 三刀屋北断層	約19	7.0	29.4	孤立した短い活断層
17	はんぼ 半場-石原断層	約19	7.0	23.3	孤立した短い活断層
18	ふべ 布部断層	約19	7.0	29.3	孤立した短い活断層
19	ひがしいんべ 東忌部断層	約19	7.0	13.6	孤立した短い活断層
20	さんのうじ 山王寺断層	約19	7.0	18.1	孤立した短い活断層
21	おおい 大井断層	約19	7.0	13.7	孤立した短い活断層

※1 松田(1975)による断層長さとMの関係式により算定

※2 断層中央までの距離



〔IV, V, VIは旧気象庁震度階級で、震度の境界線は村松(1969)及び勝又・徳永(1971)による。〕

M-Δ図

検討用地震の選定 3/3

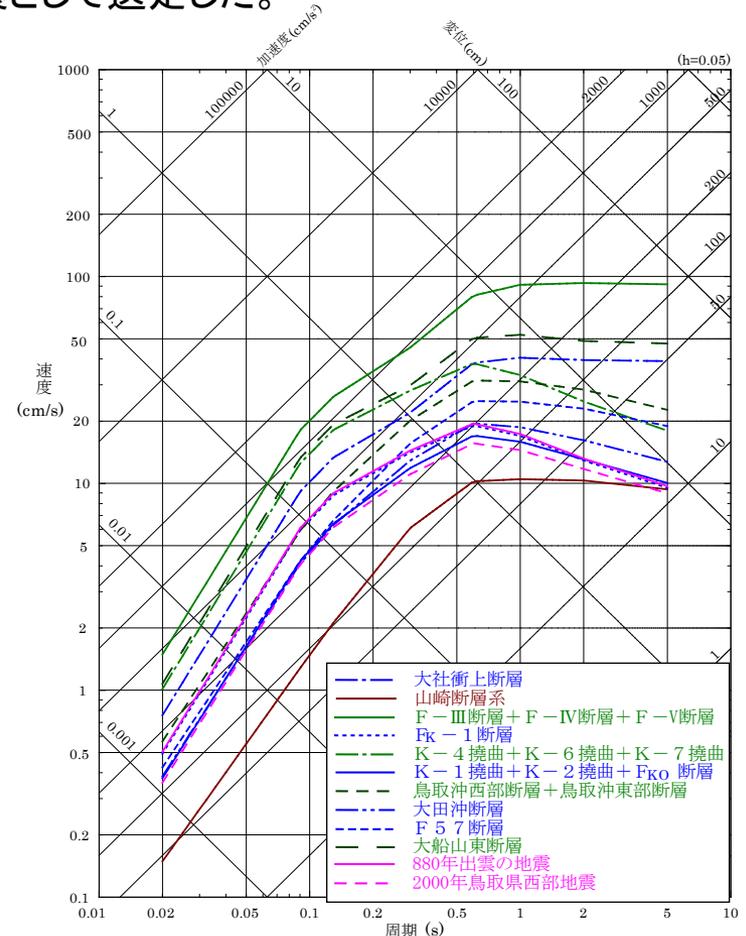
- 突道断層以外の敷地周辺の考慮する活断層(孤立した短い活断層を含む)及び地震について, Noda et al. (2002) (以下「耐専式」という。)による地震動評価結果を比較すると, F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層が, 敷地に及ぼす影響が最も大きいと考えられるため, 「F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震」を検討用地震として選定した。
- 以上より, M-Δの関係及び耐専式による地震動評価結果の比較に基づき, 「突道断層による地震」及び「F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震」を検討用地震として選定した。

検討用地震選定のための内陸地殻内地震の諸元

No.	断層名	断層長さ (km)	マグニチュード M ^{※1}	等価震源距離 Xeq(km) ^{※2}	備考 ^{※3}
1	突道断層	39	7.5	12.5	耐専式適用範囲外 (128ページと同様の検討による)
2	大社衝上断層	28	7.2	24.0	
3	山崎断層系	79	8.0	158.0	
4	F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層	48	7.6	19.4	検討用地震として選定
5	F _K -1断層	19	7.0	28.2	
6	K-4撓曲+K-6撓曲+K-7撓曲	19	7.0	15.9	
7	K-1撓曲+K-2撓曲+F _{KO} 断層	36	7.4	49.4	
8	鳥取沖西部断層+鳥取沖東部断層	98	8.2	71.1	
9	大田沖断層	53	7.7	63.8	
10	F57断層	108	8.2	89.8	
11	田の戸断層	約19	7.0	15.7	No.12で代表させる
12	大船山東断層	約19	7.0	15.1	
13	仏経山北断層	約19	7.0	23.4	No.12で代表させる
14	東来待-新田畑断層	約19	7.0	18.7	No.12で代表させる
15	柳井断層	約19	7.0	16.1	No.12で代表させる
16	三刀屋北断層	約19	7.0	29.3	No.12で代表させる
17	半場-石原断層	約19	7.0	23.7	No.12で代表させる
18	布部断層	約19	7.0	29.0	No.12で代表させる
19	東忌部断層	約19	7.0	15.6	No.12で代表させる
20	山王寺断層	約19	7.0	19.6	No.12で代表させる
21	大井断層	約19	7.0	15.2	No.12で代表させる
22	880年出雲の地震	-	7.0	27.7	
23	2000年鳥取県西部地震	-	7.3	47.0	

※1 松田(1975)による断層長さMの関係式により算定
 ※2 No.22,23は円形断層, No.1,3は地質調査結果等に基づき断層傾斜角90°の矩形断層, それ以外は地質調査等の十分な情報がないことから, 後述の敷地周辺で発生した主な中小地震の断層傾斜角(補足説明資料100ページ参照)に基づき70°の矩形断層を仮定して設定。

※3 No.11~21の孤立した短い活断層については, 等価震源距離がより近いNo.12大船山東断層で代表させる



検討用地震選定のための応答スペクトルの比較

地震動評価手法

- 検討用地震の地震動評価においては、「応答スペクトルに基づく地震動評価」及び「断層モデルを用いた手法による地震動評価」の双方を実施する。
 - 応答スペクトルに基づく地震動評価
 - 解放基盤表面における水平及び鉛直方向の地震動が評価できる。
 - 震源の拡がりが考慮できる。
 - 以上の条件を満足する耐専式の適用性を確認し、地震動評価を実施する。なお、耐専式が適用できない場合は、適用可能な他の距離減衰式を用いて地震動評価を実施するが、断層モデルを用いた手法による地震動評価を重視する。
 - 断層モデルを用いた手法による地震動評価
 - 検討用地震の震源近傍で発生した地震において、要素地震として選定できる適切な敷地の観測記録が得られていないことから、評価手法としては短周期側に統計的グリーン関数法(釜江ほか(1991), 入倉ほか(1997)), 長周期側に理論的手法(Hisada(1994))を用いたハイブリッド合成法(Kamae et al.(1998))により地震動評価を実施する。
- 地震動評価における不確かさの考慮については、評価結果に与える影響が大きいと考えられる断層パラメータを選定し、その地震動を評価する。
 - 不確かさを考慮するパラメータの分類

<ul style="list-style-type: none"> • 断層傾斜角 • 破壊伝播速度 • すべり角 • アスペリティ※ • 短周期レベル 	}	<p>認識論的な不確かさに分類されるもので、事前の詳細な調査や経験式等に基づき設定できるもの</p> <p>※アスペリティは、地質調査結果(変位地形・リニアメント)に基づき設定することから、本評価では認識論的な不確かさとして扱う</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 破壊開始点 	}	<p>偶然的な不確かさに分類されるもので、事前の詳細な調査や経験式からは特定が困難なもの</p>
 - 不確かさの組合せに関する基本的な考え方
 - 敷地における地震動評価に大きな影響を与えると考えられる支配的なパラメータについて分析した上で、必要に応じて不確かさを組み合わせて考慮する。

応答スペクトルに基づく地震動評価

- 耐専式が適用範囲外の場合は、国内外の地震観測記録に基づき作成された以下に示すその他の距離減衰式を用いて、応答スペクトルに基づく地震動評価を実施する。

距離減衰式のデータベース諸元

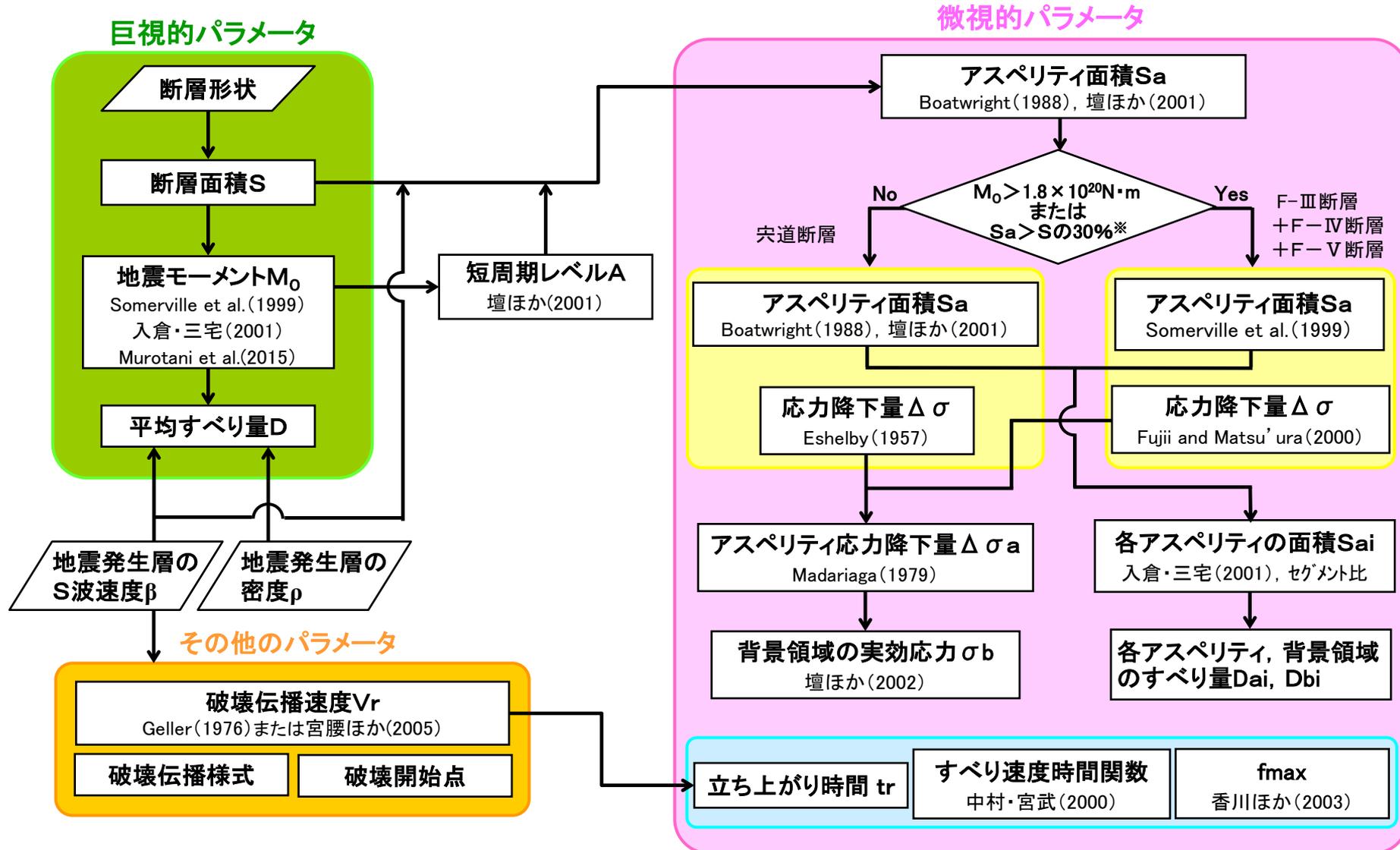
距離減衰式	データベース諸元					
	対象地震	地震種別	Mwの範囲	断層最短距離の範囲	地盤条件・種別	備考
Kanno et al.(2006)	主に国内	内陸プレート間プレート内	5.5~8.2	1~500km	$100 \leq V_{s30} \leq 1400 \text{m/s}$	V_{s30}^{*2} による補正が可能
Zhao et al.(2006)	主に国内		5.0~8.3	0.3~300km	Hard Rock($V_{s30} > 1100 \text{m/s}$) ~Soft Soil	V_{s30}^{*2} による補正が可能
内山・翠川(2006)	日本周辺		5.5~8.3	300km以内	$150 \leq V_{s30} \leq 750 \text{m/s}$ ($V_{s30}=500 \text{m/s}$ 程度の工学的基盤の V_{s30} の平均値は550m/s)	
片岡ほか(2006)	日本周辺	内陸海溝性	4.9~8.2	250km以内	工学的基盤~第三種地盤 工学的基盤(31測点)の V_{s30} の平均値は720m/s	
Abrahamson et al.(2014)	国内外	内陸	3.0~8.5	300km以内	$180 \leq V_{s30} \leq 1500 \text{m/s}^{*1}$	V_{s30}^{*2} による補正が可能
Boore et al.(2014)			3.0~8.5(横ずれ) 3.0~8.5(逆断層) 3.3~7.0(正断層)	400km以内	$150 \leq V_{s30} \leq 1500 \text{m/s}^{*1}$	V_{s30}^{*2} による補正が可能
Campbell and Bozorgnia(2014)			3.3~8.5(横ずれ) 3.3~8.0(逆断層) 3.3~7.0(正断層)	300km以内	$150 \leq V_{s30} \leq 1500 \text{m/s}^{*1}$	V_{s30}^{*2} による補正が可能
Chiou and Youngs(2014)			3.5~8.5(横ずれ) 3.5~8.0(逆断層) 3.5~8.0(正断層)	300km以内	$180 \leq V_{s30} \leq 1500 \text{m/s}^{*1}$	V_{s30}^{*2} による補正が可能
Idriss(2014)			5.0~8.0	150km以内	$450 \leq V_{s30} \leq 2000 \text{m/s}^{*1}$	V_{s30}^{*2} による補正が可能

*1 Gregor et al.(2014)による

*2 表層30mのS波速度の平均値(島根原子力発電所は $V_{s30}=1700 \text{m/s}$)

断層モデルのパラメータ設定

■ 断層モデルのパラメータ設定は、レシピに基づき、以下のフローのとおり実施する。



* レシピにおいて、内陸地震によるアスペリティ総面積の占める割合は「断層総面積の15~27%(宮腰ほか(2001))」とされていることを踏まえ、当社の判断で設定した条件

断層パラメータの設定根拠(巨視的断層パラメータ) 1/6

第530回審査会合資料1 P53 再掲

■ 宍道断層による地震の巨視的断層パラメータの設定根拠を示す。

(1) 断層長さ

○基本震源モデル

■ 断層長さ

- ✓ 基本震源モデルの断層長さは、以下に基づき、女島(西端)から美保関町東方沖合い(東端)までの39kmに設定。

■ 西端

- ✓ 宍道断層の西端については、古浦より西側の海域、陸海境界付近、陸域のいずれの調査地点においても、宍道断層の延長部に対応する断層は認められないが、陸海境界付近の調査結果の不確かさを考慮し、精度や信頼性のより高い調査結果が得られている「女島」とする。
- ✓ また、宍道断層と古浦～十六島沿岸付近の重力異常の関係については、地質調査の結果、
 - ①古浦沖から大田沖断層の海域及び沿岸付近における音波探査の結果、古浦沖から女島付近の陸海境界付近における群列ボーリング調査等の結果、さらに、古浦西方から女島付近の陸域における地表地質踏査等の結果、宍道断層の延長部に対応する断層は認められないこと
 - ②宍道断層の末端性状について、変動地形学的調査の結果、端部付近では断層活動性が低下していること
 - ③古浦～十六島沿岸付近の重力コンターの傾斜部は、後期更新世以降の断層活動が認められないF-①断層及びF-②断層に伴う音響基盤の落差(音響基盤の傾斜部)を反映したものと考えられ、その重力異常は、宍道断層で認められる明瞭な重力異常へ連続しないこと

から、宍道断層と古浦～十六島沿岸付近の重力異常は関連しないものと評価する。

- ✓ 地震動評価における基本震源モデルの設定については、宍道断層の端部評価に加えて、変位地形・リニアメントの有無及び谷の屈曲量・屈曲率から断層活動性は端部に向かって低下していること、古浦～十六島沿岸付近の重力コンターの傾斜部は、後期更新世以降の断層活動が認められないF-①断層及びF-②断層に伴う音響基盤の落差(音響基盤の傾斜部)を反映したものと考えられ、その重力異常は、宍道断層で認められる明瞭な重力異常へ連続しないことから、古浦～十六島沿岸付近の重力異常は宍道断層の破壊伝播区間として考慮しない。

断層パラメータの設定根拠(巨視的断層パラメータ) 2/6

第530回審査会合資料1 P54 再掲

■ 東端

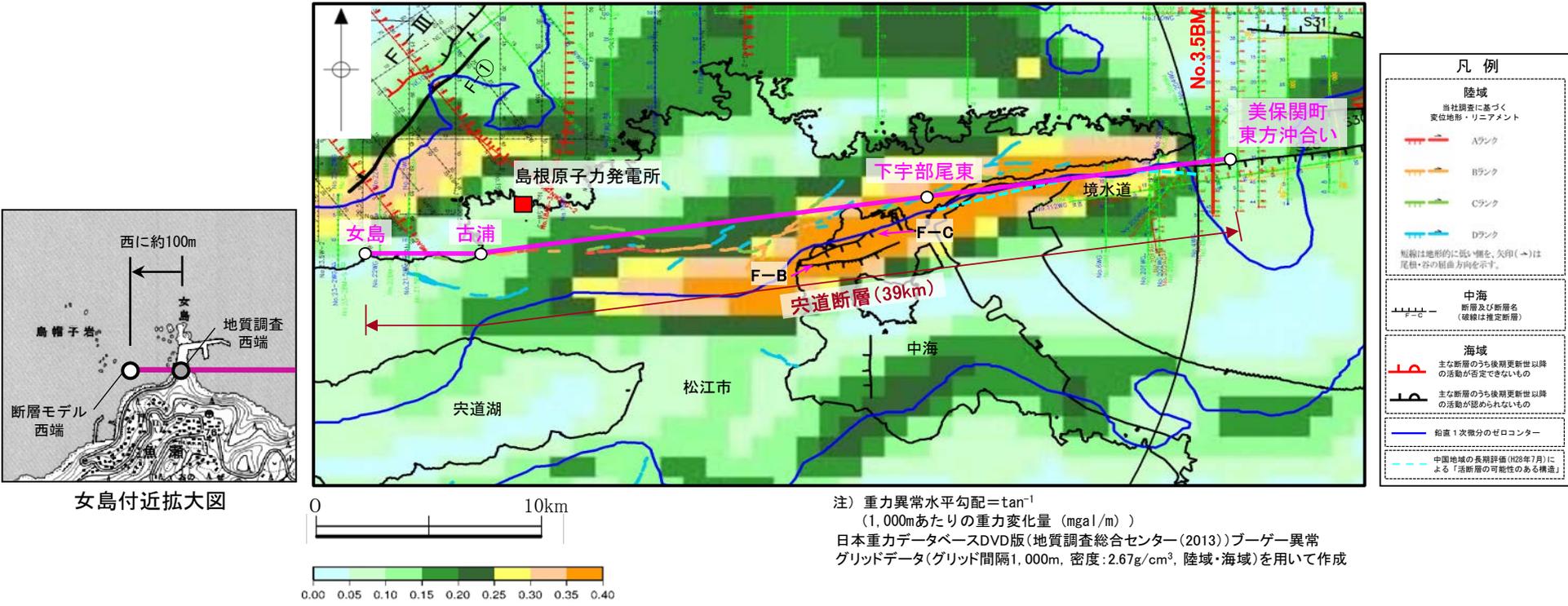
- ✓ 宍道断層の東端については、中国地域の長期評価(H28年7月)において宍道断層東部を「活断層の可能性のある構造(P1)」と評価しているため(補足説明資料56ページ)、その周辺の地質について当社で詳細に調査したところ、陸域では一部の断層を除いて上載地層がなく、陸海境界では十分な調査が実施できず、後期更新世以降の断層活動が完全には否定できなかったことから、音波探査により精度や信頼性のより高い調査結果が得られ、かつ、明瞭な重力異常が認められないこと(補足説明資料57ページ)を確認している「美保関町東方沖合い」とする。
- ✓ また、宍道断層と鳥取沖西部断層の連動については、地質調査の結果、
 - ①宍道断層及び鳥取沖西部断層の端部評価について、複数の音源・測線による浅部から深部の地質・地質構造に関する音波探査の結果、後期更新世以降の断層活動は認められないこと
 - ②宍道断層及び鳥取沖西部断層の末端性状について、変動地形学的調査及び音波探査の結果、端部付近では断層活動性が低下していること
 - ③宍道断層と鳥取沖西部断層の間の地質構造について、音波探査の結果、両断層間に後期更新世以降の断層活動は認められないこと、詳細地質構造に関する検討の結果、D₂層の高まり及びS30断層を横断する断層は認められないこと、宍道断層で認められる明瞭な重力異常は、鳥取沖西部断層へ連続しないことから、宍道断層と鳥取沖西部断層は連動しないと評価する。
- ✓ 地震動評価における基本震源モデルの設定については、宍道断層及び鳥取沖西部断層の端部評価に加えて、断層の分布形態及び変位量から断層活動性は端部に向かって低下していること、また、両断層間については、後期更新世以降の断層活動は認められず、雁行(ステップ)等の非単調な構造も認められないこと、D₂層の高まり及びS30断層を横断する断層は認められないこと、宍道断層で認められる明瞭な重力異常は、鳥取沖西部断層へ連続しないことから、宍道断層と鳥取沖西部断層の連動を考慮しない。

○不確かさ

基本震源モデルの断層長さは、上記の考え方にに基づき設定していることから、不確かさは設定しない。

断層パラメータの設定根拠(巨視的断層パラメータ) 3/6

第530回審査会合資料1 P58 再掲



注) 重力異常水平勾配 = \tan^{-1}
 (1,000mあたりの重力変化量 (mgal/m))
 日本重力データベースDVD版(地質調査総合センター(2013))ブーゲー異常
 グリッドデータ(グリッド間隔1,000m, 密度: 2.67g/cm³, 陸域・海域)を用いて作成

宍道断層による地震の断層モデル(39km)

モデル化

- ✓ 美保関町東方沖合い～下宇部尾東 : 地質調査結果, 音波探査記録や重力異常分布等に基づき設定した宍道断層の東端である美保関町東方沖合いの当社探査測線(No.3.5BM)に向かい, 下宇部尾東～古浦と同様の走向により直線でモデル化。その東端はモデル化上, 測線よりも東側に設定。
- ✓ 下宇部尾東～古浦 : 地質調査結果に基づき設定した下宇部尾東と古浦の地点間を, Aランク及びBランクの変位地形・リニアメント分布よりも敷地に近づくよう安全側に直線でモデル化。
- ✓ 古浦～女島 : 地質調査結果に基づき設定した古浦と女島の地点間を, 陸海境界付近の当社追加地質調査結果の不確かさを考慮し, 海岸線よりも敷地に近づくよう安全側に直線でモデル化。その西端はモデル化上, 女島地点よりも西側に設定。

断層パラメータの設定根拠(巨視的断層パラメータ) 4/6

(2) 断層幅

○基本震源モデル

安全側に設定した地震発生層(上限深さ2km, 下限深さ20km)に基づき断層幅を18kmに設定。

○不確かさ

安全側に設定した地震発生層に基づき, 基本震源モデルの断層幅を設定していることから, 断層幅の不確かさは設定しない。但し, 断層傾斜角の不確かさの考慮に伴い, その傾斜角により地震発生層を飽和するように断層幅を設定。

断層パラメータの設定根拠(巨視的断層パラメータ) 5/6

(3) 断層傾斜角

断層傾斜角については、以下のレシピの考え方に基づき、①～③の順に、より信頼性の高い情報を考慮して設定する。

◆断層傾斜角の設定に関するレシピの考え方

- ①対象とする断層についての反射法探査結果等、断層の傾斜角を推定する資料がある場合にはそれを参照する。
- ②また、周辺にある同じタイプの断層から傾斜角が推定できる場合には、それを参照する。
- ③上記のような資料が得られない場合は、横ずれ断層の傾斜角は90°を基本とする。

○基本震源モデル

基本震源モデルの断層傾斜角は、以下に基づき、宍道断層に焦点をあてたデータの充足性の観点から、宍道断層沿いの調査結果等の情報より90°に設定。

- ✓ ①として、横ずれ断層の一般的な分布形態・性状や、鹿島断層を事例とした形態的特徴に係わる文献調査結果及び、宍道断層における変動地形学的調査結果を踏まえて設定した断層傾斜角の設定区間の地質調査結果(補足説明資料58～60ページ)を参照すると、断層傾斜角は「南傾斜～ほぼ鉛直」である。
- ✓ 次に、①として、全国地震動予測地図2017年版の震源断層を特定した地震動予測地図における宍道(鹿島)断層による地震の評価(112ページ)を参照すると、断層傾斜角は70°北傾斜に設定されているが、これは鳥取沖での調査結果に基づいている。

○不確かさ

上記①の全国地震動予測地図2017年版の宍道(鹿島)断層による地震の評価における「断層傾斜角70°北傾斜」の情報については、その根拠が宍道断層から離れた鳥取沖での調査結果であることを踏まえ、不確かさとして考慮することとし、断層傾斜角の不確かさとしては70°北傾斜に設定。

断層パラメータの設定根拠(巨視的断層パラメータ) 6/6

■ 全国地震動予測地図2017年版

全国地震動予測地図2017年版の震源断層を特定した地震動予測地図における宍道(鹿島)断層による地震の評価において、断層傾斜角は右表のとおり中国地域の長期評価(H28年7月)に基づき、70°(北傾斜)に設定されている。

この断層傾斜角については、中国地域の予測震度分布(H28年12月)における宍道(鹿島)断層による地震の評価と同様な設定であり、この根拠としては、地震調査研究推進本部事務局によると、「宍道断層沿いのトレンチではほぼ垂直の断層が観察されること及び鳥取沖の構造探査の図等を参照し、この地域の大局的な地質構造が北傾斜であることから、今回の簡便法では70°北傾斜に仮置きした」とされている。

宍道(鹿島)断層による地震の断層パラメータ

巨視的震源パラメータ		「長期評価」または設定方法	設定値
断層長さ L [km]		「約21kmもしくはそれ以上」	21
地震規模 M		$M = \{\log(L) + 2.9\} / 0.6$	7.0
地震モーメント M_0 [Nm]		$\log M_0 = 1.17 \cdot M + 10.72$	8.98E+18
モーメントマグニチュード M_w		$M_w = \{\log(M_0) - 9.1\} / 1.5$	6.6
断層モデル原点(地中) [°N]		地中における端	35.552
断層モデル原点(地中) [°E]			133.223
走向 θ [度]		長期評価の端点を結んだ方向	261.8
傾斜角 δ [度]		長期評価に基づく	70
すべり角 ϵ [度]		「右横ずれ断層」	180
地震発生層上限深さ H_s [km]		地震震盤と2kmの深い方	2
地震発生層下限深さ H_d [km]		長期評価に基づく	15
断層モデル上端深さ D_{top} [km]		$D_{top} = H_s$	2
断層モデル長さ L_{model} [km]		「レシピ」の(イ)の手順に従う	26
断層モデル幅 W_{model} [km]		「レシピ」の(イ)の手順に従う	14
断層モデル面積 S_{model} [km ²]		$S_{model} = L_{model} \times W_{model}$	364
静的平均応力降下量 $\Delta\sigma$ [MPa]		$\Delta\sigma = 7/16 \cdot (M_0 / R^3)$, $R = (S_{model}/\pi)^{1/2}$	3.2
平均すべり量 D [m]		$D = M_0 / (\mu \cdot S_{model})$	0.8
微視的震源パラメータ		設定方法	ケース1・2
短周期レベル A [Nm/s ²]		$A = 2.46 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$	1.10E+19
全面積 S_a [km ²]		$S_a = \pi r^2$, $r = (7\pi/4) \cdot \{M_0 / (A \cdot R)\} \cdot \beta^2$	72.8
実効応力 σ_a [MPa]		$\sigma_a = \Delta\sigma_a = (S / S_a) \cdot \Delta\sigma$	15.8
平均すべり量 D_a [m]		$D_a = \gamma_D \cdot D$, $\gamma_D = 2.0$	1.6
地震モーメント M_{0a} [Nm]		$M_{0a} = \mu \cdot D_a \cdot S_a$	3.59E+18
面積 S_{a1} [km ²]		$S_{a1} = S_a$	72.8
実効応力 σ_{a1} [MPa]		$\sigma_{a1} = \sigma_a$	15.8
平均すべり量 D_{a1} [m]		$D_{a1} = D_a$	1.6
地震モーメント M_{0a1} [Nm]		$M_{0a1} = \mu \cdot D_{a1} \cdot S_{a1}$	3.59E+18
計算用面積 $L_{a1} \times W_{a1}$ [km×km]		2kmメッシュサイズ	10 × 8
面積 S_{a2} [km ²]		—	—
実効応力 σ_{a2} [MPa]		—	—
平均すべり量 D_{a2} [m]		—	—
地震モーメント M_{0a2} [Nm]		—	—
計算用面積 $L_{a2} \times W_{a2}$ [km×km]		—	—
背景領域			
面積 S_b [km ²]		$S_b = S_{model} - S_a$	291.2
実効応力 σ_b [MPa]		$\sigma_b = (D_b / W_b) \cdot (\pi^{1/2} / D_a) \cdot r \cdot \Sigma \gamma_i^3 \cdot \sigma_a$	3.2
平均すべり量 D_b [m]		$D_b = M_{0b} / (\mu \cdot S_b)$	0.6
地震モーメント M_{0b} [Nm]		$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$	5.39E+18

断層パラメータの設定根拠(微視的断層パラメータ) 1/5

第530回審査会合資料1 P66 再掲

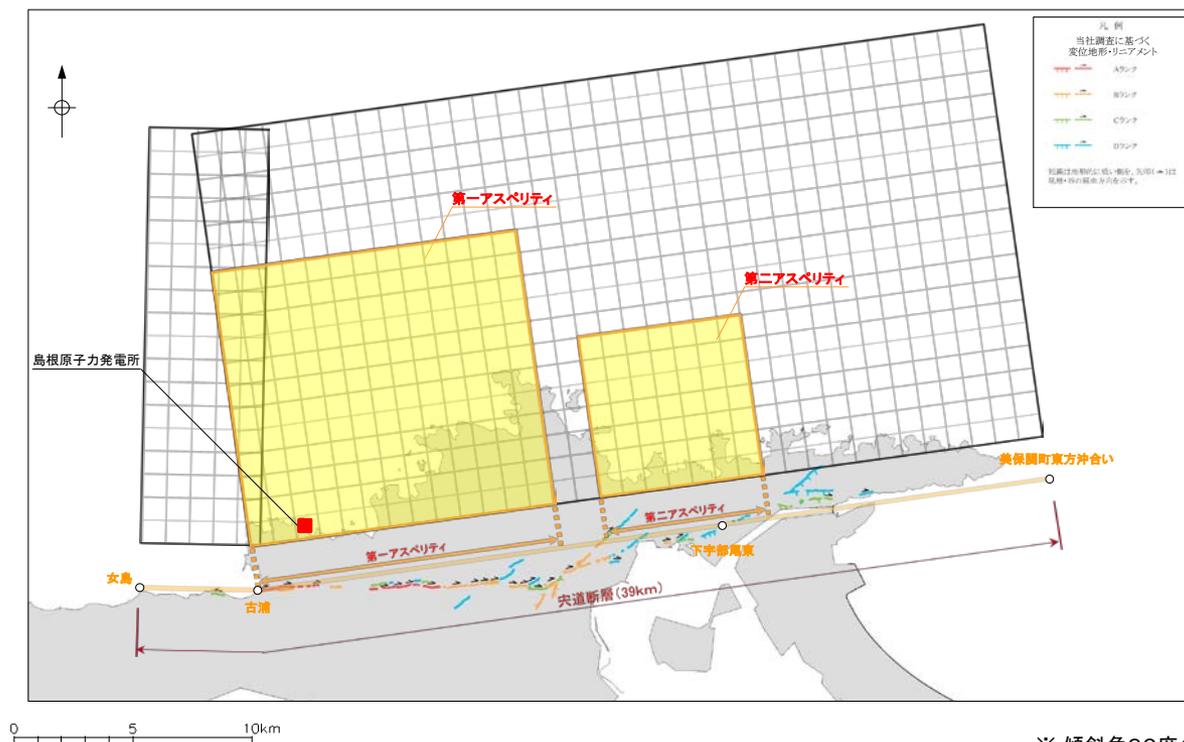
■ 宍道断層による地震の微視的断層パラメータの設定根拠を示す。

(1) アスペリティ

○基本震源モデル

入倉・三宅(2001)によると、アスペリティの個数は断層長さが20kmより短いときは1つで、それより長くなると増加するとされていることから、宍道断層の断層長さ(39km)に基づき、アスペリティは2個設定。

それらの位置については、レシピによると震源断層浅部の変位量分布と起震断層の変位量分布がよく対応するとされていることから、以下のとおり地質調査結果を考慮して設定。



宍道断層のアスペリティ配置と変位地形・リニアメントの関係

※ 傾斜角90度の断層面を断層傾斜角0度として図化

アスペリティ位置

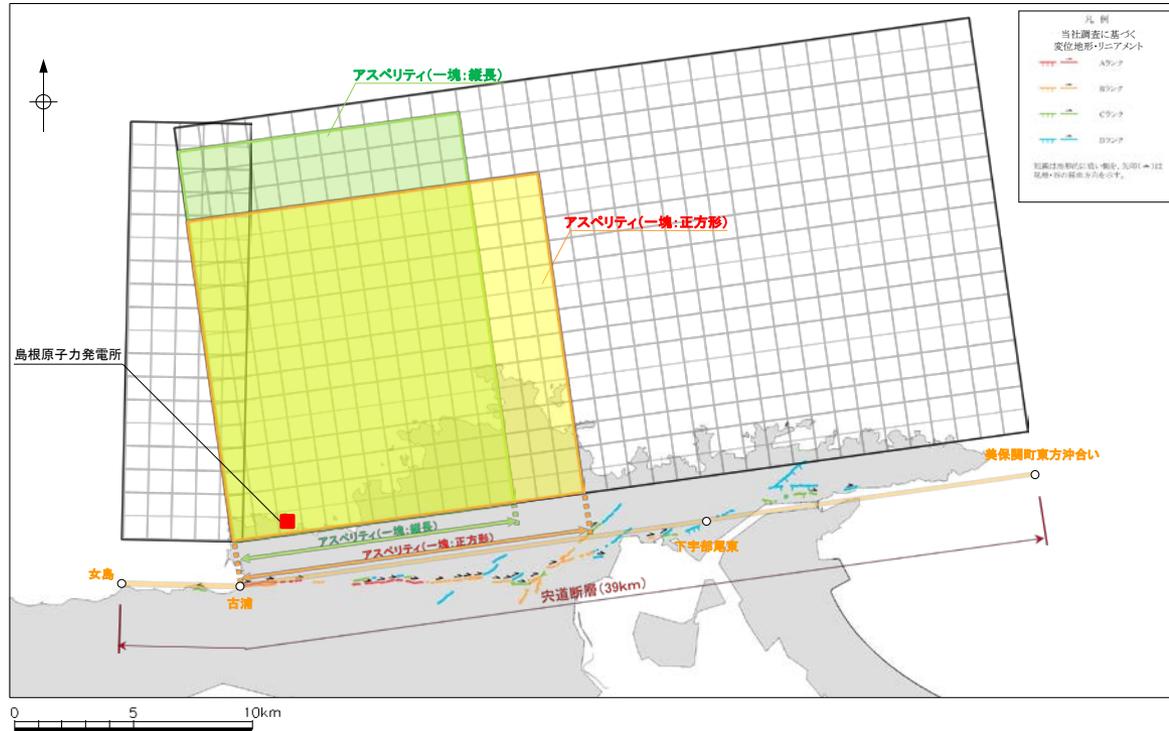
- ✓ 第一アスペリティ : 敷地に近いAランクのリニアメントを考慮して設定
- ✓ 第二アスペリティ : 第一アスペリティ範囲のリニアメントよりも東に分布するリニアメントの中央部付近に設定

断層パラメータの設定根拠(微視的断層パラメータ) 2/5

第530回審査会合資料1 P67 再掲

○不確かさ

アスペリティの個数・位置は地震動に大きく影響するパラメータであることから、基本震源モデルの2個のアスペリティを一塊にして敷地近傍に配置し、その形状は以下のとおり2ケース設定。



宍道断層のアスペリティ配置と変位地形・リニアメントの関係

※ 傾斜角90度の断層面を断層傾斜角0度として図化

アスペリティ位置

- ✓ 敷地に近いAランクのリニアメントを考慮して一塊にしたアスペリティを配置し、その形状は正方形と縦長の2ケースを設定

断層パラメータの設定根拠(微視的断層パラメータ) 3/5

(2) 短周期レベル

○基本震源モデル

レシピに基づき、壇ほか(2001)の地震モーメント(M_0)と短周期レベル(A)の以下の経験的關係より短周期レベルを設定。

$$A = 2.46 \times 10^{17} \times M_0^{1/3} \text{ (Nm/s}^2\text{)}$$

○不確かさ

短周期レベルに関する知見(補足説明資料61～71ページ)より、一般的な横ずれ断層の地震は、中越沖地震を引き起こしたような逆断層の地震に比べて短周期レベルが半分程度と小さく、更に横ずれ断層の地震の中で中国地方の地震は他の地域の地震よりも短周期レベルが小さいことから、中国地方の横ずれ断層である宍道断層による地震の短周期レベルの不確かさとしては、中越沖地震(逆断層)時の短周期レベル1.5倍を1.2(佐藤(2008)の横ずれ断層に対する逆断層の短周期レベルの比)で除して1.25倍とすれば十分に安全側と考えられる。

但し、短周期レベルは地震動に大きく影響するパラメータであることから、短周期レベルの不確かさとしては、審査ガイドに基づき、中越沖地震を踏まえて短周期レベル1.5倍を設定。

断層パラメータの設定根拠(微視的断層パラメータ) 4/5

(3) すべり角

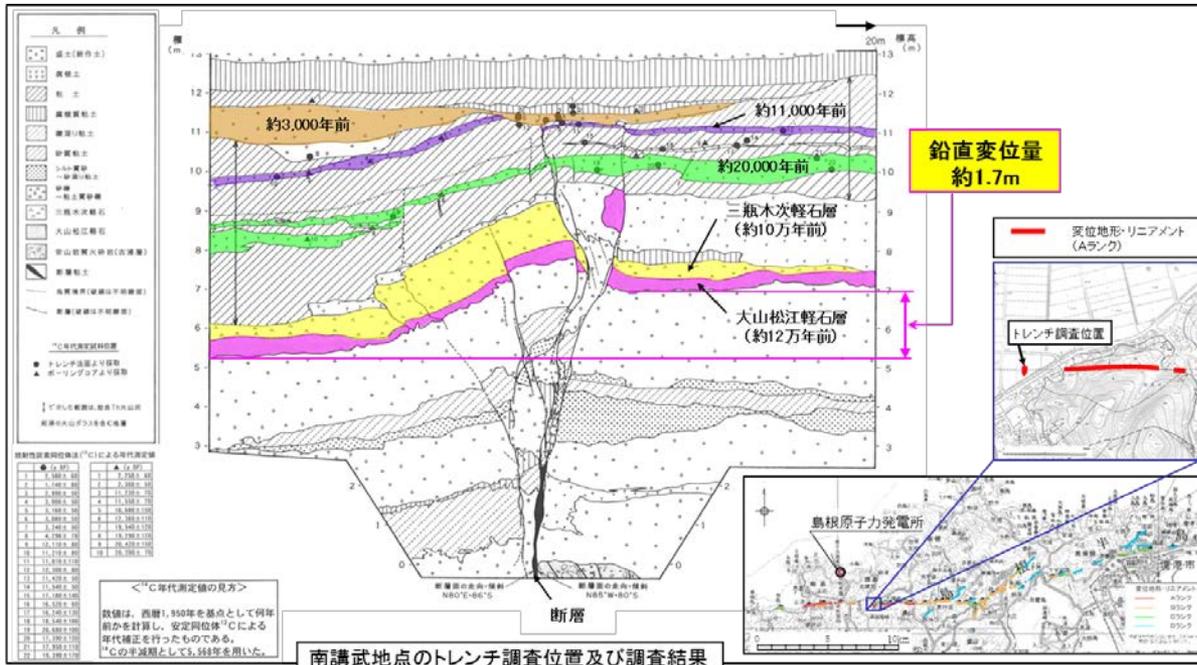
○基本震源モデル

地質調査結果及び産総研の活断層データベースによると、宍道断層は右横ずれの断層であることから、レシピに基づきすべり角を180°に設定。

○不確かさ

鉛直変位量と全変位量(斜め方向の変位量)に基づく以下の検討より、すべり角は162°程度になるため、すべり角の不確かさとしては150°に設定。

- 宍道断層は横ずれ断層ではあるが、トレンチ調査結果より鉛直方向の変位も認められることから、その変位を考慮してすべり角の不確かさを検討。
- 後期更新世以降の鉛直変位量としては、以下に示すとおり、南講武地点のトレンチ調査結果における約12万年前の地層の鉛直変位量に基づき、約1.7mと推定。



断層パラメータの設定根拠(微視的断層パラメータ) 5/5

第530回審査会合資料1 P81 再掲

- 後期更新世以降の全変位量(斜め方向の変位量)としては, 奥村・石川(1998)による平均変位速度に基づき, 5.6mと推定。
- 前記の後期更新世以降の鉛直変位量と全変位量から求まる角度(すべりの方向)は, 水平方向から18°程度と考えられ, 宍道断層が右横ずれ断層であることを考慮すると, 162°程度になる。

地質調査結果を考慮したすべり角

項目		設定値	設定根拠
後期更新世以降の鉛直変位量	a	約1.7 m	南講武地点のトレンチ調査結果における約12万年前の地層の鉛直変位量
後期更新世以降の全変位量	b	5.6 m	奥村・石川(1998)による活動度C級※の平均変位速度×検討期間(安全側) ⇒ 0.047mm/年×12万年
水平方向からの角度(すべりの方向)	λ'	18°	$\lambda' = \sin^{-1}(a/b)$
すべり角(右横ずれ断層)	λ	162°	$\lambda = 180 - \lambda'$

※「[新編]日本の活断層」によると宍道断層の活動度はC級

断層パラメータの設定根拠(その他の断層パラメータ) 1/2

■ 央道断層による地震のその他の断層パラメータの設定根拠を示す。

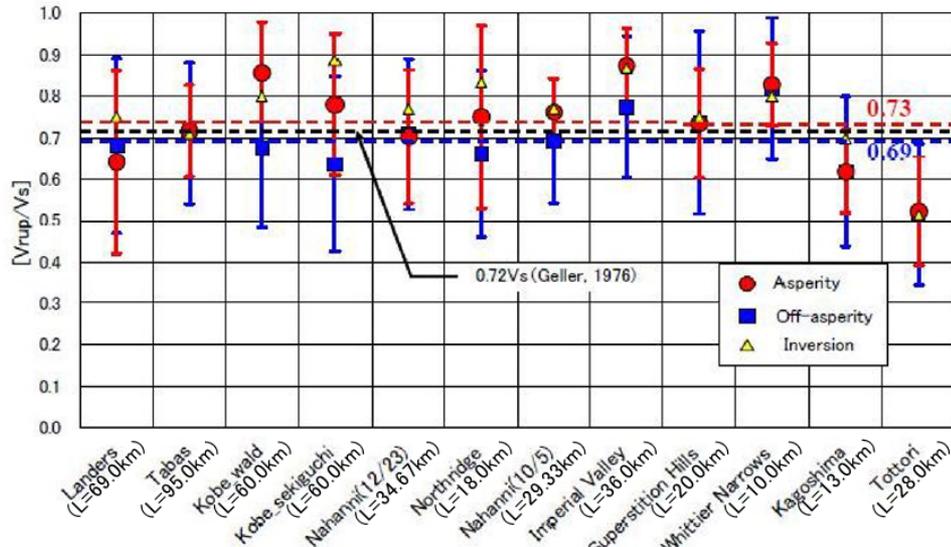
(1) 破壊伝播速度

○基本震源モデル

レシピに基づき, Geller(1976)の地震発生層のS波速度(V_s)との関係より破壊伝播速度を $0.72V_s$ に設定。

○不確かさ

- 宮腰ほか(2005)では, 主にSomerville et al.(1999)で用いられた地震について, 震源インバージョン結果を用いて破壊伝播速度を求め, 「アスペリティ領域での平均的な破壊伝播速度は $0.73V_s$ (標準偏差: 0.14), 背景領域では $0.69V_s$ (標準偏差: 0.19)となり, Geller(1976)の $0.72V_s$ と大差のない結果が得られた。」としている。
- 上記の宮腰ほか(2005)に基づき, アスペリティ領域の平均的な破壊伝播速度 $0.73V_s$ に標準偏差 1σ を考慮した $0.87V_s$ を, 破壊伝播速度の不確かさとして設定。



[宮腰ほか(2005)に一部加筆。]

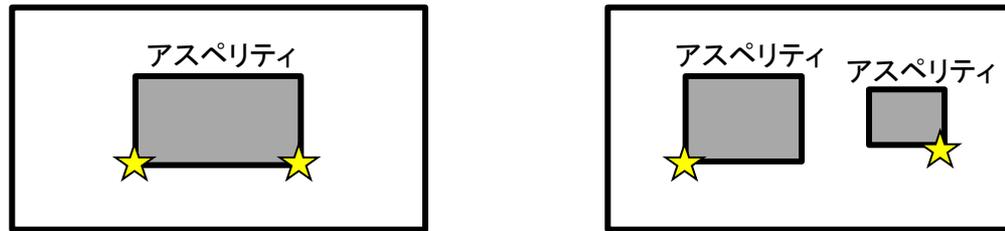
各地震の震源S波速度に対する平均的な破壊伝播速度の比

断層パラメータの設定根拠(その他の断層パラメータ) 2/2

(2) 破壊開始点

○基本震源モデル

レシピによると、「破壊開始点を特定できない場合、簡便化したパラメータ設定として、横ずれ成分が卓越する時はアスペリティ下端の左右端を基本とする。」とされ、以下のとおり設定位置が示されているので、基本震源モデルの破壊開始点は、第一アスペリティ下端の西端と第二アスペリティ下端の東端の2点に設定。



破壊開始点(★)とアスペリティの位置の一例

○不確かさ

- 破壊開始点の不確かさとしては、基本震源モデルとは異なる位置の断層下端の西端・東端・サイト直近と第一アスペリティ下端の東端の4点に設定。
- また、他の不確かさを考慮したケースの破壊開始点についても、基本震源モデルと破壊開始点の不確かさを考慮したケースで設定した6点に設定。なお、アスペリティの不確かさを考慮したケースの破壊開始点については、アスペリティ下端の西端・東端と断層下端の西端・東端・サイト直近の5点に設定。

3. 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動 3.4 宍道断層による地震の地震動評価

断層パラメータの設定根拠(まとめ)

■ 巨視的及び微視的断層パラメータとその他の断層パラメータの設定根拠をまとめて以下に示す。

断層パラメータ		基本震源モデル	不確かさの考慮
巨視的 パラメータ	断層長さ	地質調査結果に基づき、女島(西端)から美保関町東方沖合い(東端)までの39kmに設定。	基本震源モデルの断層長さは、詳細な地質調査結果に基づき設定していることから、 <u>不確かさは設定しない</u> 。
	断層幅	安全側に設定した地震発生層(上限深さ2km, 下限深さ20km)及び断層傾斜角に基づき、18kmに設定。	安全側に設定した地震発生層に基づき、基本震源モデルの断層幅を設定していることから、 <u>不確かさは設定しない</u> 。
	断層傾斜角	地質調査結果等に基づき、90°に設定。	全国地震動予測地図2017年版の震源断層を特定した地震動予測地図における宍道(鹿島)断層の傾斜角(鳥取沖の構造探査の図等を参照して仮置きされた設定値)に基づき70°に設定し、傾斜方向は敷地に近づく方向(北傾斜)に設定。
微視的 パラメータ	アスペリティ (個数・位置)	入倉・三宅(2001)に基づき、アスペリティを2個設定し、各アスペリティの位置については、レシピに基づき、変位地形・リニアメント分布を考慮して設定。	基本震源モデルの2個のアスペリティを一塊にして敷地近傍に配置し、形状は正方形・縦長の2ケースを設定。
	短周期レベル	レシピに基づき、壇ほか(2001)の地震モーメントと短周期レベルの経験的關係より設定。	中国地方で発生した地震の短周期レベルに関する知見を踏まえ、レシピの1.25倍にすれば十分と考えられるが、短周期レベルは地震動に大きく影響するパラメータであることから、審査ガイドに基づき、中越沖地震の知見を踏まえて安全側にレシピの1.5倍に設定。但し、不確かさの組合せにおいて考慮する短周期レベルは、レシピの1.25倍に設定。
	すべり角	地質調査結果及び産総研の活断層データベースによると、宍道断層は右横ずれの断層であることから、レシピに基づき、180°に設定。	トレンチ調査結果による鉛直方向の変位を考慮して150°に設定。
その他の パラメータ	破壊伝播速度	レシピに基づき、Geller(1976)の地震発生層のS波速度(Vs)との関係より、0.72Vsに設定。	宮腰ほか(2005)に基づき、アスペリティ領域の平均的な破壊伝播速度0.73Vsに標準偏差1σを考慮した0.87Vsに設定。
	破壊開始点	レシピに基づき、第一アスペリティ下端の西端と第二アスペリティ下端の東端の2箇所に設定。	破壊が敷地に向かうような位置に複数設定。また、他の不確かさを考慮したケースの破壊開始点についても、基本震源モデルと破壊開始点の不確かさを考慮したケースで設定した位置に複数設定。

不確かさの組合せケースの設定根拠

■ 宍道断層による地震の不確かさの組合せケースの設定根拠を以下に示す(補足説明資料72～76ページ)。

- 宍道断層は敷地の極近傍に位置することから、宍道断層による地震の地震動評価ケースとして、不確かさの各評価ケースの地震動への影響度を考慮し、不確かさの組合せケースを設定する。
- 後述する不確かさの各ケースの断層モデルを用いた手法(ハイブリッド合成法)による地震動評価結果のうち、特に地震動レベルが大きい断層傾斜角、破壊伝播速度及び横ずれ断層の短周期レベルの不確かさを考慮したケースを比較すると、各ケースとも地震動レベルが最大となる周期が存在し、どれを組合せても敷地の地震動が大きくなると考えられるため、これら3ケースの不確かさをそれぞれ組合せた「断層傾斜角と破壊伝播速度の不確かさの組合せケース」、「断層傾斜角と横ずれ断層の短周期レベルの不確かさの組合せケース」及び「破壊伝播速度と横ずれ断層の短周期レベルの不確かさの組合せケース」を考慮する。
- 但し、一般的な横ずれ断層の地震は、中越沖地震を引き起こしたような逆断層の地震に比べて短周期レベルが小さく、更に横ずれ断層の地震の中で中国地方の地震は他の地域の地震よりも短周期レベルが小さいことから、中国地方の横ずれ断層である宍道断層による地震の短周期レベルの不確かさとしては、中越沖地震(逆断層)時の短周期レベル1.5倍を1.2(佐藤(2008)の横ずれ断層に対する逆断層の短周期レベルの比)で除して1.25倍とすれば十分に安全側の設定と考えられる。
- 以上より、不確かさの組合せにおいて考慮する短周期レベルとしては、中越沖地震の短周期レベルを踏まえた1.5倍ではなく、上記の横ずれ断層の短周期レベルとして考えられる1.25倍を設定。

地震動評価ケース

- 宍道断層による地震の地震動評価ケースとしては、以下のとおり、基本震源モデル、不確かさを考慮したケース及び不確かさの組合せケースの11ケースを設定した。

宍道断層による地震の地震動評価ケース(基本震源モデル、不確かさを考慮したケース)

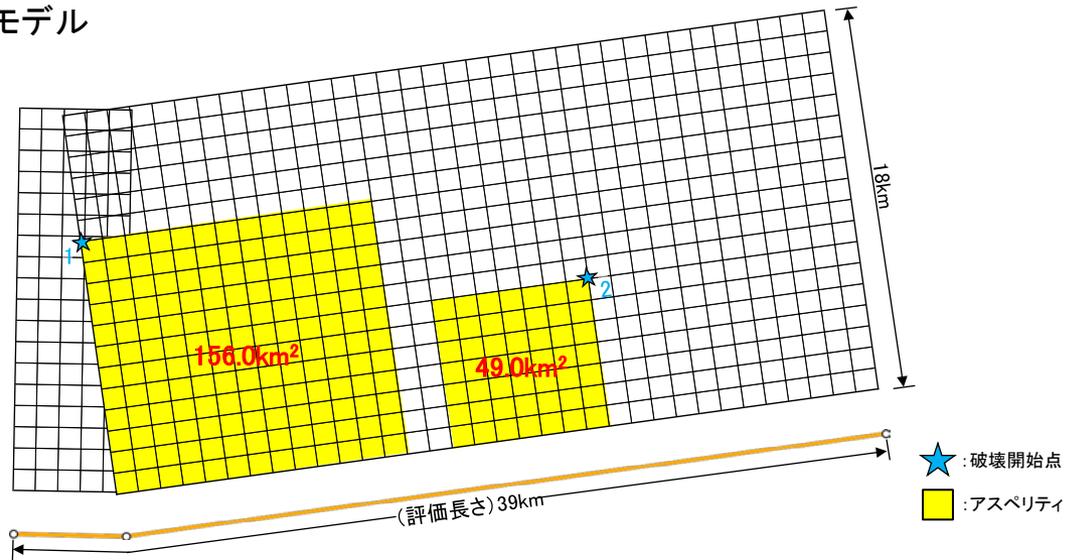
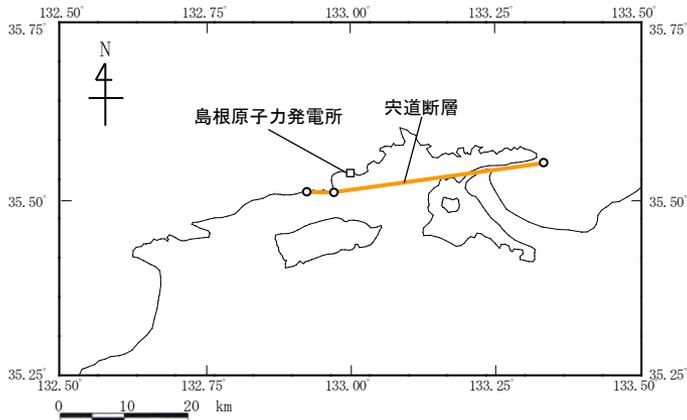
No.	評価ケース	断層長さ	断層幅	断層傾斜角	破壊伝播速度	アスペリティ	短周期レベル	すべり角	破壊開始点
①	基本震源モデル	39km	18km	90°	0.72Vs	敷地近傍(2個)	レシピ	180°	2箇所
②	破壊開始点の不確かさを考慮したケース	39km	18km	90°	0.72Vs	敷地近傍(2個)	レシピ	180°	4箇所
③	断層傾斜角の不確かさを考慮したケース	39km	約19km	70°	0.72Vs	敷地近傍(2個)	レシピ	180°	6箇所
④	破壊伝播速度の不確かさを考慮したケース	39km	18km	90°	0.87Vs	敷地近傍(2個)	レシピ	180°	6箇所
⑤	すべり角の不確かさを考慮したケース	39km	18km	90°	0.72Vs	敷地近傍(2個)	レシピ	150°	6箇所
⑥	アスペリティの不確かさを考慮したケース(一塊:正方形)	39km	18km	90°	0.72Vs	敷地近傍(1個)	レシピ	180°	5箇所
⑦	アスペリティの不確かさを考慮したケース(一塊:縦長)	39km	18km	90°	0.72Vs	敷地近傍(1個)	レシピ	180°	5箇所
⑧	中越沖地震の短周期レベルの不確かさを考慮したケース	39km	18km	90°	0.72Vs	敷地近傍(2個)	レシピ×1.5	180°	6箇所
⑨	断層傾斜角と破壊伝播速度の不確かさの組合せケース	39km	約19km	70°	0.87Vs	敷地近傍(2個)	レシピ	180°	6箇所
⑩	断層傾斜角と横ずれ断層の短周期レベルの不確かさの組合せケース	39km	約19km	70°	0.72Vs	敷地近傍(2個)	レシピ×1.25	180°	6箇所
⑪	破壊伝播速度と横ずれ断層の短周期レベルの不確かさの組合せケース	39km	18km	90°	0.87Vs	敷地近傍(2個)	レシピ×1.25	180°	6箇所

■ : 不確かさを考慮した断層パラメータ(認識論的不確かさ)

■ : 不確かさを考慮した断層パラメータ(偶然的な不確かさ)

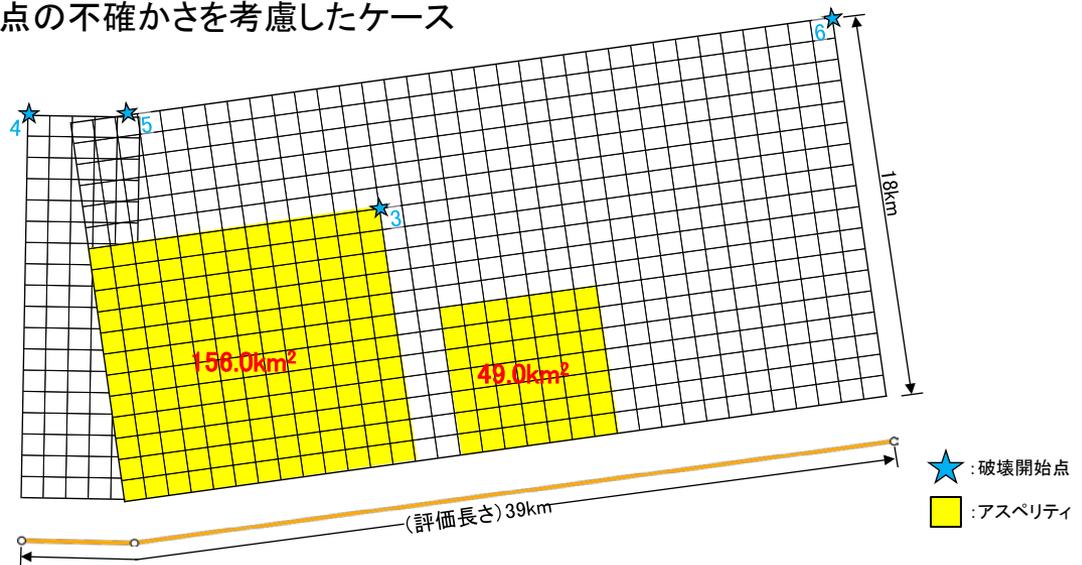
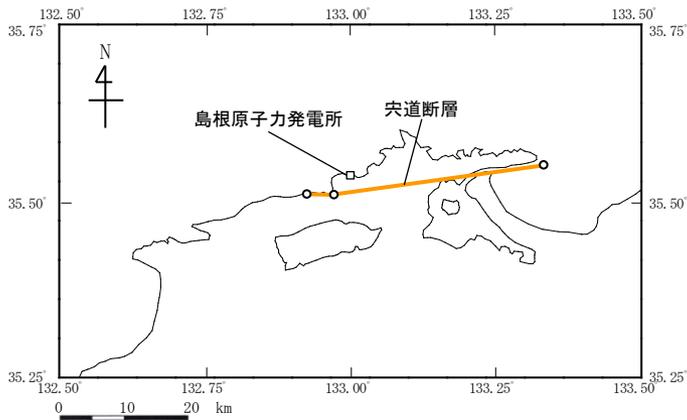
断層モデル 1/3

➤ 突道断層による地震の断層モデル図：①基本震源モデル



※ 傾斜角90度の断層面を傾斜角0度として図化

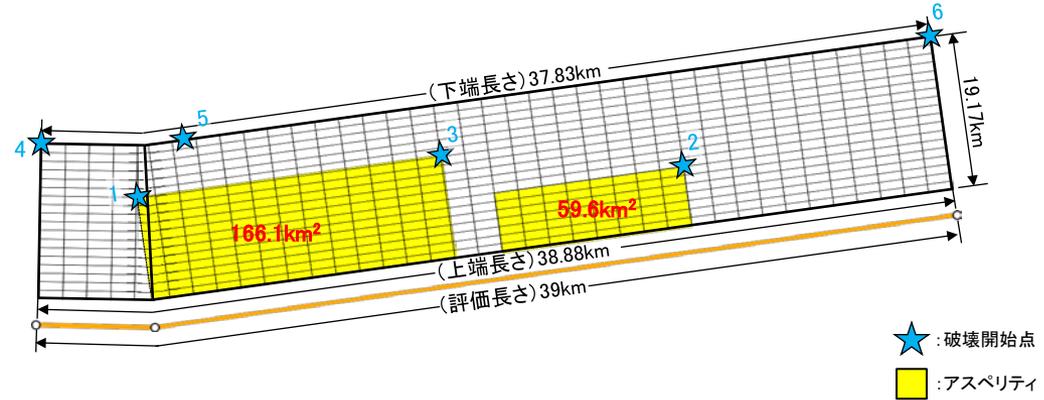
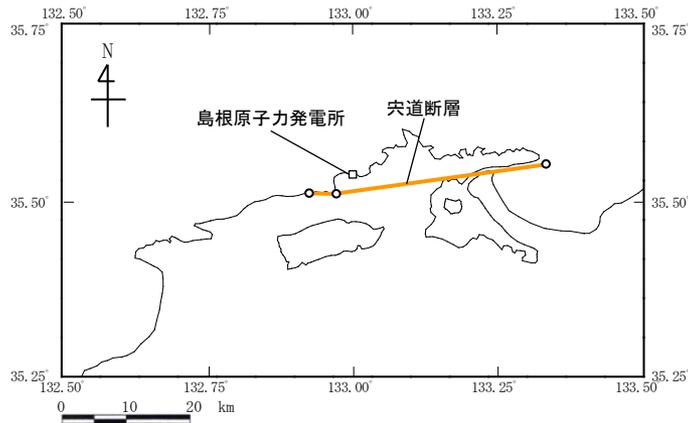
➤ 突道断層による地震の断層モデル図：②破壊開始点の不確かさを考慮したケース



※ 傾斜角90度の断層面を傾斜角0度として図化

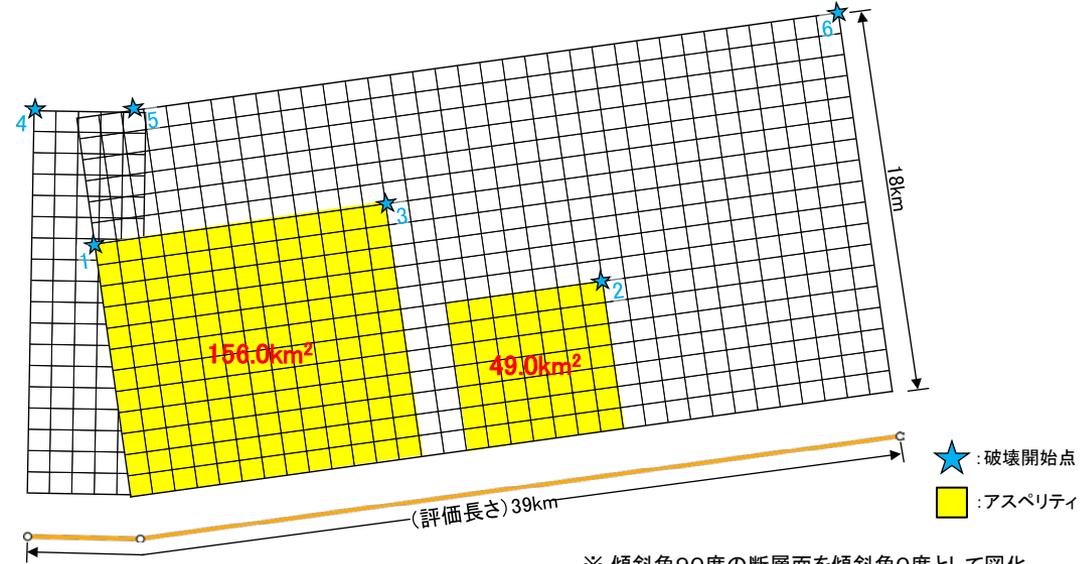
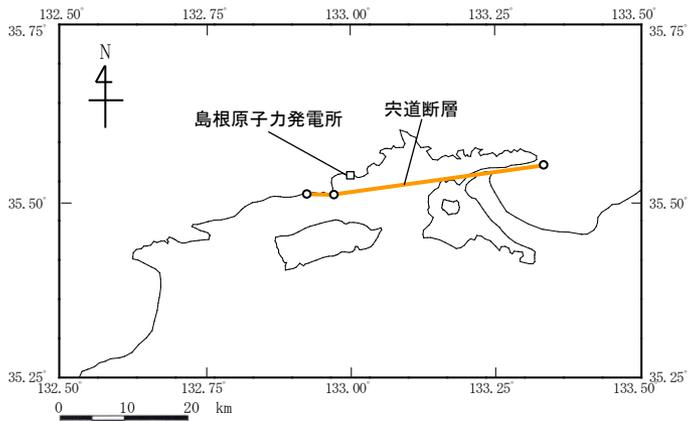
断層モデル 2/3

- ▶ 突道断層による地震の断層モデル図: ③断層傾斜角の不確かさを考慮したケース, ⑨断層傾斜角と破壊伝播速度・⑩断層傾斜角と横ずれ断層の短周期レベルの不確かさの組合せケース



※ 傾斜角70度の断層面を図化

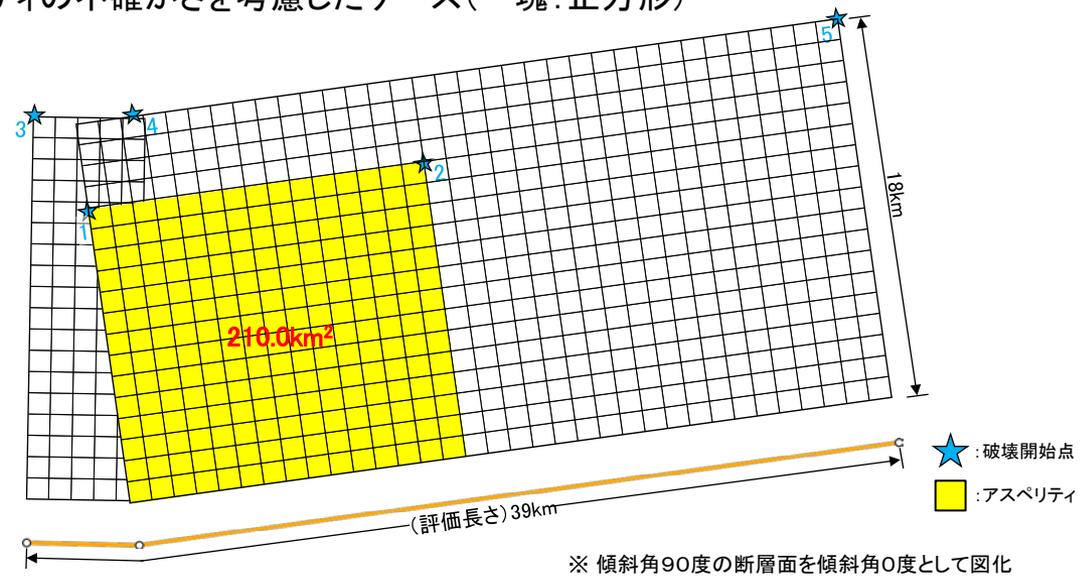
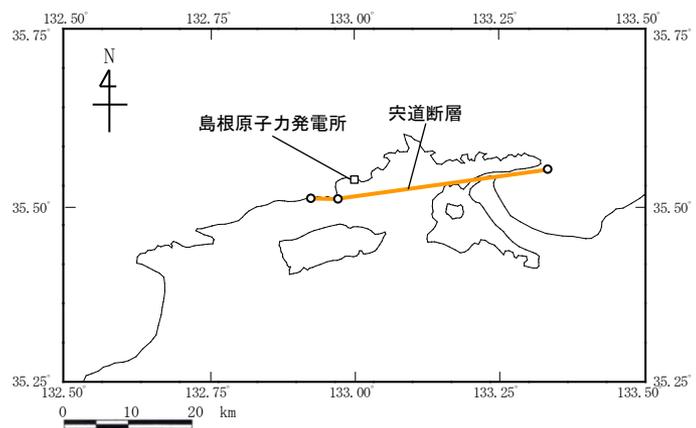
- ▶ 突道断層による地震の断層モデル図: ④破壊伝播速度・⑤すべり角・⑧中越沖地震の短周期レベルの不確かさを考慮したケース, ⑪破壊伝播速度と横ずれ断層の短周期レベルの不確かさの組合せケース



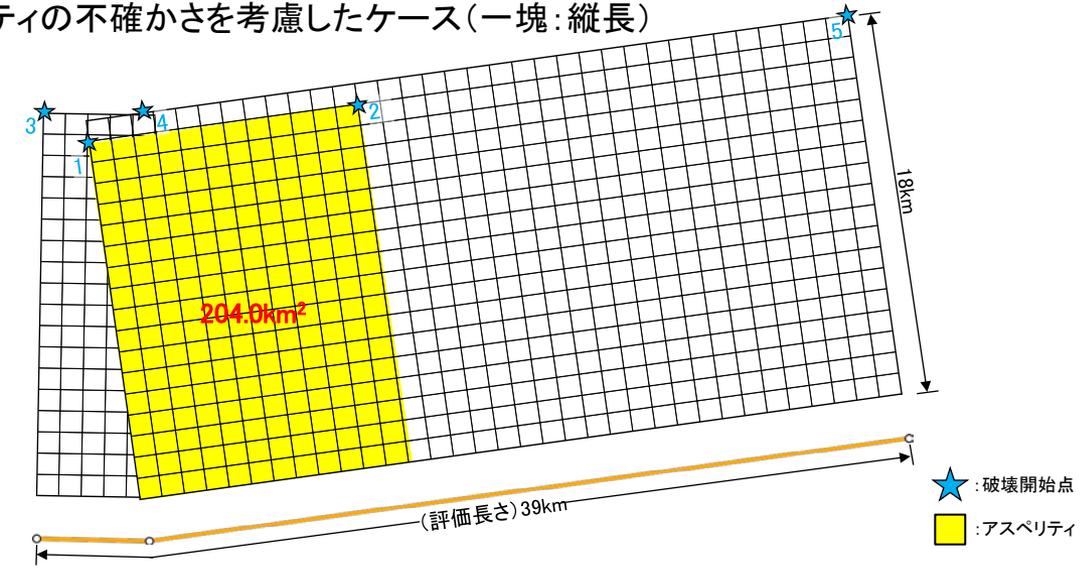
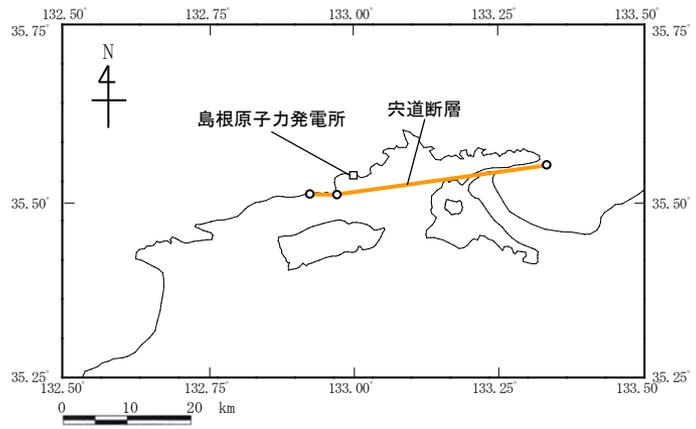
※ 傾斜角90度の断層面を傾斜角0度として図化

断層モデル 3/3

➤ 突道断層による地震の断層モデル図：⑥アスペリティの不確かさを考慮したケース（一塊：正方形）



➤ 突道断層による地震の断層モデル図：⑦アスペリティの不確かさを考慮したケース（一塊：縦長）



※ 傾斜角90度の断層面を傾斜角0度として図化

断層パラメータ 1/2

■ 突道断層による地震の断層パラメータ(地震動評価ケース:①~⑦)

断層パラメータ

項目		①基本震源モデル ②破壊開始点	不確かさを考慮したケース				設定根拠
			③断層傾斜角	④破壊伝播速度	⑤すべり角	⑥アスペリティ (一塊:正方形) ⑦アスペリティ (一塊:縦長)	
断層基準点	女島	北緯 (°)	35.52	--	--	--	追加地質調査結果に基づき設定
		東経 (°)	132.92	--	--	--	
	古浦	北緯 (°)	35.52	--	--	--	
		東経 (°)	132.97	--	--	--	
走向	古浦より西側	θ (°)	91.2	--	--	--	追加地質調査結果に基づき設定
	古浦より東側	θ (°)	82.0	--	--	--	追加地質調査結果に基づき設定
断層評価長さ	L (km)	39	--	--	--	追加地質調査結果に基づき設定	
断層上端長さ	-- (km)	39.00	38.88	39.00	--	断層評価長さ及び断層傾斜角に基づき設定	
断層下端長さ	-- (km)	39.00	37.83	39.00	--	断層評価長さ及び断層傾斜角に基づき設定	
断層傾斜角	δ (°)	90	70(北傾斜)	90	--	追加調査結果及び敷地周辺の積ずれ断層の傾斜角等に基づき設定	
断層上端深さ	H (km)	2.0	--	--	--	地震発生層の検討結果に基づき設定	
断層幅	W (km)	18.00	19.17	18.00	--	地震発生層及び断層傾斜角の検討結果に基づき設定	
断層面積	S (km ²)	702.0	735.3	702.0	--	S=L×W	
破壊伝播様式	--	放射状	--	--	--	レンビに基づき、放射状の破壊伝播を設定	
S波速度	Vs (m/s)	3570	--	--	--	地震基礎相当のS波速度から設定	
破壊伝播速度	Vr (m/s)	2570	--	3110	2570	①,②,③,⑤,⑥,⑦ケース: Vr=0.72Vs Geller(1976) ④ケース: Vr=0.87Vs 宮藤ほか(2005)	
剛性率	μ (N/m ²)	3.47×10 ¹⁰	--	--	--	$\mu = \rho \times Vs^2$	
密度	ρ (kg/m ³)	2720	--	--	--	$\rho = 1.2475 + 0.399Vp - 0.026Vp^2$, Vp=1.73Vs Ludwig et al.(1970)	
地震モーメント	M ₀ (Nm)	2.74×10 ¹⁹	3.01×10 ¹⁹	2.74×10 ¹⁹	--	M ₀ =[S/(4.24×10 ⁻¹¹)] ² 入倉・三宅(2001)	
モーメントマグニチュード	M _w	6.9	--	--	--	M _w =(LogM ₀ -9.1)/1.5 (Kanamori, 1977)	
気象庁マグニチュード	M	7.5	--	--	--	M=(LogL+2.9)/0.6 (松田, 1975)	
	D (cm)	112.6	118.0	112.6	--	D=(LogM ₀ -17.72)/1.17 (武村, 1990)	
平均すべり量	--	--	--	--	--	D=M ₀ /(μ S)	
すべり角	-- (°)	180	--	--	180	①,②,③,④,⑥,⑦ケース: レンビに基づき、右積ずれ断層のすべり角を設定 ⑤ケース: 地質調査結果に基づき設定	
平均応力降下量	$\Delta\sigma$ (MPa)	3.59	3.67	3.59	--	$\Delta\sigma = (7\pi^{13}/16)(M_0/S^{15})^{1/2}$ Eshelby(1957)	
高周波限界断周波数	fmax (Hz)	8.3	--	--	--	香川ほか(2003)	
短周期レベル	A (Nm/s ²)	1.60×10 ¹⁹	1.65×10 ¹⁹	1.60×10 ¹⁹	--	A=2.46×10 ¹⁷ ×M ₀ ^{1/3} 増ほか(2001)	
Q値	--	72.0×f ^{0.6}	--	--	--	敷地及び敷地周辺における地震観測記録に基づき設定	
全アスペリティ	面積	S _a (km ²)	203.1	219.4	203.1	--	S _a = πr_c^2 , r _c =(7 π /4)(M ₀ /(A·R))Vs ² , R=(S/ π) ^{0.5} Boatwright(1988), 増ほか(2001)
	モデル面積	-- (km ²)	205.0	225.8	205.0	--	⑥ケース: 210.0 ⑦ケース: 204.0
	面積比(S _a /S)	--	0.289	0.298	0.289	--	断層面積に対するアスペリティ総面積の比
	地震モーメント	M _{0a} (Nm)	1.59×10 ¹⁹	1.79×10 ¹⁹	1.59×10 ¹⁹	--	M _{0a} = $\mu D_a S_a$
	平均すべり量	D _a (cm)	225.3	236.0	225.3	--	D _a = $\xi \times D$, $\xi=2.0$
第一アスペリティ	応力降下量	$\Delta\sigma_1$ (MPa)	12.4	12.3	12.4	--	$\Delta\sigma = (\sigma_1/S_1) \Delta\sigma$ Madriaga(1979)
	面積	S ₁ (km ²)	147.7	159.6	147.7	--	S ₁ =S _a ×(16/22) 入倉・三宅(2001)
	モデル面積	-- (km ²)	156.0	166.1	156.0	--	
	地震モーメント	M ₀₁ (Nm)	1.29×10 ¹⁹	1.46×10 ¹⁹	1.29×10 ¹⁹	--	M ₀₁ =M _{0a} ×S ₁ ^{1/2} /(S _a ^{1/2} ×S ₀ ^{1/2})
	平均すべり量	D _{a1} (cm)	251.9	263.9	251.9	--	D _{a1} =M ₀₁ /($\mu \cdot S_{a1}$)
第二アスペリティ	応力降下量	$\Delta\sigma_{s2}$ (MPa)	12.4	12.3	12.4	--	$\Delta\sigma_{s2} = \Delta\sigma_s$
	面積	S _s (km ²)	55.4	59.8	55.4	--	S _{s2} =S _a ×(6/22) 入倉・三宅(2001)
	モデル面積	-- (km ²)	49.0	59.6	49.0	--	
	地震モーメント	M _{0s2} (Nm)	2.96×10 ¹⁸	3.35×10 ¹⁸	2.96×10 ¹⁸	--	M _{0s2} =M _{0a} ×S _{s2} ^{1/2} /(S _{a1} ^{1/2} ×S ₀₂ ^{1/2})
	平均すべり量	D _{s2} (cm)	154.3	161.6	154.3	--	D _{s2} =M _{0s2} /($\mu \cdot S_{s2}$)
背景領域	応力降下量	$\Delta\sigma_{s2}$ (MPa)	12.4	12.3	12.4	--	$\Delta\sigma_{s2} = \Delta\sigma_s$
	面積	S ₀ (km ²)	498.9	515.9	498.9	--	S ₀ =S-S _a
	モデル面積	-- (km ²)	497.0	509.5	497.0	--	⑥ケース: 492.0 ⑦ケース: 498.0
	地震モーメント	M ₀₀ (Nm)	1.15×10 ¹⁹	1.21×10 ¹⁹	1.15×10 ¹⁹	--	M ₀₀ =M ₀ -M _{0a}
	平均すべり量	D ₀ (cm)	66.8	67.8	66.8	--	D ₀ =M ₀₀ /($\mu \cdot S_0$)
有効応力	σ_0 (MPa)	2.22	2.09	2.22	--	⑥ケース: 2.86 ⑦ケース: 2.45	
						①,②,③,④,⑤ケース: $\sigma_0 = (D_0/W_0) \cdot (\pi^{0.5}/D_0) \cdot r_c \cdot \sum \gamma_{0i}^3 \cdot \Delta\sigma_i$ 増ほか(2002) ⑥,⑦ケース: $\sigma_0 = (D_0/W_0)/(D_0/W_0) \times \Delta\sigma_s$ 増ほか(2002)	

断層パラメータ 2/2

■ 宍道断層による地震の断層パラメータ(地震動評価ケース:⑧~⑪)

断層パラメータ

項目			不確かさを考慮したケース				設定根拠
			⑧中越沖地震の短周期レベル	⑨断層傾斜角と破壊伝播速度の組合せ	⑩断層傾斜角と横ずれ断層の短周期レベルの組合せ	⑪破壊伝播速度と横ずれ断層の短周期レベルの組合せ	
断層基準点	女島	北緯 (°)	35.52	—	—	—	追加地質調査結果に基づき設定
		東経 (°)	132.92	—	—	—	
	古浦	北緯 (°)	35.52	—	—	—	
		東経 (°)	132.97	—	—	—	
走向	古浦より西側	θ (°)	91.2	—	—	—	追加地質調査結果に基づき設定
	古浦より東側	θ (°)	82.0	—	—	—	追加地質調査結果に基づき設定
断層評価長さ	L (km)	39	—	—	—	追加地質調査結果に基づき設定	
断層上端長さ	— (km)	39.00	38.88	—	—	39.00	断層評価長さ及び断層傾斜角に基づき設定
断層下端長さ	— (km)	39.00	37.83	—	—	39.00	断層評価長さ及び断層傾斜角に基づき設定
断層傾斜角	δ (°)	90	70(北傾斜)	—	—	90	追加調査結果及び敷地周辺の横ずれ断層の傾斜角等に基づき設定
断層上端深さ	H (km)	2.0	—	—	—	—	地震発生層の検討結果に基づき設定
断層幅	W (km)	18.00	19.17	—	—	18.00	地震発生層及び断層傾斜角の検討結果に基づき設定
断層面積	S (km ²)	702.0	735.3	—	—	702.0	S=L×W
破壊伝播様式	—	放射状	—	—	—	—	レシビに基づき、放射状の破壊伝播を設定
S波速度	Vs (m/s)	3570	—	—	—	—	地震基礎相当のS波速度から設定
破壊伝播速度	Vr (m/s)	2570	3110	2570	3110	—	⑧⑩ケース: Vr=0.72Vs Geller(1976) ⑨⑪⑫ケース: Vr=0.87Vs 宮腰ほか(2005)
剛性率	μ (N/m ²)	3.47×10 ¹⁰	—	—	—	—	μ=ρ×Vs ²
密度	ρ (kg/m ³)	2720	—	—	—	—	ρ=1.2475+0.398Vp-0.026Vp ² , Vp=1.73Vs Ludwig et al.(1970)
地震モーメント	M ₀ (Nm)	2.74×10 ¹⁹	3.01×10 ¹⁹	—	—	2.74×10 ¹⁹	M ₀ =IS/(4.24×10 ⁻¹¹) ² 入倉・三宅(2001)
モーメントマグニチュード	M _w —	6.9	—	—	—	—	M _w =(LogM ₀ -9.1)/1.5 (Kanamori, 1977)
気象庁マグニチュード	M —	7.5	—	—	—	—	M=(LogL+2.9)/0.6 (松田, 1975)
		7.5	—	—	—	—	M=(LogM ₀ -17.72)/1.17 (武村, 1990)
平均すべり量	D (cm)	112.6	118.0	—	—	112.6	D=M ₀ /(μS)
すべり角	— (°)	180	—	—	—	—	レシビに基づき、右横ずれ断層のすべり角を設定
平均応力降下量	Δσ (MPa)	3.59	3.67	—	—	3.59	Δσ=(7π ^{1.5} /16)(M ₀ /S ^{1.5}) Eshelby(1957)
高周波限界週波数	f _{max} (Hz)	8.3	—	—	—	—	香川ほか(2003)
短周期レベル	A (Nm/s ²)	①ケースの1.5倍	1.65×10 ¹⁹	③ケースの1.25倍	④ケースの1.25倍	—	A=2.46×10 ¹⁷ ×M ₀ ^{1/3} 壇ほか(2001)
Q値	—	72.0×r ^{-0.6}	—	—	—	—	敷地及び敷地周辺における地震観測記録に基づき設定
全アスベリティ	面積	S ₀ (km ²)	203.1	219.4	—	203.1	S ₀ =πr ₀ ² , r ₀ =(7π/4)(M ₀ /(A×R))Vs ² , R=(S/π) ^{0.5} Boatwright(1988), 壇ほか(2001)
	モデル面積	— (km ²)	205.0	225.8	—	205.0	—
	面積比(S ₀ /S)	—	0.289	0.298	—	0.289	断層面積に対するアスベリティ総面積の比
	地震モーメント	M _{0a} (Nm)	1.59×10 ¹⁹	1.79×10 ¹⁹	—	1.59×10 ¹⁹	M _{0a} =μD ₀ S ₀
	平均すべり量	D ₀ (cm)	225.3	236.0	—	225.3	D ₀ =ξ×D, ξ=2.0
応力降下量	Δσ ₀ (MPa)	12.4	12.3	—	12.4	Δσ ₀ =(S ₀ /S) ^{1/2} Δσ Madariaga(1979)	
第一アスベリティ	面積	S ₂₁ (km ²)	147.7	159.6	—	147.7	S ₂₁ =S ₀ ×(16/22) 入倉・三宅(2001)
	モデル面積	— (km ²)	156.0	166.1	—	156.0	—
	地震モーメント	M _{0a1} (Nm)	1.29×10 ¹⁹	1.46×10 ¹⁹	—	1.29×10 ¹⁹	M _{0a1} =M _{0a} ×S ₂₁ ^{1.5} /(S ₀ ^{1.5} ×S ₂₂ ^{1.5})
	平均すべり量	D _{a1} (cm)	251.9	263.9	—	251.9	D _{a1} =M _{0a1} /(μ×S ₂₁)
	応力降下量	Δσ _{a1} (MPa)	12.4	12.3	—	12.4	Δσ _{a1} =Δσ ₀
第二アスベリティ	面積	S ₂₂ (km ²)	55.4	59.8	—	55.4	S ₂₂ =S ₀ ×(6/22) 入倉・三宅(2001)
	モデル面積	— (km ²)	49.0	59.6	—	49.0	—
	地震モーメント	M _{0a2} (Nm)	2.96×10 ¹⁸	3.35×10 ¹⁸	—	2.96×10 ¹⁸	M _{0a2} =M _{0a} ×S ₂₂ ^{1.5} /(S ₀ ^{1.5} ×S ₂₁ ^{1.5})
	平均すべり量	D _{a2} (cm)	154.3	161.6	—	154.3	D _{a2} =M _{0a2} /(μ×S ₂₂)
	応力降下量	Δσ _{a2} (MPa)	12.4	12.3	—	12.4	Δσ _{a2} =Δσ ₀
背景領域	面積	S ₀ (km ²)	498.9	515.9	—	498.9	S ₀ =S-S ₂₁
	モデル面積	— (km ²)	497.0	509.5	—	497.0	—
	地震モーメント	M _{0b} (Nm)	1.15×10 ¹⁹	1.21×10 ¹⁹	—	1.15×10 ¹⁹	M _{0b} =M ₀ -M _{0a}
	平均すべり量	D _b (cm)	66.8	67.8	—	66.8	D _b =M _{0b} /(μ×S ₀)
	実効応力	σ ₀ (MPa)	2.22	2.09	—	2.22	σ ₀ =(D ₀ /W ₀)×(π ^{0.5} /D ₀) ² ×r ₀ ×Σγ ₀ ² ×Δσ ₀ 壇ほか(2002)

応答スペクトルの適用性検討

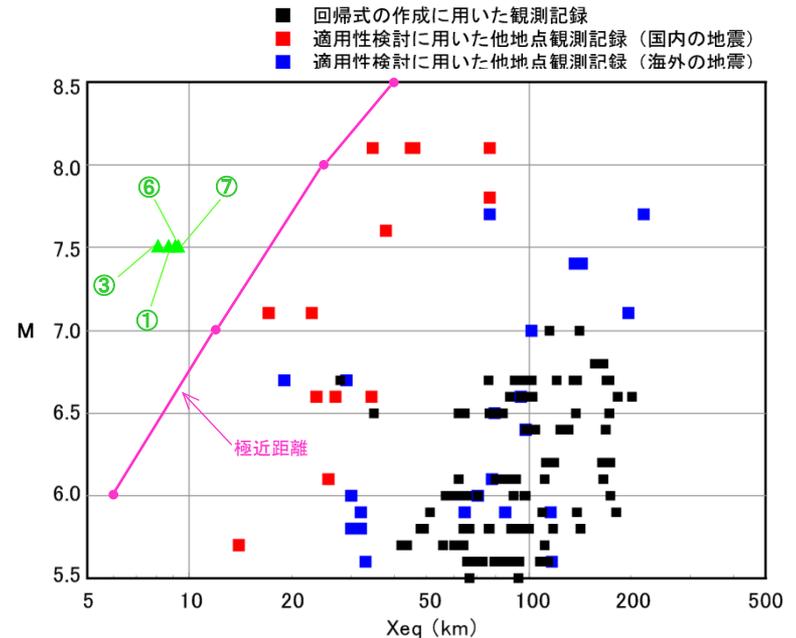
- 突道断層による地震の応答スペクトルに基づく地震動評価においては、Mを松田(1975)により算定するが、念のため、安全側に設定した地震発生層に基づく断層面積により算出した地震モーメントを用い、武村(1990)により算定したケースについても検討した結果、耐専式で設定されている極近距離との関係から、すべてのケースは耐専式の適用範囲外と判断した。
- 従って、突道断層による地震の応答スペクトルに基づく地震動評価においては、NGA等の適用可能な複数の距離減衰式を用い、基本震源モデル及び断層傾斜角の不確かさを考慮したケースについて評価する。なお、アスペリティの不確かさを考慮したケースの評価については、断層モデルを用いた手法による地震動評価により検討する。

突道断層による地震の諸元(M及びXeq)

地震動評価ケース	M		Xeq (km)
	松田式※1	武村式※2	
①基本震源モデル	7.5	7.5	8.8
③断層傾斜角の不確かさを考慮したケース	7.5	7.5	8.2
⑥アスペリティの不確かさを考慮したケース(一塊:正方形)	7.5	7.5	9.3
⑦アスペリティの不確かさを考慮したケース(一塊:縦長)	7.5	7.5	9.4

※1 松田(1975)による断層長さとの関係式により算定

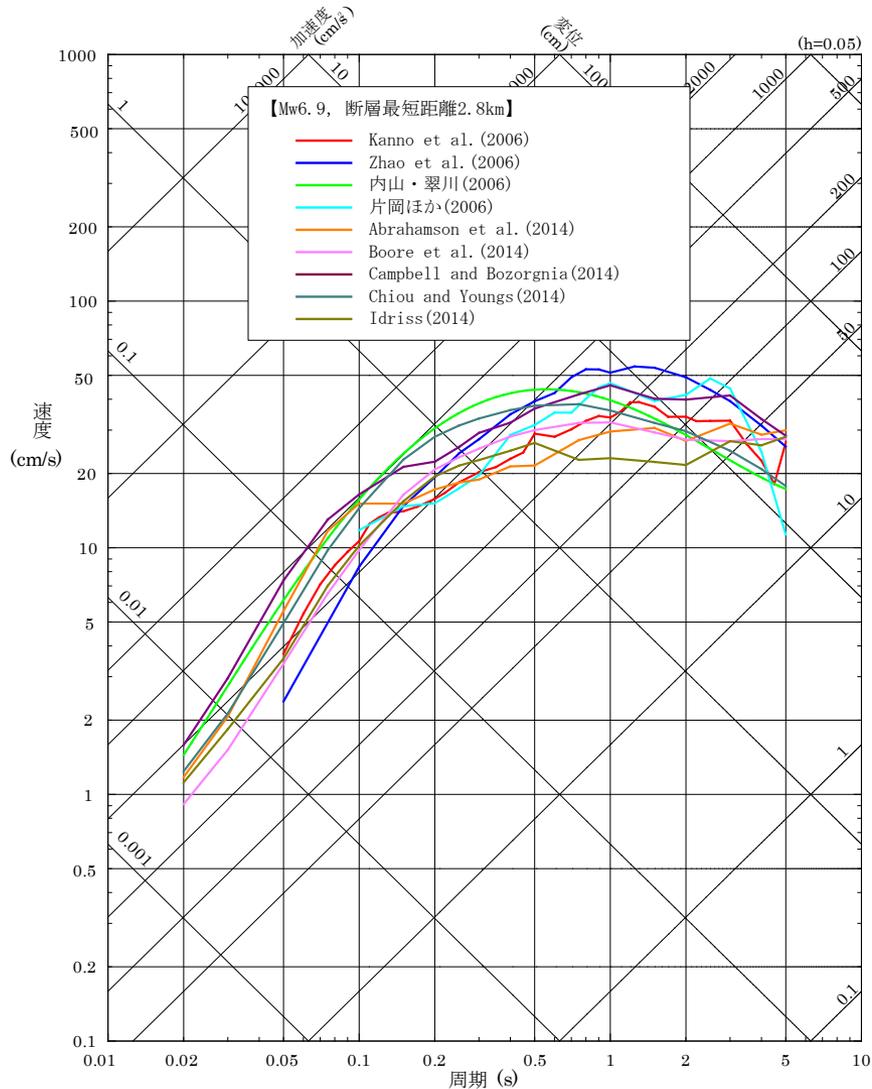
※2 武村(1990)による地震モーメントとの関係式により算定



[平成21年5月22日原安委意見交換会資料(東京電力)に一部加筆。]
地震データの比較(M及び等価震源距離Xeq)

応答スペクトルの評価結果 1/2

■ 突道断層による地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果
 (①基本震源モデル)

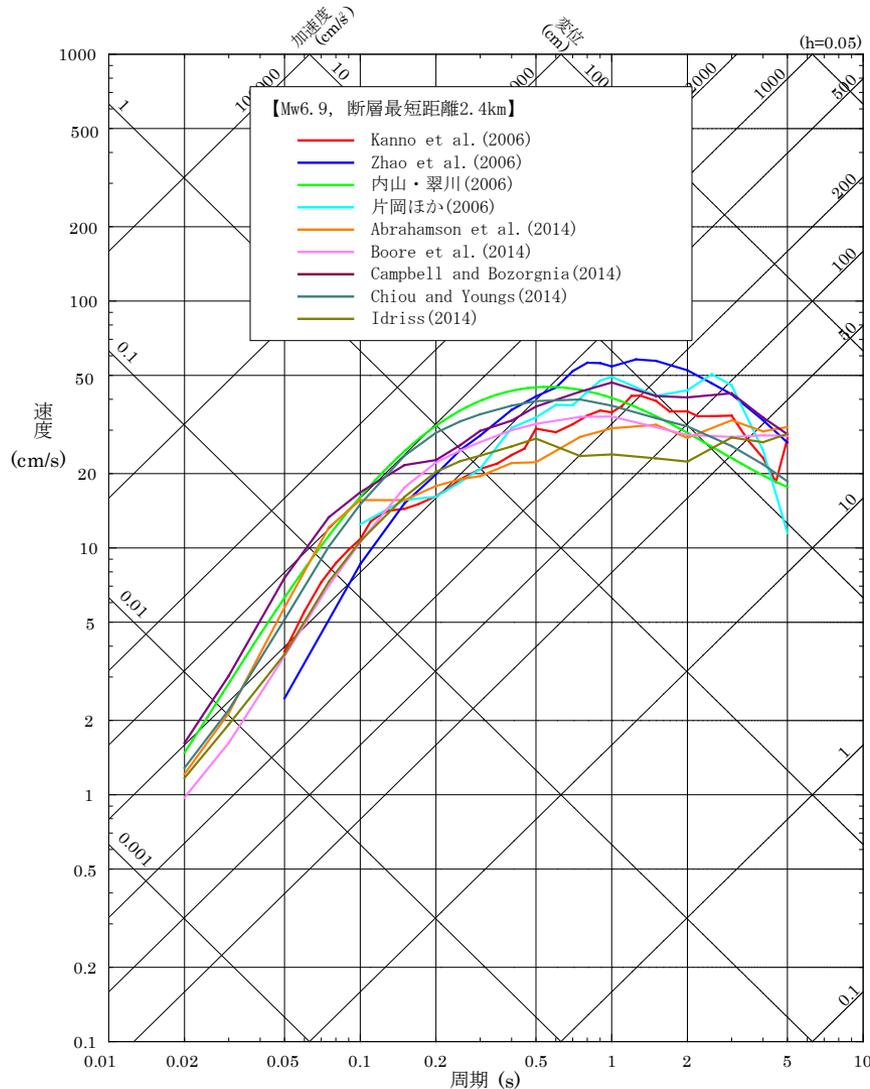


※内山・翠川(2006)及び片岡ほか(2006)については、工学的基盤に対する岩盤の比である 1/1.4 (Midorikawa et al.(1994))を乗じている。

擬似速度応答スペクトル

応答スペクトルの評価結果 2/2

■ 突道断層による地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果 (③断層傾斜角の不確かさを考慮したケース)

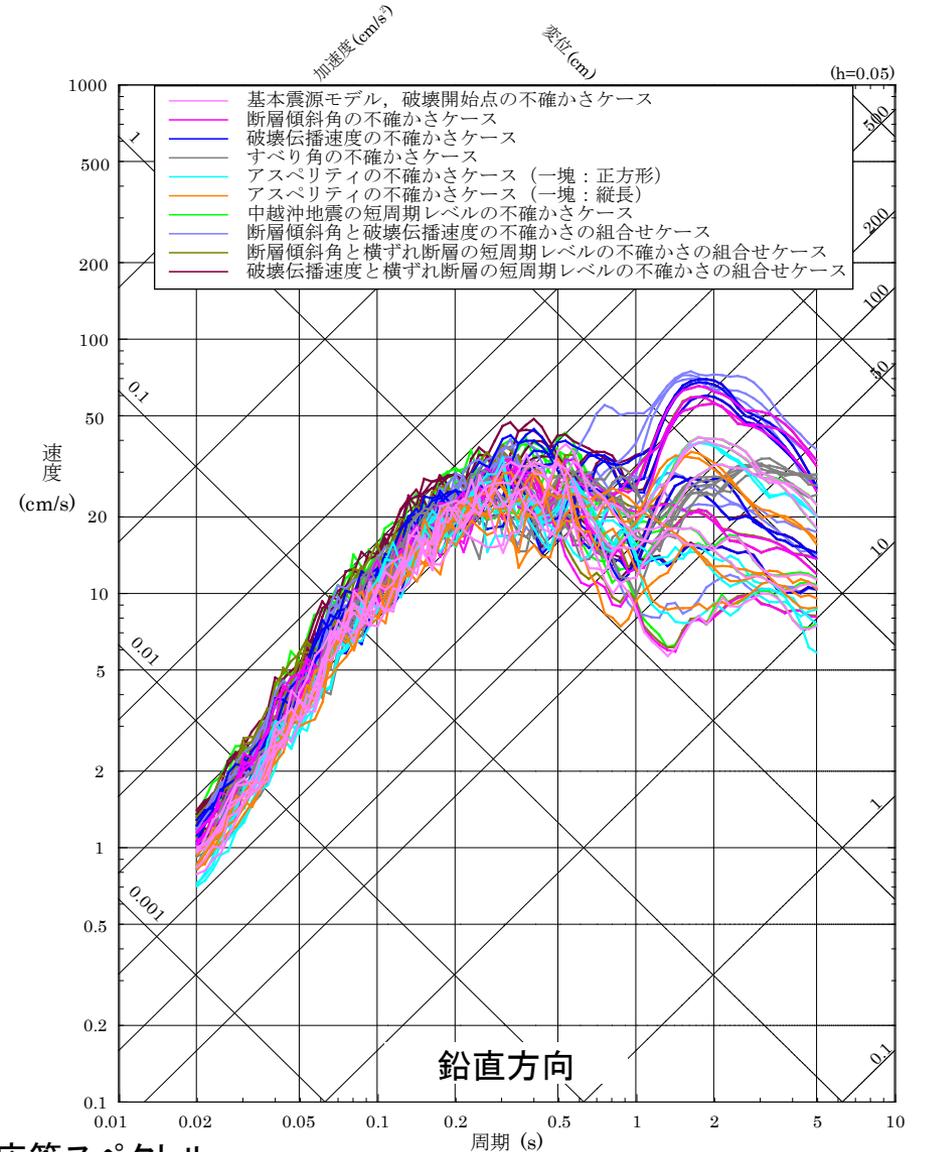
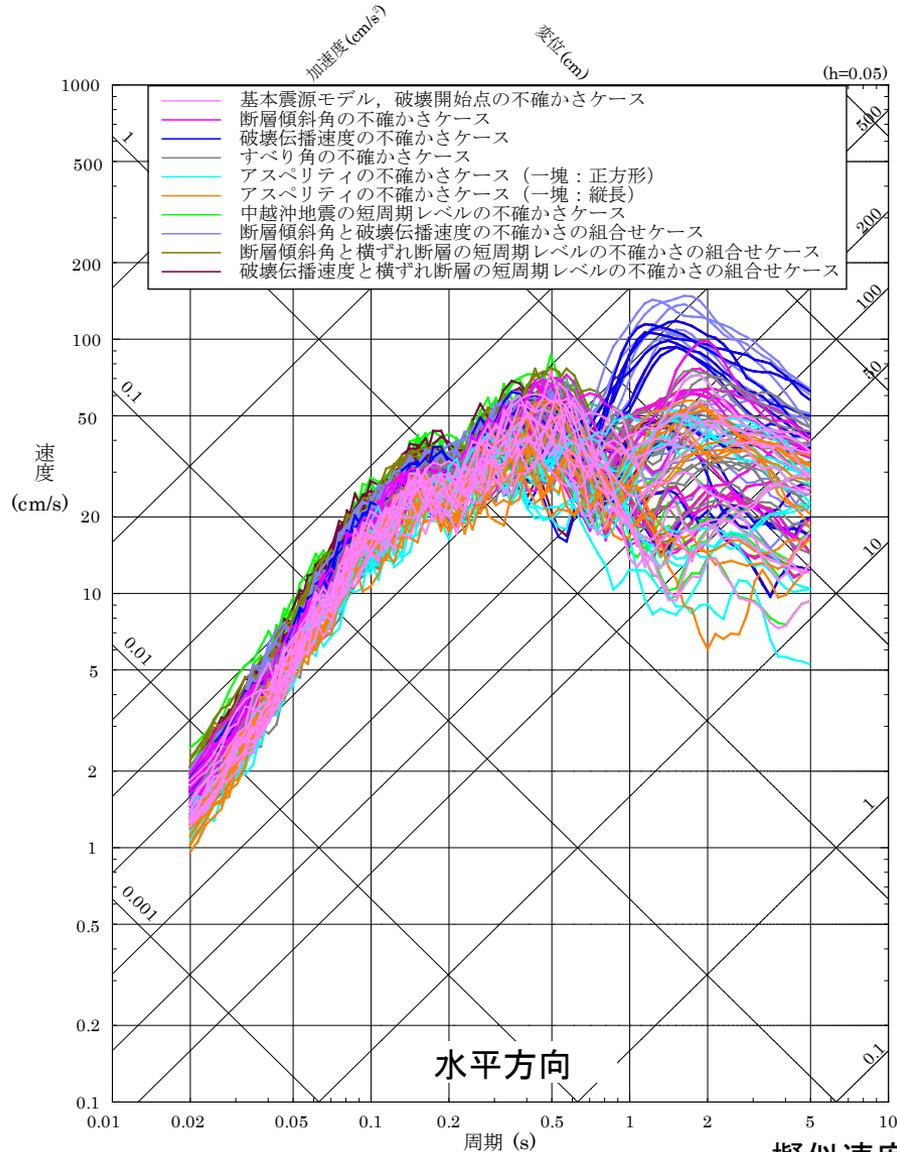


※内山・翠川(2006)及び片岡ほか(2006)については、工学的基盤に対する岩盤の比である 1/1.4 (Midorikawa et al.(1994))を乗じている。

擬似速度応答スペクトル

断層モデルの評価結果

■ 突道断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果(全評価ケース)



擬似速度応答スペクトル

断層パラメータの設定根拠(巨視的断層パラメータ) 1/4

■ F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震の巨視的断層パラメータの設定根拠を示す。

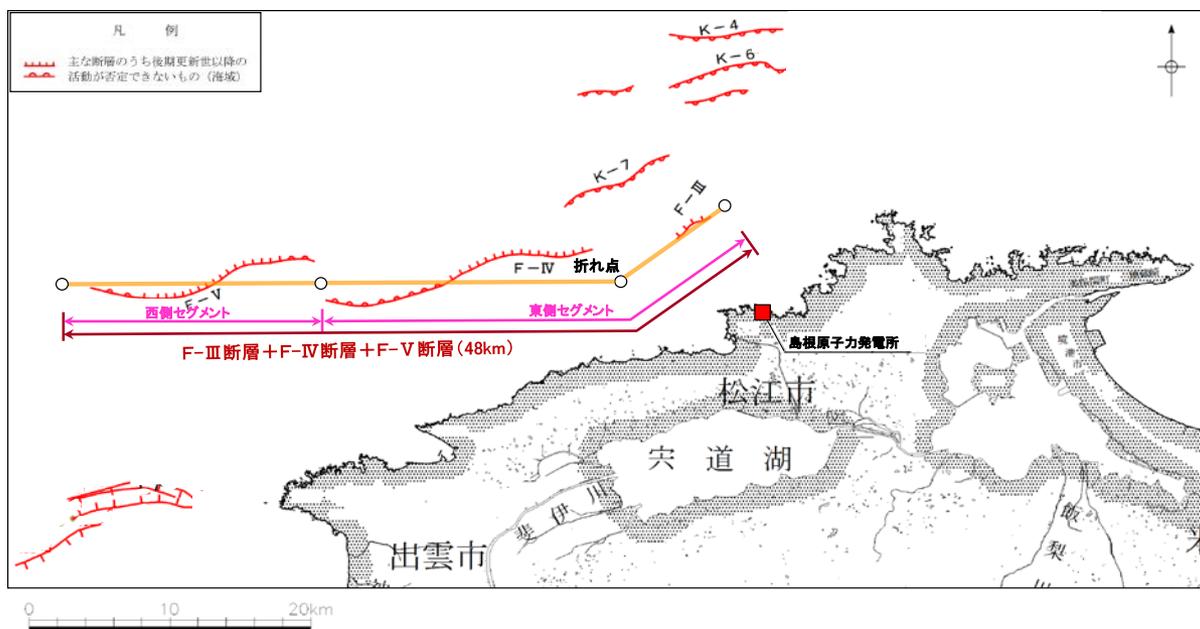
(1) 断層長さ

○基本震源モデル

追加地質調査結果に基づき、断層長さをF-Ⅲ断層、F-Ⅳ断層及びF-Ⅴ断層の連動を考慮して48kmに設定。

○不確かさ

基本震源モデルの断層長さは、詳細な地質調査結果に基づき設定していることから、不確かさは設定しない。



F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震の断層モデル

- ✓ F-Ⅲ : 追加地質調査による評価区間に沿って直線でモデル化。その東端はモデル化上、評価区間よりも東側に設定。
- ✓ F-Ⅳ, F-Ⅴ : 追加地質調査による湾曲した評価区間の敷地に近い東側部分が敷地に近づくよう安全側に直線でモデル化。その西端はモデル化上、評価区間よりも西側に設定。
- ✓ 折れ点 : F-Ⅲ断層の直線とF-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層の直線の交点をモデル化上の折れ点に設定。
- ✓ 連動 : 当社探査測線を考慮して各断層端部を設定し、3断層を連動させてモデル化。
(東側セグメント:F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層, 西側セグメント:F-Ⅴ断層)

断層パラメータの設定根拠(巨視的断層パラメータ) 2/4

(2) 断層幅

○基本震源モデル

後述する断層傾斜角を考慮し、安全側に設定した地震発生層(上限深さ2km, 下限深さ20km)に基づき断層幅を約19kmに設定。

○不確かさ

安全側に設定した地震発生層に基づき、基本震源モデルの断層幅を設定していることから、断層幅の不確かさは設定しない。

断層パラメータの設定根拠(巨視的断層パラメータ) 3/4

(3) 断層傾斜角

断層傾斜角については、以下のレシピの考え方にに基づき、①～③の順に、より信頼性の高い情報を考慮して設定する。

◆断層傾斜角の設定に関するレシピの考え方

- ①対象とする断層についての反射法探査結果等、断層の傾斜角を推定する資料がある場合にはそれを参照する。
- ②また、周辺にある同じタイプの断層から傾斜角が推定できる場合には、それを参照する。
- ③上記のような資料が得られない場合は、横ずれ断層の傾斜角は 90° を基本とする。

○基本震源モデル

基本震源モデルの断層傾斜角は、以下に基づき安全側に 70° に設定し、その傾斜方向は敷地に近づく方向(南傾斜)に設定。

- ✓ ①として、B層(更新統)の明瞭な分布が確認できていないF-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層の深部においては、地質調査結果(補足説明資料97ページ)より、東北東-西南西走向の低角(南傾斜)逆断層が認められ、その傾斜角は、音波探査記録を参照すると、それぞれの区間で地質構造上の類似性が認められることから、断層全体を傾斜角の設定区間と考え、平均すると 35° 程度(補足説明資料98ページ)である。但し、当該断層は、更新世以降において、南側隆起(北側沈降)の逆断層運動を示唆するB層の堆積盆の形成は認められず、横ずれ運動を示唆する花卉構造や引きずり込み構造などの特徴的な反射パターンも認められないことから、後期更新世以降の活動様式は不明である。従って、本調査結果を基本震源モデルの断層傾斜角として採用することは適切でないと考えらる。
- ✓ 次に、②として、F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層が、現在の東西圧縮応力場で活動する場合、主に横ずれの断層活動を示すと考えられることから、当該断層の周辺で発生したM7クラスの横ずれ断層による大規模地震及び主な中小地震の断層傾斜角を参照する。

＜大規模地震:補足説明資料99ページ＞

対象となる1943年鳥取地震(M7.2)及び2000年鳥取県西部地震(M7.3)は、佐藤ほか(1989)及び地震調査委員会(2002)により、それぞれ「断層傾斜角 90° 」とされている。

＜主な中小地震:補足説明資料100ページ＞

対象となる中小地震の断層傾斜角は、平均的には 80° 程度であり、最も傾斜しているもので 71° である。

断層パラメータの設定根拠(巨視的断層パラメータ) 4/4

○不確かさ

前記より、F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層を評価する際には、低角の傾斜角として活動する可能性は考えにくいですが、地質調査結果を参考に、念のため断層傾斜角の不確かさとして 35° に設定し、その傾斜方向は敷地に近づく方向(南傾斜)に設定。

その際、現在の東西圧縮応力場、当該断層の走向及び断層周辺で発生した主な地震のすべり角を考慮し、F-Ⅲ断層のすべり角は 150° に設定(F-Ⅳ断層及びF-Ⅴ断層のすべり角は 180°)〔補足説明資料101～102ページ〕。

断層パラメータの設定根拠(微視的断層パラメータ) 1/4

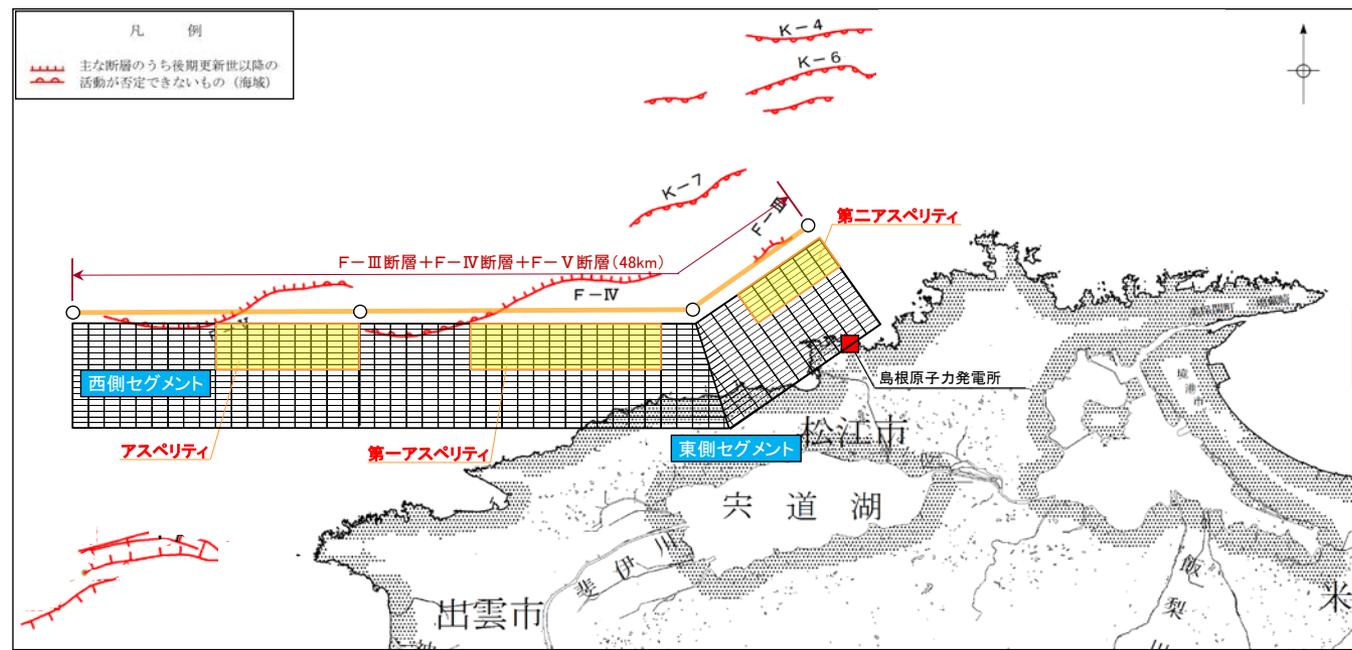
■ F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震の微視的断層パラメータの設定根拠を示す。

(1) アスペリティ

○基本震源モデル

入倉・三宅(2001)によると、アスペリティの個数は断層長さが20kmより短いときは1つで、それより長くなると増加するとされていることから、F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層の各セグメント長さに基づき、アスペリティは東側セグメント(30km)に2個、西側セグメント(18km)に1個設定。

それらのアスペリティの位置としては、以下のとおり、後期更新世以降の活動が否定できないと評価している各断層の評価区間を考慮して設定。



※ 傾斜角70度の断層面を図化

F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層のアスペリティ配置と断層の評価区間の関係

アスペリティ位置

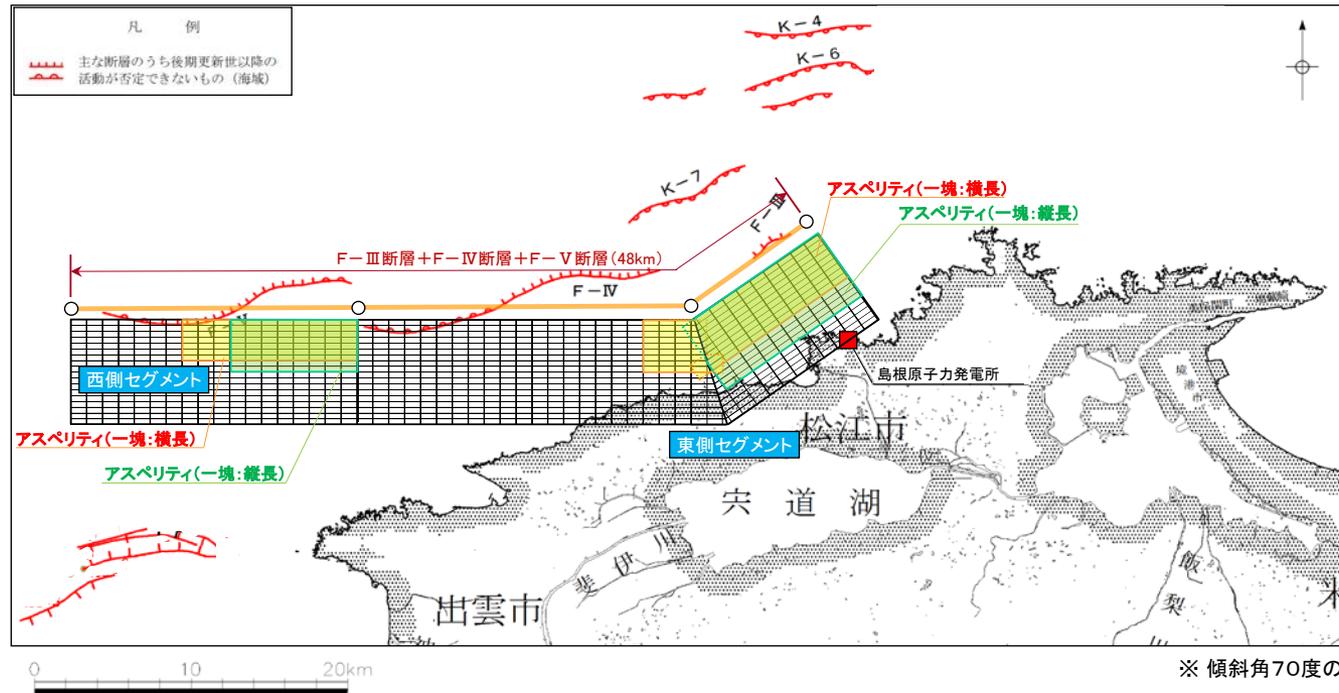
- ✓ 各セグメントのアスペリティ(東側:2個, 西側:1個)については、後期更新世以降の活動が否定できないと評価している各断層の評価区間の中で最も敷地に近い位置に設定。

断層パラメータの設定根拠(微視的断層パラメータ) 2/4

第530回審査会合資料1 P127 再掲

○不確かさ

アスペリティの個数・位置は地震動に大きく影響するパラメータであることから、基本震源モデルの東側セグメントにおける2個のアスペリティを一塊にして敷地近傍に配置し、その形状は以下のとおり2ケース設定。



F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層のアスペリティ配置と断層の評価区間の関係

アスペリティ
位置

- ✓ 各セグメントのアスペリティ(東側:1個[2個を一塊に設定], 西側:1個)については、それぞれのセグメントで敷地に最も近い位置に配置し、その形状は横長と縦長の2ケースを設定。

断層パラメータの設定根拠(微視的断層パラメータ) 3/4

(2) 短周期レベル

○基本震源モデル

レシピに基づき、壇ほか(2001)の地震モーメント(M_0)と短周期レベル(A)の以下の経験的關係より短周期レベルを設定。

$$A = 2.46 \times 10^{17} \times M_0^{1/3} \text{ (Nm/s}^2\text{)}$$

○不確かさ

短周期レベルに関する知見(補足説明資料61～71ページ)より、一般的な横ずれ断層の地震は、中越沖地震を引き起こしたような逆断層の地震に比べて短周期レベルが半分程度と小さく、更に横ずれ断層の地震の中で中国地方の地震は他の地域の地震よりも短周期レベルが小さいことから、中国地方の横ずれ断層であるF-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震の短周期レベルの不確かさとしては、中越沖地震(逆断層)時の短周期レベル1.5倍を1.2(佐藤(2008)の横ずれ断層に対する逆断層の短周期レベルの比)で除して1.25倍とすれば十分に安全側と考えられる。

但し、短周期レベルは地震動に大きく影響するパラメータであることから、短周期レベルの不確かさとしては、審査ガイドに基づき、中越沖地震を踏まえて短周期レベル1.5倍を設定。

断層パラメータの設定根拠(微視的断層パラメータ) 4/4

(3) すべり角

○基本震源モデル

F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層の走向が東北東—西南西方向であり、また現在の応力場が東西圧縮応力場であるため、F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層は右横ずれ断層と推定されることから、レシピに基づきすべり角を 180° に設定。

○不確かさ

すべり角を設定する上で根拠となる地質調査結果は得られておらず、F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層は宍道断層と同様の右横ずれ断層と推定されるが、縦ずれ成分を考慮し、宍道断層による地震のすべり角の不確かさと同様に 150° に設定。

断層パラメータの設定根拠(その他の断層パラメータ) 1/4

■ F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震のその他の断層パラメータの設定根拠を示す。

(1) 破壊伝播速度

○基本震源モデル

レシピに基づき、Geller(1976)の地震発生層のS波速度(V_s)との関係より破壊伝播速度を $0.72V_s$ に設定。

○不確かさ

宮腰ほか(2005)に基づき、アスペリティ領域の平均的な破壊伝播速度 $0.73V_s$ に標準偏差 1σ を考慮した $0.87V_s$ を、破壊伝播速度の不確かさとして設定。

(2) 破壊開始点

○基本震源モデル

レシピによると、「破壊開始点を特定できない場合、簡便化したパラメータ設定として、横ずれ成分が卓越する時はアスペリティ下端の左右端を基本とする。」とされていることから、基本震源モデルの破壊開始点は、敷地近傍の東側セグメントの第一アスペリティ下端の西端と第二アスペリティ下端の東端の2点に設定。

○不確かさ

- 破壊開始点の不確かさとしては、基本震源モデルとは異なる位置の断層下端の西端・東端・サイト直近と東側セグメントの第一アスペリティ下端の東端の4点に設定。
- また、他の不確かさを考慮したケースの破壊開始点についても、基本震源モデルと破壊開始点の不確かさを考慮したケースで設定した6点に設定。なお、アスペリティの不確かさを考慮したケースの破壊開始点については、東側セグメントのアスペリティ下端の西端・東端と断層下端の西端・東端・サイト直近の5点に設定。

断層パラメータの設定根拠(その他の断層パラメータ) 2/4

(3) 断層位置

○基本震源モデル

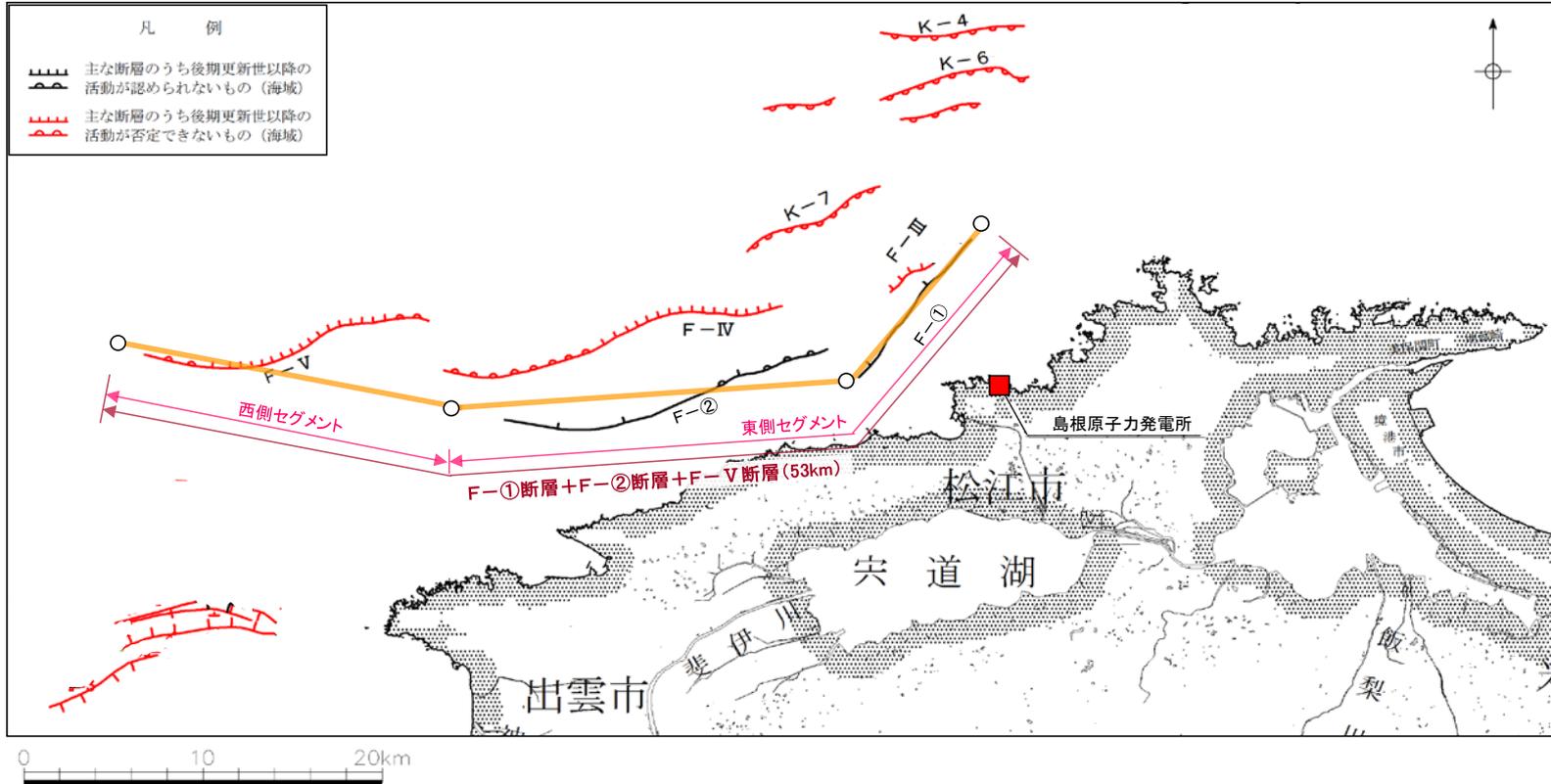
F-Ⅲ断層, F-Ⅳ断層及びF-Ⅴ断層の連動を考慮した位置に設定(評価長さ:48km)。

○不確かさ

- F-Ⅲ断層及びF-Ⅳ断層の近傍に位置するF-①断層及びF-②断層は, 後期更新世以降の活動は認められないが, 地質調査結果によりF-Ⅲ断層及びF-Ⅳ断層と地下深部において収斂していると考えられることから, 断層位置の不確かさとしてF-①断層及びF-②断層とF-Ⅴ断層の連動を考慮した位置に設定(評価長さ:53km)。
- アスペリティの個数は, 入倉・三宅(2001)に基づき, 東側セグメント(34km)に2個, 西側セグメント(19km)に1個設定。それらのアスペリティの位置については, 各断層の評価区間の中で最も近い位置に設定。破壊開始点は, 基本震源モデル及び破壊開始点の不確かさを考慮したケースにおける6点に設定。

断層パラメータの設定根拠(その他の断層パラメータ) 3/4

- 以下のとおり、断層位置の不確かさとして、F-①断層及びF-②断層とF-Ⅴ断層の連動を考慮して53kmの断層モデルを設定。



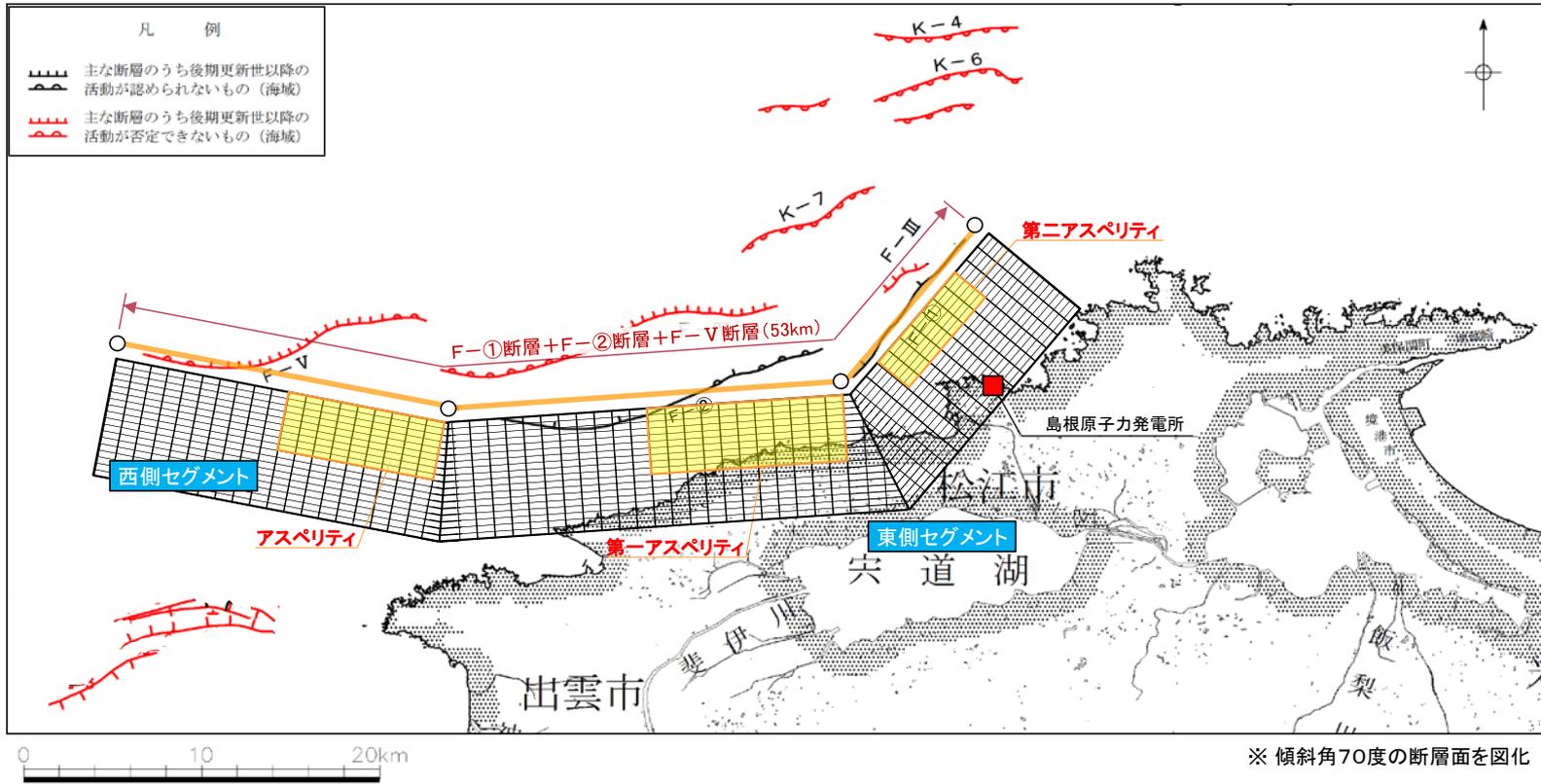
F-①断層+F-②断層+F-Ⅴ断層による地震の断層モデル

- ✓ F-① : 追加地質調査による評価区間に沿って直線でモデル化し、東端はモデル化上、評価区間よりも東側に設定。
- ✓ F-②, F-Ⅴ : 追加地質調査による湾曲した評価区間の敷地に近い東側部分が敷地に近づくよう安全側にそれぞれ直線でモデル化し、西端はモデル化上、評価区間よりも西側に設定。
- ✓ 連動 : 当社探査測線を考慮して各断層端部を設定し、3断層を連動させてモデル化 (東側セグメント:F-①断層+F-②断層, 西側セグメント:F-Ⅴ断層)

モデル化

断層パラメータの設定根拠(その他の断層パラメータ) 4/4

- 以下のとおり、断層位置の不確かさにおける断層モデルのアスペリティを設定。



F-①断層+F-②断層+F-V断層のアスペリティ配置

<p>アスペリティ位置</p>	<p>✓ 東側及び西側セグメントのアスペリティ(東側:2個, 西側:1個)の位置としては、F-①断層, F-②断層, F-V断層のそれぞれの評価区間に基づき、各区間で最も敷地に近い位置に設定。</p>
------------------------	--

断層パラメータの設定根拠(まとめ)

■ 巨視的及び微視的断層パラメータとその他の断層パラメータの設定根拠をまとめて以下に示す。

断層パラメータ		基本震源モデル	不確かさの考慮
巨視的 パラメータ	断層長さ	地質調査結果に基づき、F-Ⅲ断層、F-Ⅳ断層及びF-Ⅴ断層の連動を考慮して48kmに設定。	基本震源モデルの断層長さは、詳細な地質調査結果に基づき設定していることから、不確かさは設定しない。
	断層幅	安全側に設定した地震発生層(上限深さ2km、下限深さ20km)及び断層傾斜角に基づき、約19kmに設定。	安全側に設定した地震発生層に基づき、基本震源モデルの断層幅を設定していることから、不確かさは設定しない。
	断層傾斜角	敷地周辺における現在の応力場及びF-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層の周辺の横ずれ断層の主な地震の断層傾斜角より70°に設定し、傾斜方向は敷地に近づく方向(南傾斜)に設定。	現在の応力場を考えると、低角の傾斜角として活動する可能性は考えにくいだが、地質調査結果を参考に、念のため35°に設定し、傾斜方向は敷地に近づく方向(南傾斜)に設定。その際、現在の東西圧縮応力場、断層走向及び断層周辺で発生した主な地震のすべり角を考慮し、F-Ⅲ断層のすべり角は150°に設定(F-Ⅳ断層及びF-Ⅴ断層のすべり角は180°)。
微視的 パラメータ	アスペリティ (個数・位置)	入倉・三宅(2001)に基づき、アスペリティを東側セグメントに2個、西側セグメントに1個設定し、各アスペリティの位置については、後期更新世以降の活動が否定できないと評価している各断層の評価区間を考慮して設定。	基本震源モデルの東側セグメントにおける2個のアスペリティを一塊にして敷地近傍に配置し、形状は横長・縦長の2ケースを設定。
	短周期レベル	レシピに基づき、壇ほか(2001)の地震モーメントと短周期レベルの経験的關係より設定。	中国地方で発生した地震の短周期レベルに関する知見を踏まえ、レシピの1.25倍にすれば十分と考えられるが、短周期レベルは地震動に大きく影響するパラメータであることから、審査ガイドに基づき、中越沖地震の知見を踏まえて安全側にレシピの1.5倍に設定。
	すべり角	断層走向及び敷地周辺における現在の応力場より、F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層は右横ずれ断層と推定されることから、レシピに基づき180°に設定。	根拠となる地質調査結果が得られていないため、F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層近傍に位置する右横ずれ断層(宍道断層)による地震の不確かさと同様に150°に設定。
その他 のパラメータ	破壊伝播速度	レシピに基づき、Geller(1976)の地震発生層のS波速度(Vs)との関係より、0.72Vsに設定。	宮腰ほか(2005)に基づき、アスペリティ領域の平均的な破壊伝播速度0.73Vsに標準偏差1σを考慮した0.87Vsに設定。
	破壊開始点	レシピに基づき、東側セグメントの第一アスペリティ下端の西端と第二アスペリティ下端の東端の2箇所に設定。	破壊が敷地に向かうような位置に複数設定。また、他の不確かさを考慮したケースの破壊開始点についても、基本震源モデルと破壊開始点の不確かさを考慮したケースで設定した位置に複数設定。
	断層位置	F-Ⅲ断層、F-Ⅳ断層及びF-Ⅴ断層の連動を考慮した位置に設定。	F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層近傍に位置するF-①断層及びF-②断層を考慮し、F-①断層+F-②断層+F-Ⅴ断層を設定(断層長さ:53km)。

地震動評価ケース

- F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震の地震動評価ケースとしては、以下のとおり、基本震源モデル及び不確かさを考慮したケースの9ケースを設定した。

F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震の地震動評価ケース(基本震源モデル, 不確かさを考慮したケース)

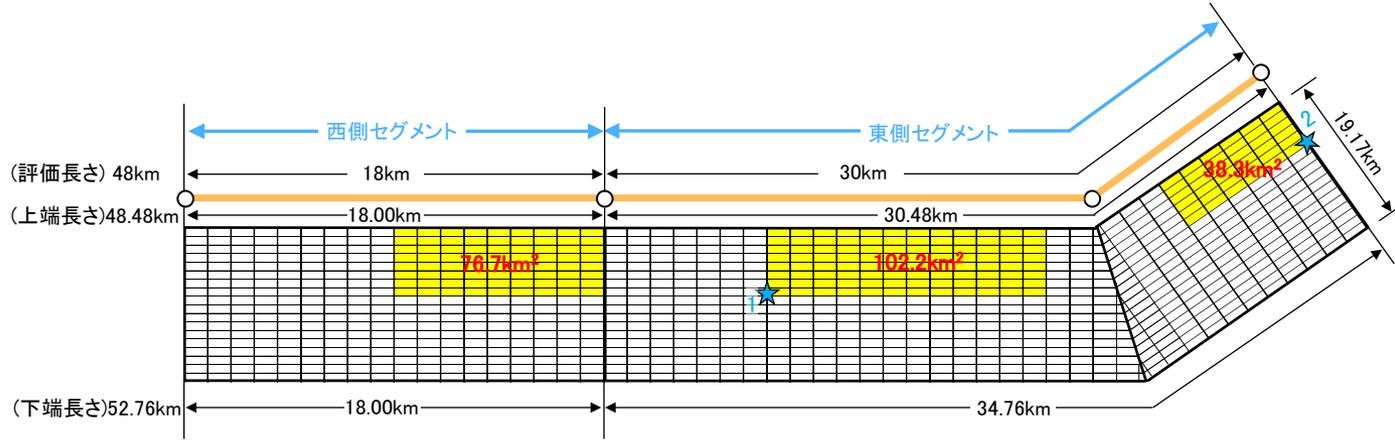
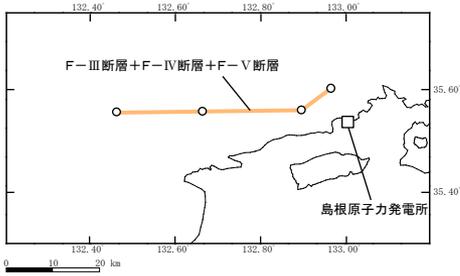
No.	評価ケース	断層長さ	断層幅	断層位置	断層傾斜角	破壊伝播速度	アスペリティ	短周期レベル	すべり角	破壊開始点
①	基本震源モデル	48km	約19km	F-Ⅲ +F-Ⅳ +F-Ⅴ	70°	0.72Vs	調査結果 (3個)	レシピ	180°	2箇所
②	破壊開始点の不確かさを考慮したケース	48km	約19km	F-Ⅲ +F-Ⅳ +F-Ⅴ	70°	0.72Vs	調査結果 (3個)	レシピ	180°	4箇所
③	断層傾斜角の不確かさを考慮したケース	48km	約32km	F-Ⅲ +F-Ⅳ +F-Ⅴ	35°	0.72Vs	調査結果 (3個)	レシピ	(F-Ⅲ)150° (F-Ⅳ)180° (F-Ⅴ)180°	6箇所
④	破壊伝播速度の不確かさを考慮したケース	48km	約19km	F-Ⅲ +F-Ⅳ +F-Ⅴ	70°	0.87Vs	調査結果 (3個)	レシピ	180°	6箇所
⑤	すべり角の不確かさを考慮したケース	48km	約19km	F-Ⅲ +F-Ⅳ +F-Ⅴ	70°	0.72Vs	調査結果 (3個)	レシピ	150°	6箇所
⑥	アスペリティの不確かさを考慮したケース(一塊:横長)	48km	約19km	F-Ⅲ +F-Ⅳ +F-Ⅴ	70°	0.72Vs	敷地近傍 (2個)	レシピ	180°	5箇所
⑦	アスペリティの不確かさを考慮したケース(一塊:縦長)	48km	約19km	F-Ⅲ +F-Ⅳ +F-Ⅴ	70°	0.72Vs	敷地近傍 (2個)	レシピ	180°	5箇所
⑧	中越沖地震の短周期レベルの不確かさを考慮したケース	48km	約19km	F-Ⅲ +F-Ⅳ +F-Ⅴ	70°	0.72Vs	調査結果 (3個)	レシピ ×1.5	180°	6箇所
⑨	断層位置の不確かさを考慮したケース	53km	約19km	F-① +F-② +F-Ⅴ	70°	0.72Vs	調査結果 (3個)	レシピ	180°	6箇所

■ : 不確かさを考慮した断層パラメータ(認識論的不確かさ)

□ : 不確かさを考慮した断層パラメータ(偶然的な不確かさ)

断層モデル 1/5

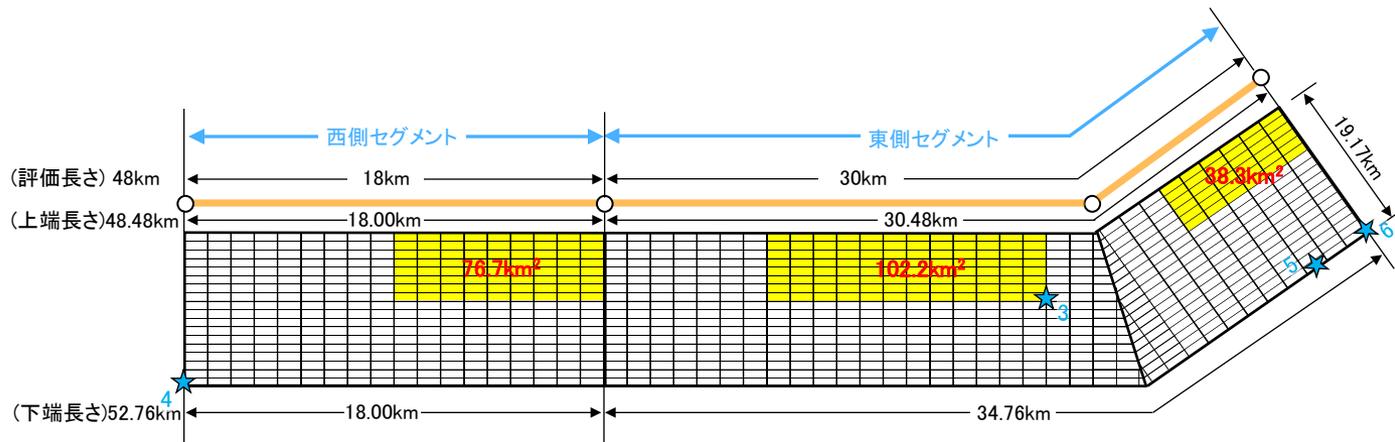
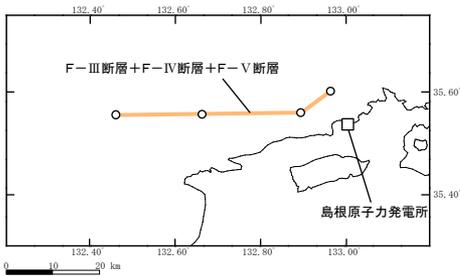
➤ F-Ⅲ～F-Ⅴ断層による地震の断層モデル図：①基本震源モデル



※ 傾斜角70度の断層面を図化

★ : 破壊開始点 ■ : アスペリティ

➤ F-Ⅲ～F-Ⅴ断層による地震の断層モデル図：②破壊開始点の不確かさを考慮したケース

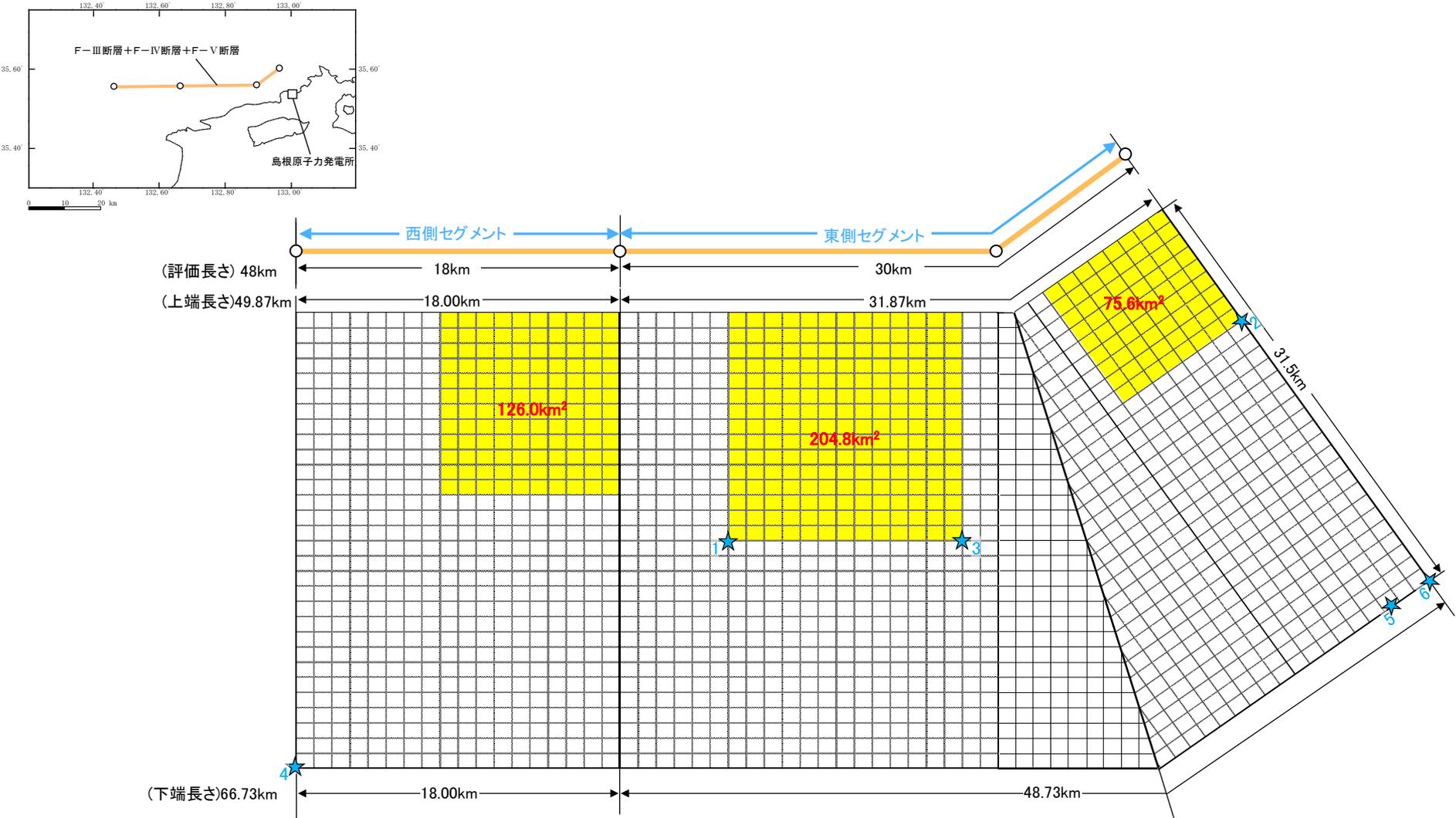


※ 傾斜角70度の断層面を図化

★ : 破壊開始点 ■ : アスペリティ

断層モデル 2/5

➤ F-Ⅲ～F-Ⅴ断層による地震の断層モデル図：③断層傾斜角の不確かさを考慮したケース



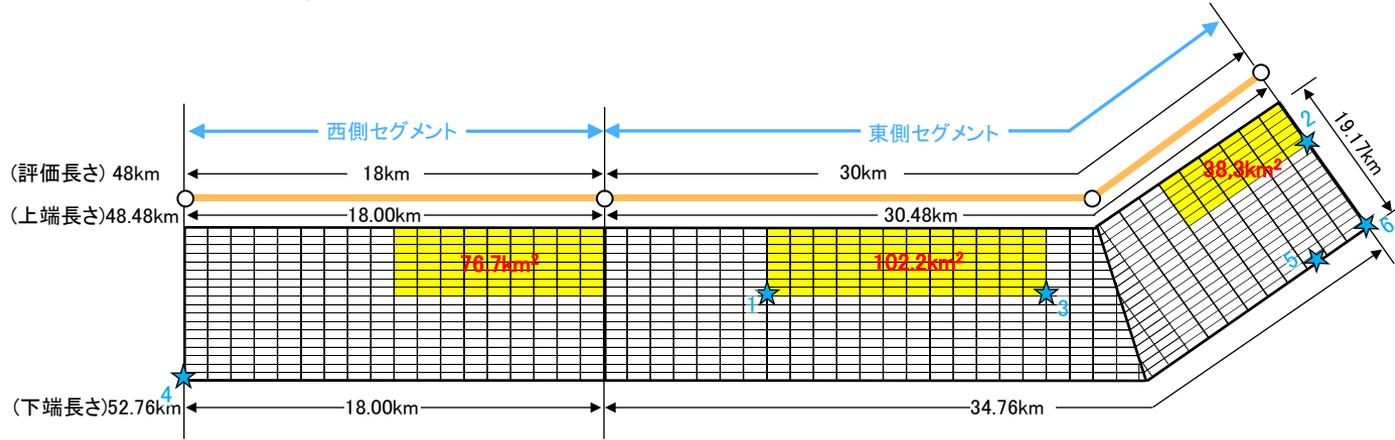
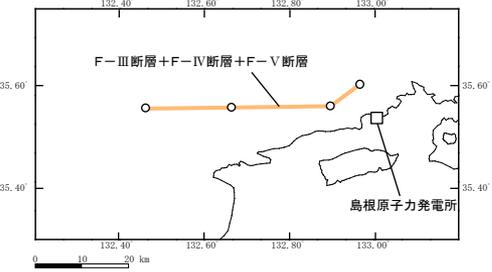
※ 傾斜角35度の断層面を図化

★ : 破壊開始点

■ : アスペリティ

断層モデル 3/5

➤ F-Ⅲ～F-Ⅴ断層による地震の断層モデル図：④破壊伝播速度・⑤すべり角・⑧中越沖地震の短周期レベルの不確かさを考慮したケース

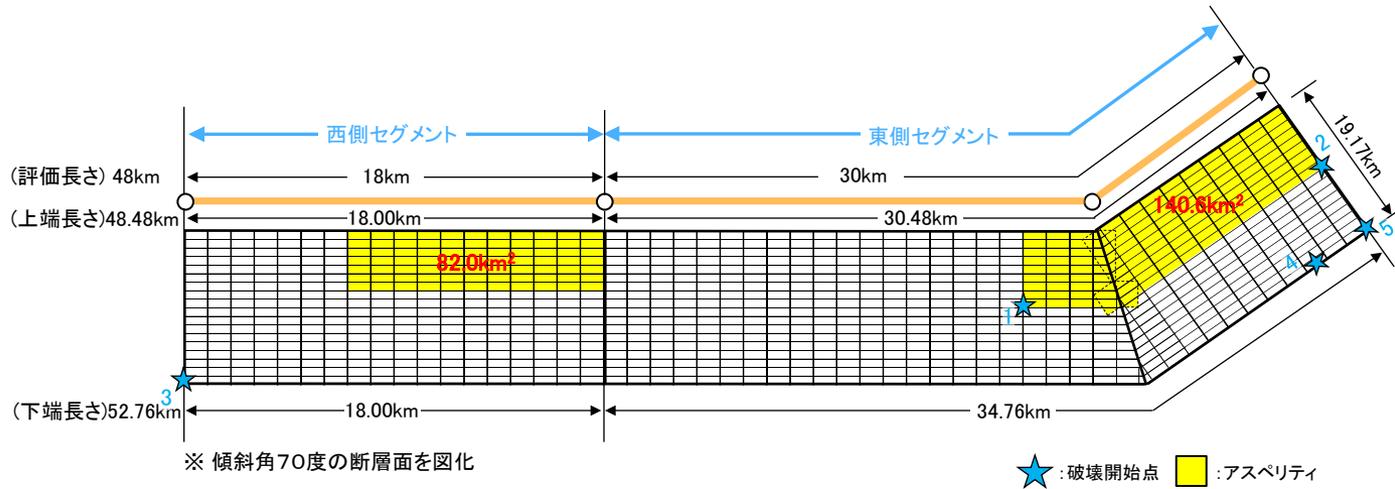
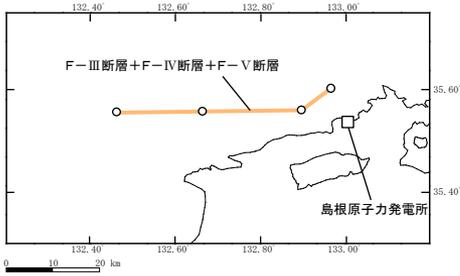


※ 傾斜角70度の断層面を図化

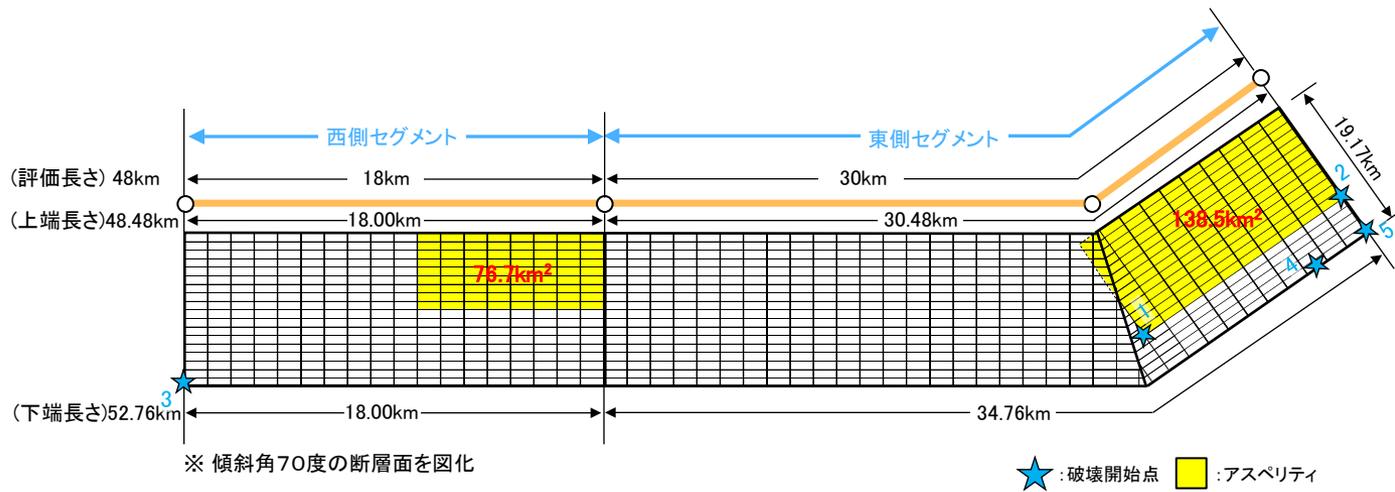
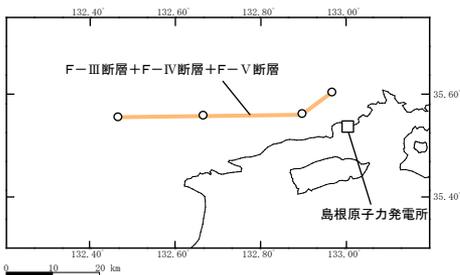
★ : 破壊開始点 ■ : アスペリティ

断層モデル 4/5

➤ F-Ⅲ～F-Ⅴ断層による地震の断層モデル図：⑥アスペリティの不確かさを考慮したケース（一塊：横長）

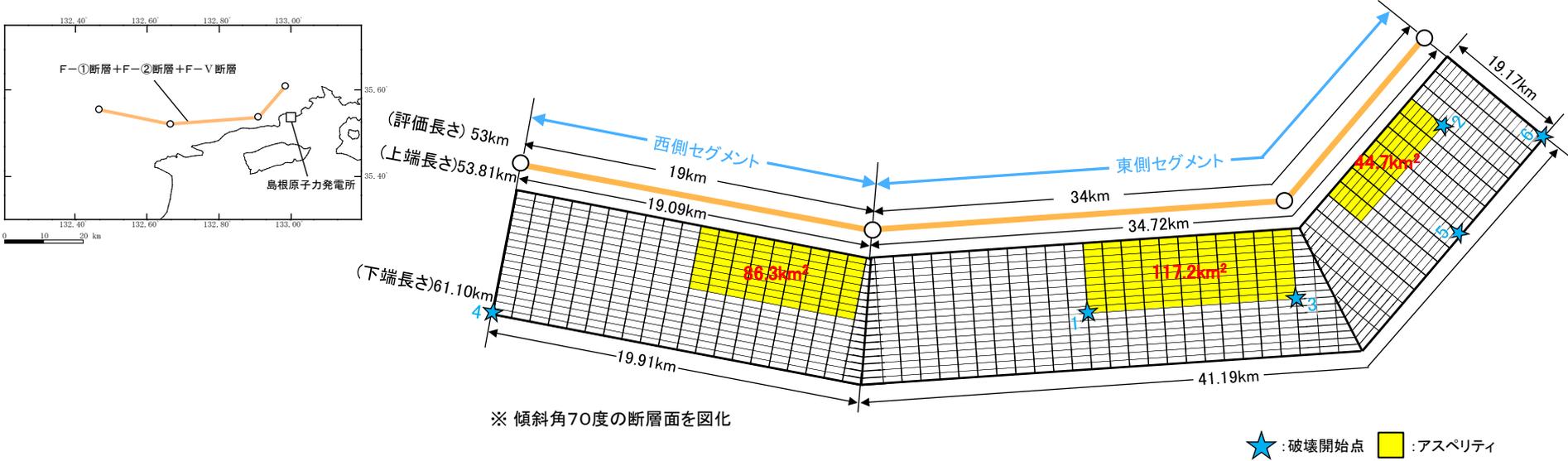


➤ F-Ⅲ～F-Ⅴ断層による地震の断層モデル図：⑦アスペリティの不確かさを考慮したケース（一塊：縦長）



断層モデル 5/5

➤ F-Ⅲ～F-Ⅴ断層による地震の断層モデル図：⑨断層位置の不確かさを考慮したケース(F-①断層+F-②断層+F-Ⅴ断層)



断層パラメータ 1/3

■ F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震の断層パラメータ(地震動評価ケース: ①, ②, ④~⑨)

断層パラメータ(その1)

項目		不確かさを考慮したケース						設定根拠		
		①基本震源モデル ②破壊開始点	④破壊伝播速度	⑤すべり角	⑥アスペリティ (一塊:横長) ⑦アスペリティ (一塊:縦長)	⑧中越沖地震の 短周期レベル	⑨断層位置			
断層基準点	F-Ⅲ断層(西端)	北緯 (°)	35.56	—	—	—	—	35.54	追加地質調査結果に基づき設定	
		東経 (°)	132.89	—	—	—	—	132.90		
	F-Ⅳ断層(西端)	北緯 (°)	35.56	—	—	—	—	35.53		
		東経 (°)	132.66	—	—	—	—	132.66		
	F-Ⅴ断層(西端)	北緯 (°)	35.56	—	—	—	—	35.56		
		東経 (°)	132.46	—	—	—	—	132.46		
走向	F-Ⅲ断層(F-①断層)	θ (°)	53.4	—	—	—	—	39.8	追加地質調査結果に基づき設定	
	F-Ⅳ断層(F-②断層)	θ (°)	89.6	—	—	—	—	86.4	追加地質調査結果に基づき設定	
	F-Ⅴ断層	θ (°)	89.6	—	—	—	—	100.7	追加地質調査結果に基づき設定	
断層評価長さ	L (km)	48	—	—	—	—	—	53	追加地質調査結果に基づき設定	
断層上端長さ	- (km)	48.48	—	—	—	—	—	53.81	断層評価長さ及び断層傾斜角に基づき設定	
断層下端長さ	- (km)	52.76	—	—	—	—	—	61.10	断層評価長さ及び断層傾斜角に基づき設定	
断層傾斜角	δ (°)	70	—	—	—	—	—	—	追加調査結果及び敷地周辺の横ずれ断層の傾斜角等に基づき設定	
断層上端深さ	H (km)	2.0	—	—	—	—	—	—	地震発生層の検討結果に基づき設定	
断層幅	W (km)	19.17	—	—	—	—	—	—	地震発生層及び断層傾斜角の検討結果に基づき設定	
断層面積	S (km ²)	970.4	—	—	—	—	—	1101.4	S=L×W	
破壊伝播様式	-	放射状	—	—	—	—	—	—	レシビに基づき、放射状の破壊伝播を設定	
S波速度	Vs (m/s)	3570	—	—	—	—	—	—	地震発層相当のS波速度から設定	
破壊伝播速度	Vr (m/s)	2570	3110	2570	—	—	—	—	①,②,⑤,⑥,⑦,⑧,⑨ケース: Vr=0.72Vs Geller(1976) ④ケース: Vr=0.87Vs 宮腰ほか(2005)	
剛性率	μ (N/m ²)	3.47×10^{10}	—	—	—	—	—	—	$\mu = \rho \times Vs^2$	
密度	ρ (kg/m ³)	2720	—	—	—	—	—	—	$\rho = 1.2475 + 0.399Vp - 0.026Vp^2$, Vp=1.73Vs Ludwig et al.(1970)	
地震モーメント	M ₀ (Nm)	5.24×10^{18}	—	—	—	—	—	6.75 × 10 ¹⁸	M ₀ =[S/(4.24 × 10 ⁻¹¹)] ² 入倉・三宅(2001)	
モーメントマグニチュード	M _w	7.1	—	—	—	—	—	7.2	M _w =(LogM ₀ -9)/1.5 (Kanamori, 1977)	
気象庁マグニチュード	M	7.6	—	—	—	—	—	7.7	M=(LogL+2.9)/0.6 (松田, 1975)	
		7.7	—	—	—	—	—	7.8	M=(LogM ₀ -17.72)/1.17 (武村, 1990)	
平均すべり量	D (cm)	155.7	—	—	—	—	—	176.7	D=M ₀ /($\mu \cdot S$)	
すべり角	- (°)	180	—	150	180	—	—	—	①,②,④,⑥,⑦,⑧,⑨ケース: レシビに基づき、右横ずれ断層のすべり角を設定 ⑤ケース: 突進断層による地震の不確かさと同様のすべり角を設定	
平均応力降下量	$\Delta \sigma$ (MPa)	3.1	—	—	—	—	—	—	Fujii & Matsu'ura(2000)	
高周波遮断限界周波数	fmax (Hz)	8.3	—	—	—	—	—	—	香川ほか(2003)	
短周期レベル	A (Nm/s ²)	1.98×10^{19}	—	—	—	—	—	2.16 × 10 ¹⁹	A=2.46 × 10 ¹⁷ × M ₀ ^{1/3} 壇ほか(2001)	
Q値	-	72.0×10^{06}	—	—	—	—	—	—	敷地及び敷地周辺における地震観測記録に基づき設定	
セグメント全体	断層評価長さ	L ₁ (km)	18	—	—	—	—	—	19	追加地質調査結果に基づき設定
	断層上端長さ	- (km)	18.00	—	—	—	—	—	19.09	断層評価長さ及び断層傾斜角に基づき設定
	断層下端長さ	- (km)	18.00	—	—	—	—	—	19.91	断層評価長さ及び断層傾斜角に基づき設定
	面積	S ₁ (km ²)	345.1	—	—	—	—	—	373.9	S ₁ =L ₁ ×W
	地震モーメント	M ₀₁ (Nm)	1.52×10^{19}	—	—	—	—	—	1.82 × 10 ¹⁹	M ₀₁ =M ₀ × S ₁ ^{1/3} /(S ₁ ^{1/3} × S ₂ ^{1/5})
	平均すべり量	D ₁ (cm)	127.3	—	—	—	—	—	140.2	D ₁ =M ₀₁ /($\mu \cdot S_1$)
全アスペリティ	面積	S ₂₁ (km ²)	75.9	—	—	—	—	—	82.3	S ₂₁ =0.22 × S ₁ Somerville et al.(1999)
	モデル面積	- (km ²)	76.7	—	—	⑥ケース: 82.0 ⑦ケース: 76.7	76.7	86.3	—	
	面積比(S ₂₁ /S ₁)	-	0.220	—	—	—	—	—	—	Somerville et al.(1999)に基づく断層面積に対するアスペリティ総面積の比
	地震モーメント	M ₀₂₁ (Nm)	6.70×10^{18}	—	—	—	—	—	7.99 × 10 ¹⁸	M ₀₂₁ = $\mu \cdot D_{21} \cdot S_{21}$
	平均すべり量	D ₂₁ (cm)	254.6	—	—	—	—	—	280.3	D ₂₁ = $\xi \times D_1$, $\xi=2.0$
	応力降下量	$\Delta \sigma_{21}$ (MPa)	14.1	—	—	—	—	—	—	$\Delta \sigma_{21}=(S_1/S_{21}) \times \Delta \sigma$ Madariaga(1979)
背景領域	面積	S ₃₁ (km ²)	269.1	—	—	—	—	—	291.6	S ₃₁ =S ₁ -S ₂₁
	モデル面積	- (km ²)	268.4	—	—	⑥ケース: 263.1 ⑦ケース: 268.4	268.4	287.6	—	
	地震モーメント	M ₀₃₁ (Nm)	8.53×10^{18}	—	—	—	—	—	1.02 × 10 ¹⁹	M ₀₃₁ =M ₀₁ -M ₀₂₁
	平均すべり量	D ₃₁ (cm)	91.4	—	—	—	—	—	100.6	D ₃₁ =M ₀₃₁ /($\mu \cdot S_{31}$)
実効応力	σ_{21} (MPa)	2.39	—	—	—	⑥ケース: 2.09 ⑦ケース: 2.25	2.39	2.40	$\sigma_{21}=(D_{21}/W_{21})/(D_{21}/W_{21}) \times \Delta \sigma_{21}$ 壇ほか(2002)	

断層パラメータ 2/3

■ F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-V断層による地震の断層パラメータ(地震動評価ケース: ①, ②, ④~⑨)

断層パラメータ(その2)

項目	①基本震源モデル ②破壊開始点			不確かさを考慮したケース					設定根拠	
				④破壊伝播速度	⑤すべり角	⑥アスベリティ (一塊: 横長) ⑦アスベリティ (一塊: 縦長)	⑧中越沖地震の 短周期レベル	⑨断層位置		
セグメント全体	断層評価長さ	L_2	(km)	30	—	—	—	—	34	追加地質調査結果に基づき設定
	断層上端長さ	—	(km)	30.48	—	—	—	—	34.72	断層評価長さ及び断層傾斜角に基づき設定
	断層下端長さ	—	(km)	34.76	—	—	—	—	41.19	断層評価長さ及び断層傾斜角に基づき設定
	面積	S_2	(km^2)	625.3	—	—	—	—	727.6	$S_2=L_2 \times W$
	地震モーメント	M_{02}	(Nm)	3.71×10^{19}	—	—	—	—	4.93×10^{19}	$M_{02}=M_0 \times S_2^{1.5}/(S_1^{1.5}+S_2^{1.5})$
全アスベリティ	平均すべり量	D_2	(cm)	171.4	—	—	—	—	195.5	$D_2=M_{02}/(\mu \cdot S_2)$
	面積	S_{a2}	(km^2)	137.6	—	—	—	—	160.1	$S_{a2}=0.22 \times S_2$ Somerville et al.(1999)
	モデル面積	—	(km^2)	140.6	—	—	⑥ケース: 140.6 ⑦ケース: 138.5	140.6	161.9	—
	面積比(S_{a2}/S_2)	—	—	0.220	—	—	—	—	—	Somerville et al.(1999)に基づく断層面積に対するアスベリティ総面積の比
	地震モーメント	M_{0a2}	(Nm)	1.63×10^{19}	—	—	—	—	2.17×10^{19}	$M_{0a2}=\mu D_2 S_{a2}$
第一アスベリティ	平均すべり量	D_{a2}	(cm)	342.7	—	—	—	—	391.1	$D_{a2}=\xi \times D_2, \xi=2.0$
	応力降下量	$\Delta \sigma_{a2}$	(MPa)	14.1	—	—	—	—	—	$\Delta \sigma_{a2}=(S_2/S_{a2}) \times \Delta \sigma$ Madariaga(1979)
	面積	S_{a21}	(km^2)	100.0	—	—	—	100.0	116.4	$S_{a21}=S_{a2} \times (16/22)$ 入倉・三宅(2001)
	モデル面積	—	(km^2)	102.2	—	—	—	102.2	117.2	—
	地震モーメント	M_{0a21}	(Nm)	1.33×10^{19}	—	—	—	1.33×10^{19}	1.76×10^{19}	$M_{0a21}=M_{0a2} \times S_{a21}^{1.5}/(S_{a21}^{1.5}+S_{a22}^{1.5})$
第二アスベリティ	平均すべり量	D_{a21}	(cm)	383.3	—	—	—	383.3	437.3	$D_{a21}=M_{0a21}/(\mu \cdot S_{a21})$
	応力降下量	$\Delta \sigma_{a21}$	(MPa)	14.1	—	—	—	14.1	—	$\Delta \sigma_{a21}=\Delta \sigma_{a2}$
	面積	S_{a22}	(km^2)	37.5	—	—	—	37.5	43.7	$S_{a22}=S_{a2} \times (6/22)$ 入倉・三宅(2001)
	モデル面積	—	(km^2)	38.3	—	—	—	38.3	44.7	—
	地震モーメント	M_{0a22}	(Nm)	3.05×10^{18}	—	—	—	3.05×10^{18}	4.05×10^{18}	$M_{0a22}=M_{0a2} \times S_{a22}^{1.5}/(S_{a21}^{1.5}+S_{a22}^{1.5})$
背景領域	平均すべり量	D_{a22}	(cm)	234.7	—	—	—	234.7	267.8	$D_{a22}=M_{0a22}/(\mu \cdot S_{a22})$
	応力降下量	$\Delta \sigma_{a22}$	(MPa)	14.1	—	—	—	14.1	—	$\Delta \sigma_{a22}=\Delta \sigma_{a2}$
	面積	S_{a2}	(km^2)	487.7	—	—	—	—	567.5	$S_{a2}=S_2-S_{a2}$
	モデル面積	—	(km^2)	484.7	—	—	⑥ケース: 484.7 ⑦ケース: 486.8	484.7	565.7	—
	地震モーメント	M_{0a2}	(Nm)	2.08×10^{19}	—	—	—	—	2.76×10^{19}	$M_{0a2}=M_{02}-M_{0a21}$
実効応力	σ_{a2}	(MPa)	2.36	—	—	⑥ケース: 2.53 ⑦ケース: 2.64	2.36	2.55	$D_{a2}=M_{0a2}/(\mu \cdot S_{a2})$ ①,②,④,⑤,⑧,⑨ケース: $\sigma_{a2}=(D_{a2}/W_0) \cdot (\pi^{0.5}/D_{a2}) \cdot r_{a2} \cdot \sum \gamma_{a2}^2 \cdot \Delta \sigma_{a2}$ 壇ほか(2002) ⑥,⑦ケース: $\sigma_{a2}=(D_{a2}/W_0) \cdot (D_{a2}/W_{a2}) \times \Delta \sigma_{a2}$ 壇ほか(2002)	

断層パラメータ 3/3

■ F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震の断層パラメータ(地震動評価ケース: ③)

断層パラメータ

項目		③断層傾斜角	設定根拠	
断層基準点	F-Ⅲ断層(西端)	北緯 (°) 35.56 東経 (°) 132.89	追加地質調査結果に基づき設定	
	F-Ⅳ断層(西端)	北緯 (°) 35.56 東経 (°) 132.66	追加地質調査結果に基づき設定	
F-Ⅴ断層(西端)		北緯 (°) 35.56 東経 (°) 132.46	追加地質調査結果に基づき設定	
	F-Ⅲ断層	θ (°) 53.4	追加地質調査結果に基づき設定	
走向	F-Ⅳ断層	θ (°) 89.6	追加地質調査結果に基づき設定	
	F-Ⅴ断層	θ (°) 89.6	追加地質調査結果に基づき設定	
	断層評価長さ	L (km) 48	追加地質調査結果に基づき設定	
断層上端長さ	- (km) 49.87	断層評価長さ及び断層傾斜角に基づき設定		
断層下端長さ	- (km) 66.73	断層評価長さ及び断層傾斜角に基づき設定		
断層傾斜角	δ (°) 35	追加地質調査結果に基づき設定		
断層上端深さ	H (km) 2.0	地震発生層の検討結果に基づき設定		
断層幅	W (km) 31.5	地震発生層及び断層傾斜角の検討結果に基づき設定		
断層面積	S (km ²) 1836.5	S=L×W		
破壊伝播様式	-	放射状		
S波速度	Vs (m/s) 3570	地震基盤相当のS波速度から設定		
破壊伝播速度	Vr (m/s) 2570	Vr=0.72Vs Geller(1976)		
剛性率	μ (N/m ²) 3.47×10 ¹⁰	$\mu = \rho \times Vs^2$		
密度	ρ (kg/m ³) 2720	$\rho = 1.2475 \times 0.399Vp - 0.026Vp^2$, Vp=1.73Vs Ludwig et al.(1970)		
地震モーメント	M ₀ (Nm) 1.84×10 ²⁰	M ₀ =S×10 ¹⁷ Murotani et al.(2015)		
モーメントマグニチュード	M _w -	M _w =(LogM ₀ -9.1)/1.5 (Kanamori, 1977)		
気象庁マグニチュード	M	7.6	M=(LogL+2.9)/0.6 (松田, 1975)	
		8.2	M=(LogM ₀ -17.72)/1.17 (武村, 1990)	
平均すべり量	D (cm) 288.5	D=M ₀ /(μ S)		
平均応力降下量	$\Delta\sigma$ (MPa) 3.1	Fujii & Matsu'ura(2000)		
高周波連断限界周波数	fmax (Hz) 8.3	香川ほか(2003)		
短周期レベル	A (Nm/s ²) 3.01×10 ¹⁹	A=2.46×10 ¹⁷ ×M ₀ ^{1/3} 壇ほか(2001)		
Q値	-	72.0×f ^{1.08}		
西側セグメント	セグメント全体	断層評価長さ	L ₁ (km) 18	追加地質調査結果に基づき設定
		断層上端長さ	- (km) 18.00	断層評価長さ及び断層傾斜角に基づき設定
		断層下端長さ	- (km) 18.00	断層評価長さ及び断層傾斜角に基づき設定
		面積	S ₁ (km ²) 567.0	S ₁ =L ₁ ×W
		地震モーメント	M ₀₁ (Nm) 5.67×10 ¹⁹	M ₀₁ =M ₀ ×S ₁ /(S ₁ +S ₂)
		平均すべり量	D ₁ (cm) 288.5	D ₁ =M ₀₁ /(μ ×S ₁)
		すべり角	- (°) 180	現在の東西圧縮応力場, 断層走向及び断層周辺の主な地震のすべり角に基づき設定
	全アスぺリティ	面積	S ₂₁ (km ²) 124.7	S ₂₁ =0.22×S ₁ Somerville et al.(1999)
		モデル面積	- (km ²) 126.0	
		面積比(S ₂₁ /S ₁)	-	0.220
背景領域	地震モーメント	M ₀₂₁ (Nm) 2.49×10 ¹⁹	M ₀₂₁ = μ D ₂₁ S ₂₁	
	平均すべり量	D ₂₁ (cm) 576.9	D ₂₁ = ξ ×D ₁ , ξ =2.0	
	応力降下量	$\Delta\sigma_{21}$ (MPa) 14.1	$\Delta\sigma_{21}=(S_1/S_{21}) \times \Delta\sigma$ Madariaga(1979)	
	面積	S ₂₁ (km ²) 442.3	S ₂₁ =S ₁ -S ₂₁	
	モデル面積	- (km ²) 441.0		
地震モーメント	M ₀₂₁ (Nm) 3.18×10 ¹⁹	M ₀₂₁ =M ₀₁ -M ₀₂₁		
平均すべり量	D ₂₁ (cm) 207.1	D ₂₁ =M ₀₂₁ /(μ ×S ₂₁)		
実効応力	σ_{21} (MPa) 1.61	$\sigma_{21}=(D_{21}/W_{k1})/(D_{21}/W_{k1}) \times \Delta\sigma_{21}$ 壇ほか(2002)		

項目		③断層傾斜角	設定根拠	
東側セグメント	セグメント全体	断層評価長さ	L ₂ (km) 30	追加地質調査結果に基づき設定
		断層上端長さ	- (km) 31.87	断層評価長さ及び断層傾斜角に基づき設定
		断層下端長さ	- (km) 48.73	断層評価長さ及び断層傾斜角に基づき設定
		面積	S ₂ (km ²) 1269.5	S ₂ =L ₂ ×W
		地震モーメント	M ₀₂ (Nm) 1.27×10 ²⁰	M ₀₂ =M ₀ ×S ₂ /(S ₁ +S ₂)
		平均すべり量	D ₂ (cm) 288.5	D ₂ =M ₀₂ /(μ ×S ₂)
		すべり角	- (°) 180 | 150	現在の東西圧縮応力場, 断層走向及び断層周辺の主な地震のすべり角に基づき設定(左:F-Ⅳ, 右:F-Ⅲ)
	全アスぺリティ	面積	S ₂₂ (km ²) 279.3	S ₂₂ =0.22×S ₂ Somerville et al.(1999)
		モデル面積	- (km ²) 280.4	
		面積比(S ₂₂ /S ₂)	-	0.220
第一アスぺリティ	地震モーメント	M ₀₂₂ (Nm) 5.59×10 ¹⁹	M ₀₂₂ = μ D ₂₂ S ₂₂	
	平均すべり量	D ₂₂ (cm) 576.9	D ₂₂ = ξ ×D ₂ , ξ =2.0	
	応力降下量	$\Delta\sigma_{22}$ (MPa) 14.1	$\Delta\sigma_{22}=(S_2/S_{22}) \times \Delta\sigma$ Madariaga(1979)	
	面積	S ₂₂₁ (km ²) 203.1	S ₂₂₁ =S ₂₂ ×(16/22) 入倉・三宅(2001)	
	モデル面積	- (km ²) 204.8		
	地震モーメント	M ₀₂₂₁ (Nm) 4.54×10 ¹⁹	M ₀₂₂₁ =M ₀₂₂ ×S ₂₂₁ ^{1/5} /(S ₂₂₁ ^{1/5} +S ₂₂₂ ^{1/5})	
	平均すべり量	D ₂₂₁ (cm) 645.1	D ₂₂₁ =M ₀₂₂₁ /(μ ×S ₂₂₁)	
	応力降下量	$\Delta\sigma_{221}$ (MPa) 14.1	$\Delta\sigma_{221}=\Delta\sigma_{22}$	
	面積	S ₂₂₂ (km ²) 76.2	S ₂₂₂ =S ₂₂ ×(6/22) 入倉・三宅(2001)	
	モデル面積	- (km ²) 75.6		
第二アスぺリティ	地震モーメント	M ₀₂₂₂ (Nm) 1.04×10 ¹⁹	M ₀₂₂₂ =M ₀₂₂ ×S ₂₂₂ ^{1/5} /(S ₂₂₂ ^{1/5} +S ₂₂₂₁ ^{1/5})	
	平均すべり量	D ₂₂₂ (cm) 395.1	D ₂₂₂ =M ₀₂₂₂ /(μ ×S ₂₂₂)	
	応力降下量	$\Delta\sigma_{222}$ (MPa) 14.1	$\Delta\sigma_{222}=\Delta\sigma_{22}$	
背景領域	面積	S ₂₂ (km ²) 990.2	S ₂₂ =S ₂ -S ₂₂	
	モデル面積	- (km ²) 989.1		
	地震モーメント	M ₀₂₂ (Nm) 7.11×10 ¹⁹	M ₀₂₂ =M ₀₂₂₁ -M ₀₂₂₂	
	平均すべり量	D ₂₂ (cm) 207.1	D ₂₂ =M ₀₂₂ /(μ ×S ₂₂)	
実効応力	σ_{22} (MPa) 2.05	$\sigma_{22}=(D_{22}/W_{k2}) \times (\pi^{0.5}/D_{22}) \times f_{k2} \times \sum \gamma_{k2}^2 \times \Delta\sigma_{22}$ 壇ほか(2002)		

応答スペクトルの適用性検討

- F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震の応答スペクトルに基づく地震動評価においては、Mを松田(1975)により算定するが、念のため、安全側に設定した地震発生層に基づく断層面積により算出した地震モーメントを用い、武村(1990)により算定したケースについても検討した結果、耐専式で設定されている極近距離との関係から、基本震源モデル(松田(1975)及び武村(1990)によりMを算定)及び断層傾斜角の不確かさを考慮したケース(松田(1975)によりMを算定)に耐専式を適用し、その他のケースは適用範囲外と判断した。
- 耐専式の評価としては、内陸地殻内地震のため、Noda et al.(2002)による内陸補正を考慮して地震動レベルを低減できるが、本評価では安全側の評価として内陸補正を考慮せずに実施する。なお、耐専式を適用範囲外としたケースについては、断層モデルを用いた手法による地震動評価により検討する。

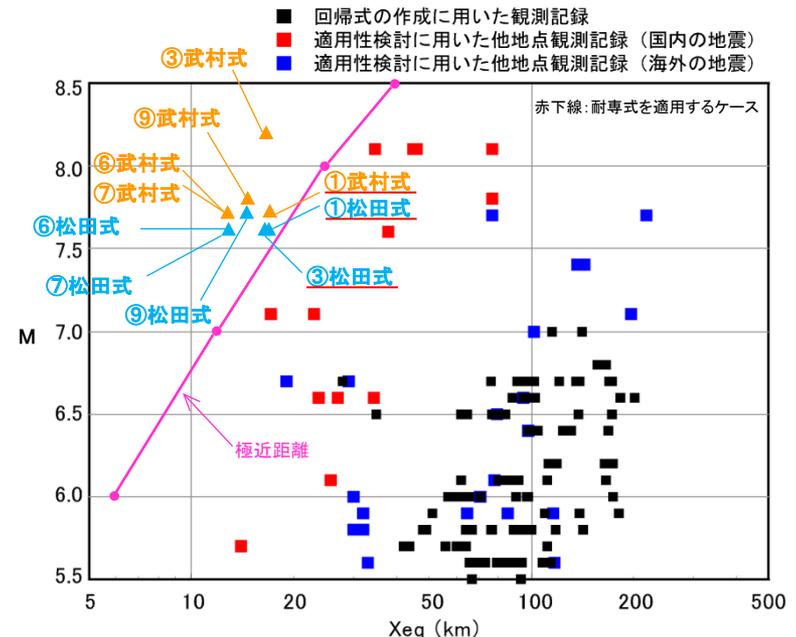
F-Ⅲ～F-Ⅴ断層による地震の諸元(M及びXeq)

地震動評価ケース	M		Xeq (km)
	松田式※1	武村式※2	
①基本震源モデル	7.6	7.7	17.3
③断層傾斜角の不確かさを考慮したケース	7.6	8.2	16.7
⑥アスペリティの不確かさを考慮したケース(一塊:横長)	7.6	7.7	13.1
⑦アスペリティの不確かさを考慮したケース(一塊:縦長)	7.6	7.7	13.2
⑨断層位置の不確かさを考慮したケース	7.7	7.8	15.0

※1 松田(1975)による断層長さとの関係式により算定

※2 武村(1990)による地震モーメントとの関係式により算定

赤下線: 耐専式を適用するケース

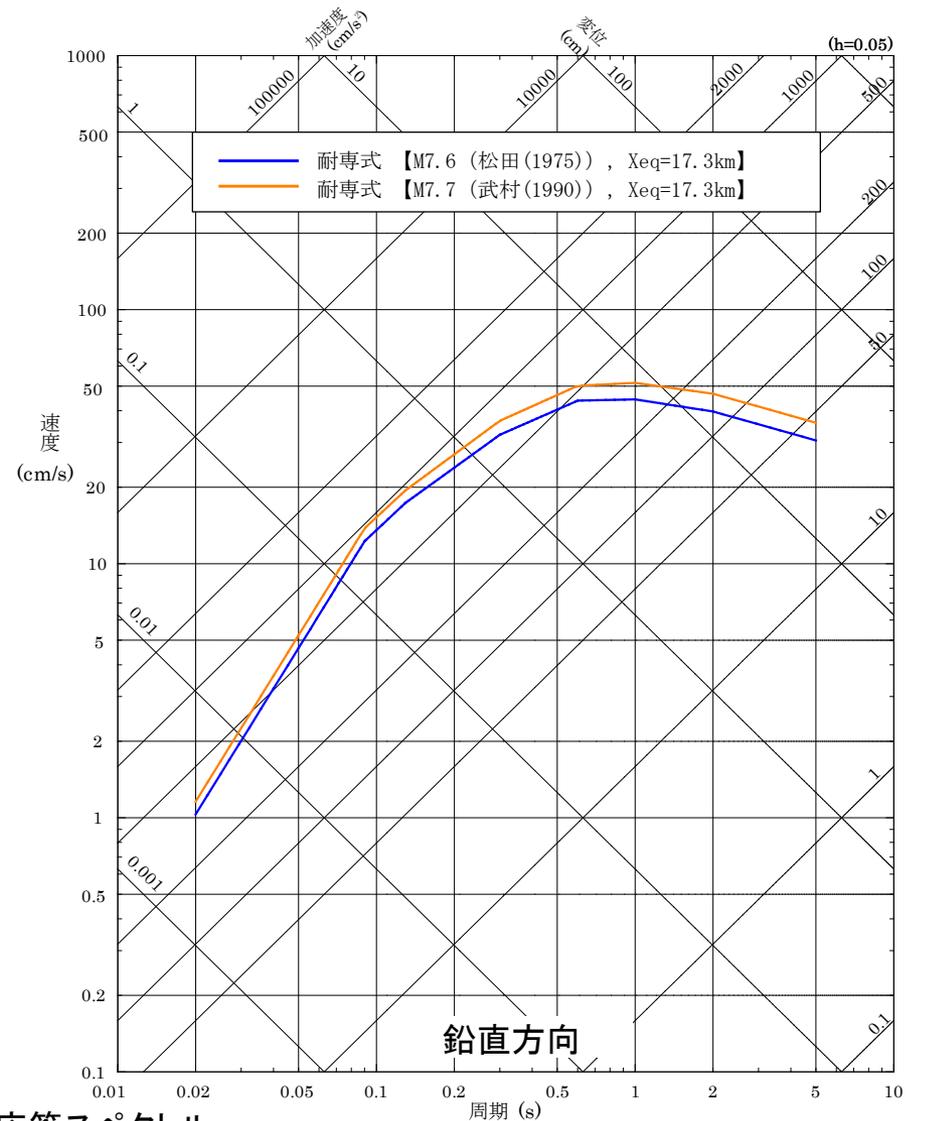
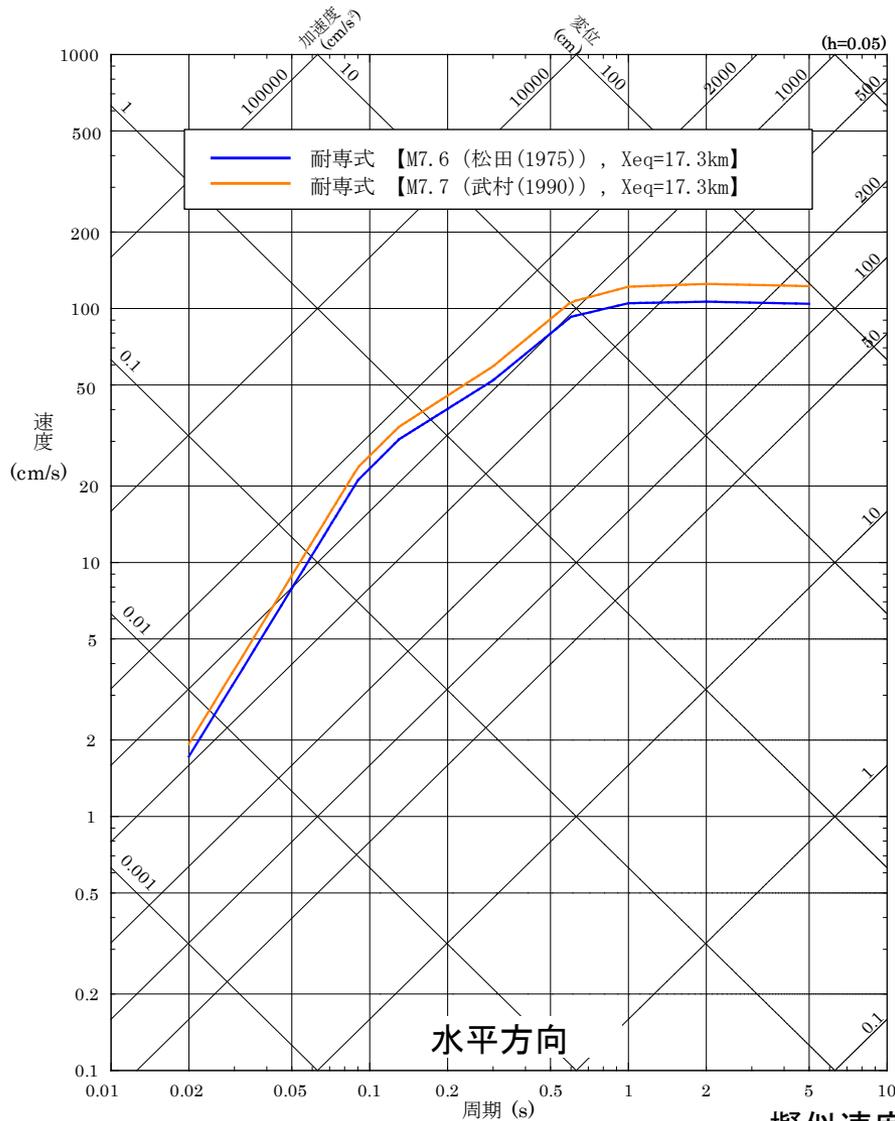


[平成21年5月22日原安委意見交換会資料(東京電力)に一部加筆。]

地震データの比較(M及び等価震源距離Xeq)

応答スペクトルの評価結果 1/2

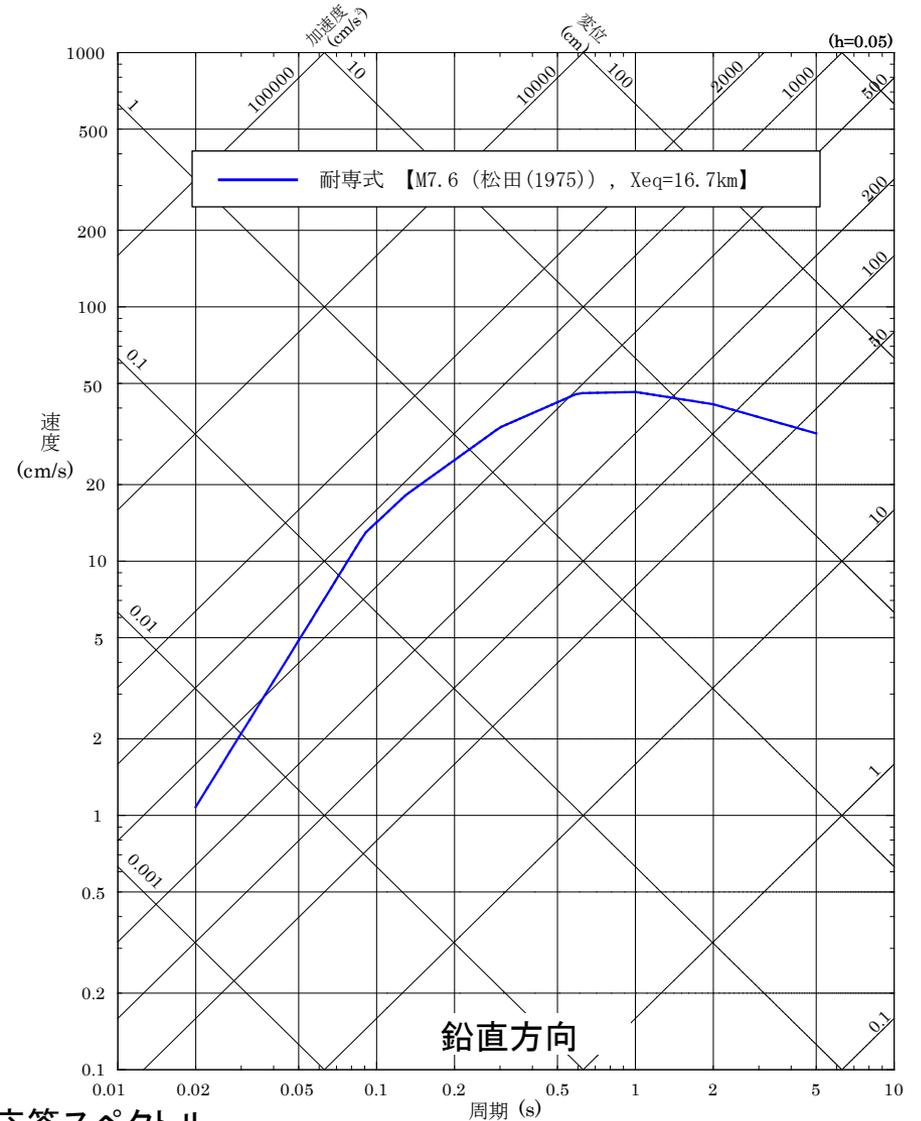
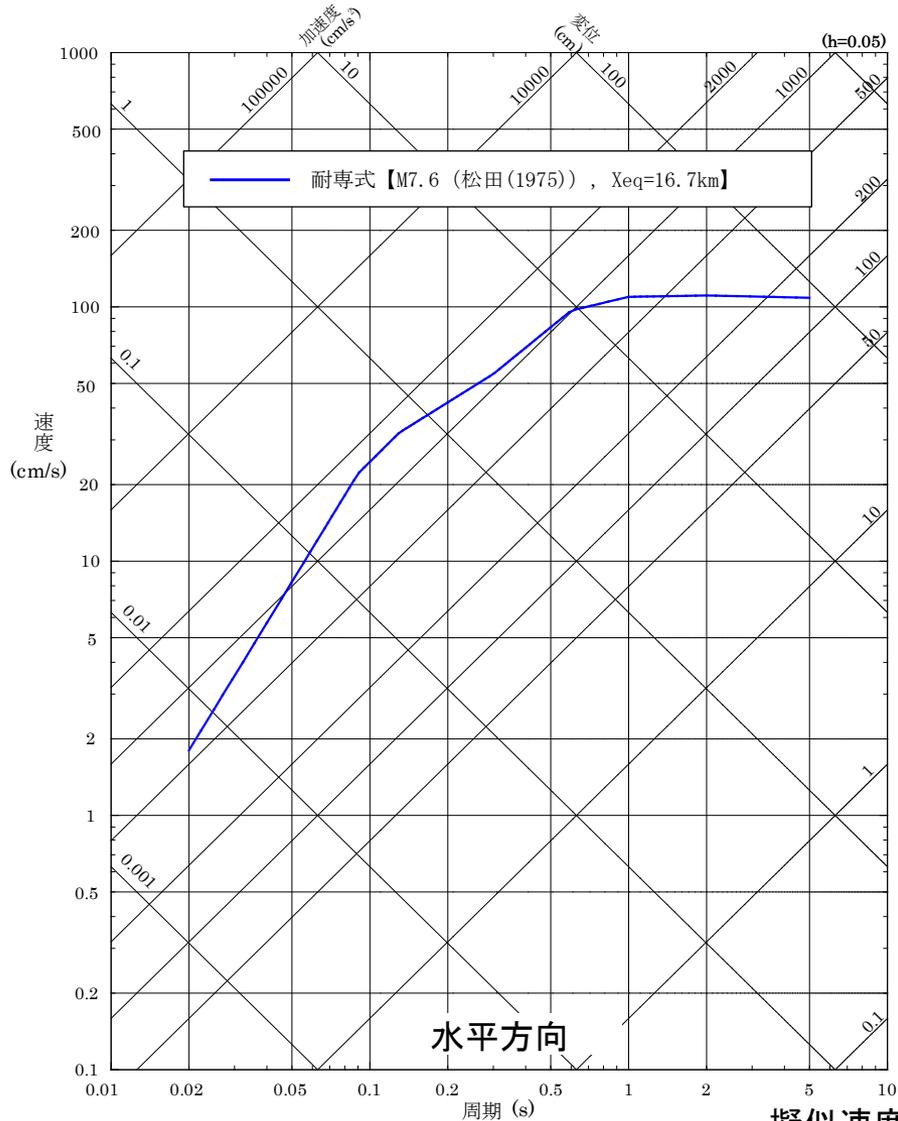
■ F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果 (①基本震源モデル)



擬似速度応答スペクトル

応答スペクトルの評価結果 2/2

■ F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果
 (③断層傾斜角の不確かさを考慮したケース)



擬似速度応答スペクトル

断層モデルの評価結果

■ F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震の断層モデルによる地震動評価結果(全評価ケース)

