

大間原子力発電所審査資料	
資料番号	OM1-CA129-R02
提出年月日	2020年11月16日

大間原子力発電所
地下構造の評価について
(コメント回答 その2)

2020年11月

電源開発株式会社

大間原子力発電所
地下構造の評価について
(コメント回答 その2)

2020年11月16日
電源開発株式会社

○ 「第615回審査会合」及び「第646回審査会合」での資料の誤りに関わる対応を踏まえ、本資料にて過去の審査会合資料を引用する際の注記を下記のとおりとする。

・ 右上の注記

再掲：過去の審査会合資料を、そのまま引用する場合

一部修正：過去の審査会合資料の内容を、一部修正する場合

誤りを修正：過去の審査会合資料の誤りを、正しい記載とする場合

・ 左下の注記

修正した誤りの内容を記載（誤りの修正がある場合）

指摘事項

本資料でご説明



・本資料では、地下構造の評価に係る下表の指摘事項について回答する。

No.	項目	指摘時期	コメント内容	該当箇所
S3-11	地下構造モデルを用いた解析	第822回会合 (R2.1.17)	<p>大間層内のせん断波速度のコントラストや敷地北側のデイスイト等、解放基盤表面より浅部の構造が地震動に与える影響を確認したいので、第2.2章の地下構造モデルを用いた解析に、以下の検討等を加え説明すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・T.P.-260m以下も含めた三次元地下構造モデルにリッカー波を入力した解析を行い、炉心位置の解放基盤表面のT.P.-260m及び原子炉建屋の支持地盤に近い位置とされているT.P.-7.5mの位置で、一次元水平成層モデルの最大振幅値との比較を行うこと。 ・炉心位置の水平成層モデルについて、S波速度、密度及びQ値を明記すること。 	<p>本編資料 2.2.1 P.2-54 本編資料 2.2.4 P.2-128～2-200, 2-203～2-215 本編資料 2.2.5 P.2-217 補足説明資料 2-8, 2-9, 2-10, 2-11</p>
S3-12	基盤の地震動を評価する位置	第822回会合 (R2.1.17)	<p>解放基盤表面、基盤の地震動を評価する位置、鉛直アレイ地震観測点の関係を、以下の内容を含めて整理のうえ、地震動の策定方針を説明すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・T.P.-230m(基盤の地震動を評価する位置)で策定した地震動をT.P.-260m(解放基盤表面)へ入力することとした考え方。 ・統計的グリーン関数法及び経験的グリーン関数法で用いる地下構造モデルの設定の考え方。 ・吉田ほか(2005)の知見を踏まえた検討の模式図における基盤の地震動を評価する位置と、解放基盤表面との関係。 	<p>本編資料 5.1 P.5-3～5-8 補足説明資料 5-1, 5-2, 5-14</p>
S3-13	地震観測記録	第822回会合 (R2.1.17)	<p>基準化スペクトルに基づく検討に関して、以下について要因を分析し説明すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・南側の観測点において、高周波側で持ち上がる傾向が見られる要因。 ・基盤位置における検討において、基準化スペクトルに見られる山谷の要因。 	<p>本編資料 3.2.2 P.3-20, 3-22～3-26 補足説明資料 3-5</p>
S3-14	地震観測記録	第822回会合 (R2.1.17)	<p>異なる深度の応答スペクトル比に基づく検討について、以下の検討等を加え説明すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1秒～2秒付近の変動が2倍程度に増幅している要因。 ・スペクトル比にする前のT.P.-207.5m及びT.P.-7.5mそれぞれの位置で得られた地震観測記録。 	<p>本編資料 3.2.3 P.3-35～3-38 補足説明資料 3-7 机上配布資料 2章</p>
S3-15	地震観測記録	第822回会合 (R2.1.17)	<p>地震観測を実施しているのはT.P.-207.5mであり、この位置における検討が重要であると考えている。第5.2.5章で実施した「Noda et al.(2002)の手法による地震動を指標とした検討」及び第3.2.2章で実施した「基盤位置における検討」について、T.P.-207.5mの位置で実施すること。</p>	<p>本編資料 3.2.2 P.3-19 本編資料 5.2.5 P.5-23, 5-24</p>

大間原子力発電所の地下構造について、地質調査及び地球物理学的調査、地下構造モデルを用いた解析、観測記録による地下構造評価を行うことにより、水平成層仮定が成り立つことを確認した上で、一次元地下構造モデルを作成した。

コメント回答の骨子

- (S3-11) 二次元FEMモデル及び三次元差分法モデルを用いた、リッカー波を入力波とした解析により、敷地の大間層内のせん断波速度のコントラストや敷地北側のデイサイト等の解放基盤表面より浅部の地下構造が、解放基盤表面を設定する深さ及び原子炉建屋の支持地盤に近い位置における地震動に影響を及ぼすものではないことを示す。
- (S3-12) 解放基盤表面を設定した位置と、基盤の地震動を評価する位置との関係を示した上で、基盤の地震動を評価する位置で評価した地震動を解放基盤表面における地震動として適用する考え方、及び地下構造モデルの設定の考え方も含めて、解放基盤表面における地震動評価方針を示す。
- (S3-13) 南側の観測点において、基準化スペクトルの高振動数側の持ち上がりが見られるのは、表土による影響と考えられることを示す。また、基盤位置における基準化スペクトルに山谷が見られるのは、基準観測点のはぎとり解析の影響が強調されているものと考えられることを示す。
- (S3-14) 異なる深度の応答スペクトル比の周期1秒～2秒付近が2程度になっているのは、応答スペクトル比の分母となるT.P.-207.5m位置が地盤応答の節になる周期で、この位置の観測記録の応答スペクトルに谷が生じていることによるものであることを示す。
- (S3-15) 基準化スペクトルに基づく検討及びNoda et al.(2002)の手法による地震動を指標とした検討について、地震観測位置(T.P.-207.5m)における検討を行い、基盤の地震動を評価する位置(T.P.-230m)における評価と同様の傾向となることを示す。

目次

1. 地震動評価に用いる地下構造モデルの作成の流れ
 2. 地質調査及び地球物理学的調査による地下構造評価
 - 2.1 地質調査及び地球物理学的調査
 - 2.1.1 調査項目
 - 2.1.2 広域地下構造調査(概査)
 - 2.1.2.1 調査の内容
 - 2.1.2.2 敷地周辺の地質調査
 - 2.1.2.3 重力探査
 - 2.1.2.4 屈折法・反射法地震探査
 - 2.1.2.5 広域地下構造調査(概査)のまとめ
 - 2.1.3 敷地近傍地下構造調査(精査)
 - 2.1.3.1 調査の内容
 - 2.1.3.2 敷地及び敷地近傍における深部地下構造調査
 - 2.1.3.3 敷地における浅部地下構造調査
 - 2.1.3.4 敷地近傍地下構造調査(精査)のまとめ
 - 2.1.4 地質調査及び地球物理学的調査のまとめ
 - 2.2 地下構造モデルを用いた解析による検討
 - 2.2.1 検討項目
 - 2.2.2 三次元地下構造モデルの作成
 - 2.2.2.1 三次元地下構造モデルの作成手順
 - 2.2.2.2 三次元地下構造モデルの作成範囲
 - 2.2.2.3 三次元地下構造モデルの作成結果
 - 2.2.2.4 三次元地下構造モデルの妥当性の確認
 - 2.2.2.5 三次元地下構造モデルの作成のまとめ
 - 2.2.3 深部の地下構造の影響検討
 - 2.2.3.1 検討内容
 - 2.2.3.2 解析内容
 - 2.2.3.3 解析モデル
 - 2.2.3.4 解析結果 スナップショットによる分析
 - 2.2.3.5 解析結果 解放基盤表面における応答波形の分析
 - 2.2.3.6 深部の地下構造の影響検討のまとめ
 - 2.2.4 浅部の地下構造の影響検討
 - 2.2.4.1 検討項目
 - 2.2.4.2 二次元FEMモデルによる検討
 - 2.2.4.2.1 検討内容
 - 2.2.4.2.2 解析内容
 - 2.2.4.2.3 解析モデル
 - 2.2.4.2.4 解析結果 スナップショットによる分析
 - 2.2.4.2.5 解析結果 解放基盤表面の設定深さにおける応答波形の分析
 - 2.2.4.2.6 解析結果 原子炉建屋の支持地盤に近い位置における応答波形の分析
 - 2.2.4.2.7 二次元FEMモデルによる検討のまとめ
 - 2.2.4.3 三次元差分法モデルによる確認
 - 2.2.4.3.1 検討内容
 - 2.2.4.3.2 解析内容
 - 2.2.4.3.3 解析モデル
 - 2.2.4.3.4 解析結果 解放基盤表面の設定深さにおける応答波形の比較
 - 2.2.4.3.5 解析結果 原子炉建屋の支持地盤に近い位置における応答波形の比較
 - 2.2.4.3.6 三次元差分法モデルによる確認のまとめ
 - 2.2.4.4 浅部の地下構造の影響検討のまとめ
 - 2.2.5 地下構造モデルを用いた解析による検討のまとめ
 - 2.3 地質調査及び地球物理学的調査による地下構造評価のまとめ
3. 観測記録による地下構造評価
 - 3.1 検討項目
 - 3.2 地震観測記録による検討
 - 3.2.1 地震動のH/Vスペクトル比に基づく検討
 - 3.2.2 基準化スペクトルに基づく検討
 - 3.2.3 異なる深度の応答スペクトル比に基づく検討
 - 3.2.4 KiK-net観測点との応答スペクトル比に基づく検討
 - 3.3 常時微動観測記録による検討
 - 3.4 観測記録による地下構造評価のまとめ
4. 地下構造評価のまとめ
5. 一次元地下構造モデルの作成
 - 5.1 解放基盤表面における地震動評価の方針に係る検討
 - 5.2 浅部地下構造モデルの作成
 - 5.2.1 浅部地下構造モデルの作成フロー
 - 5.2.2 最適化地盤モデル(浅部)の作成
 - 5.2.3 最適化地盤モデル(浅部)の妥当性の検証
 - 5.2.4 浅部地下構造モデルの設定
 - 5.2.5 解放基盤表面における地震動の特徴
 - 5.3 深部地下構造モデルの作成
 - 5.3.1 深部地下構造モデルの作成フロー
 - 5.3.2 最適化地盤モデル(深部)の作成
 - 5.3.3 最適化地盤モデル(深部)の妥当性の検証
 - 5.3.4 深部地下構造モデルの設定
 - 5.3.5 深部地下構造モデルの妥当性の検証
 - 5.4 一次元地下構造モデルの作成のまとめ
6. まとめ

目次

1. 地震動評価に用いる地下構造モデルの作成の流れ
2. 地質調査及び地球物理学的調査による地下構造評価
 - 2.1 地質調査及び地球物理学的調査
 - 2.1.1 調査項目
 - 2.1.2 広域地下構造調査(概査)
 - 2.1.2.1 調査の内容
 - 2.1.2.2 敷地周辺の地質調査
 - 2.1.2.3 重力探査
 - 2.1.2.4 屈折法・反射法地震探査
 - 2.1.2.5 広域地下構造調査(概査)のまとめ
 - 2.1.3 敷地近傍地下構造調査(精査)
 - 2.1.3.1 調査の内容
 - 2.1.3.2 敷地及び敷地近傍における深部地下構造調査
 - 2.1.3.3 敷地における浅部地下構造調査
 - 2.1.3.4 敷地近傍地下構造調査(精査)のまとめ
 - 2.1.4 地質調査及び地球物理学的調査のまとめ
 - 2.2 地下構造モデルを用いた解析による検討
 - 2.2.1 検討項目
 - 2.2.2 三次元地下構造モデルの作成
 - 2.2.2.1 三次元地下構造モデルの作成手順
 - 2.2.2.2 三次元地下構造モデルの作成範囲
 - 2.2.2.3 三次元地下構造モデルの作成結果
 - 2.2.2.4 三次元地下構造モデルの妥当性の確認
 - 2.2.2.5 三次元地下構造モデルの作成のまとめ
 - 2.2.3 深部の地下構造の影響検討
 - 2.2.3.1 検討内容
 - 2.2.3.2 解析内容
 - 2.2.3.3 解析モデル
 - 2.2.3.4 解析結果 スナップショットによる分析
 - 2.2.3.5 解析結果 解放基盤表面における応答波形の分析
 - 2.2.3.6 深部の地下構造の影響検討のまとめ
 - 2.2.4 浅部の地下構造の影響検討
 - 2.2.4.1 検討項目
 - 2.2.4.2 二次元FEMモデルによる検討
 - 2.2.4.2.1 検討内容
 - 2.2.4.2.2 解析内容
 - 2.2.4.2.3 解析モデル
 - 2.2.4.2.4 解析結果 スナップショットによる分析
 - 2.2.4.2.5 解析結果 解放基盤表面の設定深さにおける応答波形の分析
 - 2.2.4.2.6 解析結果 原子炉建屋の支持地盤に近い位置における応答波形の分析
 - 2.2.4.2.7 二次元FEMモデルによる検討のまとめ
 - 2.2.4.3 三次元差分法モデルによる確認
 - 2.2.4.3.1 検討内容
 - 2.2.4.3.2 解析内容
 - 2.2.4.3.3 解析モデル
 - 2.2.4.3.4 解析結果 解放基盤表面の設定深さにおける応答波形の比較
 - 2.2.4.3.5 解析結果 原子炉建屋の支持地盤に近い位置における応答波形の比較
 - 2.2.4.3.6 三次元差分法モデルによる確認のまとめ
 - 2.2.4.4 浅部の地下構造の影響検討のまとめ
 - 2.2.5 地下構造モデルを用いた解析による検討のまとめ
 - 2.3 地質調査及び地球物理学的調査による地下構造評価のまとめ
3. 観測記録による地下構造評価
 - 3.1 検討項目
 - 3.2 地震観測記録による検討
 - 3.2.1 地震動のH/Vスペクトル比に基づく検討
 - 3.2.2 基準化スペクトルに基づく検討
 - 3.2.3 異なる深度の応答スペクトル比に基づく検討
 - 3.2.4 KiK-net観測点との応答スペクトル比に基づく検討
 - 3.3 常時微動観測記録による検討
 - 3.4 観測記録による地下構造評価のまとめ
4. 地下構造評価のまとめ
5. 一次元地下構造モデルの作成
 - 5.1 解放基盤表面における地震動評価の方針に係る検討
 - 5.2 浅部地下構造モデルの作成
 - 5.2.1 浅部地下構造モデルの作成フロー
 - 5.2.2 最適化地盤モデル(浅部)の作成
 - 5.2.3 最適化地盤モデル(浅部)の妥当性の検証
 - 5.2.4 浅部地下構造モデルの設定
 - 5.2.5 解放基盤表面における地震動の特徴
 - 5.3 深部地下構造モデルの作成
 - 5.3.1 深部地下構造モデルの作成フロー
 - 5.3.2 最適化地盤モデル(深部)の作成
 - 5.3.3 最適化地盤モデル(深部)の妥当性の検証
 - 5.3.4 深部地下構造モデルの設定
 - 5.3.5 深部地下構造モデルの妥当性の検証
 - 5.4 一次元地下構造モデルの作成のまとめ
6. まとめ

1. 地震動評価に用いる地下構造モデルの作成の流れ



地質調査及び地球物理学的調査による地下構造評価 (2章)

地質調査及び地球物理学的調査 (2.1節)

- 地質構造と速度構造の把握

(2.1.2項)

広域地下構造調査(概査)

- 敷地周辺の地質調査
- 重力探査
- 屈折法地震探査(陸域, 海域)
- 陸海連続弾性波探査

(2.1.3項)

敷地近傍地下構造調査(精査)

- 地表地質調査, ボーリング調査
- 深部ボーリング調査
- 反射法地震探査
- オフセットVSP探査

地震基盤の確認

解放基盤表面の設定

地下構造モデルを用いた解析による検討 (2.2節)

- 深部の地下構造の不整形性が, 解放基盤表面における地震動に及ぼす影響について確認
- 浅部の地下構造の影響の確認

(2.2.2項)

三次元地下構造モデルの作成 (2.2.3項)

- ジョイントインバージョン解析
- モデル作成に用いたデータとの整合性及び観測記録との整合性の確認

(2.2.4項)

深部の地下構造の影響検討

- 深部の二次元不整形FEMモデルによる検討

浅部の地下構造の影響検討

- 浅部の構造を加えた二次元FEMモデルによる検討
- 三次元差分法モデルによる確認

← 浅部の影響がないことを確認

地下構造評価のまとめ (4章)

水平成層仮定が成り立つことの確認

一次元地下構造モデルの作成 (5章)

解放基盤表面における地震動評価の方針に係る検討 (5.1節)

浅部地下構造モデルの作成 (5.2節)

- 最適化地盤モデル(浅部)の作成(5.2.2項)

最適化地盤モデル(浅部)の妥当性の検証 (5.2.3項)

- 観測記録のシミュレーション解析

- 浅部地下構造モデルの設定(5.2.4項)

解放基盤表面における地震動の特徴 (5.2.5項)

- Noda et al.(2002)の手法による地震動を指標とした検討

深部地下構造モデルの作成 (5.3節)

- 最適化地盤モデル(深部)の作成(5.3.2項)

最適化地盤モデル(深部)の妥当性の検証 (5.3.3項)

- スペクトルインバージョン解析
- 微動アレイ観測
- 地震波干渉法

- 深部地下構造モデルの設定(5.3.4項)

深部地下構造モデルの妥当性の検証 (5.3.5項)

- 文献によるモホ面の深さとの比較

観測記録による地下構造評価 (3章)

地震観測記録による検討 (3.2節)

- 地震波の到来方向別の増幅特性の比較

常時微動観測記録による検討 (3.3節)

- 敷地内の観測点ごとの増幅特性の比較

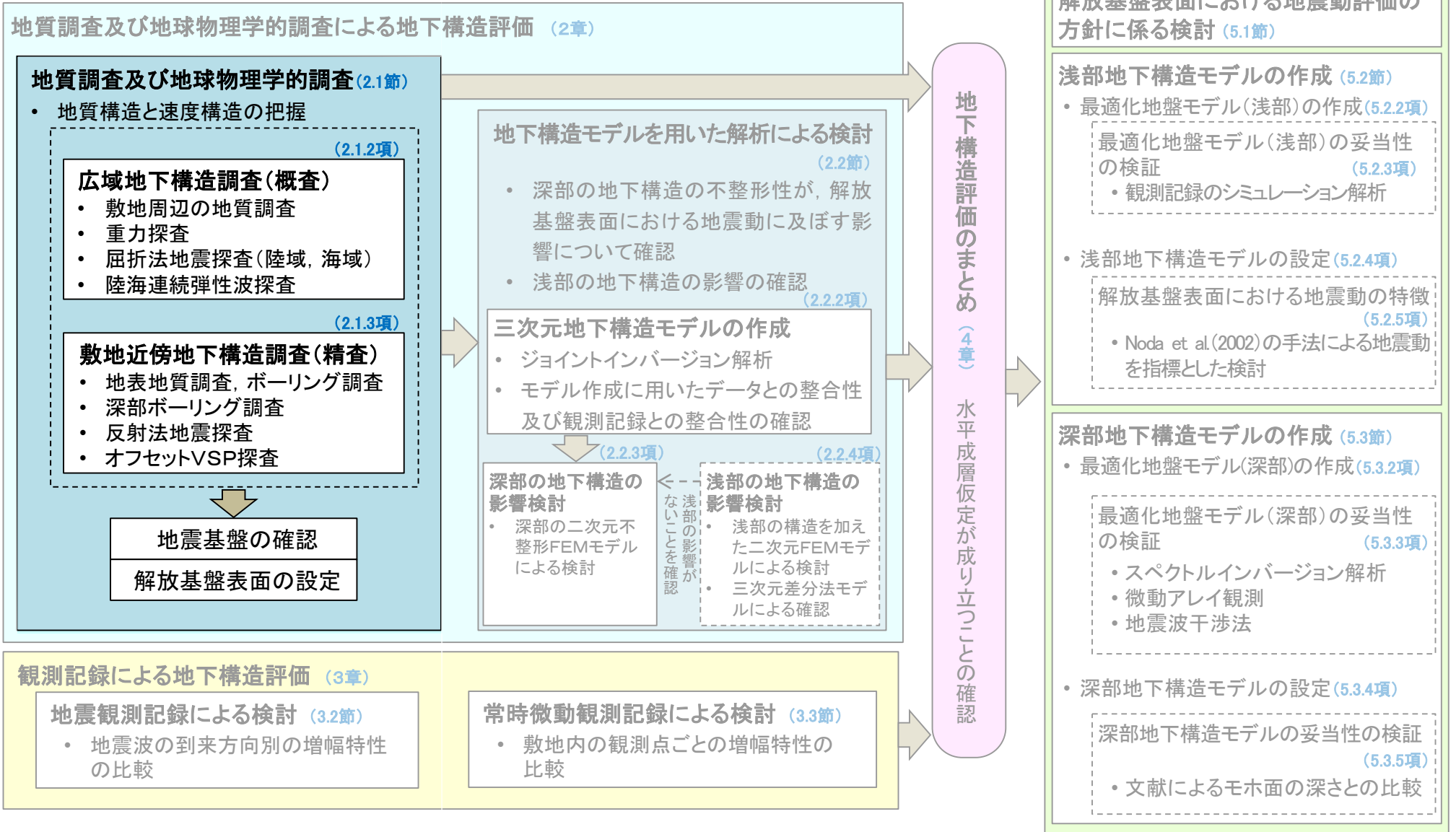
敷地の地下構造について、地質調査及び地球物理学的調査、調査結果を反映した三次元地下構造モデルを作成の上行った深部構造の不整形性の影響評価、並びに観測記録による評価結果のいずれについても、水平成層仮定が成り立つことを確認した上で、地震動評価に用いる一次元地下構造モデルを作成した。

目次

1. 地震動評価に用いる地下構造モデルの作成の流れ
2. 地質調査及び地球物理学的調査による地下構造評価
 - 2.1 地質調査及び地球物理学的調査
 - 2.1.1 調査項目
 - 2.1.2 広域地下構造調査(概査)
 - 2.1.2.1 調査の内容
 - 2.1.2.2 敷地周辺の地質調査
 - 2.1.2.3 重力探査
 - 2.1.2.4 屈折法・反射法地震探査
 - 2.1.2.5 広域地下構造調査(概査)のまとめ
 - 2.1.3 敷地近傍地下構造調査(精査)
 - 2.1.3.1 調査の内容
 - 2.1.3.2 敷地及び敷地近傍における深部地下構造調査
 - 2.1.3.3 敷地における浅部地下構造調査
 - 2.1.3.4 敷地近傍地下構造調査(精査)のまとめ
 - 2.1.4 地質調査及び地球物理学的調査のまとめ
 - 2.2 地下構造モデルを用いた解析による検討
 - 2.2.1 検討項目
 - 2.2.2 三次元地下構造モデルの作成
 - 2.2.2.1 三次元地下構造モデルの作成手順
 - 2.2.2.2 三次元地下構造モデルの作成範囲
 - 2.2.2.3 三次元地下構造モデルの作成結果
 - 2.2.2.4 三次元地下構造モデルの妥当性の確認
 - 2.2.2.5 三次元地下構造モデルの作成のまとめ
 - 2.2.3 深部の地下構造の影響検討
 - 2.2.3.1 検討内容
 - 2.2.3.2 解析内容
 - 2.2.3.3 解析モデル
 - 2.2.3.4 解析結果 スナップショットによる分析
 - 2.2.3.5 解析結果 解放基盤表面における応答波形の分析
 - 2.2.3.6 深部の地下構造の影響検討のまとめ
 - 2.2.4 浅部の地下構造の影響検討
 - 2.2.4.1 検討項目
 - 2.2.4.2 二次元FEMモデルによる検討
 - 2.2.4.2.1 検討内容
 - 2.2.4.2.2 解析内容
 - 2.2.4.2.3 解析モデル
 - 2.2.4.2.4 解析結果 スナップショットによる分析
 - 2.2.4.2.5 解析結果 解放基盤表面の設定深さにおける応答波形の分析
 - 2.2.4.2.6 解析結果 原子炉建屋の支持地盤に近い位置における応答波形の分析
 - 2.2.4.2.7 二次元FEMモデルによる検討のまとめ
 - 2.2.4.3 三次元差分法モデルによる確認
 - 2.2.4.3.1 検討内容
 - 2.2.4.3.2 解析内容
 - 2.2.4.3.3 解析モデル
 - 2.2.4.3.4 解析結果 解放基盤表面の設定深さにおける応答波形の比較
 - 2.2.4.3.5 解析結果 原子炉建屋の支持地盤に近い位置における応答波形の比較
 - 2.2.4.3.6 三次元差分法モデルによる確認のまとめ
 - 2.2.4.4 浅部の地下構造の影響検討のまとめ
 - 2.2.5 地下構造モデルを用いた解析による検討のまとめ
 - 2.3 地質調査及び地球物理学的調査による地下構造評価のまとめ
3. 観測記録による地下構造評価
 - 3.1 検討項目
 - 3.2 地震観測記録による検討
 - 3.2.1 地震動のH/Vスペクトル比に基づく検討
 - 3.2.2 基準化スペクトルに基づく検討
 - 3.2.3 異なる深度の応答スペクトル比に基づく検討
 - 3.2.4 KiK-net観測点との応答スペクトル比に基づく検討
 - 3.3 常時微動観測記録による検討
 - 3.4 観測記録による地下構造評価のまとめ
4. 地下構造評価のまとめ
5. 一次元地下構造モデルの作成
 - 5.1 解放基盤表面における地震動評価の方針に係る検討
 - 5.2 浅部地下構造モデルの作成
 - 5.2.1 浅部地下構造モデルの作成フロー
 - 5.2.2 最適化地盤モデル(浅部)の作成
 - 5.2.3 最適化地盤モデル(浅部)の妥当性の検証
 - 5.2.4 浅部地下構造モデルの設定
 - 5.2.5 解放基盤表面における地震動の特徴
 - 5.3 深部地下構造モデルの作成
 - 5.3.1 深部地下構造モデルの作成フロー
 - 5.3.2 最適化地盤モデル(深部)の作成
 - 5.3.3 最適化地盤モデル(深部)の妥当性の検証
 - 5.3.4 深部地下構造モデルの設定
 - 5.3.5 深部地下構造モデルの妥当性の検証
 - 5.4 一次元地下構造モデルの作成のまとめ
6. まとめ



本節における説明箇所



地質調査及び地球物理学的調査の項目

敷地周辺、並びに敷地及び敷地近傍の地下構造を三次元的に把握し、地震基盤の位置、形状を確認するとともに、敷地の解放基盤表面を設定するために、以下の調査を行った。

(1) 広域地下構造調査(概査) (2.1.2項)

- 敷地周辺の地質調査
- 重力探査
- 屈折法地震探査(陸域, 海域)
- 陸海連続弾性波探査

敷地周辺(広域)の深部を含めた地質・地質構造と速度構造を確認。

(2) 敷地近傍地下構造調査(精査) (2.1.3項)

① 敷地及び敷地近傍における深部地下構造調査

- 地表地質調査
- 深部ボーリング調査(PS検層を含む)
- 反射法地震探査
- オフセットVSP探査

敷地及び敷地近傍における地質・地質構造及び速度構造を把握し、地震基盤を確認。

② 敷地における浅部地下構造調査

- ボーリング調査(PS検層を含む)
- 地表地質調査

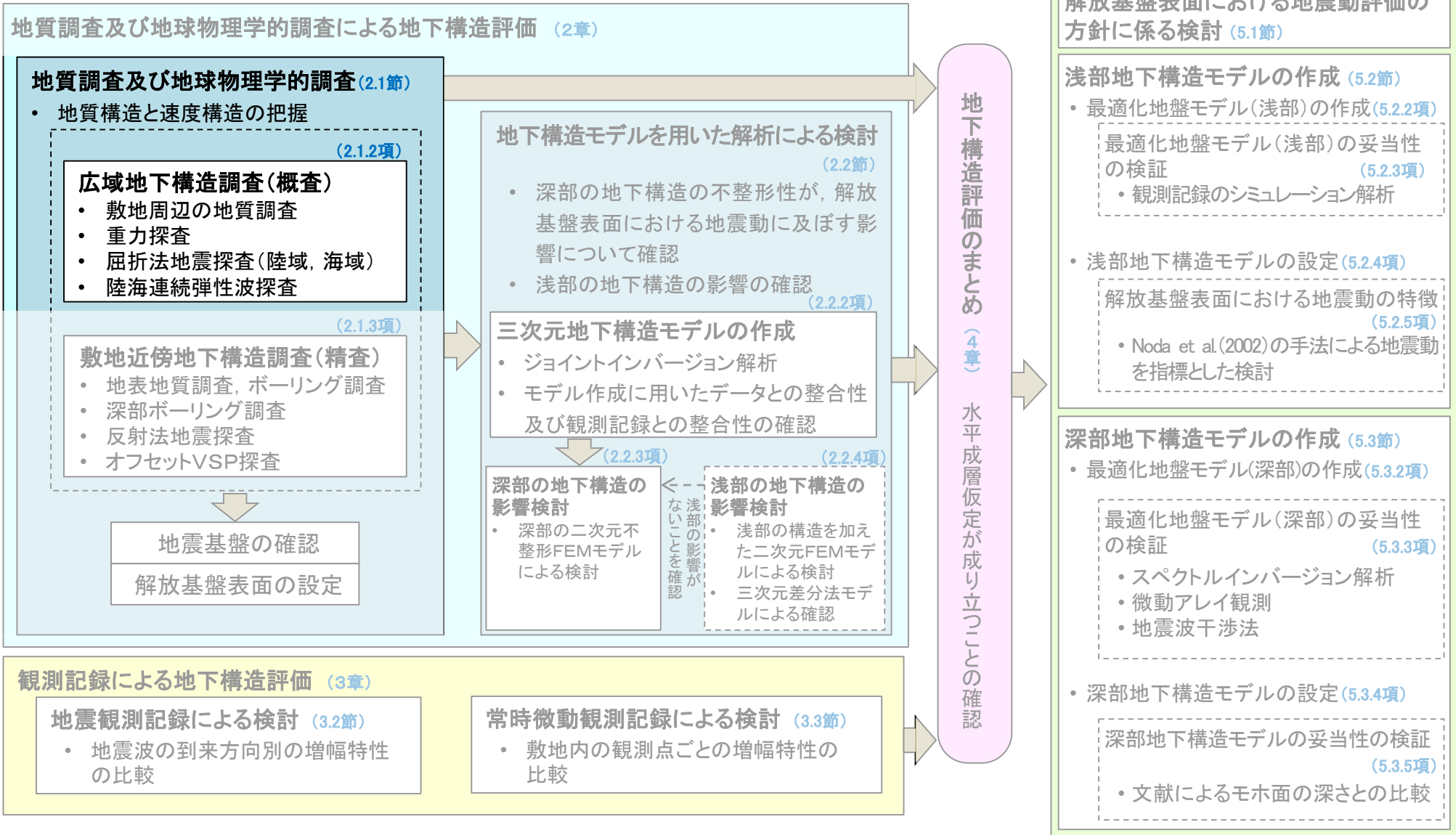
敷地における浅部の地質・地質構造及び速度構造を把握し、解放基盤表面を設定。

目次

1. 地震動評価に用いる地下構造モデルの作成の流れ
2. 地質調査及び地球物理学的調査による地下構造評価
 - 2.1 地質調査及び地球物理学的調査
 - 2.1.1 調査項目
 - 2.1.2 広域地下構造調査(概査)
 - 2.1.2.1 調査の内容
 - 2.1.2.2 敷地周辺の地質調査
 - 2.1.2.3 重力探査
 - 2.1.2.4 屈折法・反射法地震探査
 - 2.1.2.5 広域地下構造調査(概査)のまとめ
 - 2.1.3 敷地近傍地下構造調査(精査)
 - 2.1.3.1 調査の内容
 - 2.1.3.2 敷地及び敷地近傍における深部地下構造調査
 - 2.1.3.3 敷地における浅部地下構造調査
 - 2.1.3.4 敷地近傍地下構造調査(精査)のまとめ
 - 2.1.4 地質調査及び地球物理学的調査のまとめ
 - 2.2 地下構造モデルを用いた解析による検討
 - 2.2.1 検討項目
 - 2.2.2 三次元地下構造モデルの作成
 - 2.2.2.1 三次元地下構造モデルの作成手順
 - 2.2.2.2 三次元地下構造モデルの作成範囲
 - 2.2.2.3 三次元地下構造モデルの作成結果
 - 2.2.2.4 三次元地下構造モデルの妥当性の確認
 - 2.2.2.5 三次元地下構造モデルの作成のまとめ
 - 2.2.3 深部の地下構造の影響検討
 - 2.2.3.1 検討内容
 - 2.2.3.2 解析内容
 - 2.2.3.3 解析モデル
 - 2.2.3.4 解析結果 スナップショットによる分析
 - 2.2.3.5 解析結果 解放基盤表面における応答波形の分析
 - 2.2.3.6 深部の地下構造の影響検討のまとめ
 - 2.2.4 浅部の地下構造の影響検討
 - 2.2.4.1 検討項目
 - 2.2.4.2 二次元FEMモデルによる検討
 - 2.2.4.2.1 検討内容
 - 2.2.4.2.2 解析内容
 - 2.2.4.2.3 解析モデル
 - 2.2.4.2.4 解析結果 スナップショットによる分析
 - 2.2.4.2.5 解析結果 解放基盤表面の設定深さにおける応答波形の分析
 - 2.2.4.2.6 解析結果 原子炉建屋の支持地盤に近い位置における応答波形の分析
 - 2.2.4.2.7 二次元FEMモデルによる検討のまとめ
 - 2.2.4.3 三次元差分法モデルによる確認
 - 2.2.4.3.1 検討内容
 - 2.2.4.3.2 解析内容
 - 2.2.4.3.3 解析モデル
 - 2.2.4.3.4 解析結果 解放基盤表面の設定深さにおける応答波形の比較
 - 2.2.4.3.5 解析結果 原子炉建屋の支持地盤に近い位置における応答波形の比較
 - 2.2.4.3.6 三次元差分法モデルによる確認のまとめ
 - 2.2.4.4 浅部の地下構造の影響検討のまとめ
 - 2.2.5 地下構造モデルを用いた解析による検討のまとめ
 - 2.3 地質調査及び地球物理学的調査による地下構造評価のまとめ
3. 観測記録による地下構造評価
 - 3.1 検討項目
 - 3.2 地震観測記録による検討
 - 3.2.1 地震動のH/Vスペクトル比に基づく検討
 - 3.2.2 基準化スペクトルに基づく検討
 - 3.2.3 異なる深度の応答スペクトル比に基づく検討
 - 3.2.4 KiK-net観測点との応答スペクトル比に基づく検討
 - 3.3 常時微動観測記録による検討
 - 3.4 観測記録による地下構造評価のまとめ
4. 地下構造評価のまとめ
5. 一次元地下構造モデルの作成
 - 5.1 解放基盤表面における地震動評価の方針に係る検討
 - 5.2 浅部地下構造モデルの作成
 - 5.2.1 浅部地下構造モデルの作成フロー
 - 5.2.2 最適化地盤モデル(浅部)の作成
 - 5.2.3 最適化地盤モデル(浅部)の妥当性の検証
 - 5.2.4 浅部地下構造モデルの設定
 - 5.2.5 解放基盤表面における地震動の特徴
 - 5.3 深部地下構造モデルの作成
 - 5.3.1 深部地下構造モデルの作成フロー
 - 5.3.2 最適化地盤モデル(深部)の作成
 - 5.3.3 最適化地盤モデル(深部)の妥当性の検証
 - 5.3.4 深部地下構造モデルの設定
 - 5.3.5 深部地下構造モデルの妥当性の検証
 - 5.4 一次元地下構造モデルの作成のまとめ
6. まとめ



本節における説明箇所





広域地下構造調査(概査)の項目

敷地周辺(広域)の深部を含めた地質・地質構造と速度構造を確認するために、以下の調査を行った。

(1) 広域地下構造調査(概査) (2.1.2項)

- 敷地周辺の地質調査
- 重力探査
- 屈折法地震探査(陸域, 海域)
- 陸海連続弾性波探査

敷地周辺(広域)の深部を含めた地質・地質構造と速度構造を確認。

(2) 敷地近傍地下構造調査(精査) (2.1.3項)

①敷地及び敷地近傍における深部地下構造調査

- 地表地質調査
- 深部ボーリング調査(PS検層を含む)
- 反射法地震探査
- オフセットVSP探査

敷地及び敷地近傍における地質・地質構造及び速度構造を把握し、地震基盤を確認。

②敷地における浅部地下構造調査

- ボーリング調査(PS検層を含む)
- 地表地質調査

敷地における浅部の地質・地質構造及び速度構造を把握し、解放基盤表面を設定。

広域地下構造調査(概査)の範囲

広域地下構造調査(概査)の範囲の考え方

地震基盤から解放基盤までの三次元深部地下構造、地下構造の三次元不整形性等を適切に把握することを目的に、敷地を中心に半径20km～30kmを対象として、調査範囲を設定した。

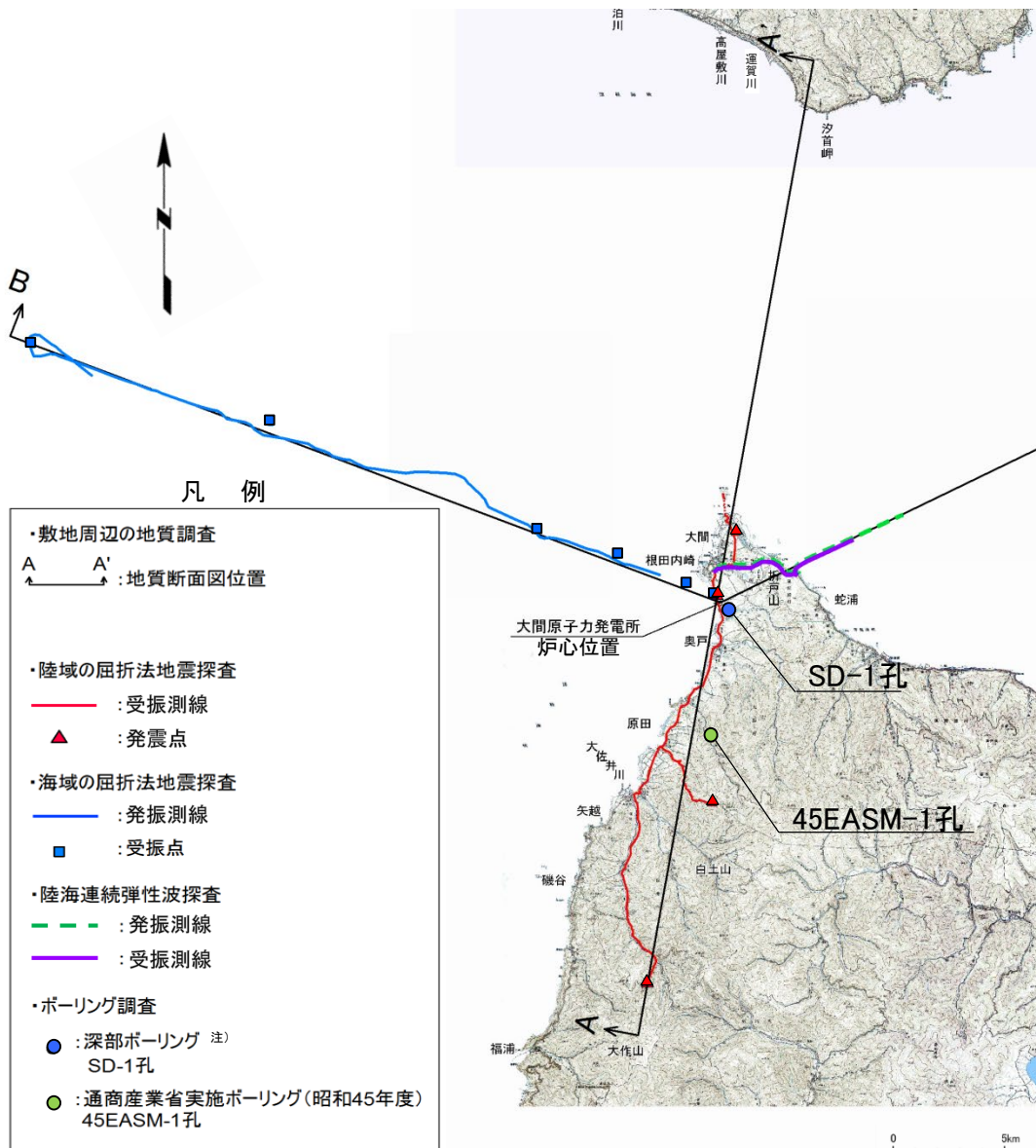
各方向の設定方法は、以下の通り。

- 【敷地南方】 敷地の南方において、地震基盤に相当する先新第三系の長浜層が地表で分布する地点から、敷地までの連続的な地質・地質構造と速度構造を把握することを目的に、敷地から南の方角に約20kmの調査範囲を設定した。
- 【敷地西方】 敷地の西方において、津軽海峡の北海道側沖合から、敷地までの連続的な地質・地質構造と速度構造を把握することを目的に、敷地から西北西の方角に約30kmの調査範囲を設定した。
- 【敷地北方】 敷地の北方において、北海道汐首岬に分布する先新第三系の戸井層と敷地の長浜層との連続性を確認することを目的に、敷地から北の方角に約20kmの調査範囲を設定した。
- 【敷地東方】 敷地の東方において、北海道汐首岬付近を中心とする重力値の高まりが南東側へ張り出す地点(P.2-13参照)から、敷地までの連続的な地質・地質構造と速度構造を把握することを目的に、敷地から東北東の方角に30kmの調査範囲を設定した。

広域地下構造調査(概査)の内容

敷地周辺の地質・地質構造調査の主な諸元

陸域の屈折法地震探査	測線長: 約25km
海域の屈折法地震探査	測線長: 約30km
陸海連続弾性波探査	測線長: 約7km
通商産業省実施ボーリング (昭和45年度) ¹⁾	掘削長: 約1,500m
重力探査	解析範囲: 140km×190km

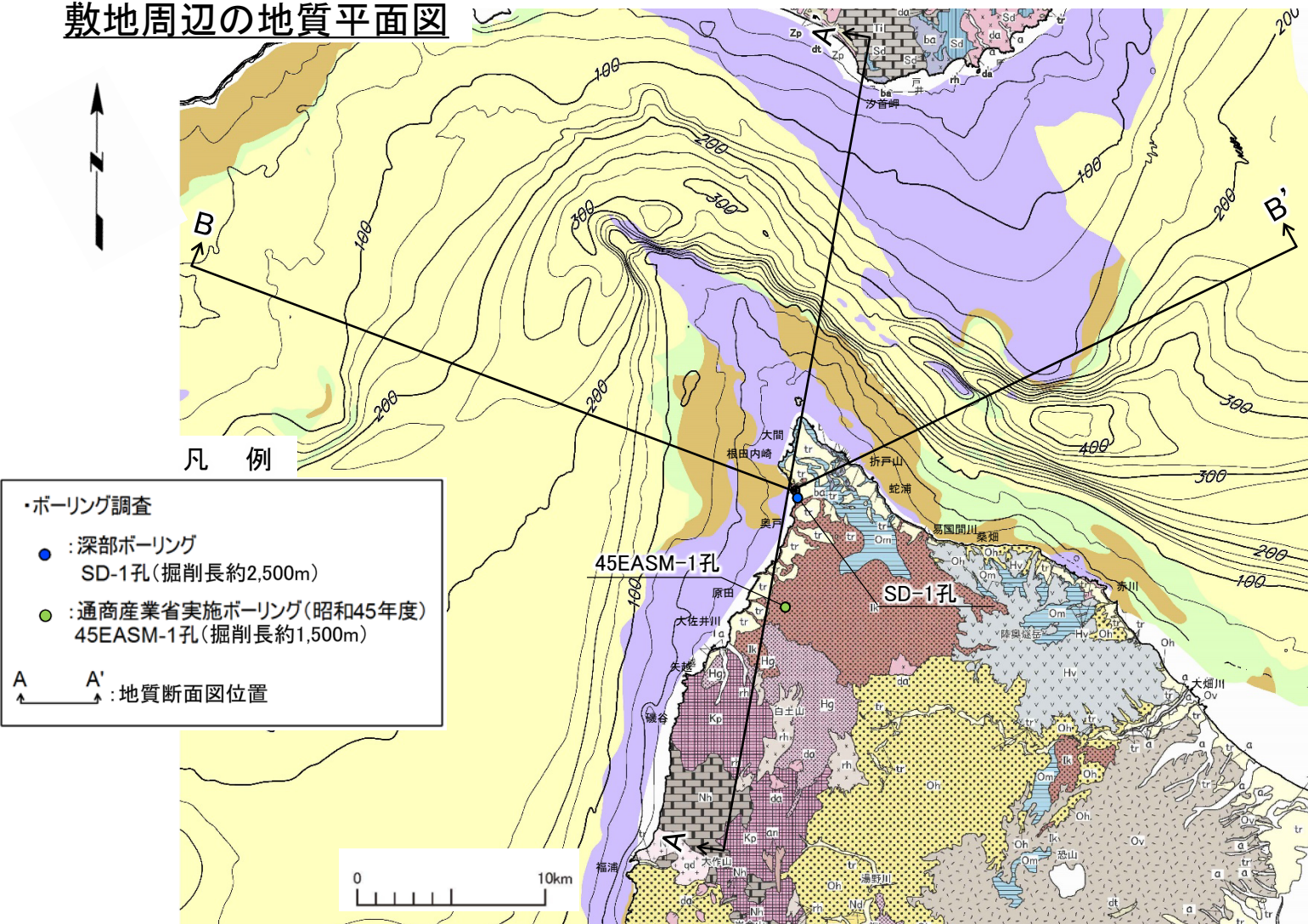


- 広域の地質・地質構造を把握するため、敷地周辺の地質調査、陸域及び海域の屈折法地震探査、陸海連続弾性波探査、重力探査を実施した。
- 南北方向の地質断面図については、陸域の屈折法地震探査の測線に沿って、南方より佐井村福浦～磯谷南方付近から敷地及び弁天島を通り、それより北側については、探査測線の延長線上に北海道汐首岬に至る延長約40kmのA-A'断面を作成した。
- 東西方向の地質断面図については、海域の屈折法地震探査の測線及び陸海連続弾性波探査の測線に沿って、敷地の西北西約30kmの沖合地点から敷地の東北東30kmの沖合地点までのB-B'断面を作成した。

注)深部ボーリングについては、「2.1.3 敷地近傍地下構造調査(精査)」にて説明。



敷地周辺の地質平面図



陸域地質平面図凡例

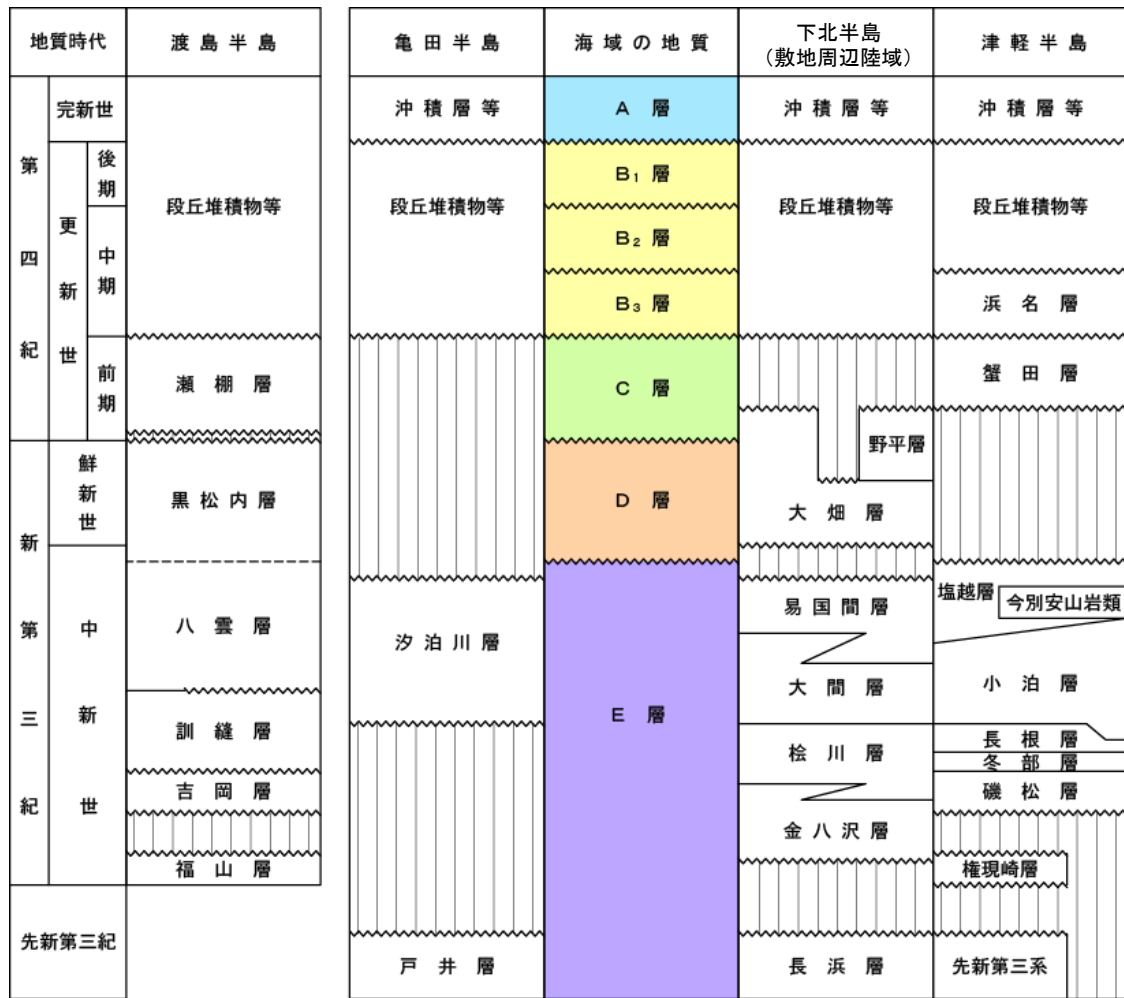
地質時代	地層名	記号
完新世	崖錐堆積物	△ dt △
	沖積層	a
第四紀	段丘堆積物	tr
	更新世	
	銭亀沢軽石流堆積物	> Zp <
	燧岳火山噴出物	> Hv <
	恐山火山噴出物	< Ov >
	於法岳火山噴出物	▲ Dv ▲
更新世・鮮新世	野平層	≡ Nd ≡
	大畑層	● Oh ●
新第三紀	中新世	
	易国間層	■ lk ■
	大間層	▬ Om ▬
	汐泊川層	▨ Sd ▨
	桧川層	■ Hg ■
	金八沢層	■ Kp ■
先新第三紀	長浜層	■ Nh ■
	戸井層	■ Tr ■
貫入岩	玄武岩	× ba ×
	安山岩	× an ×
	デイサイト	× da ×
	流紋岩	× rh ×
	石英閃緑岩	+ qd +
	地層境界	———

注) 海域の地質図の凡例は、P.2-10を参照。

- ・下北半島西部では、佐井村福浦～磯谷南方付近に先新第三系の長浜層が分布し、その長浜層から敷地のある北北東方向へ、金八沢層、桧川層、大間層及び易国間層が分布する。
- ・北海道側の汐首岬付近には、先新第三系の戸井層が分布する。



敷地周辺陸域と海域の地質層序



—— 整合 ~~~~~ 不整合 ——— 指交関係 - - - - 関係未詳 ||||| 地層欠如

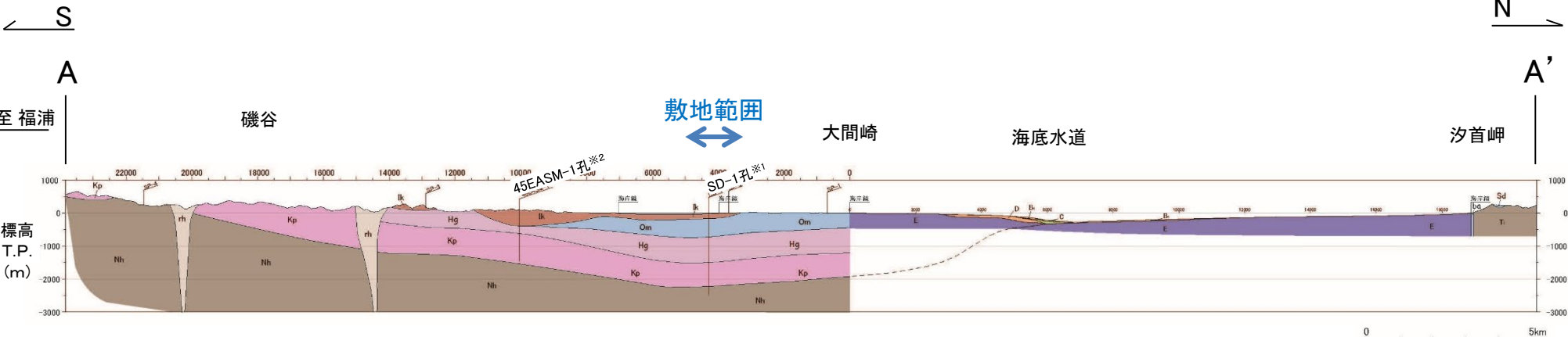
- 下北半島の海域における音響基盤であるE層は、陸域における先新第三系の長浜層及び新第三系中新統の金八沢層、桜川層、大間層、易国間層に該当する。
- 先新第三系の長浜層は、亀田半島の先新第三系の戸井層に相当する。



敷地周辺南北方向の地質断面図(A-A')

V.E.=1

N



ボーリングの凡例

SD-1孔※1 : 深部ボーリング (掘削長約2,500m)
45EASM-1孔※2: 通商産業省実施ボーリング(昭和45年度)
(掘削長約1,500m)

陸域地質断面図凡例

地質時代	地層名	記号
第四紀	沖積層	Q
	段丘堆積物など	
鮮新世	大畑層	Oh
	易国間層	Ik
新第三紀	大間層	Om
	汐泊川層	Sd
	桧川層	Hg
	金八沢層	Kp
先新第三紀	長浜層	Nh
貫入岩	戸井層	Ti
	流紋岩	rh
	玄武岩	ba
地質境界		

海域地質断面図凡例

A	A層
B	B層
C	C層
D	D層
E	E層
---(---) 地層境界(推定)	
※標高は音速度を1500m/secと仮定した場合の値を示す。	

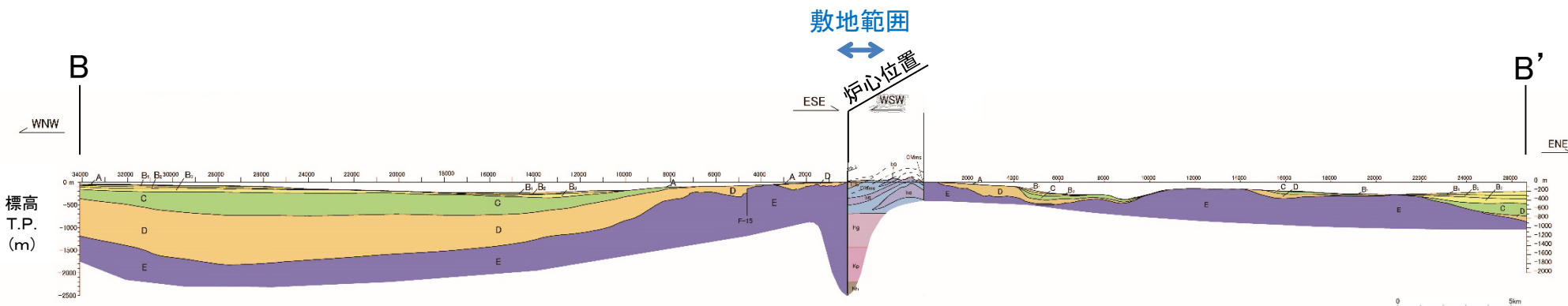
- 陸域の地表地質調査及びボーリング、並びに海域の音波探査記録の解析結果から、A-A'断面の地質断面図を作成した。
- 敷地より南方では、先新第三系の長浜層並びにそれを覆う新第三系中新統の金八沢層及び桧川層が、長浜層の地表に分布する地域から北方へ向かって約10°で傾斜するが、敷地及び敷地近傍では、おおむね水平成層構造となる。
- 北海道側の汐首岬付近及びそれより南側の海底水道までの海底に分布する先新第三系の戸井層が、南方に向かって傾斜するが、長浜層と連続し、敷地及び敷地近傍では、おおむね水平成層構造となる。
- 敷地内の深部ボーリングSD-1孔において、T.P.約-2,210m以深で長浜層を確認した(SD-1孔の柱状図はP.2-30にて説明)。

※1: SD-1孔の調査結果の詳細は、補足説明資料の「2-3」及び第822回審査会合資料 机上配布資料2の「1.」を参照。
 ※2: 45EASM-1孔の調査結果は、第822回審査会合資料 机上配布資料2の「2.」を参照。



敷地周辺東西方向の地質断面図(B-B')

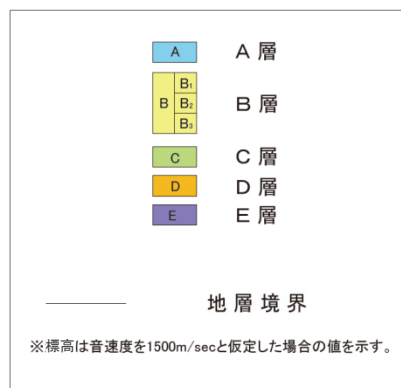
V.E.=2



陸域地質断面図凡例

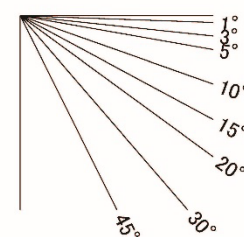
地質時代	地層名	記号
新第三紀 中新世	易国間層 安山岩質凝灰角礫岩	Iltb
	大間層 泥岩、頁岩	OMms
	桧川層	Hg
	金八沢層	Kp
	先新第三紀 長浜層	Nh
貫入岩	玄武岩	ba
地層境界(推定)		—(---)

海域地質断面図凡例

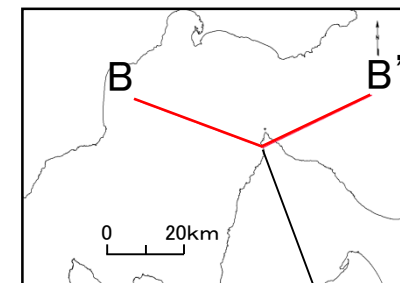


断面図内の傾斜角度

V.E. ≒ 2



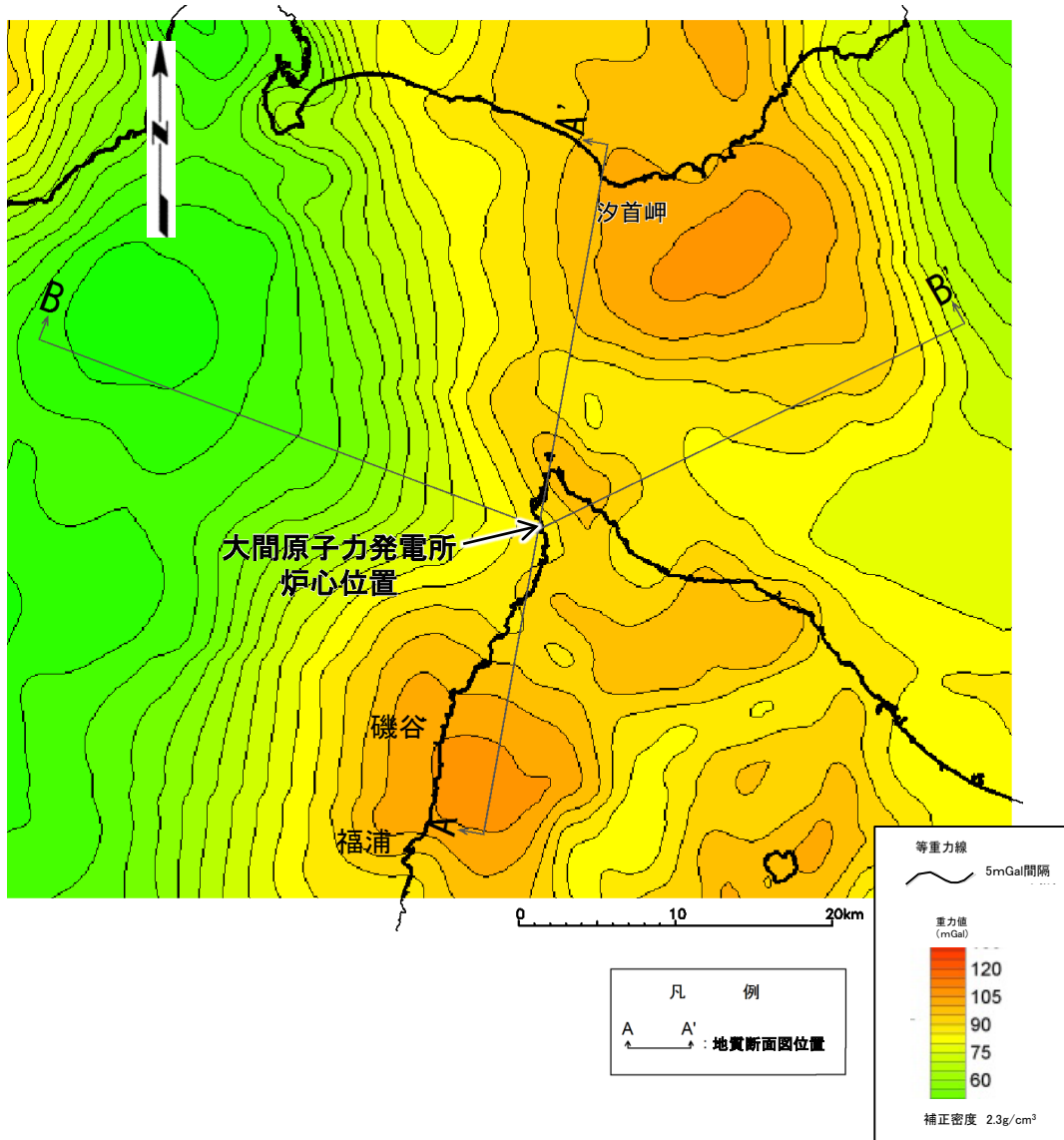
数字(角度)は水平・垂直比が1:1の傾斜角度



大間原子力発電所
炉心位置

- 音波探査記録の解析, 地表地質調査及びボーリング調査の結果から, B-B' 断面の地質断面図を作成した。
- 敷地西方の海域では, 新第三系中新統より下位の地層に対比するE層は, 津軽海峡中央付近で最も深く, 東へ向かうにつれて浅くなり, 敷地近傍ではおおむね水平となるとともに, その構造は, 敷地付近の陸域及び東方の海域に連続する。

敷地周辺のブーゲ異常分布図(下北半島北西部)



- 敷地の南方における重力は、佐井村福浦～磯谷付近で高重力異常を示し、これはP.2-9に示す先新第三系の長浜層が地表に分布する地域とおおむね一致する。佐井村福浦～磯谷より北方にかけては、重力値が徐々に低下し、おおむね一定値となり、敷地及び敷地近傍では大きな重力の異常は見られない。この傾向は、P.2-11に示す地質構造と調和的である。
- 敷地の北方及び東北東においては、汐首岬や汐首海脚に向かって重力値が上昇し、これはP.2-11及びP.2-12に示す先新第三系の地質構造と調和的である。
- 敷地の西北西の海域においては、敷地から重力値が低下する傾向にあるが、これはP.2-12に示すE層が津軽海峡中央付近に向かって傾斜し、その上にB, C, D層が堆積する構造と調和的である。

※：敷地周辺の重力探査の概要は、補足説明資料の「2-1」を参照。

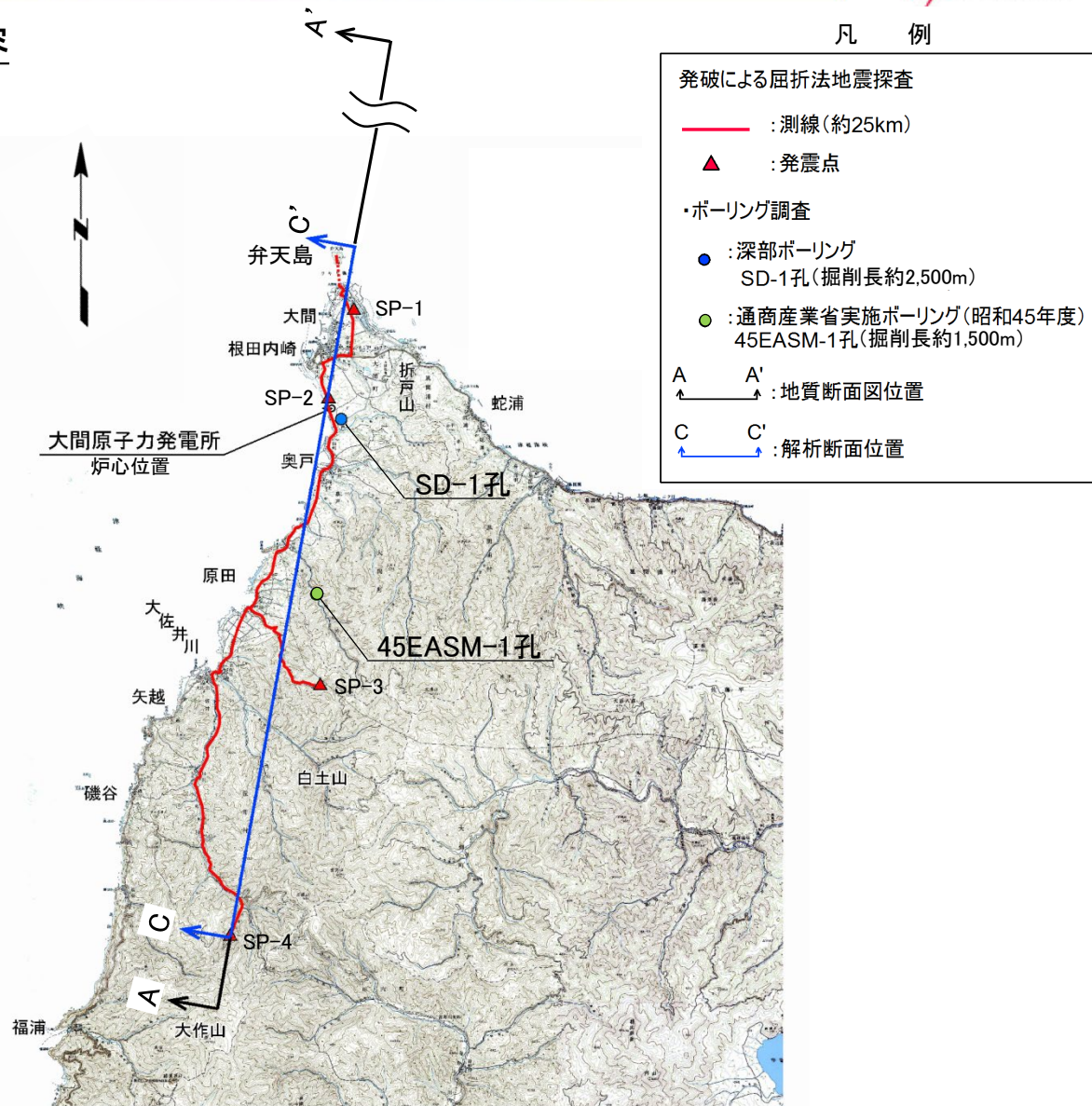
注) 左図は補足説明資料の「2-1」に示す重力探査の結果から、下北半島北西部を拡大して表示したものである。

敷地周辺陸域の屈折法地震探査の内容

陸域での屈折法地震探査の主な仕様

項目	仕様
測線長	約25km
震源	発破

- 広域での速度構造を把握することを目的に、敷地周辺陸域において、弁天島から佐井村南部に至る約25kmの測線で屈折法地震探査を行った。



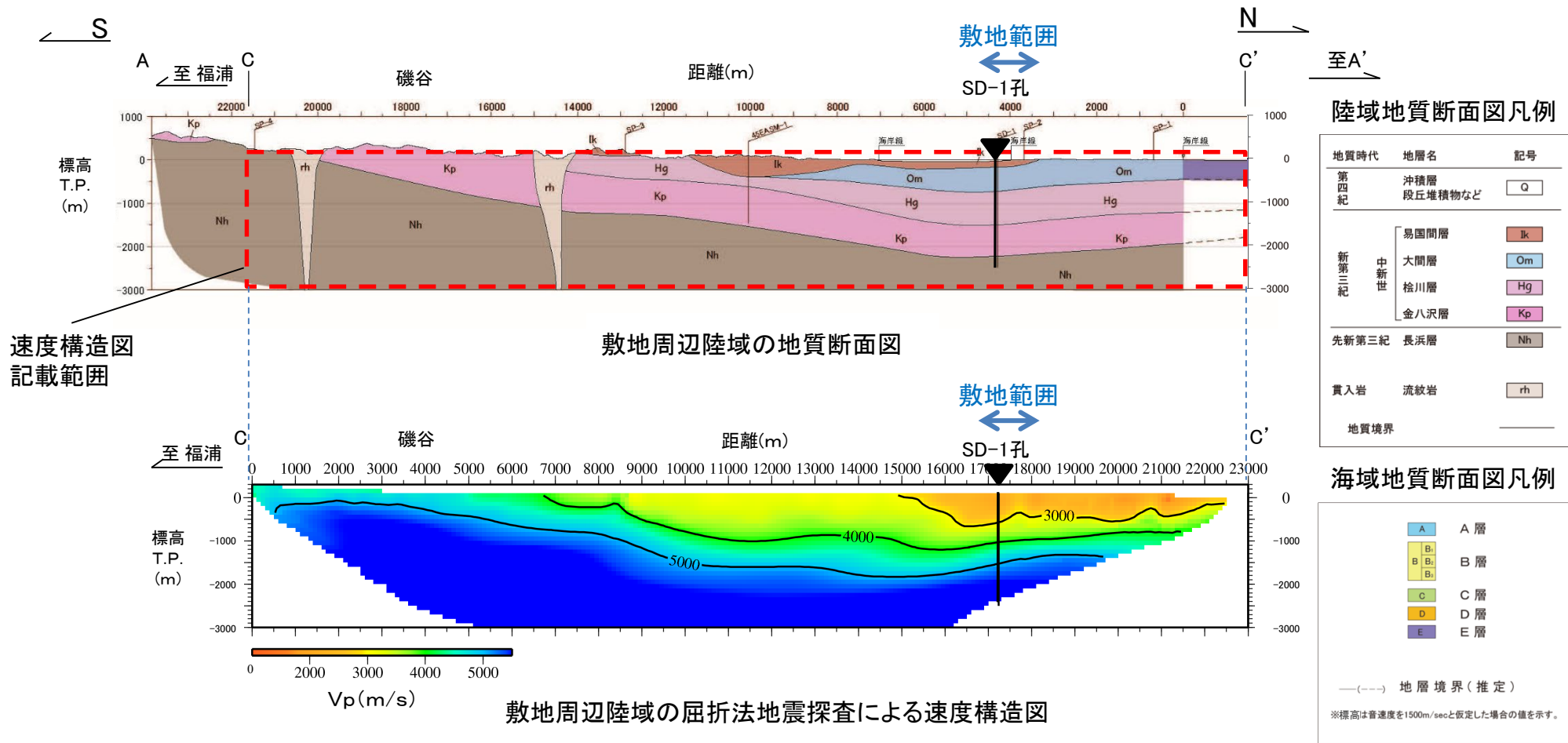
調査位置図



※ : 敷地周辺陸域の屈折法地震探査の内容は、補足説明資料の「2-2-2」を参照。
発震記録データは、第822回審査会合資料 机上配布資料3の「1.」を参照。

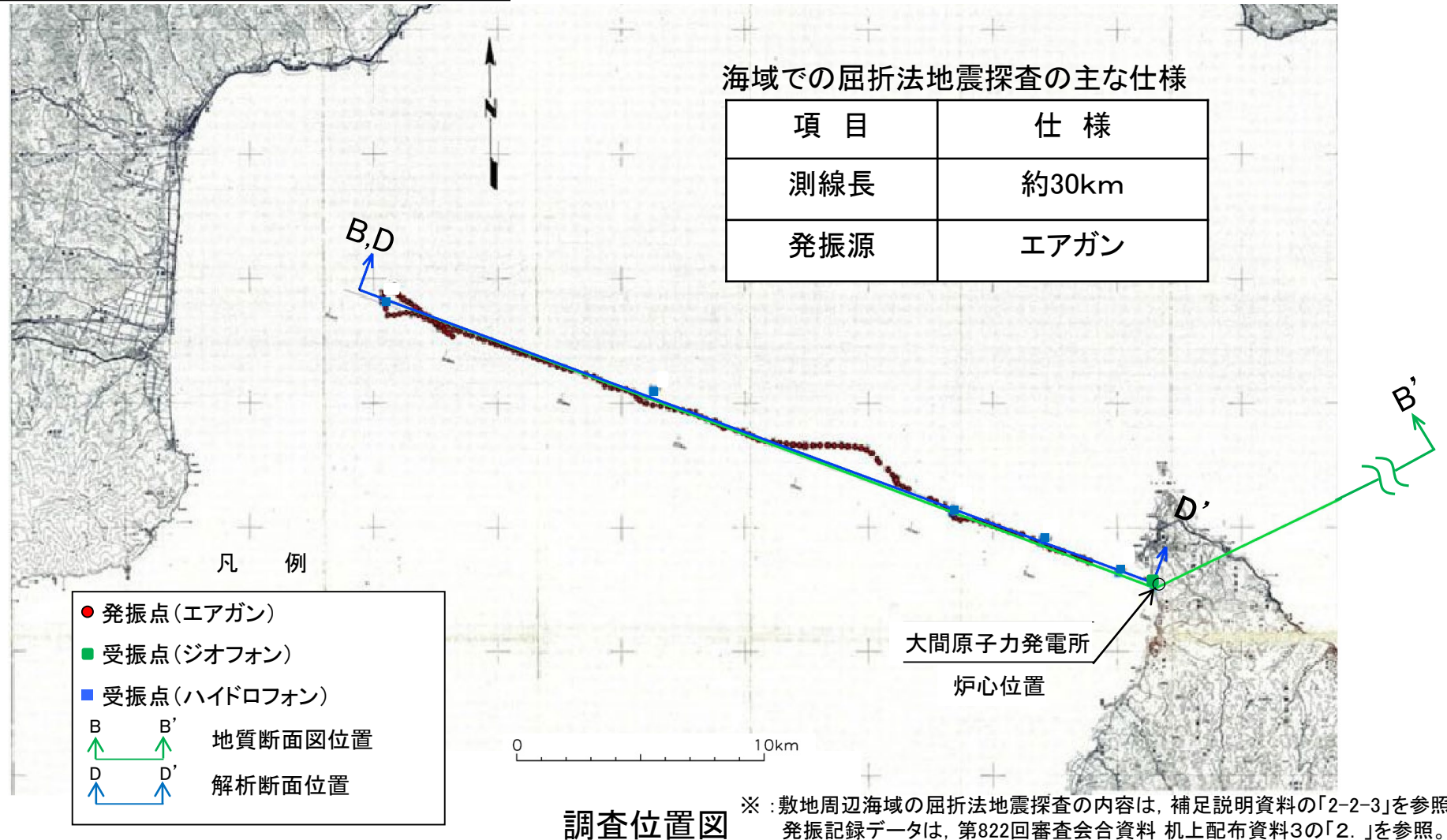


敷地周辺陸域の屈折法地震探査結果



- 屈折法地震探査による速度構造は、佐井村福浦～磯谷付近では緩やかに北に傾斜し、敷地及び敷地近傍ではおおむね水平成層構造となる。これは、地質断面図と調和的である。
- 速度構造図において、敷地及び敷地近傍ではT.P.約-2,000m以深にVp=5,000m/s以上の層がおおむね水平に分布しており、それは地質断面図での長浜層の分布と調和的である。

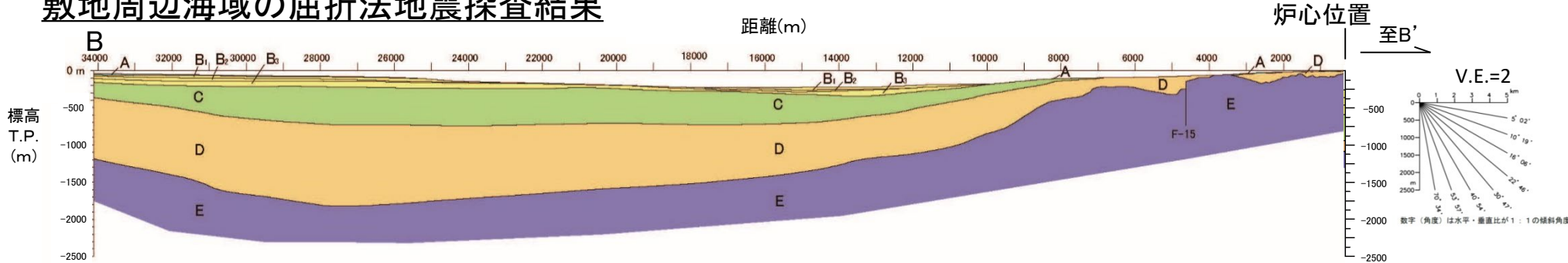
敷地周辺海域の屈折法地震探査の内容



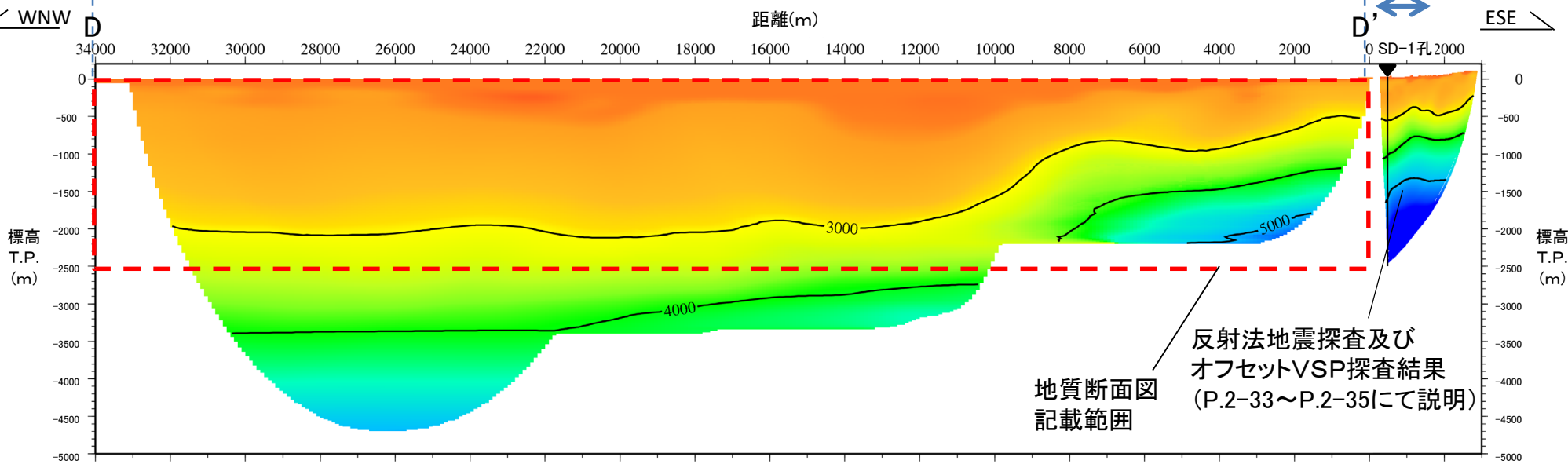
- ・ 広域での速度構造を把握することを目的に、敷地周辺海域において、敷地から津軽海峡の北海道側沖合に至る約30kmの測線で弾性波探査を実施した。



敷地周辺海域の屈折法地震探査結果



敷地周辺海域の地質断面図



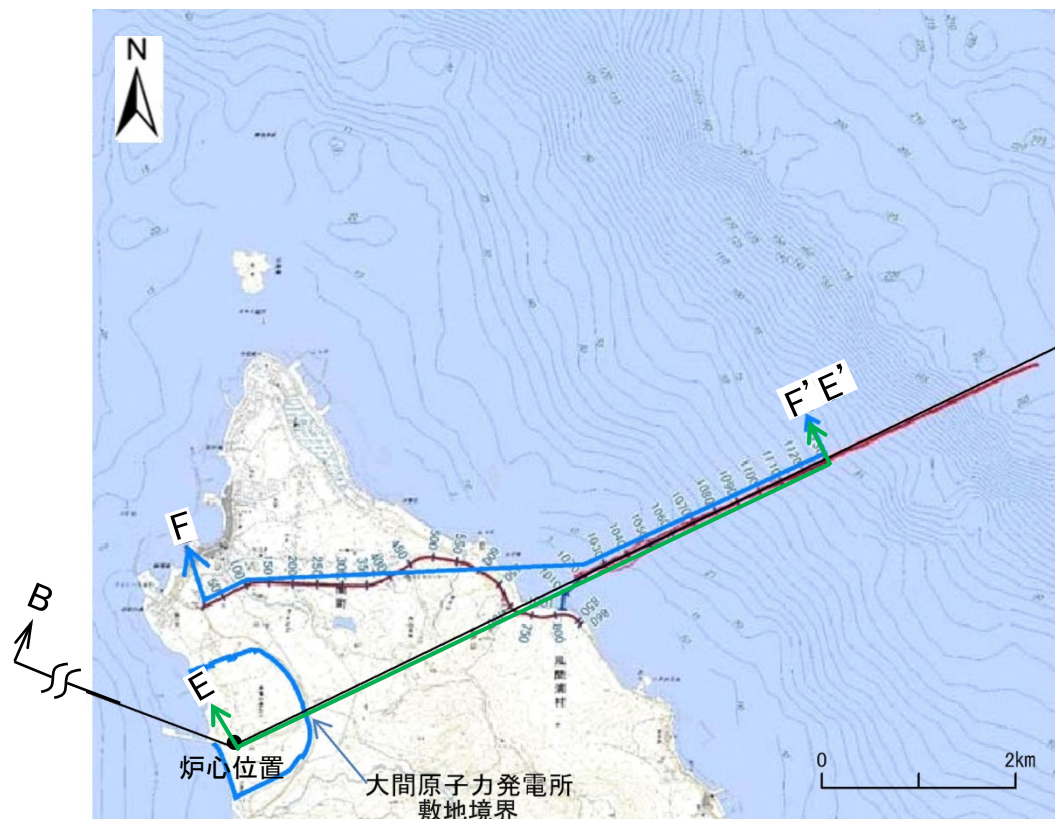
敷地周辺海域の屈折法地震探査及びオフセットVSP探査の速度構造図

- 海域の屈折法地震探査, 並びに後述する反射法地震探査及びオフセットVSP探査による速度構造は, 津軽海峡中央付近で深く, 敷地に向かって徐々に浅くなり, 敷地及び敷地近傍でおおむね水平な分布となる。これは, 地質断面図と調和的である。
- 速度構造図における $V_p=2,500\text{m/s} \sim 3,000\text{m/s}$ の層の分布は, 地質断面図でのE層の上面の分布と調和的である。

敷地周辺の陸海連続弾性波探査の内容

陸海連続弾性波探査の主な仕様

項目	仕様
測線長	約7km (解析範囲F-F'断面)
発振源	陸域 バイブレータ 海域 エアガン



調査位置図

凡例

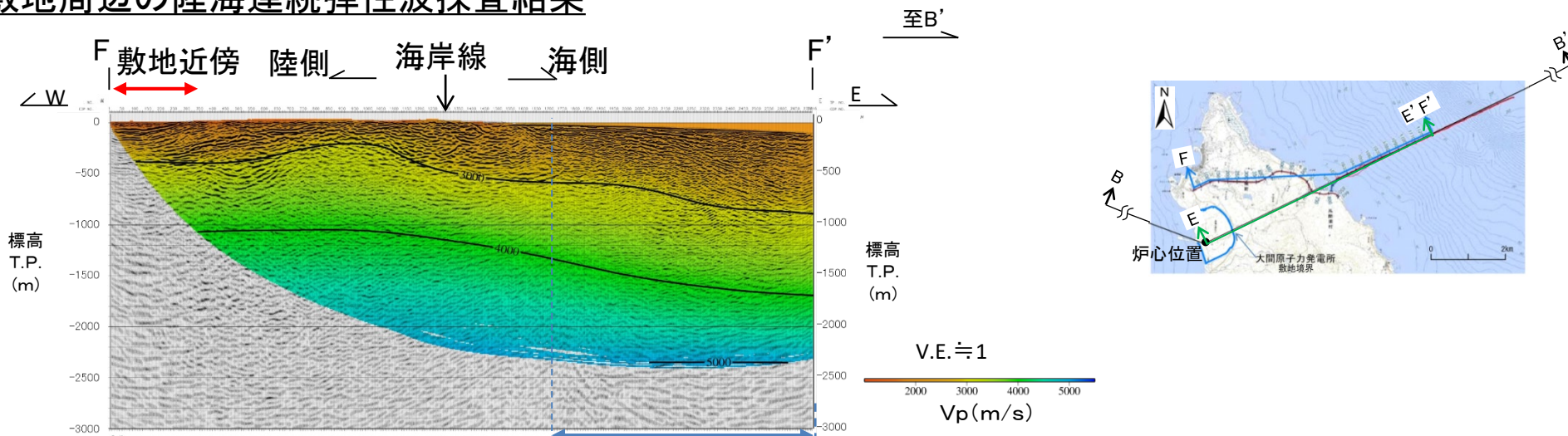
●	発振点
+++	受振測線
E E'	地質断面図位置
F F'	解析断面位置

※: 敷地周辺の陸海連続弾性波探査の内容は、補足説明資料の「2-2-4」を参照。
発振記録データは、第822回審査会合資料 机上配布資料3の「3.」を参照。

- 大間崎を横断する約7kmの測線(F-F'断面)で陸海連続弾性波探査を実施し、敷地の北側から東方に向けた測線の広域の速度構造を把握した。

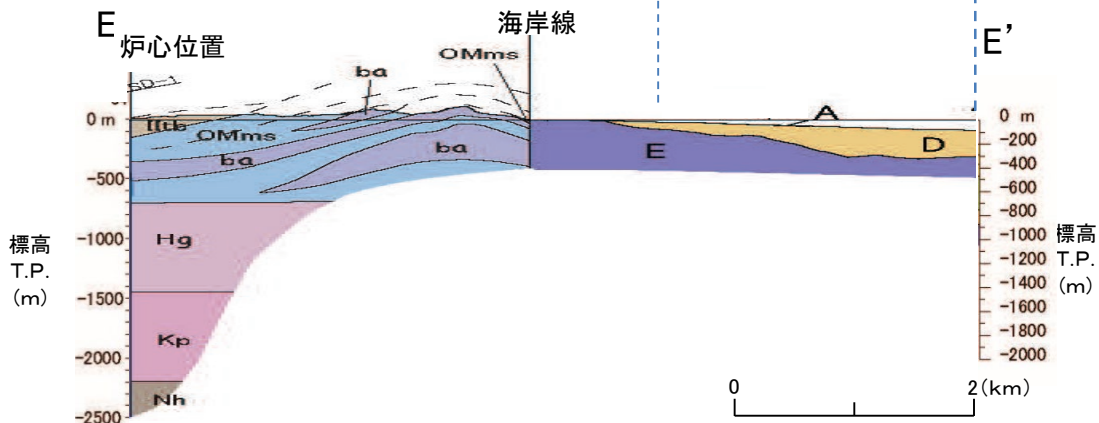


敷地周辺の陸海連続弾性波探査結果



地質断面図と重複する範囲

反射法地震探査結果に屈折法地震探査による速度構造図を重ねた図



敷地周辺陸域海域の地質断面図

陸域地質断面図凡例

地質時代	地層名	記号
新第三紀 中新世	易国間層 安山岩質凝灰角礫岩	Iltb
	大間層 泥岩、頁岩	OMms
	桧川層	Hg
	金八沢層	Kp
先新第三紀	長浜層	Nh
貫入岩	玄武岩	ba
地層境界(推定)		---

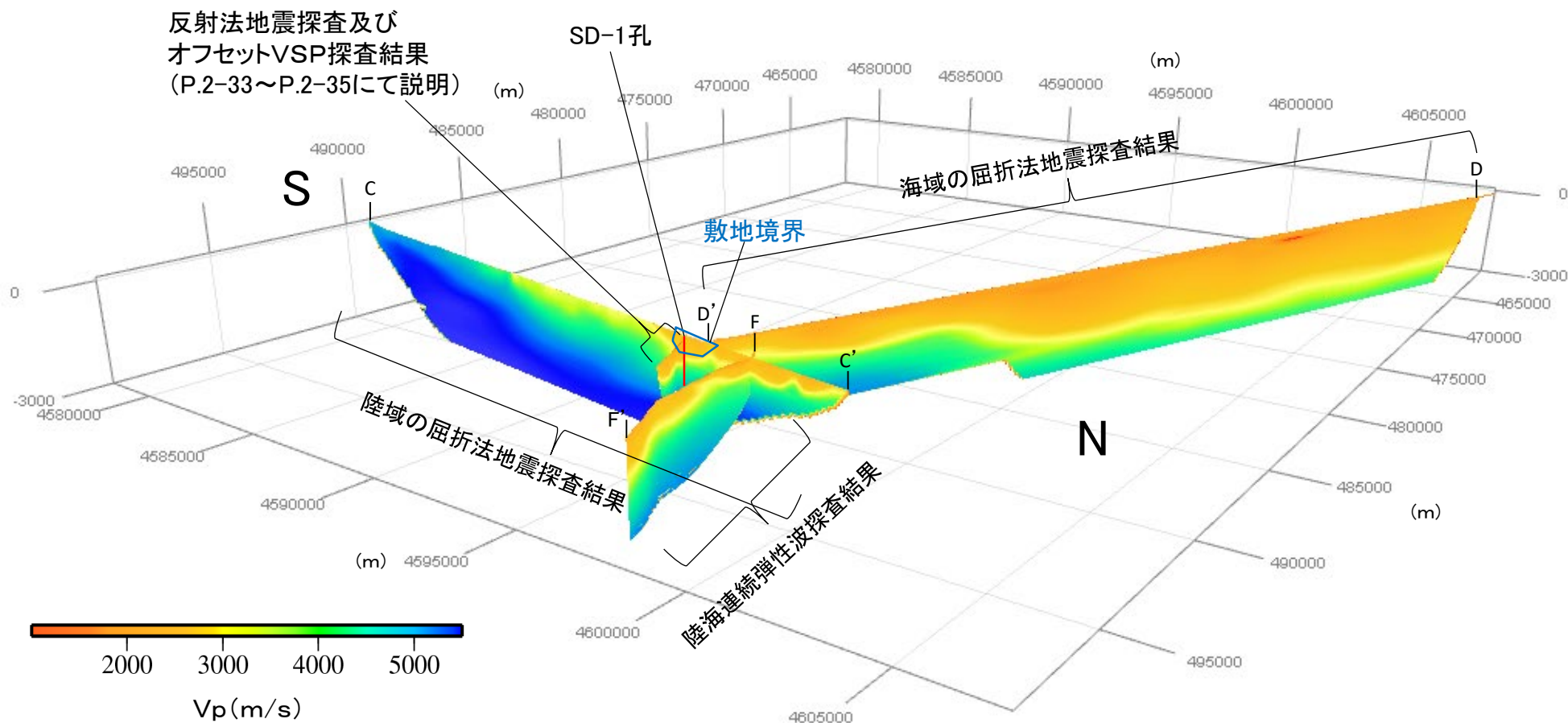
海域地質断面図凡例

A	A層
B ₁ B B ₂	B層
C	C層
D	D層
E	E層
地層境界	

※標高は音速度を1500m/secと仮定した場合の値を示す。

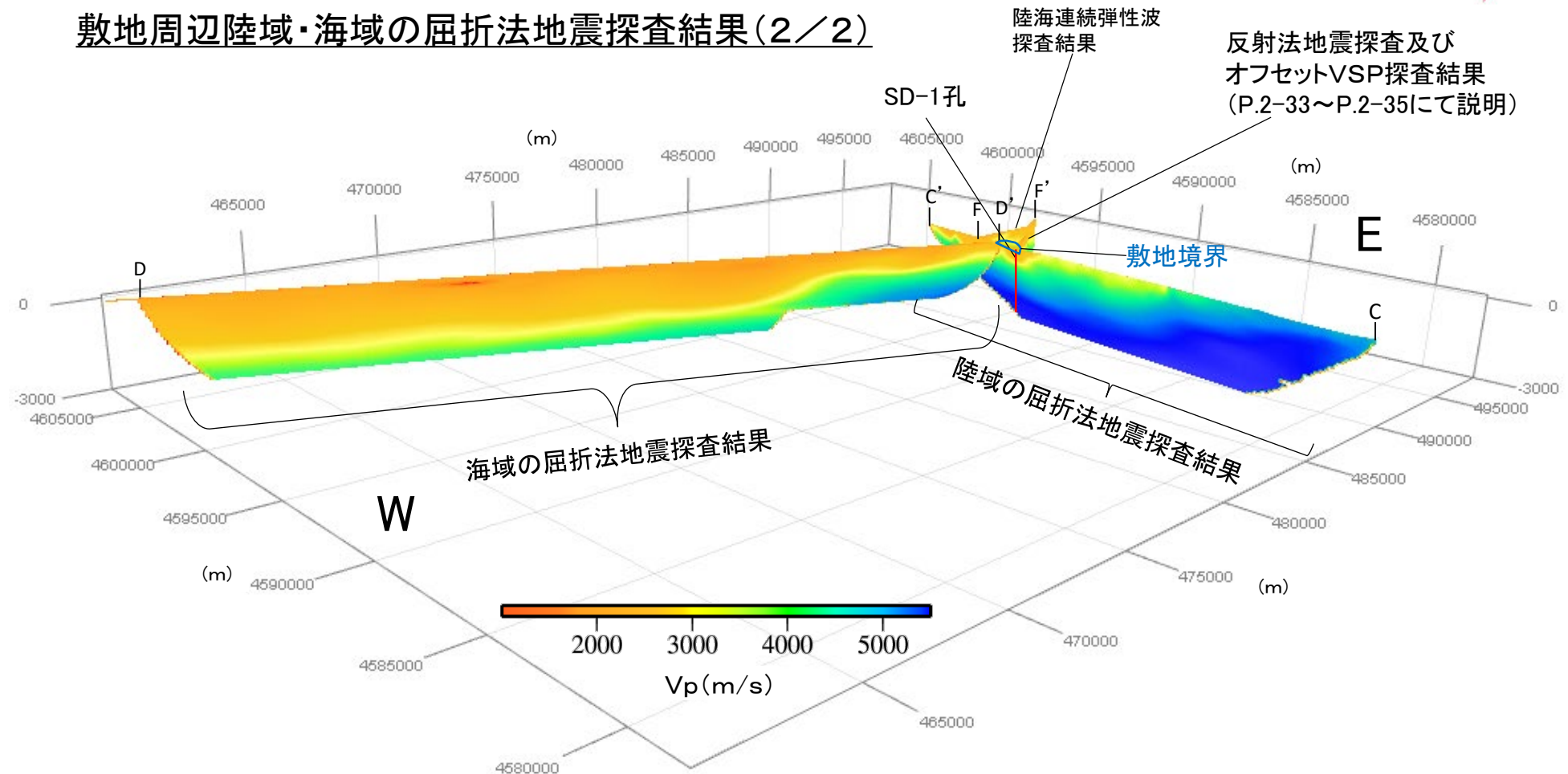
- 速度構造図における $V_p \leq 3,000 \text{ m/s}$ の層の分布は、地質断面図における陸域の玄武岩及び海域のE層の分布と調和的である。
- 速度構造は、ゆるやかな凹凸があるものの、全体としては敷地より東方に向かって傾斜し、敷地近傍(敷地北側)では、おおむね水平な速度分布となる。

敷地周辺陸域・海域の屈折法地震探査結果(1/2)



敷地周辺陸域・海域の屈折法地震探査結果 鳥瞰図 (北東方向から俯瞰)

敷地周辺陸域・海域の屈折法地震探査結果(2/2)

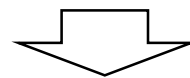


敷地周辺陸域・海域の屈折法地震探査結果 鳥瞰図 (南西方向から俯瞰)

- 海域(EW方向)及び陸域(NS方向)の屈折法地震探査, 陸海連続弾性波探査, 並びに後述する反射法地震探査及びオフセットVSP探査結果を用いたトモグラフィ解析によると, 敷地及び敷地近傍でおおむね水平成層構造となっている。

敷地周辺(広域)の深部を含めた地質・地質構造と速度構造を確認するために、敷地を中心に半径20km~30kmを対象として、東西・南北方向の調査を実施した。(P.2-7参照)

- 敷地より南方では、先新第三系の長浜層が地表に分布する地域から北方へ向かって緩やかに傾斜して分布する。また、敷地より北方では、先新第三系の戸井層が南方へ向かって傾斜するが、長浜層と連続し、敷地及び敷地近傍では、おおむね水平成層構造となる。(P.2-11参照)
- 敷地より西方では、新第三系中新統及び先新第三系に対比されるE層が、津軽海峡中央付近で最も深く、東方へ向かうにつれて浅くなり、敷地近傍ではおおむね水平となる。また、その構造は、敷地東方の陸域及び海域に連続する。(P.2-12参照)
- 陸域及び海域の屈折法地震探査結果、陸海連続弾性波探査、並びに反射法地震探査及びオフセットVSP探査結果によると、速度構造は、敷地周辺で地質構造と調和的であるとともに、敷地及び敷地近傍ではおおむね水平成層構造となっている。(P.2-15, P.2-17, P.2-19~P.2-21参照)
- 先新第三系の長浜層と推定される $V_p=5,000\text{m/s}$ 以上の層は、敷地南方では緩やかに北に傾斜し、敷地及び敷地近傍でT.P.約-2,000m以深におおむね水平に分布している。(P.2-15参照)



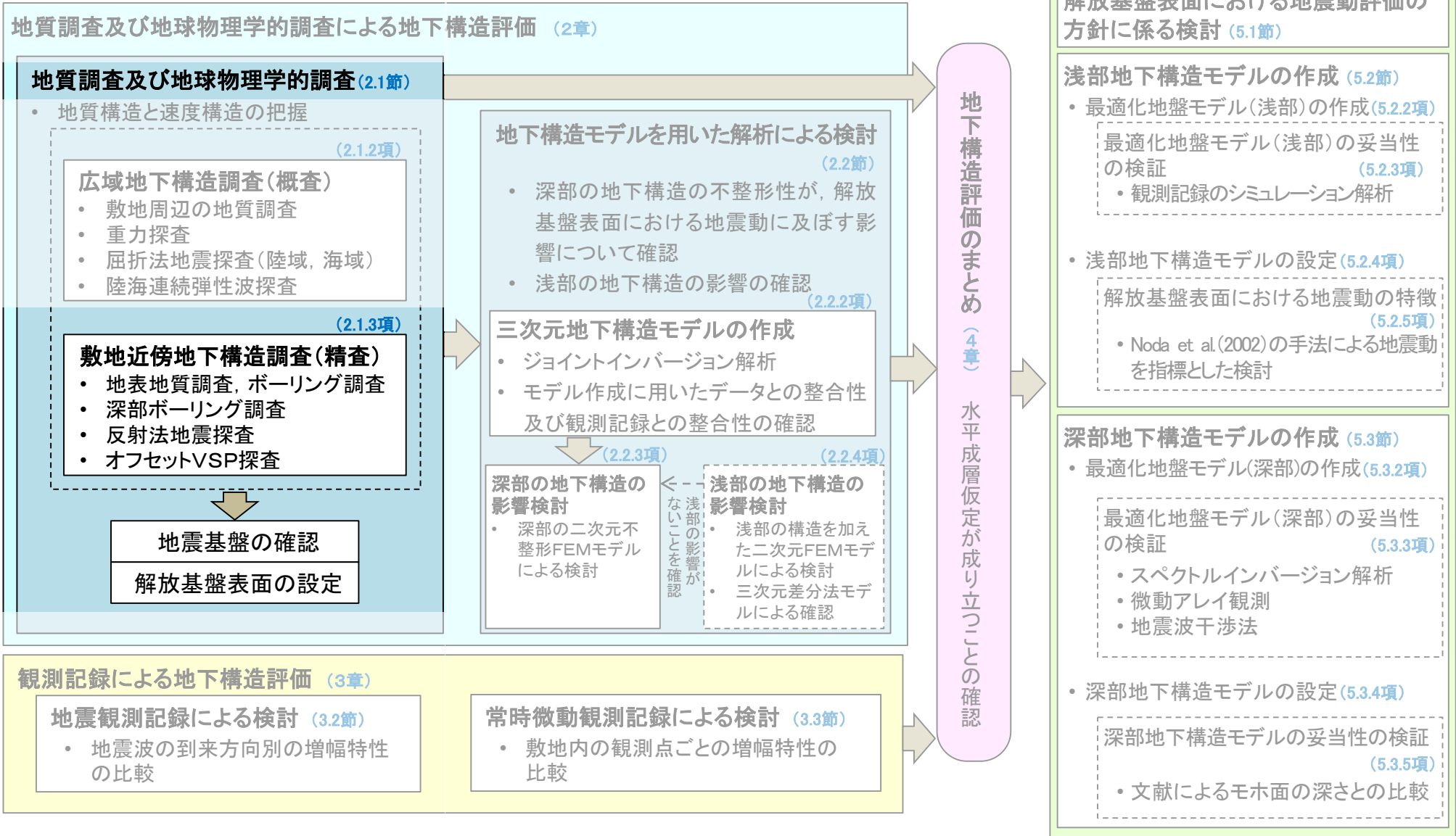
- 敷地周辺において、地質構造と速度構造は調和的であり、敷地及び敷地近傍においては、おおむね水平成層構造となっていることを確認した。

目次

1. 地震動評価に用いる地下構造モデルの作成の流れ
2. 地質調査及び地球物理学的調査による地下構造評価
 - 2.1 地質調査及び地球物理学的調査
 - 2.1.1 調査項目
 - 2.1.2 広域地下構造調査(概査)
 - 2.1.2.1 調査の内容
 - 2.1.2.2 敷地周辺の地質調査
 - 2.1.2.3 重力探査
 - 2.1.2.4 屈折法・反射法地震探査
 - 2.1.2.5 広域地下構造調査(概査)のまとめ
 - 2.1.3 敷地近傍地下構造調査(精査)
 - 2.1.3.1 調査の内容
 - 2.1.3.2 敷地及び敷地近傍における深部地下構造調査
 - 2.1.3.3 敷地における浅部地下構造調査
 - 2.1.3.4 敷地近傍地下構造調査(精査)のまとめ
 - 2.1.4 地質調査及び地球物理学的調査のまとめ
 - 2.2 地下構造モデルを用いた解析による検討
 - 2.2.1 検討項目
 - 2.2.2 三次元地下構造モデルの作成
 - 2.2.2.1 三次元地下構造モデルの作成手順
 - 2.2.2.2 三次元地下構造モデルの作成範囲
 - 2.2.2.3 三次元地下構造モデルの作成結果
 - 2.2.2.4 三次元地下構造モデルの妥当性の確認
 - 2.2.2.5 三次元地下構造モデルの作成のまとめ
 - 2.2.3 深部の地下構造の影響検討
 - 2.2.3.1 検討内容
 - 2.2.3.2 解析内容
 - 2.2.3.3 解析モデル
 - 2.2.3.4 解析結果 スナップショットによる分析
 - 2.2.3.5 解析結果 解放基盤表面における応答波形の分析
 - 2.2.3.6 深部の地下構造の影響検討のまとめ
 - 2.2.4 浅部の地下構造の影響検討
 - 2.2.4.1 検討項目
 - 2.2.4.2 二次元FEMモデルによる検討
 - 2.2.4.2.1 検討内容
 - 2.2.4.2.2 解析内容
 - 2.2.4.2.3 解析モデル
 - 2.2.4.2.4 解析結果 スナップショットによる分析
 - 2.2.4.2.5 解析結果 解放基盤表面の設定深さにおける応答波形の分析
 - 2.2.4.2.6 解析結果 原子炉建屋の支持地盤に近い位置における応答波形の分析
 - 2.2.4.2.7 二次元FEMモデルによる検討のまとめ
 - 2.2.4.3 三次元差分法モデルによる確認
 - 2.2.4.3.1 検討内容
 - 2.2.4.3.2 解析内容
 - 2.2.4.3.3 解析モデル
 - 2.2.4.3.4 解析結果 解放基盤表面の設定深さにおける応答波形の比較
 - 2.2.4.3.5 解析結果 原子炉建屋の支持地盤に近い位置における応答波形の比較
 - 2.2.4.3.6 三次元差分法モデルによる確認のまとめ
 - 2.2.4.4 浅部の地下構造の影響検討のまとめ
 - 2.2.5 地下構造モデルを用いた解析による検討のまとめ
 - 2.3 地質調査及び地球物理学的調査による地下構造評価のまとめ
3. 観測記録による地下構造評価
 - 3.1 検討項目
 - 3.2 地震観測記録による検討
 - 3.2.1 地震動のH/Vスペクトル比に基づく検討
 - 3.2.2 基準化スペクトルに基づく検討
 - 3.2.3 異なる深度の応答スペクトル比に基づく検討
 - 3.2.4 KiK-net観測点との応答スペクトル比に基づく検討
 - 3.3 常時微動観測記録による検討
 - 3.4 観測記録による地下構造評価のまとめ
4. 地下構造評価のまとめ
5. 一次元地下構造モデルの作成
 - 5.1 解放基盤表面における地震動評価の方針に係る検討
 - 5.2 浅部地下構造モデルの作成
 - 5.2.1 浅部地下構造モデルの作成フロー
 - 5.2.2 最適化地盤モデル(浅部)の作成
 - 5.2.3 最適化地盤モデル(浅部)の妥当性の検証
 - 5.2.4 浅部地下構造モデルの設定
 - 5.2.5 解放基盤表面における地震動の特徴
 - 5.3 深部地下構造モデルの作成
 - 5.3.1 深部地下構造モデルの作成フロー
 - 5.3.2 最適化地盤モデル(深部)の作成
 - 5.3.3 最適化地盤モデル(深部)の妥当性の検証
 - 5.3.4 深部地下構造モデルの設定
 - 5.3.5 深部地下構造モデルの妥当性の検証
 - 5.4 一次元地下構造モデルの作成のまとめ
6. まとめ



本節における説明箇所



敷地近傍地下構造調査(精査)の項目

敷地及び敷地近傍の地下構造を三次元的に把握し、地震基盤の位置、形状を確認するとともに、敷地の解放基盤表面を設定するために、以下の調査を行った。

(1) 広域地下構造調査(概査)(2.1.2項)

- 敷地周辺の地質調査
- 重力探査
- 屈折法地震探査(陸域, 海域)
- 陸海連続弾性波探査

敷地周辺(広域)の深部を含めた地質・地質構造と速度構造を確認。

(2) 敷地近傍地下構造調査(精査)(2.1.3項)

①敷地及び敷地近傍における深部地下構造調査

- 地表地質調査
- 深部ボーリング調査(PS検層を含む)
- 反射法地震探査
- オフセットVSP探査

敷地及び敷地近傍における地質・地質構造及び速度構造を把握し、地震基盤を確認。

②敷地における浅部地下構造調査

- ボーリング調査(PS検層を含む)
- 地表地質調査

敷地における浅部の地質・地質構造及び速度構造を把握し、解放基盤表面を設定。

敷地近傍地下構造調査(精査)の範囲

敷地近傍地下構造調査(精査)の範囲の考え方

地震基盤から地表面までの詳細な三次元地下構造、地下構造の三次元不整形性等を適切に把握することを目的に、敷地を中心に半径5km程度の範囲を対象として、調査範囲を設定した。

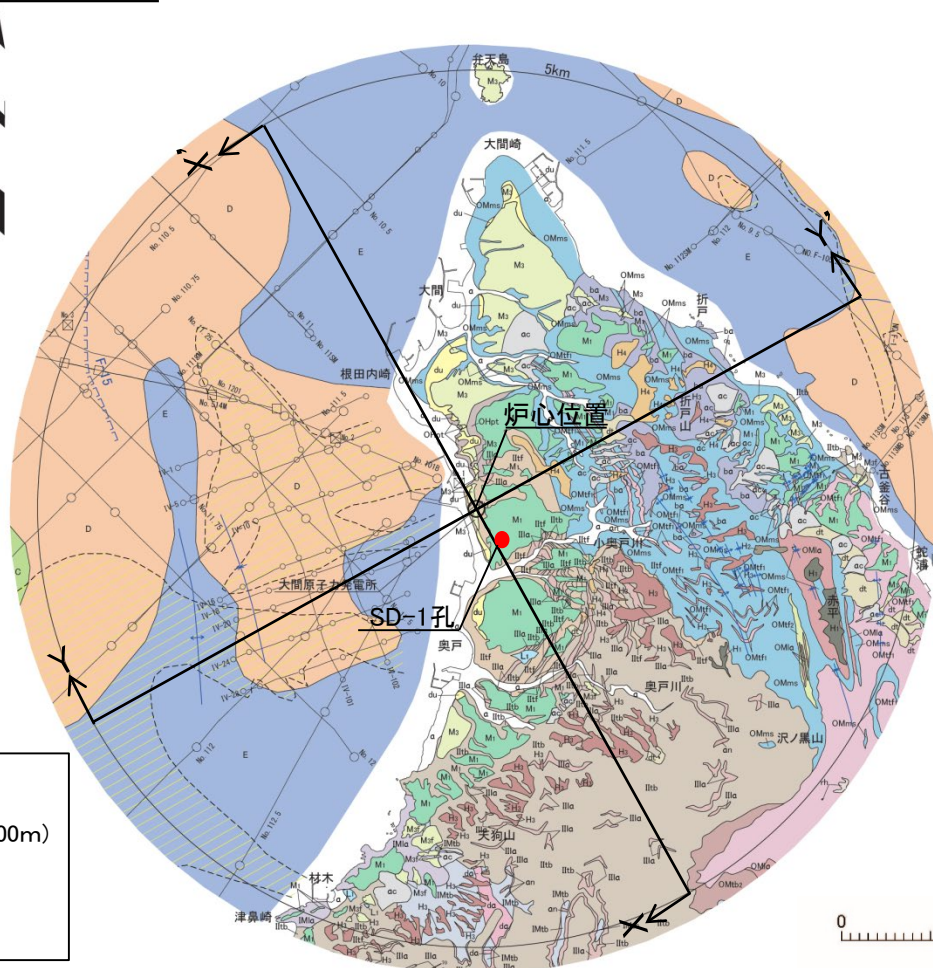
敷地及び敷地近傍での調査範囲の設定方法は、以下の通り。

- | | |
|--------------------------|--|
| <p>【敷地及び敷地近傍の深部地下構造】</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 敷地及び敷地近傍における地質・地質構造、速度構造を把握し、三次元不整形性等を適切に評価することを目的に、敷地を中心に半径5km程度の範囲について、地質断面図を追加するとともに、各種探査・観測データ(重力探査、屈折法地震探査、微動アレイ観測、PS検層等)に基づいた速度構造図※を作成した。 • 敷地における深部の地質・地質構造及び速度構造を把握し、地震基盤を確認することを目的に、深部ボーリング調査、PS検層等を実施した。 • 敷地近傍における深部の速度構造の拡がりを実面的に把握することを目的に、測線長約3kmの反射法地震探査、深部ボーリングを利用したオフセットVSP探査を実施した。 |
| <p>【敷地における浅部地下構造】</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 敷地における浅部の地質・地質構造及び速度構造を詳細に把握し、解放基盤表面を設定することを目的に、敷地内において詳細なボーリング調査(PS検層を含む)、地表地質調査を実施した。 |

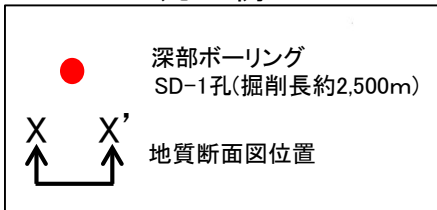
※敷地近傍地下構造調査(精査)に係る速度構造図として、炉心を中心に幅10kmのプラント南北方向及びプラント東西方向断面の速度構造図を作成した。(P.2-62, P.2-63を参照)



敷地近傍の地質平面図



凡例



地質平面図凡例

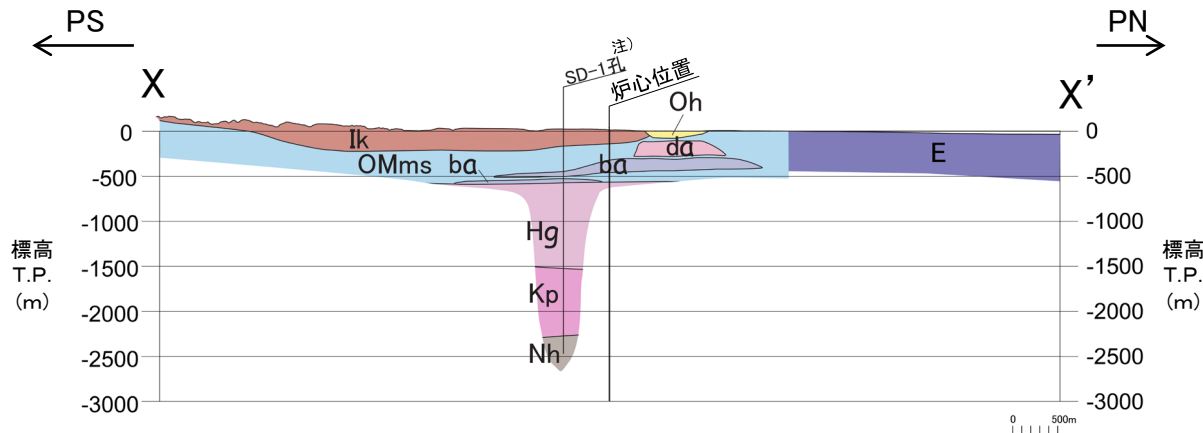
		陸域			
		地層名	主な層相・岩相	記号	
地質時代	完新世	崖堆積物	礫、砂、粘土	dt	
		沖積層	砂、礫、粘土	a	
		沖積礫	砂、礫、粘土	ac	
		砂丘砂層	砂	du	
第四紀	更新世	L1面堆積物	砂、礫、粘土	L1	
		M2f面堆積物	砂、礫、粘土	M2f	
		M3面堆積物	砂、礫、粘土	M3	
		M1面堆積物	砂、礫、粘土	M1	
	新紀世	中期	H4面堆積物	砂、礫、粘土	H4
H3面堆積物			砂、礫、粘土	H3	
H2面堆積物			砂、礫、粘土	H2	
H1面堆積物			砂、礫、粘土	H1	
鮮新世		大畑層	凝灰質礫岩	OHpt	
新第三紀	中新世	安山岩溶岩		Illa	
		安山岩質凝灰角礫岩		Iltb	
		火山礫凝灰岩、軽石凝灰岩		Iltf	
	易国間層	デイサイト溶岩		IMla	
		デイサイト質凝灰角礫岩		IMtb	
	大間層	泥岩、頁岩		OMms	
		安山岩溶岩		OMla	
		安山岩質凝灰角礫岩		OMtb	
		デイサイト質火山礫凝灰岩		OMtfz	
		デイサイト質軽石凝灰岩		OMtrf	
貫入岩	玄武岩		ba		
安山岩		an			
デイサイト		da			
流紋岩		rh			
		海域			
地質時代	地層名	記号			
第四紀完新世	A層	A			
新第三紀後期鮮新世～第四紀前期更新世	C層	C			
新第三紀後期中新世～新第三紀鮮新世	D層	D			
先新第三紀～新第三紀後期中新世	E層	E			
F-15		伏在断層及び新層番号			
↕		背斜軸			
↔		向斜軸			
↖↗		地層境界(破壊は推定)			
No. 11	○	申請者によるシングルチャンネル音波探査測線(水中放電、ウォータージェット)			
No. 548	○	申請者によるマルチチャンネル音波探査測線(定置式、エアガン)			
No. 1018	○	(定置式、エアガン、ウォータージェット)			
No. 1123B	○	(ブーマー)			
No. 1201	△	申請者による屈折法探査測線(発振点)			
No. F-1	△	旧日本原子力船研究開発事業団によるシングルチャンネル音波探査測線(水中放電)			

敷地を中心に半径5km程度の範囲について、地質調査を実施し、敷地近傍の地質平面図を作成した。

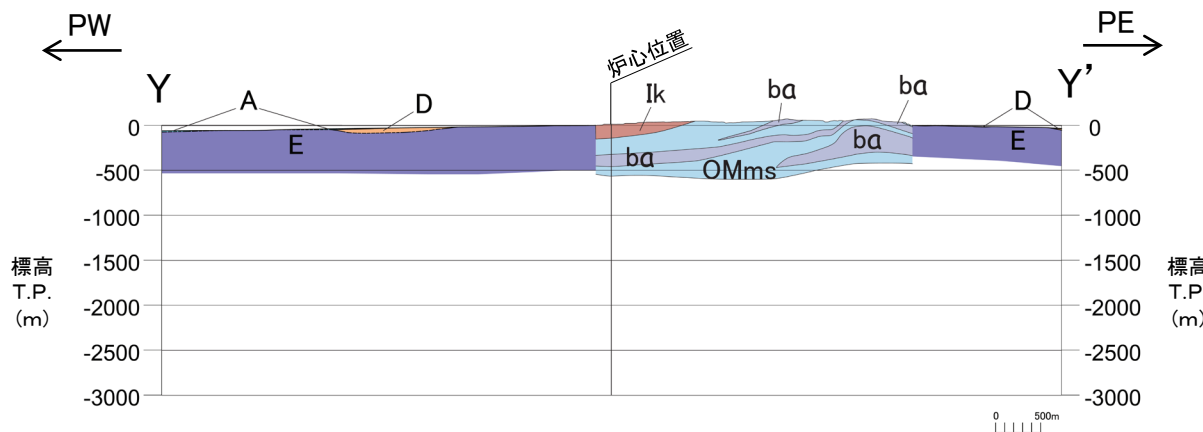
- 敷地近傍陸域には、下位より新第三紀中新世の大間層及び易国間層並びに鮮新世の大畑層が分布し、貫入岩類が認められる。
- 敷地東方の大間層には、複数の小規模な褶曲から構成される背斜構造が認められるが、敷地近傍では速度構造に影響を及ぼすような断層は認められない。



敷地近傍の地質断面図



注)本地質断面図は、深部ボーリングSD-1孔の調査結果(P.2-30参照)を参考に作成した。



陸域地質断面図凡例

地質時代	地層名	記号
鮮新世	大畑層	Oh
新第三紀 中新世	易国間層	Ik
	大間層	OMms
	桧川層	Hg
	金八沢層	Kp
先新第三紀	長浜層	Nh
貫入岩	デイサイト	da
	玄武岩	ba
地質境界		—

海域地質断面図凡例

A	A層
D	D層
E	E層
— 地層境界	

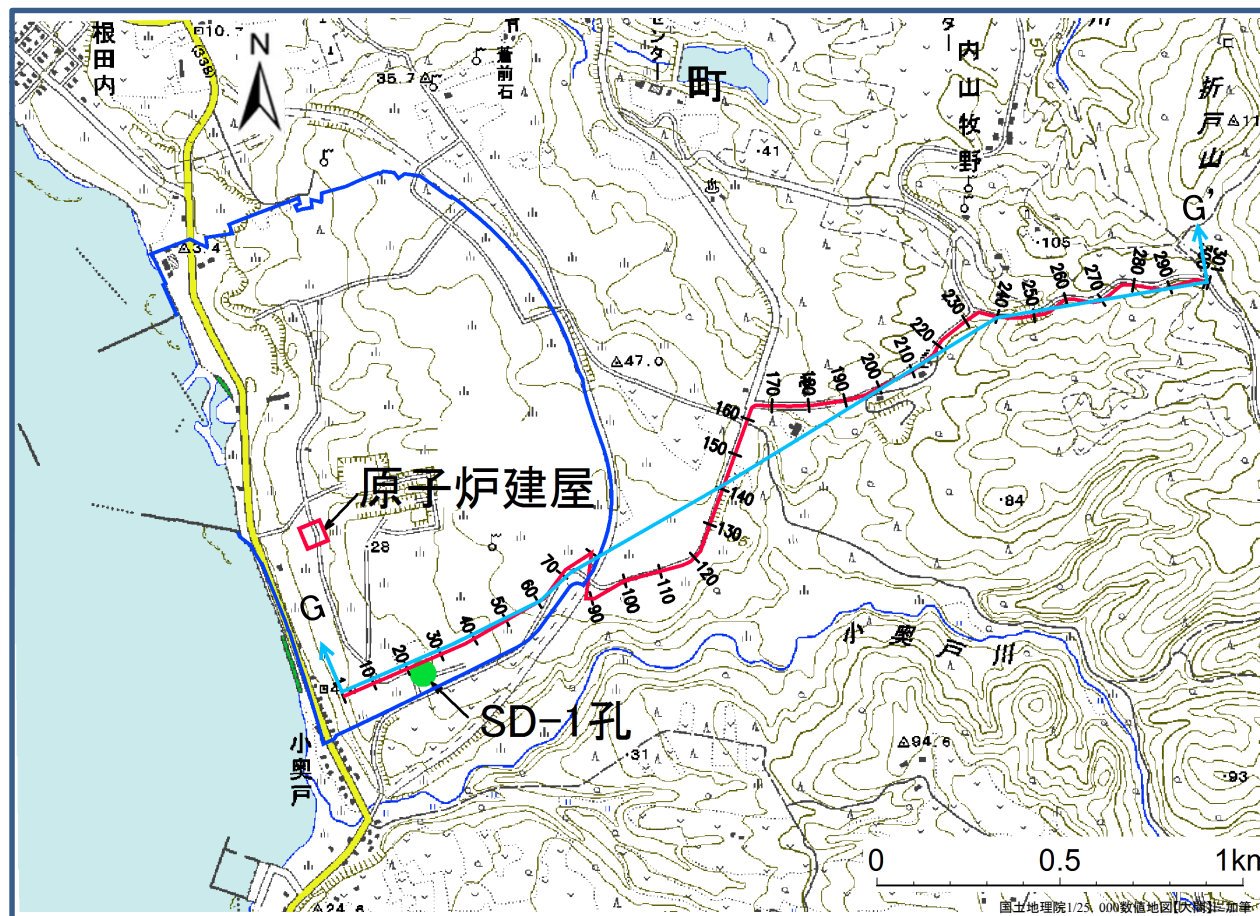
※標高は音速度を1500m/secと仮定した場合の値を示す。

炉心を中心とする幅10kmのプラント南北方向断面(X-X'断面)及びプラント東西方向断面(Y-Y'断面)の地質断面図を作成した。

- 敷地及び敷地近傍においては、下位より長浜層、金八沢層、桧川層、大間層、易国間層及び大畑層が分布する。
- 大間層中にはデイサイト、玄武岩の貫入岩類が認められるとともに、敷地東方で背斜構造が認められる。

調査の内容

- 地質・地質構造及び速度構造を把握し、地震基盤を確認するために、掘削長約2,500mの深部ボーリング調査, PS検層等を実施した。
- 地震基盤までの速度構造を平面的に把握するために、反射法地震探査, 深部ボーリングを利用したオフセットVSP探査を実施した。



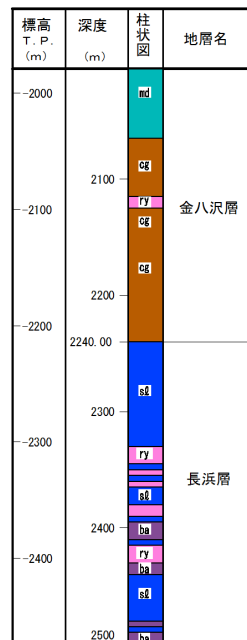
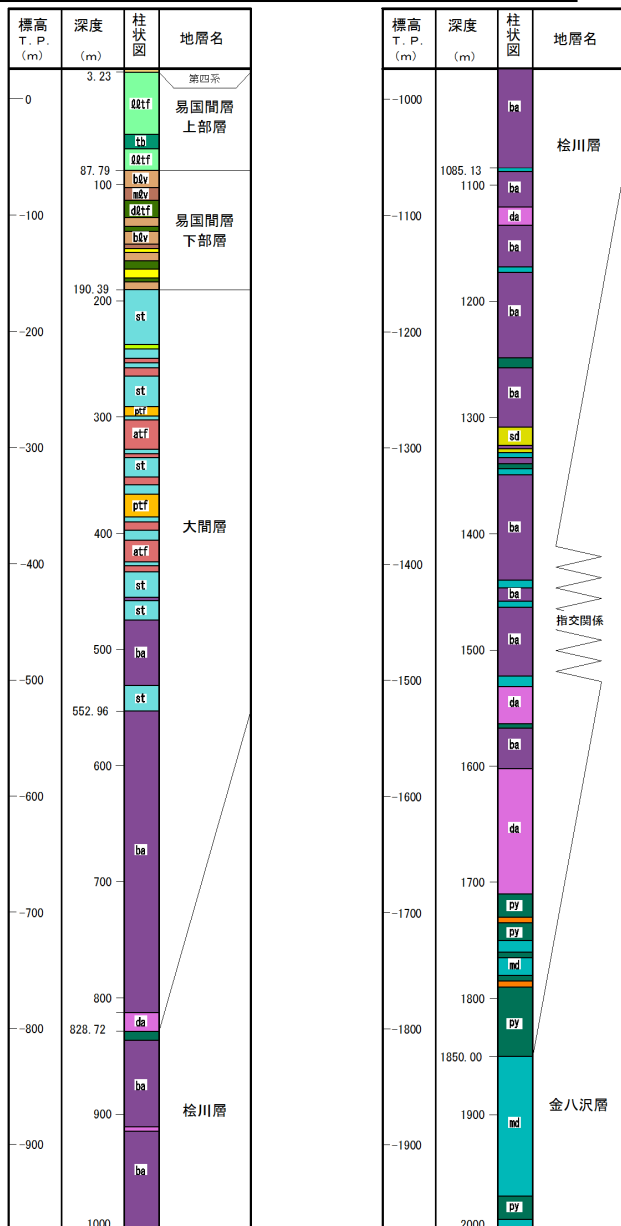
凡例

- 深部ボーリング
SD-1孔(掘削長約2,500m)
- 反射法地震探査及び
オフセットVSP探査測線
- G G' 解析断面位置

深部ボーリング, 反射法地震探査及びオフセットVSP探査による調査位置図



深部ボーリング調査結果 ①柱状図



柱状図凡例

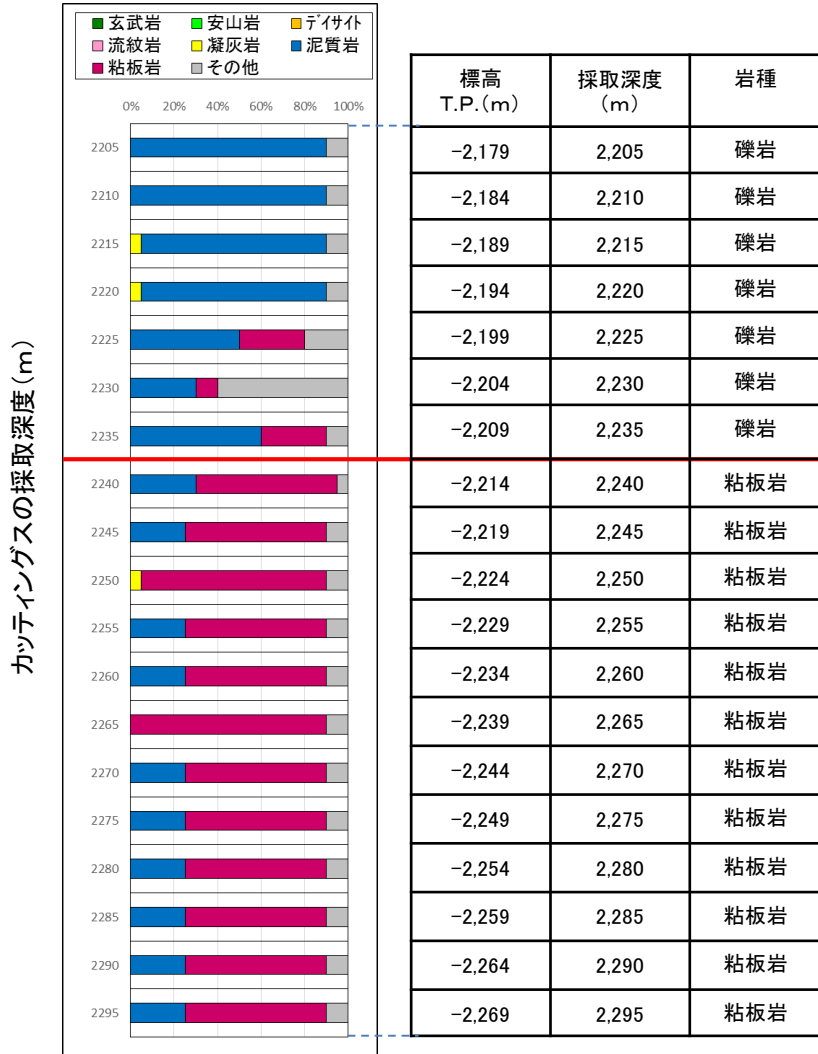


- 地質柱状図は、T.P.-1,679mまではボーリングコアで、それ以深の孔底まではスポットコア及びカッティングスの観察により作成した。
- 深部ボーリングSD-1孔の調査の結果、長浜層、金八沢層、検川層、大間層・易国間層を下位より順に確認した。

※：深部ボーリングの調査結果の詳細は、補足説明資料の「2-3」、第822回審査会合資料 机上配布資料2の「1.」を参照。



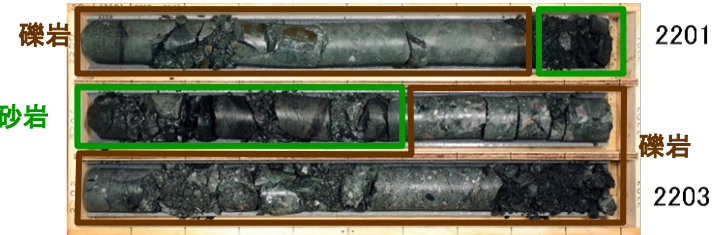
深部ボーリング調査結果 ②長浜層の確認



金八沢層

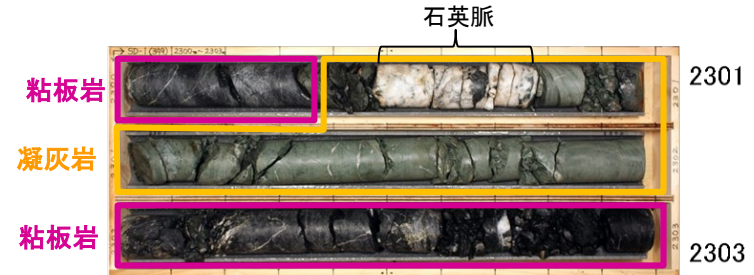
長浜層

T.P.-2,173.87m~T.P.-2,176.87m (深度2,200m~2,203m)



黒色硬質頁岩/砂岩

T.P.-2,273.87m~T.P.-2,276.87m (深度2,300m~2,303m)



スポットコアの写真

- 深部ボーリングSD-1孔のT.P.-1,679m以深は、深さ100m毎に長さ3mを採取したスポットコアの観察と、深さ5m毎に1回、0.5kgを採取したカッティングス観察による岩石の粒子の出現比率を求めることにより、総合的に深さ5m間隔で岩種の判定を行った。
- カッティングスの粘板岩の比率が、T.P.-2,214m以深でT.P.-2,209mに比べて大きくなること※1、T.P.-2,274m~T.P.-2,277mのスポットコアで粘板岩が採取され、粘板岩が長浜層の代表岩種であることから、先新第三系の地層である長浜層の上面はT.P.約-2,210mに存在するものと判断できる。

カッティングスによる岩種の判定※2

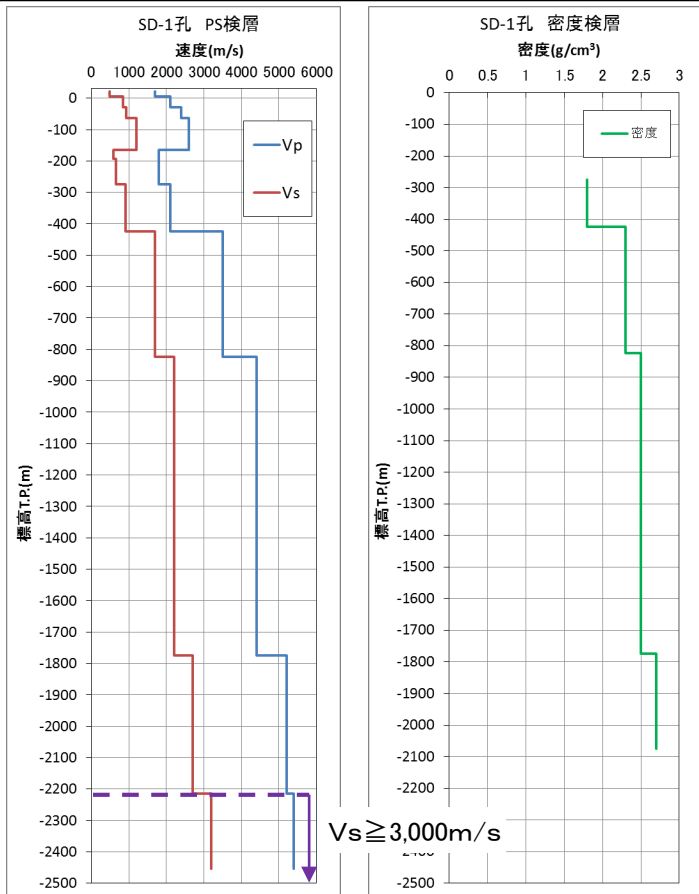
T.P.-2,179m~T.P.-2,269m (深度2,205m~2,295m)

※1: 深部ボーリングSD-1孔のT.P.-2,209mとT.P.-2,214mのカッティングスの観察結果の詳細については、補足説明資料の「2-4」を参照。

※2: 深部ボーリングSD-1孔のカッティングスによるスポットコア対象区間の岩種の判定については、第822回審査会合資料 机上配布資料2の「1.4」を参照。



深部ボーリング調査結果 ③PS検層, 密度検層



PS検層結果図※1

密度検層結果図

PS検層(ダウンホール法)の調査仕様

発振源		孔内受振系		
		測定範囲	間隔	受振器
P波	大型バイブレータ1台	T.P.+10m~ T.P.-2,450m	5m	3成分 受振器
S波	S波バイブレータ1台			

密度検層の調査仕様

測定範囲	測定間隔
T.P.+20m~ T.P.-2,070m	10cm

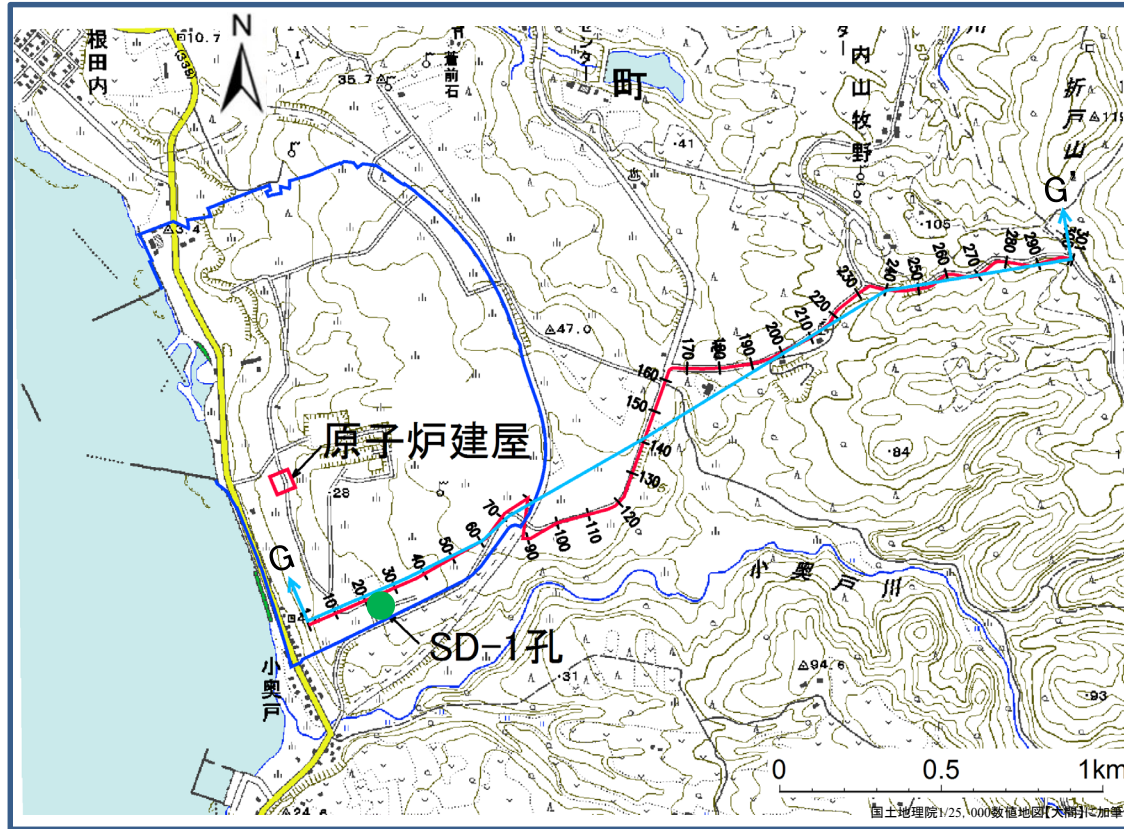
T.P.-270m以深のPS検層, 密度検層結果

標高 T.P.(m)	深度 (m)	地層	主な岩種等	Vp (m/s)	Vs (m/s)	平均密度 (g/cm ³)
-270~ -420	300~ 450	大間層 下部層	シルト岩, 軽石 凝灰岩	2,100	910	1.8
-420~ -820	450~ 850		貫入岩(玄武岩), シルト岩	3,500	1,700	2.3
-820~ -1,770	850~ 1,800	桧川層	貫入岩(玄武岩, デイサイト), 火山砕屑岩	4,400	2,200	2.5
-1,770~ -2,210	1,800~ 2,240	金八沢 層	泥岩・頁岩, 礫 岩, 火山砕屑岩	5,200	2,700	2.7※2
-2,210~ -2,450	2,240~ 2,480	長浜層	粘板岩	5,400	3,200	—

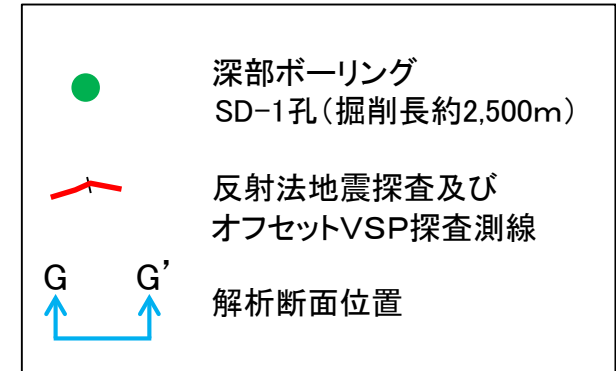
※1: 深部ボーリングのPS検層の走時データについては, 第822回審査会合資料 机上配布資料2の「1.5」を参照。 ※2: T.P.-1,770m~-2,070mの密度検層結果の平均

- PS検層結果によれば, T.P.-200m程度以深での弾性波速度Vs, Vpは, 深くなるに従い漸増している。
- 密度についても, 深くなるに従い大きくなっている。
- PS検層結果によりSD-1孔においてVs=3,000m/s以上となる地震基盤をT.P.-2,210mで確認した。なお, P.2-31の調査結果から地震基盤の地層は先新第三系の長浜層であると判断できる。

反射法地震探査及びオフセットVSP探査の内容



凡例



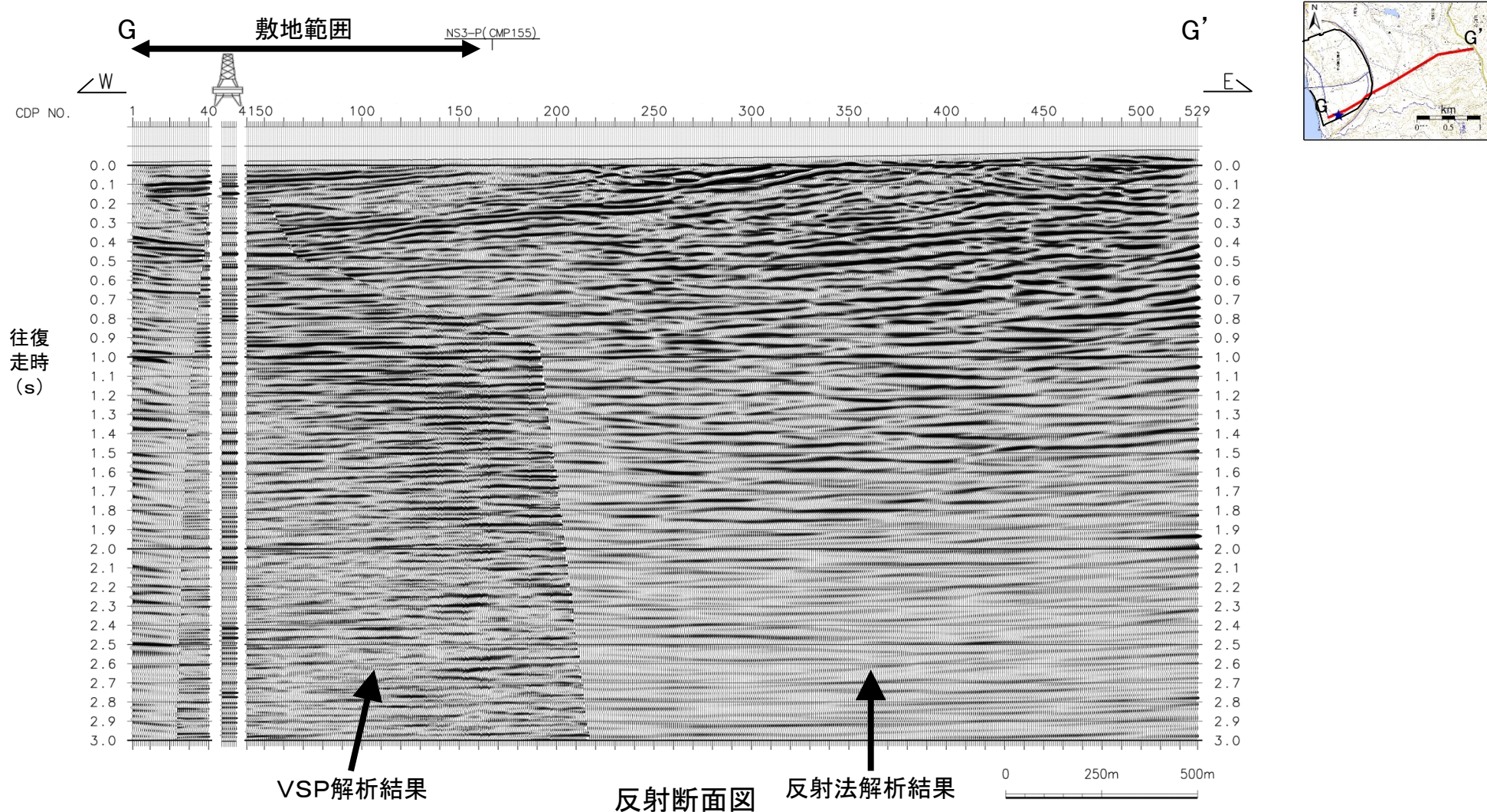
- 地震基盤までの速度構造を把握するために、発電所敷地から折戸山南方に至る約3kmの測線で反射法地震探査及び深部ボーリングSD-1孔を利用したオフセットVSP探査を実施した。

反射法地震探査及びオフセットVSP探査の調査仕様

	測線長	孔内受振系 測定範囲
P波	約3km	T.P.+10m～ T.P.-2,450m
S波	約0.9km(敷地内)	

※：反射法地震探査及びオフセットVSP探査の内容は、補足説明資料の「2-2-5」を参照。
発振記録データは、第822回審査会合資料 机上配布資料3の「4.」を参照。

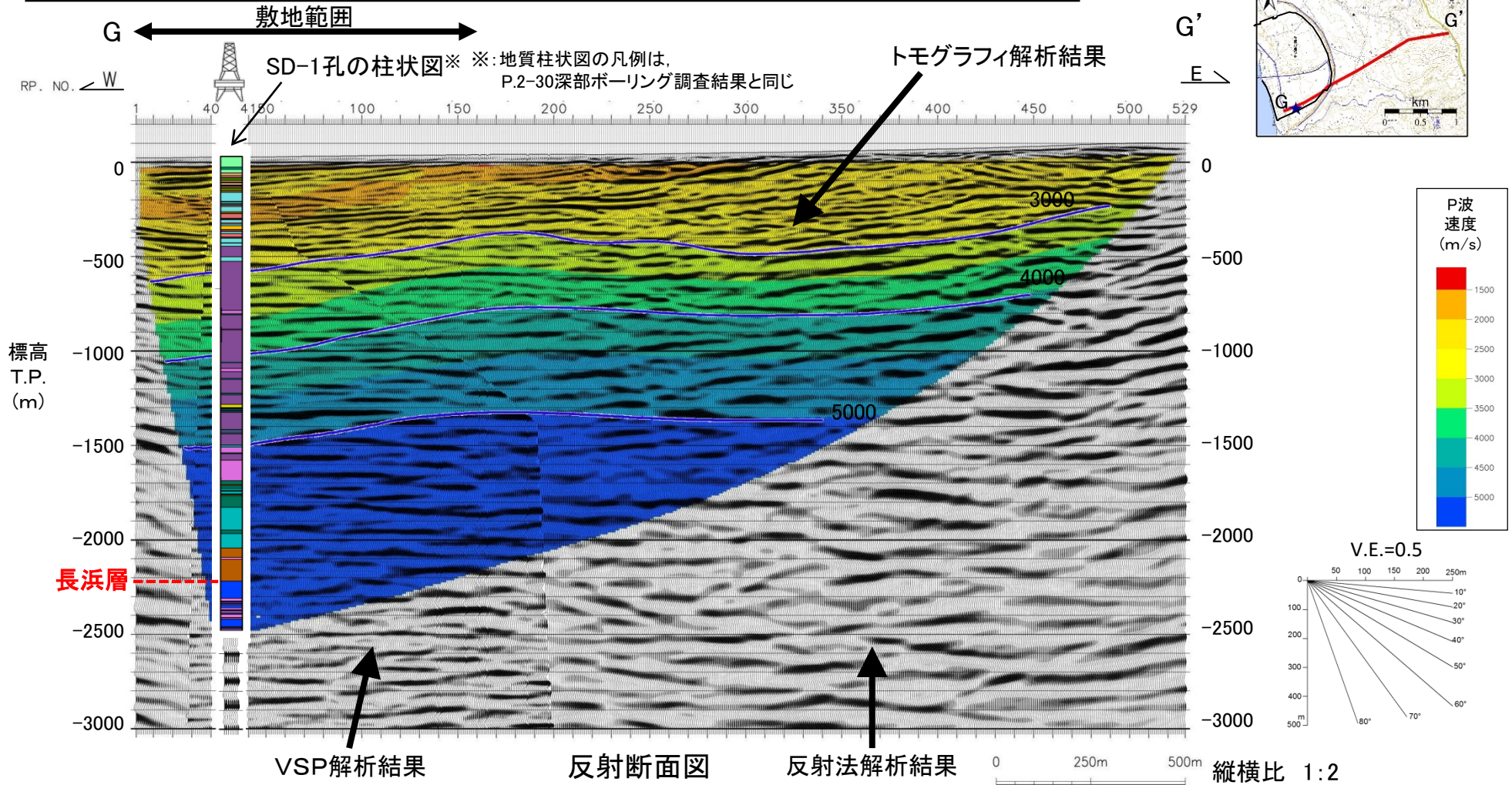
反射法地震探査及びオフセットVSP探査の解析結果(1/2) 往復走時断面



- 地下深部では、おおむね水平な反射面が連続しており、敷地及び敷地近傍の速度構造は成層かつ均質と評価した。



反射法地震探査及びオフセットVSP探査の解析結果(2/2) 深度断面



- トモグラフィ解析結果は、地下深部では、おおむね水平な速度構造を示している。
- 深部ボーリングで確認した長浜層付近の反射面は、東西方向にほぼ水平に分布している。
- 地震基盤に相当する長浜層は、上記とP.2-15に示す南北方向の分布を踏まえると、敷地及び敷地近傍でおおむね水平に分布しているものと判断した。

敷地及び敷地近傍における深部地下構造調査のまとめ

第822回審査会合
資料2-1 P.2-36 再掲

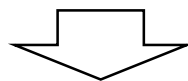
- 深部ボーリング調査により、 $V_s=3,000\text{m/s}$ 以上となる地震基盤をT.P.-2,210mで確認するとともに、その地震基盤は先新第三系の長浜層であることを確認した。(P.2-30～P.2-32参照)
- 敷地及び敷地近傍において、反射法地震探査及びオフセットVSP探査により、地下深部までおおむね水平な速度構造であり、広域地下構造調査の結果も踏まえると地震基盤に相当する長浜層がおおむね水平に分布しているものと判断した。(P.2-15, P.2-34, P.2-35参照)

解放基盤表面の設定の考え方

■ 「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」における「解放基盤表面」の定義

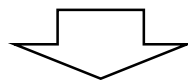
「解放基盤表面」とは、基準地震動を策定するために基盤面上の表層や構造物が無いものとして仮想的に設定する自由表面であって、著しい高低差がなく、ほぼ水平で相当な拡がりを持って想定される基盤の表面をいう。

ここでいう「基盤」とは、概ねせん断波速度 $V_s=700\text{m/s}$ 以上の硬質地盤であって、著しい風化を受けていないものをいう。



■ 浅部地下構造調査

- ボーリング孔を用いたPS検層により、せん断波速度 V_s がおおむね 700m/s 以上となり、それ以深で V_s 構造が漸増する標高を確認する。
- ボーリング調査により、ほぼ水平で敷地に広く分布しており、著しい風化が認められない地層を確認する。

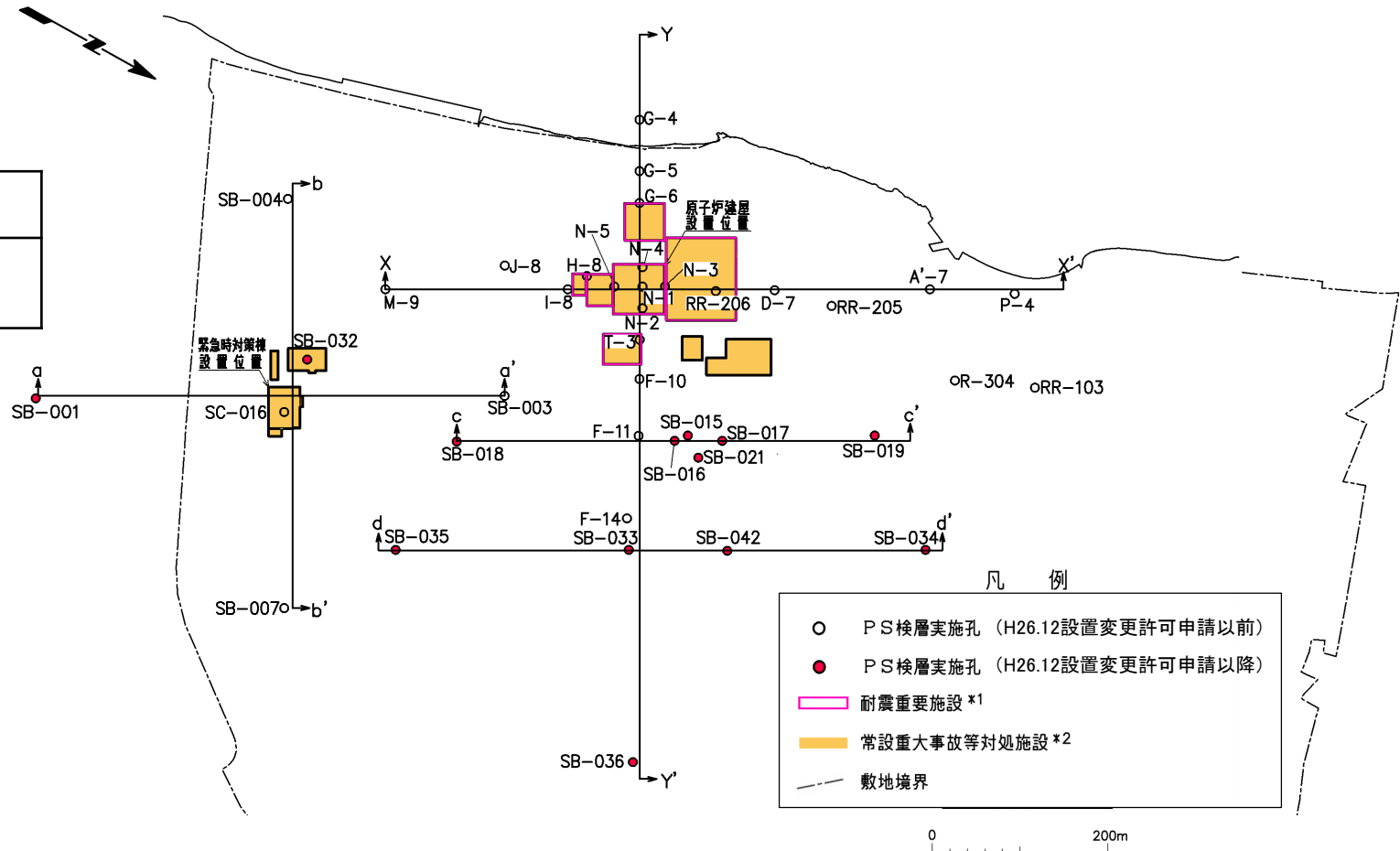


解放基盤表面の設定

調査の内容

解放基盤表面を設定するための調査の諸元

孔数	40孔
掘削長	約150m～約440m

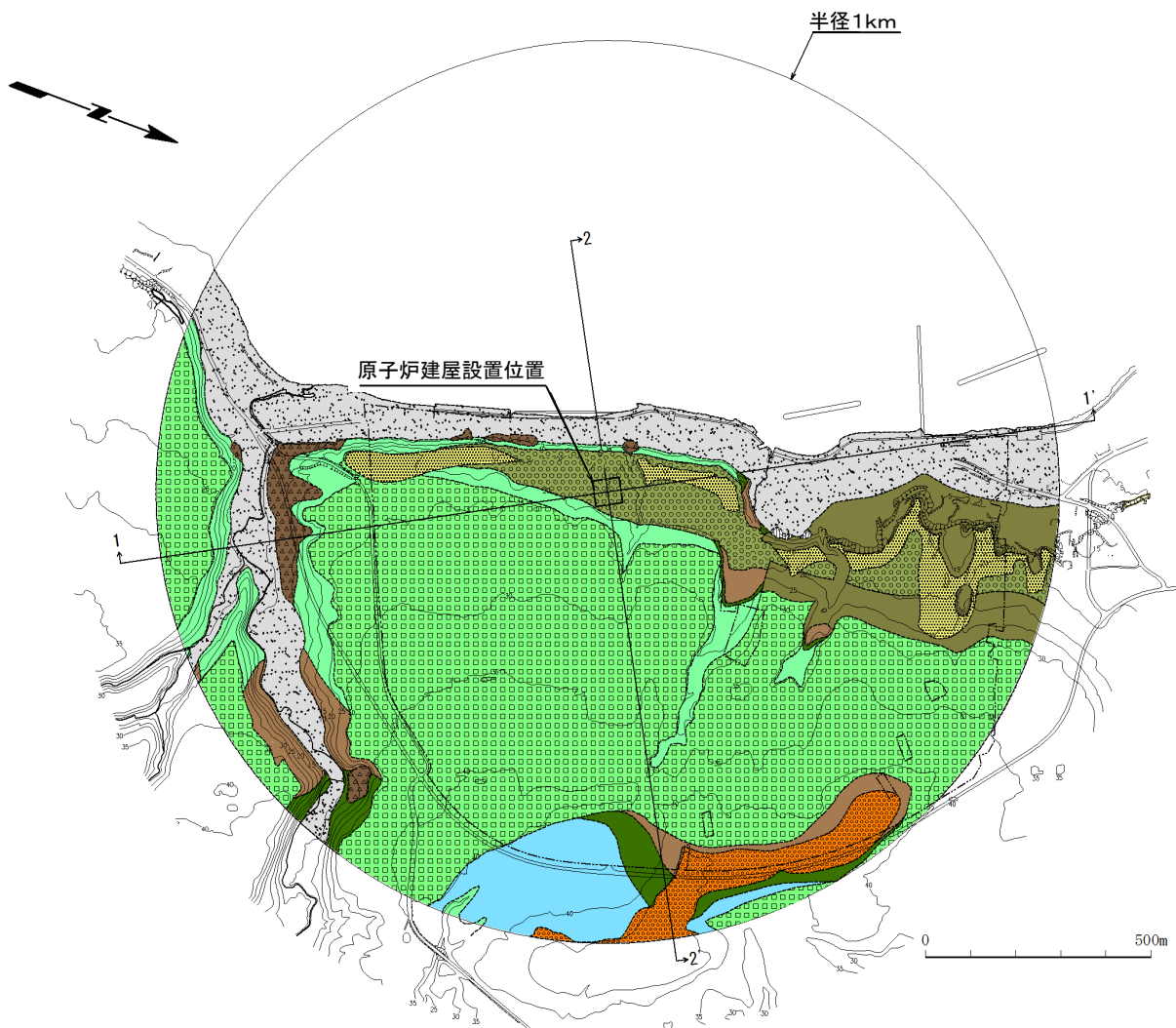


- 敷地の浅部の地質構造を把握するため、地表地質調査及びボーリングによる調査を実施した。
- 敷地の速度構造を把握し、 $V_s \geq 700\text{m/s}$ となる解放基盤表面を設定するため、図示する6本の測線(X-X'面, Y-Y'断面, a-a'断面, b-b'断面, c-c'断面, d-d'断面)に沿って計40孔のボーリング孔を利用したPS検層を実施した。(PS検層結果は、P.2-41～P.2-46に示す。)

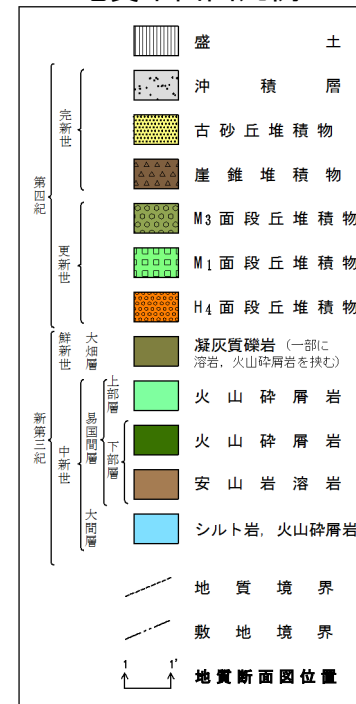
*1 設置許可基準規則第三条の対象となる耐震重要施設(間接支持構造物を含む)。
*2 設置許可基準規則第三十八条の対象となる常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設(特定重大事故等対処施設及び防護上の観点から公開不可の施設を除く)。



敷地の地質平面図



地質平面図凡例



(本地質図は、地表付近のローム層等を除いて表現した)

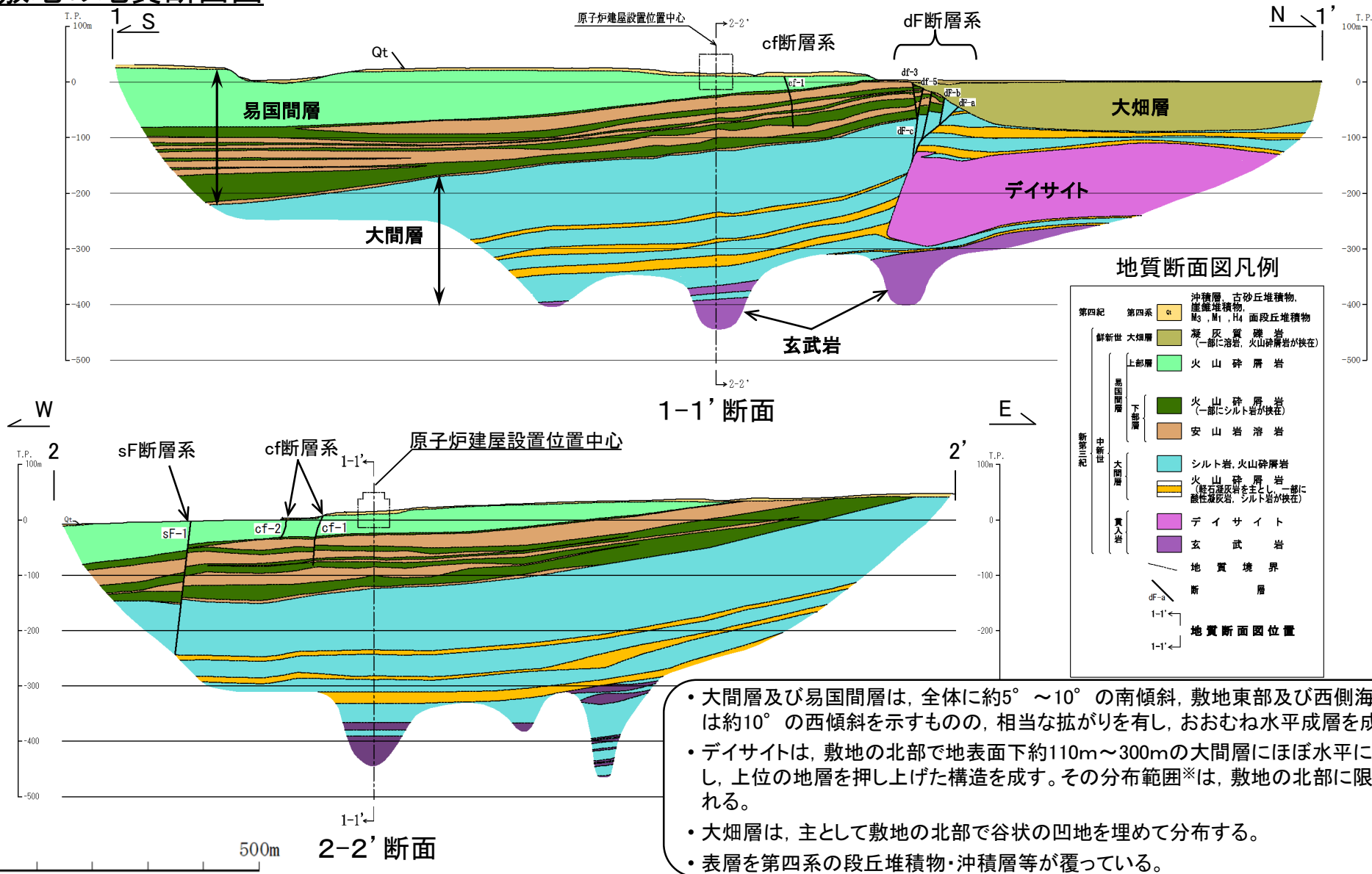
敷地の地質層序表

地質時代	地層名	主要岩相	
第四紀	第四系	火山灰質粘性土, シルト, 砂及び礫	
鮮新世	大畑層	凝灰質礫岩 (一部に溶岩, 火山砕屑岩を挟在)	
	易国間層	上部層	火山砕屑岩 (淡灰色火山礫凝灰岩, 凝灰角礫岩)
		下部層	安山岩溶岩, 火山砕屑岩 (細粒凝灰岩, 粗粒凝灰岩, 暗灰色火山礫凝灰岩) 及びシルト岩並びにそれらの互層
大間層	玄武岩貫入岩	シルト岩及び火山砕屑岩 (酸性凝灰岩, 軽石凝灰岩, 粗粒凝灰岩, 暗灰色火山礫凝灰岩)	

- 敷地の地質は、新第三紀中新世の大間層及び易国間層、鮮新世の大畑層並びにそれらを覆う第四系から構成される。



敷地の地質断面図



地質断面図凡例

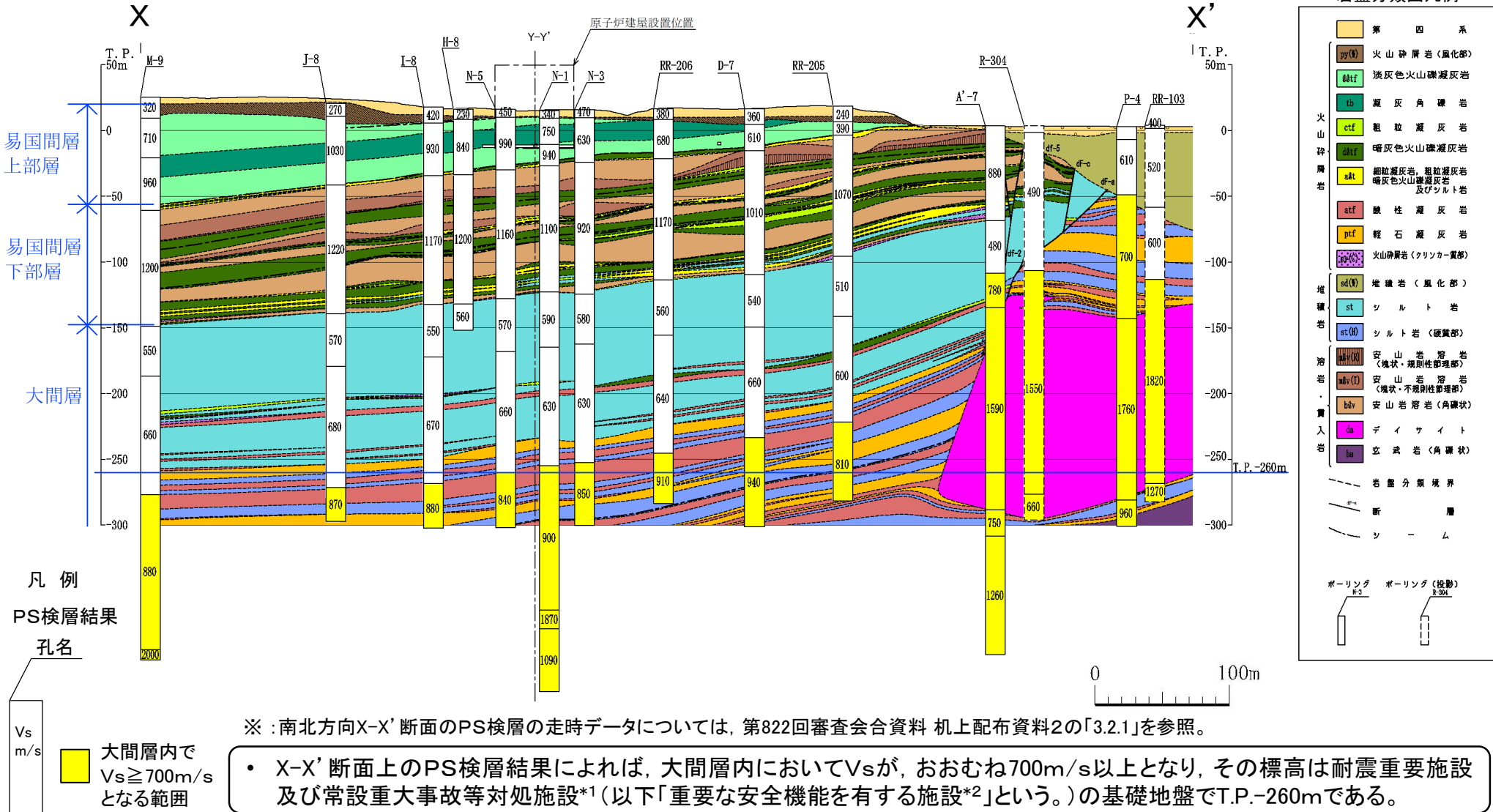
第四紀	第四系	沖積層、古砂丘堆積物、崖錐堆積物 M ₃ , M ₁ , H ₄ 面段丘堆積物
鮮新世	大畑層	凝灰質礫岩 (一部にシルト岩が挟在)
	上部層	火山砕屑岩
更新層	下部層	火山砕屑岩 (一部にシルト岩が挟在)
		安山岩 溶岩
新第三紀	中新世	シルト岩、火山砕屑岩 (凝灰質礫岩を主とし、一部に酸性凝灰岩、シルト岩が挟在)
	大間層	デイサイト
実入岩		玄武岩
		地質境界
		断層
		地質断面図位置

- 大間層及び易国間層は、全体に約5°～10°の南傾斜、敷地東部及び西側海域では約10°の西傾斜を示すものの、相当な拡がり有し、おおむね水平成層を成す。
- デイサイトは、敷地の北部で地表面下約110m～300mの大間層にほぼ水平に貫入し、上位の地層を押し上げた構造を成す。その分布範囲※は、敷地の北部に限定される。
- 大畑層は、主として敷地の北部で谷状の凹地を埋めて分布する。
- 表層を第四系の段丘堆積物・沖積層等が覆っている。

※：デイサイトの分布範囲については、補足説明資料の「2-5」を参照。



PS検層結果(1/6) Vs ≥ 700m/sとなる標高の確認 (南北方向X-X'断面)

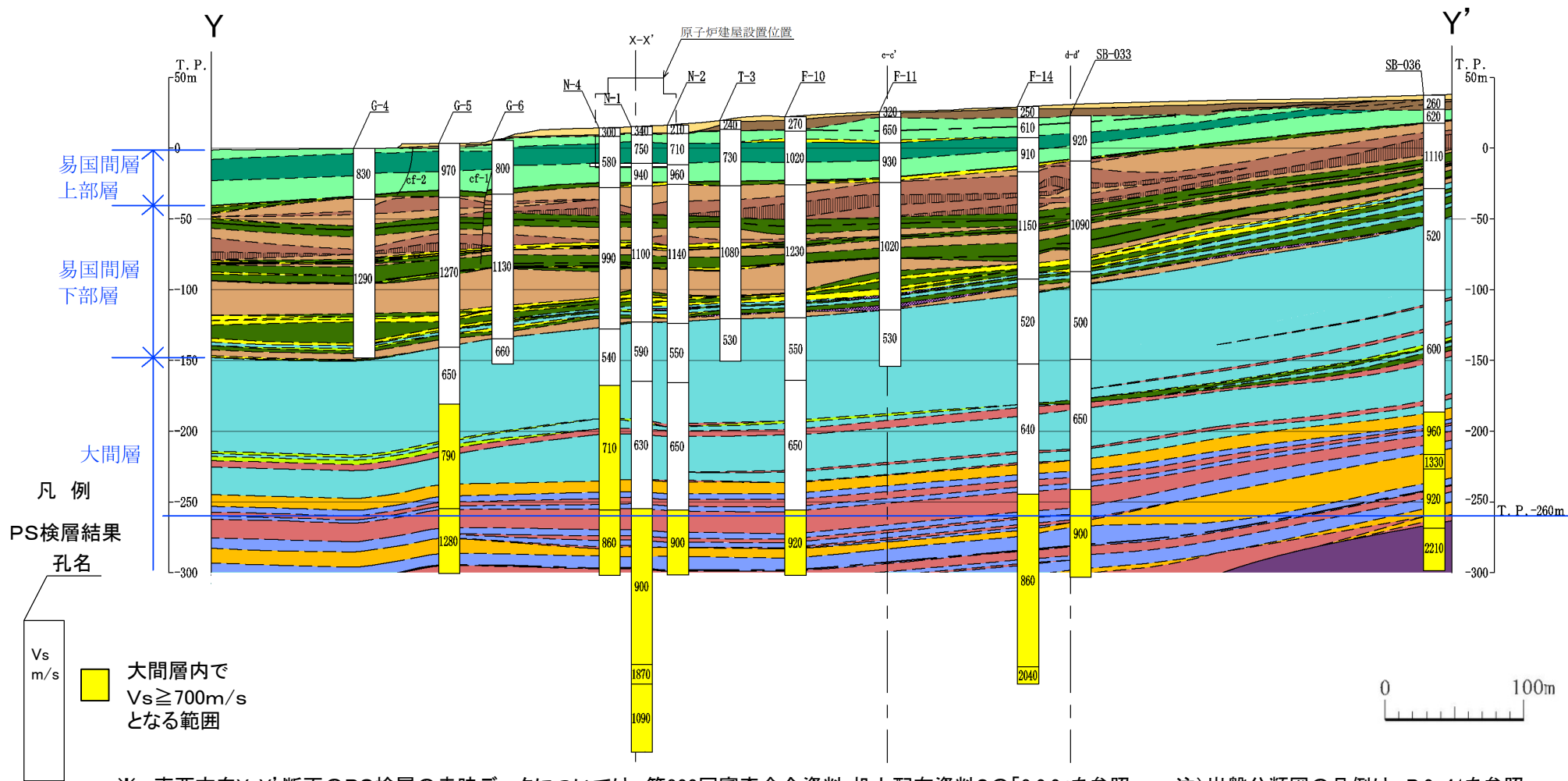


岩盤分類図凡例

第四系	第四系
py(W) 火山砕屑岩(風化部)	火山砕屑岩
00tf 淡灰色火山礫凝灰岩	火山砕屑岩
1b 凝灰角礫岩	火山砕屑岩
ctf 粗粒凝灰岩	火山砕屑岩
01tf 暗灰色火山礫凝灰岩	火山砕屑岩
adt 細粒凝灰岩、粗粒凝灰岩 暗灰色火山礫凝灰岩及びシルト岩	火山砕屑岩
stf 酸性凝灰岩	火山砕屑岩
ptf 軽石凝灰岩	火山砕屑岩
火山砕屑岩(クランカー質部)	火山砕屑岩
堆積岩	堆積岩
sd(W) 堆積岩(風化部)	堆積岩
st シルト岩	堆積岩
st(B) シルト岩(硬質部)	堆積岩
泡岩・買入岩	泡岩・買入岩
安山岩溶岩(塊状・規則性節理部)	泡岩・買入岩
anv(I) 安山岩溶岩(塊状・不規則性節理部)	泡岩・買入岩
anv(B) 安山岩溶岩(角礫状)	泡岩・買入岩
di デイサイト	泡岩・買入岩
bu 玄武岩(角礫状)	泡岩・買入岩
岩盤分類境界	岩盤分類境界
断層	断層
シーム	シーム
ボーリング #3	ボーリング(投影) #304

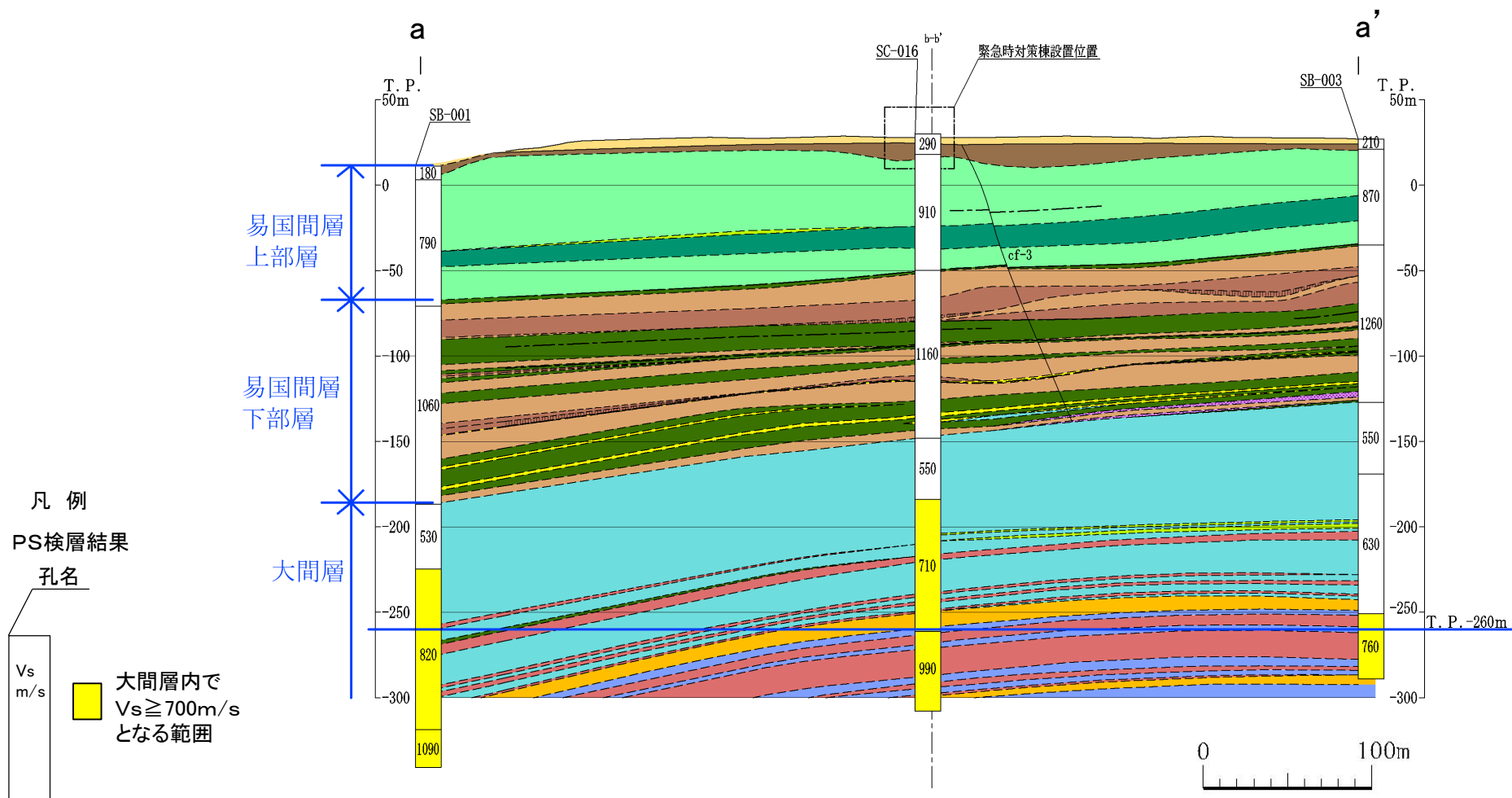


PS検層結果(2/6) $V_s \geq 700\text{m/s}$ となる標高の確認 (東西方向Y-Y'断面)



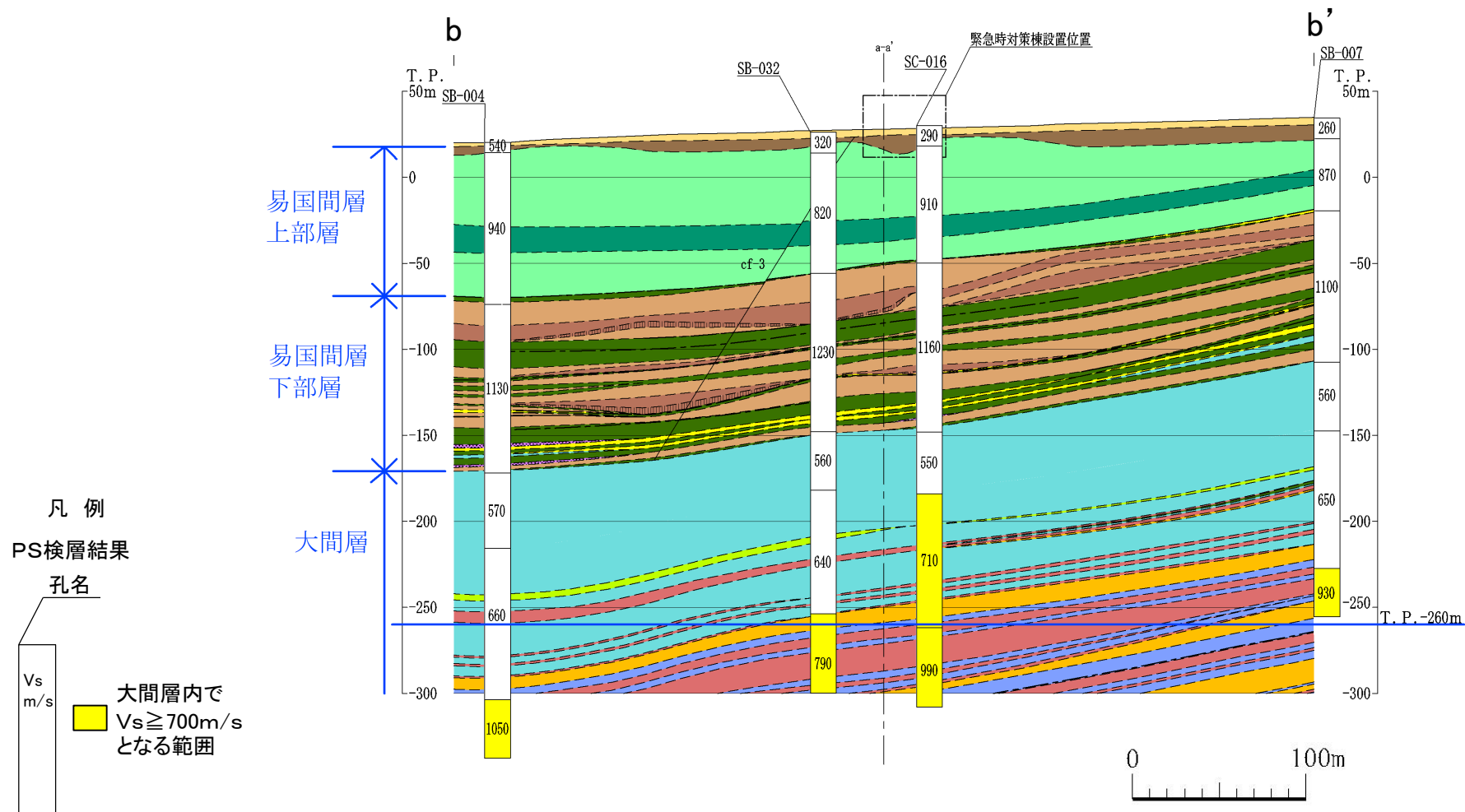
※：東西方向Y-Y'断面のPS検層の走時データについては、第822回審査会合資料 机上配布資料2の「3.2.2」を参照。 注)岩盤分類図の凡例は、P.2-41を参照。

- Y-Y'断面上のPS検層結果によれば、大間層内において V_s が、おおむね 700m/s 以上となり、その標高は重要な安全機能を有する施設の基礎地盤でT.P.-260mである。

PS検層結果(3/6) $V_s \geq 700\text{m/s}$ となる標高の確認 (南北方向a-a'断面)

※ : 南北方向a-a'断面のPS検層の走時データについては、第822回審査会合資料 机上配布資料2の「3.2.3」を参照。 注) 岩盤分類図の凡例は、P.2-41を参照。

- a-a'断面上のPS検層結果によれば、大間層内において V_s が、 700m/s 以上となり、その標高は重要な安全機能を有する施設の基礎地盤でT.P.-260mである。

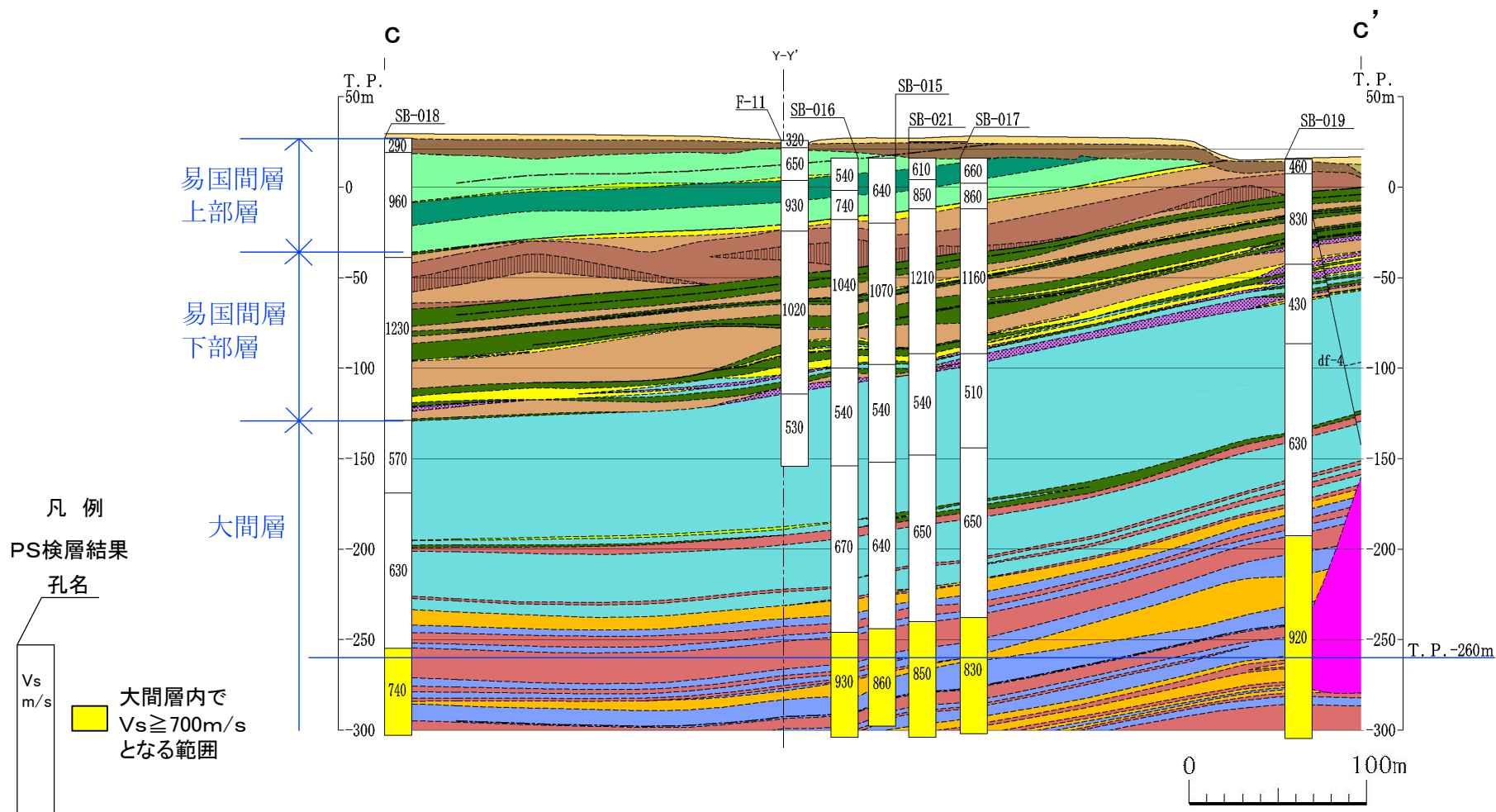
PS検層結果(4/6) $V_s \geq 700\text{m/s}$ となる標高の確認 (東西方向b-b'断面)

※ : 東西方向b-b'断面のPS検層の走時データについては, 第822回審査会合資料 机上配布資料2の「3.2.4」を参照。 注) 岩盤分類図の凡例は, P.2-41を参照。

- b-b'断面上のPS検層結果によれば, 大間層内において V_s が, おおむね700m/s以上となり, その標高は重要な安全機能を有する施設の基礎地盤でT.P.-260mである。



PS検層結果(5/6) $V_s \geq 700\text{m/s}$ となる標高の確認 (南北方向c-c'断面)

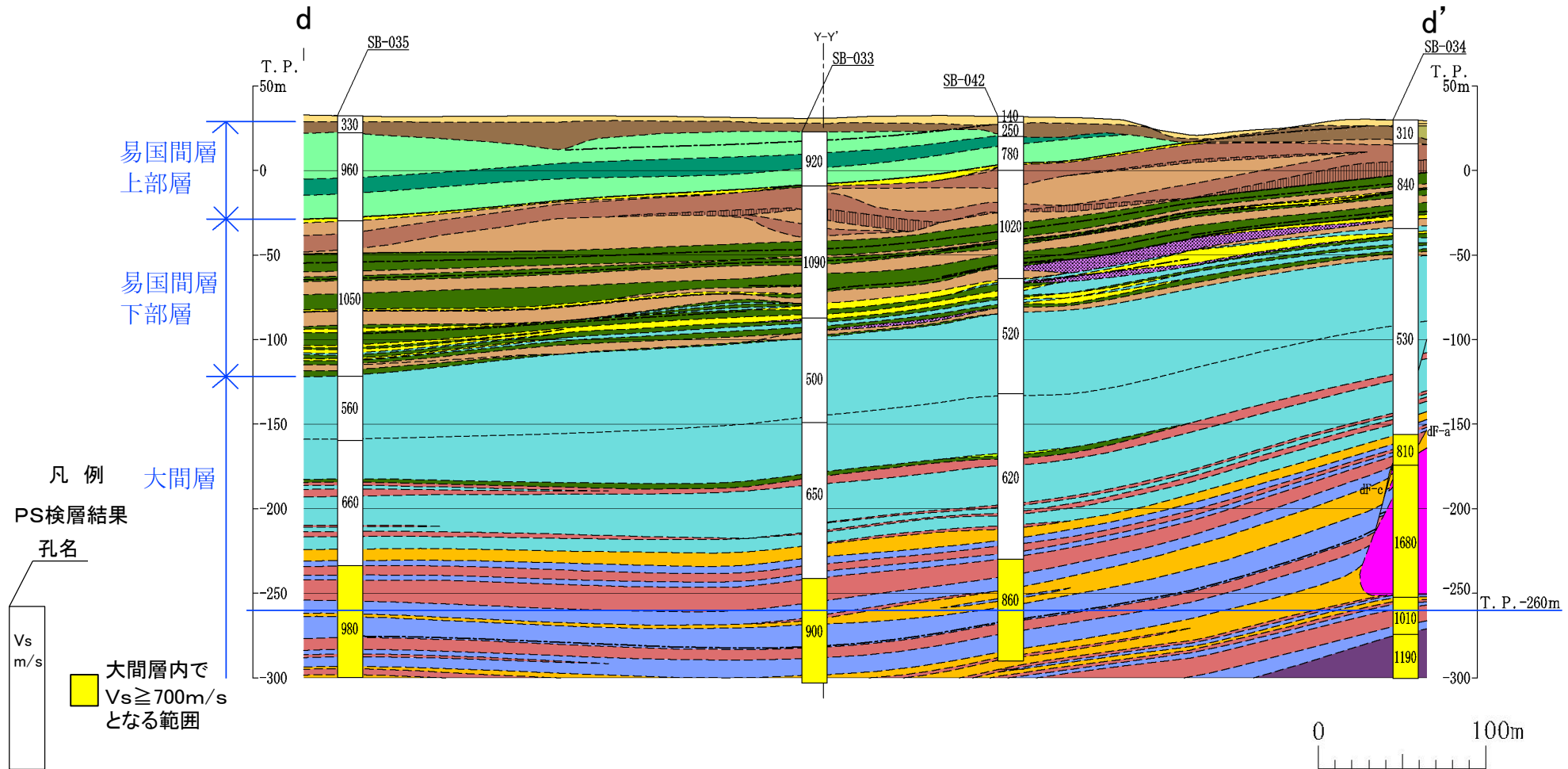


※:南北方向c-c'断面のPS検層の走時データについては、第822回審査会合資料 机上配布資料2の「3.2.5」を参照。 注)岩盤分類図の凡例は、P.2-41を参照。

• c-c'断面上のPS検層結果によれば、大間層内のT.P.-260m以深において V_s が、700m/s以上となる。



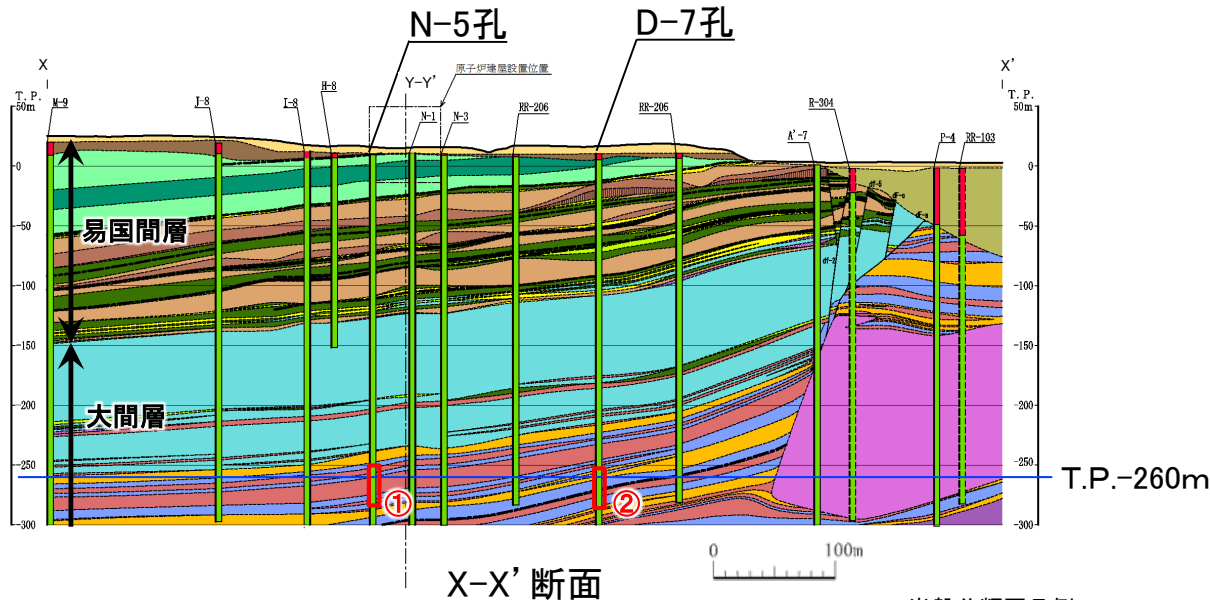
PS検層結果(6/6) $V_s \geq 700\text{m/s}$ となる標高の確認 (南北方向d-d'断面)



- d-d'断面上のPS検層結果によれば、大間層内のT.P.-260m以深において V_s が、700m/s以上となる。

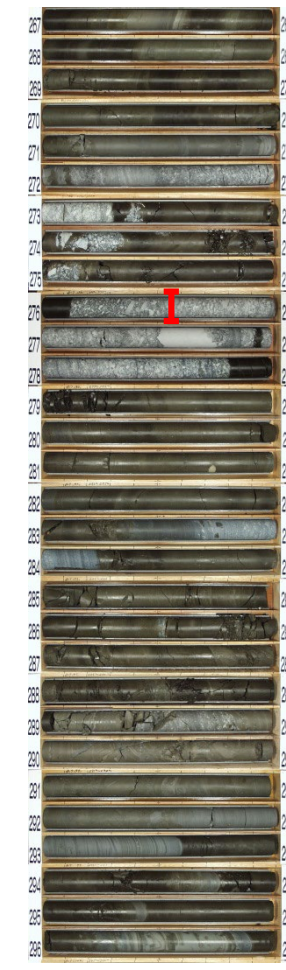
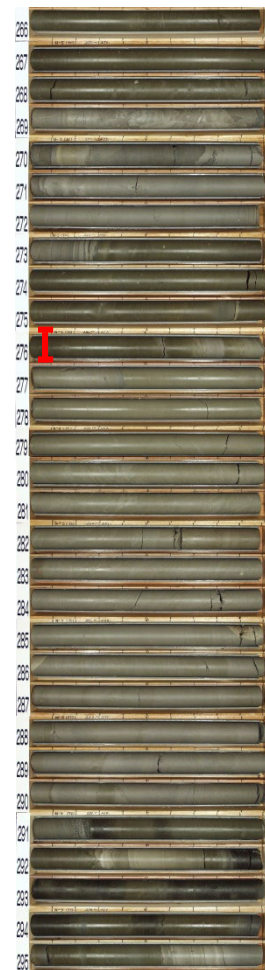


大間層の性状 (著しい風化が認められないことの確認)

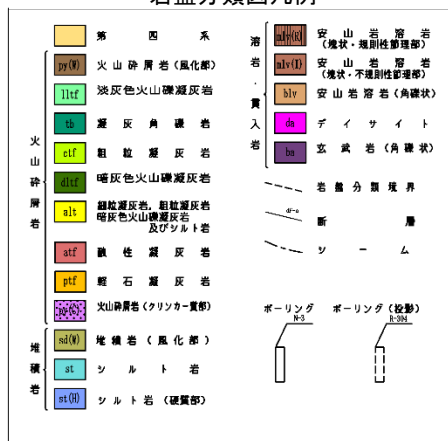


① N-5孔
T.P.-249.93m~T.P.-279.93m
(深度266m~296m)

② D-7孔
T.P.-250.45m~T.P.-280.45m
(深度267m~297m)



岩盤分類図凡例



風化区分

凡例	風化区分	判定基準
■	風化	風化により褐色化しているもの
■	新鮮	風化が認められないもの

・大間層は新鮮であり、風化は認められない。

凡例 I: T.P.-260m

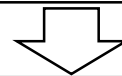
※: 南北方向X-X'断面以外の断面におけるボーリング孔での大間層の性状については、補足説明資料の「2-6」を参照。南北方向X-X'断面のボーリング孔でのT.P.-260m付近のコア写真は、第822回審査会合資料 机上配布資料2の「3.3.1」を参照。

解放基盤表面の設定

■ 「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」における「解放基盤表面」の定義

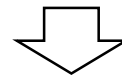
「解放基盤表面」とは、基準地震動を策定するために基盤面上の表層や構造物が無いものとして仮想的に設定する自由表面であって、著しい高低差がなく、ほぼ水平で相当な拡がりを持って想定される基盤の表面をいう。

ここでいう「基盤」とは、概ねせん断波速度 $V_s=700\text{m/s}$ 以上の硬質地盤であって、著しい風化を受けていないものをいう。



■ 大間地点の浅部地下構造の特徴

- 深部ボーリングのPS検層結果、反射法地震探査及びオフセットVSP探査の解析結果を踏まえると、T.P.-200m程度以深で弾性波速度が漸増する構造となっている。(P.2-32, P.2-35参照)
- PS検層結果によれば、大間層内において V_s が、おおむね 700m/s 以上となり、その標高は重要な安全機能を有する施設の基礎地盤でT.P.-260mである。(P.2-41~P.2-46参照)
- 新第三系中新世の大間層は、ほぼ水平で敷地に広く分布しており、風化は認められない。(P.2-40, P.2-47参照)



- 解放基盤表面は、ほぼ水平で相当な拡がりをもつ、風化が認められない大間層にて、重要な安全機能を有する施設の基礎地盤でおおむね $V_s=700\text{m/s}$ 以上となる、T.P.-260mに定めた。

① 敷地及び敷地近傍における深部地下構造調査 (2.1.3.2項)

- 深部ボーリング調査により、 $V_s=3,000\text{m/s}$ 以上となる地震基盤をT.P.-2,210mで確認するとともに、その地震基盤は先新第三系の長浜層であることを確認した。(P.2-30～P.2-32参照)
- 敷地及び敷地近傍において、反射法地震探査及びオフセットVSP探査により、地下深部までおおむね水平な速度構造であり、広域地下構造調査の結果も踏まえると地震基盤に相当する長浜層がおおむね水平に分布しているものと判断した。(P.2-15, P.2-34, P.2-35参照)

② 敷地における浅部地下構造調査 (2.1.3.3項)

- 敷地におけるボーリング調査の結果、解放基盤表面は、ほぼ水平で相当な拡がりを有し、風化が認められない大間層にて、重要な安全機能を有する施設の基礎地盤でおおむね $V_s=700\text{m/s}$ 以上となる、T.P.-260mに定めた。(P.2-48参照)

目次

1. 地震動評価に用いる地下構造モデルの作成の流れ
2. 地質調査及び地球物理学的調査による地下構造評価
 - 2.1 地質調査及び地球物理学的調査
 - 2.1.1 調査項目
 - 2.1.2 広域地下構造調査(概査)
 - 2.1.2.1 調査の内容
 - 2.1.2.2 敷地周辺の地質調査
 - 2.1.2.3 重力探査
 - 2.1.2.4 屈折法・反射法地震探査
 - 2.1.2.5 広域地下構造調査(概査)のまとめ
 - 2.1.3 敷地近傍地下構造調査(精査)
 - 2.1.3.1 調査の内容
 - 2.1.3.2 敷地及び敷地近傍における深部地下構造調査
 - 2.1.3.3 敷地における浅部地下構造調査
 - 2.1.3.4 敷地近傍地下構造調査(精査)のまとめ
 - 2.1.4 地質調査及び地球物理学的調査のまとめ
 - 2.2 地下構造モデルを用いた解析による検討
 - 2.2.1 検討項目
 - 2.2.2 三次元地下構造モデルの作成
 - 2.2.2.1 三次元地下構造モデルの作成手順
 - 2.2.2.2 三次元地下構造モデルの作成範囲
 - 2.2.2.3 三次元地下構造モデルの作成結果
 - 2.2.2.4 三次元地下構造モデルの妥当性の確認
 - 2.2.2.5 三次元地下構造モデルの作成のまとめ
 - 2.2.3 深部の地下構造の影響検討
 - 2.2.3.1 検討内容
 - 2.2.3.2 解析内容
 - 2.2.3.3 解析モデル
 - 2.2.3.4 解析結果 スナップショットによる分析
 - 2.2.3.5 解析結果 解放基盤表面における応答波形の分析
 - 2.2.3.6 深部の地下構造の影響検討のまとめ
 - 2.2.4 浅部の地下構造の影響検討
 - 2.2.4.1 検討項目
 - 2.2.4.2 二次元FEMモデルによる検討
 - 2.2.4.2.1 検討内容
 - 2.2.4.2.2 解析内容
 - 2.2.4.2.3 解析モデル
 - 2.2.4.2.4 解析結果 スナップショットによる分析
 - 2.2.4.2.5 解析結果 解放基盤表面の設定深さにおける応答波形の分析
 - 2.2.4.2.6 解析結果 原子炉建屋の支持地盤に近い位置における応答波形の分析
 - 2.2.4.2.7 二次元FEMモデルによる検討のまとめ
 - 2.2.4.3 三次元差分法モデルによる確認
 - 2.2.4.3.1 検討内容
 - 2.2.4.3.2 解析内容
 - 2.2.4.3.3 解析モデル
 - 2.2.4.3.4 解析結果 解放基盤表面の設定深さにおける応答波形の比較
 - 2.2.4.3.5 解析結果 原子炉建屋の支持地盤に近い位置における応答波形の比較
 - 2.2.4.3.6 三次元差分法モデルによる確認のまとめ
 - 2.2.4.4 浅部の地下構造の影響検討のまとめ
 - 2.2.5 地下構造モデルを用いた解析による検討のまとめ
 - 2.3 地質調査及び地球物理学的調査による地下構造評価のまとめ
3. 観測記録による地下構造評価
 - 3.1 検討項目
 - 3.2 地震観測記録による検討
 - 3.2.1 地震動のH/Vスペクトル比に基づく検討
 - 3.2.2 基準化スペクトルに基づく検討
 - 3.2.3 異なる深度の応答スペクトル比に基づく検討
 - 3.2.4 KiK-net観測点との応答スペクトル比に基づく検討
 - 3.3 常時微動観測記録による検討
 - 3.4 観測記録による地下構造評価のまとめ
4. 地下構造評価のまとめ
5. 一次元地下構造モデルの作成
 - 5.1 解放基盤表面における地震動評価の方針に係る検討
 - 5.2 浅部地下構造モデルの作成
 - 5.2.1 浅部地下構造モデルの作成フロー
 - 5.2.2 最適化地盤モデル(浅部)の作成
 - 5.2.3 最適化地盤モデル(浅部)の妥当性の検証
 - 5.2.4 浅部地下構造モデルの設定
 - 5.2.5 解放基盤表面における地震動の特徴
 - 5.3 深部地下構造モデルの作成
 - 5.3.1 深部地下構造モデルの作成フロー
 - 5.3.2 最適化地盤モデル(深部)の作成
 - 5.3.3 最適化地盤モデル(深部)の妥当性の検証
 - 5.3.4 深部地下構造モデルの設定
 - 5.3.5 深部地下構造モデルの妥当性の検証
 - 5.4 一次元地下構造モデルの作成のまとめ
6. まとめ

■ 広域地下構造調査(概査) (2.1.2項)

- 敷地周辺において、地質構造と速度構造は調和的であり、敷地及び敷地近傍においては、おおむね水平成層構造となっていることを確認した。(P.2-22参照)

■ 敷地近傍地下構造調査(精査) (2.1.3項)

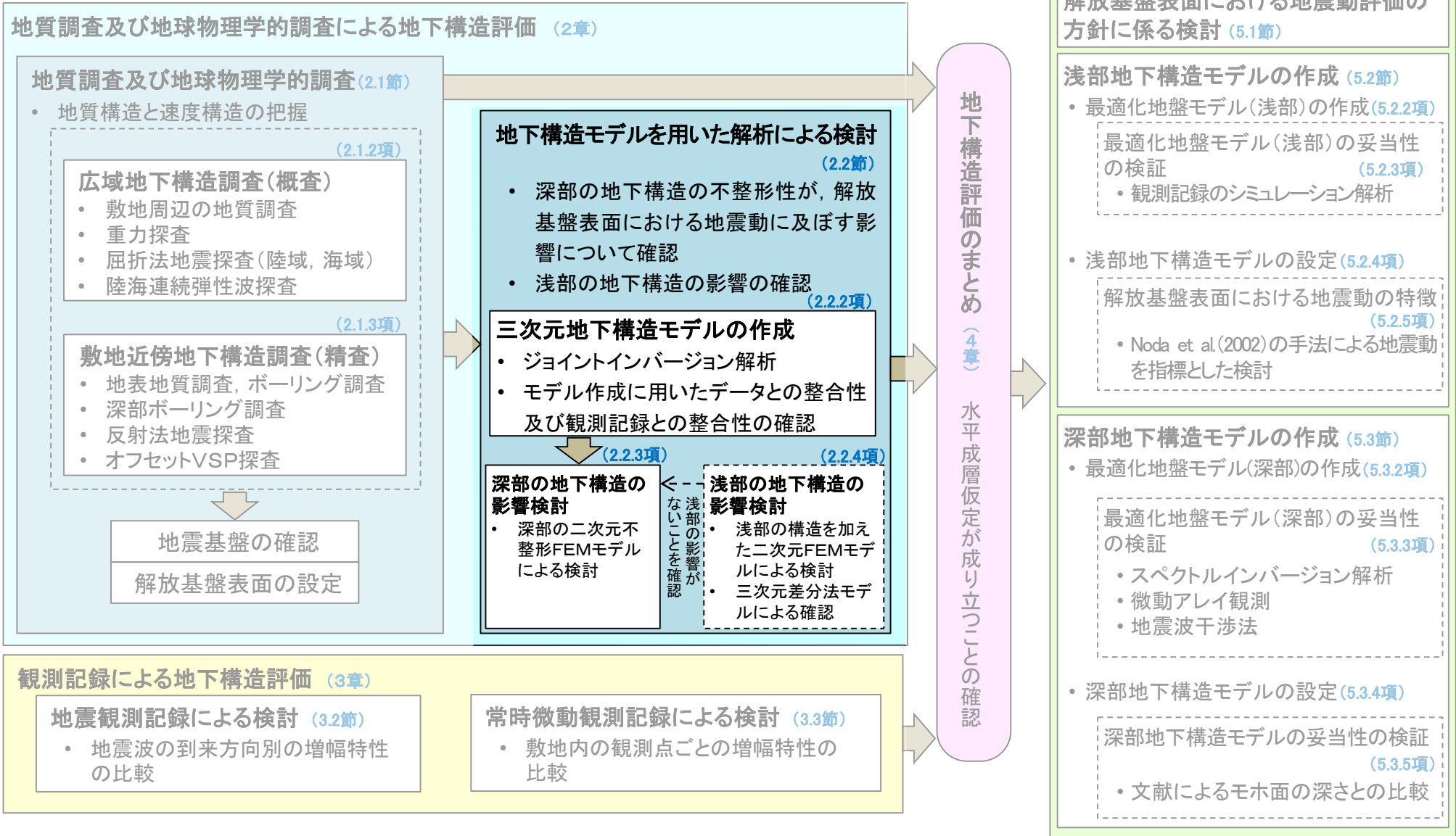
- 深部ボーリング調査により、 $V_s=3,000\text{m/s}$ 以上となる地震基盤をT.P.-2,210mで確認するとともに、その地震基盤は先新第三系の長浜層であることを確認した。また、その長浜層は、敷地及び敷地近傍において、おおむね水平に分布しているものと判断した。(P.2-30～P.2-32, P.2-34, P.2-35参照)
- 解放基盤表面は、ほぼ水平で相当な拡がりをも有し、風化が認められない大間層にて、重要な安全機能を有する施設の基礎地盤でおおむね $V_s=700\text{m/s}$ 以上となる、T.P.-260mに定めた。(P.2-48参照)

目次

1. 地震動評価に用いる地下構造モデルの作成の流れ
2. 地質調査及び地球物理学的調査による地下構造評価
 - 2.1 地質調査及び地球物理学的調査
 - 2.1.1 調査項目
 - 2.1.2 広域地下構造調査(概査)
 - 2.1.2.1 調査の内容
 - 2.1.2.2 敷地周辺の地質調査
 - 2.1.2.3 重力探査
 - 2.1.2.4 屈折法・反射法地震探査
 - 2.1.2.5 広域地下構造調査(概査)のまとめ
 - 2.1.3 敷地近傍地下構造調査(精査)
 - 2.1.3.1 調査の内容
 - 2.1.3.2 敷地及び敷地近傍における深部地下構造調査
 - 2.1.3.3 敷地における浅部地下構造調査
 - 2.1.3.4 敷地近傍地下構造調査(精査)のまとめ
 - 2.1.4 地質調査及び地球物理学的調査のまとめ
 - 2.2 地下構造モデルを用いた解析による検討
 - 2.2.1 検討項目
 - 2.2.2 三次元地下構造モデルの作成
 - 2.2.2.1 三次元地下構造モデルの作成手順
 - 2.2.2.2 三次元地下構造モデルの作成範囲
 - 2.2.2.3 三次元地下構造モデルの作成結果
 - 2.2.2.4 三次元地下構造モデルの妥当性の確認
 - 2.2.2.5 三次元地下構造モデルの作成のまとめ
 - 2.2.3 深部の地下構造の影響検討
 - 2.2.3.1 検討内容
 - 2.2.3.2 解析内容
 - 2.2.3.3 解析モデル
 - 2.2.3.4 解析結果 スナップショットによる分析
 - 2.2.3.5 解析結果 解放基盤表面における応答波形の分析
 - 2.2.3.6 深部の地下構造の影響検討のまとめ
 - 2.2.4 浅部の地下構造の影響検討
 - 2.2.4.1 検討項目
 - 2.2.4.2 二次元FEMモデルによる検討
 - 2.2.4.2.1 検討内容
 - 2.2.4.2.2 解析内容
 - 2.2.4.2.3 解析モデル
 - 2.2.4.2.4 解析結果 スナップショットによる分析
 - 2.2.4.2.5 解析結果 解放基盤表面の設定深さにおける応答波形の分析
 - 2.2.4.2.6 解析結果 原子炉建屋の支持地盤に近い位置における応答波形の分析
 - 2.2.4.2.7 二次元FEMモデルによる検討のまとめ
 - 2.2.4.3 三次元差分法モデルによる確認
 - 2.2.4.3.1 検討内容
 - 2.2.4.3.2 解析内容
 - 2.2.4.3.3 解析モデル
 - 2.2.4.3.4 解析結果 解放基盤表面の設定深さにおける応答波形の比較
 - 2.2.4.3.5 解析結果 原子炉建屋の支持地盤に近い位置における応答波形の比較
 - 2.2.4.3.6 三次元差分法モデルによる確認のまとめ
 - 2.2.4.4 浅部の地下構造の影響検討のまとめ
 - 2.2.5 地下構造モデルを用いた解析による検討のまとめ
 - 2.3 地質調査及び地球物理学的調査による地下構造評価のまとめ
3. 観測記録による地下構造評価
 - 3.1 検討項目
 - 3.2 地震観測記録による検討
 - 3.2.1 地震動のH/Vスペクトル比に基づく検討
 - 3.2.2 基準化スペクトルに基づく検討
 - 3.2.3 異なる深度の応答スペクトル比に基づく検討
 - 3.2.4 KiK-net観測点との応答スペクトル比に基づく検討
 - 3.3 常時微動観測記録による検討
 - 3.4 観測記録による地下構造評価のまとめ
4. 地下構造評価のまとめ
5. 一次元地下構造モデルの作成
 - 5.1 解放基盤表面における地震動評価の方針に係る検討
 - 5.2 浅部地下構造モデルの作成
 - 5.2.1 浅部地下構造モデルの作成フロー
 - 5.2.2 最適化地盤モデル(浅部)の作成
 - 5.2.3 最適化地盤モデル(浅部)の妥当性の検証
 - 5.2.4 浅部地下構造モデルの設定
 - 5.2.5 解放基盤表面における地震動の特徴
 - 5.3 深部地下構造モデルの作成
 - 5.3.1 深部地下構造モデルの作成フロー
 - 5.3.2 最適化地盤モデル(深部)の作成
 - 5.3.3 最適化地盤モデル(深部)の妥当性の検証
 - 5.3.4 深部地下構造モデルの設定
 - 5.3.5 深部地下構造モデルの妥当性の検証
 - 5.4 一次元地下構造モデルの作成のまとめ
6. まとめ



本節における説明箇所





コメントNo.S3-11

地下構造モデルを用いた解析による検討項目

- 敷地及び敷地近傍の深部の地下構造の不整形性が、敷地の解放基盤表面における地震動に及ぼす影響について確認するため、三次元地下構造モデルを作成した上で、炉心位置を通る南北方向断面及び東西方向断面について深部の二次元不整形FEMモデルを作成し、リッカー波を用いた解析による検討を行った。
- さらに、敷地の大間層内のせん断波速度のコントラストや敷地北側のデイサイト等の解放基盤表面より浅部の地下構造が、解放基盤表面の設定深さにおける地震動に及ぼす影響がないことを確認するために、深部の二次元不整形FEMモデルに浅部の構造を加えた二次元FEMモデル等を作成し、リッカー波を用いた解析による検討を行った。

各種探査・観測データ
(重力探査, 屈折法地震探査, 微動アレイ観測, PS検層等)



(2.2.2項)

- 三次元地下構造モデルの作成
- ジョイントインバージョン解析による三次元地下構造モデルの作成
(2.2.2.1～2.2.2.3項)
 - モデル作成に用いたデータとの整合性及び観測記録との整合性の確認
(2.2.2.4項)



(2.2.3項)

- 深部の地下構造の影響検討
- 三次元地下構造モデルより、炉心位置を通るプラント南北方向(PN-PS方向)断面及びプラント東西方向(PE-PW方向)断面の深部の二次元不整形FEMモデルを作成
(2.2.3.2, 2.2.3.3項)
 - 敷地及び敷地近傍の深部の地下構造の不整形性が、敷地の解放基盤表面における地震動に及ぼす影響を確認
(2.2.3.4, 2.2.3.5項)

- 浅部の地下構造の影響検討
(2.2.4項)
- 二次元FEMモデルによる検討
(2.2.4.2項)
- 浅部の構造を加えた二次元FEMモデルによる影響検討
(2.2.4.3項)
- 三次元差分法モデルによる確認
- 三次元差分法モデルによる解析を行い、二次元FEMモデルによる検討との整合性を確認

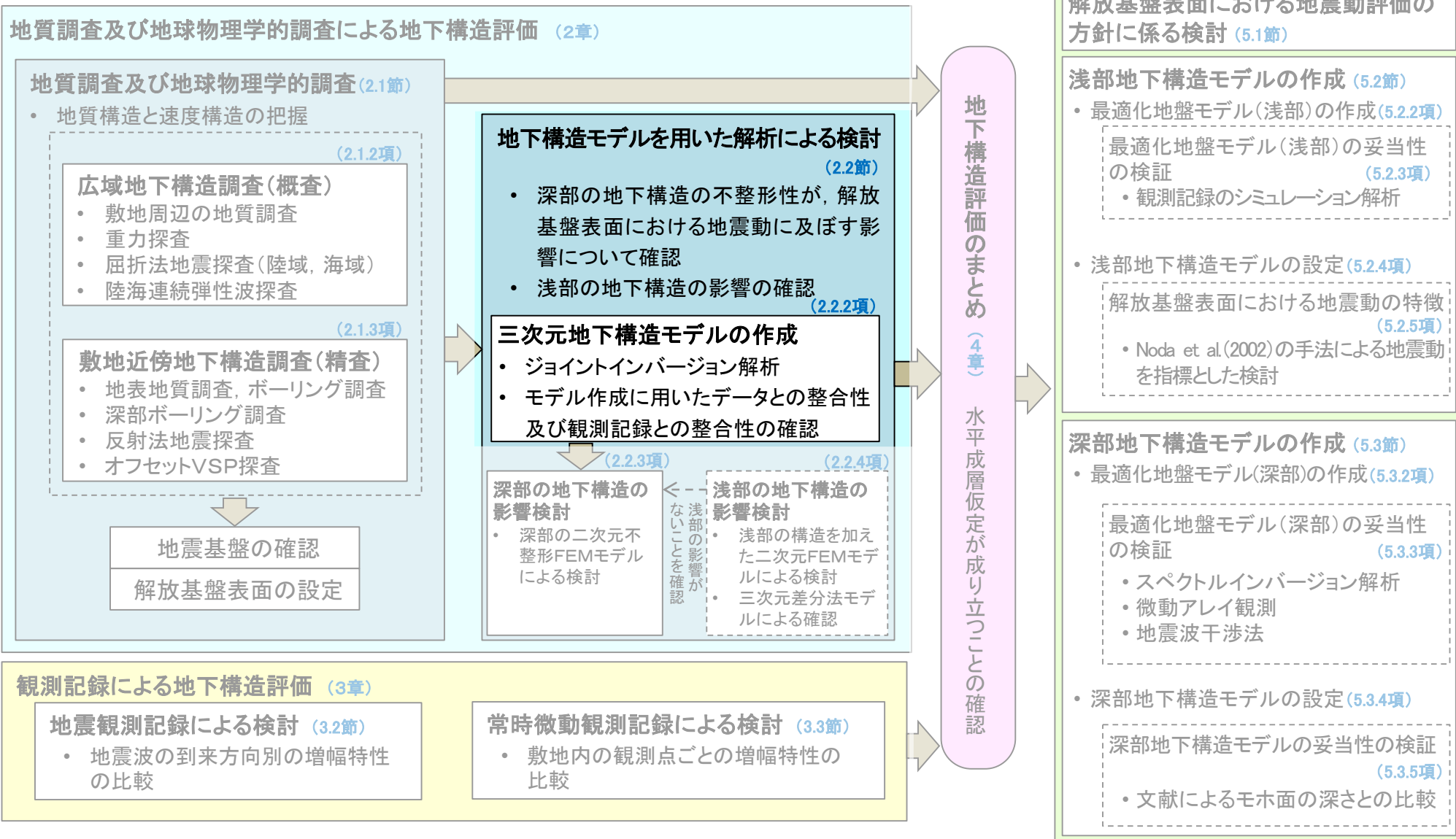
← 浅部の影響がないことを確認

目次

1. 地震動評価に用いる地下構造モデルの作成の流れ
2. 地質調査及び地球物理学的調査による地下構造評価
 - 2.1 地質調査及び地球物理学的調査
 - 2.1.1 調査項目
 - 2.1.2 広域地下構造調査(概査)
 - 2.1.2.1 調査の内容
 - 2.1.2.2 敷地周辺の地質調査
 - 2.1.2.3 重力探査
 - 2.1.2.4 屈折法・反射法地震探査
 - 2.1.2.5 広域地下構造調査(概査)のまとめ
 - 2.1.3 敷地近傍地下構造調査(精査)
 - 2.1.3.1 調査の内容
 - 2.1.3.2 敷地及び敷地近傍における深部地下構造調査
 - 2.1.3.3 敷地における浅部地下構造調査
 - 2.1.3.4 敷地近傍地下構造調査(精査)のまとめ
 - 2.1.4 地質調査及び地球物理学的調査のまとめ
 - 2.2 地下構造モデルを用いた解析による検討
 - 2.2.1 検討項目
 - 2.2.2 三次元地下構造モデルの作成
 - 2.2.2.1 三次元地下構造モデルの作成手順
 - 2.2.2.2 三次元地下構造モデルの作成範囲
 - 2.2.2.3 三次元地下構造モデルの作成結果
 - 2.2.2.4 三次元地下構造モデルの妥当性の確認
 - 2.2.2.5 三次元地下構造モデルの作成のまとめ
 - 2.2.3 深部の地下構造の影響検討
 - 2.2.3.1 検討内容
 - 2.2.3.2 解析内容
 - 2.2.3.3 解析モデル
 - 2.2.3.4 解析結果 スナップショットによる分析
 - 2.2.3.5 解析結果 解放基盤表面における応答波形の分析
 - 2.2.3.6 深部の地下構造の影響検討のまとめ
 - 2.2.4 浅部の地下構造の影響検討
 - 2.2.4.1 検討項目
 - 2.2.4.2 二次元FEMモデルによる検討
 - 2.2.4.2.1 検討内容
 - 2.2.4.2.2 解析内容
 - 2.2.4.2.3 解析モデル
 - 2.2.4.2.4 解析結果 スナップショットによる分析
 - 2.2.4.2.5 解析結果 解放基盤表面の設定深さにおける応答波形の分析
 - 2.2.4.2.6 解析結果 原子炉建屋の支持地盤に近い位置における応答波形の分析
 - 2.2.4.2.7 二次元FEMモデルによる検討のまとめ
 - 2.2.4.3 三次元差分法モデルによる確認
 - 2.2.4.3.1 検討内容
 - 2.2.4.3.2 解析内容
 - 2.2.4.3.3 解析モデル
 - 2.2.4.3.4 解析結果 解放基盤表面の設定深さにおける応答波形の比較
 - 2.2.4.3.5 解析結果 原子炉建屋の支持地盤に近い位置における応答波形の比較
 - 2.2.4.3.6 三次元差分法モデルによる確認のまとめ
 - 2.2.4.4 浅部の地下構造の影響検討のまとめ
 - 2.2.5 地下構造モデルを用いた解析による検討のまとめ
 - 2.3 地質調査及び地球物理学的調査による地下構造評価のまとめ
3. 観測記録による地下構造評価
 - 3.1 検討項目
 - 3.2 地震観測記録による検討
 - 3.2.1 地震動のH/Vスペクトル比に基づく検討
 - 3.2.2 基準化スペクトルに基づく検討
 - 3.2.3 異なる深度の応答スペクトル比に基づく検討
 - 3.2.4 KiK-net観測点との応答スペクトル比に基づく検討
 - 3.3 常時微動観測記録による検討
 - 3.4 観測記録による地下構造評価のまとめ
4. 地下構造評価のまとめ
5. 一次元地下構造モデルの作成
 - 5.1 解放基盤表面における地震動評価の方針に係る検討
 - 5.2 浅部地下構造モデルの作成
 - 5.2.1 浅部地下構造モデルの作成フロー
 - 5.2.2 最適化地盤モデル(浅部)の作成
 - 5.2.3 最適化地盤モデル(浅部)の妥当性の検証
 - 5.2.4 浅部地下構造モデルの設定
 - 5.2.5 解放基盤表面における地震動の特徴
 - 5.3 深部地下構造モデルの作成
 - 5.3.1 深部地下構造モデルの作成フロー
 - 5.3.2 最適化地盤モデル(深部)の作成
 - 5.3.3 最適化地盤モデル(深部)の妥当性の検証
 - 5.3.4 深部地下構造モデルの設定
 - 5.3.5 深部地下構造モデルの妥当性の検証
 - 5.4 一次元地下構造モデルの作成のまとめ
6. まとめ



本節における説明箇所



三次元地下構造モデルの作成での検討項目

- 地球物理学的調査等のデータによるジョイントインバージョン解析により、三次元地下構造モデルを作成するとともに、その妥当性の確認を行った。

各種探査・観測データ
(重力探査, 屈折法地震探査, 微動アレイ観測, PS検層等)

(2.2.2項)

三次元地下構造モデルの作成

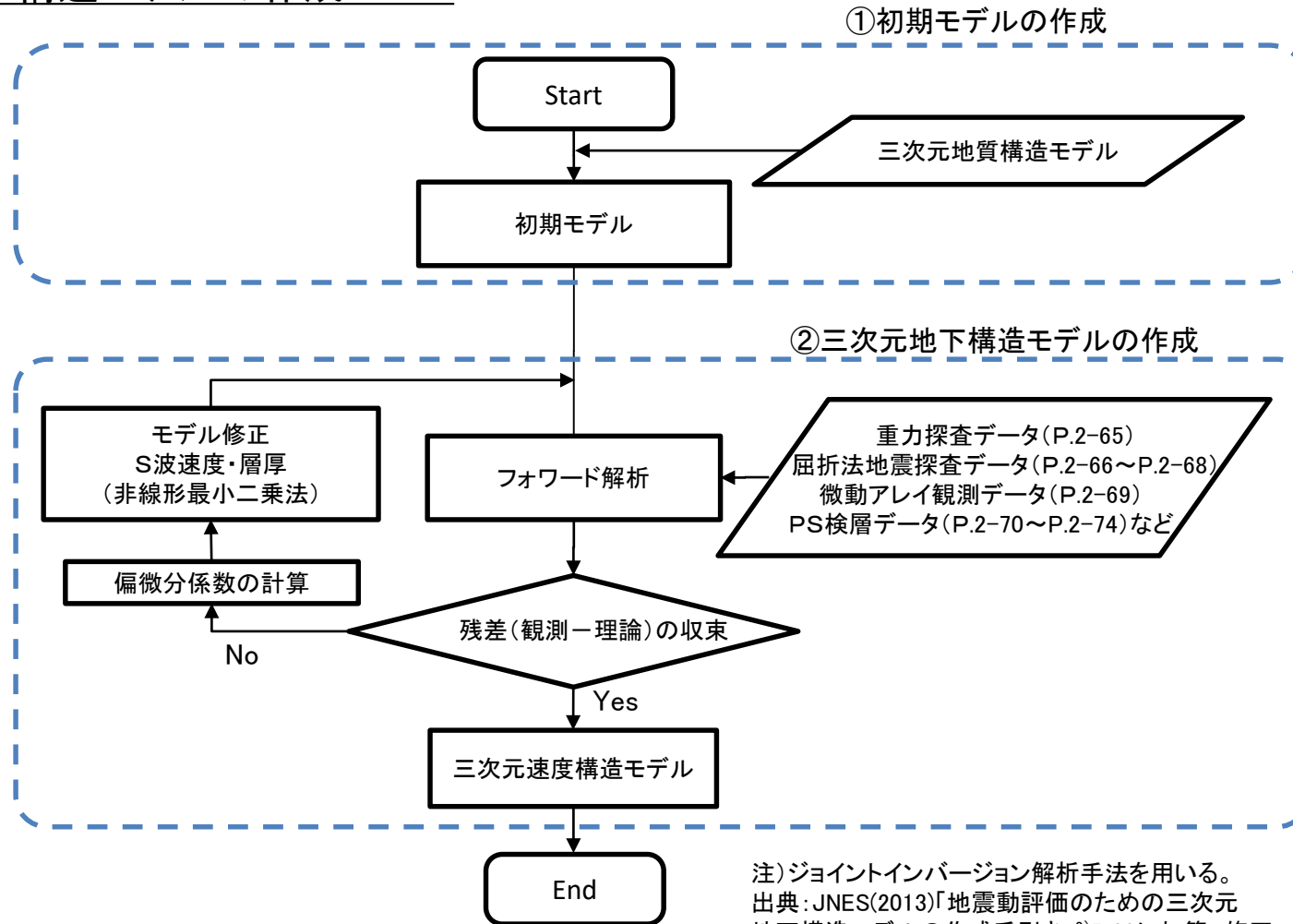
- ジョイントインバージョン解析による三次元地下構造モデルの作成 (2.2.2.1~2.2.2.3項)
- モデル作成に用いたデータとの整合性及び観測記録との整合性の確認 (2.2.2.4項)

(2.2.3項)

二次元不整形FEMモデルによる検討

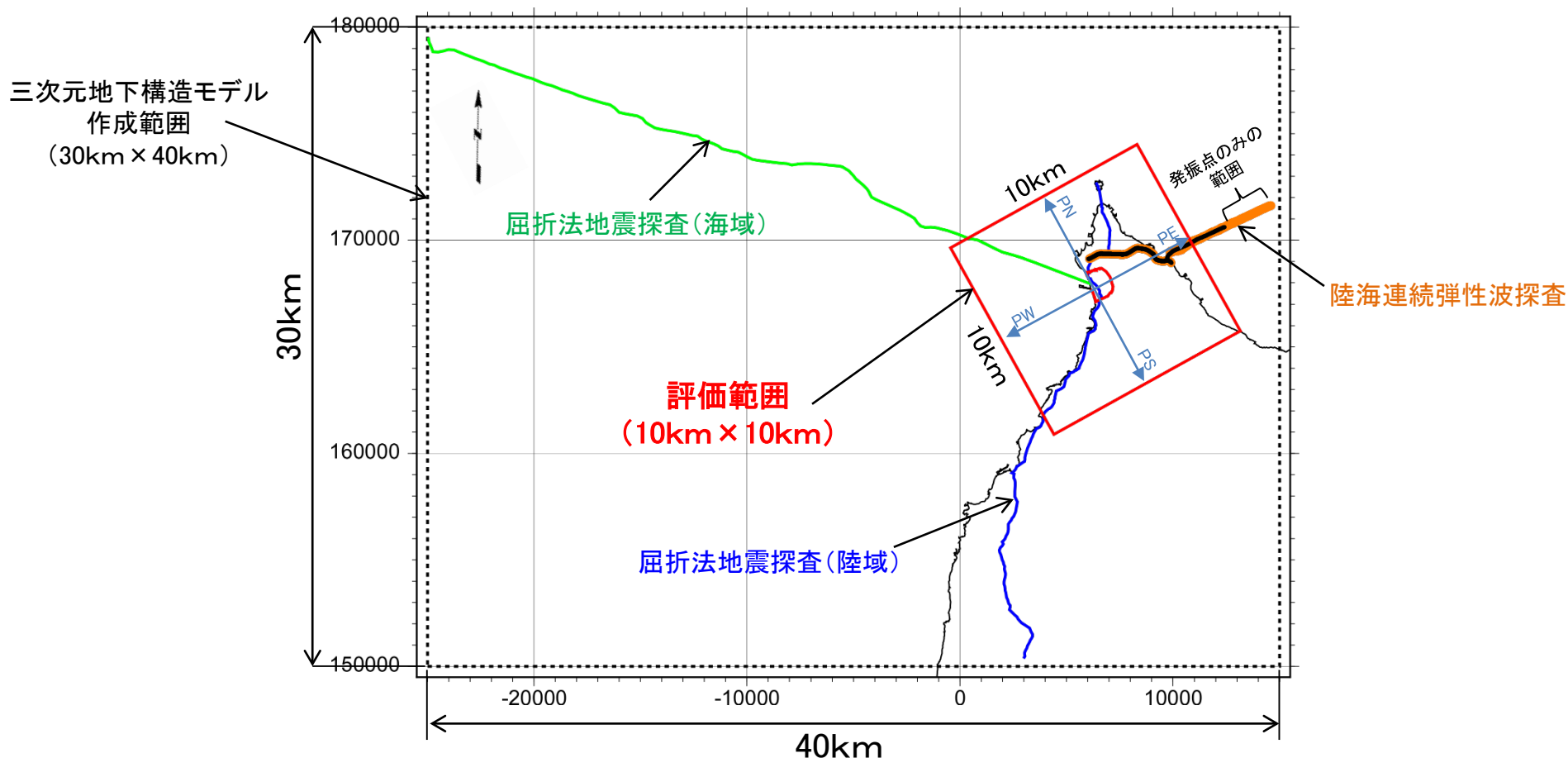
- 三次元地下構造モデルより、炉心位置を通るプラント南北方向(PN-PS方向)断面及びプラント東西方向(PE-PW方向)断面の二次元不整形FEMモデルを作成 (2.2.3.2, 2.2.3.3項)
- 敷地及び敷地近傍の深部の地下構造の不整形性が、敷地の解放基盤表面における地震動に及ぼす影響を確認 (2.2.3.4, 2.2.3.5項)

三次元地下構造モデルの作成フロー



- 上記のフローの手順に基づき、地球物理学的調査等のデータによるジョイントインバージョン解析を行い、三次元地下構造モデルを作成した。

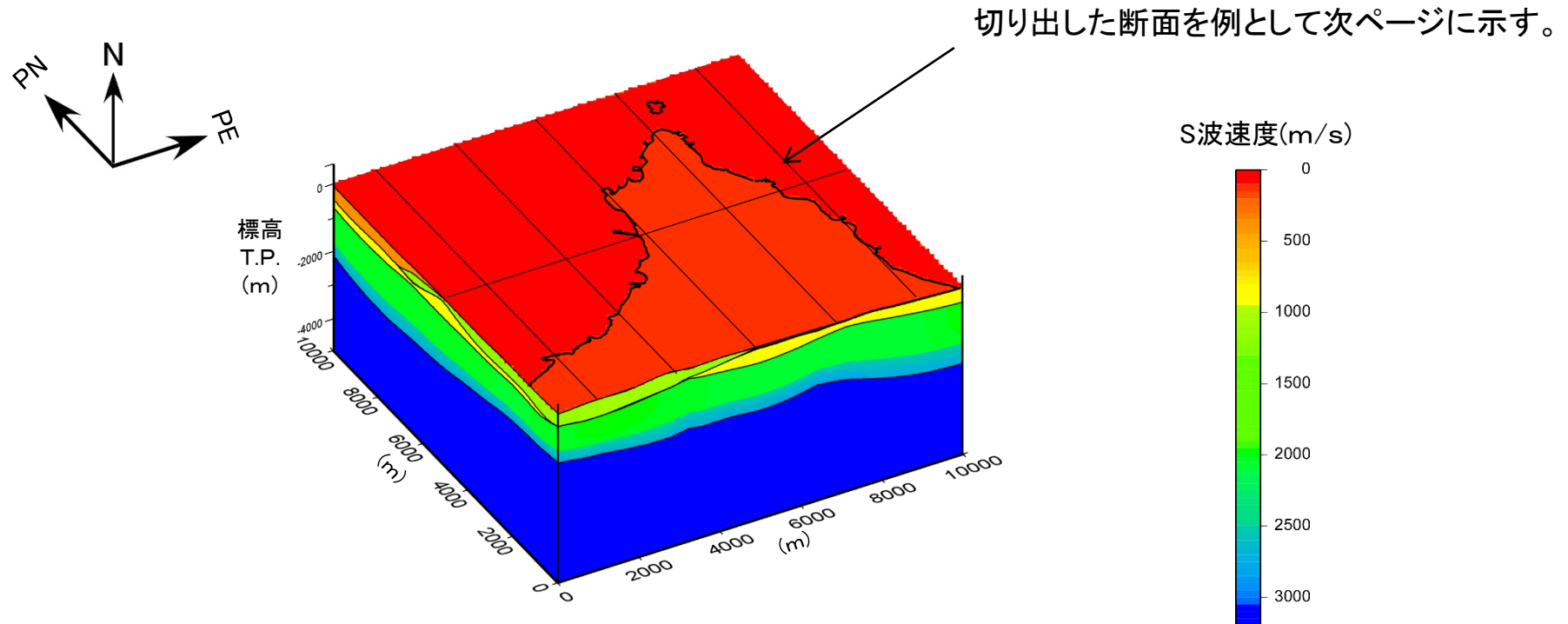
三次元地下構造モデルの作成範囲の設定根拠



地質調査及び地球物理学的調査により、敷地及び敷地近傍(敷地を中心に半径5km程度)において地質構造と速度構造は、おおむね水平成層構造であることを確認したものの、深部の地下構造の不整形性が、解放基盤表面における地震動に及ぼす影響を評価する必要がある。

- プラント南北・東西方向の10km四方を評価範囲とし、ジョイントインバージョン解析により三次元地下構造モデルを作成した。
- なお、三次元地下構造モデルの作成にあたっては、地震基盤を含む深部の地下構造について、敷地周辺から敷地までの連続性を再現するために、広域の地質調査及び地球物理学的調査の調査範囲を包含する南北方向30km × 東西方向40kmを作成範囲とした。

ジョイントインバージョン解析による三次元地下構造モデル(1/2) 鳥瞰図

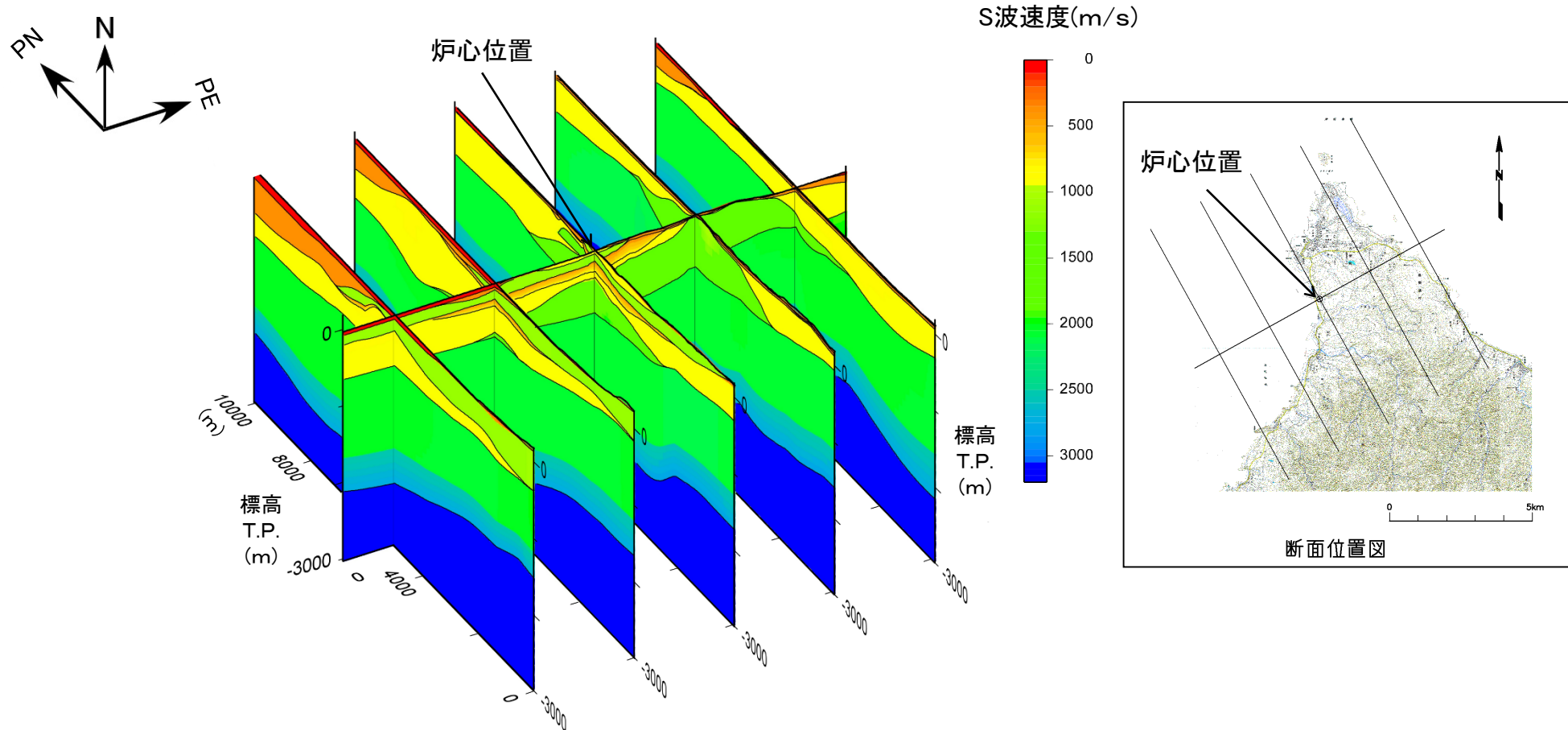


注) P.2-59に示す「評価範囲(10km×10km)」について表示した。

なお、P.2-59に示す「三次元地下構造モデル作成範囲(30km×40km)」
全体の作成結果については、補足説明資料の「2-7」を参照。

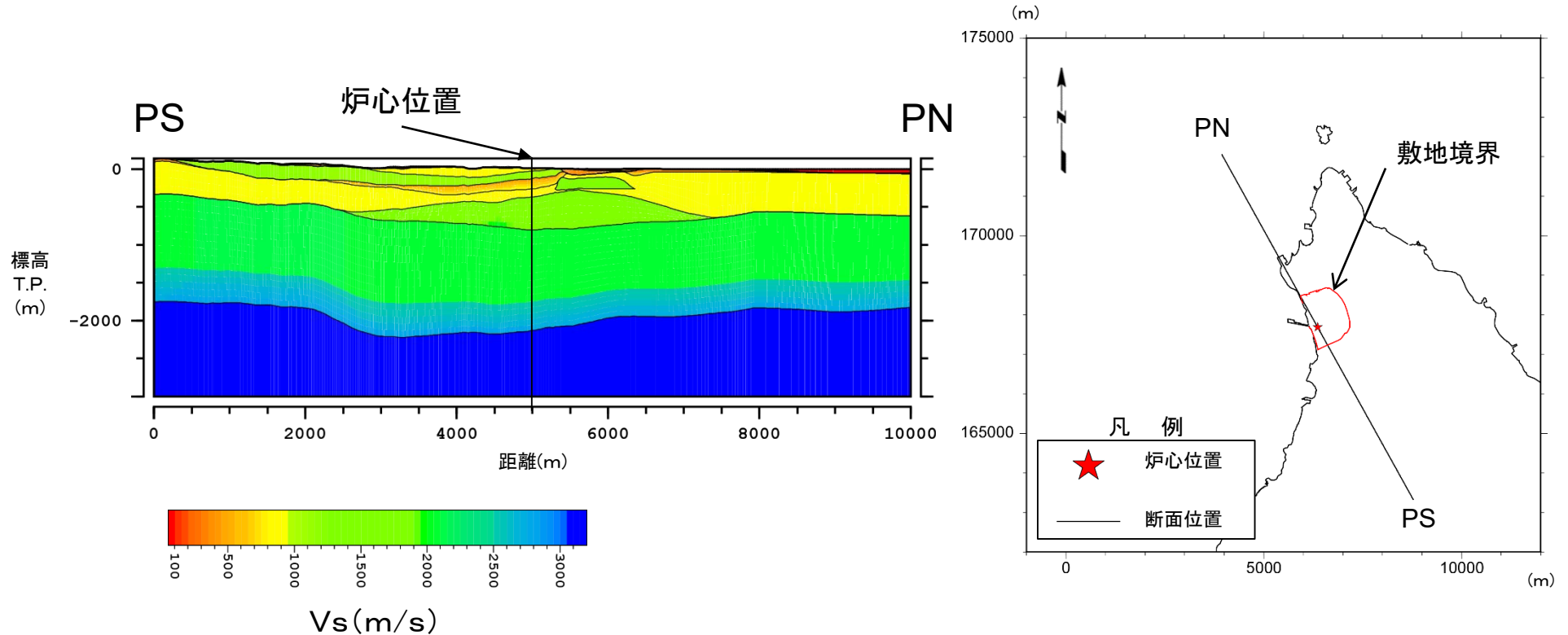
- ジョイントインバージョン解析の結果、上図に示す三次元地下構造モデルを作成した。
- 作成した三次元地下構造モデルより、図示するプラント南北方向に5断面、プラント東西方向に1断面を切り出した例を次ページに示す。

ジョイントインバージョン解析による三次元地下構造モデル(2/2) 鳥瞰図



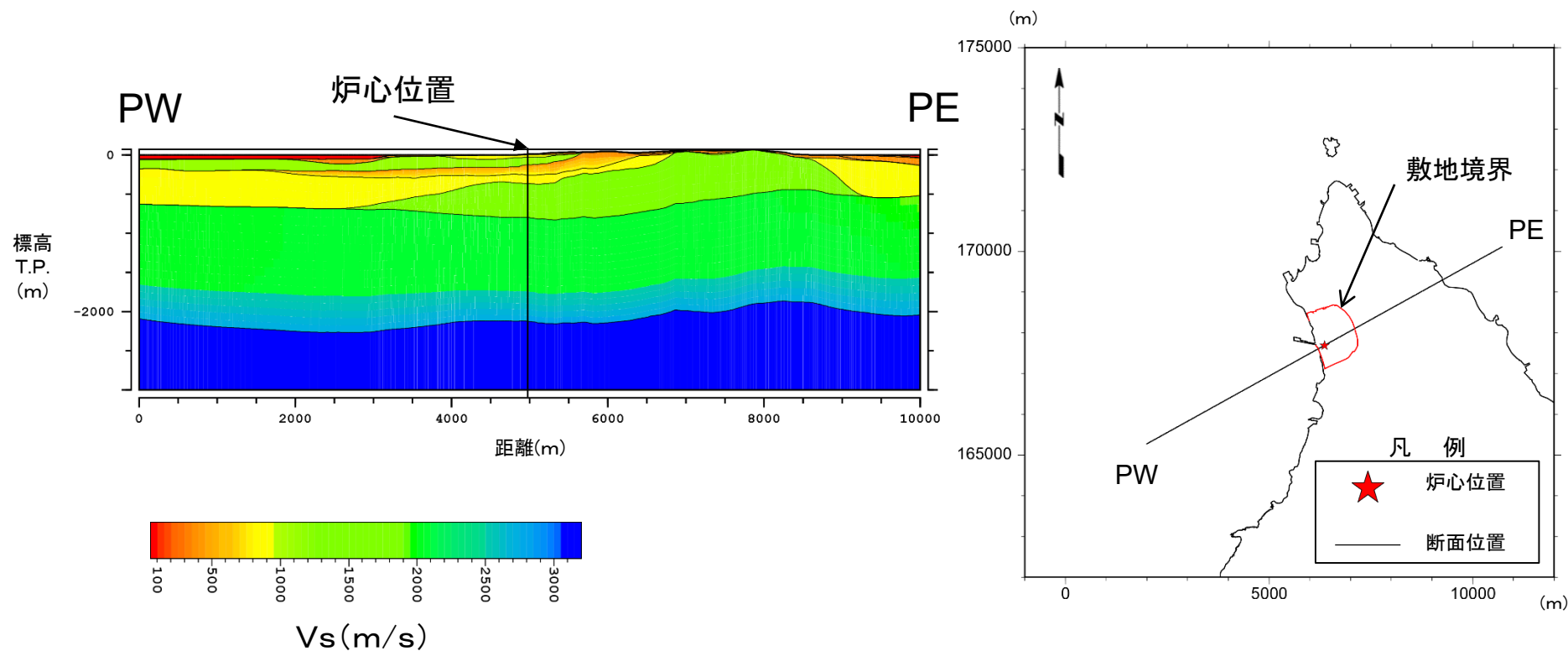
- ジョイントインバージョン解析により作成した三次元地下構造モデルより、幅10km×深さ3kmの範囲でプラント南北方向に5断面、プラント東西方向に1断面を切り出したものを例として示す。

三次元地下構造モデルより切り出した二次元速度構造断面(1/2) PN-PS断面



- ・ ジョイントインバージョン解析により作成した三次元地下構造モデルより、幅10km×深さ3kmの範囲でプラント南北方向に切り出した断面を例として示す。

三次元地下構造モデルより切り出した二次元速度構造断面(2/2) PE-PW断面

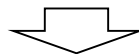


- ジョイントインバージョン解析により作成した三次元地下構造モデルより、幅10km×深さ3kmの範囲でプラント東西方向に切り出した断面を例として示す。



三次元地下構造モデルの妥当性の確認 確認のフロー

三次元地下構造モデルの作成



モデル作成に用いたデータとの整合性の確認

三次元地下構造モデルを用いて再現解析を実施し、探査・観測記録との整合性を確認する。

重力探査による
ブーゲ異常

屈折法地震探査
の初動走時

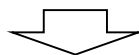
微動アレイ観測に
基づく分散曲線

PS検層
の走時

観測記録との整合性の確認

三次元地下構造モデルに基づくH/Vスペクトル比の理論値と常時微動観測記録のH/Vスペクトル比との整合性を確認する。

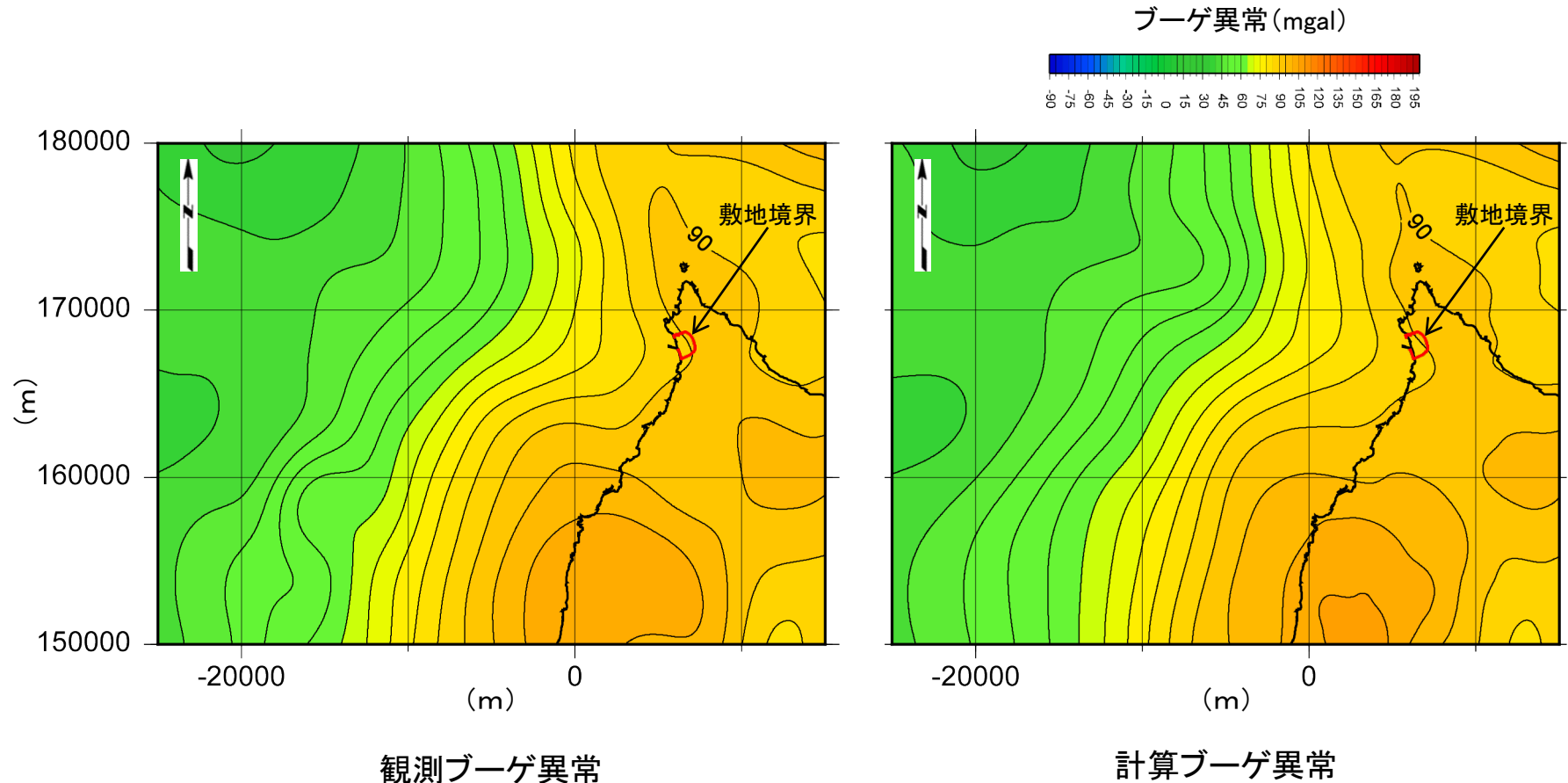
常時微動観測記録の
H/Vスペクトル比



三次元地下構造モデルの妥当性の確認

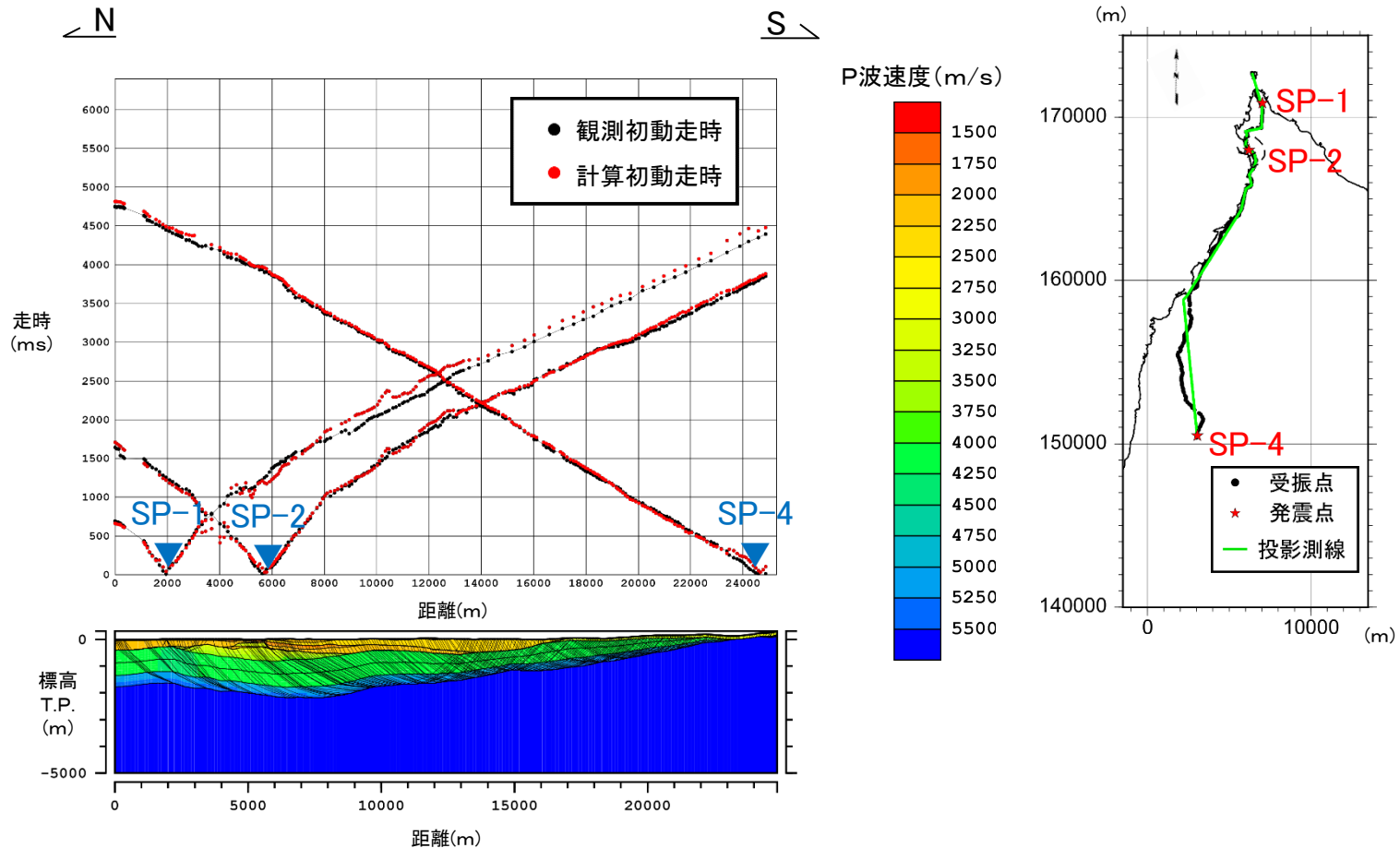
- 三次元地下構造モデルを用いて、モデル作成に用いた各種探査及び観測について再現解析を実施し、探査・観測記録との整合性を確認することにより、適切にモデルが作成できていることを確認する。

モデル作成に用いたデータとの整合性の確認(1/10) 重力探査によるブーゲ異常



- 重力探査によるブーゲ異常と、三次元地下構造モデルを用いて計算したブーゲ異常を比較した。
- 三次元地下構造モデルから計算したブーゲ異常の結果は、観測ブーゲ異常と同じ傾向を示しており、モデルによって観測データが再現できている。

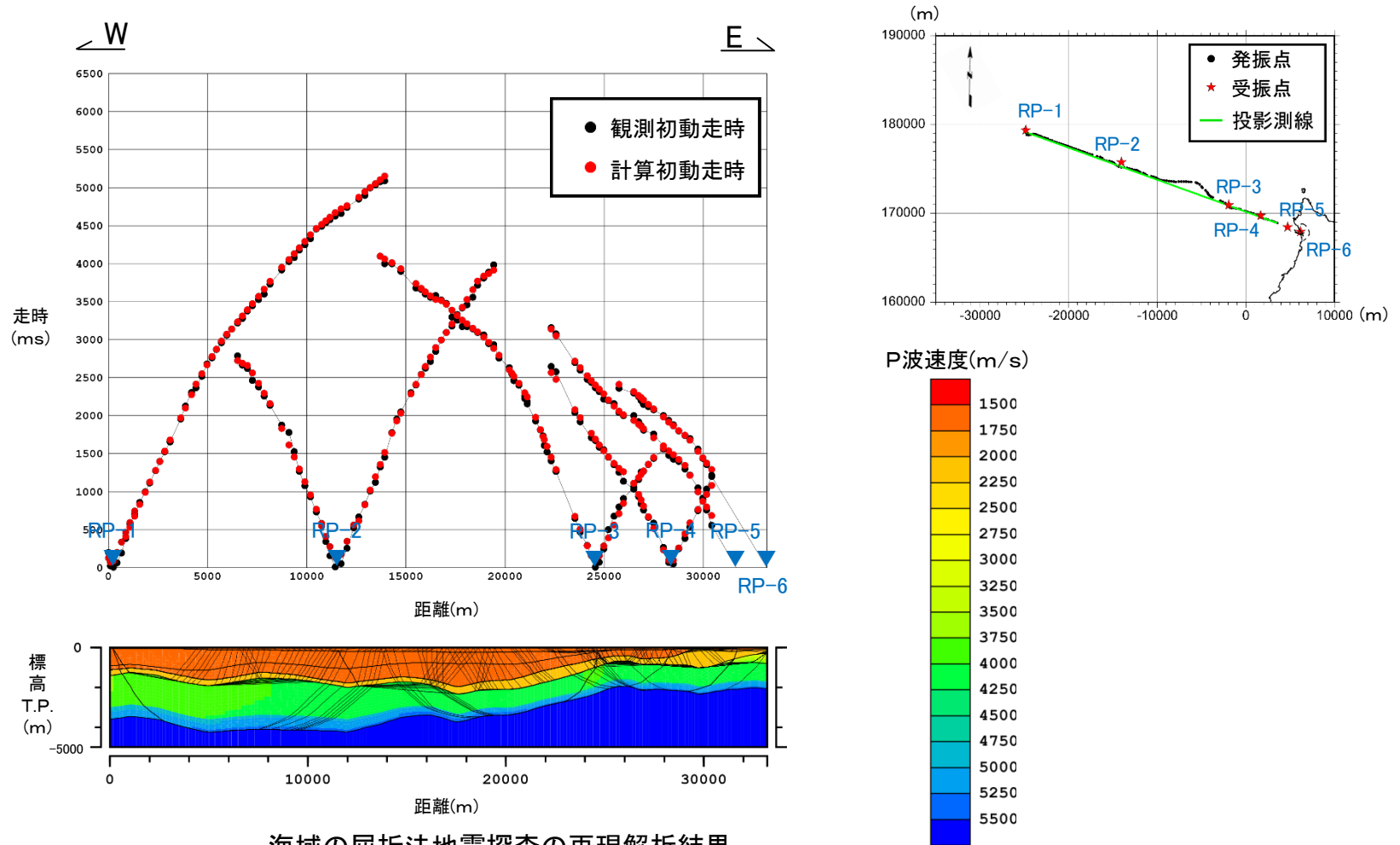
モデル作成に用いたデータとの整合性の確認(2/10) 屈折法地震探査の初動走時(陸域)



陸域の屈折法地震探査の再現解析結果

- ・ 陸域の屈折法地震探査で得られた観測記録と、三次元地下構造モデルによる再現解析の結果を比較した。
- ・ 三次元地下構造モデルを用いた陸域の屈折法地震探査の再現解析から得られた初動走時は、観測結果をよく再現できている。

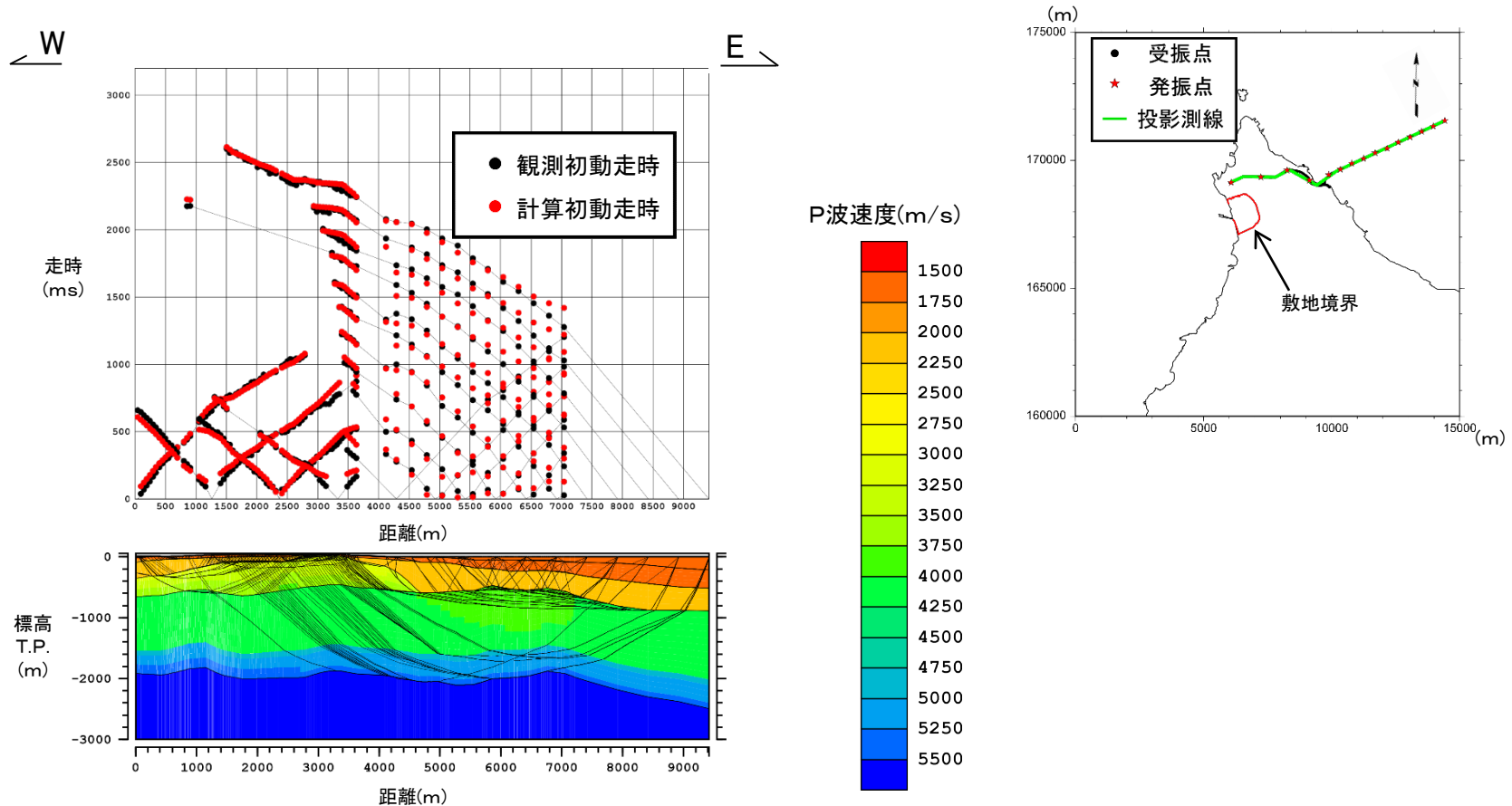
モデル作成に用いたデータとの整合性の確認(3/10) 屈折法地震探査の初動走時(海域)



海域の屈折法地震探査の再現解析結果

- 海域の屈折法地震探査で得られた観測記録と、三次元地下構造モデルによる再現解析の結果を比較した。
- 三次元地下構造モデルを用いた海域の屈折法地震探査の再現解析から得られた初動走時は、観測結果をよく再現できている。

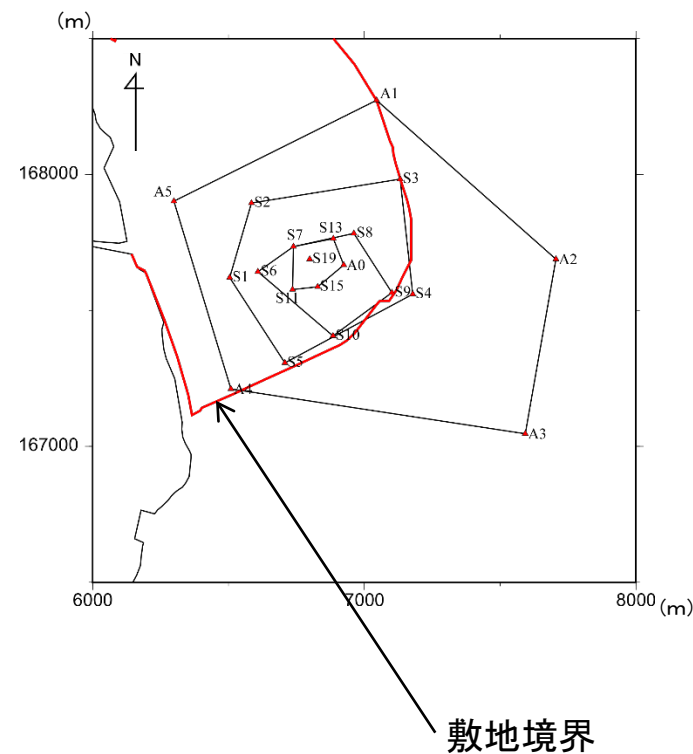
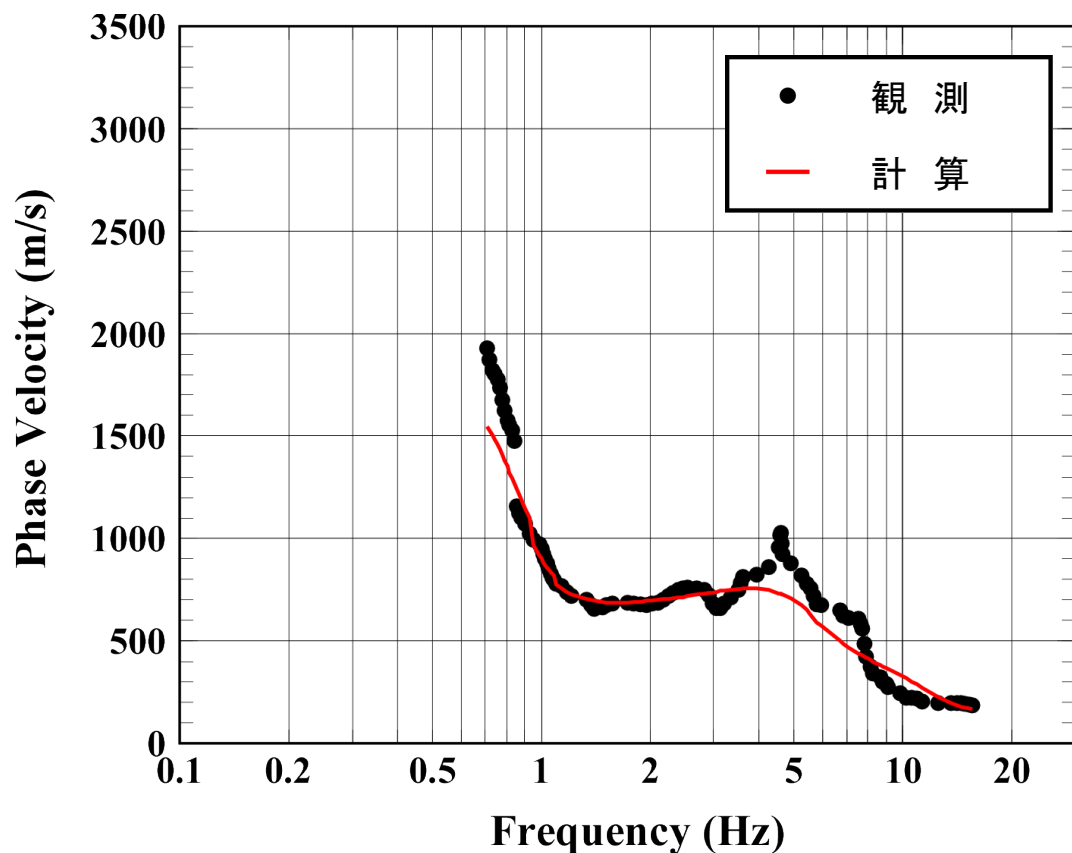
モデル作成に用いたデータとの整合性の確認(4/10) 屈折法地震探査の初動走時(陸海連続)



陸海連続弾性波探査の再現解析結果

- 陸海連続弾性波探査で得られた観測記録と、三次元地下構造モデルによる再現解析の結果を比較した。
- 三次元地下構造モデルを用いた陸海連続弾性波探査の再現解析から得られた初動走時は、観測結果をよく再現できている。

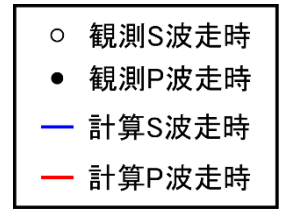
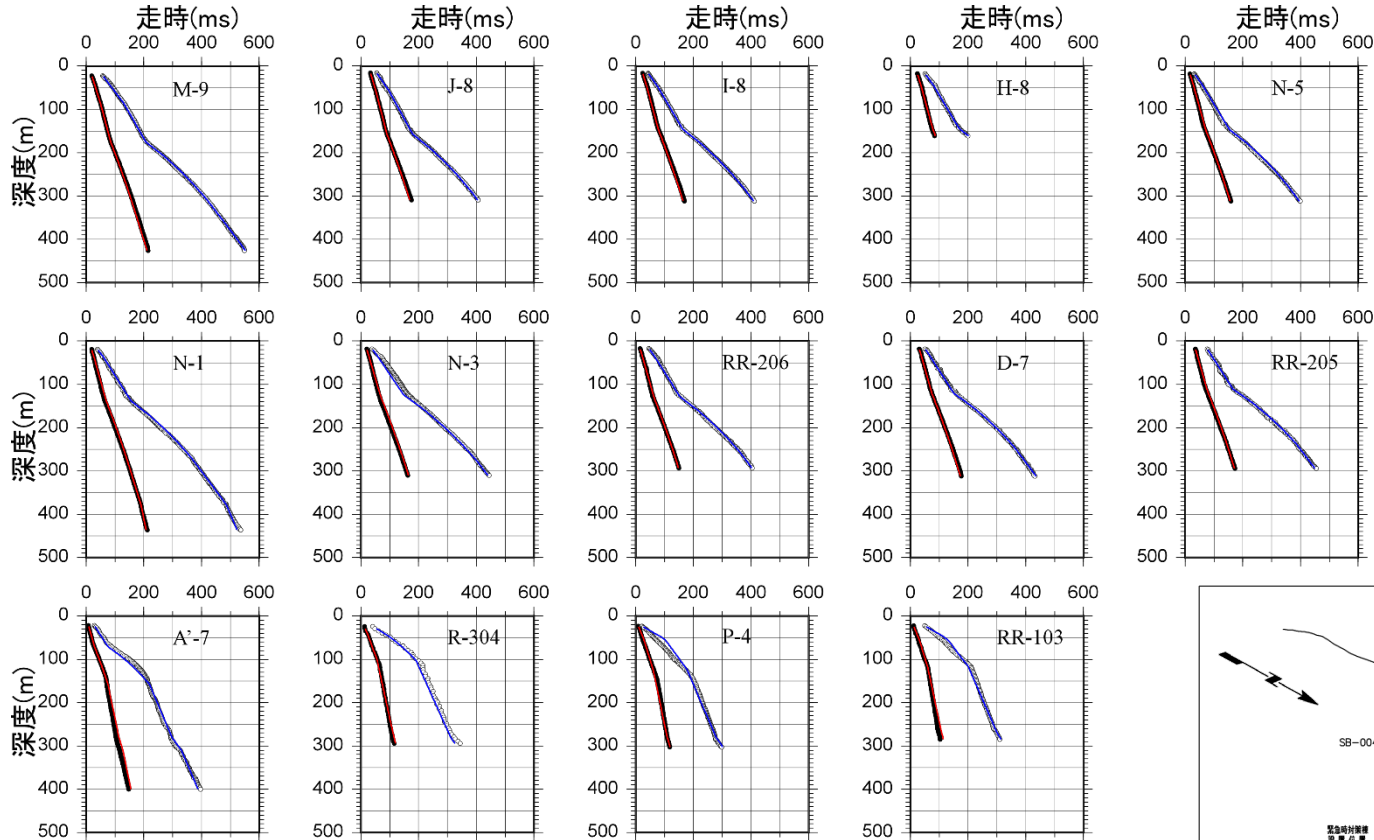
モデル作成に用いたデータとの整合性の確認(5/10) 微動アレイ観測に基づく分散曲線



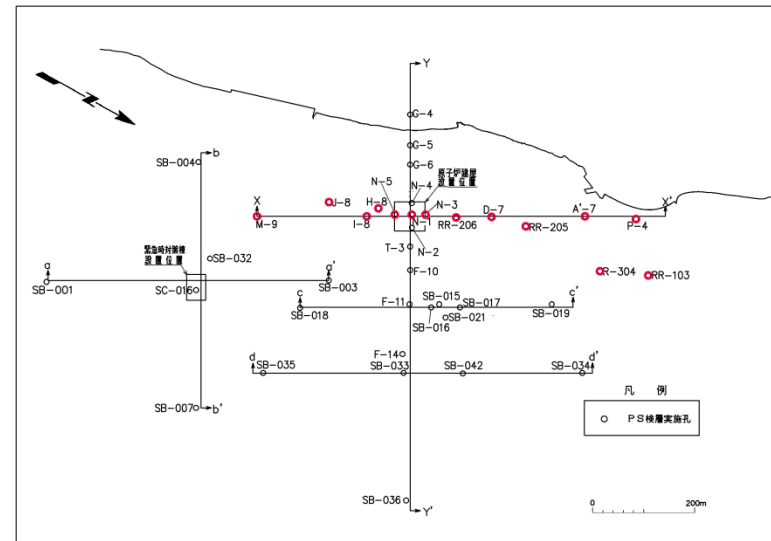
- 三次元地下構造モデルから計算した分散曲線は、微動アレイ観測記録に基づく分散曲線とよく整合しており、モデルによって観測データが再現できている。



モデル作成に用いたデータとの整合性の確認(6/10) PS検層の走時(X-X'断面)



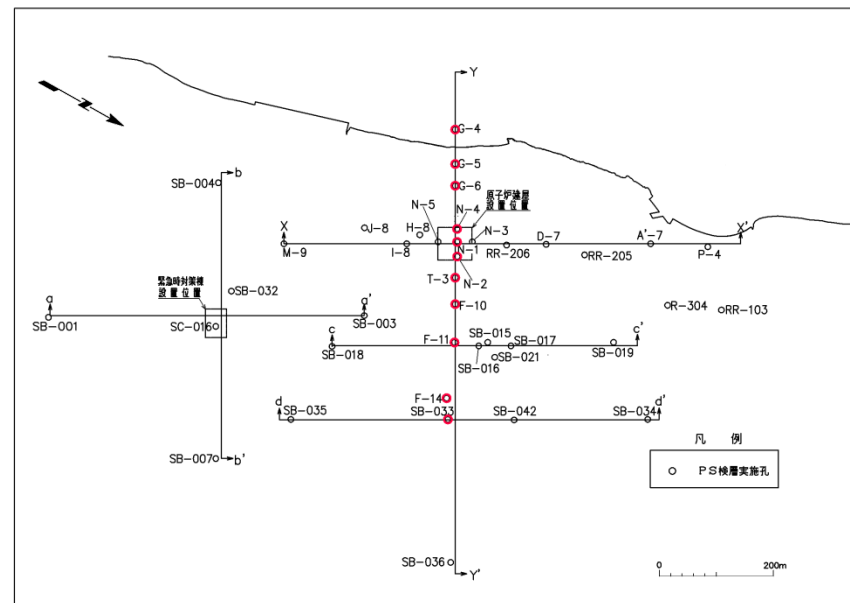
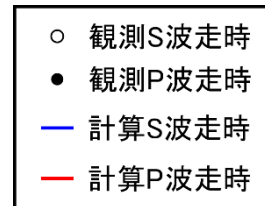
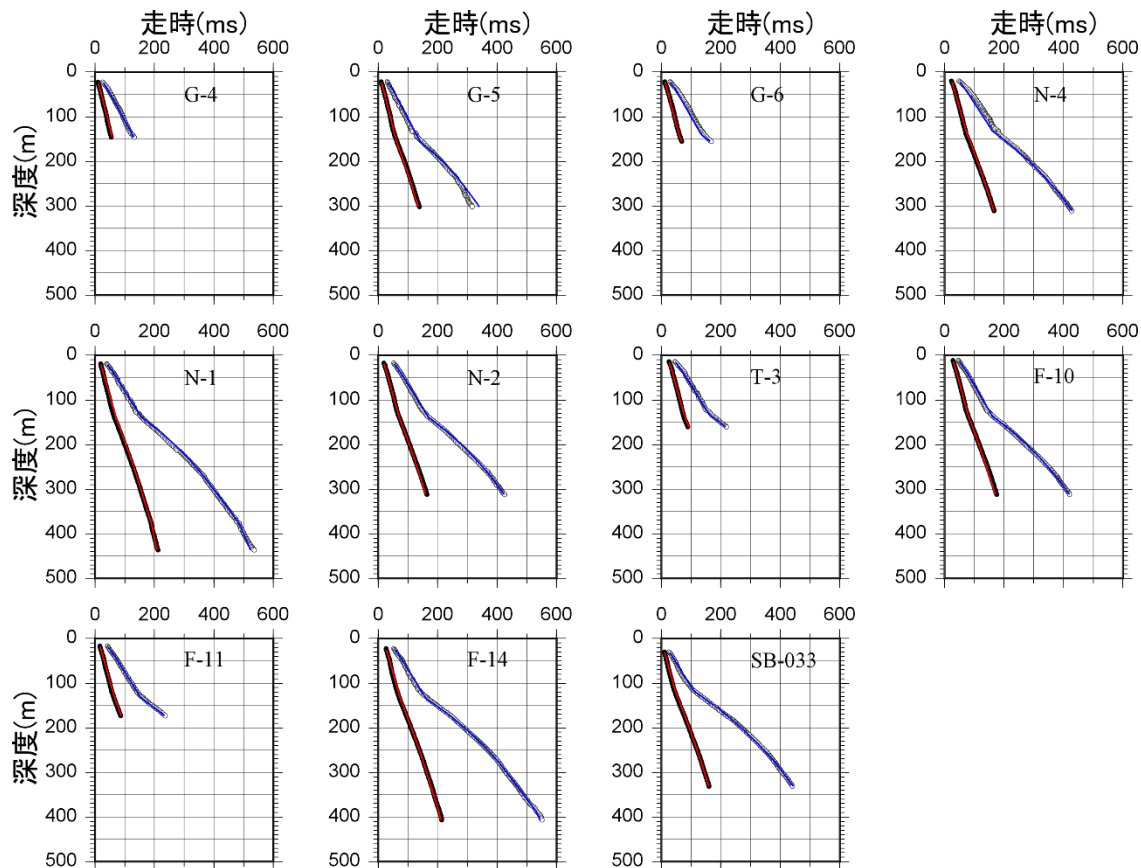
• 三次元地下構造モデルから計算した深さ方向の走時は、PS検層による観測走時とよく整合している。



注) ●で示したPS検層実施孔の整合性の確認結果を本ページで示す。



モデル作成に用いたデータとの整合性の確認(7/10) PS検層の走時(Y-Y'断面)

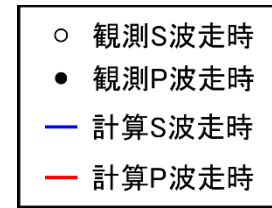
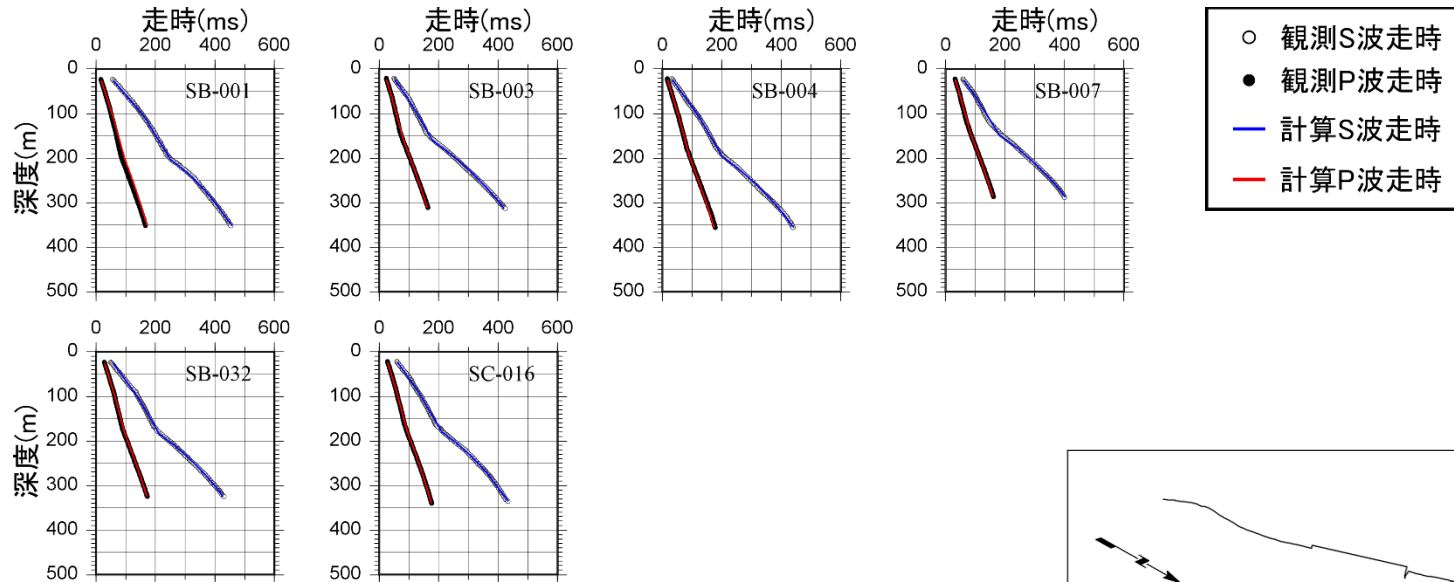


• 三次元地下構造モデルから計算した深さ方向の走時は、PS検層による観測走時とよく整合している。

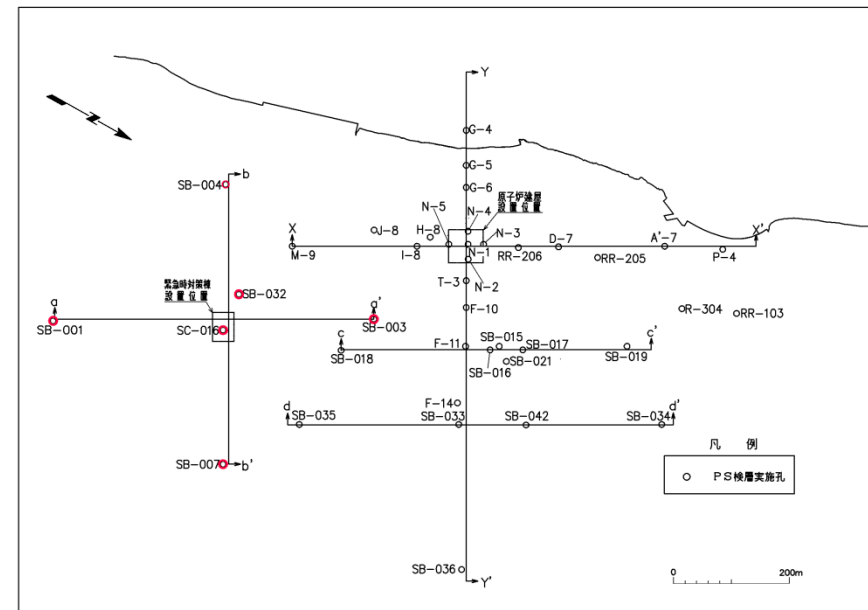
注) ◯で示したPS検層実施孔の整合性の確認結果を本ページで示す。



モデル作成に用いたデータとの整合性の確認(8/10) PS検層の走時(a-a', b-b' 断面)



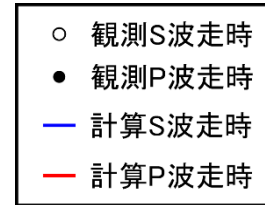
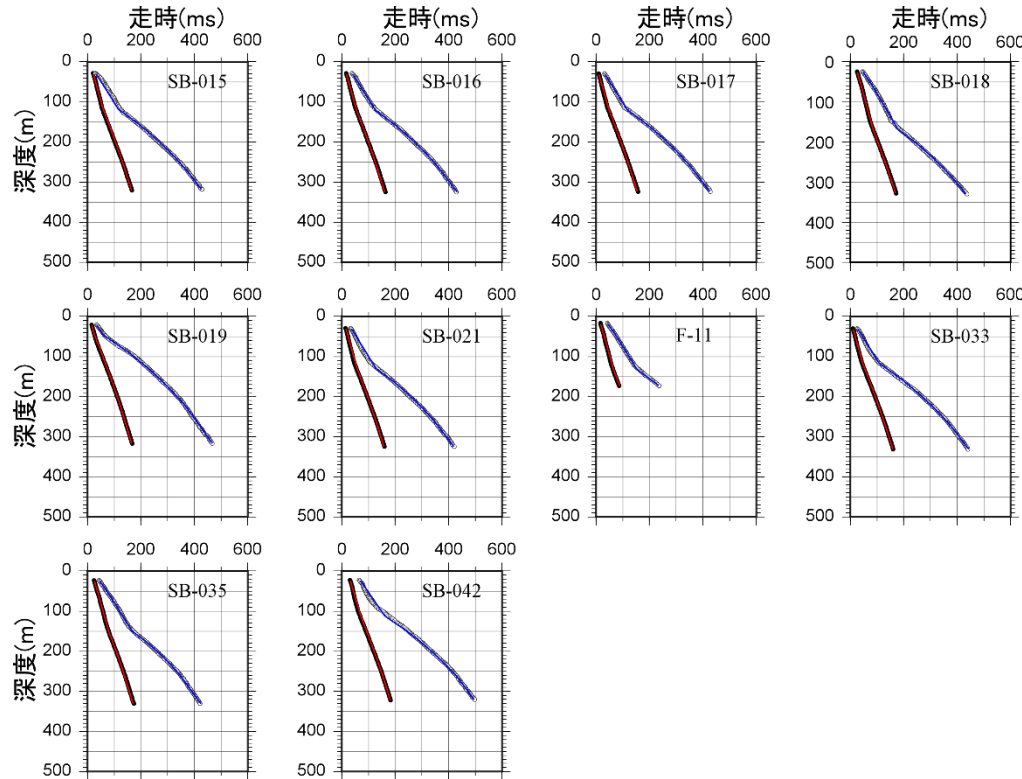
• 三次元地下構造モデルから計算した深さ方向の走時は、PS検層による観測走時とよく整合している。



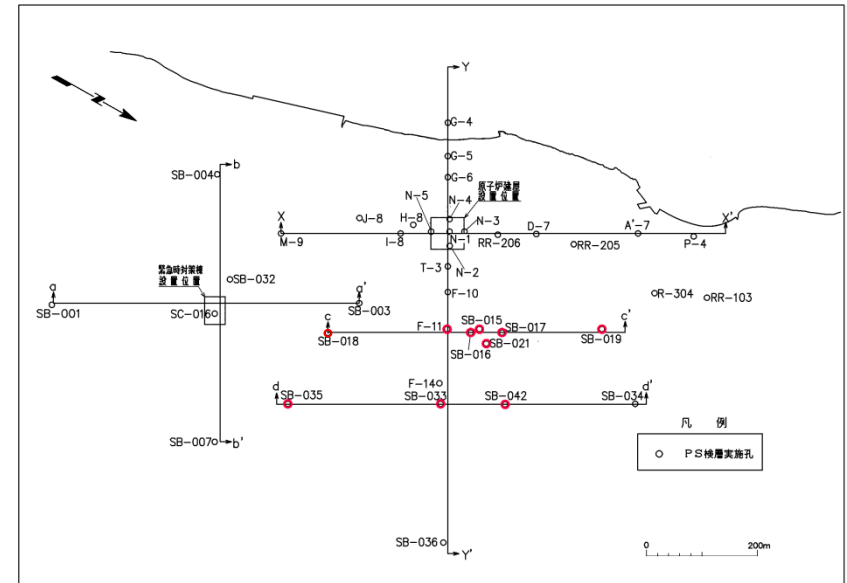
注) ○で示したPS検層実施孔の整合性の確認結果を本ページで示す。



モデル作成に用いたデータとの整合性の確認(9/10) PS検層の走時(c-c', d-d' 断面)

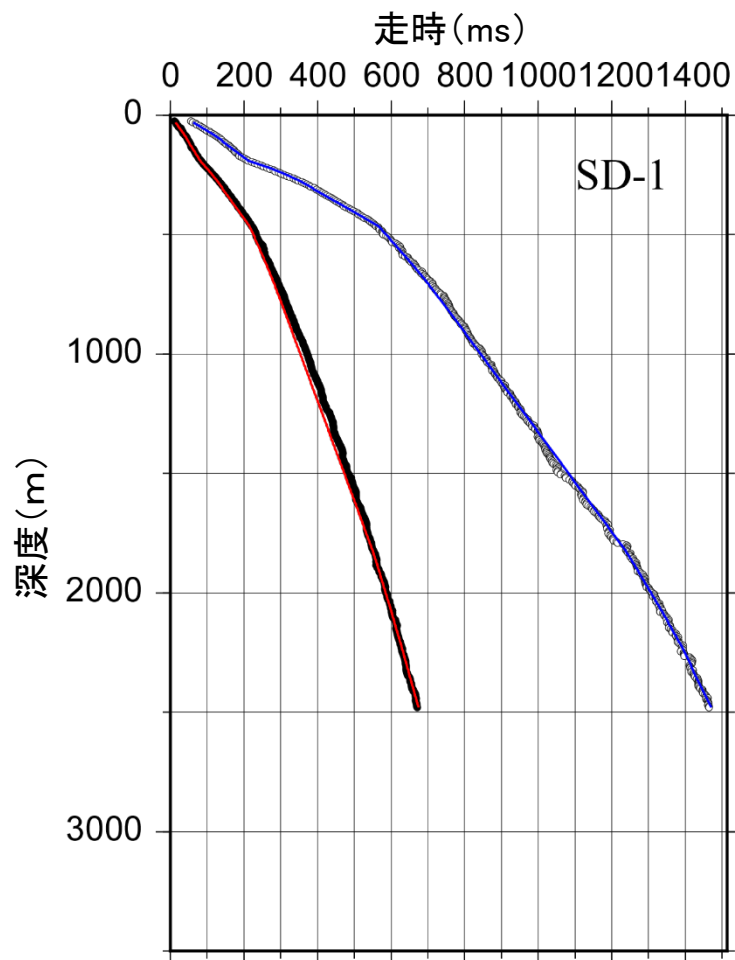


- 三次元地下構造モデルから計算した深さ方向の走時は、PS検層による観測走時とよく整合している。



注) ●で示したPS検層実施孔の整合性の確認結果を本ページで示す。

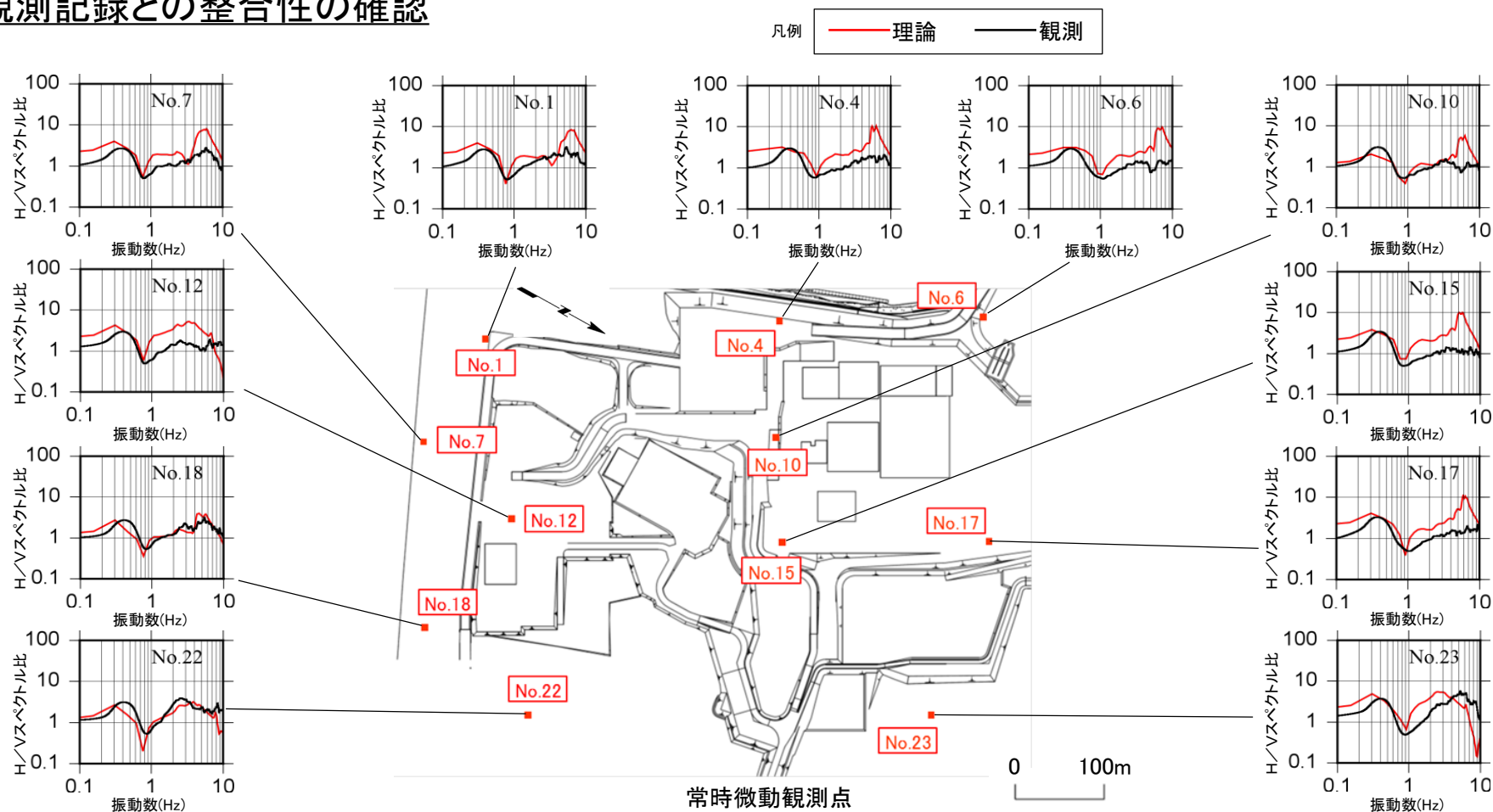
モデル作成に用いたデータとの整合性の確認(10/10) PS検層の走時(深部ボーリングSD-1孔)



- 観測S波走時
- 観測P波走時
- 計算S波走時
- 計算P波走時

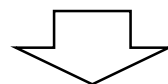
- 三次元地下構造モデルから計算した深さ方向の走時は、深部ボーリングSD-1孔におけるPS検層による観測走時とよく整合している。

観測記録との整合性の確認



- 常時微動観測記録から得られたH/Vスペクトル比と、三次元地下構造モデルに基づき算定した表面波(Rayleigh波及びLove波)の理論H/Vスペクトル比との比較を行った。
- 深部の地下構造に関係する低振動数帯(1Hz以下)において、1Hz付近の谷の位置及び1Hzより低振動数側のピークの位置が各地点ともおおむね整合している。

- 地球物理学的調査等のデータによるジョイントインバージョン解析を行い、三次元地下構造モデルを作成した。(P.2-58～P.2-63参照)
- 三次元地下構造モデルを用いて、モデル作成に用いた各種探査及び観測について再現解析を実施し、探査・観測記録との整合性を確認した。(P.2-64～P.2-74参照)
- 常時微動観測記録のH/Vスペクトル比と、三次元地下構造モデルから計算したH/Vスペクトル比の理論値との整合性を確認した。(P.2-75参照)



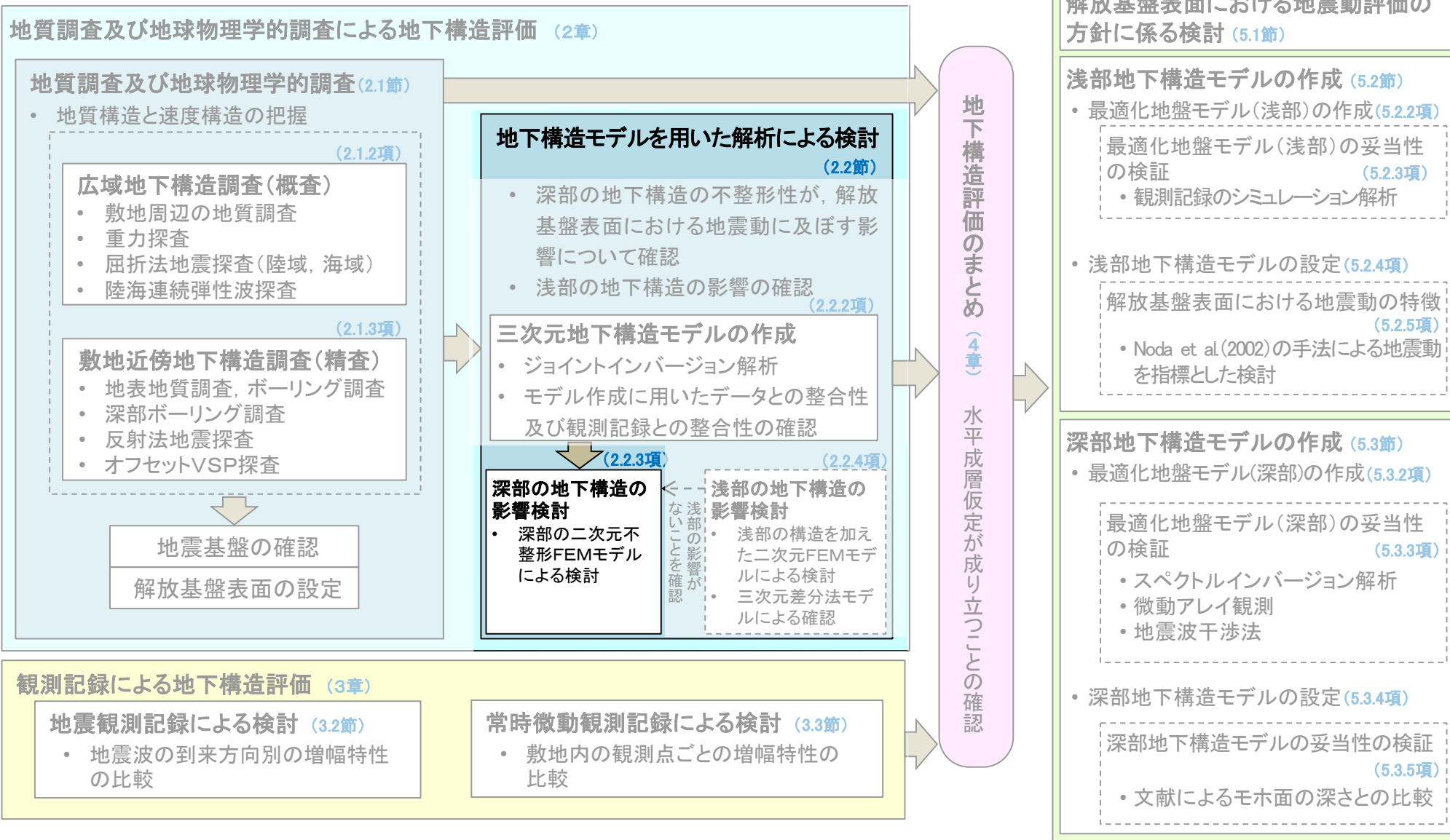
- 以上のことから、適切に三次元地下構造モデルが作成できていることを確認した。

目次

1. 地震動評価に用いる地下構造モデルの作成の流れ
2. 地質調査及び地球物理学的調査による地下構造評価
 - 2.1 地質調査及び地球物理学的調査
 - 2.1.1 調査項目
 - 2.1.2 広域地下構造調査(概査)
 - 2.1.2.1 調査の内容
 - 2.1.2.2 敷地周辺の地質調査
 - 2.1.2.3 重力探査
 - 2.1.2.4 屈折法・反射法地震探査
 - 2.1.2.5 広域地下構造調査(概査)のまとめ
 - 2.1.3 敷地近傍地下構造調査(精査)
 - 2.1.3.1 調査の内容
 - 2.1.3.2 敷地及び敷地近傍における深部地下構造調査
 - 2.1.3.3 敷地における浅部地下構造調査
 - 2.1.3.4 敷地近傍地下構造調査(精査)のまとめ
 - 2.1.4 地質調査及び地球物理学的調査のまとめ
 - 2.2 地下構造モデルを用いた解析による検討
 - 2.2.1 検討項目
 - 2.2.2 三次元地下構造モデルの作成
 - 2.2.2.1 三次元地下構造モデルの作成手順
 - 2.2.2.2 三次元地下構造モデルの作成範囲
 - 2.2.2.3 三次元地下構造モデルの作成結果
 - 2.2.2.4 三次元地下構造モデルの妥当性の確認
 - 2.2.2.5 三次元地下構造モデルの作成のまとめ
 - 2.2.3 深部の地下構造の影響検討
 - 2.2.3.1 検討内容
 - 2.2.3.2 解析内容
 - 2.2.3.3 解析モデル
 - 2.2.3.4 解析結果 スナップショットによる分析
 - 2.2.3.5 解析結果 解放基盤表面における応答波形の分析
 - 2.2.3.6 深部の地下構造の影響検討のまとめ
 - 2.2.4 浅部の地下構造の影響検討
 - 2.2.4.1 検討項目
 - 2.2.4.2 二次元FEMモデルによる検討
 - 2.2.4.2.1 検討内容
 - 2.2.4.2.2 解析内容
 - 2.2.4.2.3 解析モデル
 - 2.2.4.2.4 解析結果 スナップショットによる分析
 - 2.2.4.2.5 解析結果 解放基盤表面の設定深さにおける応答波形の分析
 - 2.2.4.2.6 解析結果 原子炉建屋の支持地盤に近い位置における応答波形の分析
 - 2.2.4.2.7 二次元FEMモデルによる検討のまとめ
 - 2.2.4.3 三次元差分法モデルによる確認
 - 2.2.4.3.1 検討内容
 - 2.2.4.3.2 解析内容
 - 2.2.4.3.3 解析モデル
 - 2.2.4.3.4 解析結果 解放基盤表面の設定深さにおける応答波形の比較
 - 2.2.4.3.5 解析結果 原子炉建屋の支持地盤に近い位置における応答波形の比較
 - 2.2.4.3.6 三次元差分法モデルによる確認のまとめ
 - 2.2.4.4 浅部の地下構造の影響検討のまとめ
 - 2.2.5 地下構造モデルを用いた解析による検討のまとめ
 - 2.3 地質調査及び地球物理学的調査による地下構造評価のまとめ
3. 観測記録による地下構造評価
 - 3.1 検討項目
 - 3.2 地震観測記録による検討
 - 3.2.1 地震動のH/Vスペクトル比に基づく検討
 - 3.2.2 基準化スペクトルに基づく検討
 - 3.2.3 異なる深度の応答スペクトル比に基づく検討
 - 3.2.4 KiK-net観測点との応答スペクトル比に基づく検討
 - 3.3 常時微動観測記録による検討
 - 3.4 観測記録による地下構造評価のまとめ
4. 地下構造評価のまとめ
5. 一次元地下構造モデルの作成
 - 5.1 解放基盤表面における地震動評価の方針に係る検討
 - 5.2 浅部地下構造モデルの作成
 - 5.2.1 浅部地下構造モデルの作成フロー
 - 5.2.2 最適化地盤モデル(浅部)の作成
 - 5.2.3 最適化地盤モデル(浅部)の妥当性の検証
 - 5.2.4 浅部地下構造モデルの設定
 - 5.2.5 解放基盤表面における地震動の特徴
 - 5.3 深部地下構造モデルの作成
 - 5.3.1 深部地下構造モデルの作成フロー
 - 5.3.2 最適化地盤モデル(深部)の作成
 - 5.3.3 最適化地盤モデル(深部)の妥当性の検証
 - 5.3.4 深部地下構造モデルの設定
 - 5.3.5 深部地下構造モデルの妥当性の検証
 - 5.4 一次元地下構造モデルの作成のまとめ
6. まとめ



本節における説明箇所





深部の地下構造の影響検討の概要

- 三次元地下構造モデルから切り出した深部の二次元不整形FEMモデルを用いて、敷地及び敷地近傍の深部の地下構造の不整形性が、敷地の解放基盤表面における地震動に及ぼす影響について検討を行った。

各種探査・観測データ
(重力探査, 屈折法地震探査, 微動アレイ観測, PS検層等)



(2.2.2項)

- 三次元地下構造モデルの作成
- ジョイントインバージョン解析による三次元地下構造モデルの作成
(2.2.2.1～2.2.2.3項)
 - モデル作成に用いたデータとの整合性及び観測記録との整合性の確認
(2.2.2.4項)



(2.2.3項)

- 深部の地下構造の影響検討
- 三次元地下構造モデルより、炉心位置を通るプラント南北方向(PN-PS方向)断面及びプラント東西方向(PE-PW方向)断面の深部の二次元不整形FEMモデルを作成
(2.2.3.2, 2.2.3.3項)
 - 敷地及び敷地近傍の深部の地下構造の不整形性が、敷地の解放基盤表面における地震動に及ぼす影響を確認
(2.2.3.4, 2.2.3.5項)

- 浅部の地下構造の影響検討
(2.2.4項)
- 二次元FEMモデルによる検討
(2.2.4.2項)
- 浅部の構造を加えた二次元FEMモデルによる影響検討
(2.2.4.3項)
- 三次元差分法モデルによる確認
- 三次元差分法モデルによる解析を行い、二次元FEMモデルによる検討との整合性を確認

浅部の影響がないことを確認

深部の二次元不整形FEMモデルによる検討の内容

- 作成した三次元地下構造モデルの、敷地及び敷地近傍の深部構造は、おおむね水平成層であるものの、局所的にはやや不整形※も見られる。
- このため、敷地及び敷地近傍の深部の地下構造の不整形性が、敷地の解放基盤表面における地震動に及ぼす影響を確認するために、三次元地下構造モデルから切り出した深部の二次元不整形FEMモデルを用いて、リッカー波を入力波とした解析を実施した。

※ : 「局所的にやや不整形な速度構造」の該当箇所については、P.2-82参照。

リッカー波を入力波とした二次元不整形FEMモデルによる解析



- スナップショットによる分析
 - 炉心位置付近において、地震波の集中により、振幅が過大になる傾向のないことの確認
- 解放基盤表面における応答波形の分析
 - 解放基盤表面(モデル上端)における異なる評価点の応答波形の比較
 - 炉心位置における水平成層モデルとの比較

深部の二次元不整形FEMモデルによる解析の内容

- 深部の二次元不整形FEMモデル及び水平成層モデル並びに入力波について、下記のとおり設定した。

(1) 深部の二次元不整形FEMモデル

- ジョイントインバージョン解析で得られた三次元地下構造モデル(P.2-60参照)から、解放基盤表面であるT.P.-260m以深について、炉心位置を通る直交断面で切り出したものを、深部の二次元不整形FEMモデルとした。
- モデル化の範囲は、水平方向をプラント南北方向及びプラント東西方向に炉心位置を中心とした幅10,000mとし、深さ方向を解放基盤表面であるT.P.-260mから、地震基盤以深となるT.P.-3,000mとした。
- モデルの境界条件として、底面には粘性境界を、モデル側面にはエネルギー伝達境界を設定した。
- FEMモデルの要素サイズは、入力波1波長の5分の1を目安に、10Hz程度の地震動が透過する大きさとした。
- 減衰定数は、 V_s が約900m/s未満の層は2%、約900m/s～約3,200m/s未満の層は0.25%、約3,200m/s以上の層は0.1%とした。

(2) 水平成層モデル

- 深部の二次元不整形FEMモデルの炉心位置で切り出した一次元のモデルを、水平成層モデル※1とした。

(3) 入力波

- 入力波は、右図に示すとおりSV波のリッカー波(最大振幅1.00)とし、中心周期は敷地範囲の速度構造を踏まえた1.0秒※2及び耐震重要施設の固有周期を踏まえた0.2秒とした。

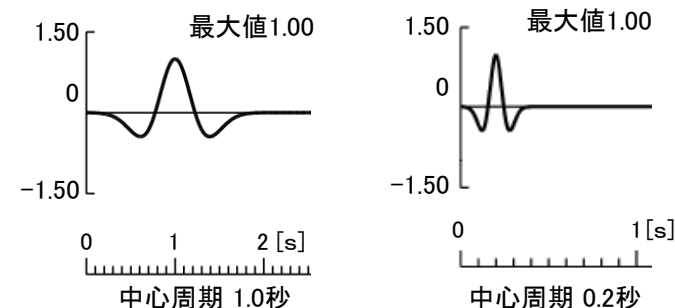
※2: 敷地範囲における V_s が1,700m/s程度の層の固有振動数を踏まえて設定。

層厚 H 約 450m (平均的な層厚)

V_s 約 1,700m/s

$\frac{4 \cdot H}{V_s} \approx 1.06 \rightarrow 1.0$ 秒

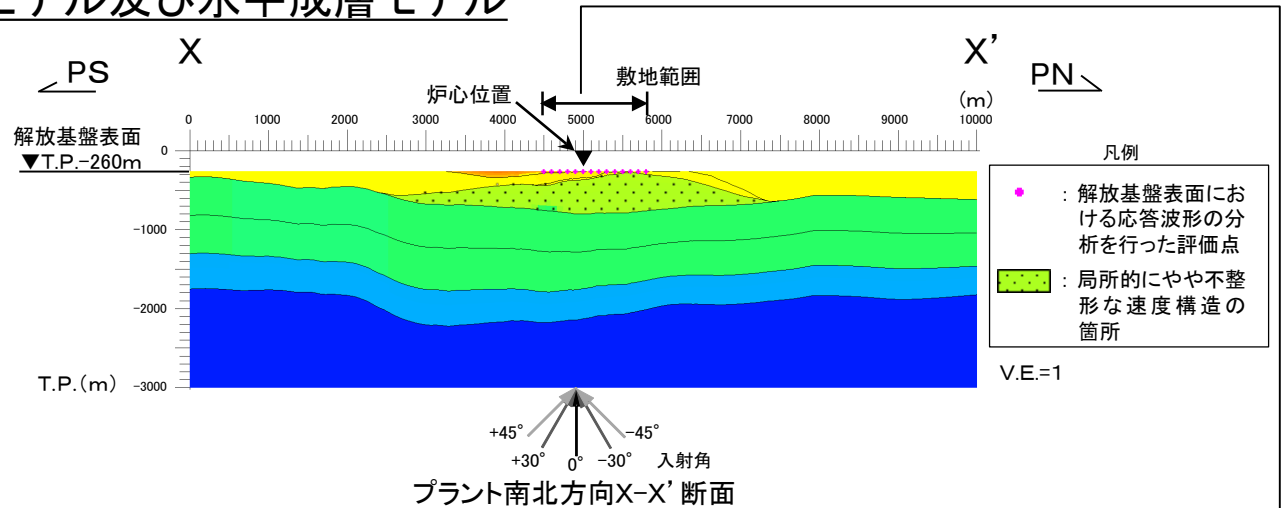
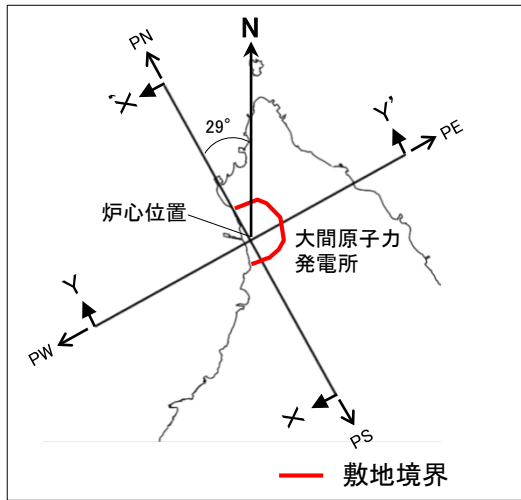
- 入射角の違いによる差異を確認するため、入射角は 0° 、 $\pm 30^\circ$ 、 $\pm 45^\circ$ とした。



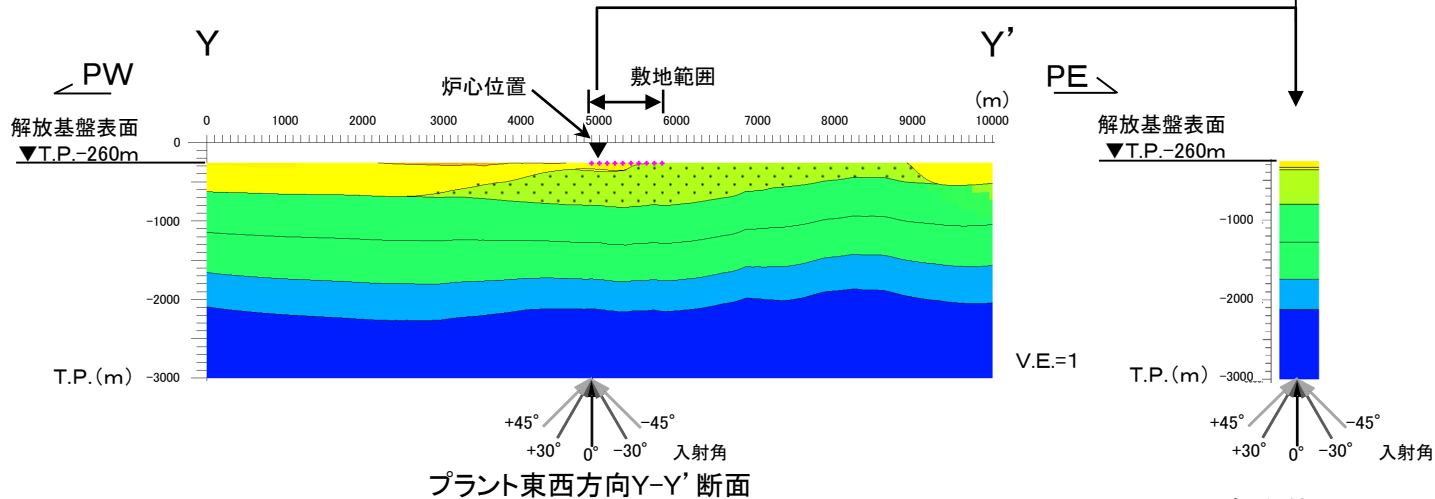
入力したリッカー波



深部の二次元不整形FEMモデル及び水平成層モデル



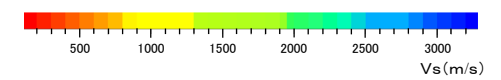
深部の二次元不整形FEMモデルの切り出し位置
(プラント南北方向をPS, PNとし,
プラント東西方向をPE, PWとする)



- 深部の二次元不整形FEMモデルは、三次元地下構造モデルの炉心位置を通る断面から切り出して作成した。
- 敷地及び敷地近傍の深部構造は、おおむね水平成層であるものの、敷地付近の深さ800m程度以浅に、局所的にやや不整形な速度構造が見られる。
(図中 の箇所)
- 水平成層モデルは、深部の二次元不整形FEMモデルの、炉心位置の地下構造とした。

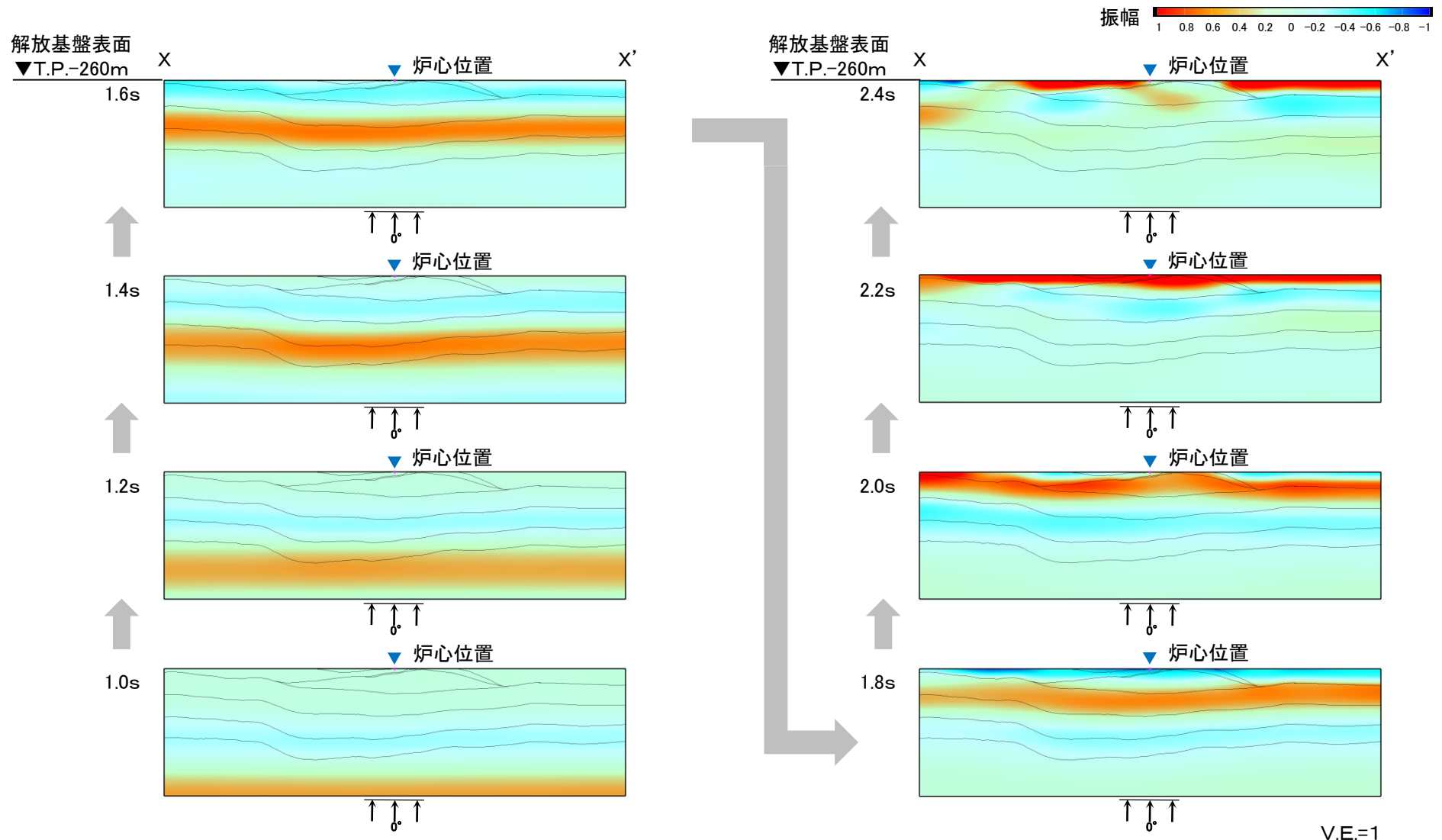
深部の二次元不整形FEMモデル

炉心位置の水平成層モデル*



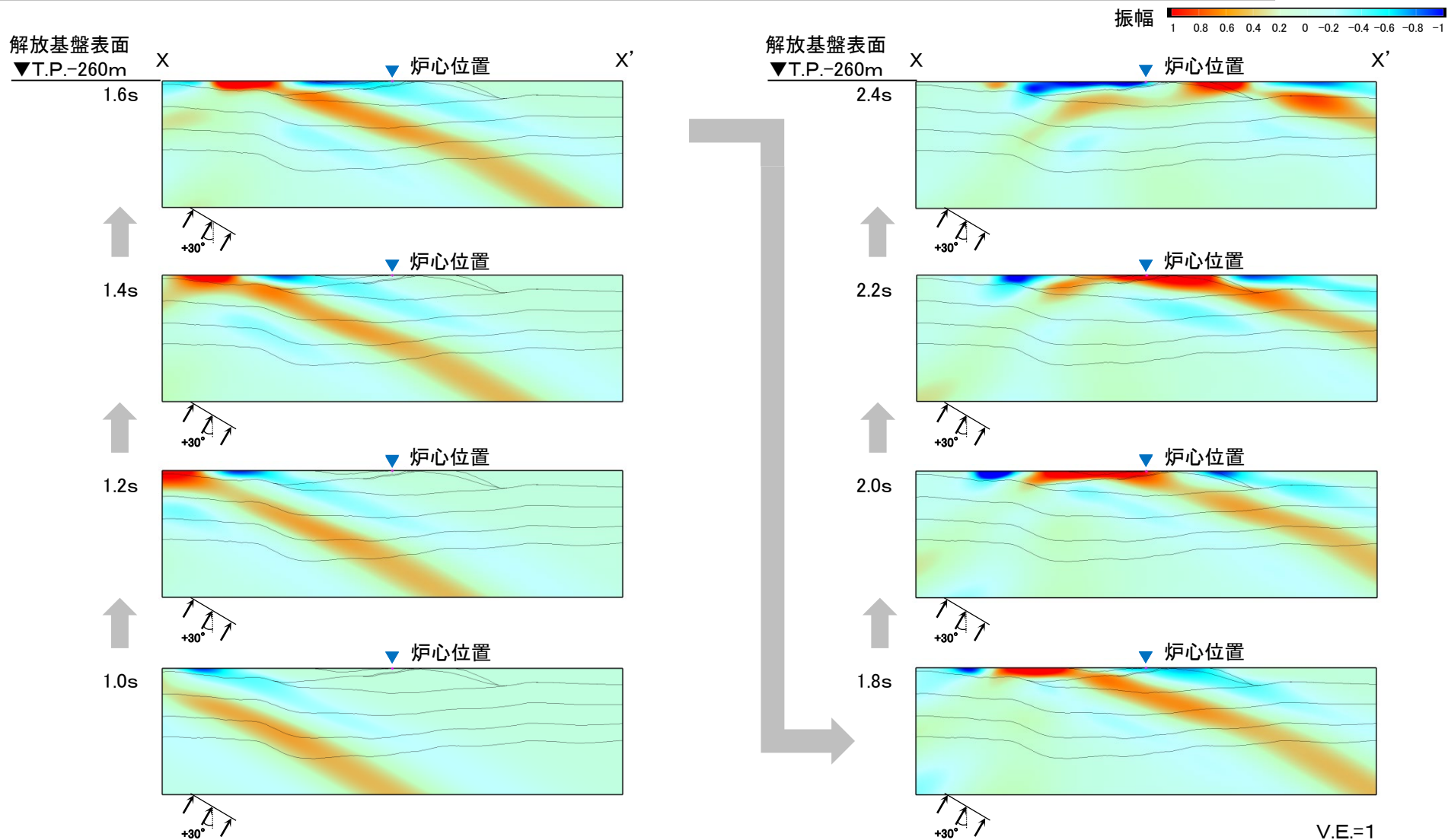
※: 水平成層モデルの物性値は、補足説明資料の「2-8」を参照。

深部構造の不整形性の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期1.0秒, 入射角0°)

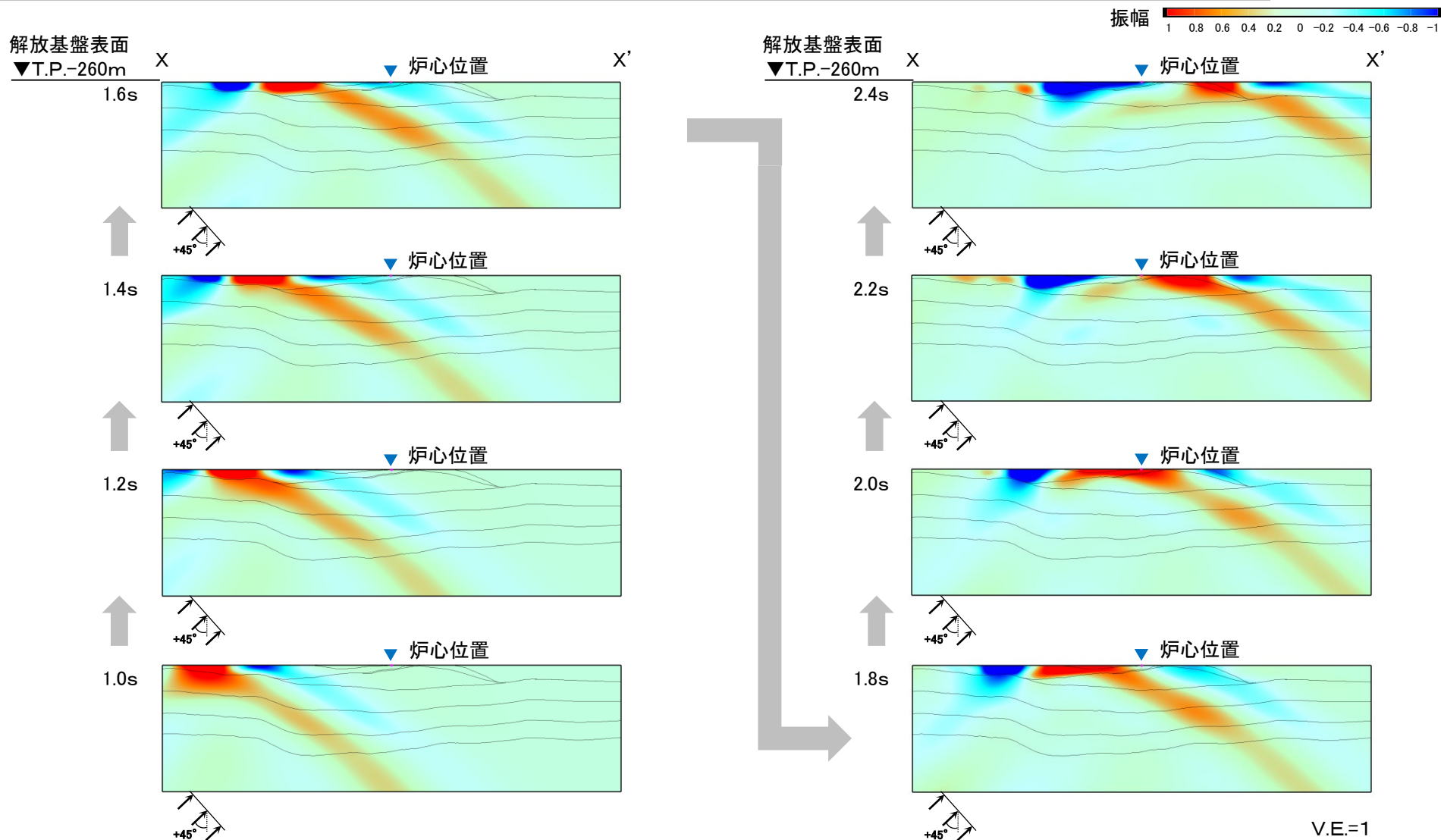


- P.2-83~P.2-92に示すスナップショットにおいて, 炉心位置付近に到達する直達波の波面に乱れはなく, 地震波の集中により振幅が過大になる傾向は認められない。

深部構造の不整形性の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期1.0秒, 入射角 +30°)

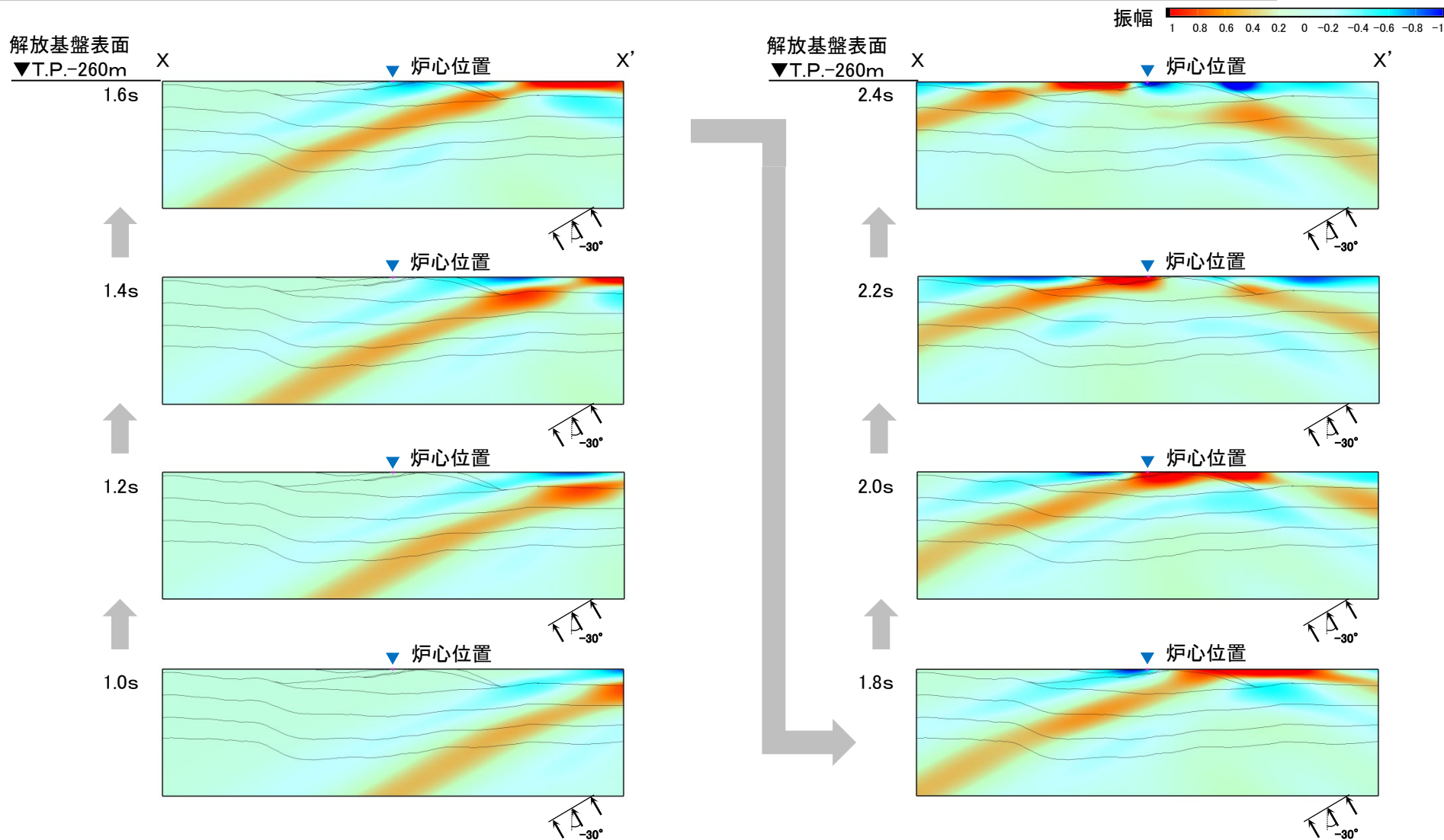


深部構造の不整形性の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期1.0秒, 入射角 +45°)

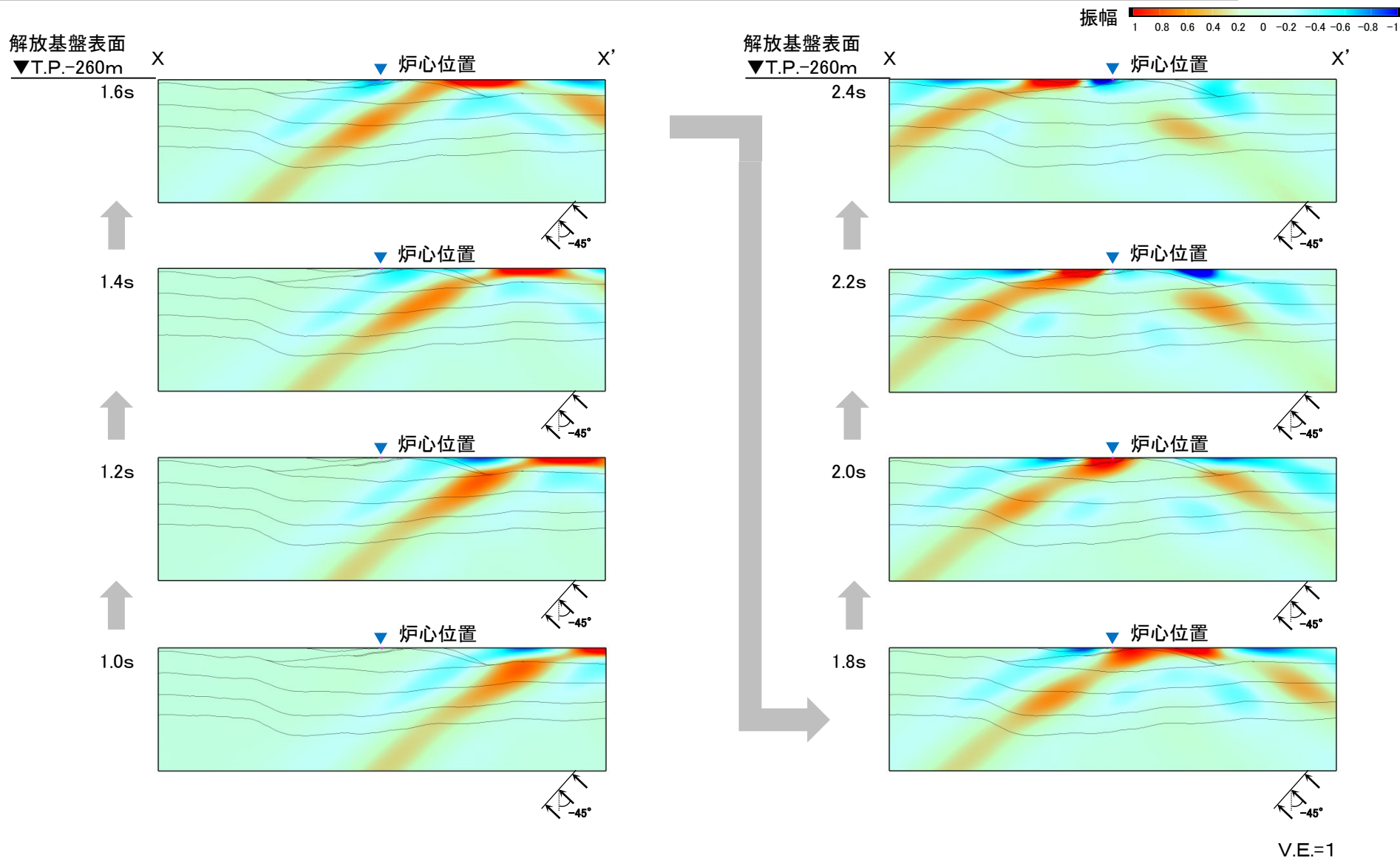




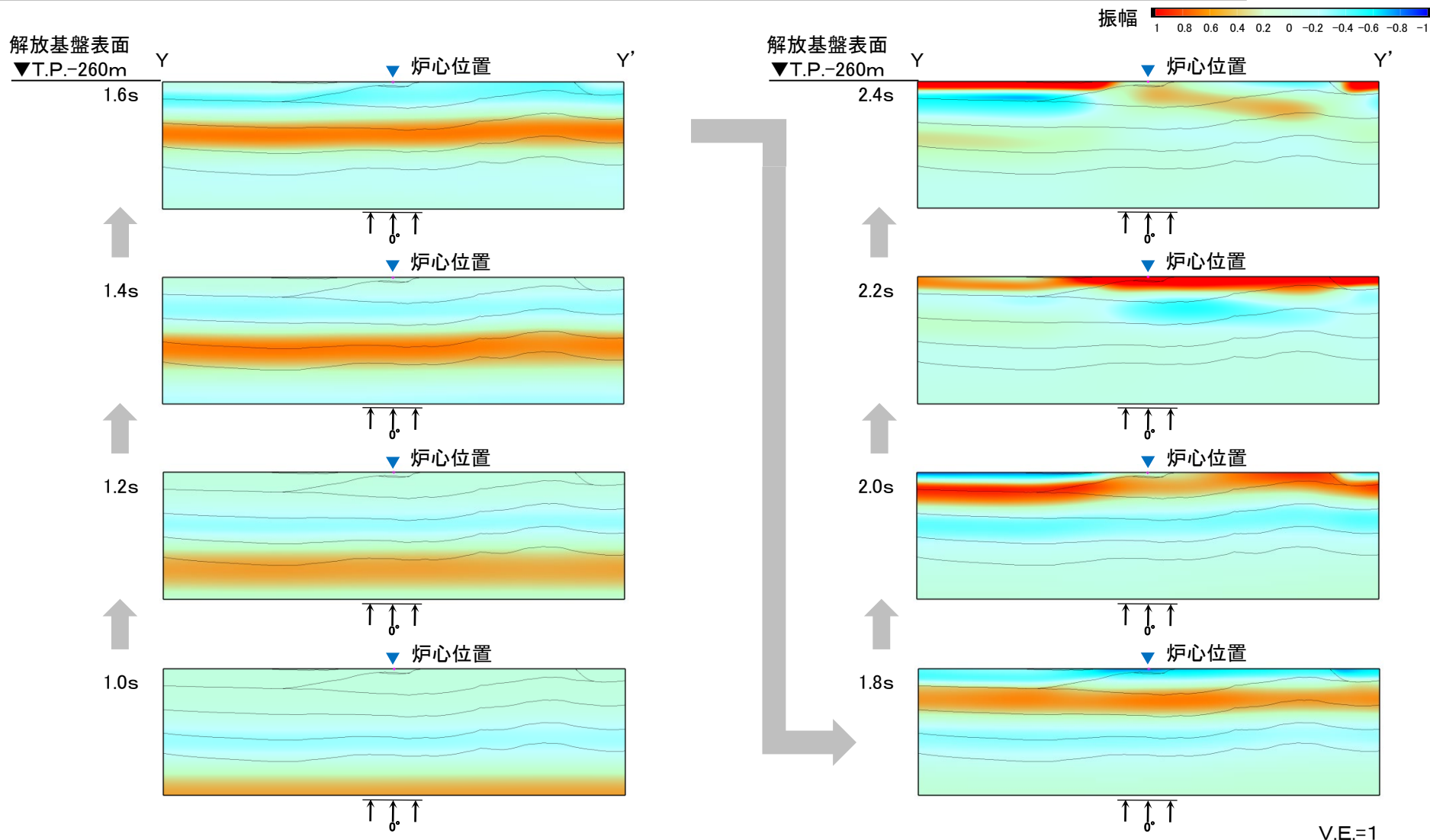
深部構造の不整形性の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期1.0秒, 入射角 -30°)



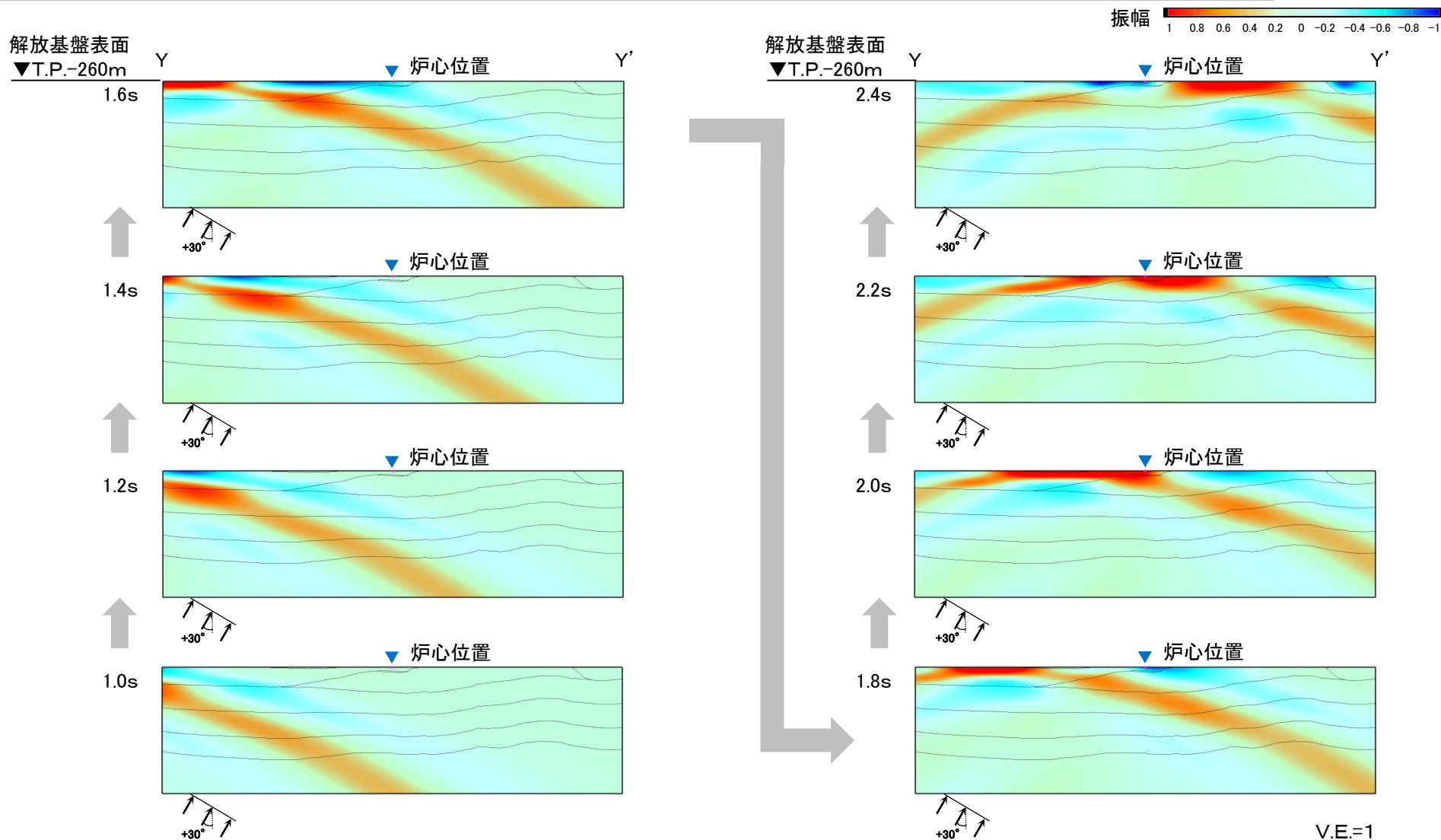
深部構造の不整形性の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期1.0秒, 入射角 -45°)



深部構造の不整形性の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期1.0秒, 入射角0°)

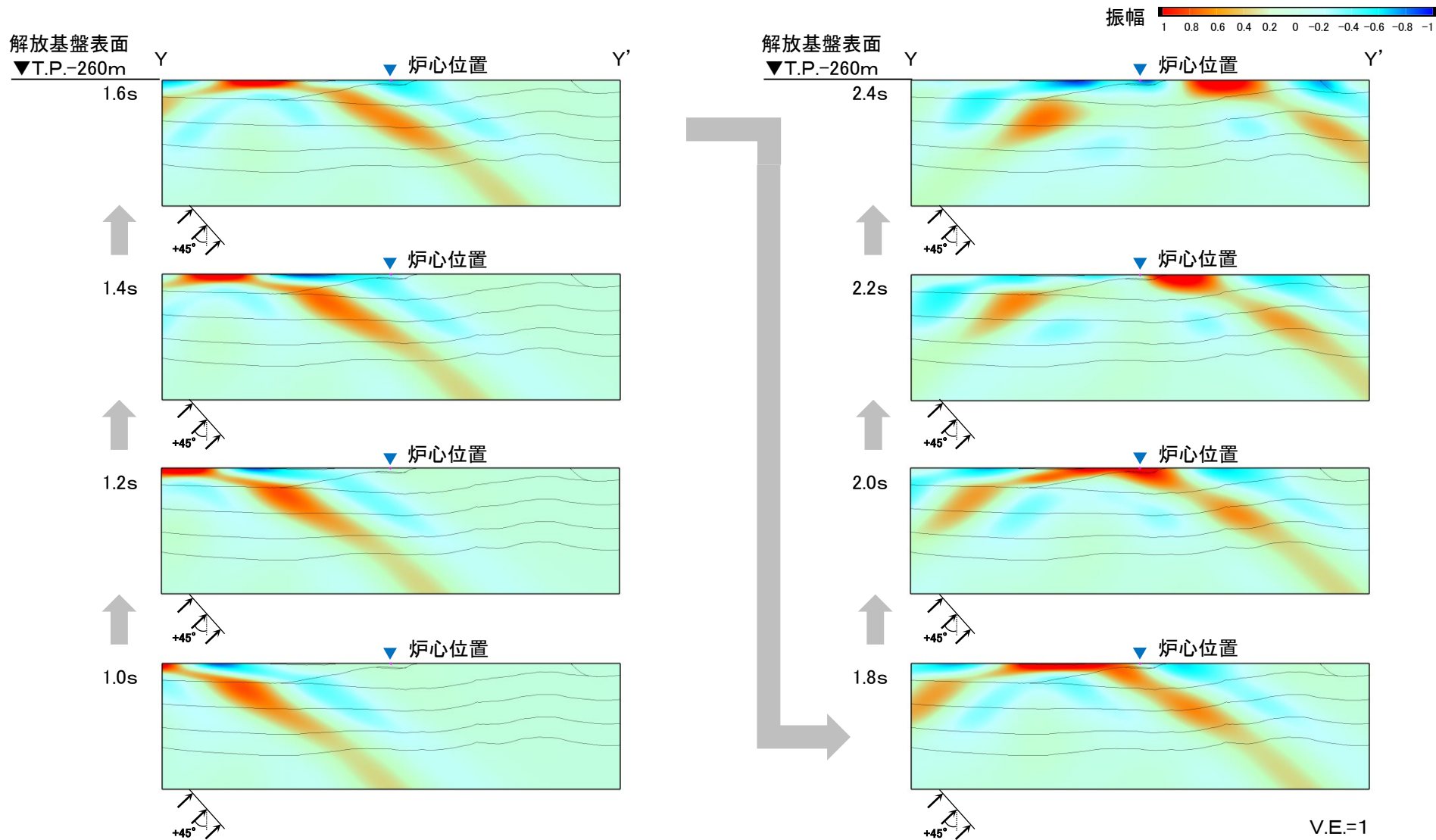


深部構造の不整形性の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期1.0秒, 入射角 +30°)

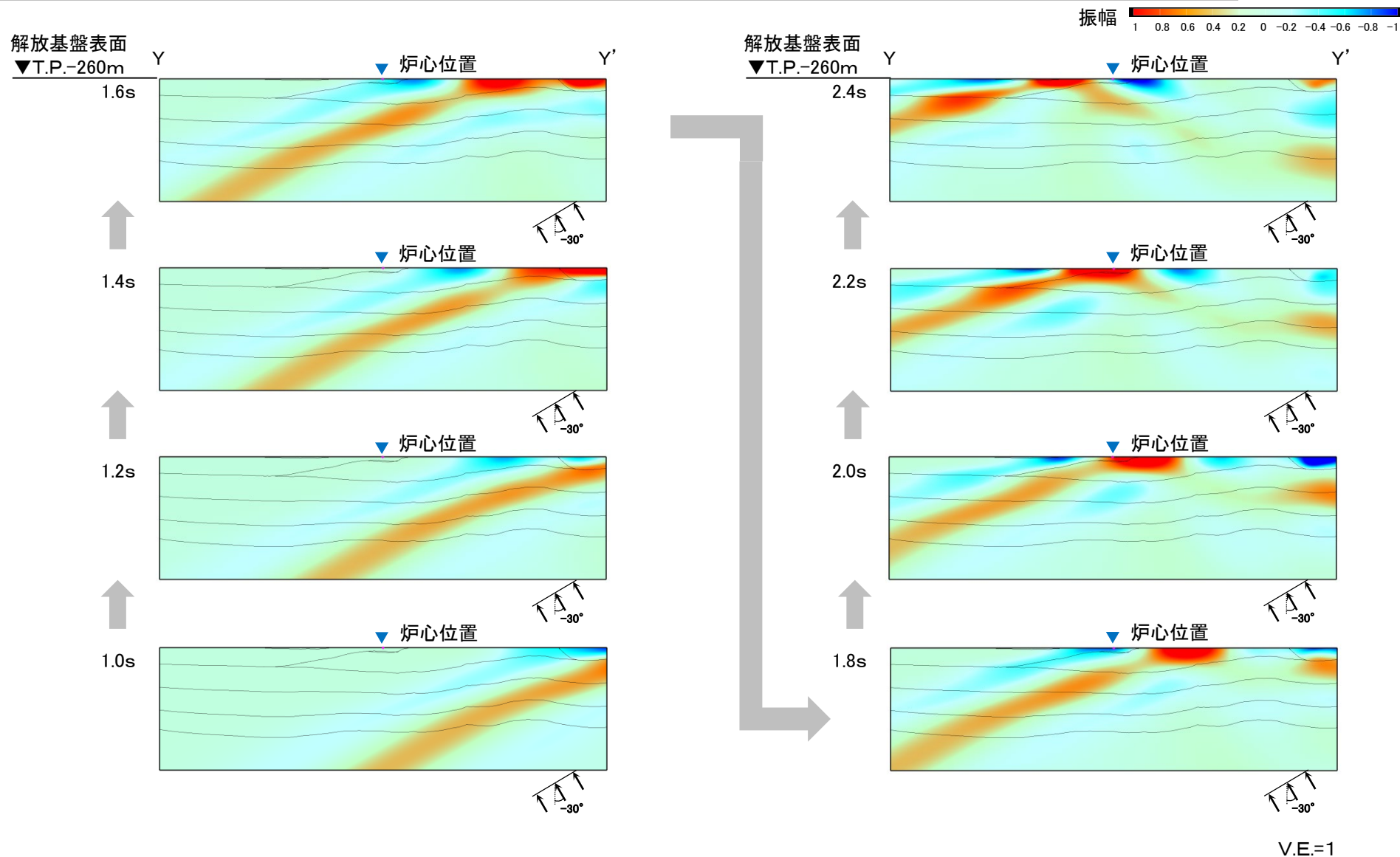




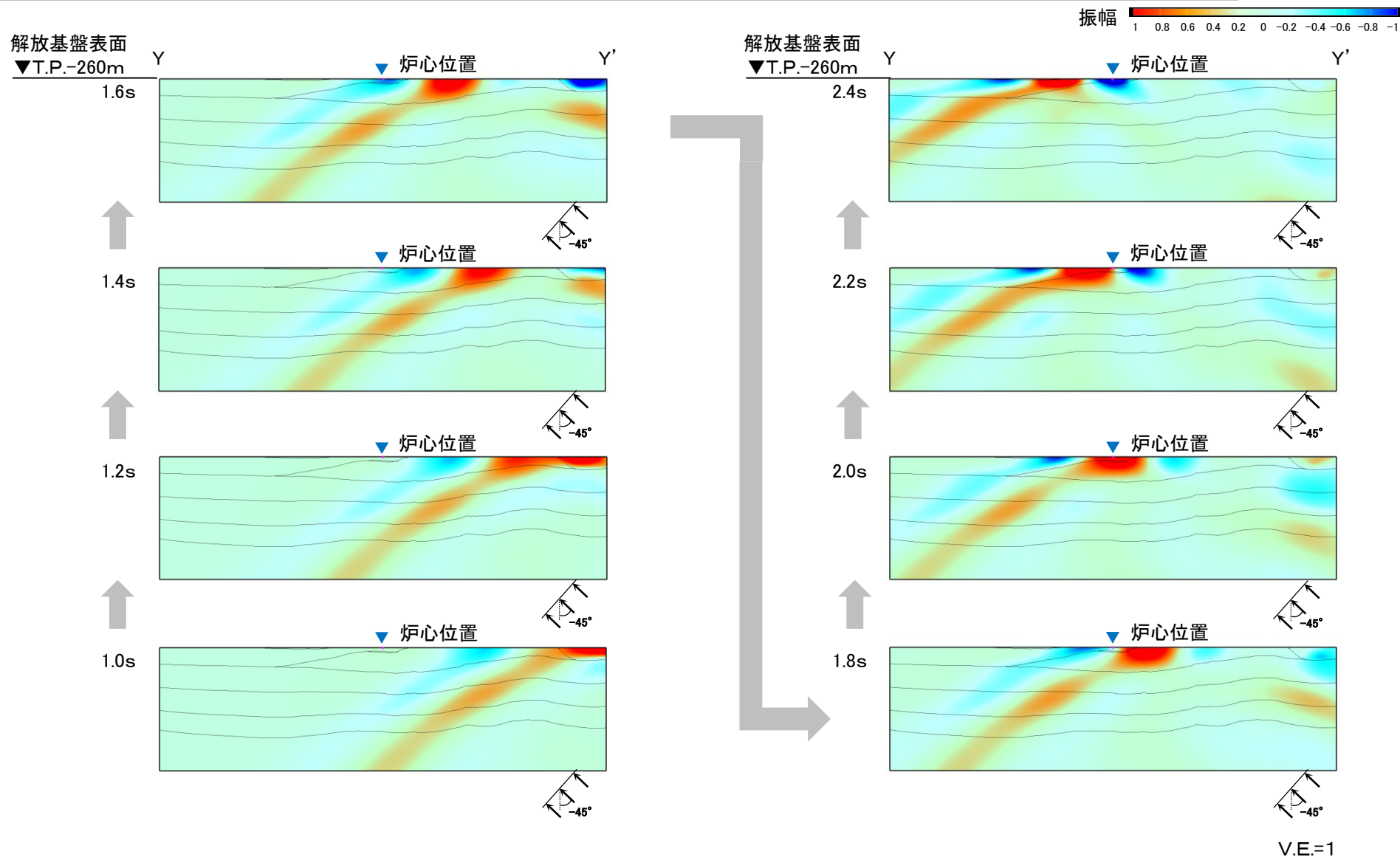
深部構造の不整形性の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期1.0秒, 入射角 +45°)



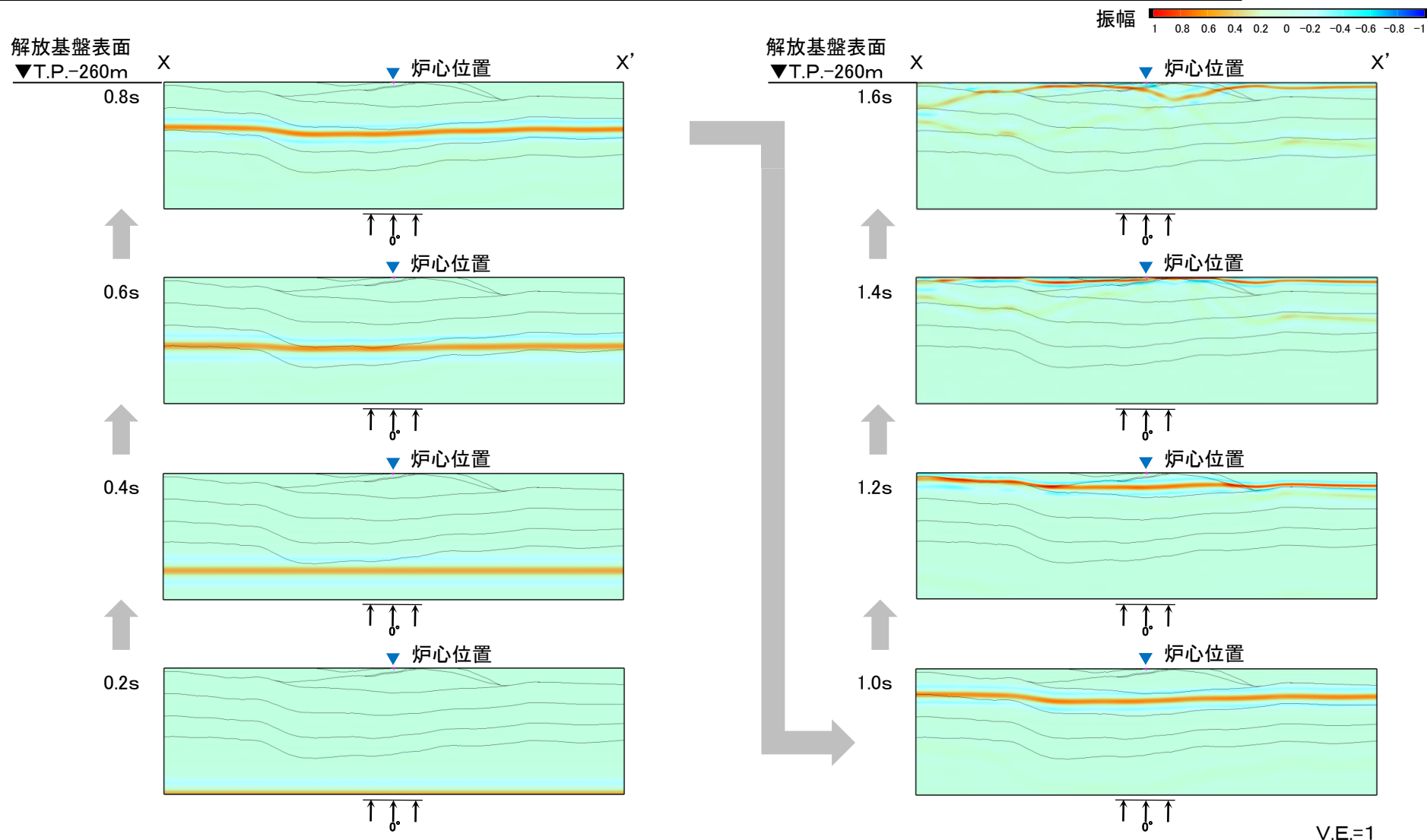
深部構造の不整形性の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期1.0秒, 入射角 -30°)



深部構造の不整形性の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期1.0秒, 入射角 -45°)



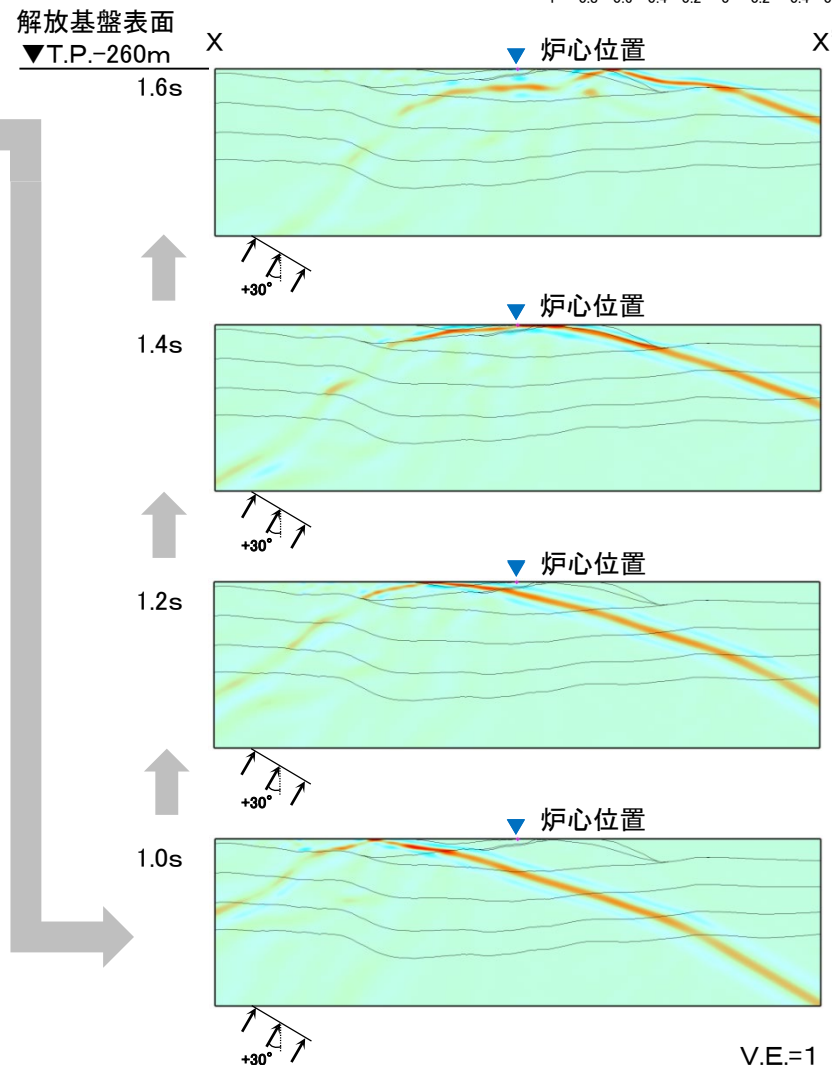
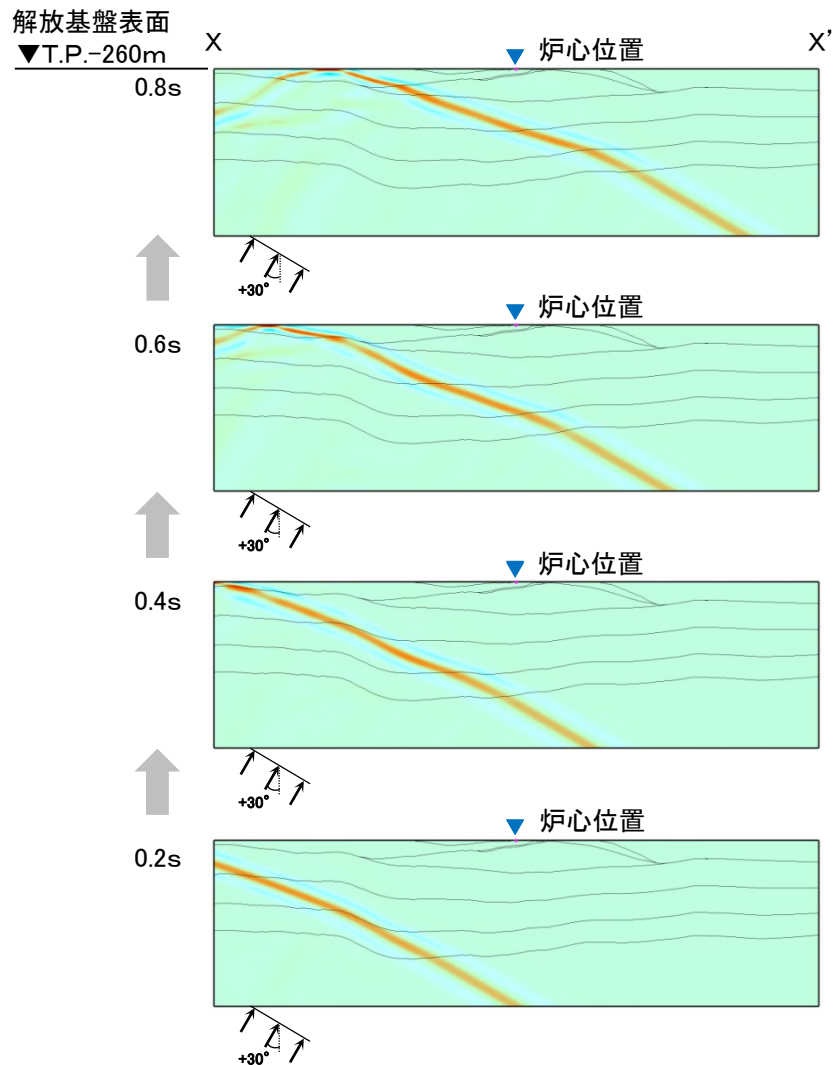
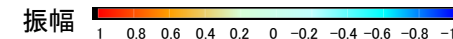
深部構造の不整形性の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期0.2秒, 入射角0°)



- P.2-93~P.2-102に示すスナップショットにおいて、炉心位置付近に到達する直達波の波面に乱れはなく、地震波の集中により振幅が過大になる傾向は認められない。

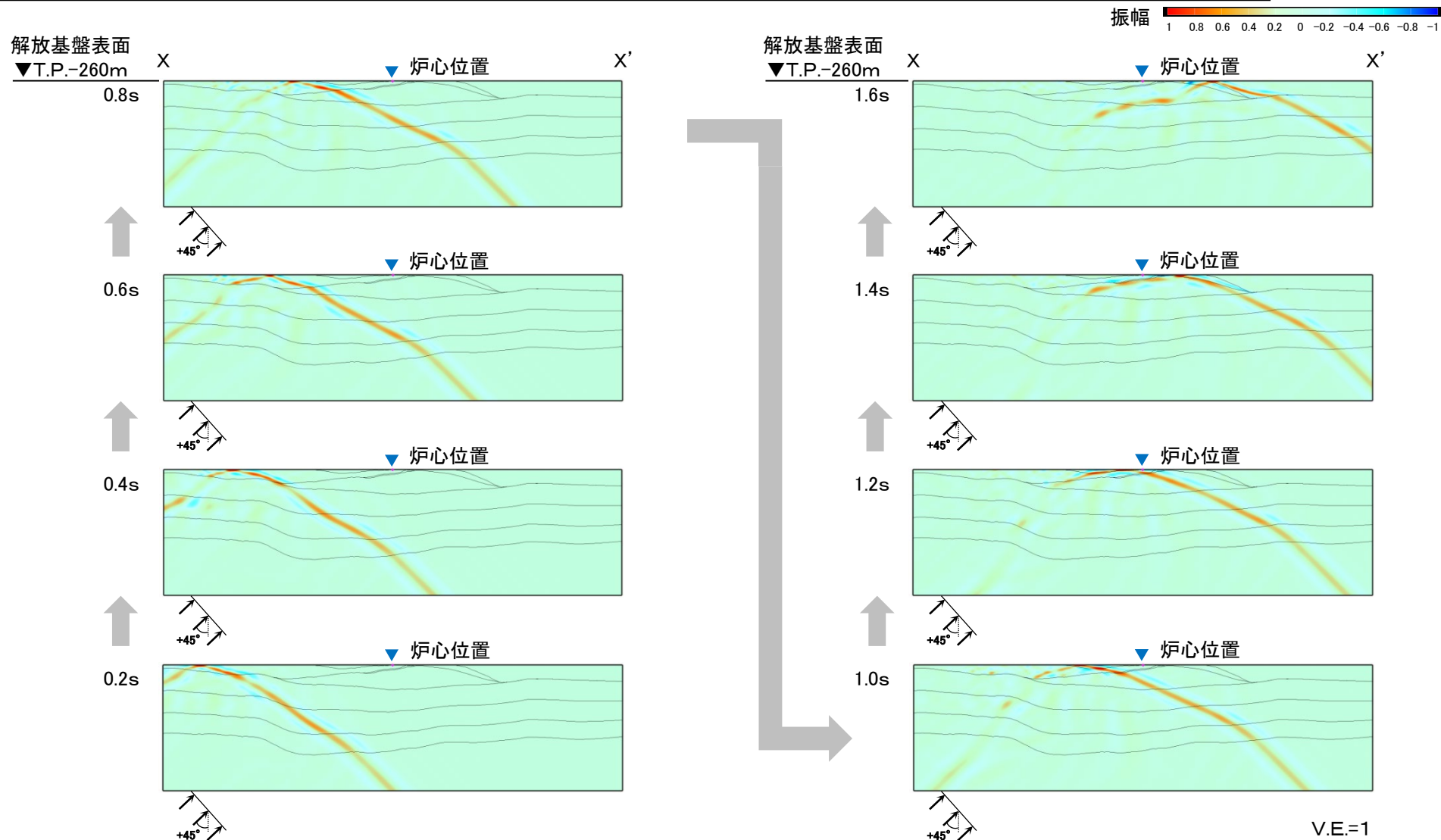


深部構造の不整形性の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期0.2秒, 入射角 +30°)



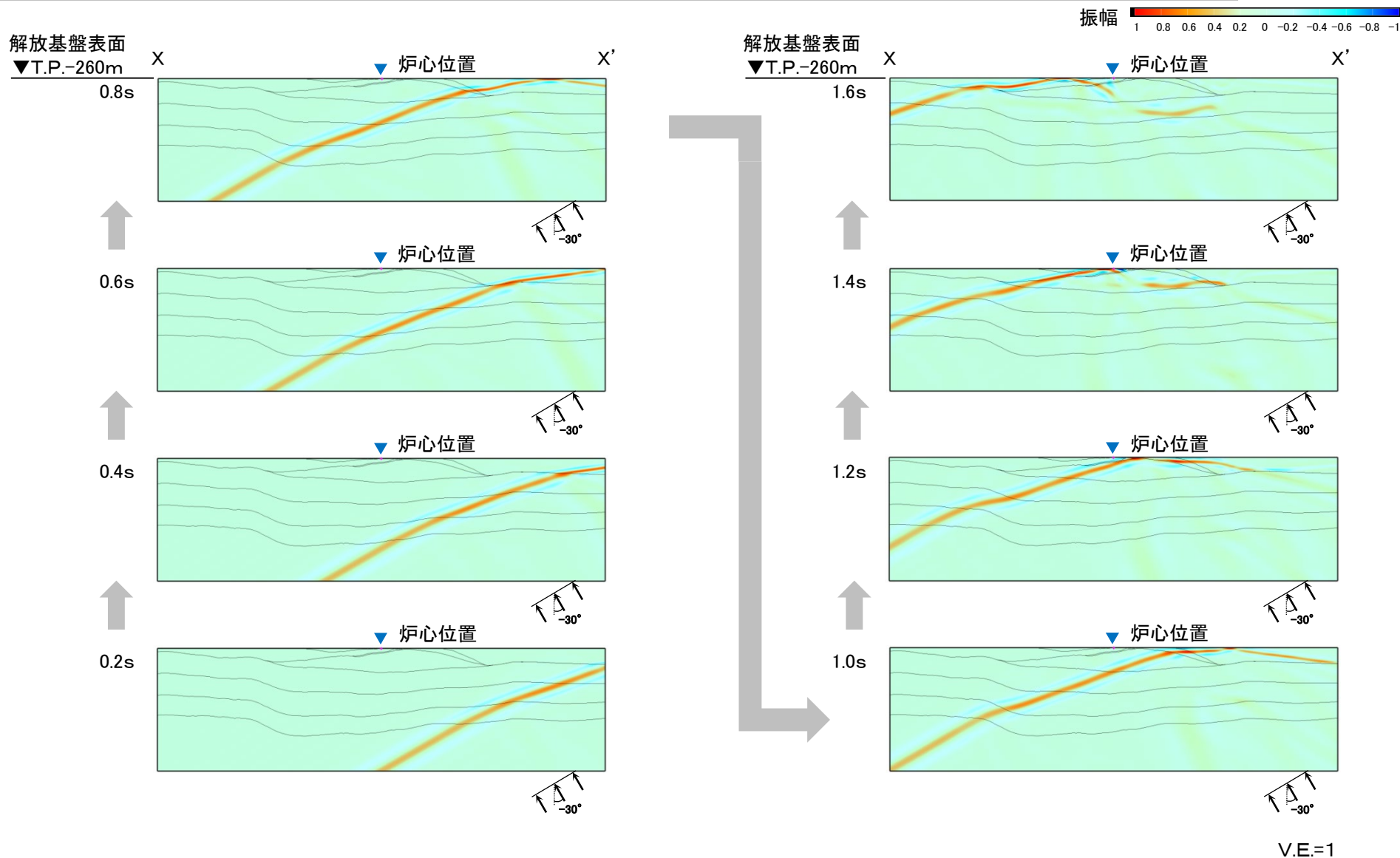


深部構造の不整形性の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期0.2秒, 入射角 +45°)

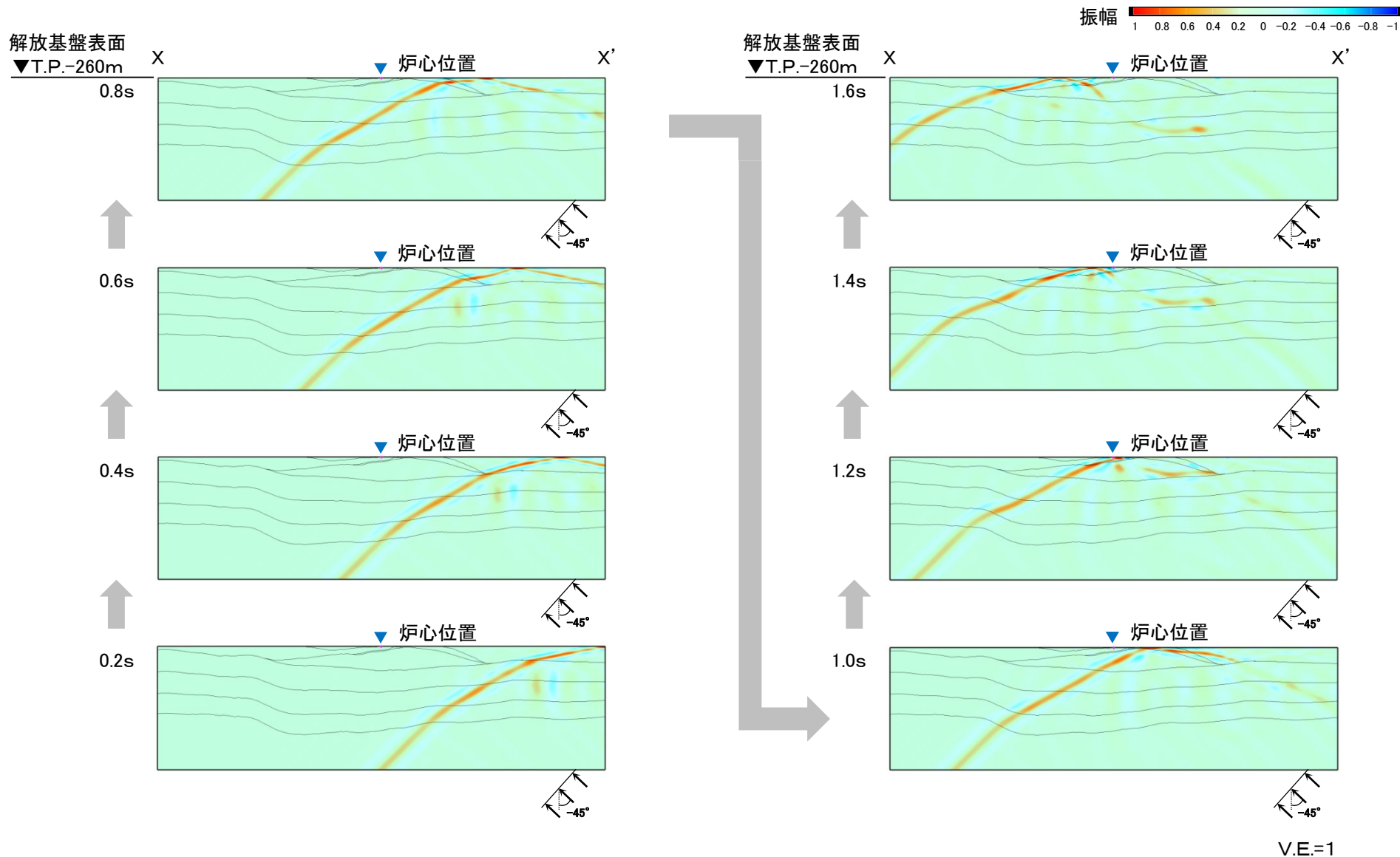




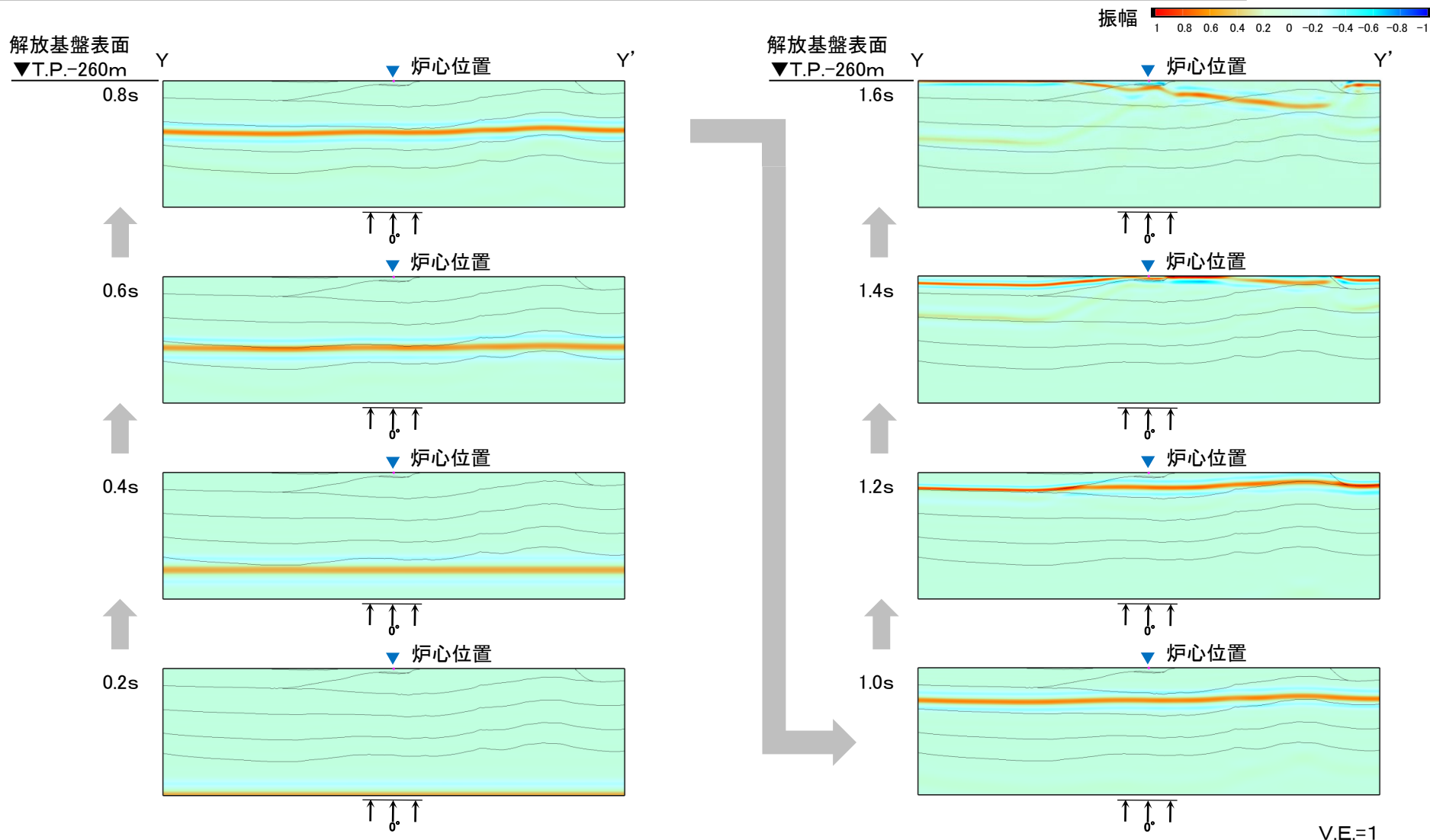
深部構造の不整形性の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期0.2秒, 入射角 -30°)



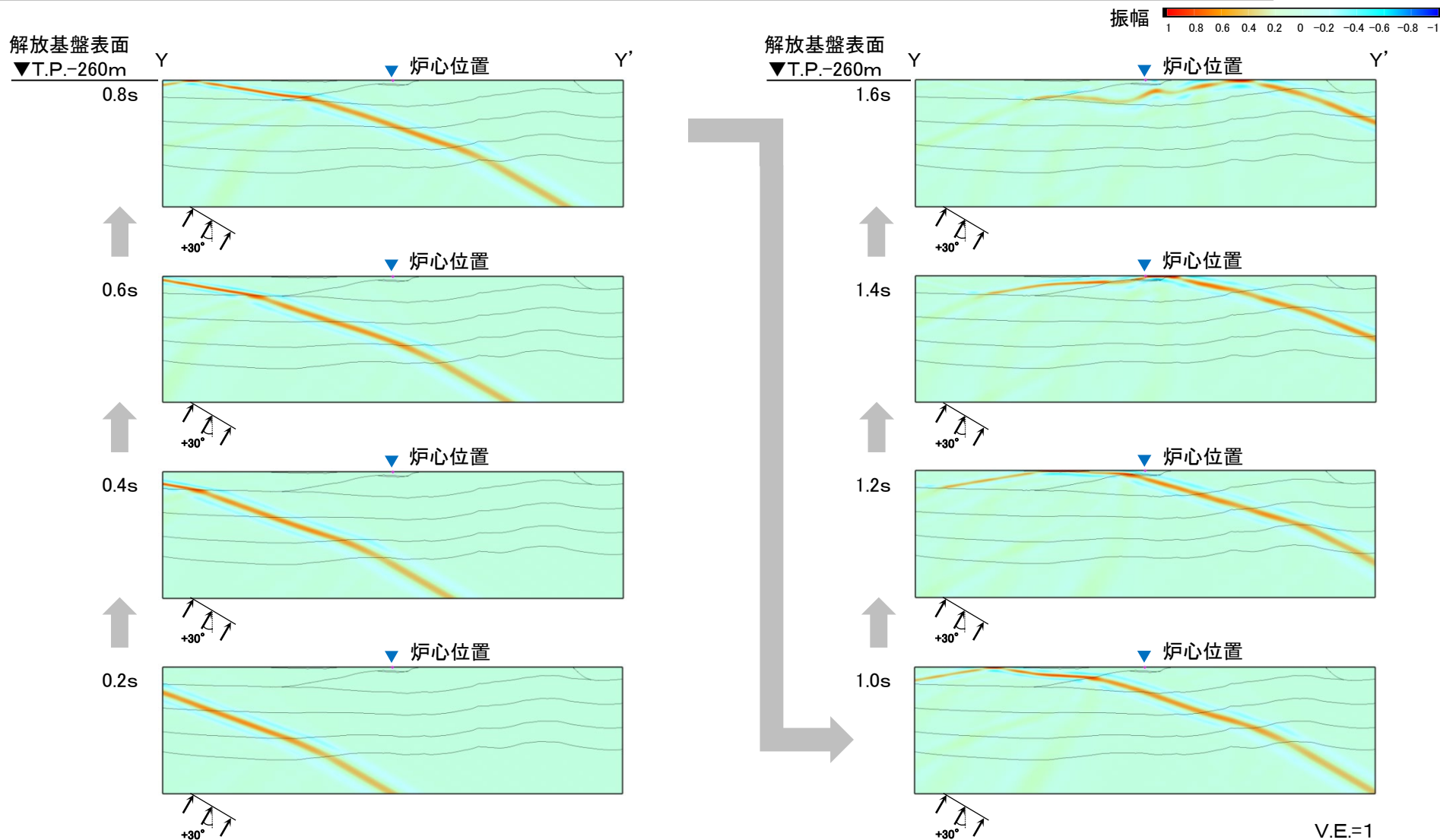
深部構造の不整形性の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期0.2秒, 入射角 -45°)



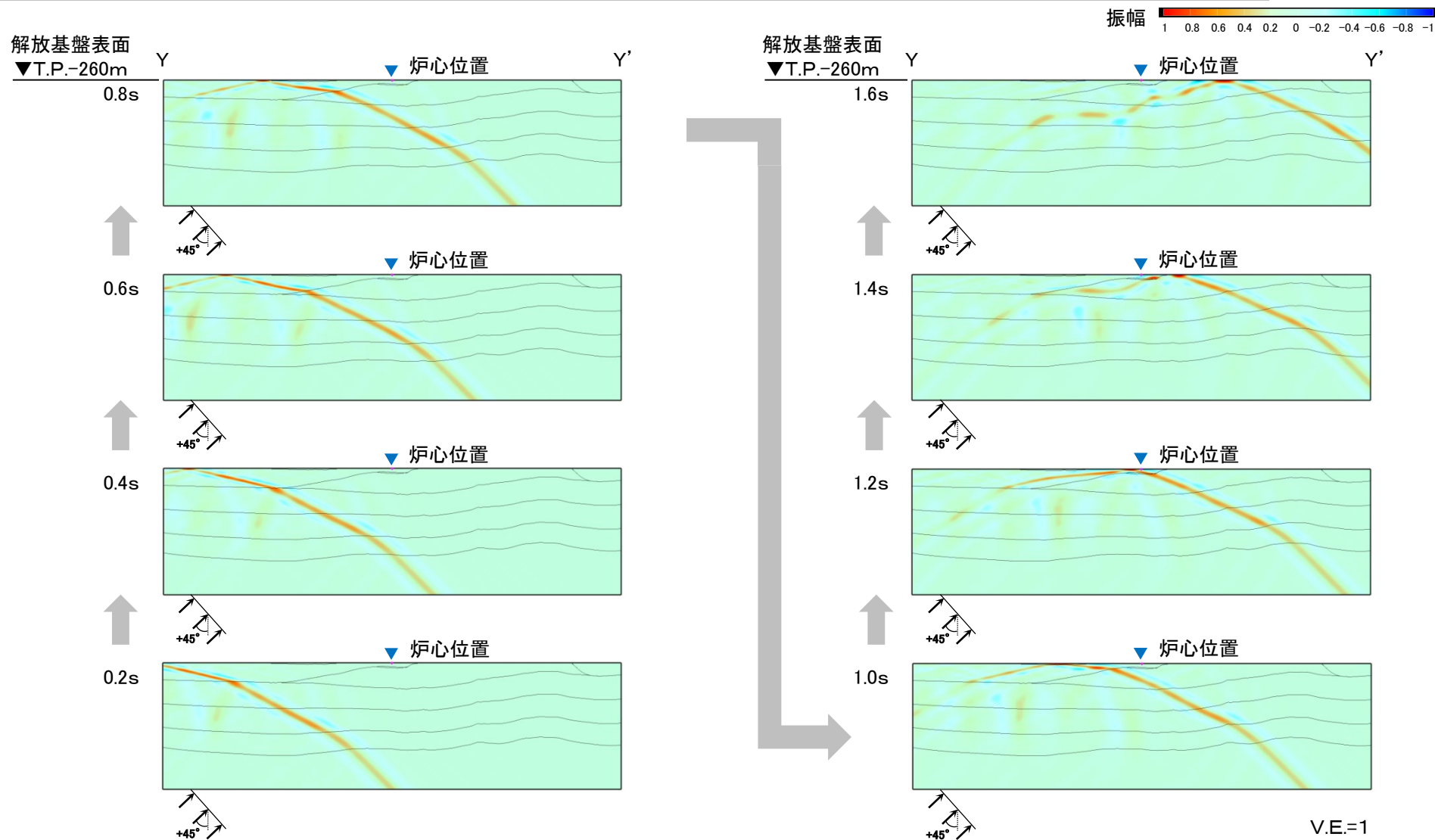
深部構造の不整形性の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期0.2秒, 入射角0°)



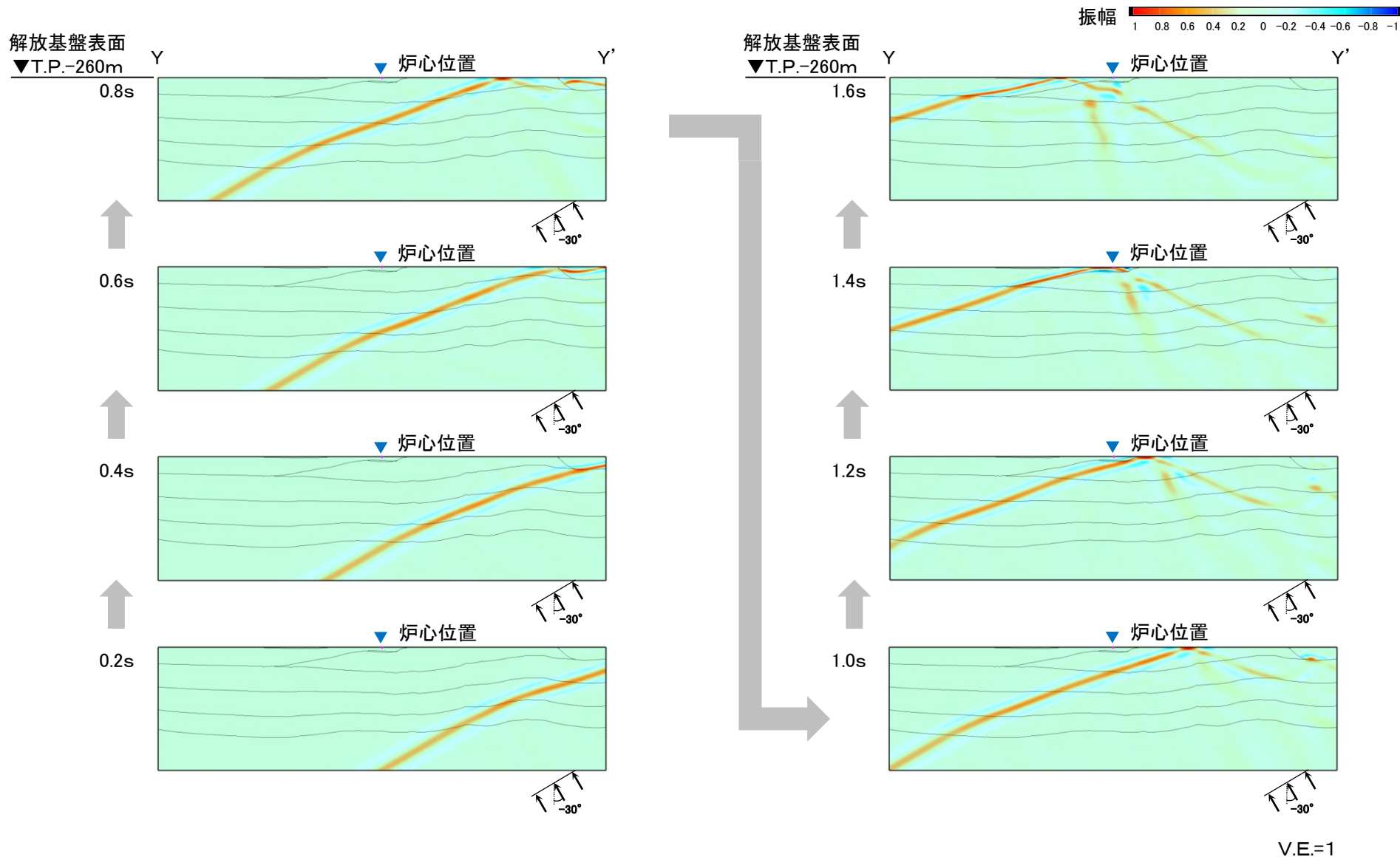
深部構造の不整形性の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期0.2秒, 入射角 +30°)



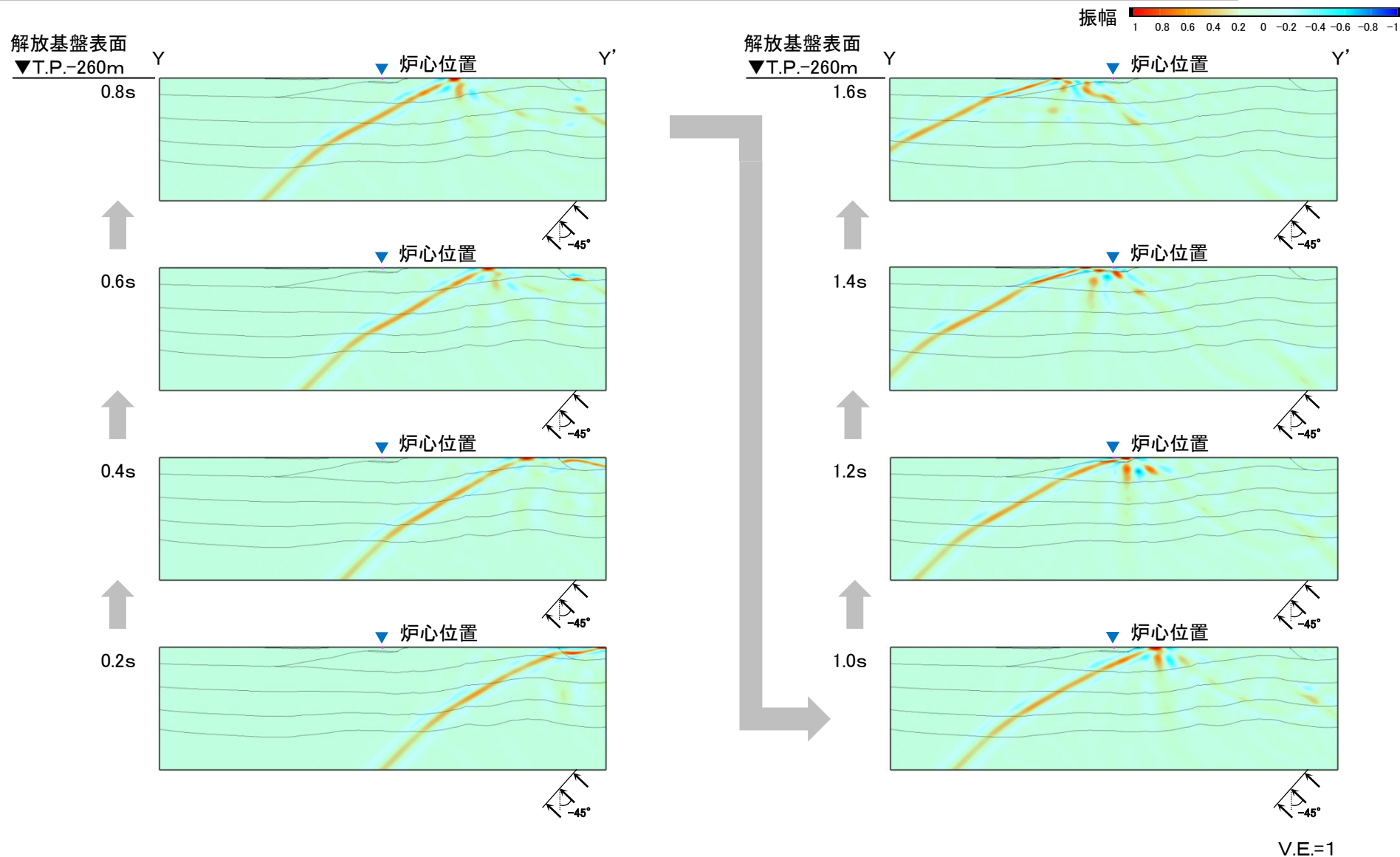
深部構造の不整形性の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期0.2秒, 入射角 +45°)



深部構造の不整形性の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期0.2秒, 入射角 -30°)

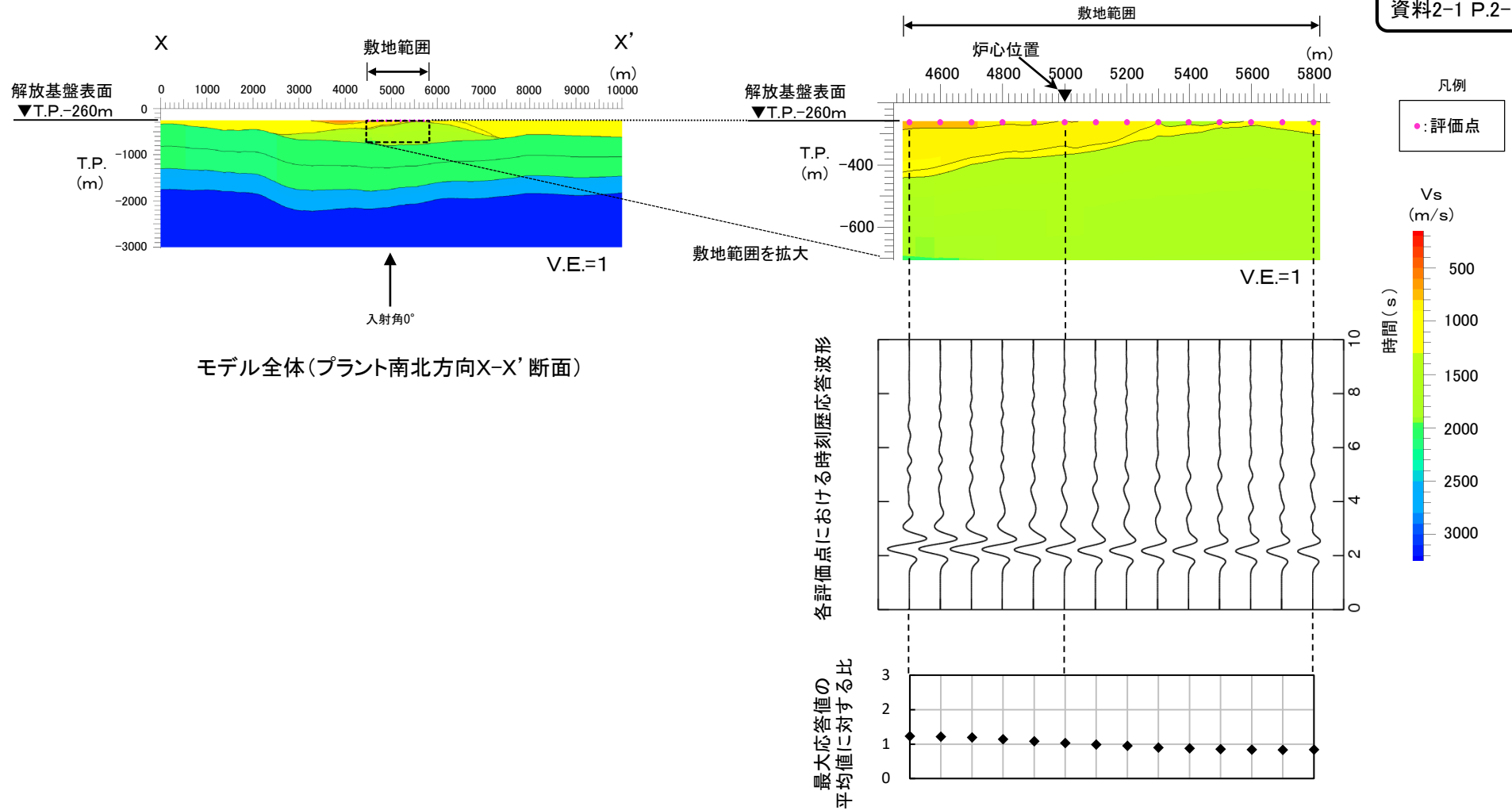


深部構造の不整形性の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期0.2秒, 入射角 -45°)



2.2.3.5 解析結果 解放基盤表面における応答波形の分析 (1/22)

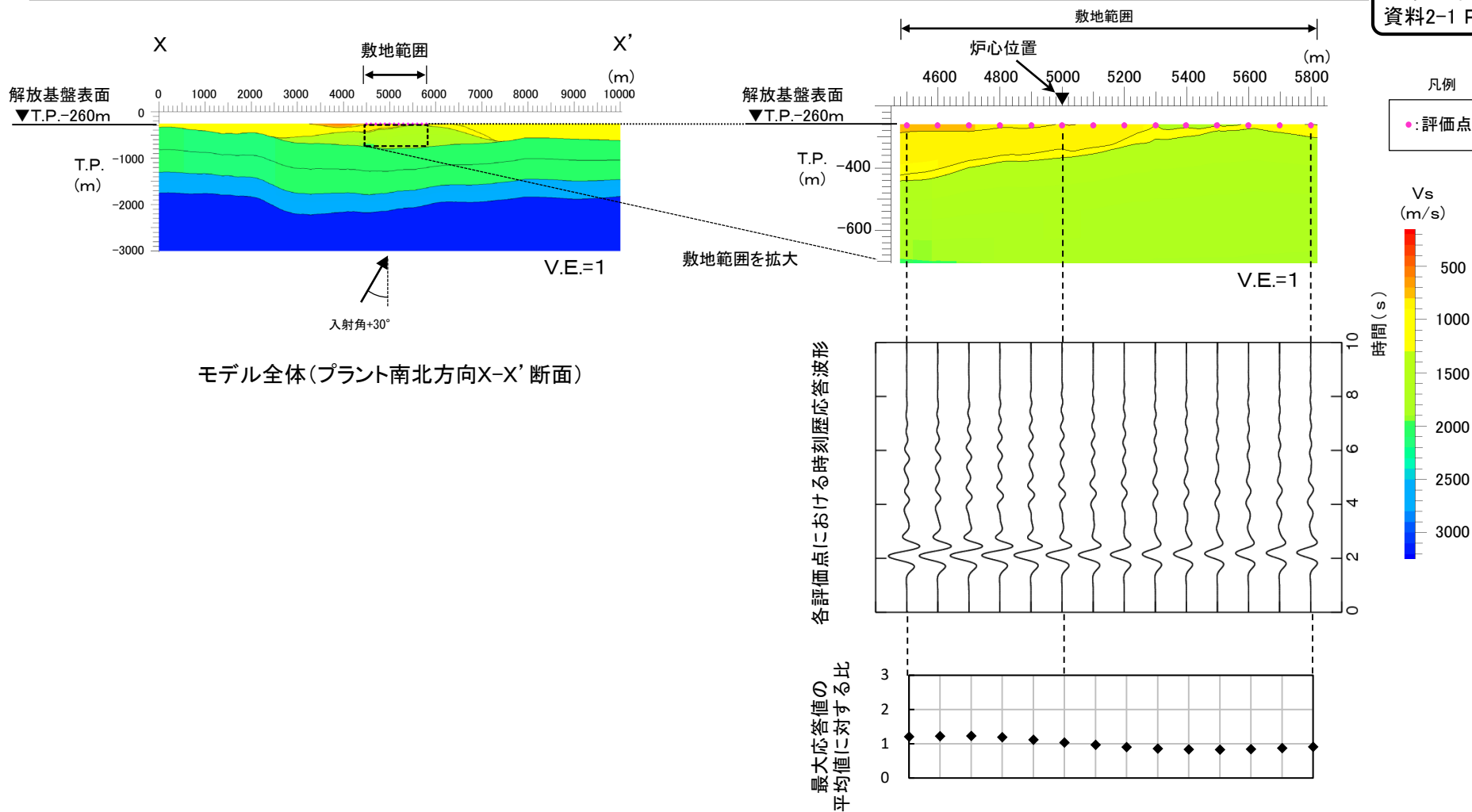
深部構造の不整形性の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期1.0秒, 入射角0°)



- P.2-103~P.2-112に示す解放基盤表面における応答波形のとおり, 敷地内の炉心位置付近の評価点の最大応答値は, 敷地範囲内の評価点の平均値とおおむね同程度であり, 安定している。

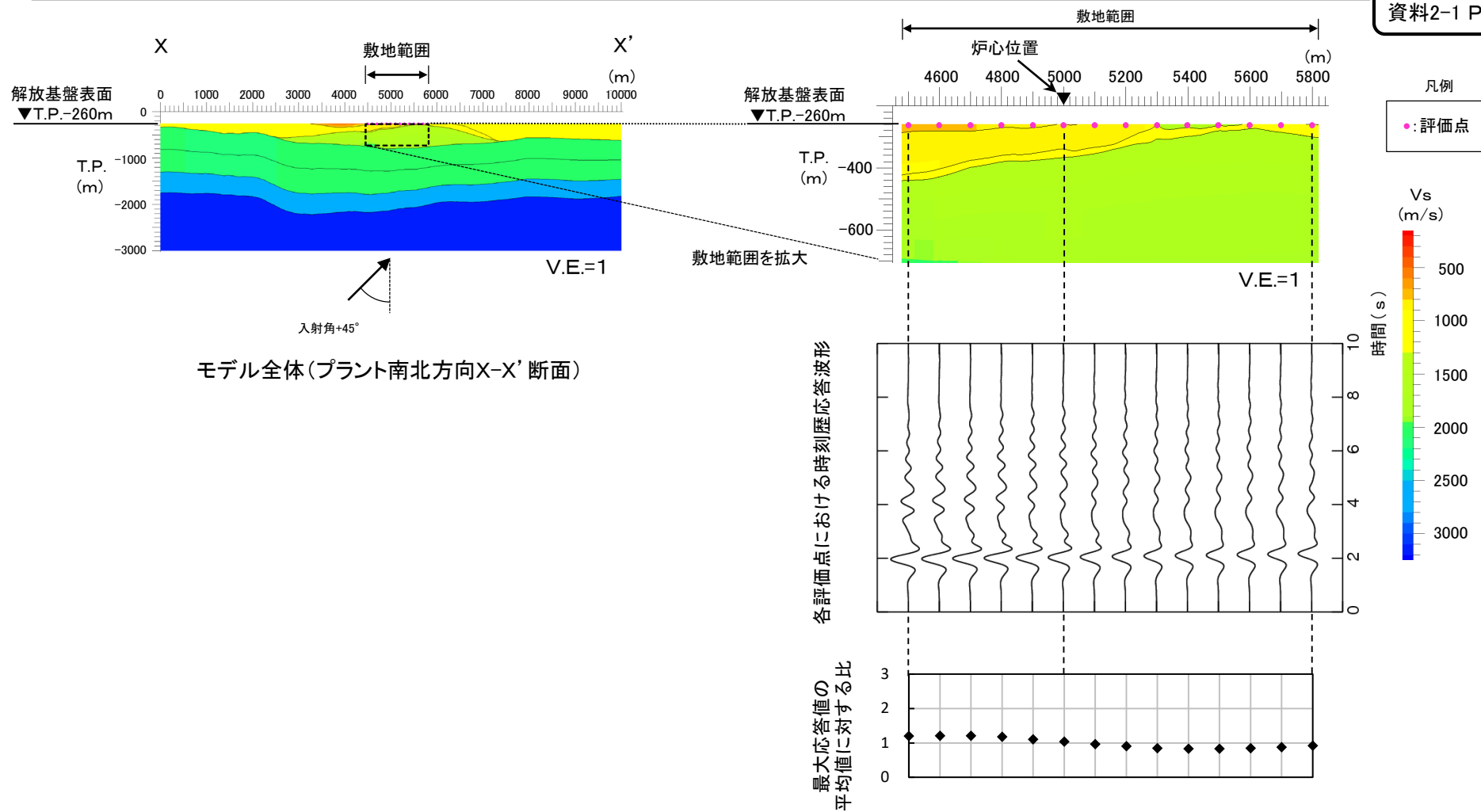
深部構造の不整形性の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期1.0秒, 入射角 +30°)

第822回審査会合
資料2-1 P.2-114 再掲



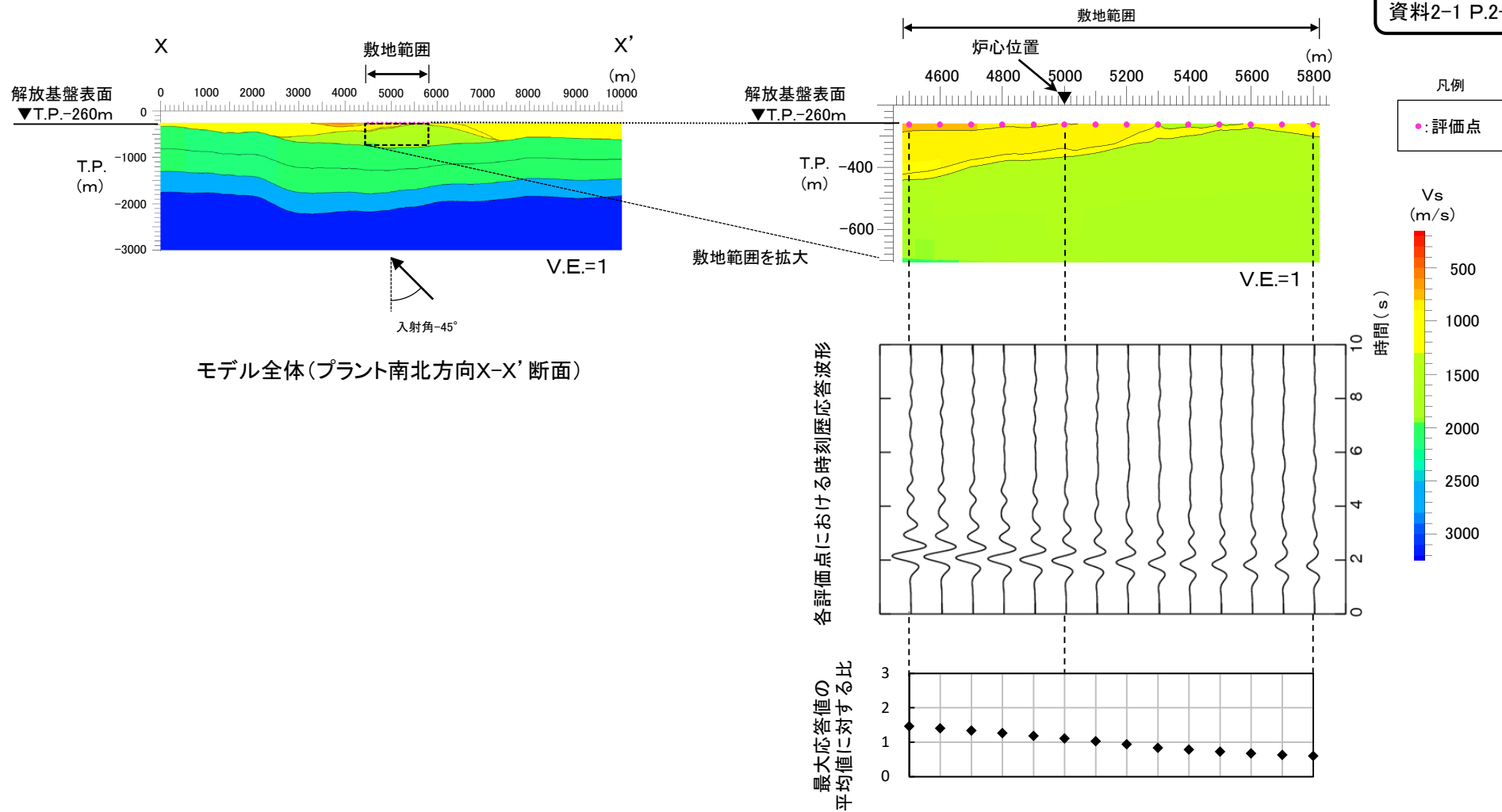
深部構造の不整形性の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期1.0秒, 入射角 +45°)

第822回審査会合
資料2-1 P.2-115 再掲

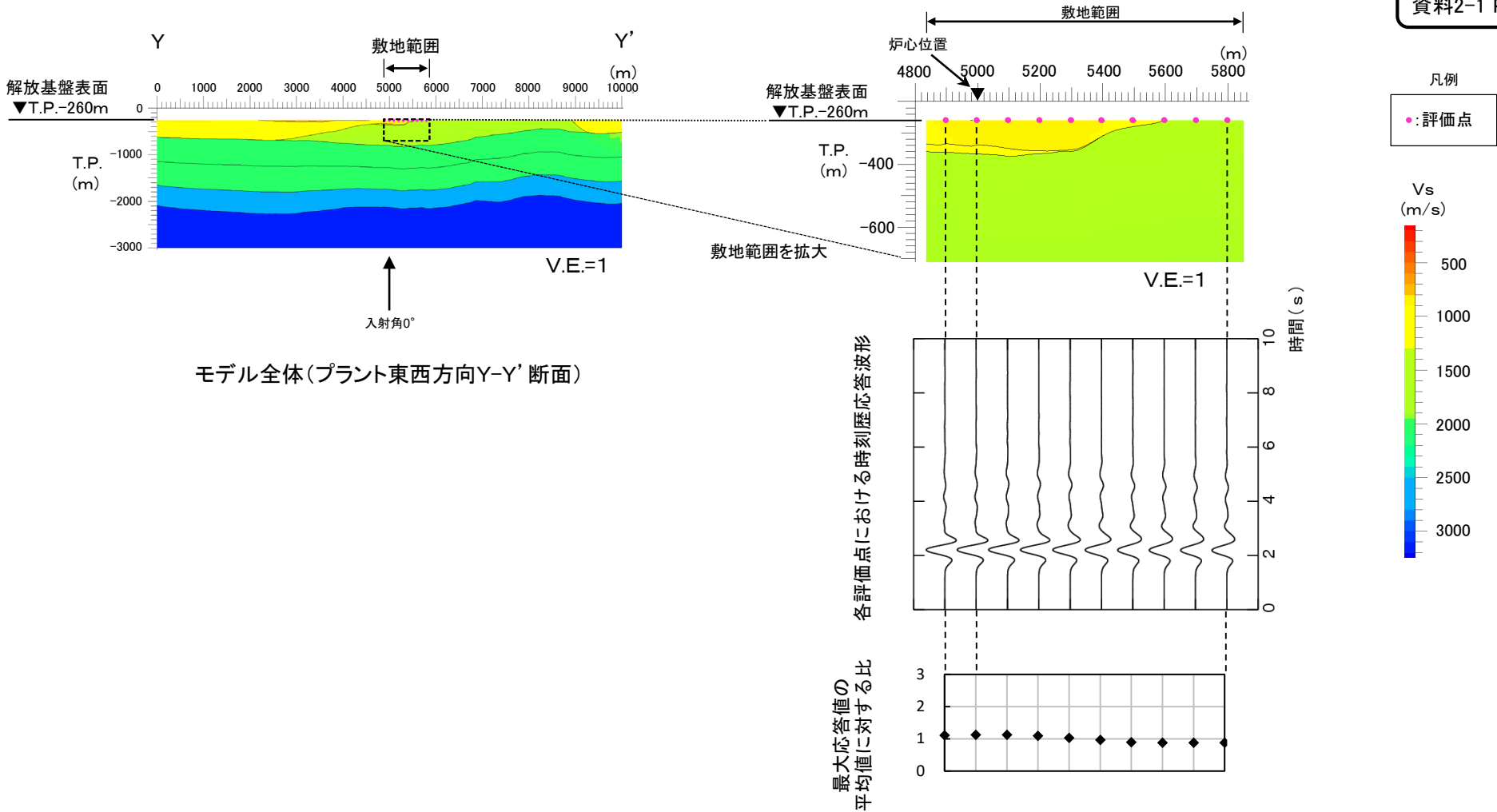


深部構造の不整形性の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期1.0秒, 入射角 -45°)

第822回審査会合
資料2-1 P.2-117 再掲

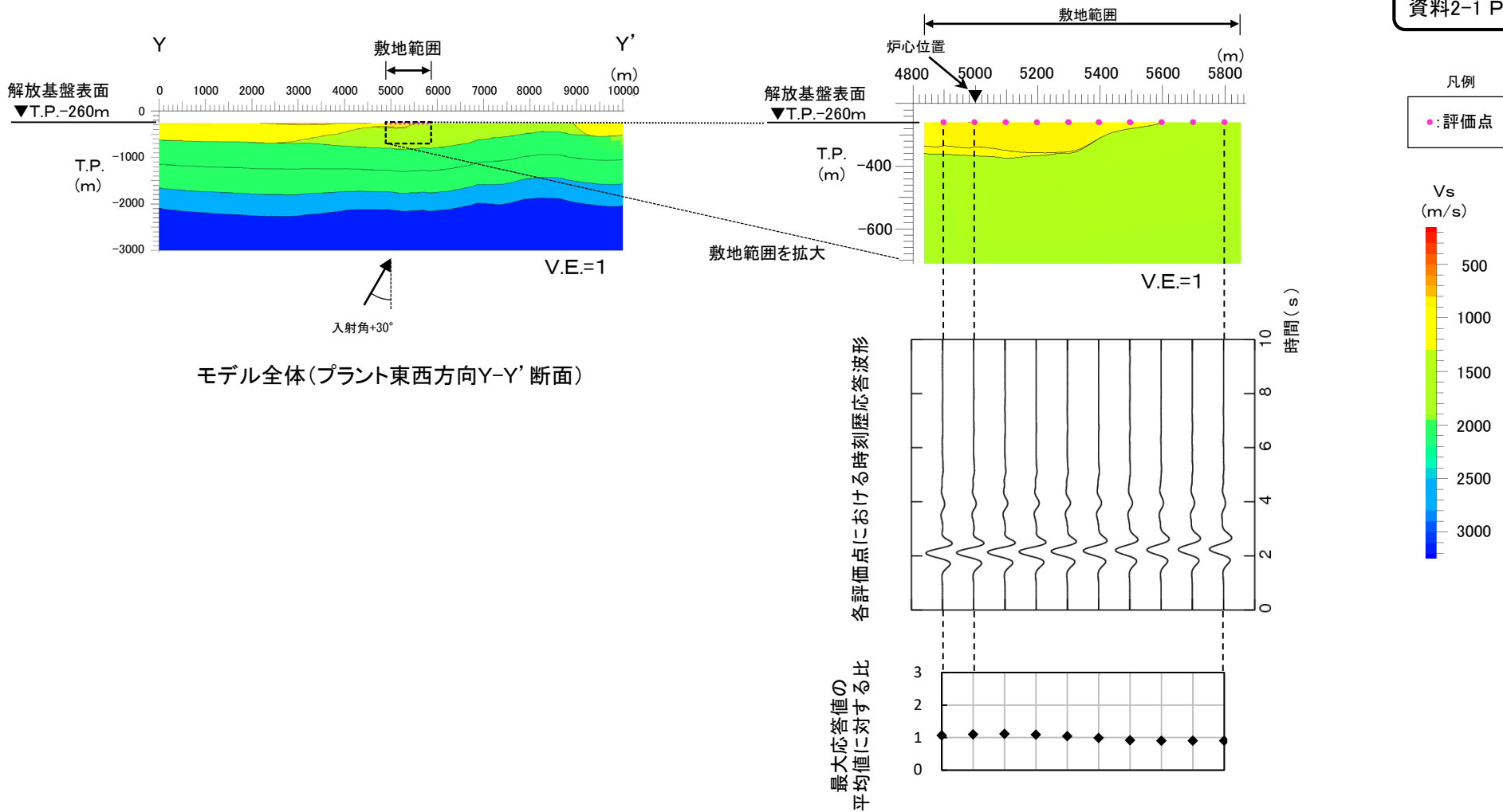


深部構造の不整形性の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期1.0秒, 入射角0°)



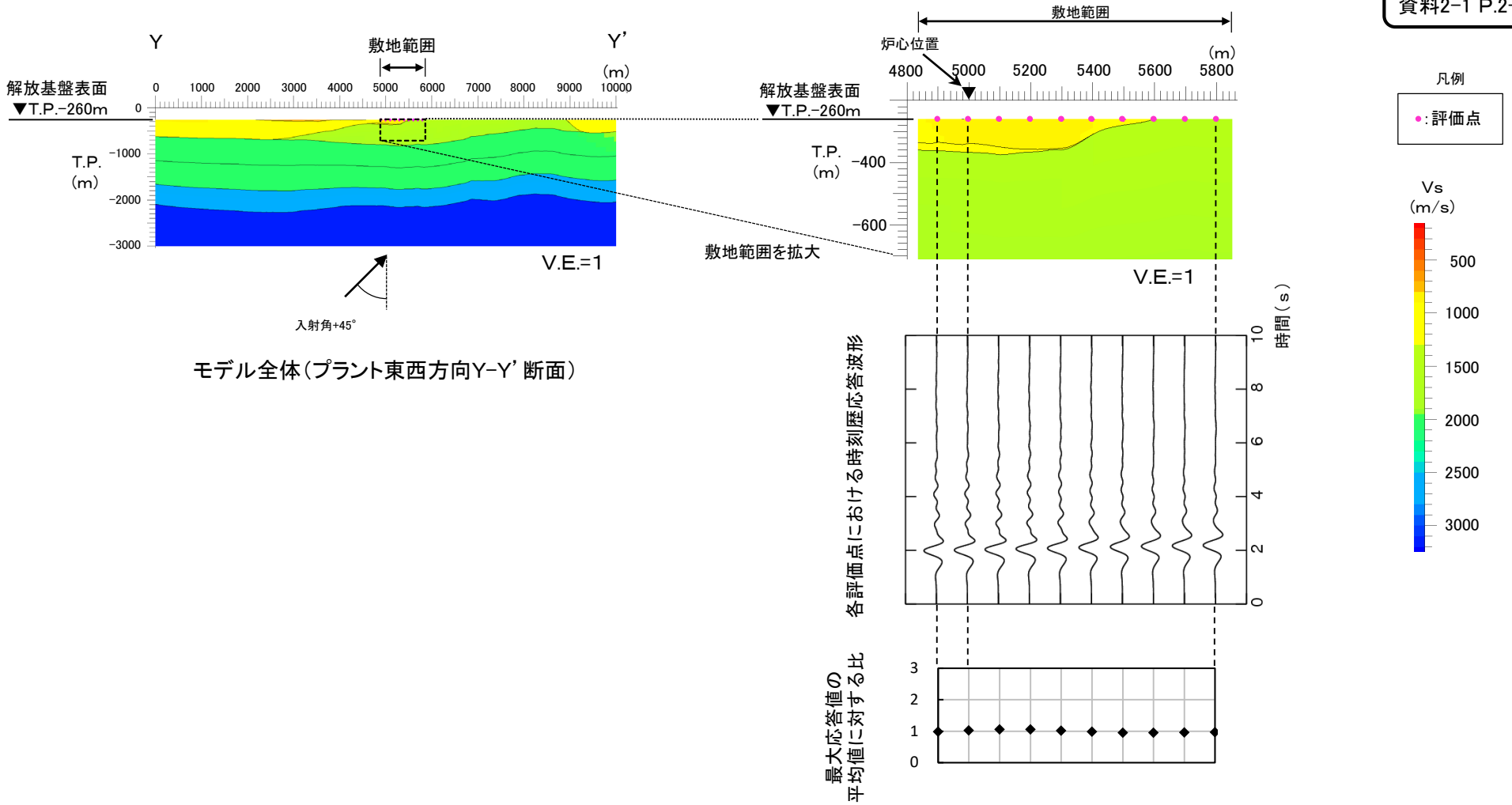
深部構造の不整形性の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期1.0秒, 入射角 +30°)

第822回審査会合
資料2-1 P.2-119 再掲



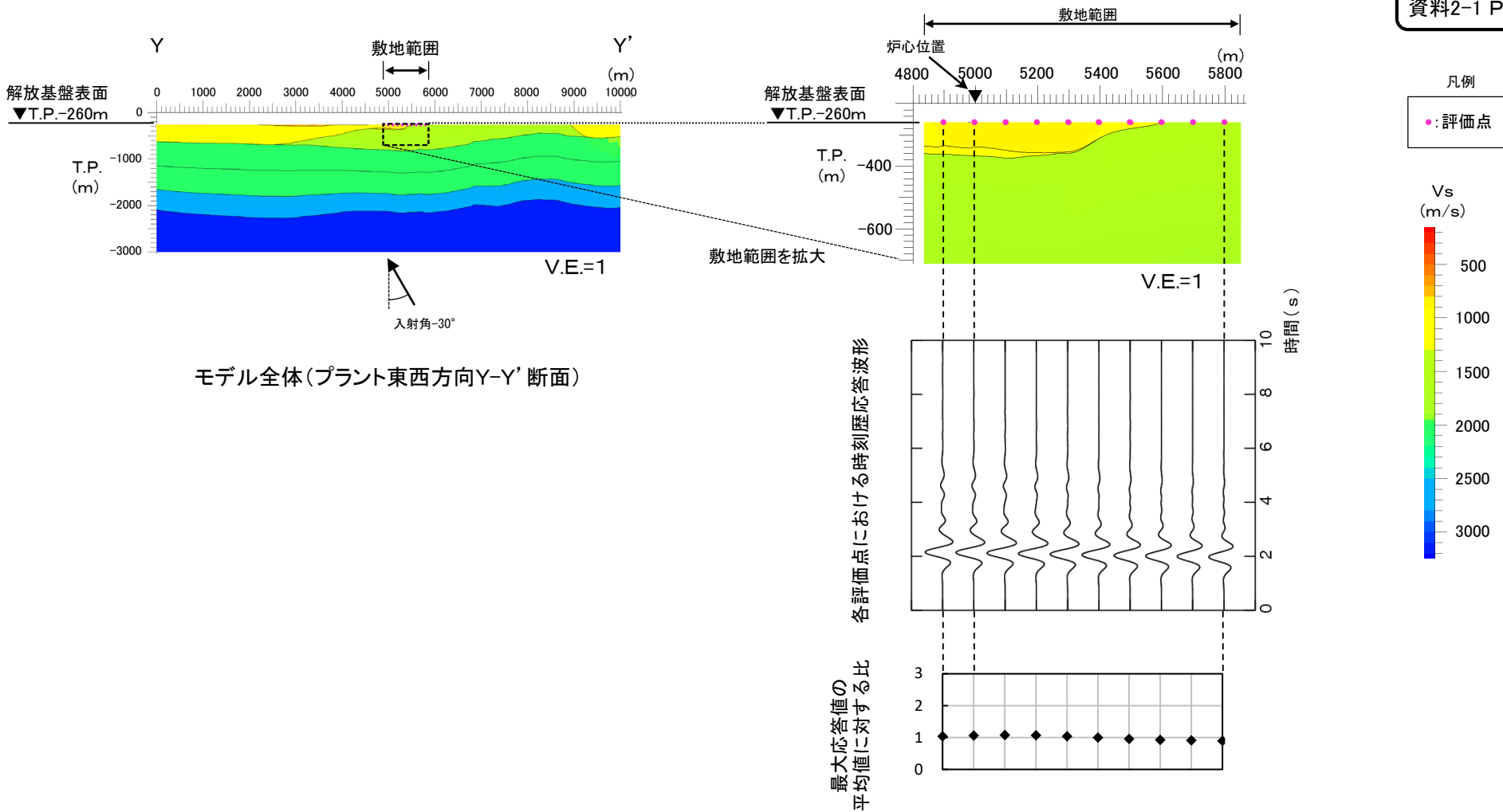
深部構造の不整形性の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期1.0秒, 入射角 +45°)

第822回審査会合
資料2-1 P.2-120 再掲



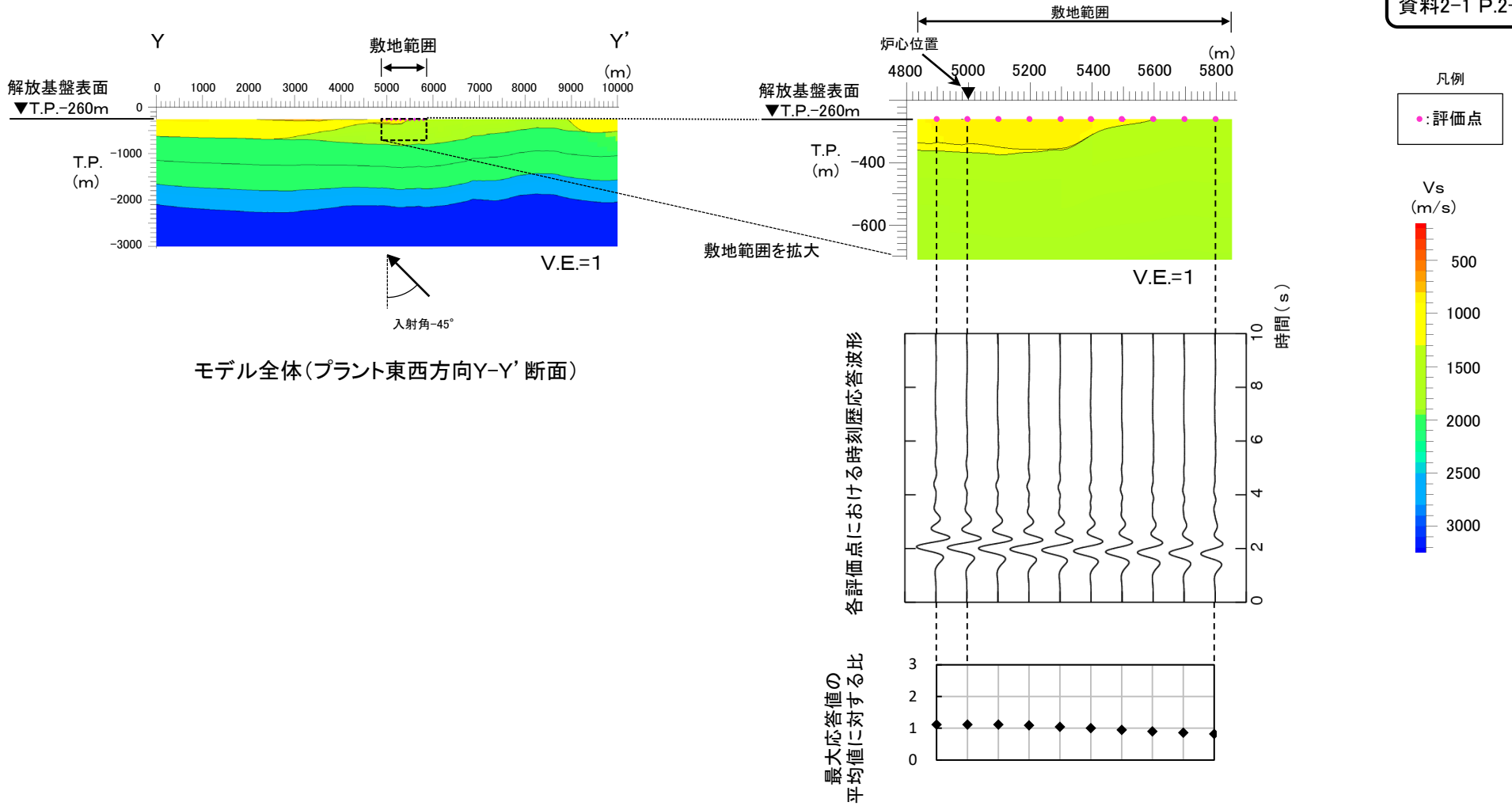
深部構造の不整形性の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期1.0秒, 入射角 -30°)

第822回審査会合
資料2-1 P.2-121 再掲

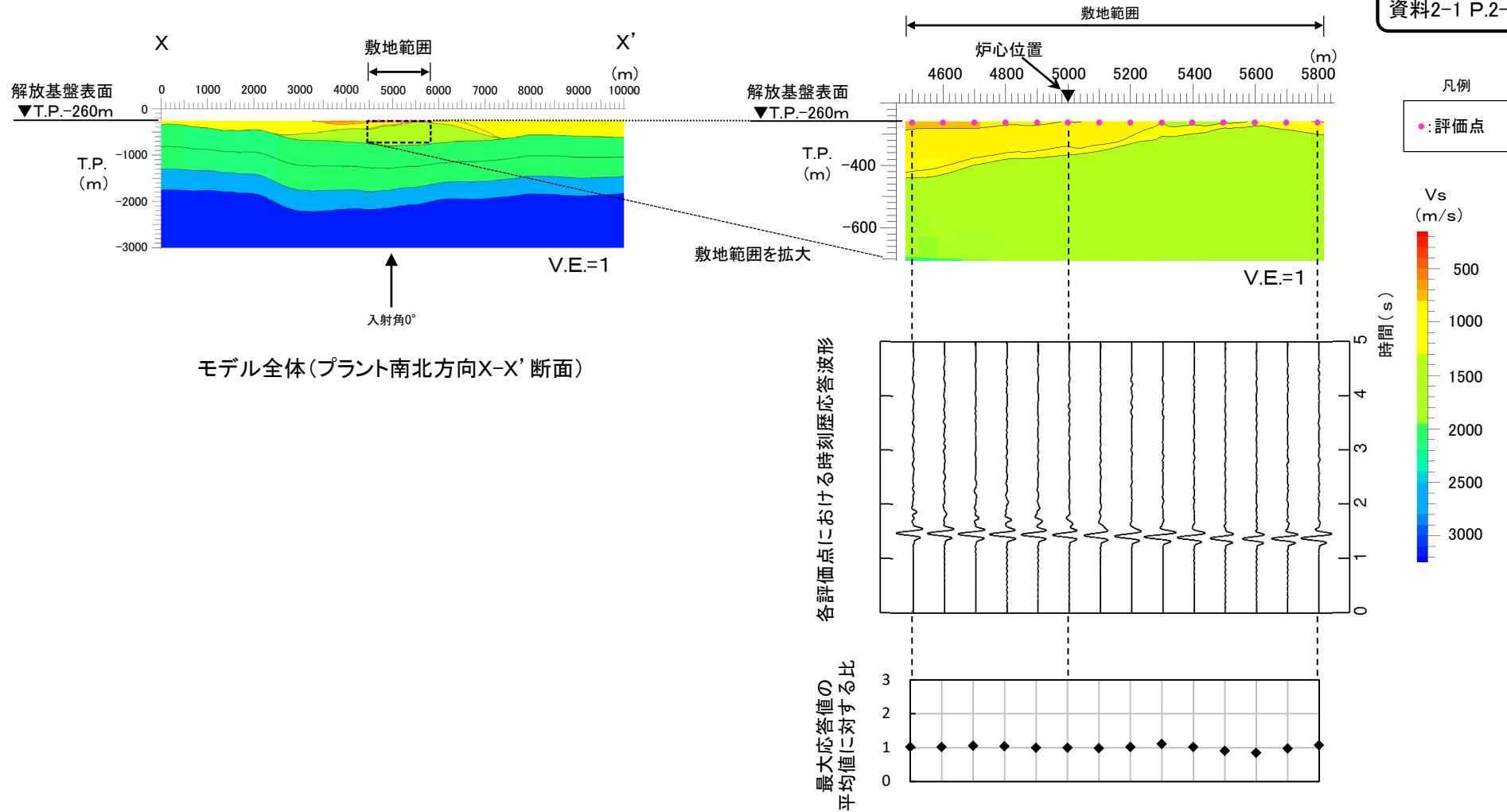


深部構造の不整形性の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期1.0秒, 入射角 -45°)

第822回審査会合
資料2-1 P.2-122 再掲

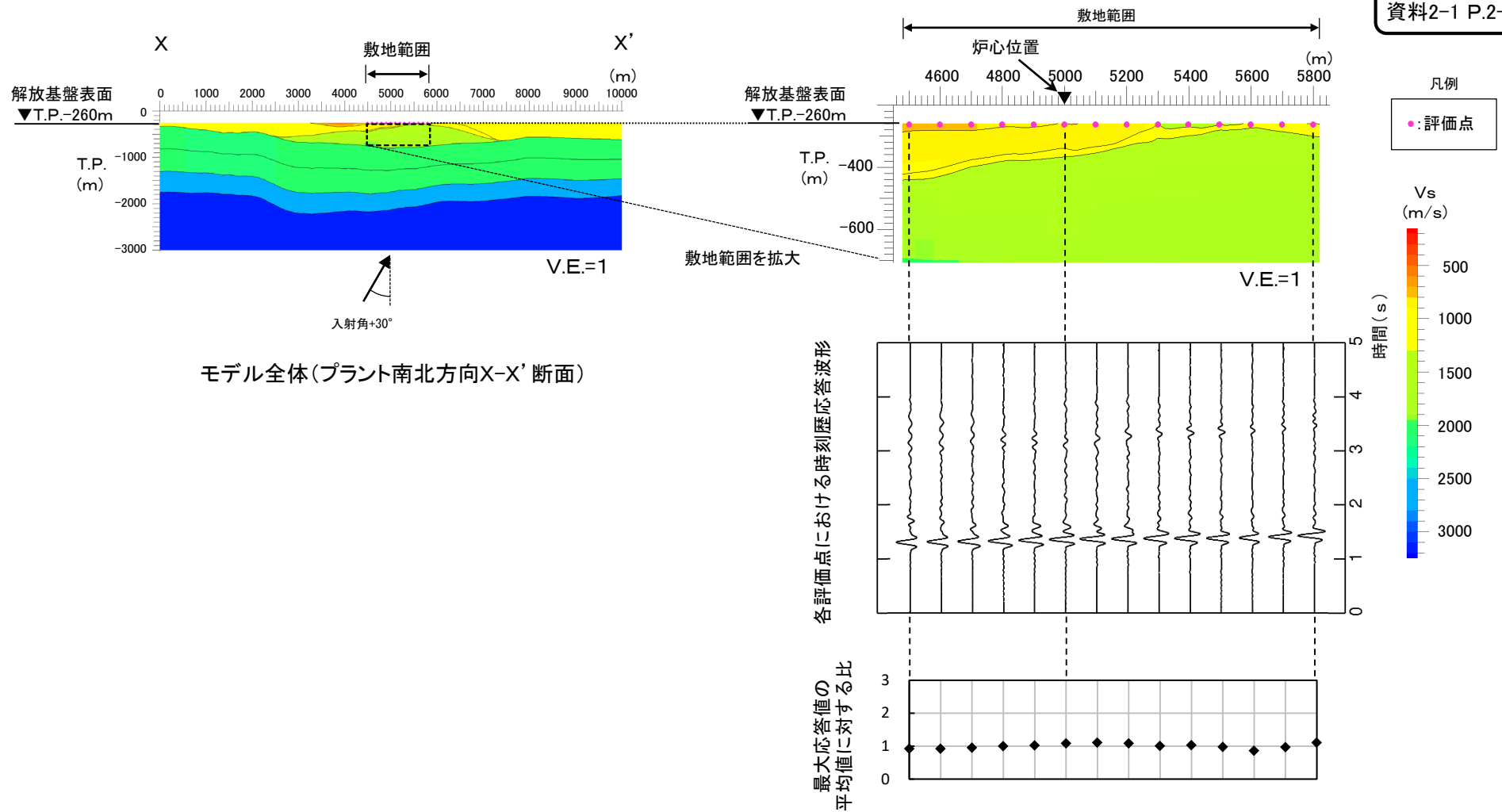


深部構造の不整形性の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期0.2秒, 入射角0°)

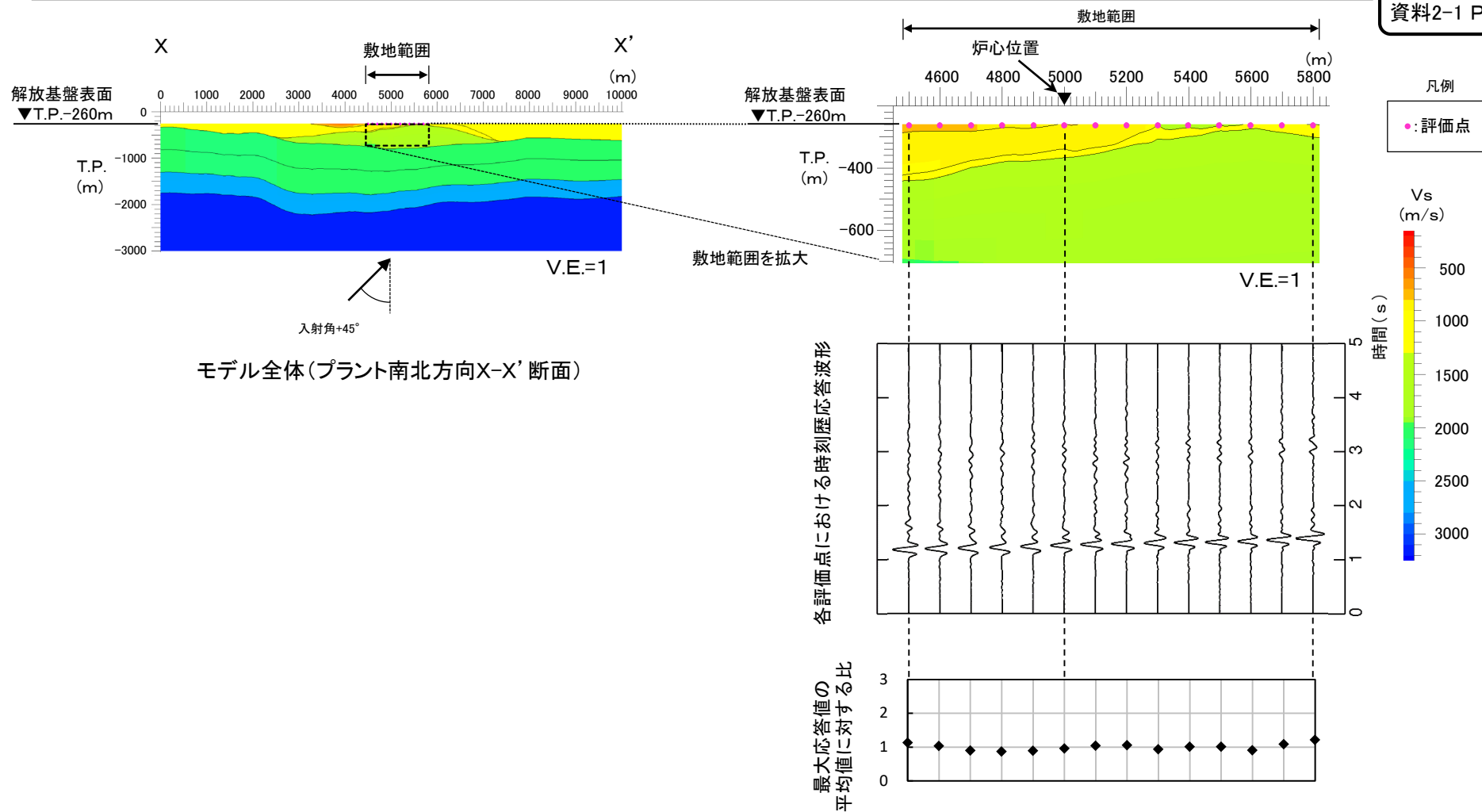


- P.2-113~P.2-122に示す解放基盤表面における応答波形のとおり, 敷地内の炉心位置付近の評価点の最大応答値は, 敷地範囲内の評価点の平均値とおおむね同程度であり, 安定している。

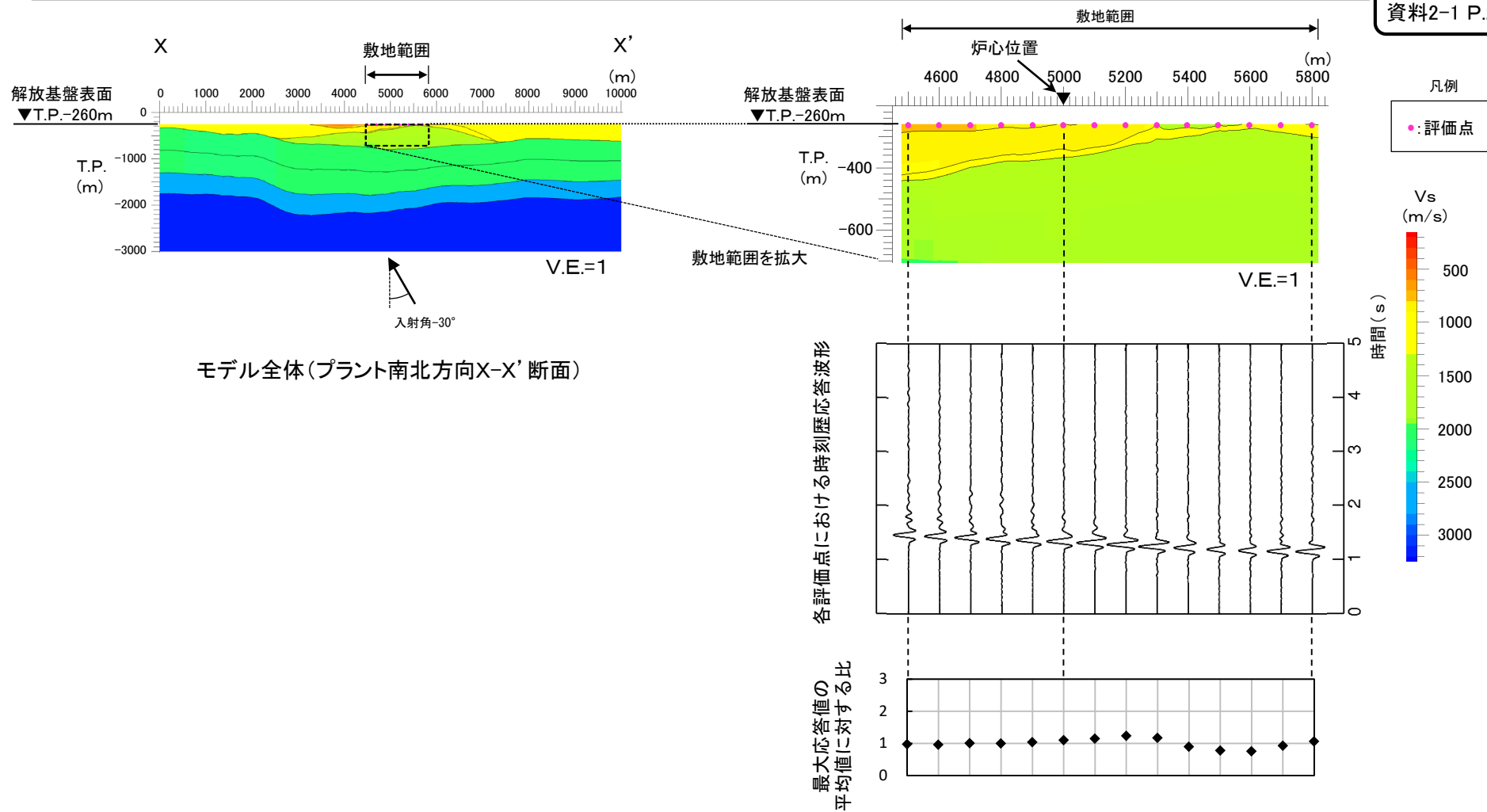
深部構造の不整形性の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期0.2秒, 入射角 +30°)



深部構造の不整形性の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期0.2秒, 入射角 +45°)

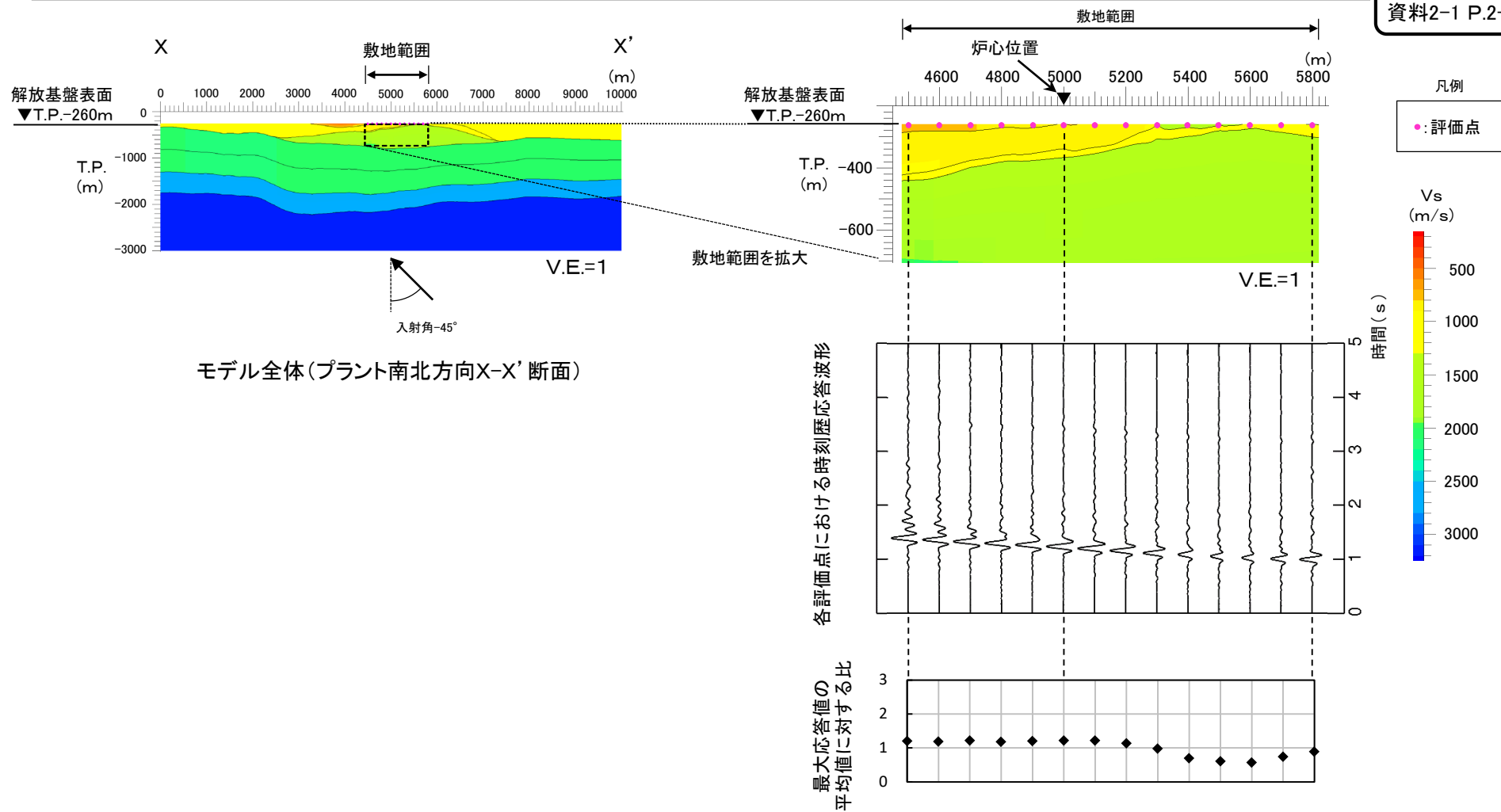


深部構造の不整形性の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期0.2秒, 入射角 -30°)



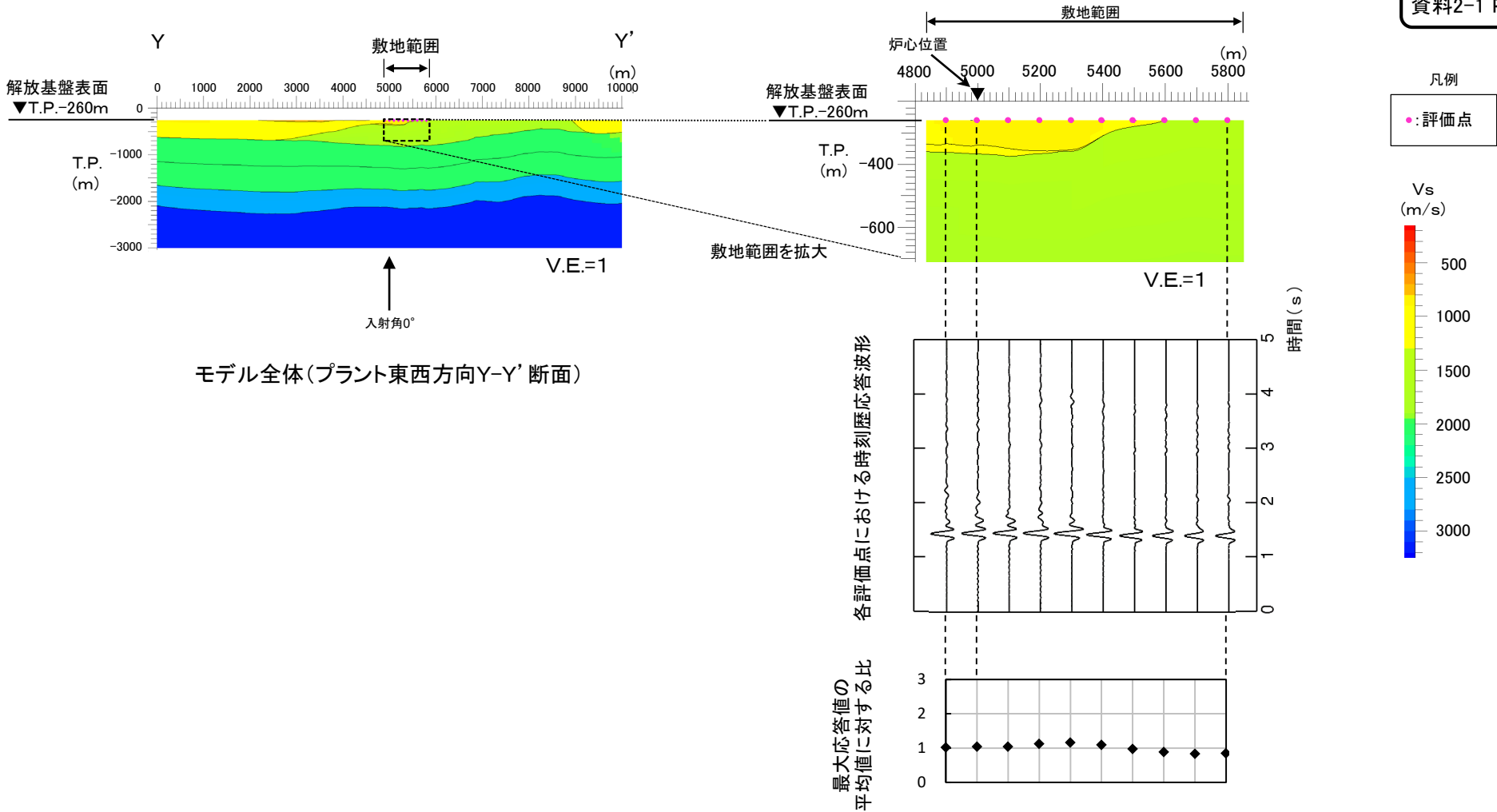
深部構造の不整形性の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期0.2秒, 入射角 -45°)

第822回審査会合
資料2-1 P.2-107 再掲



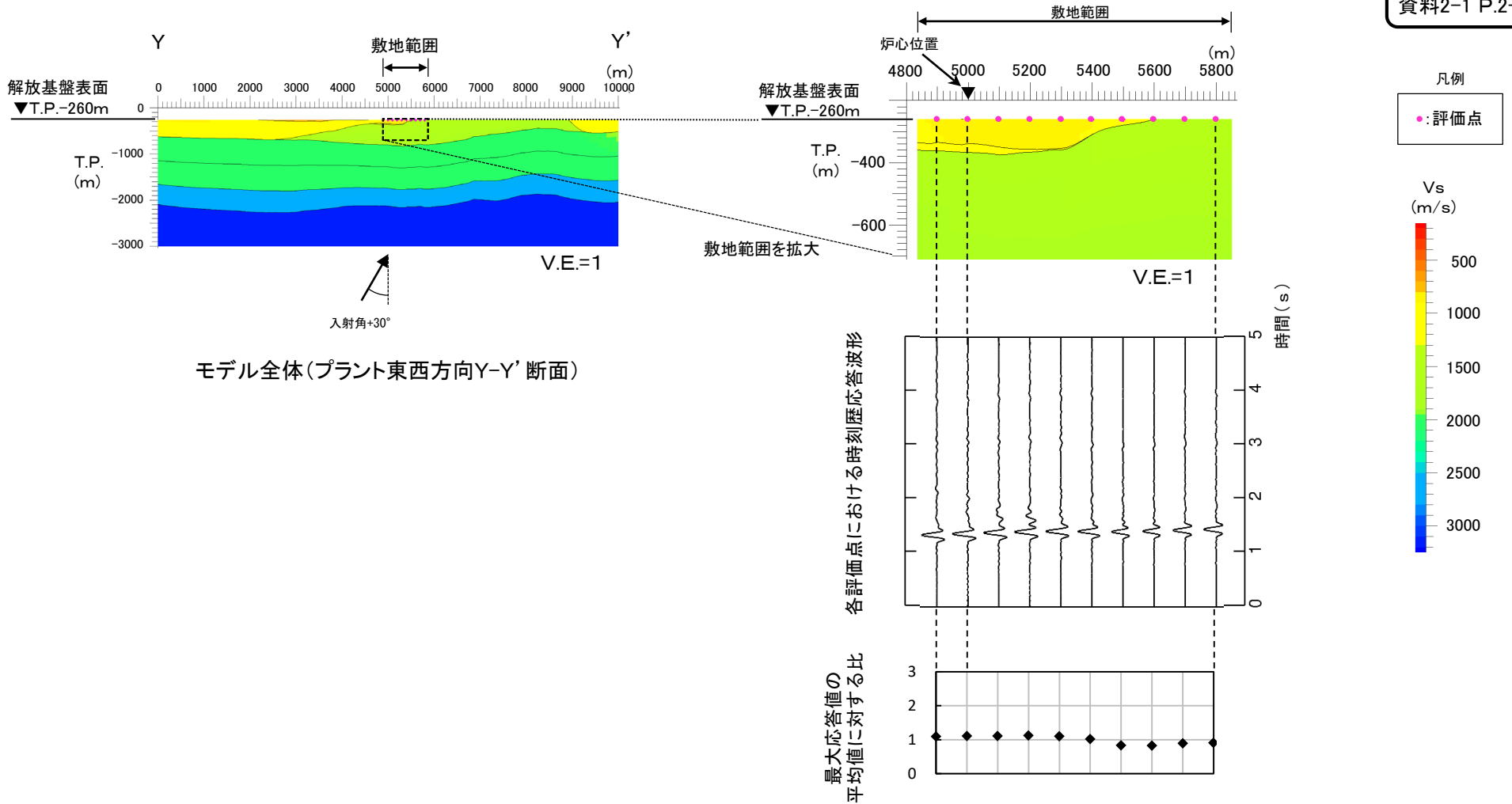
2.2.3.5 解析結果 解放基盤表面における応答波形の分析 (16/22)

深部構造の不整形性の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期0.2秒, 入射角0°)



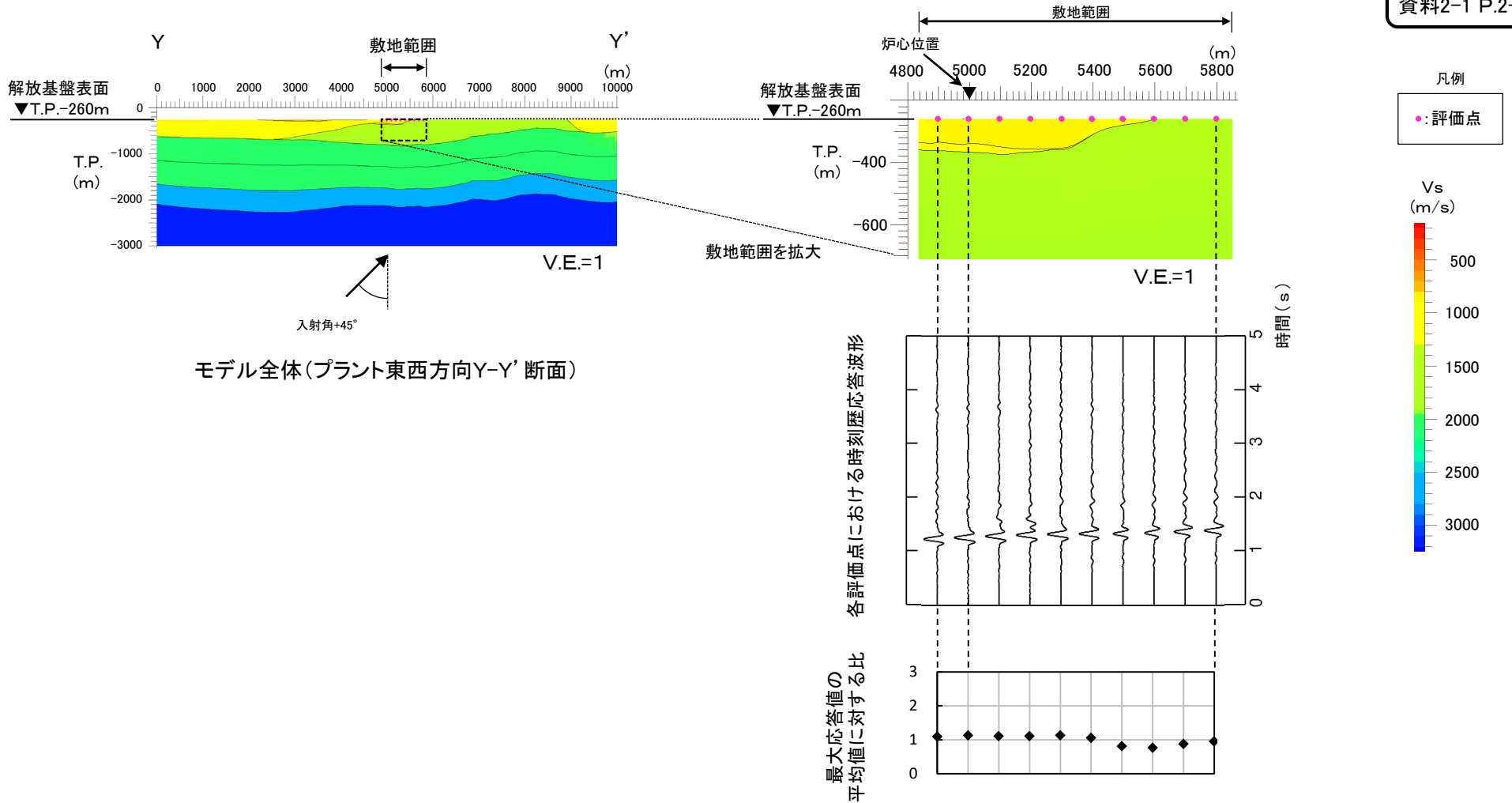
深部構造の不整形性の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期0.2秒, 入射角 +30°)

第822回審査会合
資料2-1 P.2-109 再掲



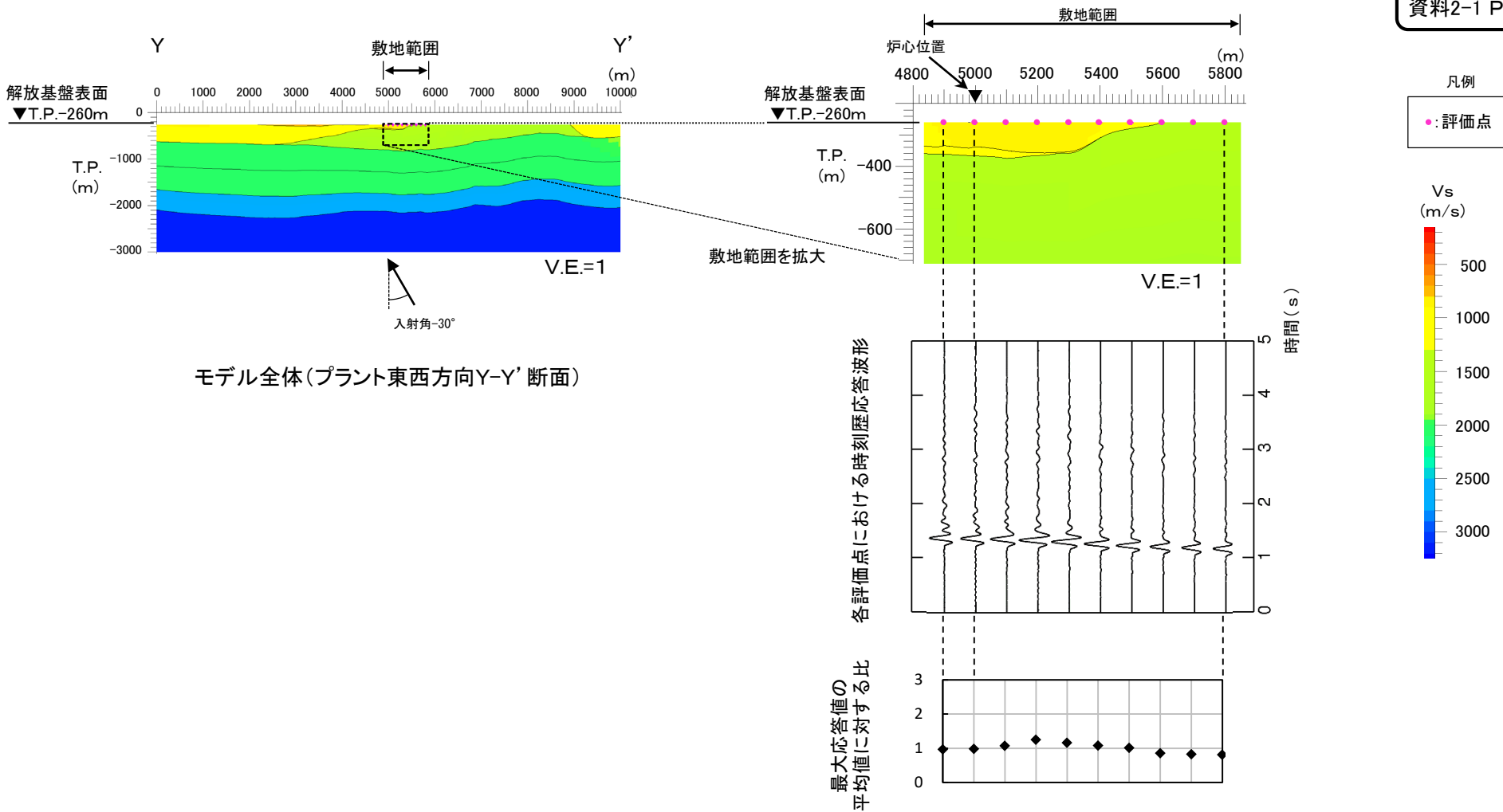
深部構造の不整形性の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期0.2秒, 入射角 +45°)

第822回審査会合
資料2-1 P.2-110再掲



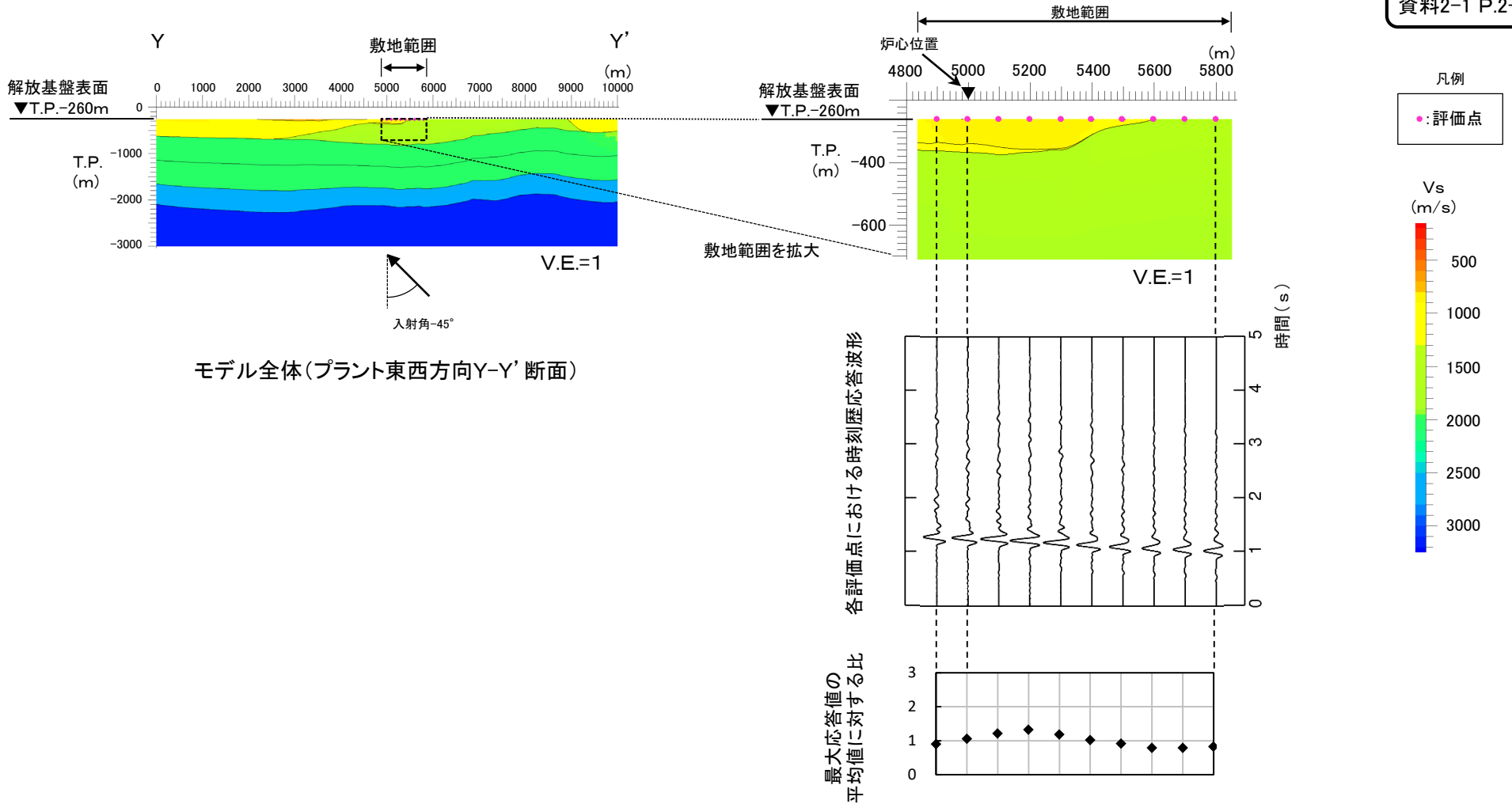
深部構造の不整形性の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期0.2秒, 入射角 -30°)

第822回審査会合
資料2-1 P.2-111 再掲



深部構造の不整形性の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期0.2秒, 入射角 -45°)

第822回審査会合
資料2-1 P.2-112 再掲



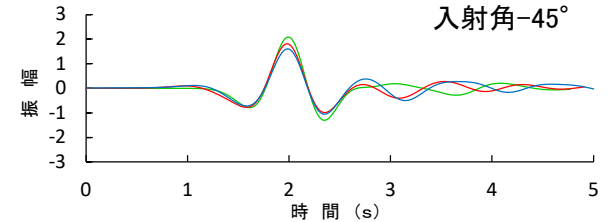
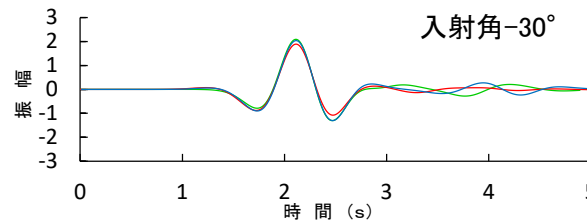
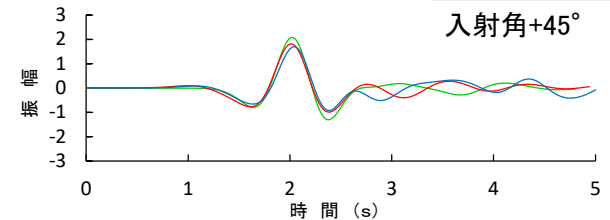
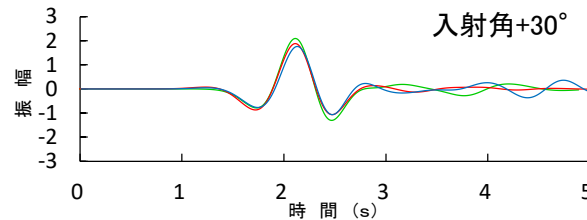
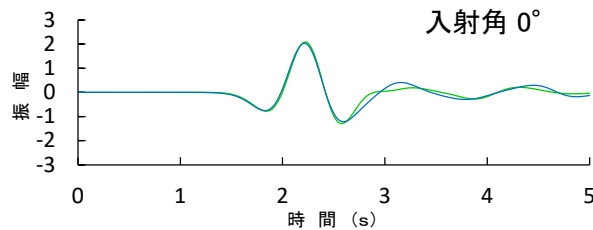
深部構造の不整形性の影響確認(水平成層モデル※による応答波形との比較, T.P.-260m, 中心周期1.0秒)

第822回審査会合
資料2-1 P.2-124 一部修正

プラント南北方向X-X'断面

凡例

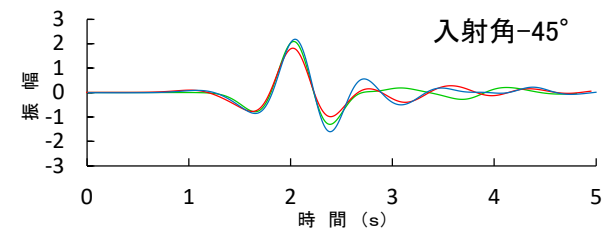
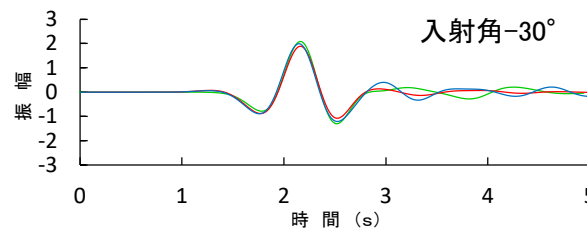
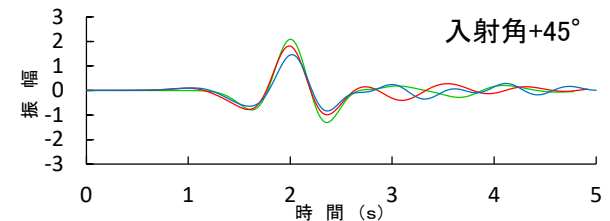
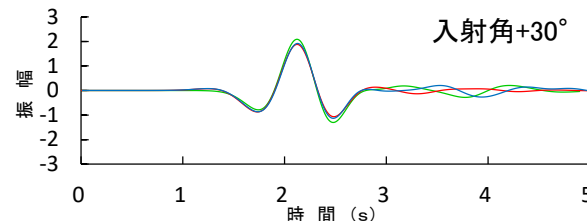
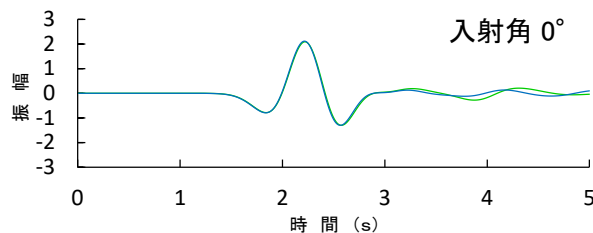
- : 二次元不整形FEMモデルによる解析結果
- : 水平成層モデル斜め入射による解析結果
- : 水平成層モデル鉛直入射による解析結果



プラント東西方向Y-Y'断面

凡例

- : 二次元不整形FEMモデルによる解析結果
- : 水平成層モデル斜め入射による解析結果
- : 水平成層モデル鉛直入射による解析結果



炉心位置の解放基盤表面での応答波形

※ : 水平成層モデルはP.2-82参照

- 敷地及び敷地近傍の深部の地下構造の不整形性が、炉心位置の解放基盤表面における地震動に及ぼす影響について検討した。
- 中心周期1.0秒のリッカー波を入力した場合、各ケースについて、水平成層モデルと二次元不整形FEMモデルによる主要動部の応答波形の最大振幅はおおむね同程度であり、位相もおおむね整合していることから、敷地及び敷地近傍の深部の地下構造について、敷地の解放基盤表面における地震動に影響を及ぼすような不整形はないと考えられる。

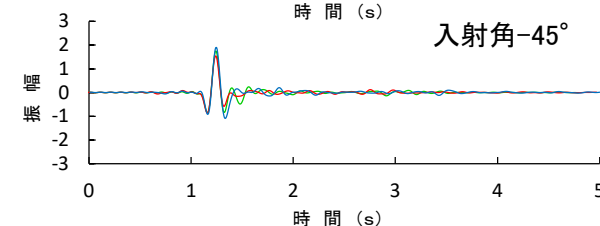
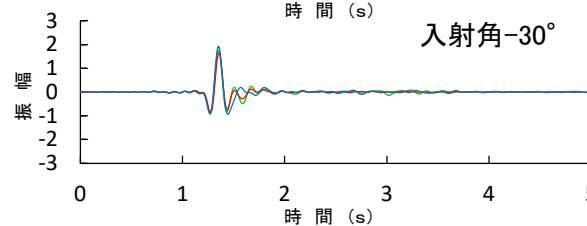
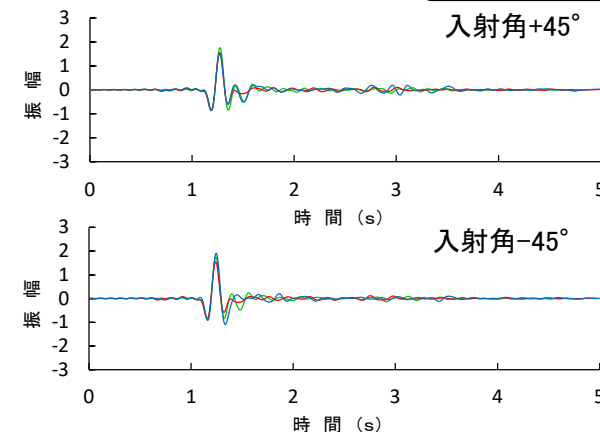
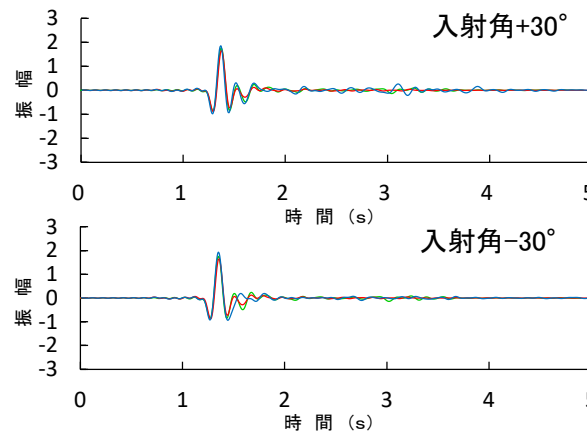
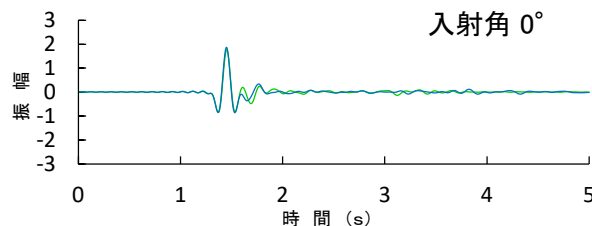
深部構造の不整形性の影響確認(水平成層モデル※による応答波形との比較, T.P.-260m, 中心周期0.2秒)

第822回審査会合
資料2-1 P.2-123 一部修正

プラント南北方向X-X'断面

凡例

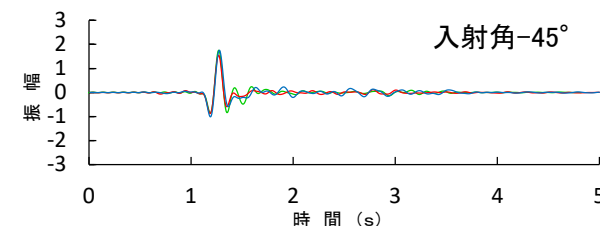
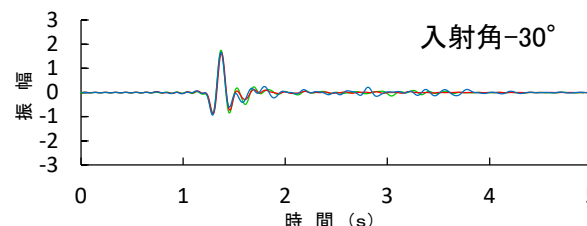
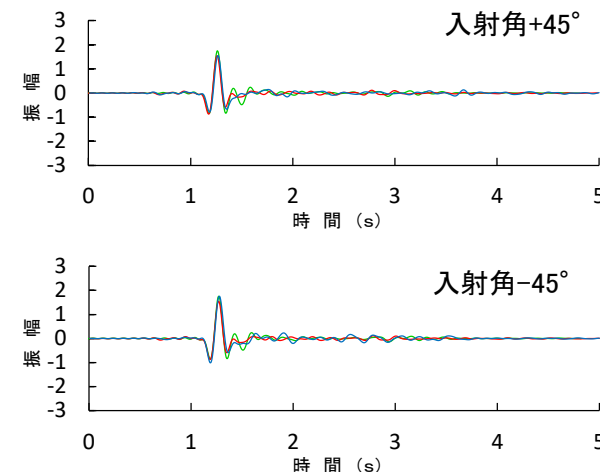
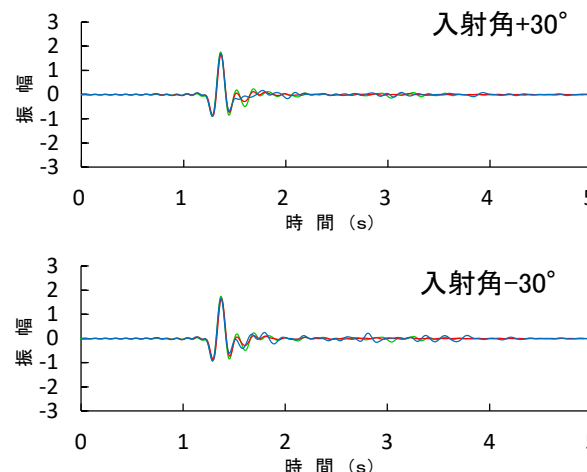
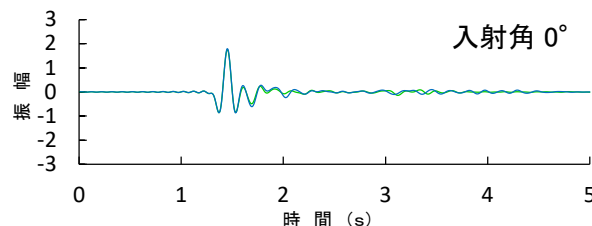
- : 二次元不整形FEMモデルによる解析結果
- : 水平成層モデル斜め入射による解析結果
- : 水平成層モデル鉛直入射による解析結果



プラント東西方向Y-Y'断面

凡例

- : 二次元不整形FEMモデルによる解析結果
- : 水平成層モデル斜め入射による解析結果
- : 水平成層モデル鉛直入射による解析結果

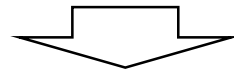


炉心位置の解放基盤表面での応答波形

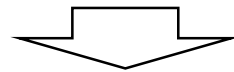
※ : 水平成層モデルはP.2-82参照

- 中心周期0.2秒のリッカー波を入力した場合、各ケースについて、水平成層モデルと二次元不整形FEMモデルによる主要動部の応答波形の最大振幅はおおむね同程度であり、位相もおおむね整合していることから、敷地及び敷地近傍の深部の地下構造について、敷地の解放基盤表面における地震動に影響を及ぼすような不整形はないと考えられる。

- 敷地及び敷地近傍の深部の地下構造の不整形性が、敷地の解放基盤表面における地震動に及ぼす影響を確認するために、ジョイントインバージョン解析により得られた三次元地下構造モデルから切り出した深部の二次元不整形FEMモデルを用いて、リッカー波を入力波とした解析を実施した。



- スナップショットによる分析（P.2-83～P.2-102参照）
 - 炉心位置付近に到達する直達波の波面に乱れはなく、地震波の集中により振幅が過大になる傾向は認められない。
- 解放基盤表面における応答波形の分析（P.2-103～P.2-124参照）
 - 炉心位置付近の最大応答値は、敷地範囲内の平均値とおおむね同程度であり、安定している。
 - 深部の二次元不整形FEMモデルと水平成層モデルの応答波形の主要動部の最大振幅はおおむね同程度であり、位相もおおむね整合している。



- 敷地及び敷地近傍の深部の地下構造について、敷地の解放基盤表面における地震動に影響を及ぼすような不整形はないと考えられる。

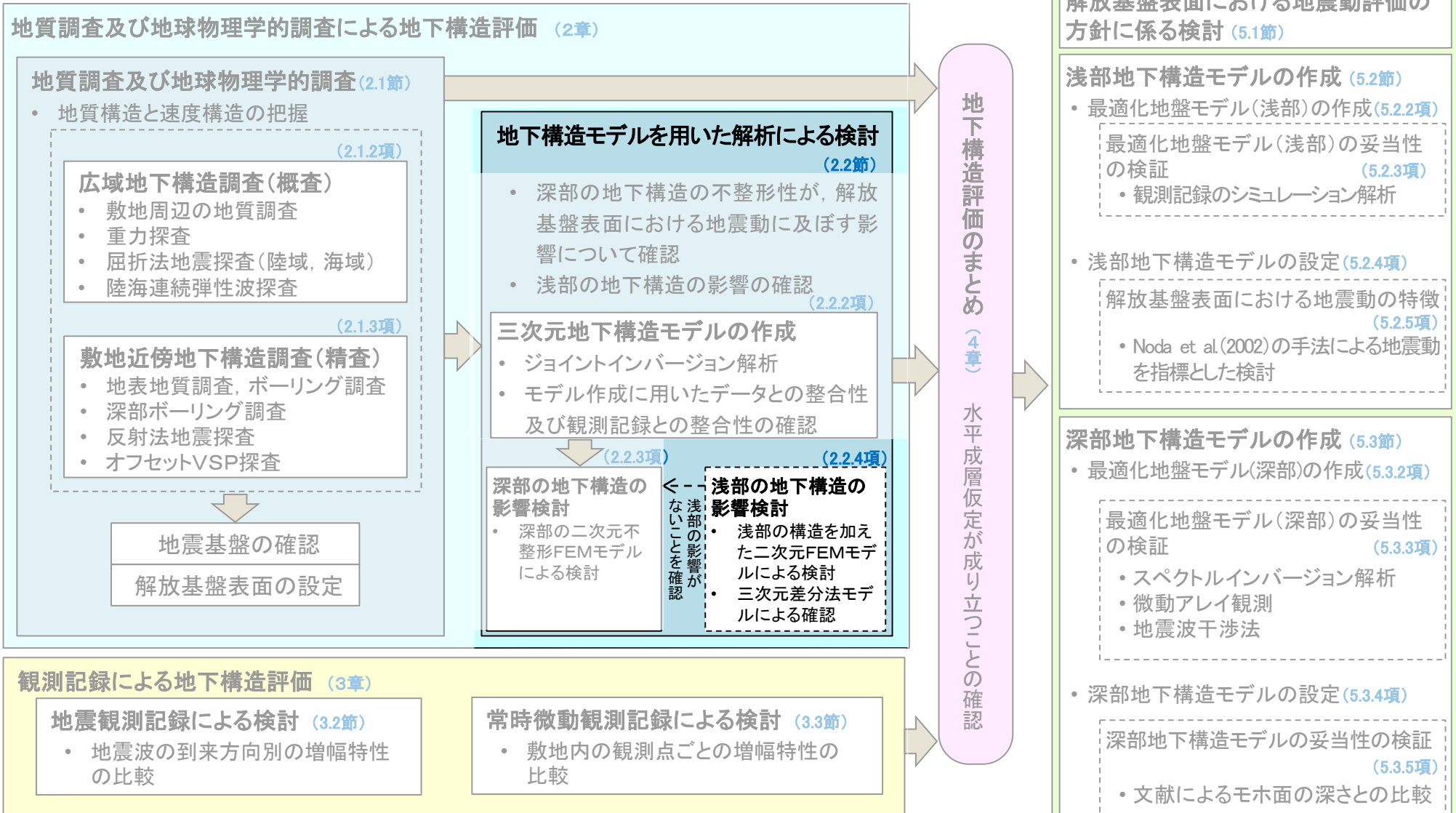
目次

1. 地震動評価に用いる地下構造モデルの作成の流れ
2. 地質調査及び地球物理学的調査による地下構造評価
 - 2.1 地質調査及び地球物理学的調査
 - 2.1.1 調査項目
 - 2.1.2 広域地下構造調査(概査)
 - 2.1.2.1 調査の内容
 - 2.1.2.2 敷地周辺の地質調査
 - 2.1.2.3 重力探査
 - 2.1.2.4 屈折法・反射法地震探査
 - 2.1.2.5 広域地下構造調査(概査)のまとめ
 - 2.1.3 敷地近傍地下構造調査(精査)
 - 2.1.3.1 調査の内容
 - 2.1.3.2 敷地及び敷地近傍における深部地下構造調査
 - 2.1.3.3 敷地における浅部地下構造調査
 - 2.1.3.4 敷地近傍地下構造調査(精査)のまとめ
 - 2.1.4 地質調査及び地球物理学的調査のまとめ
 - 2.2 地下構造モデルを用いた解析による検討
 - 2.2.1 検討項目
 - 2.2.2 三次元地下構造モデルの作成
 - 2.2.2.1 三次元地下構造モデルの作成手順
 - 2.2.2.2 三次元地下構造モデルの作成範囲
 - 2.2.2.3 三次元地下構造モデルの作成結果
 - 2.2.2.4 三次元地下構造モデルの妥当性の確認
 - 2.2.2.5 三次元地下構造モデルの作成のまとめ
 - 2.2.3 深部の地下構造の影響検討
 - 2.2.3.1 検討内容
 - 2.2.3.2 解析内容
 - 2.2.3.3 解析モデル
 - 2.2.3.4 解析結果 スナップショットによる分析
 - 2.2.3.5 解析結果 解放基盤表面における応答波形の分析
 - 2.2.3.6 深部の地下構造の影響検討のまとめ
 - 2.2.4 浅部の地下構造の影響検討
 - 2.2.4.1 検討項目
 - 2.2.4.2 二次元FEMモデルによる検討
 - 2.2.4.2.1 検討内容
 - 2.2.4.2.2 解析内容
 - 2.2.4.2.3 解析モデル
 - 2.2.4.2.4 解析結果 スナップショットによる分析
 - 2.2.4.2.5 解析結果 解放基盤表面の設定深さにおける応答波形の分析
 - 2.2.4.2.6 解析結果 原子炉建屋の支持地盤に近い位置における応答波形の分析
 - 2.2.4.2.7 二次元FEMモデルによる検討のまとめ
 - 2.2.4.3 三次元差分法モデルによる確認
 - 2.2.4.3.1 検討内容
 - 2.2.4.3.2 解析内容
 - 2.2.4.3.3 解析モデル
 - 2.2.4.3.4 解析結果 解放基盤表面の設定深さにおける応答波形の比較
 - 2.2.4.3.5 解析結果 原子炉建屋の支持地盤に近い位置における応答波形の比較
 - 2.2.4.3.6 三次元差分法モデルによる確認のまとめ
 - 2.2.4.4 浅部の地下構造の影響検討のまとめ
 - 2.2.5 地下構造モデルを用いた解析による検討のまとめ
 - 2.3 地質調査及び地球物理学的調査による地下構造評価のまとめ
3. 観測記録による地下構造評価
 - 3.1 検討項目
 - 3.2 地震観測記録による検討
 - 3.2.1 地震動のH/Vスペクトル比に基づく検討
 - 3.2.2 基準化スペクトルに基づく検討
 - 3.2.3 異なる深度の応答スペクトル比に基づく検討
 - 3.2.4 KiK-net観測点との応答スペクトル比に基づく検討
 - 3.3 常時微動観測記録による検討
 - 3.4 観測記録による地下構造評価のまとめ
4. 地下構造評価のまとめ
5. 一次元地下構造モデルの作成
 - 5.1 解放基盤表面における地震動評価の方針に係る検討
 - 5.2 浅部地下構造モデルの作成
 - 5.2.1 浅部地下構造モデルの作成フロー
 - 5.2.2 最適化地盤モデル(浅部)の作成
 - 5.2.3 最適化地盤モデル(浅部)の妥当性の検証
 - 5.2.4 浅部地下構造モデルの設定
 - 5.2.5 解放基盤表面における地震動の特徴
 - 5.3 深部地下構造モデルの作成
 - 5.3.1 深部地下構造モデルの作成フロー
 - 5.3.2 最適化地盤モデル(深部)の作成
 - 5.3.3 最適化地盤モデル(深部)の妥当性の検証
 - 5.3.4 深部地下構造モデルの設定
 - 5.3.5 深部地下構造モデルの妥当性の検証
 - 5.4 一次元地下構造モデルの作成のまとめ
6. まとめ

2.2.4 浅部の地下構造の影響検討



本節における説明箇所



2.2.4 浅部の地下構造の影響検討

浅部の地下構造の影響検討の概要

コメントNo.S3-11

- 敷地の浅部の地下構造は、おおむね水平成層構造であるものの、大間層内にせん断波速度のコントラストが見られるとともに、敷地北側にデイサイトが分布する。
- このため、浅部の地下構造が、解放基盤表面の設定深さにおける地震動に及ぼす影響を確認するために、ジョイントインバージョン解析で得られた三次元地下構造モデルより切り出した深部の二次元FEMモデルに、解放基盤表面以浅の構造を加えた二次元FEMモデルを作成し、リッカー波を入力波とした解析を行った。
- 浅部の地下構造が、原子炉建屋の支持地盤に近い位置における地震動に及ぼす影響についても、同様の検討を行った。
- また、三次元差分法モデルによる解析を行い、二次元FEMモデルによる検討との整合性を確認した。

各種探査・観測データ
(重力探査, 屈折法地震探査, 微動アレイ観測, PS検層等)



(2.2.2項)

三次元地下構造モデルの作成

- ジョイントインバージョン解析による三次元地下構造モデルの作成
(2.2.2.1～2.2.2.3項)
- モデル作成に用いたデータとの整合性及び観測記録との整合性の確認
(2.2.2.4項)



(2.2.3項)

深部の地下構造の影響検討

- 三次元地下構造モデルより、炉心位置を通るプラント南北方向(PN-PS方向)断面及びプラント東西方向(PE-PW方向)断面の深部の二次元不整形FEMモデルを作成
(2.2.3.2, 2.2.3.3項)
- 敷地及び敷地近傍の深部の地下構造の不整形性が、敷地の解放基盤表面における地震動に及ぼす影響を確認
(2.2.3.4, 2.2.3.5項)

浅部の地下構造の影響検討

(2.2.4.2項)

二次元FEMモデルによる検討

- 浅部の構造を加えた二次元FEMモデルによる影響検討

(2.2.4.3項)

三次元差分法モデルによる確認

- 三次元差分法モデルによる解析を行い、二次元FEMモデルによる検討との整合性を確認

浅部の影響が
ないことを確認

2.2.4.1 検討項目

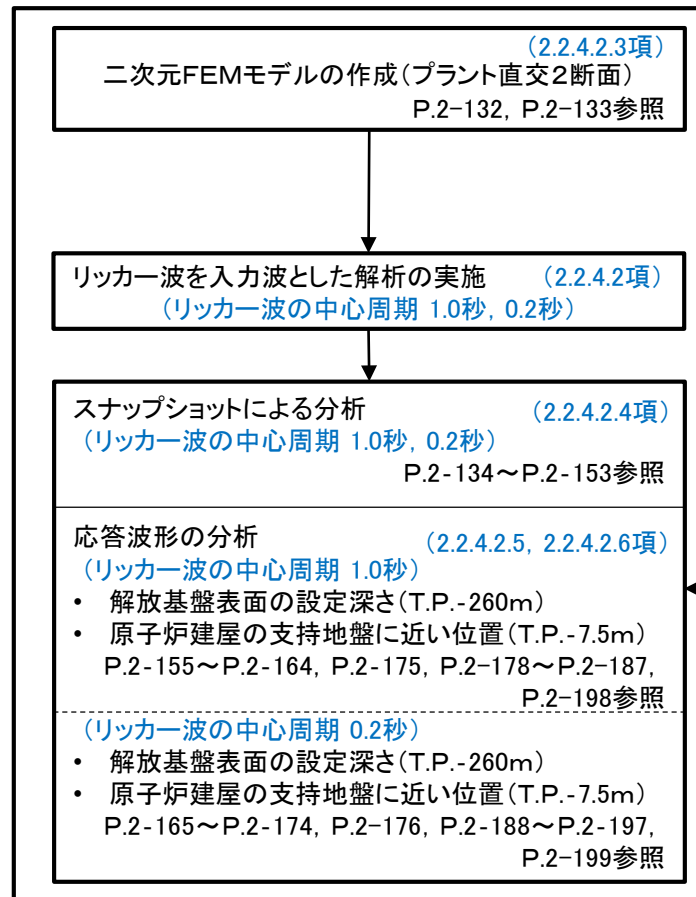
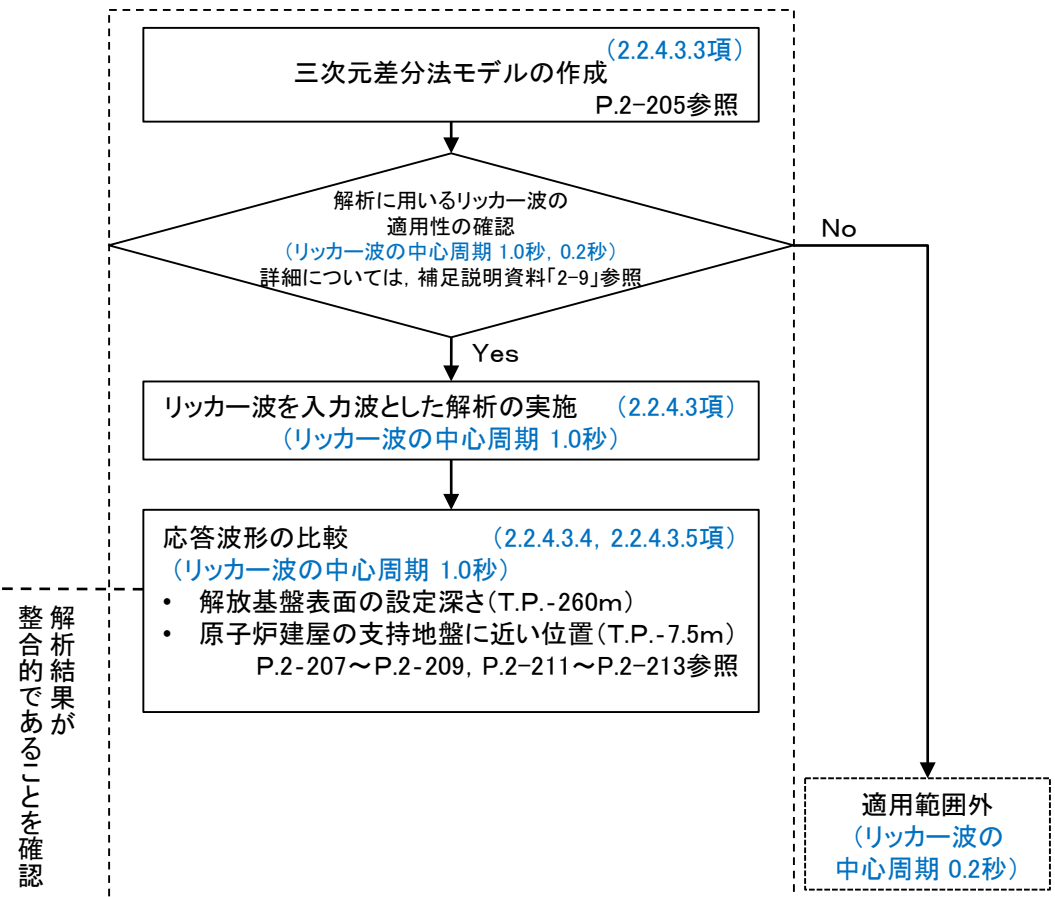


検討項目の考え方

コメントNo.S3-11

- 二次元FEMモデルによる検討については、深部の地下構造の影響検討と同様に、中心周期1.0秒及び0.2秒のリッカー波を入力波とした解析を実施した。
- 三次元差分法モデルによる検討については、適用条件を考慮の上、中心周期1.0秒のリッカー波を入力波とした解析を実施し、二次元FEMモデルによる検討結果との整合性を確認した。

二次元FEMモデルによる検討 (2.2.4.2項)

三次元差分法モデルによる確認 (2.2.4.3項)
(二次元FEMモデルによる検討結果との整合性の確認)

2.2.4.2.1 検討内容

コメントNo.S3-11

解放基盤表面以浅の構造を含む二次元FEMモデルによる検討の内容

大間層内のせん断波速度のコントラストや敷地北側のデイサイト等，解放基盤表面より浅部の地下構造が，解放基盤表面の設定深さ及び原子炉建屋の支持地盤に近い位置における地震動に及ぼす影響を確認するために，ジョイントインバージョン解析で得られた三次元地下構造モデルより切り出した深部の二次元FEMモデルに解放基盤表面以浅の構造を加えた二次元FEMモデルを作成し，リッカー波を入力波とした解析を実施した。

リッカー波を入力波とした解放基盤表面以浅の構造を含む二次元FEMモデルによる解析



- スナップショットによる分析 (2.2.4.2.4項)
 - ・ 炉心位置付近において，地震波の集中により，振幅が過大になる傾向のないことの確認
- 解放基盤表面の設定深さにおける応答波形の分析 (2.2.4.2.5項)
 - ・ 解放基盤表面の設定深さにおける異なる評価点の応答波形の比較
 - ・ 炉心位置における水平成層モデルとの比較
- 原子炉建屋の支持地盤に近い位置における応答波形の分析 (2.2.4.2.6項)
 - ・ 原子炉建屋の支持地盤に近い位置における異なる評価点の応答波形の比較
 - ・ 炉心位置における水平成層モデルとの比較

2.2.4.2.2 解析内容

解放基盤表面以浅の構造を含む二次元FEMモデルによる解析の内容

コメントNo.S3-11

- 解放基盤表面以浅の構造を含む二次元FEMモデル及び水平成層モデル並びに入力波について、下記のとおり設定した。

(1) 解放基盤表面以浅の構造を含む二次元FEMモデル

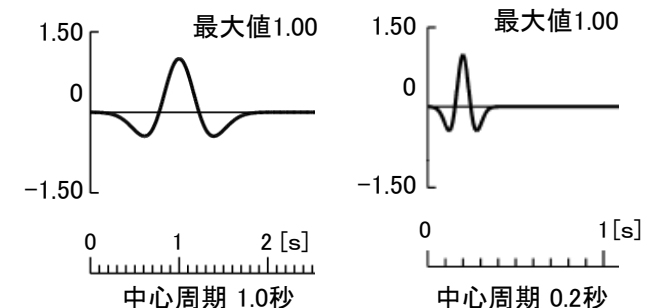
- 解放基盤表面以浅の構造を含む二次元FEMモデルは、P.2-82に示す解放基盤表面以深の二次元FEMモデル(以下「深部モデル」という。)に対し、解放基盤表面以浅の構造(以下「浅部モデル」という。)を加えて作成した。(解析モデルの詳細は、P.2-132, P.2-133を参照。)
- モデルの境界条件として、底面には粘性境界を、モデル側面にはエネルギー伝達境界を設定した。
- FEMモデルの要素サイズは、入力波1波長の5分の1を目安に、10Hz程度の地震動が透過する大きさとした。

(2) 水平成層モデル

- 解放基盤表面以浅の構造を含む二次元FEMモデルの炉心位置で切り出した一次元のモデルを、水平成層モデル※とした。

(3) 入力波

- 入力波は、深部の二次元FEMモデルによる解析と同様に、右図に示すとおりSV波のリッカー波(最大振幅1.00)とし、中心周期は1.0秒及び0.2秒とした。
- 入射角の違いによる差異を確認するため、入射角は 0° 、 $\pm 30^\circ$ 、 $\pm 45^\circ$ とした。



入力したリッカー波

※：水平成層モデルの物性値は、補足説明資料の「2-8」を参照。

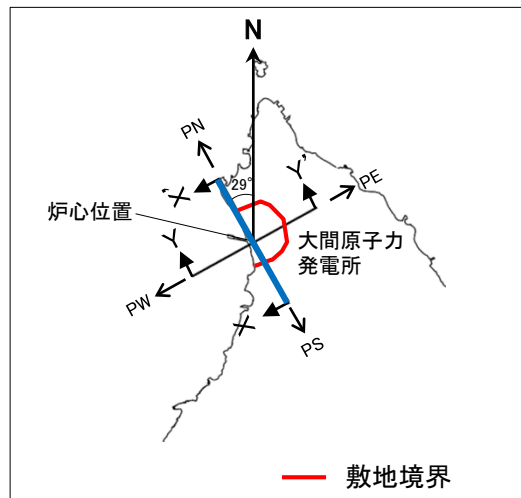
2.2.4.2.3 解析モデル (1/2)



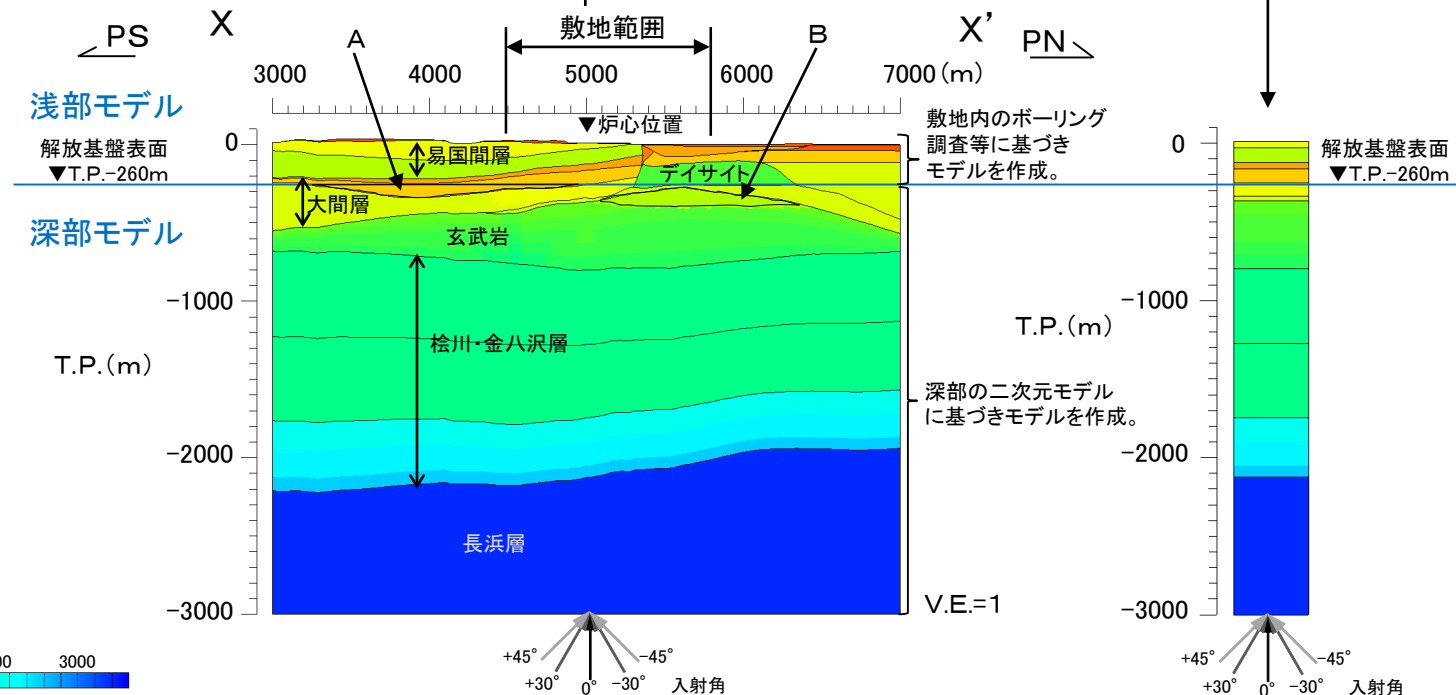
コメントNo.S3-11

解放基盤表面以浅の構造を含む二次元FEMモデル(X-X'断面)及び水平成層モデル

- 浅部モデルは、敷地内のボーリング調査等の結果に基づき設定した。併せて、深部モデルのうち、敷地内のボーリング調査が存在する図中Aの浅部モデルとの境界付近の大間層、及び図中Bのデイサイト下方の玄武岩の一部についても、精査した。
- モデル化の範囲は、敷地の解放基盤表面以浅の構造の影響を評価する観点から、水平方向をプラント南北方向及びプラント東西方向に炉心を中心とした幅4,000mとし、深さ方向を地表面から地震基盤以深となるT.P.-3,000mとした。
- 減衰定数は、解放基盤表面を含む速度層以深の層については、深部の二次元FEMモデルと同じ値(P.2-81参照)とし、解放基盤表面を含む速度層より浅い層については、第5章の最適化地盤モデルを参照して設定した。(地盤物性の詳細は、補足説明資料の「2-10」を参照。)
- 水平成層モデルは、炉心位置の地下構造とした。



解放基盤表面以浅の構造を含む
二次元FEMモデルの断面位置
(プラント南北方向をPS, PNとし、
プラント東西方向をPE, PWとする)



プラント南北方向X-X'断面

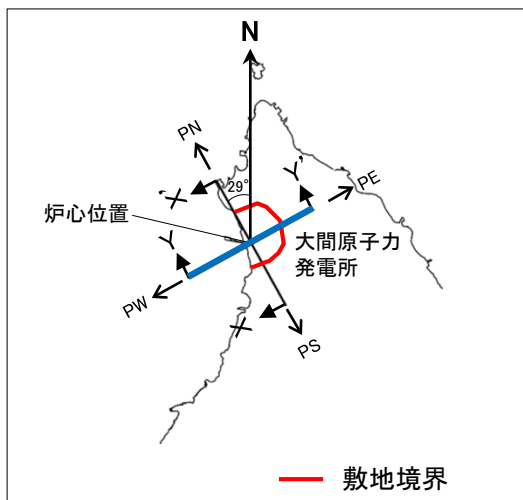
解放基盤表面以浅の構造を含む二次元FEMモデル

炉心位置の水平成層モデル※

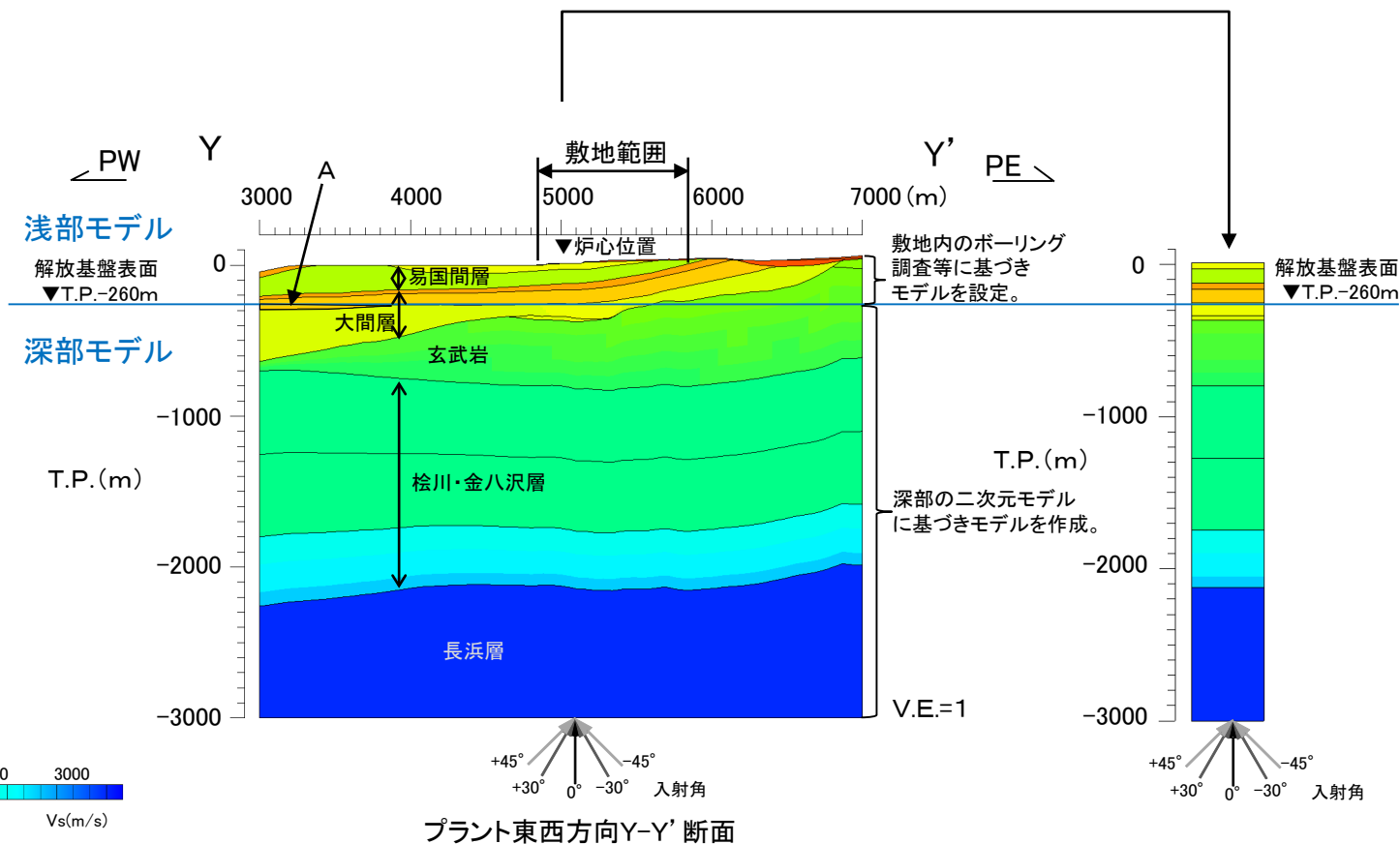
※: 水平成層モデルの物性値は、補足説明資料の「2-8」を参照。

2.2.4.2.3 解析モデル (2/2)

解放基盤表面以浅の構造を含む二次元FEMモデル(Y-Y'断面)及び水平成層モデル



解放基盤表面以浅の構造を含む
二次元FEMモデルの断面位置
(プラント南北方向をPS, PNとし、
プラント東西方向をPE, PWとする)



プラント東西方向Y-Y'断面

解放基盤表面以浅の構造を含む二次元FEMモデル

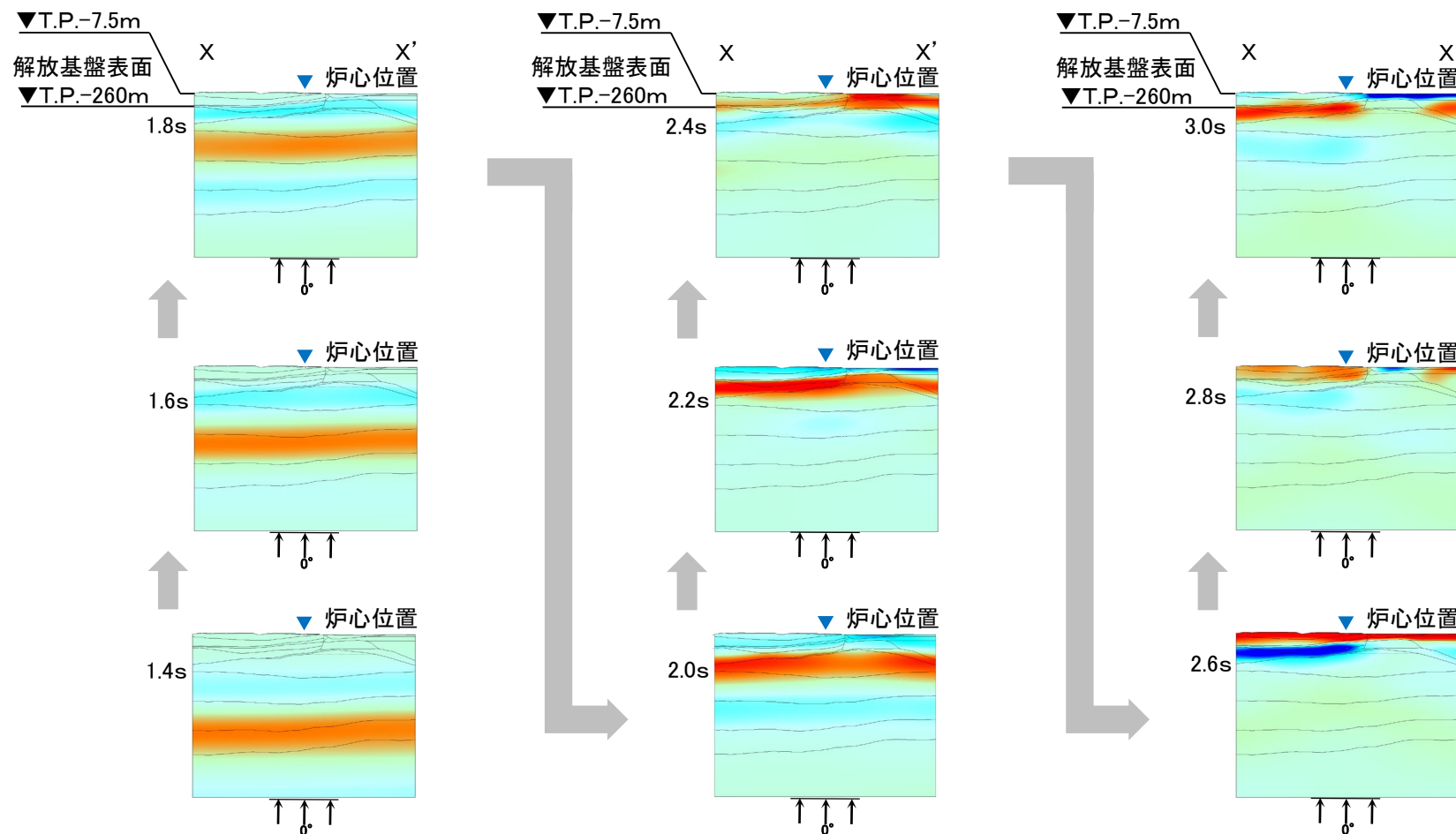
炉心位置の水平成層モデル※

※: 水平成層モデルの物性値は、補足説明資料の「2-8」を参照。

浅部構造の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期1.0秒, 入射角0°)

コメントNo.S3-11

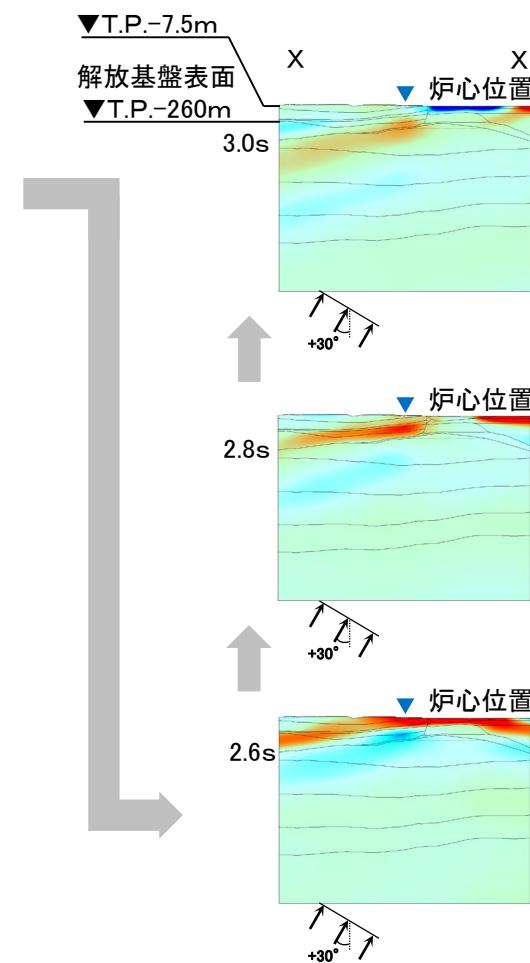
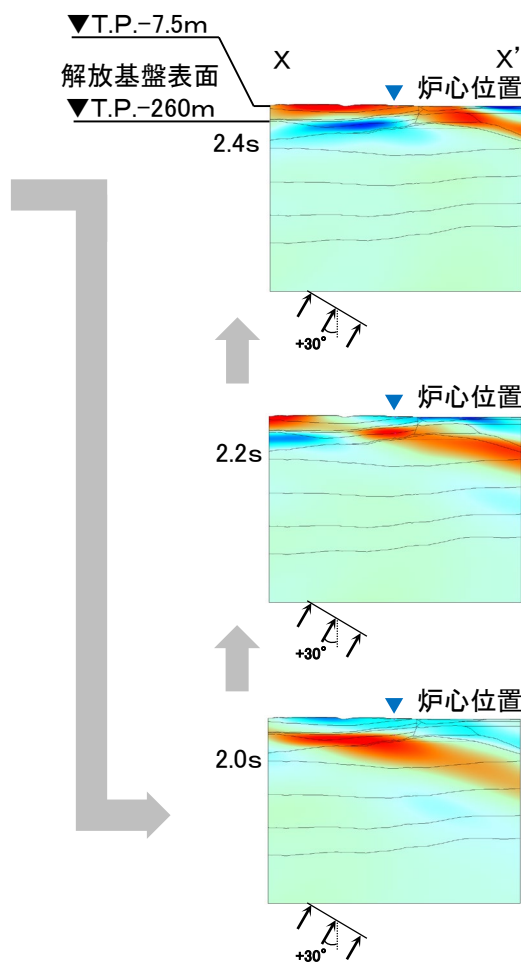
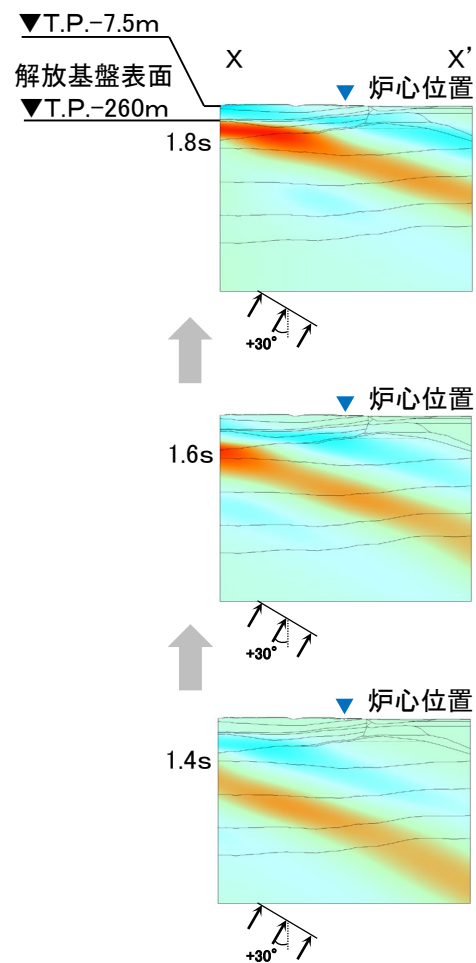
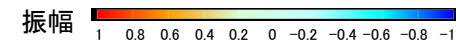
振幅 1 0.8 0.6 0.4 0.2 0 -0.2 -0.4 -0.6 -0.8 -1



- P.2-134~P.2-143に示すスナップショットにおいて、炉心位置付近に到達する直達波の波面に乱れはなく、地震波の集中により振幅が過大になる傾向は認められない。

浅部構造の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期1.0秒, 入射角 +30°)

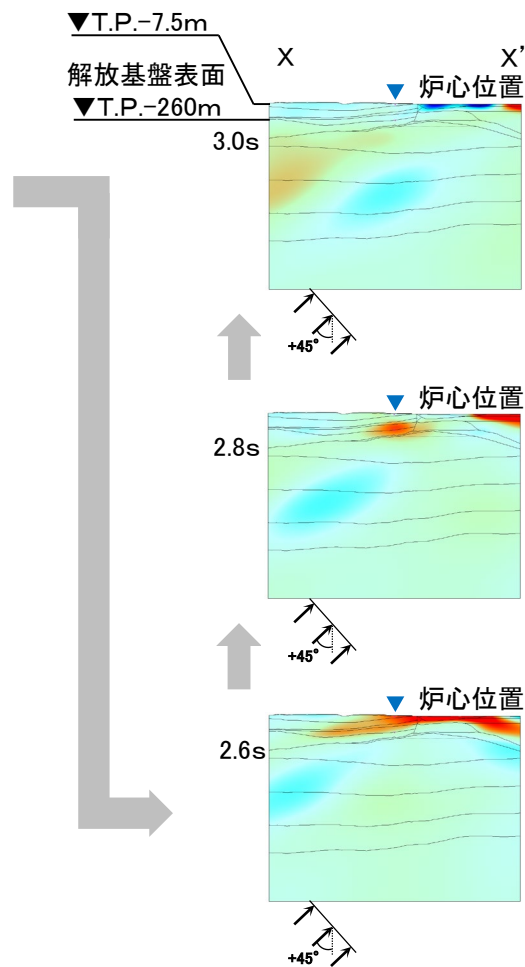
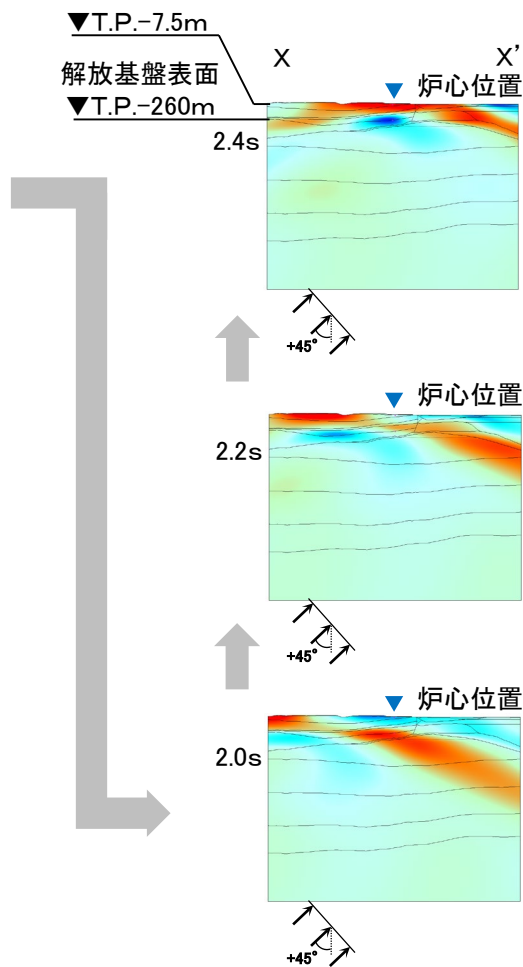
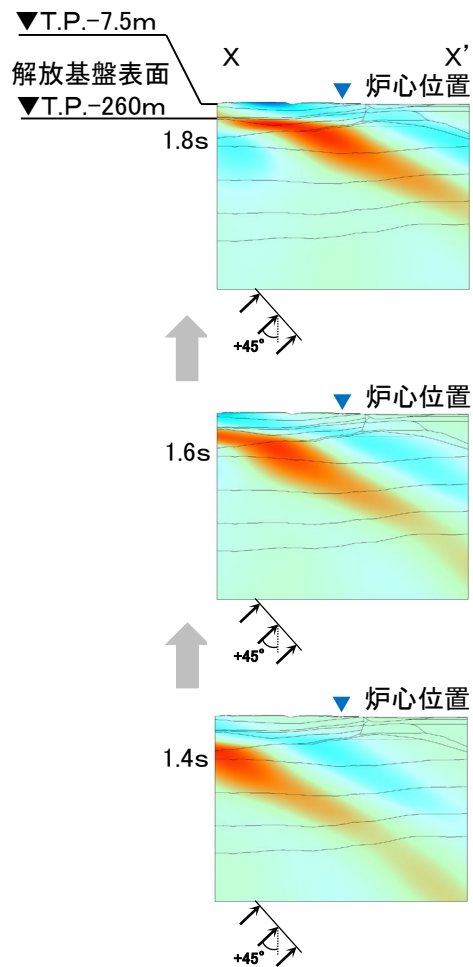
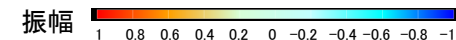
コメントNo.S3-11



V.E.=1

浅部構造の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期1.0秒, 入射角 +45°)

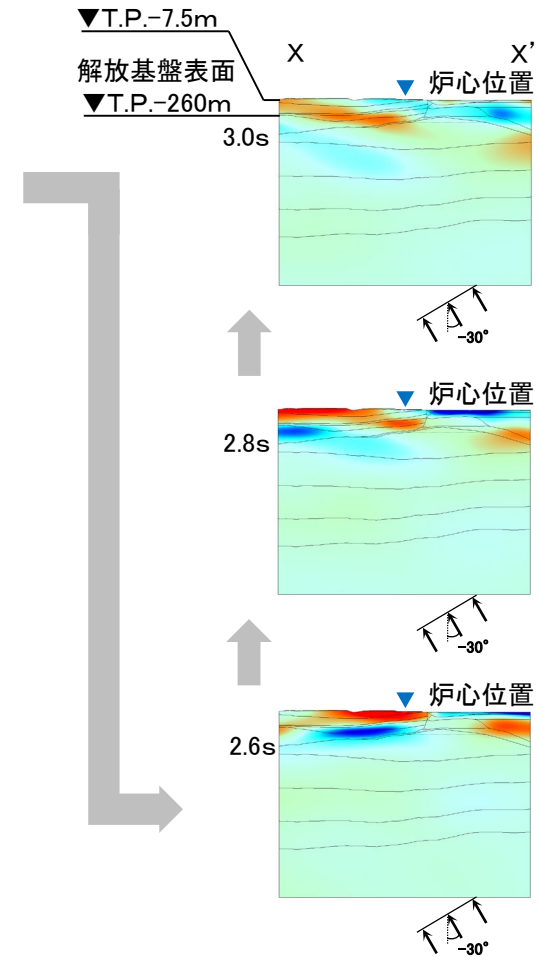
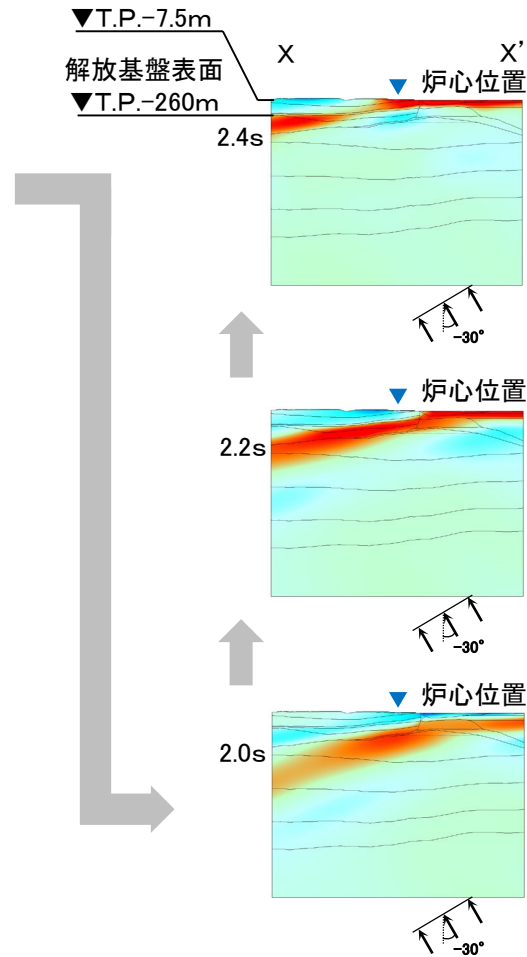
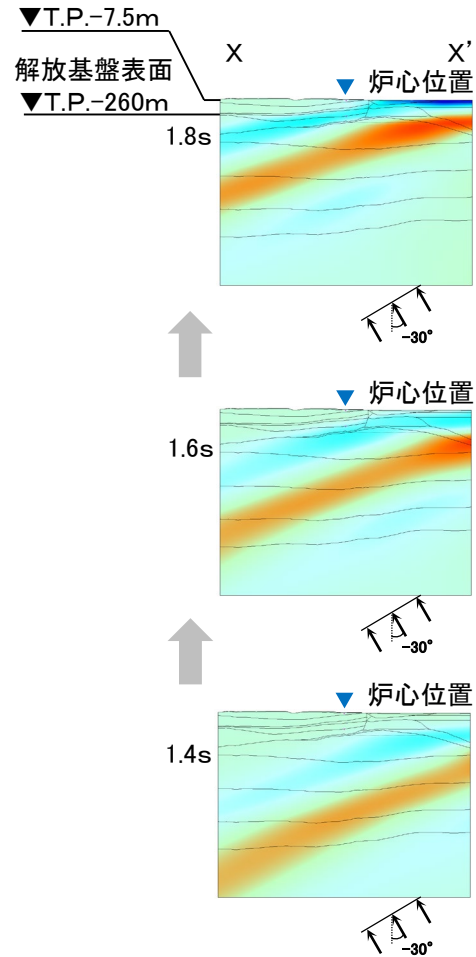
コメントNo.S3-11



V.E.=1

浅部構造の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期1.0秒, 入射角 -30°)

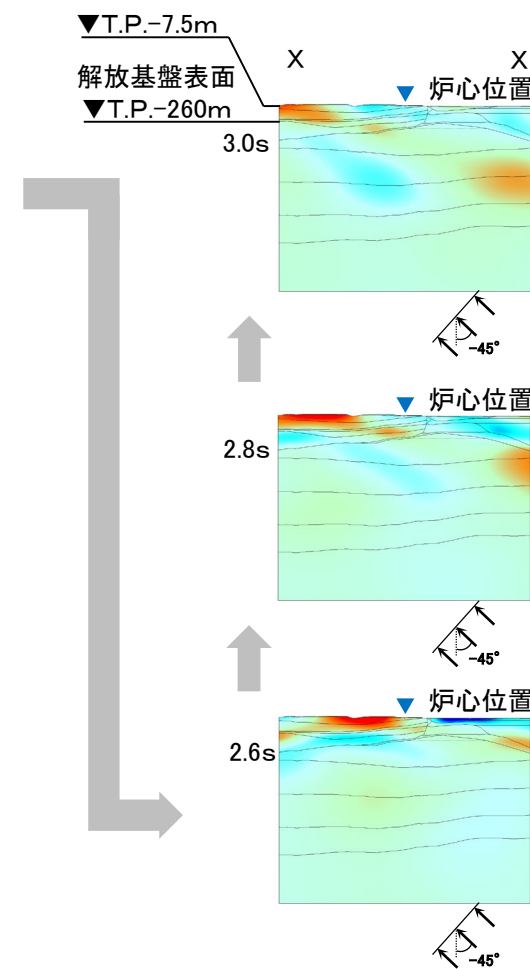
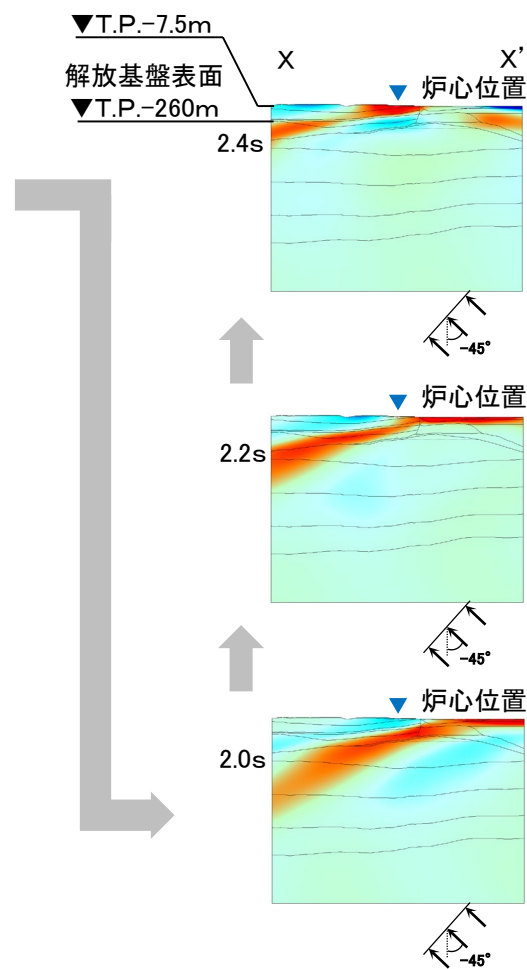
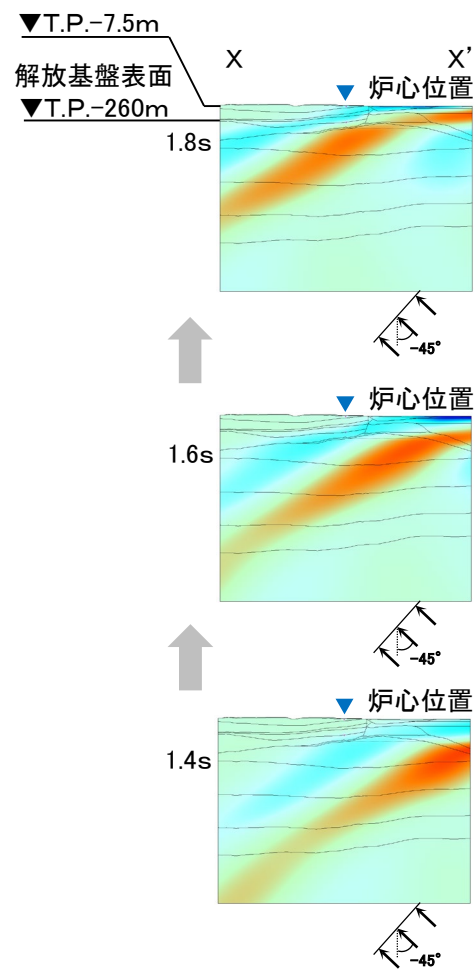
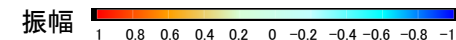
コメントNo.S3-11



V.E.=1

浅部構造の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期1.0秒, 入射角-45°)

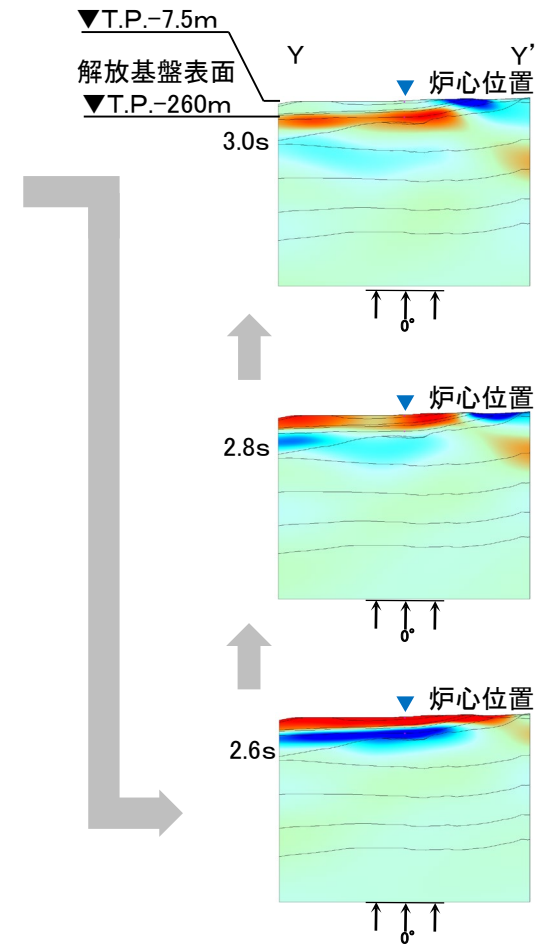
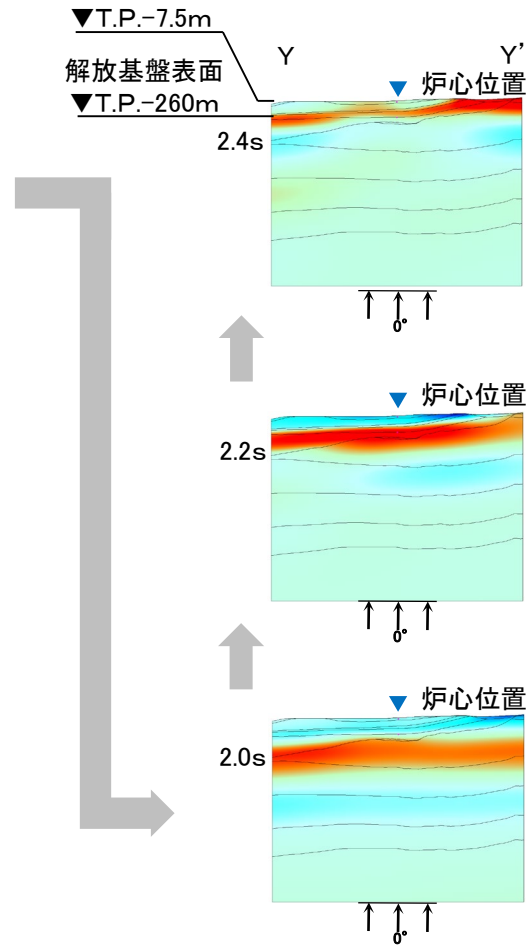
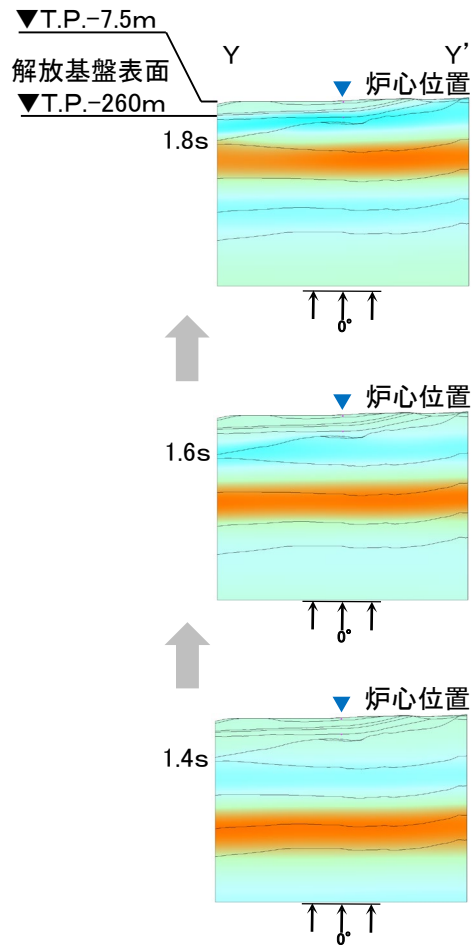
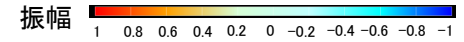
コメントNo.S3-11



V.E.=1

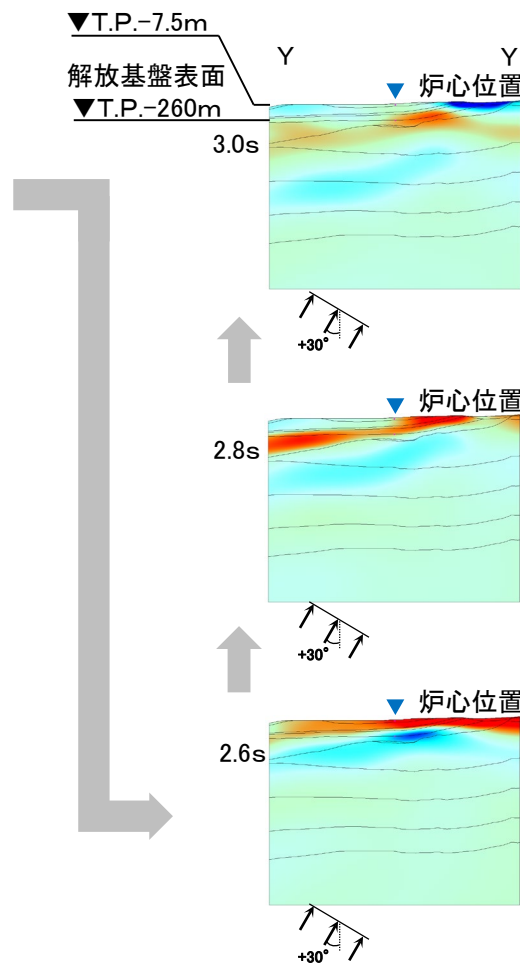
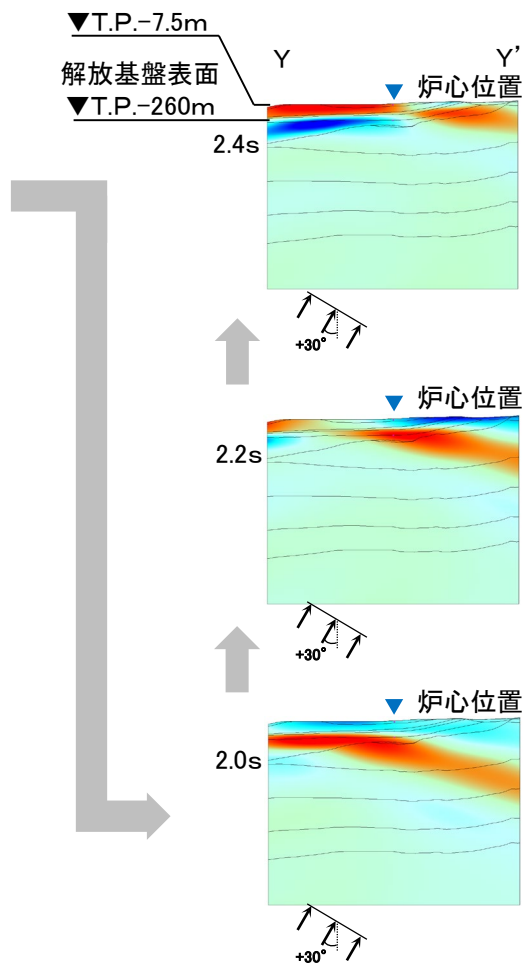
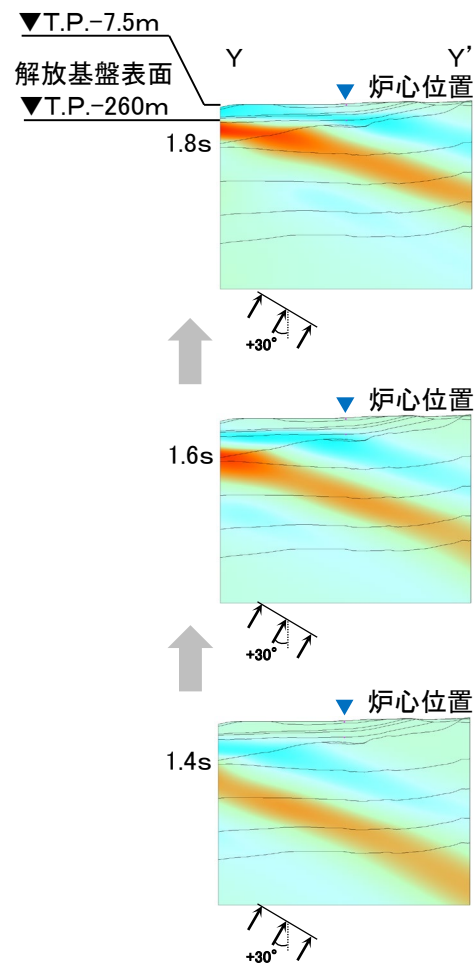
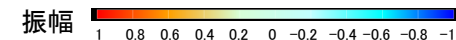
浅部構造の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期1.0秒, 入射角 0°)

コメントNo.S3-11



浅部構造の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期1.0秒, 入射角 +30°)

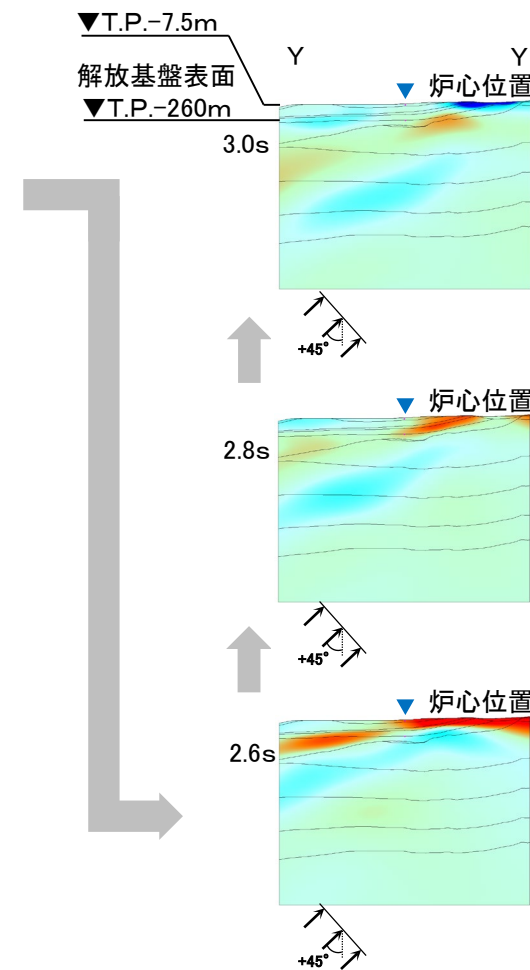
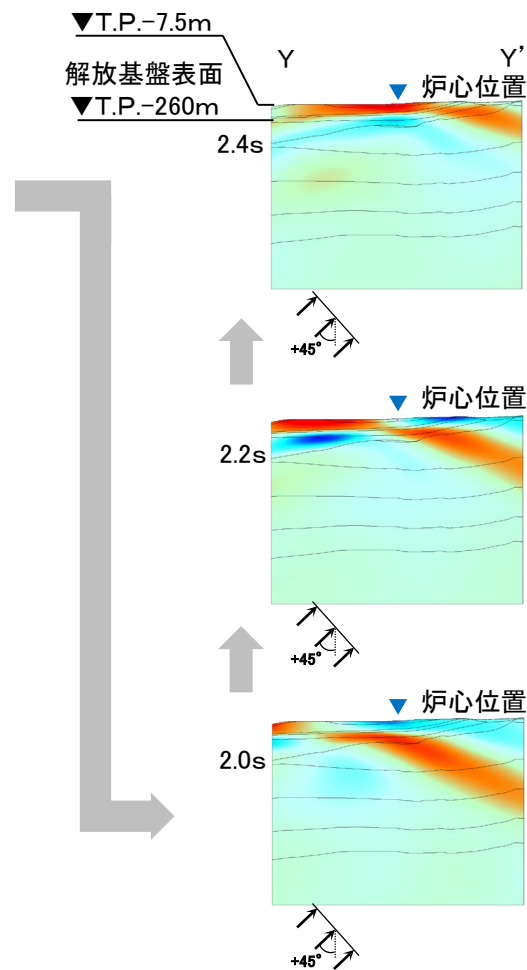
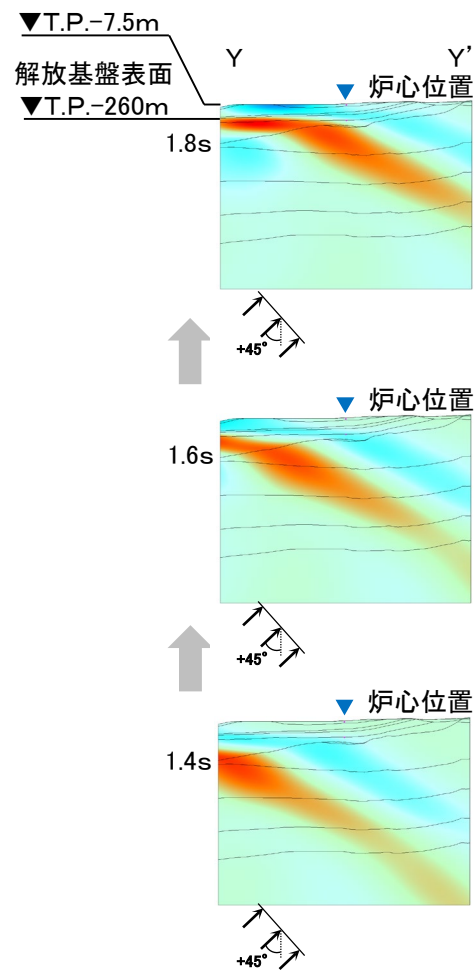
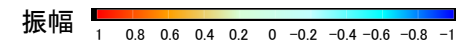
コメントNo.S3-11



V.E.=1

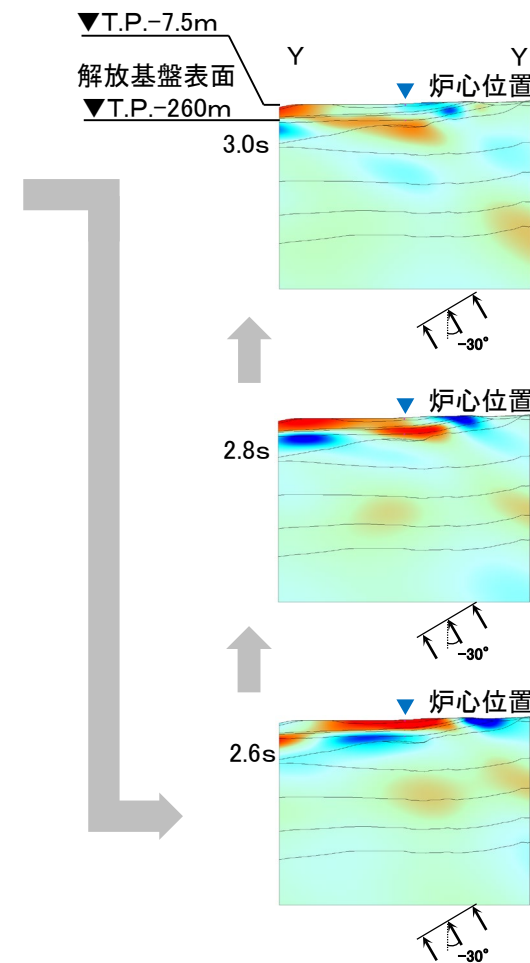
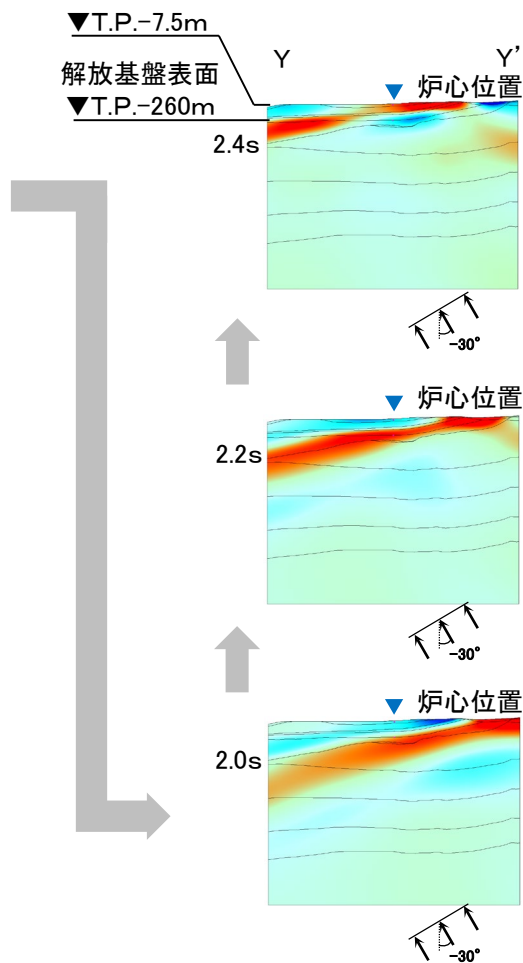
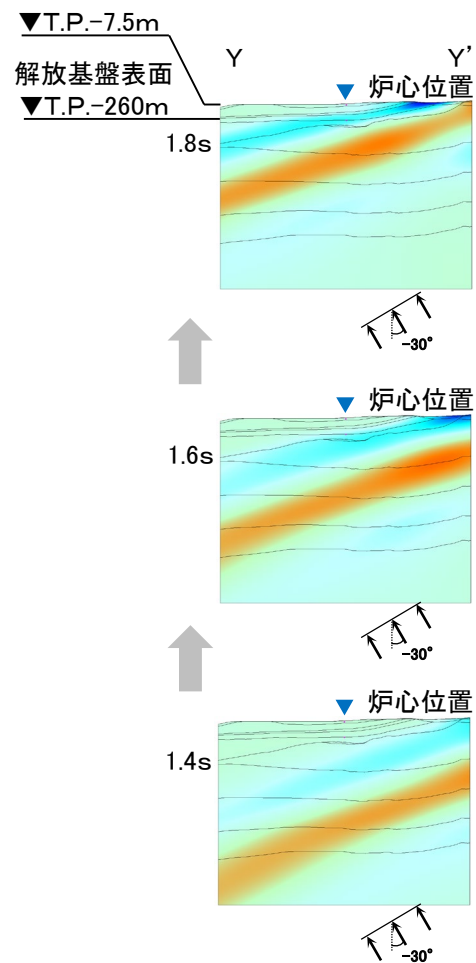
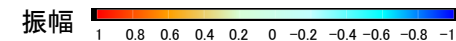
浅部構造の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期1.0秒, 入射角 +45°)

コメントNo.S3-11



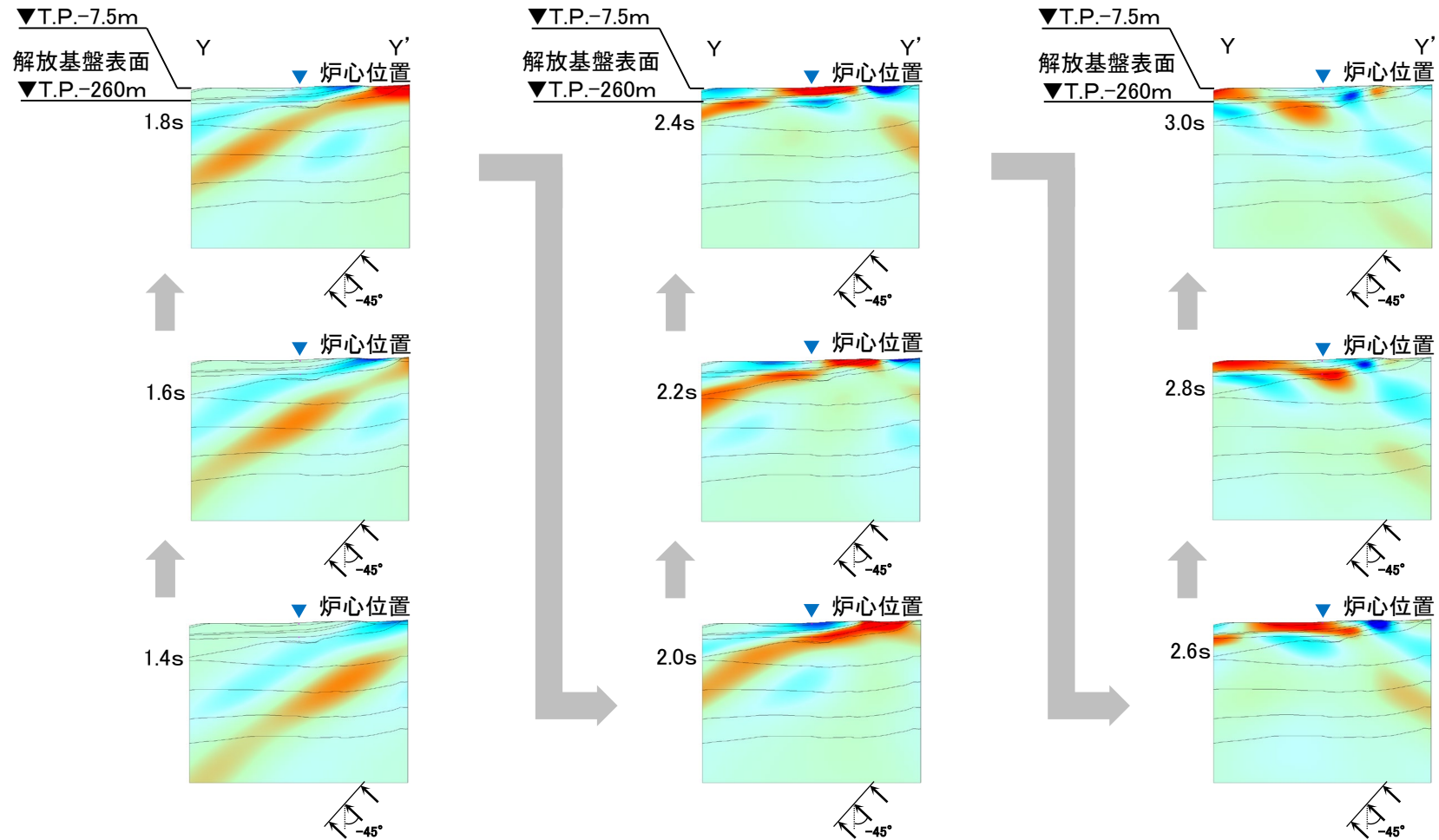
浅部構造の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期1.0秒, 入射角 -30°)

コメントNo.S3-11



浅部構造の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期1.0秒, 入射角 -45°)

コメントNo.S3-11

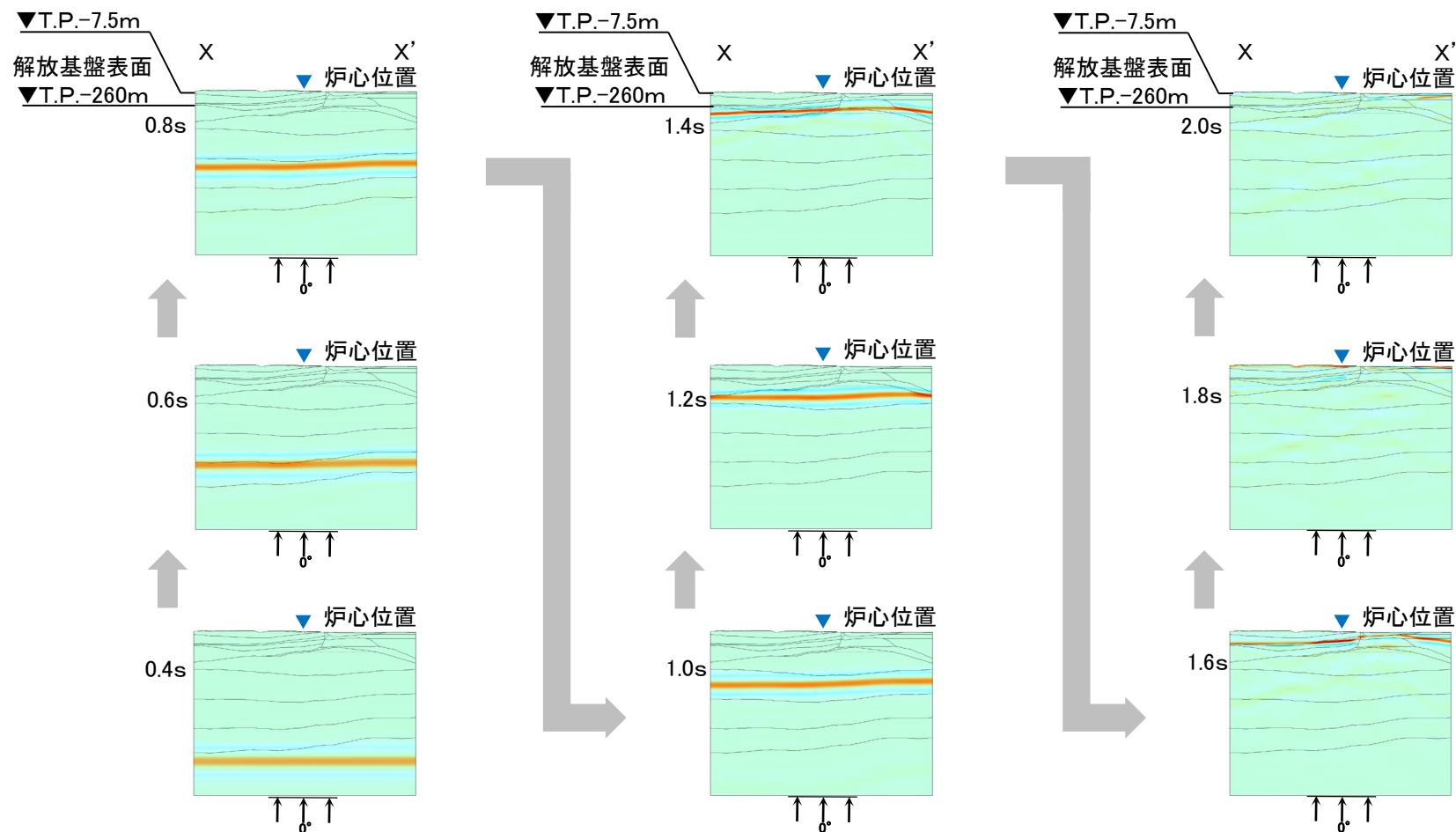


V.E.=1

浅部構造の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期0.2秒, 入射角0°)

コメントNo.S3-11

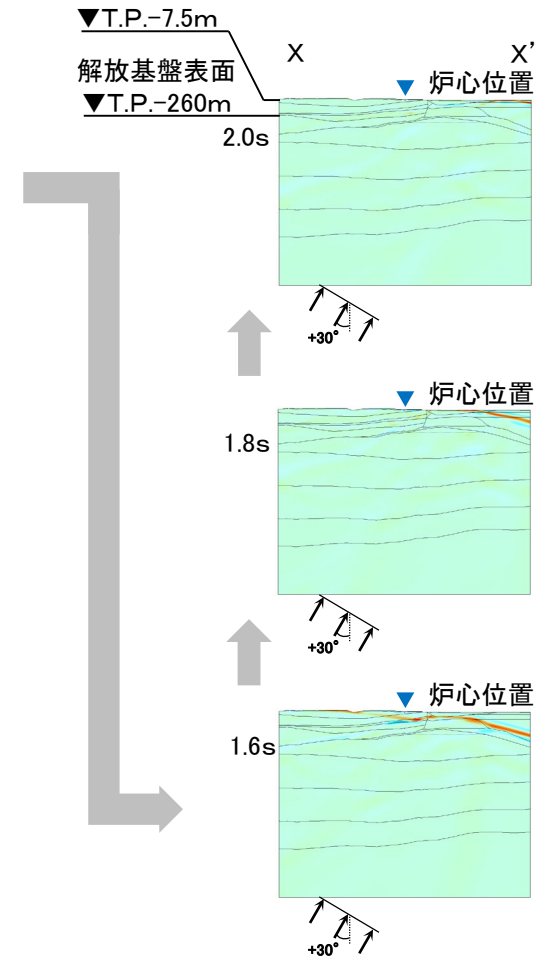
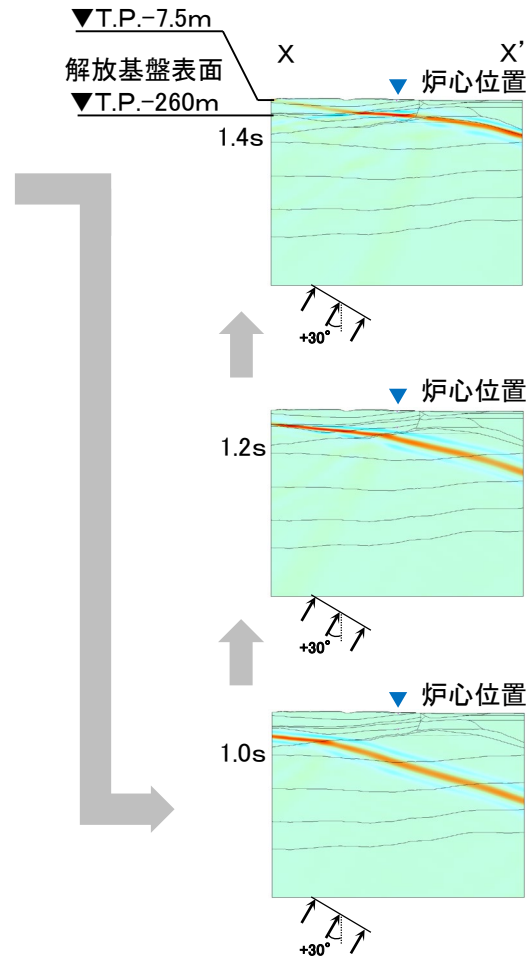
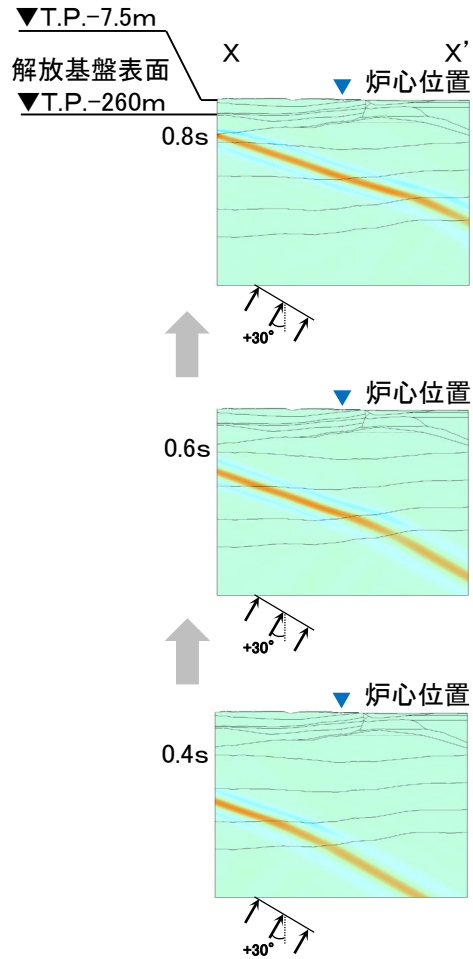
振幅 1 0.8 0.6 0.4 0.2 0 -0.2 -0.4 -0.6 -0.8 -1



- P.2-144～P.2-153に示すスナップショットにおいて、炉心位置付近に到達する直達波の波面に乱れはなく、地震波の集中により振幅が過大になる傾向は認められない。

浅部構造の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期0.2秒, 入射角 +30°)

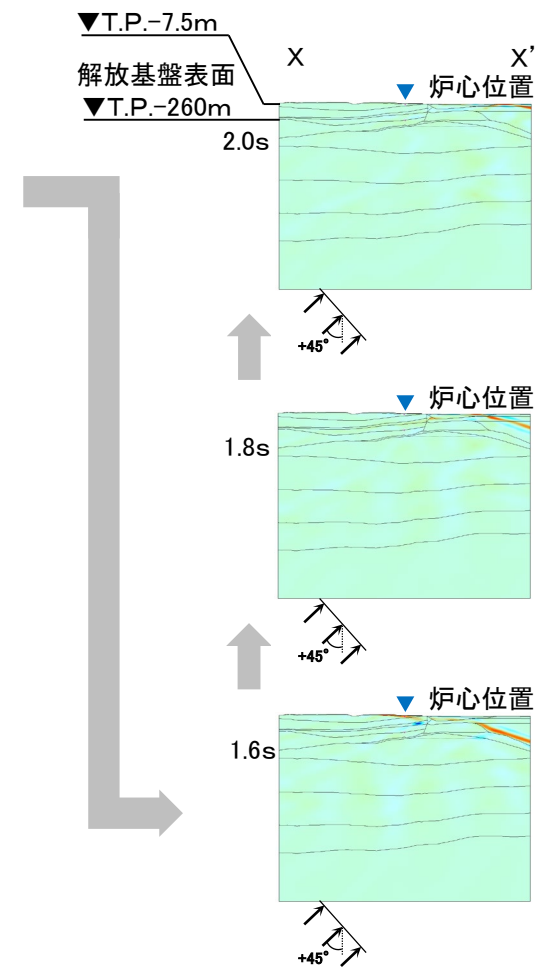
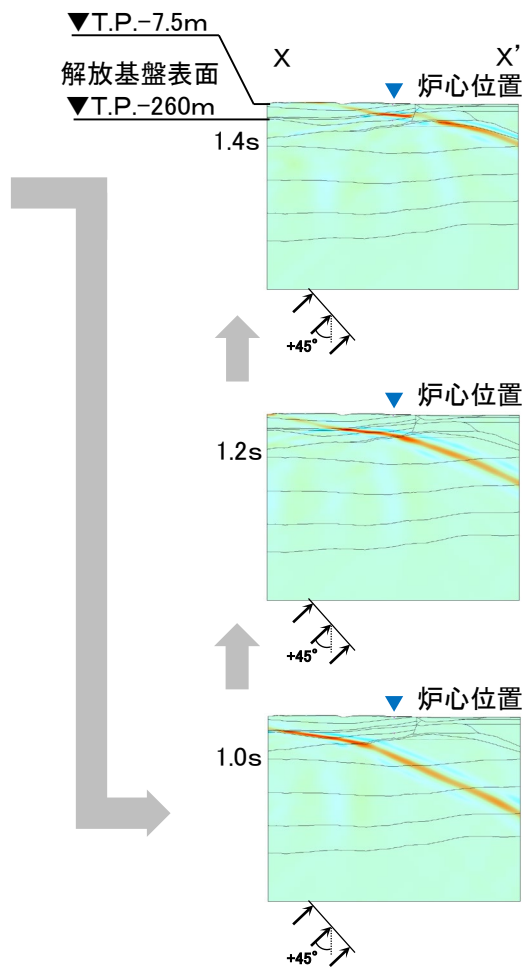
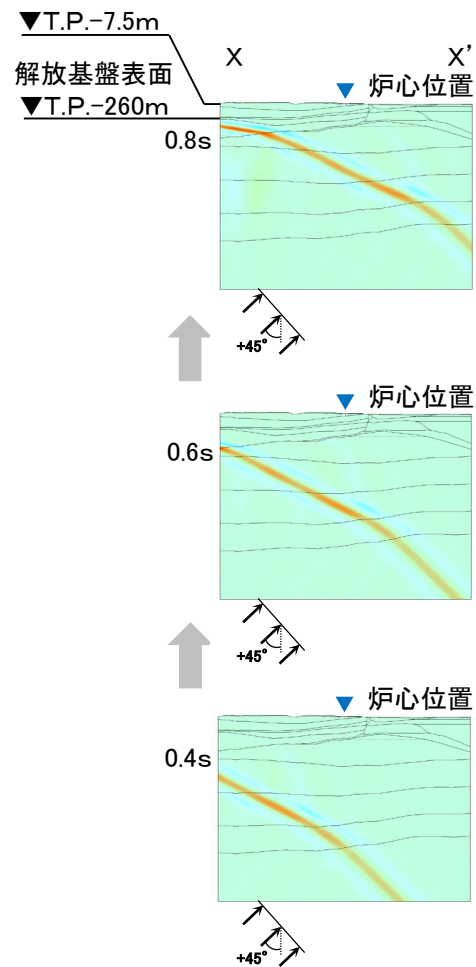
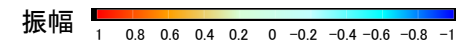
コメントNo.S3-11



V.E.=1

浅部構造の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期0.2秒, 入射角+45°)

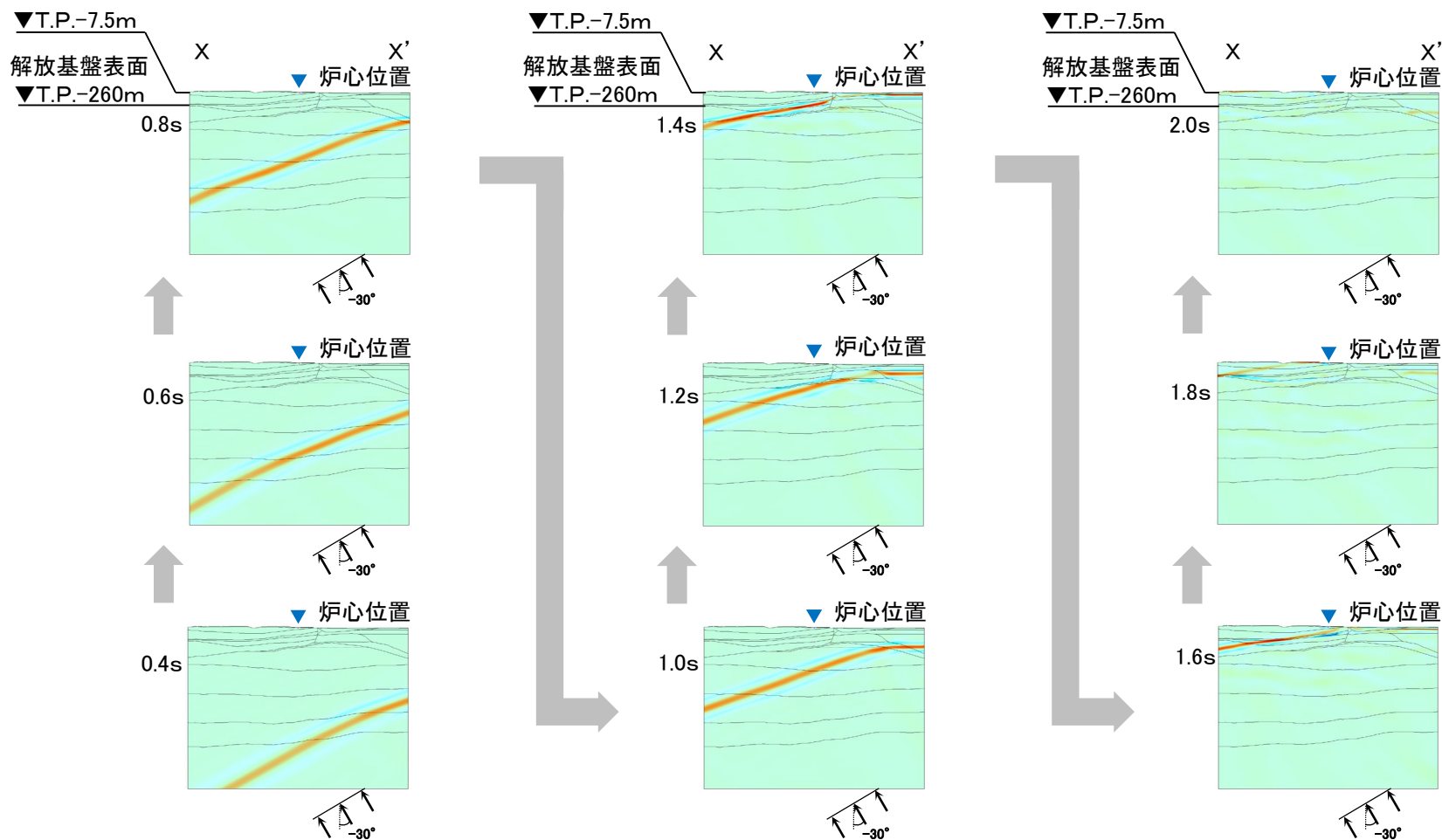
コメントNo.S3-11



V.E.=1

浅部構造の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期0.2秒, 入射角 -30°)

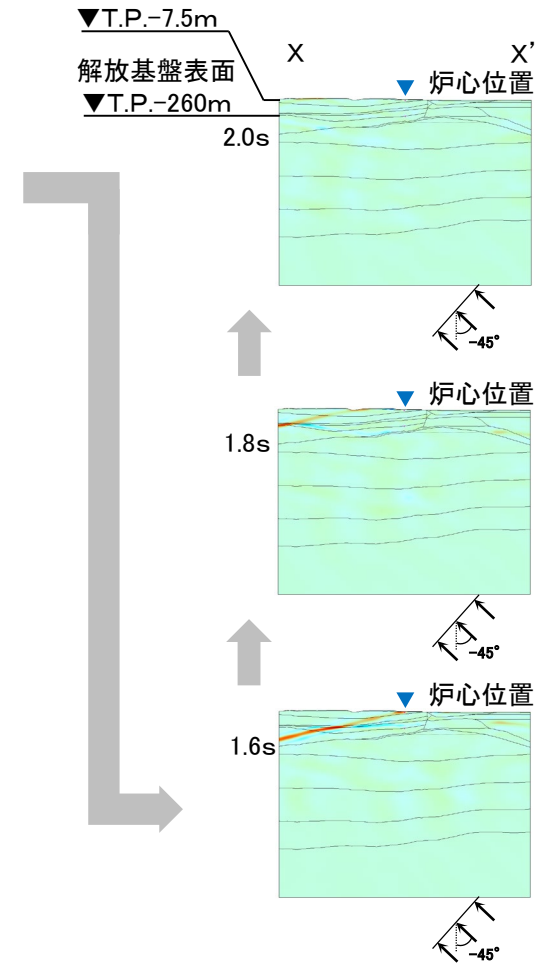
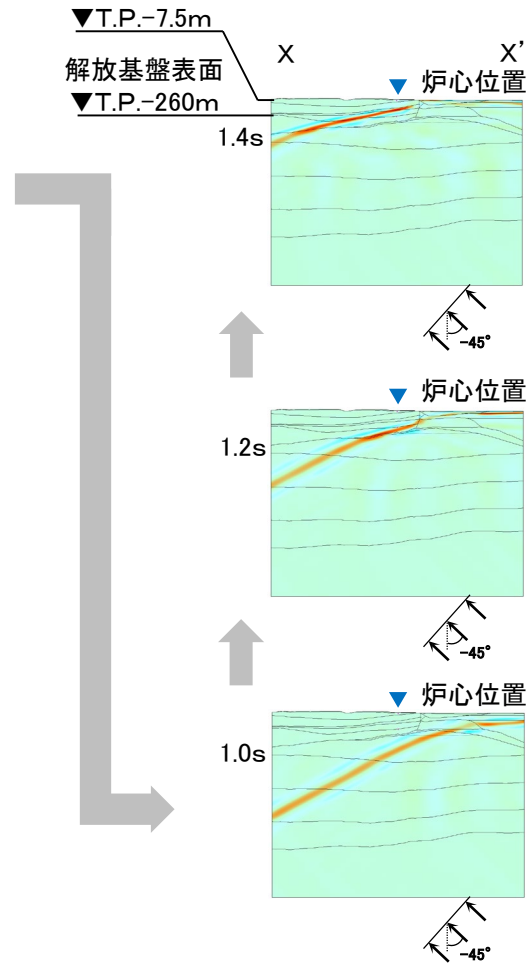
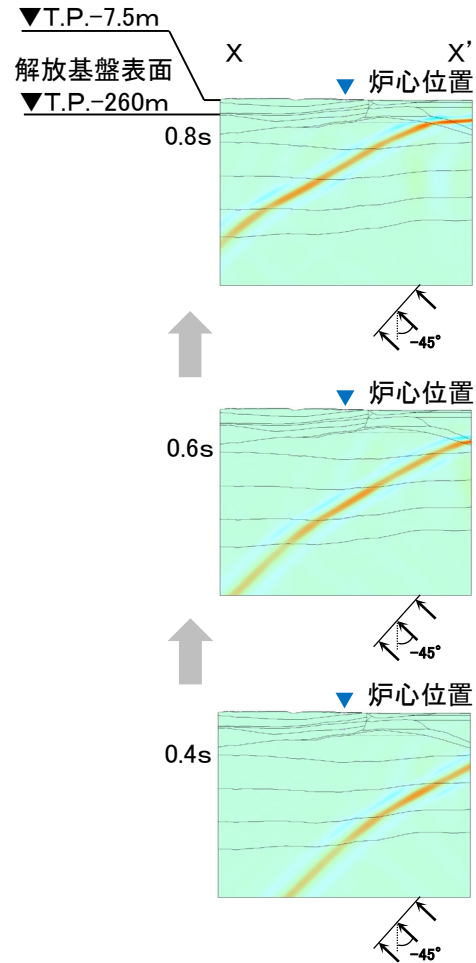
コメントNo.S3-11



V.E.=1

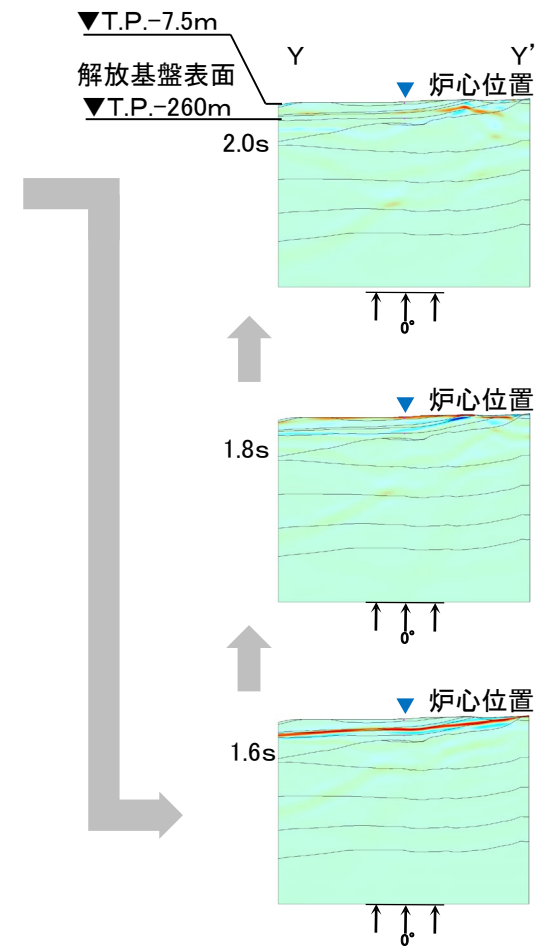
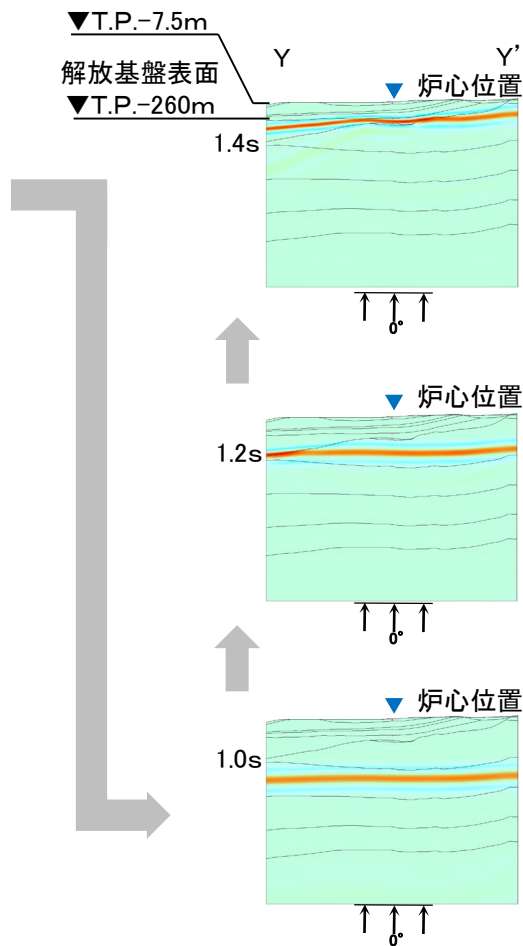
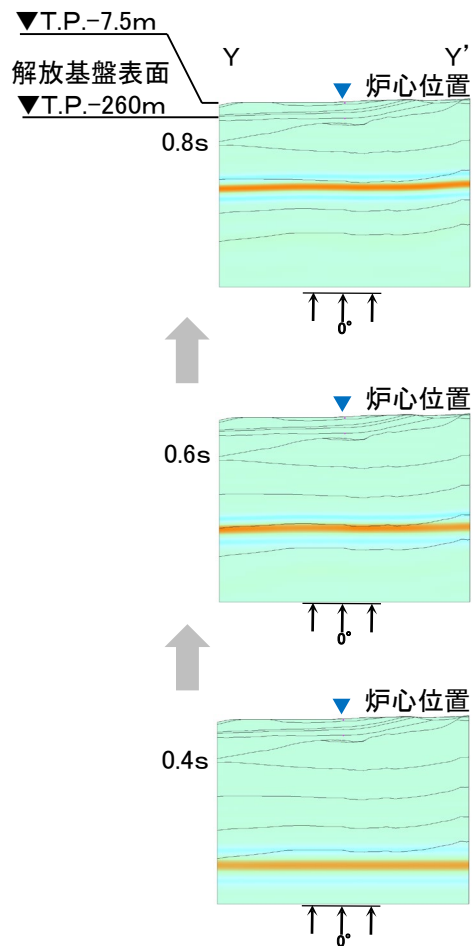
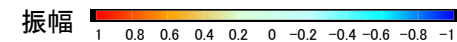
浅部構造の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, 中心周期0.2秒, 入射角-45°)

コメントNo.S3-11



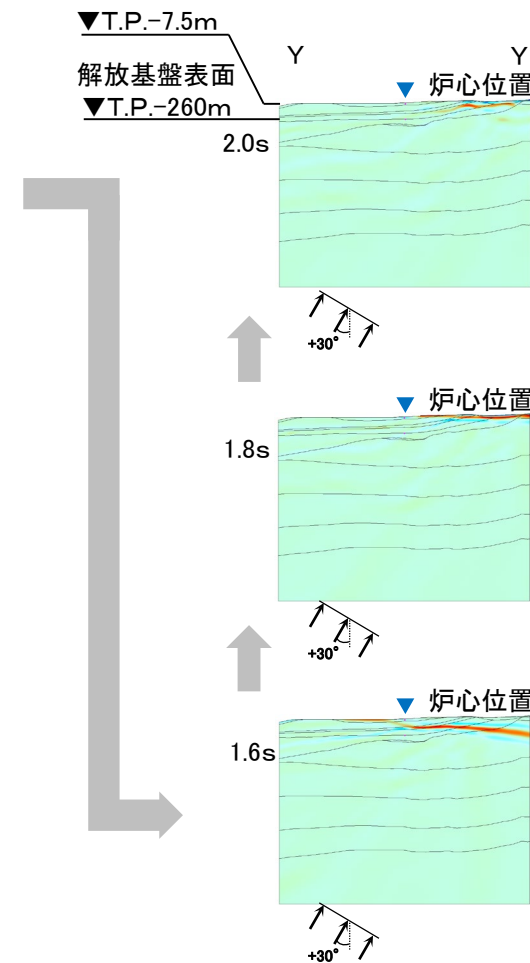
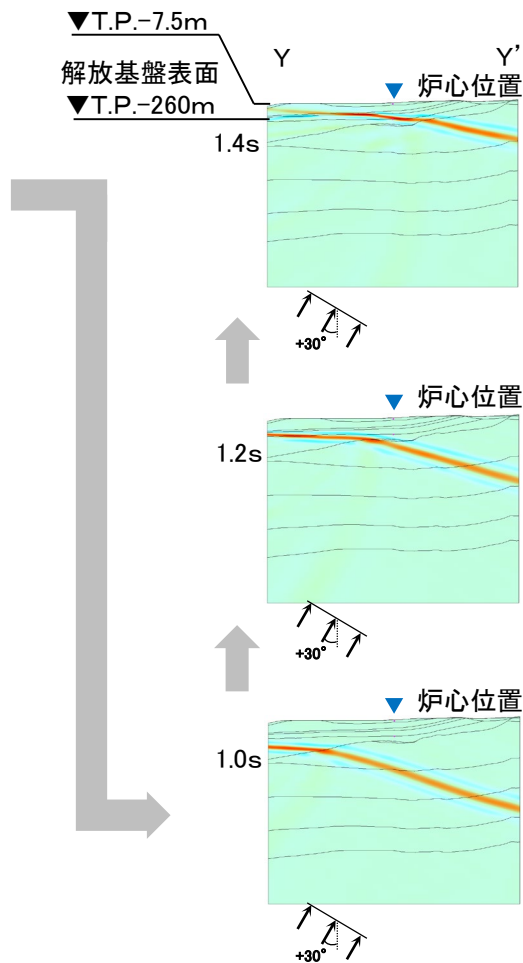
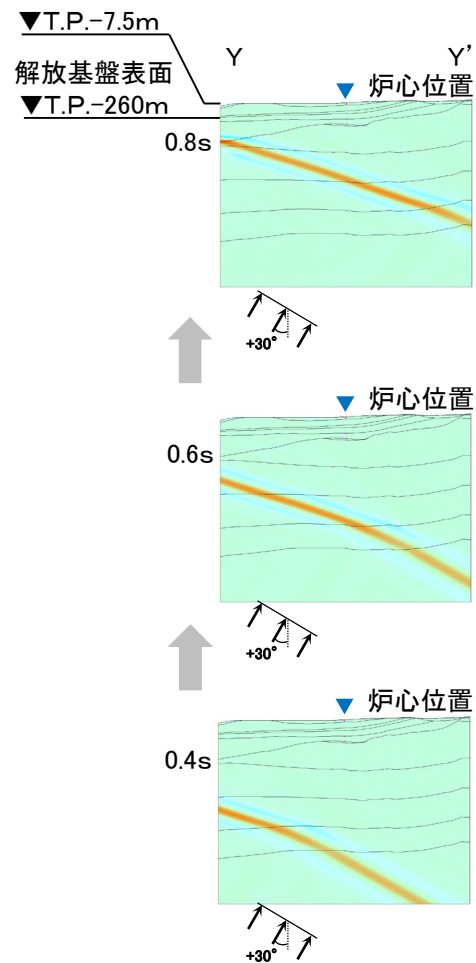
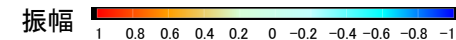
V.E.=1

浅部構造の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期0.2秒, 入射角0°)



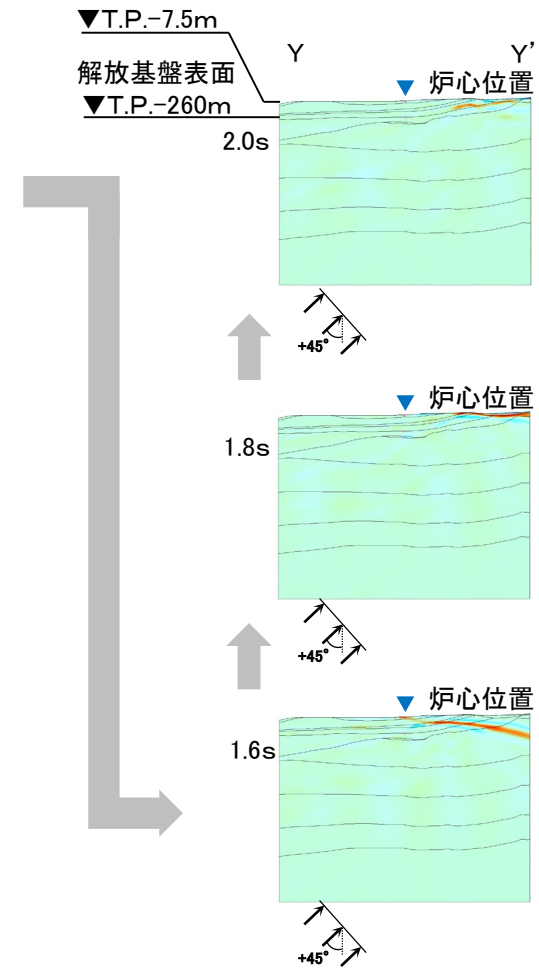
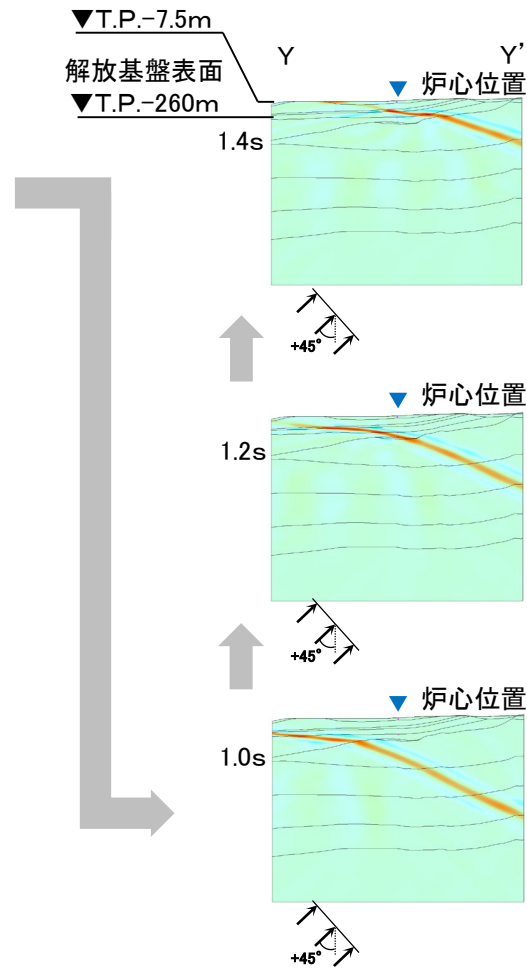
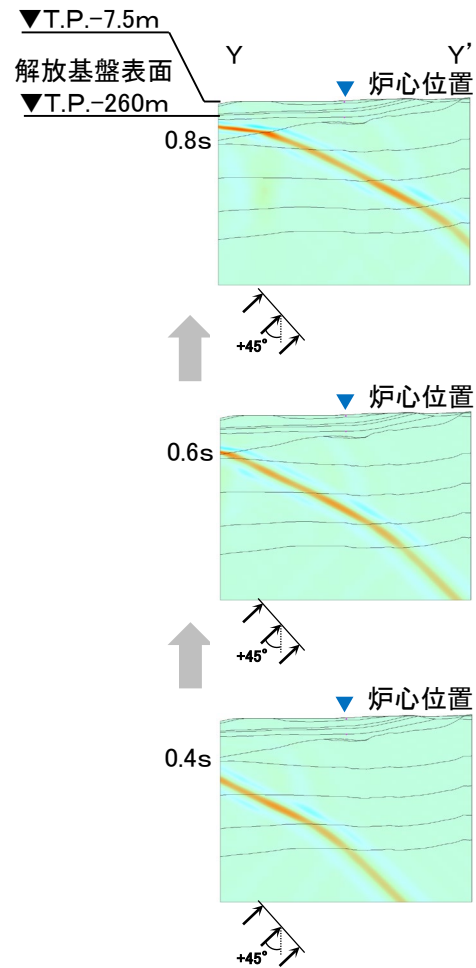
浅部構造の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期0.2秒, 入射角 +30°)

コメントNo.S3-11



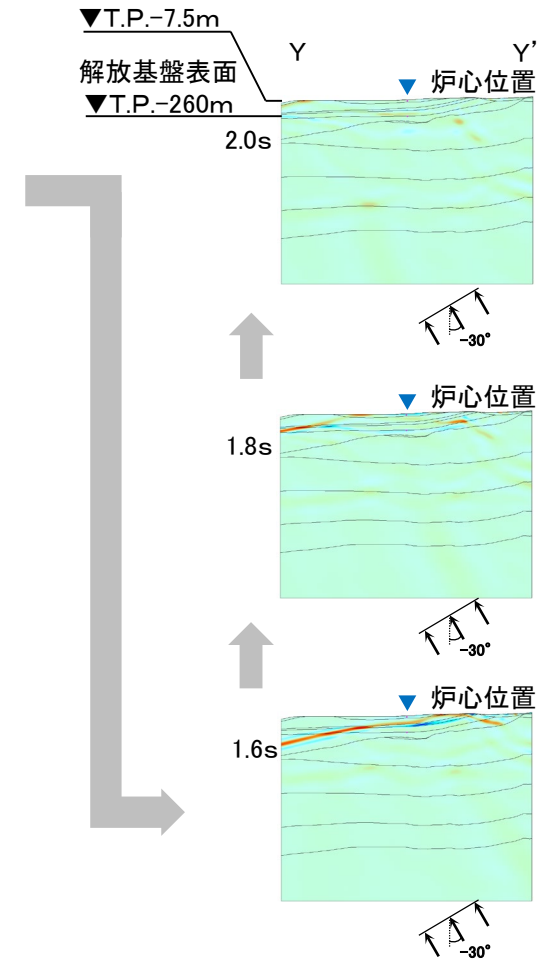
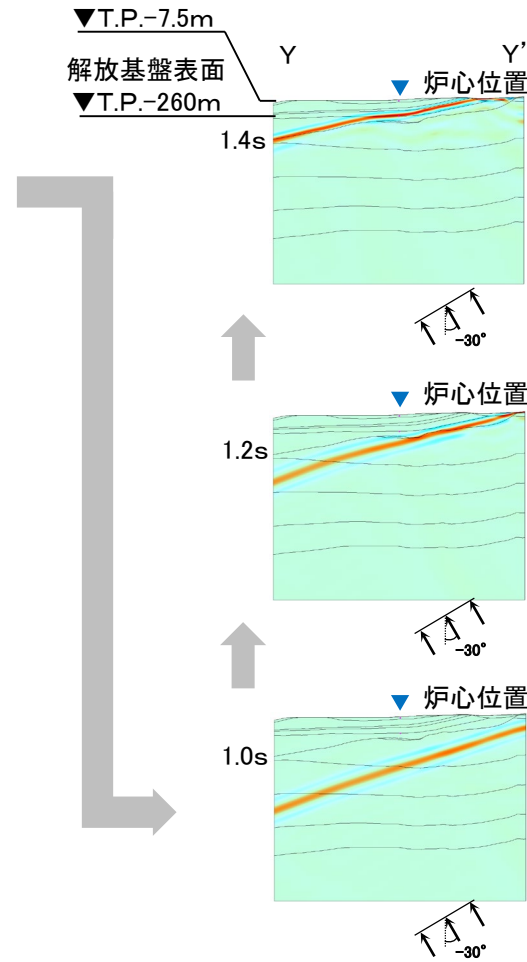
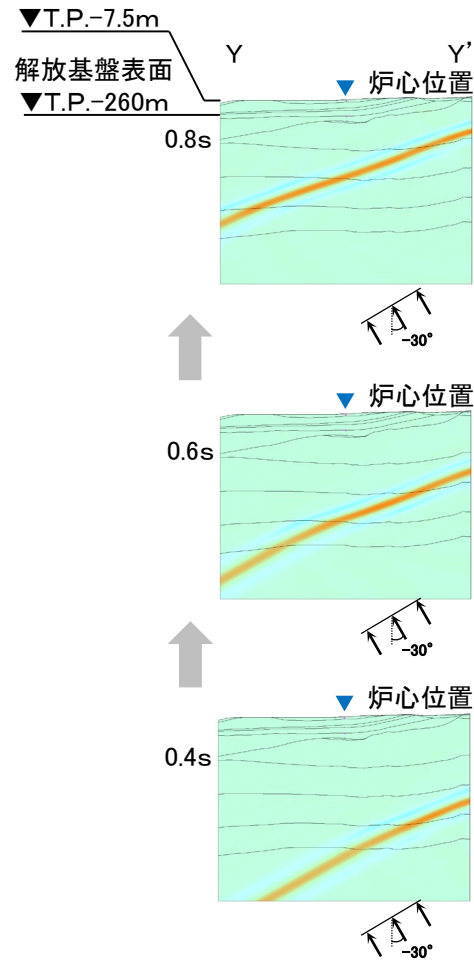
浅部構造の影響確認 (プラント東西方向Y-Y' 断面, 中心周期0.2秒, 入射角 +45°)

コメントNo.S3-11



浅部構造の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期0.2秒, 入射角 -30°)

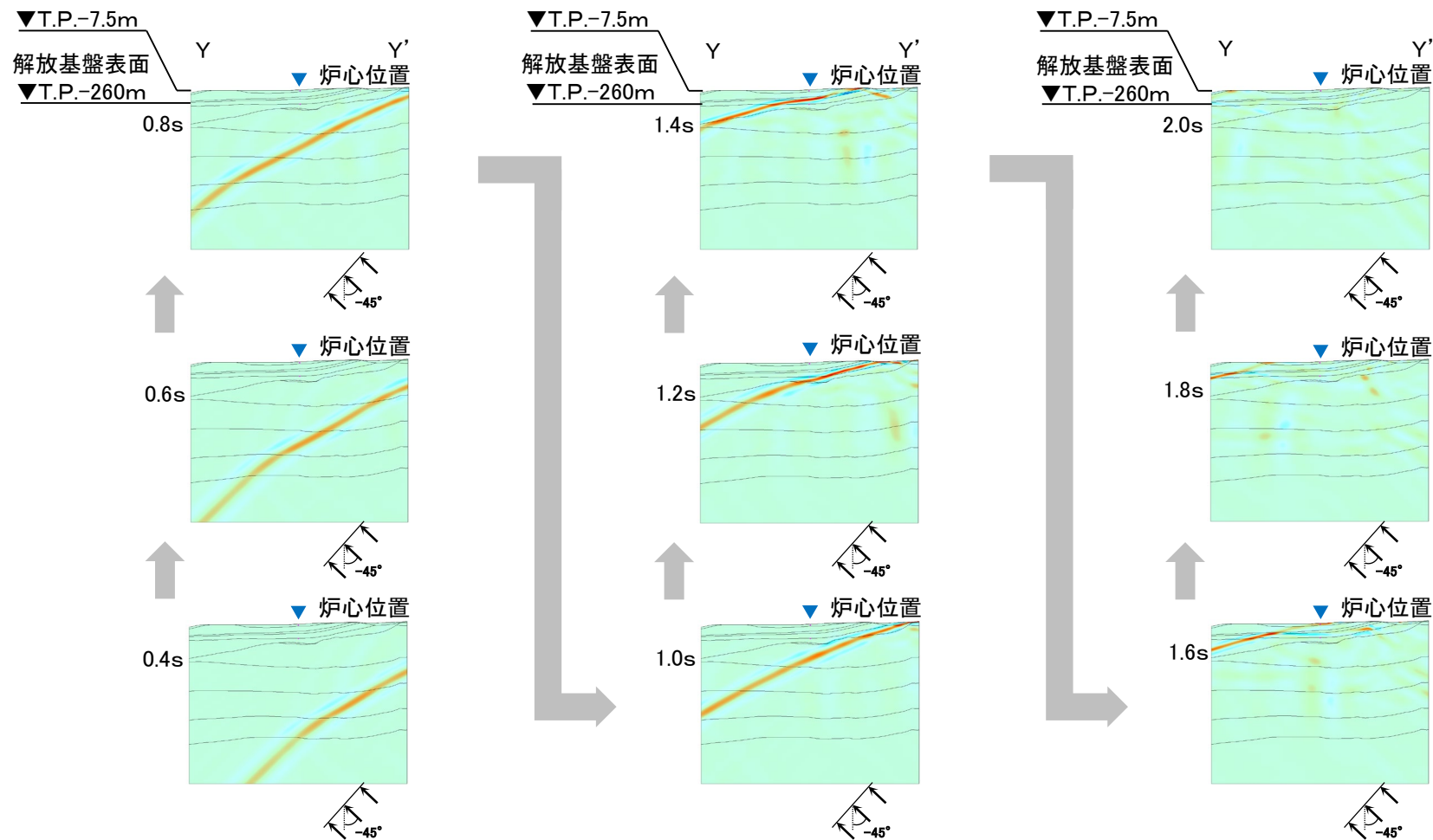
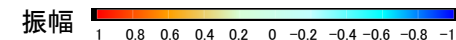
コメントNo.S3-11



V.E.=1

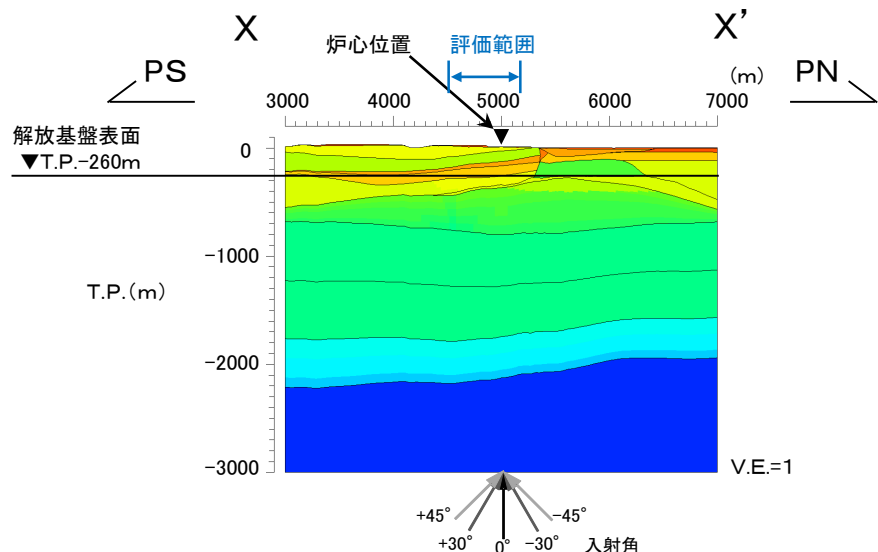
浅部構造の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, 中心周期0.2秒, 入射角 -45°)

コメントNo.S3-11

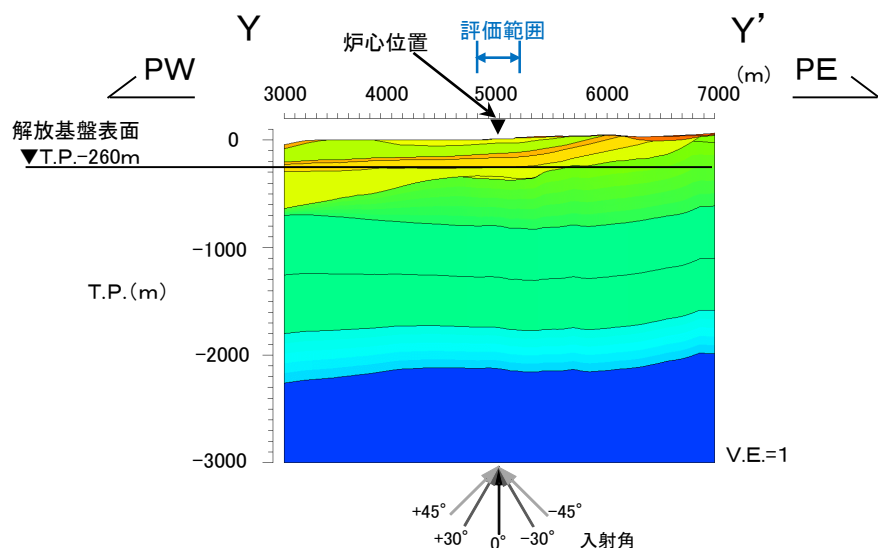


V.E.=1

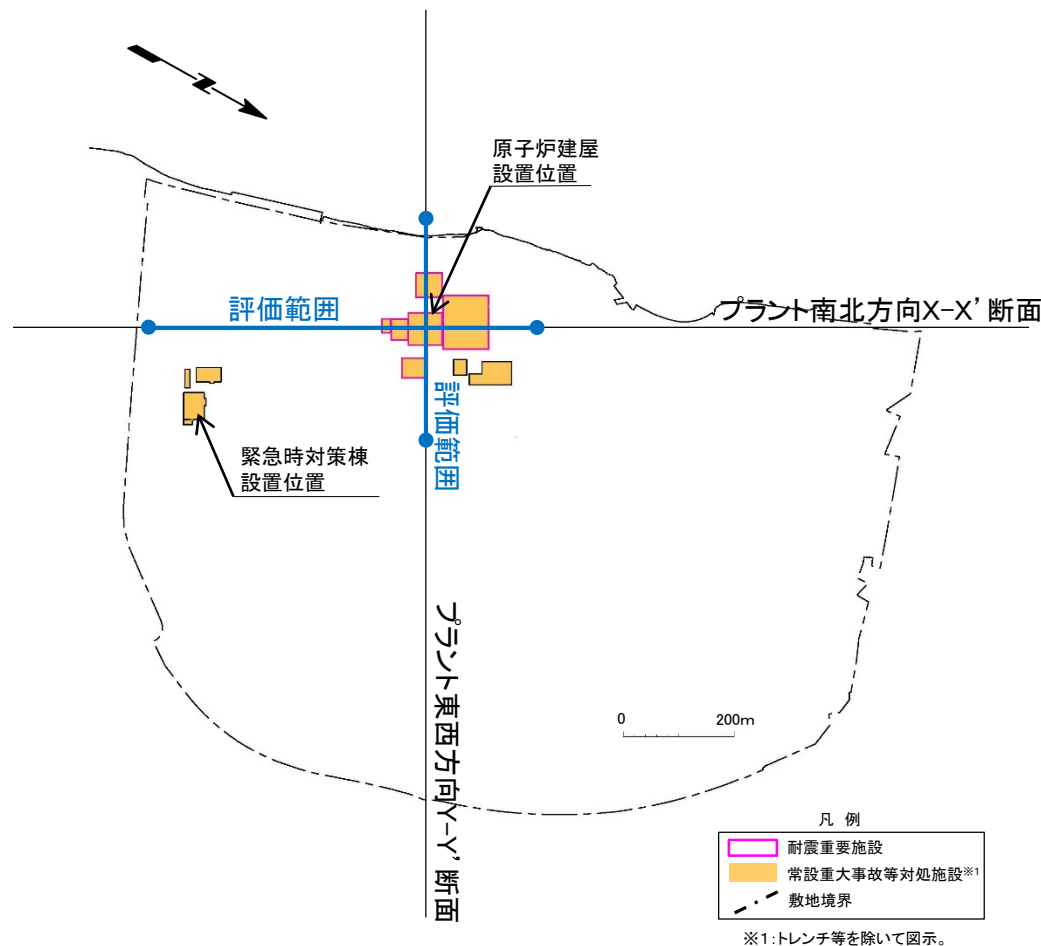
評価範囲



モデル全体(プラント南北方向X-X'断面)



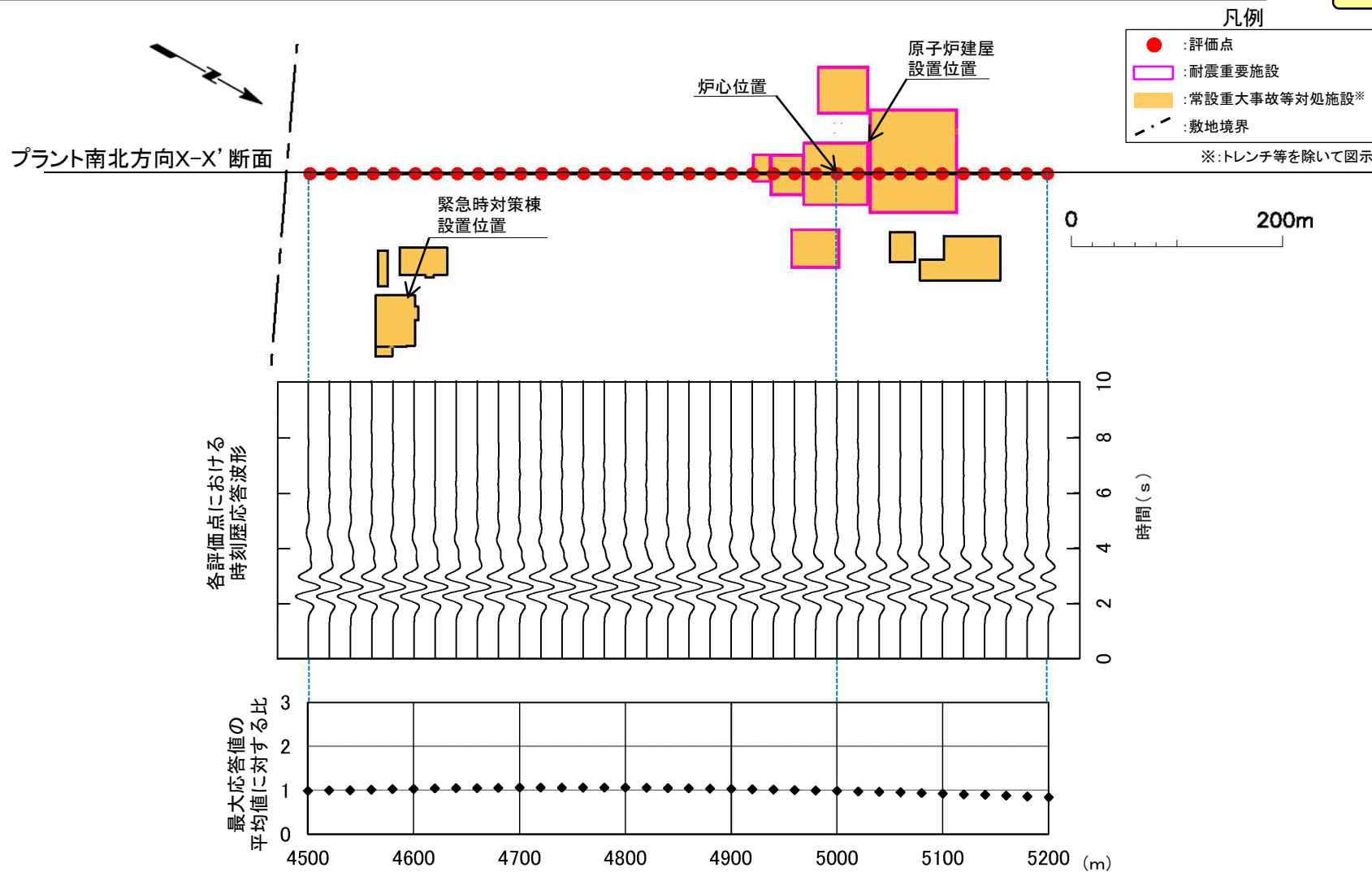
モデル全体(プラント東西方向Y-Y'断面)



• 解放基盤表面の設定深さにおける評価範囲は、重要な安全機能を有する施設※2の設置範囲を考慮して設定した。

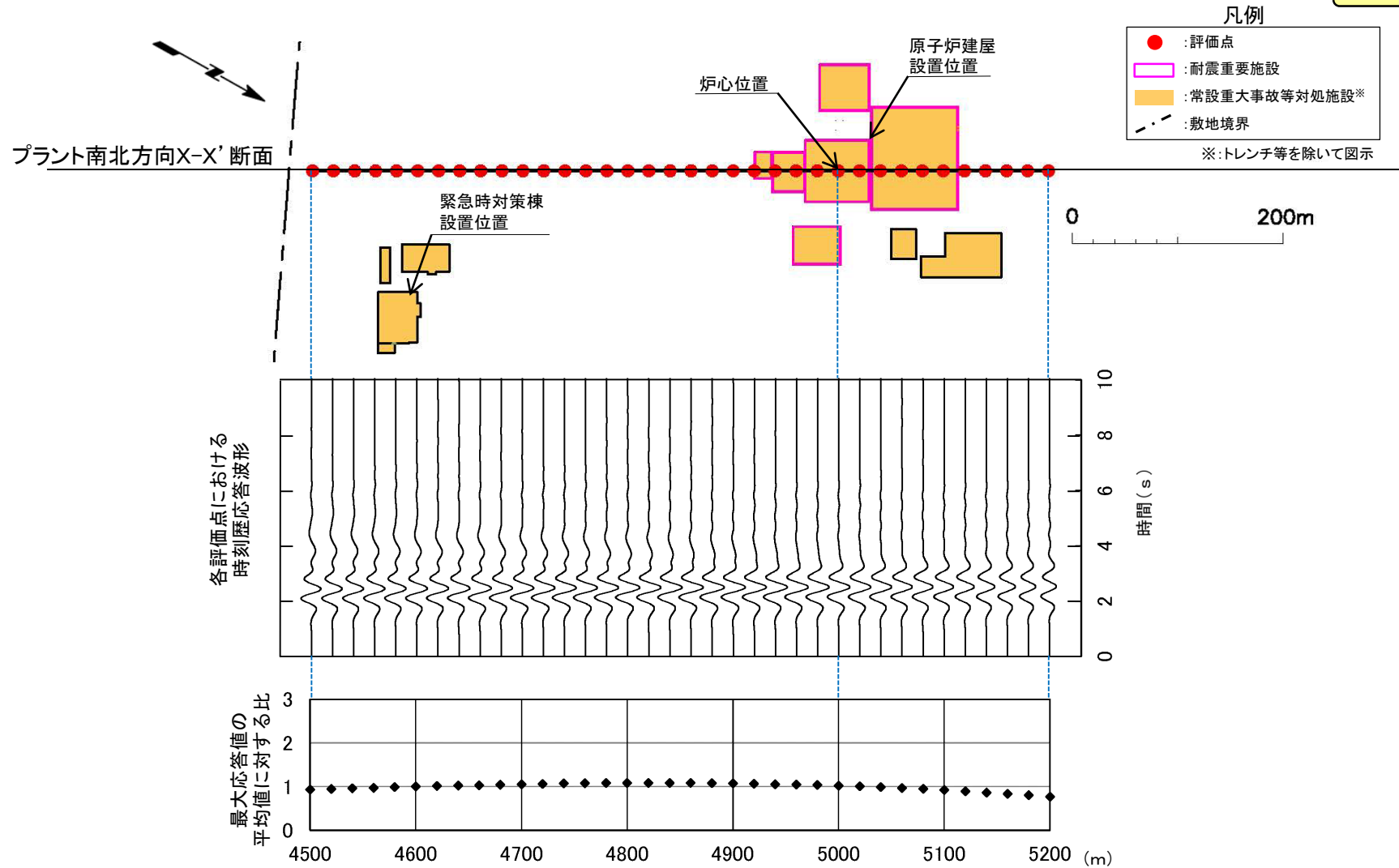
※2:「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」の第三条の「耐震重要施設」及び第三十八条の「重大事故等対処施設」をいう。

浅部構造の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, T.P.-260m, 中心周期1.0秒, 入射角0°)

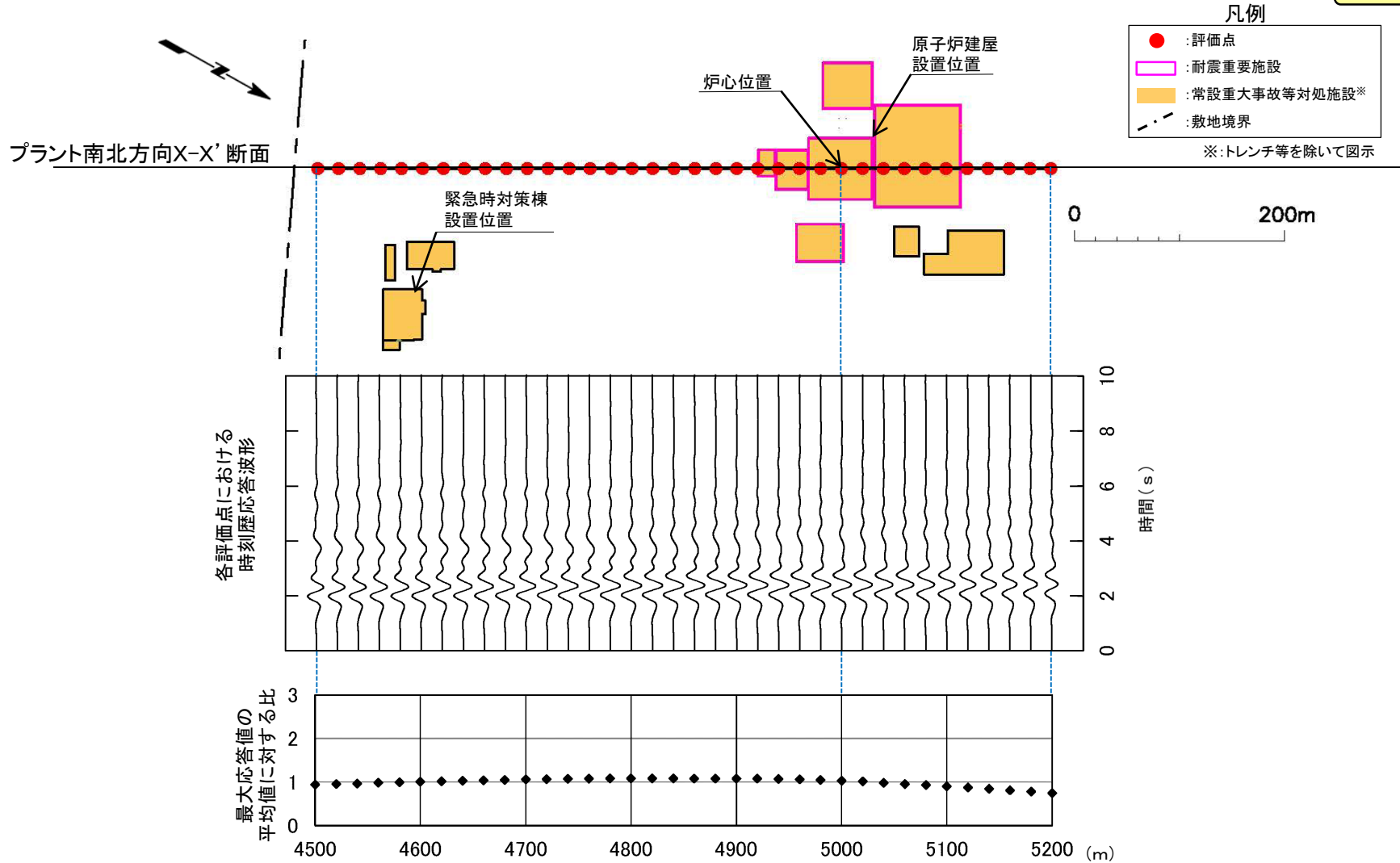


- P.2-155~P.2-164に示すとおり, 重要な安全機能を有する施設の設置範囲の解放基盤表面の設定深さにおける各評価点の最大応答値は, 安定している。

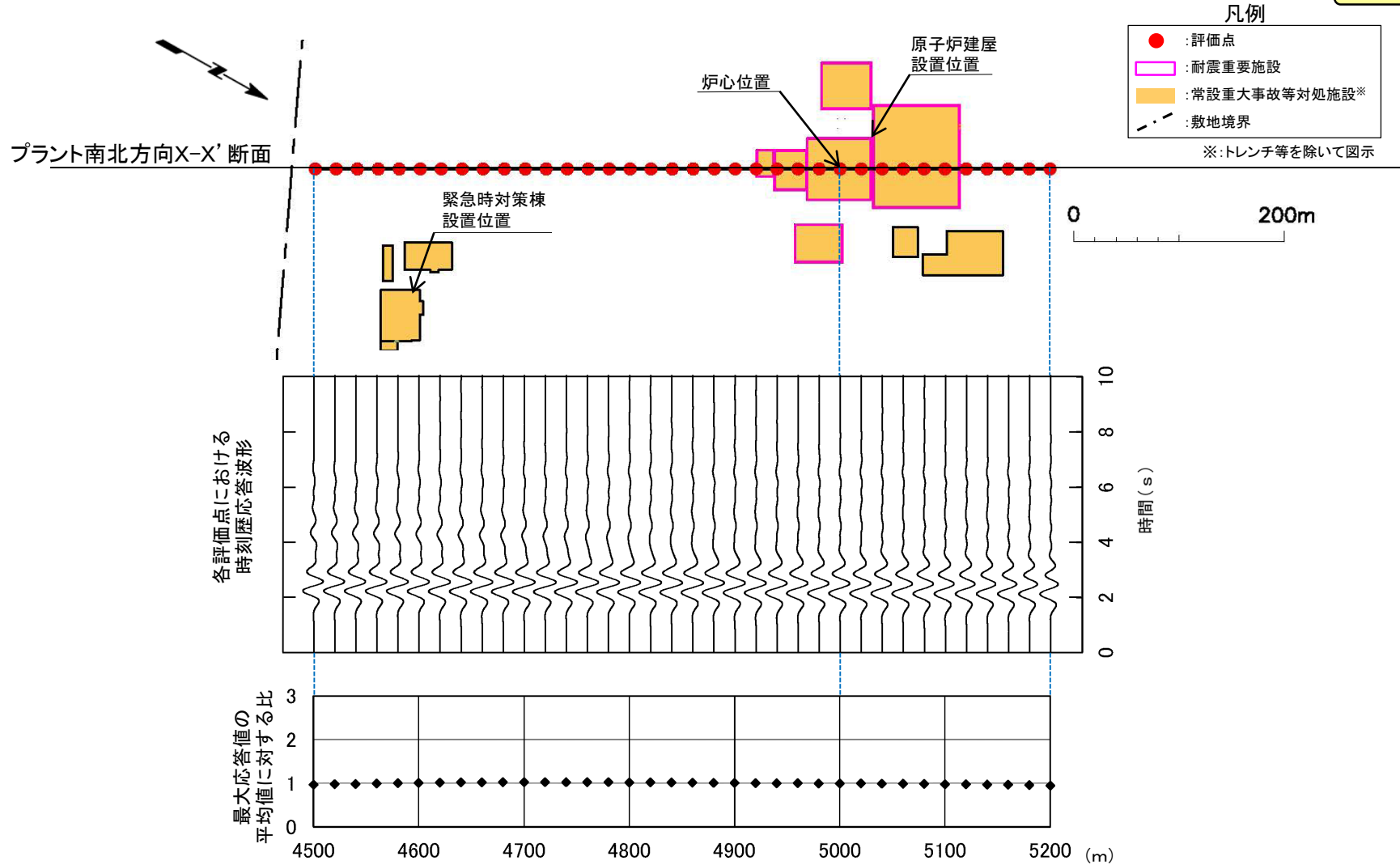
浅部構造の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, T.P.-260m, 中心周期1.0秒, 入射角 +30°)



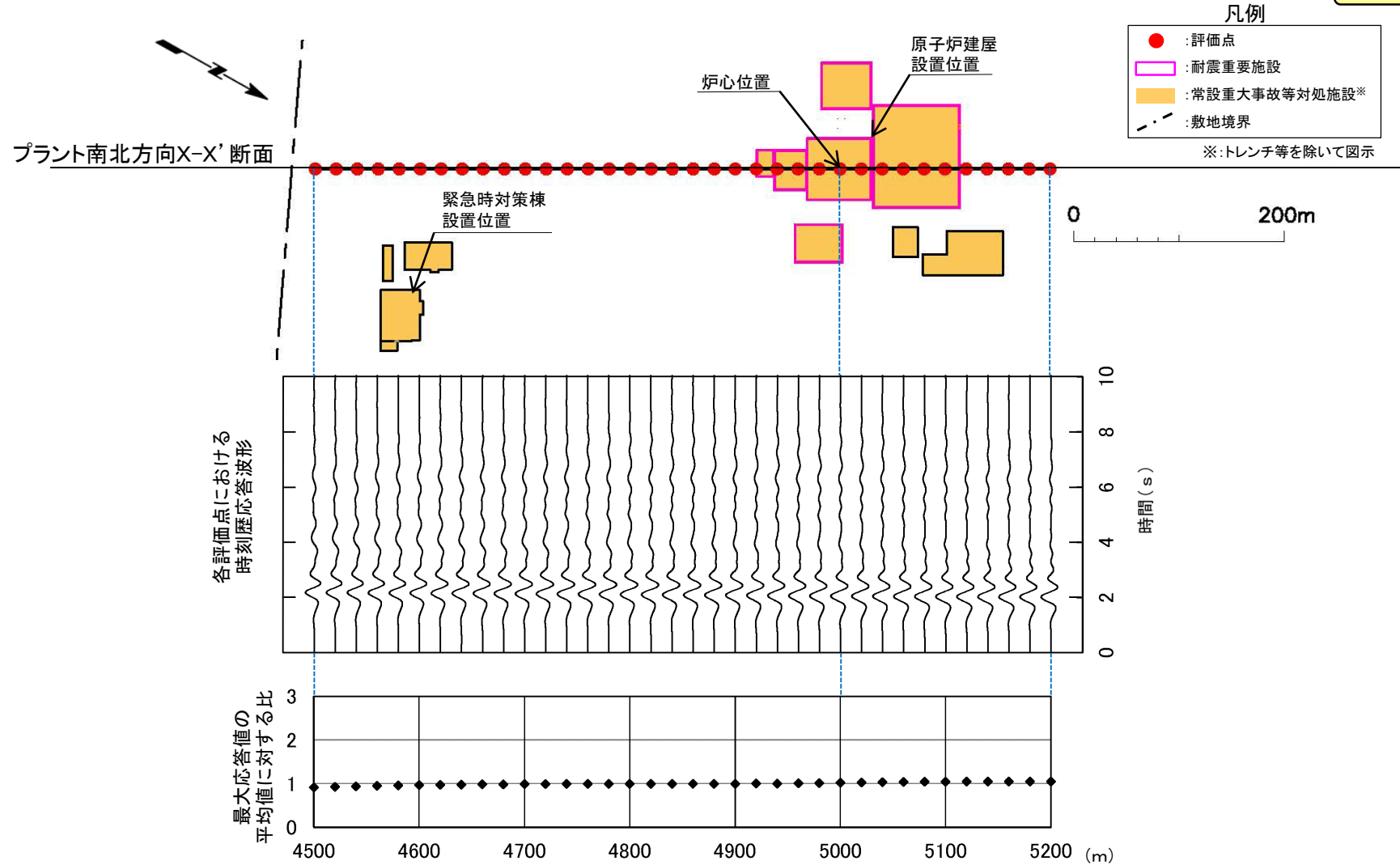
浅部構造の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, T.P.-260m, 中心周期1.0秒, 入射角 +45°)



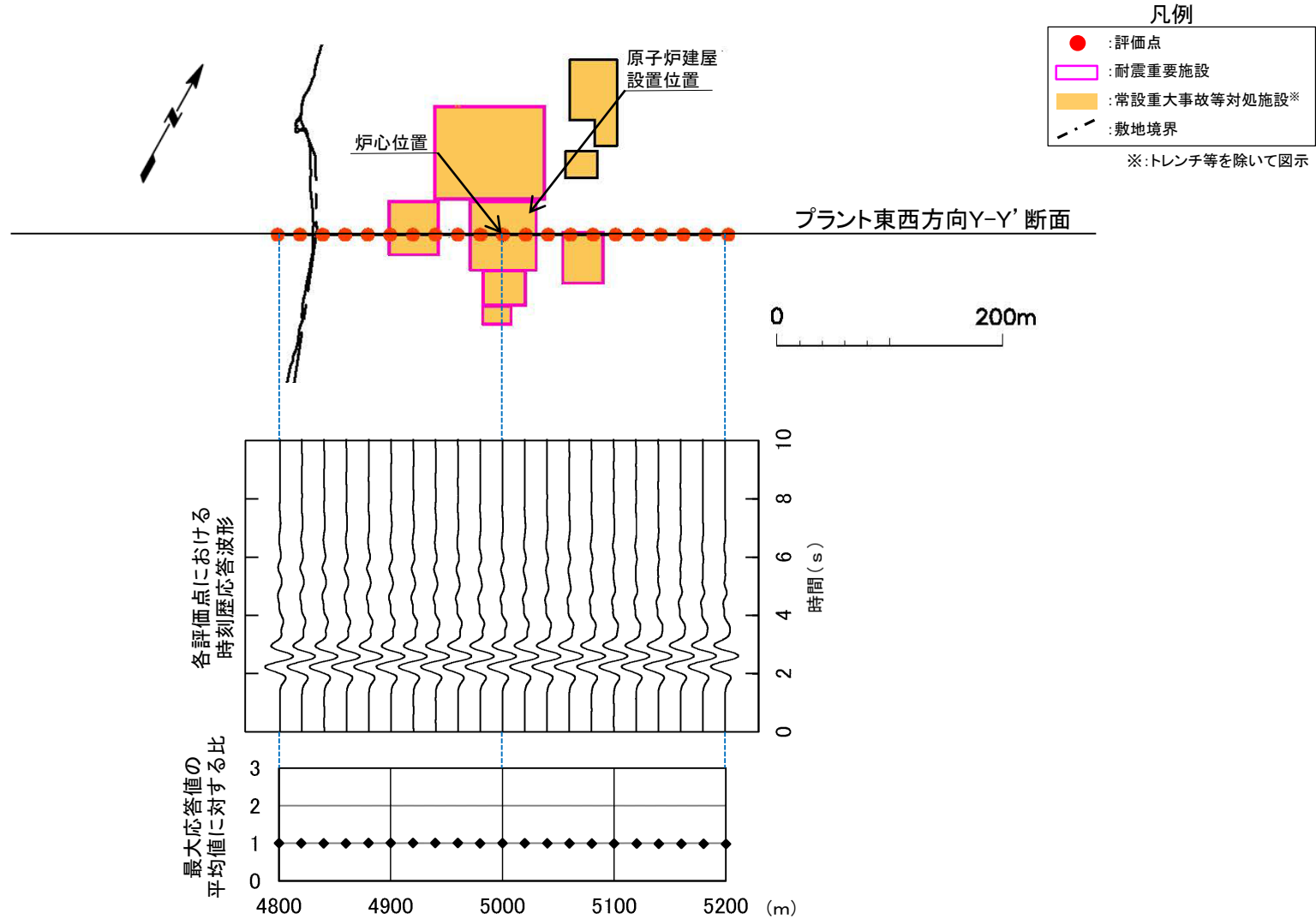
浅部構造の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, T.P.-260m, 中心周期1.0秒, 入射角 -30°)



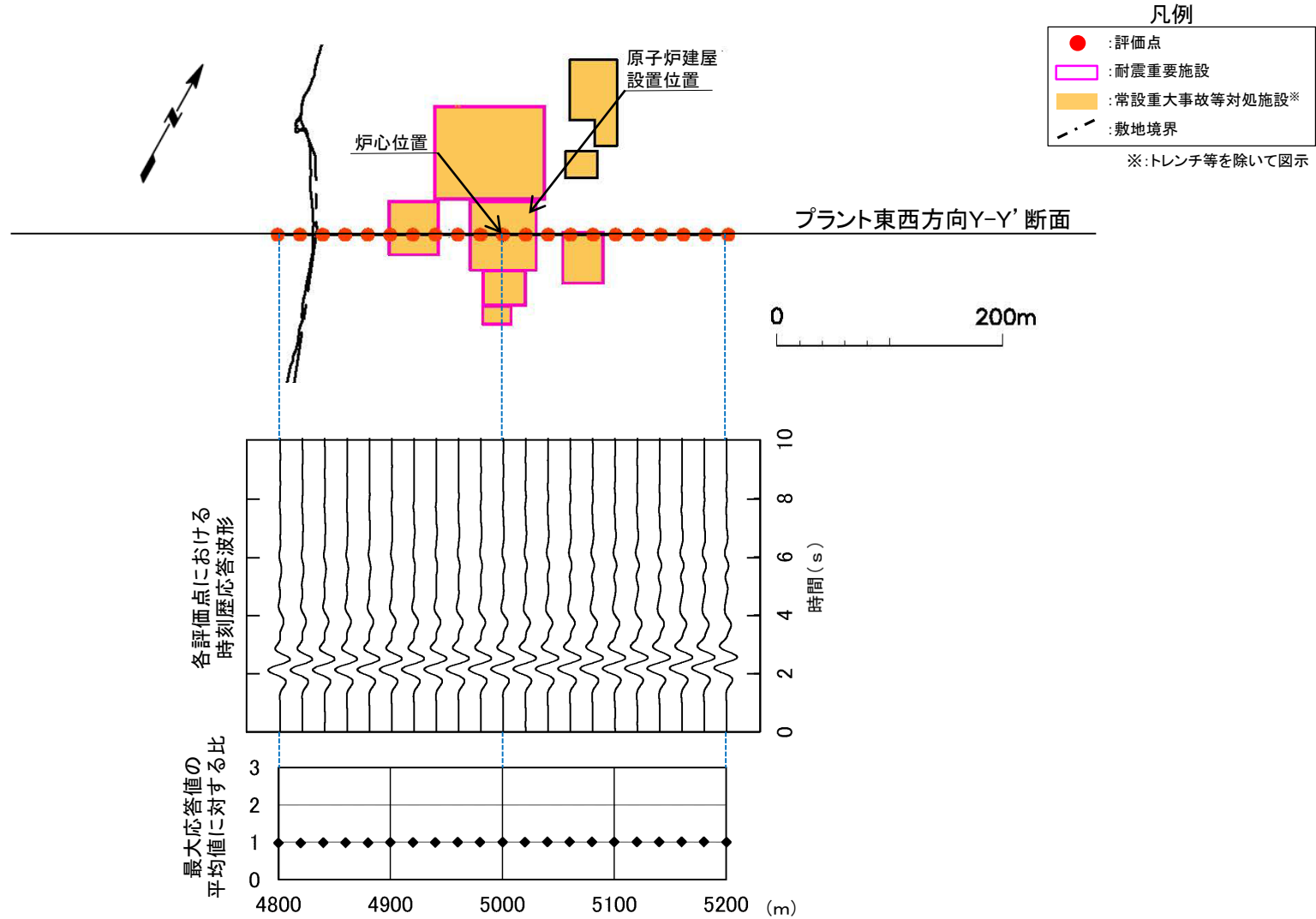
浅部構造の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, T.P.-260m, 中心周期1.0秒, 入射角-45°)



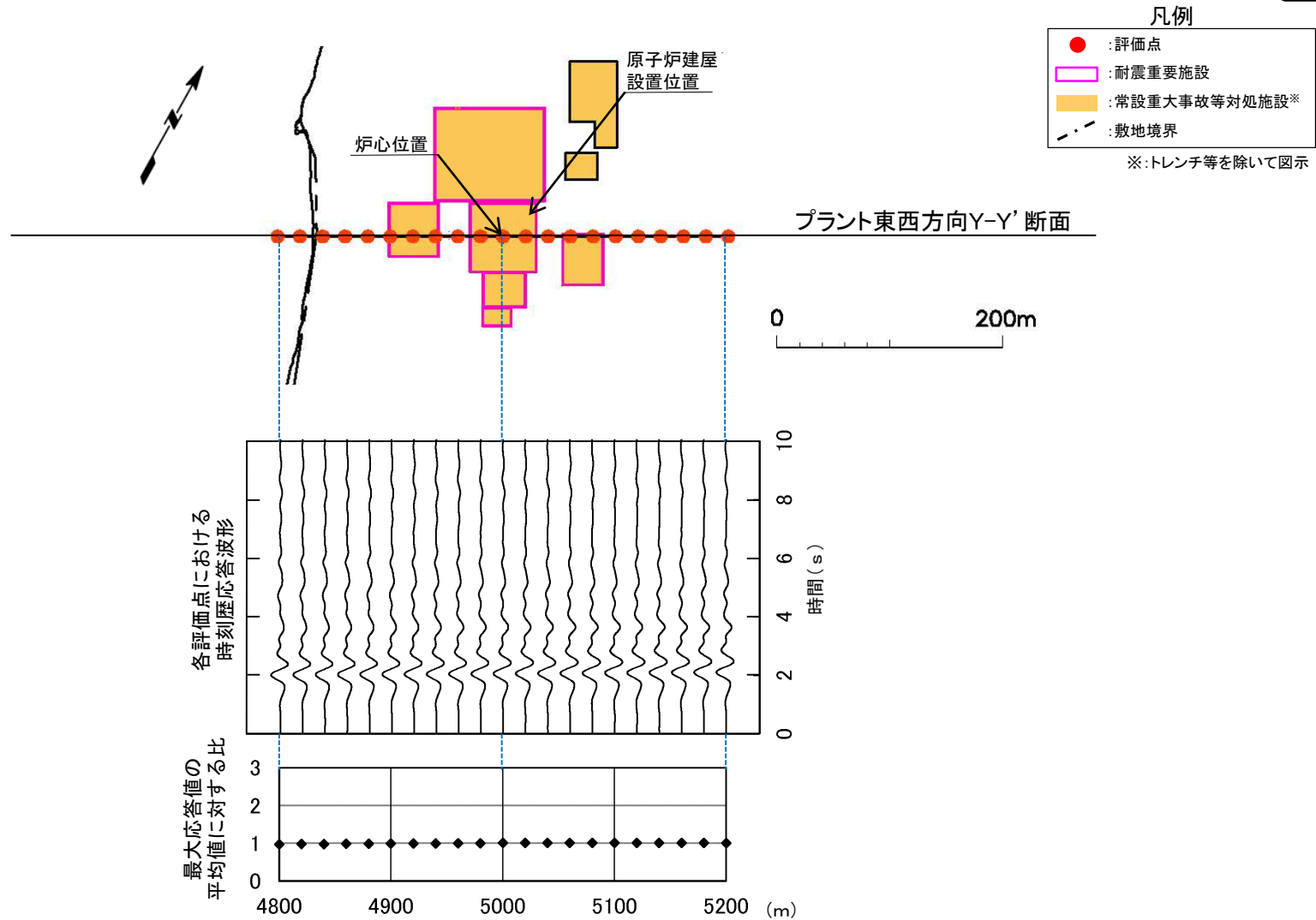
浅部構造の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, T.P.-260m, 中心周期1.0秒, 入射角0°)



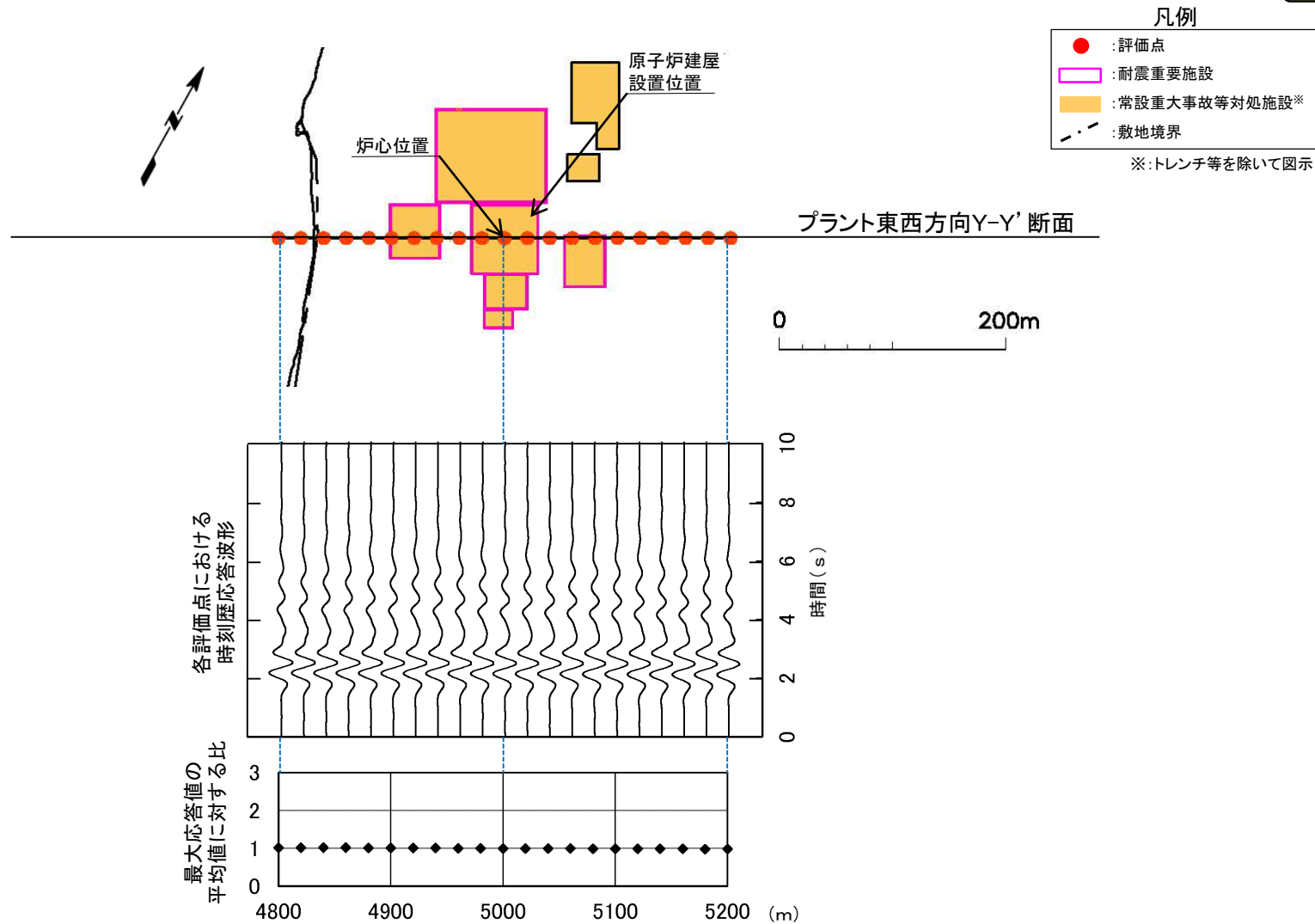
浅部構造の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, T.P.-260m, 中心周期1.0秒, 入射角 +30°)



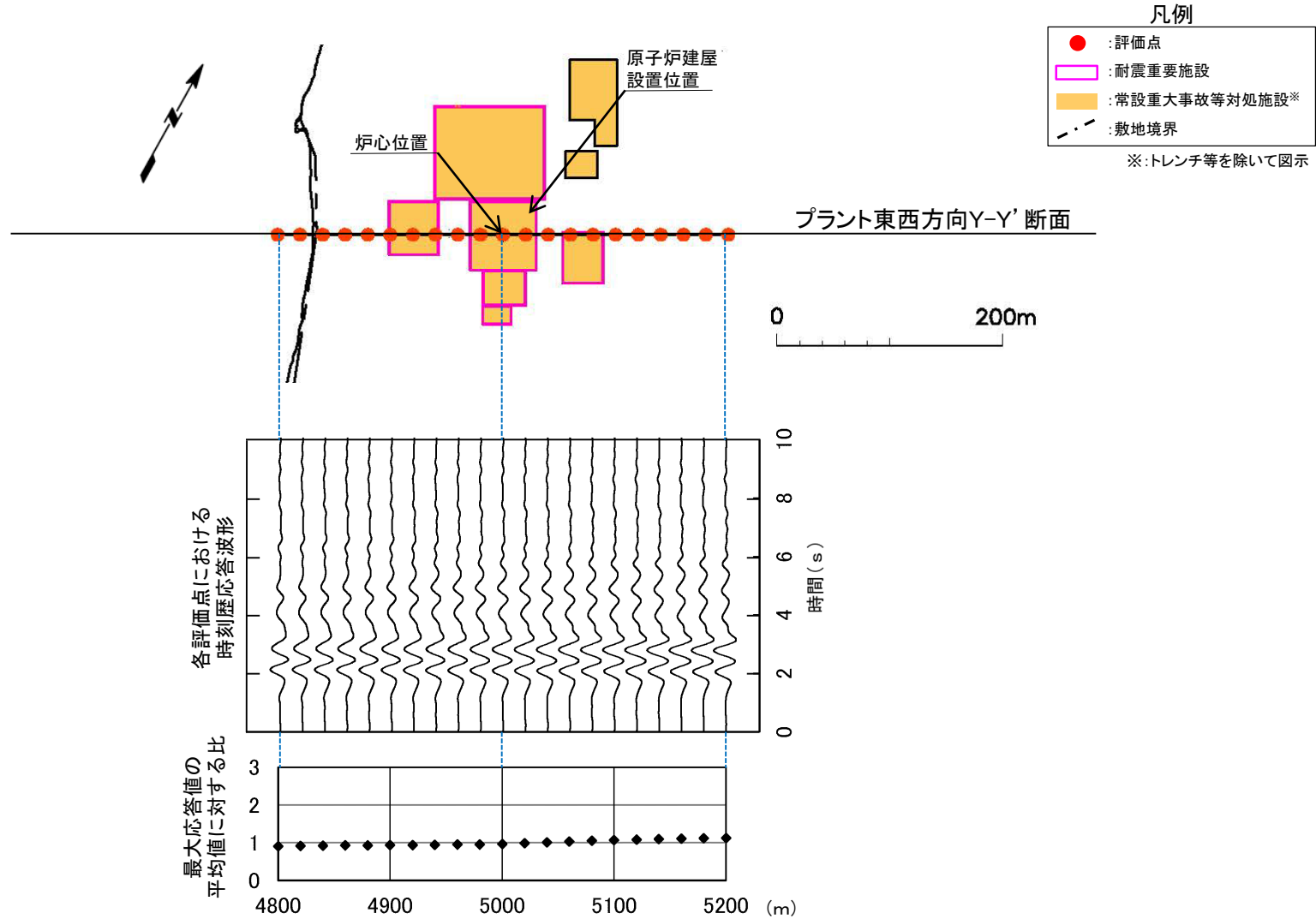
浅部構造の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, T.P.-260m, 中心周期1.0秒, 入射角 +45°)



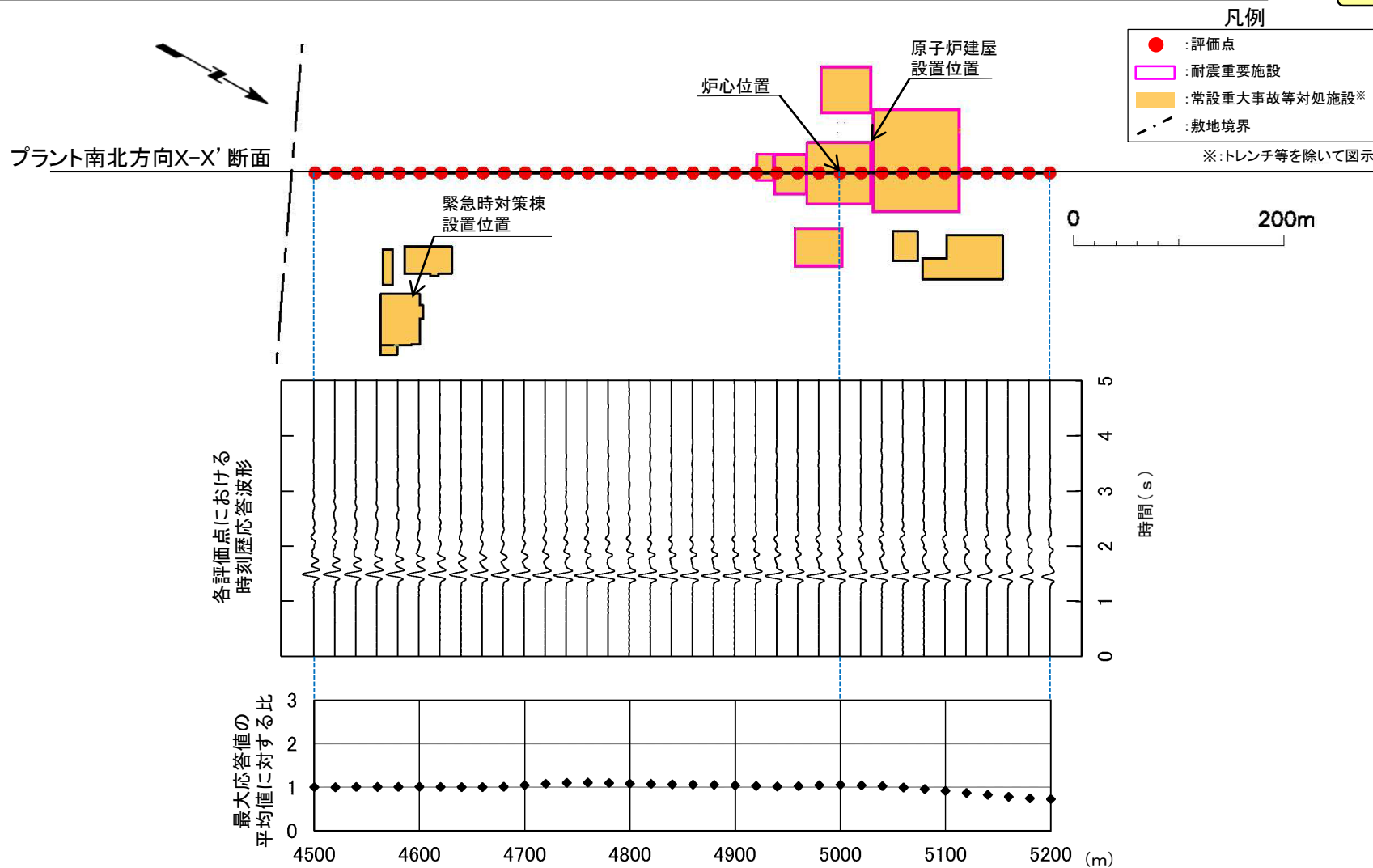
浅部構造の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, T.P.-260m, 中心周期1.0秒, 入射角-30°)



浅部構造の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, T.P.-260m, 中心周期1.0秒, 入射角-45°)

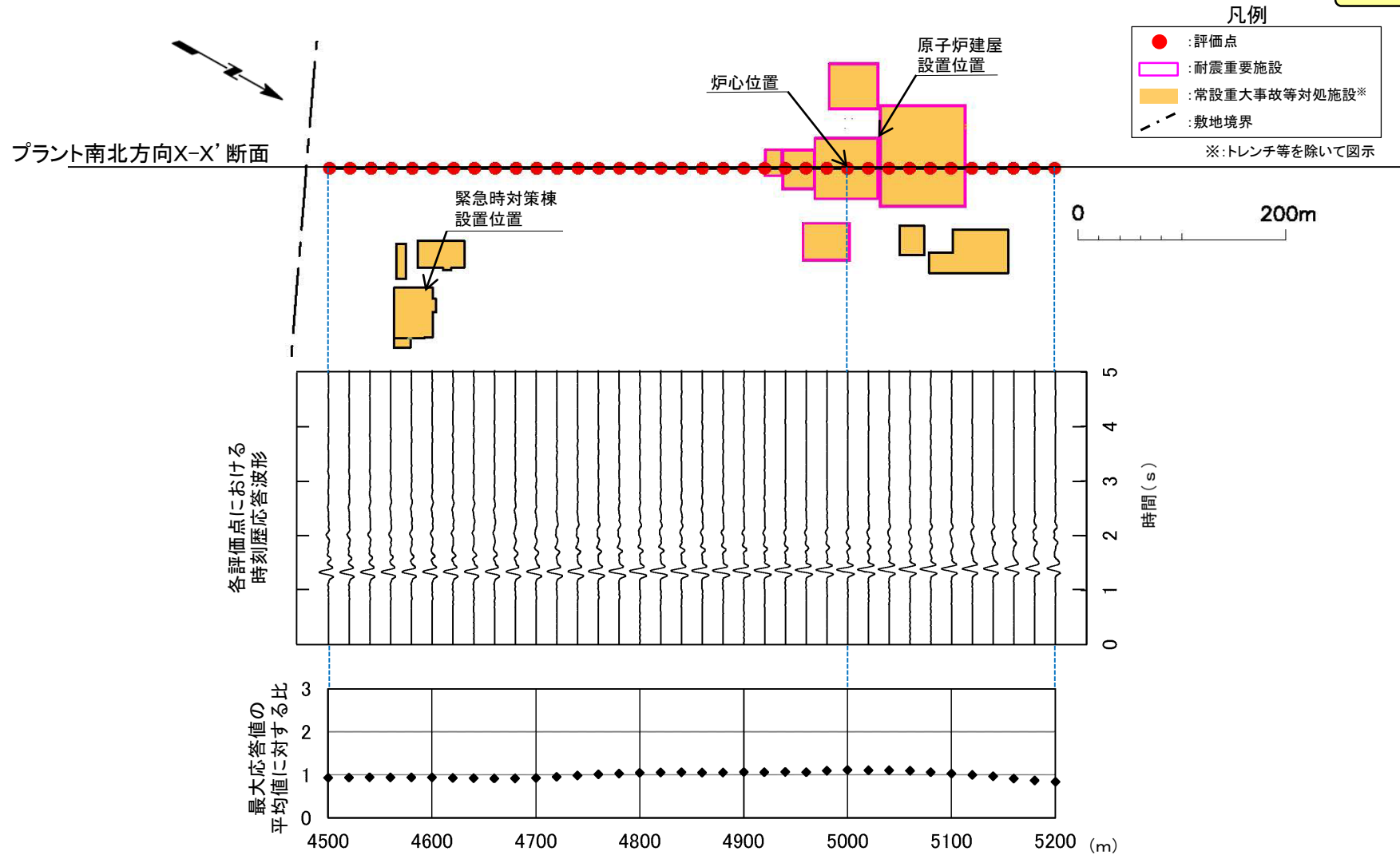


浅部構造の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, T.P.-260m, 中心周期0.2秒, 入射角0°)

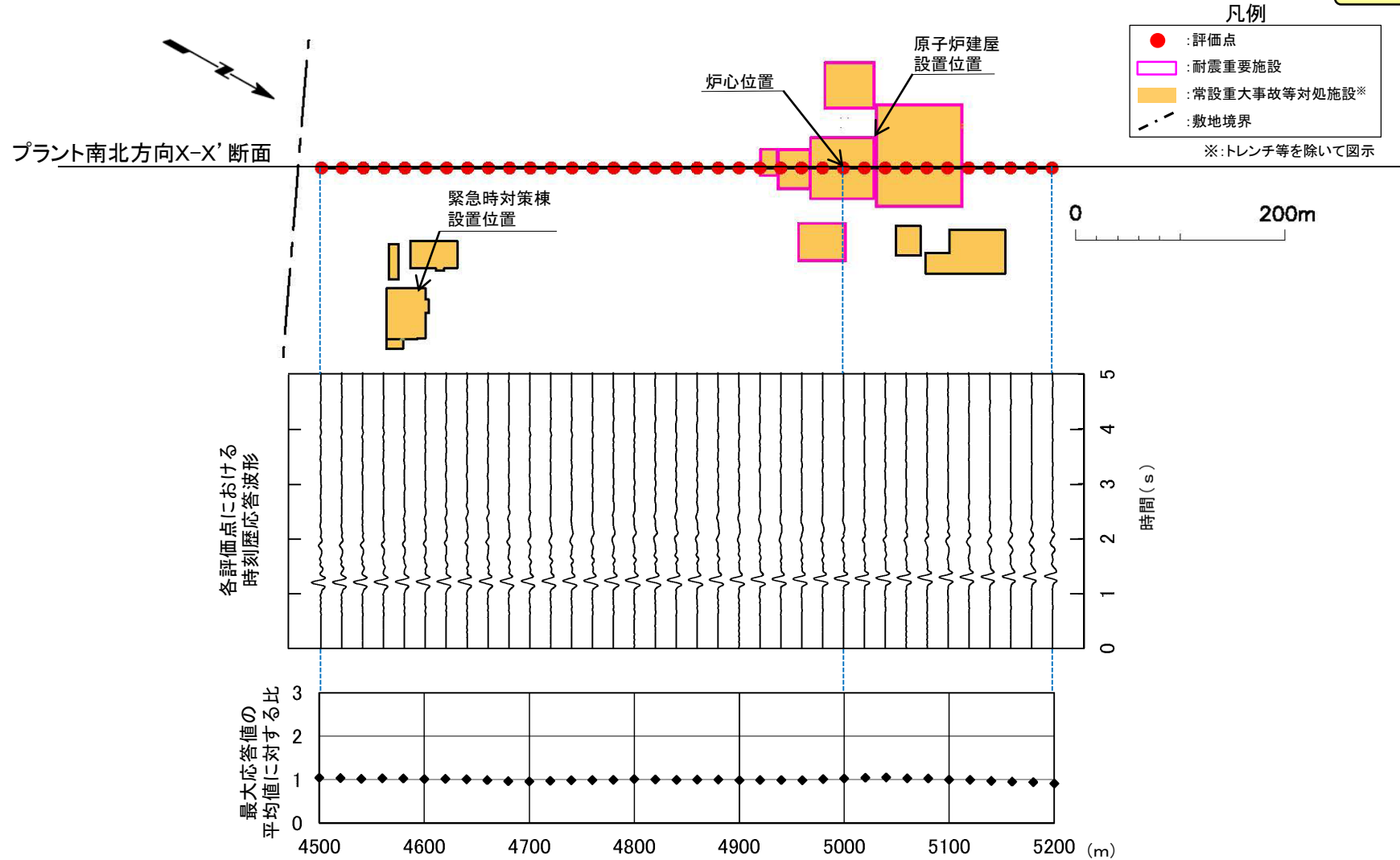


- P.2-165～P.2-174に示すとおり、重要な安全機能を有する施設の設置範囲での解放基盤表面の設定深さにおける各評価点の最大応答値は、安定している。

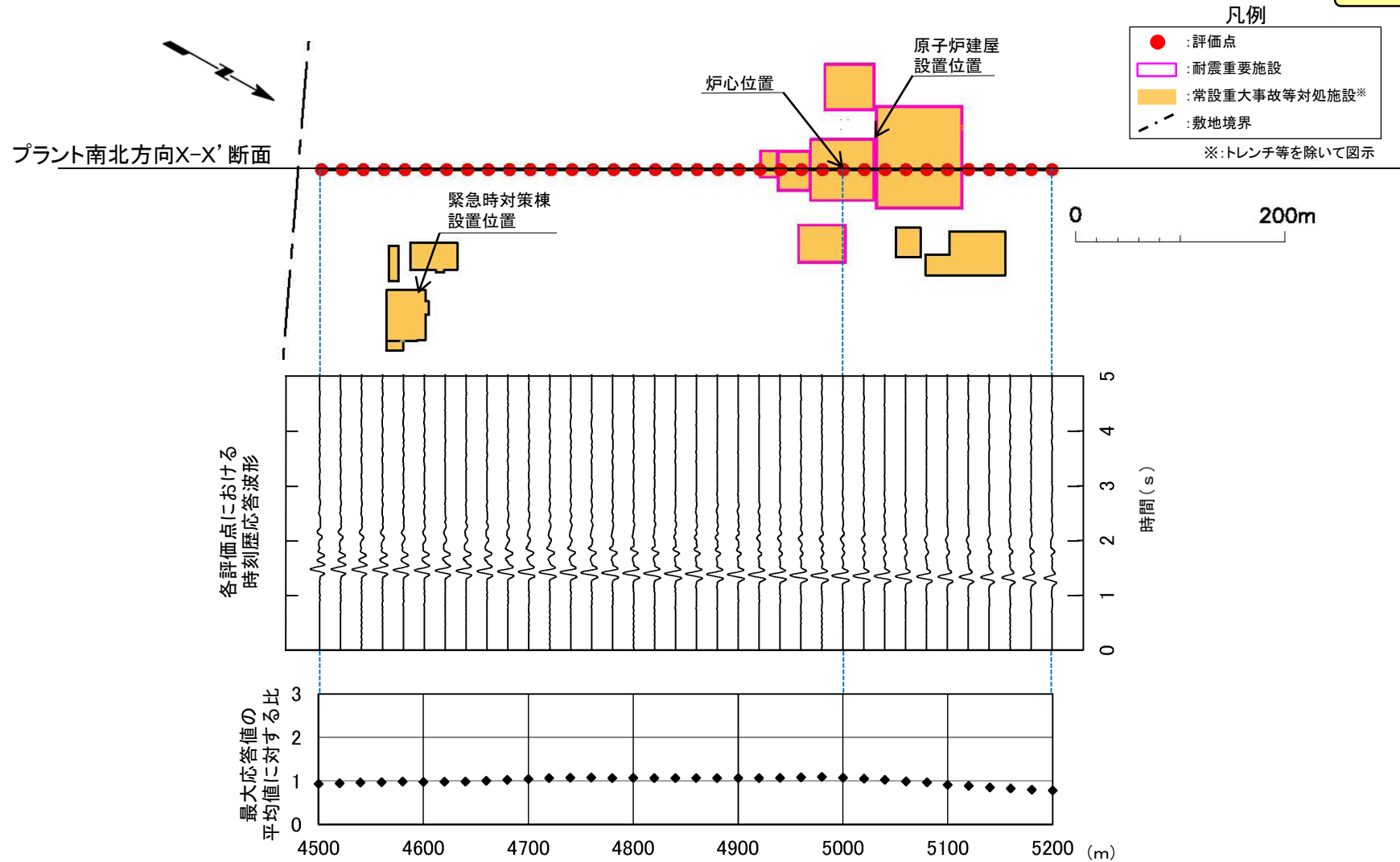
浅部構造の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, T.P.-260m, 中心周期0.2秒, 入射角 +30°)



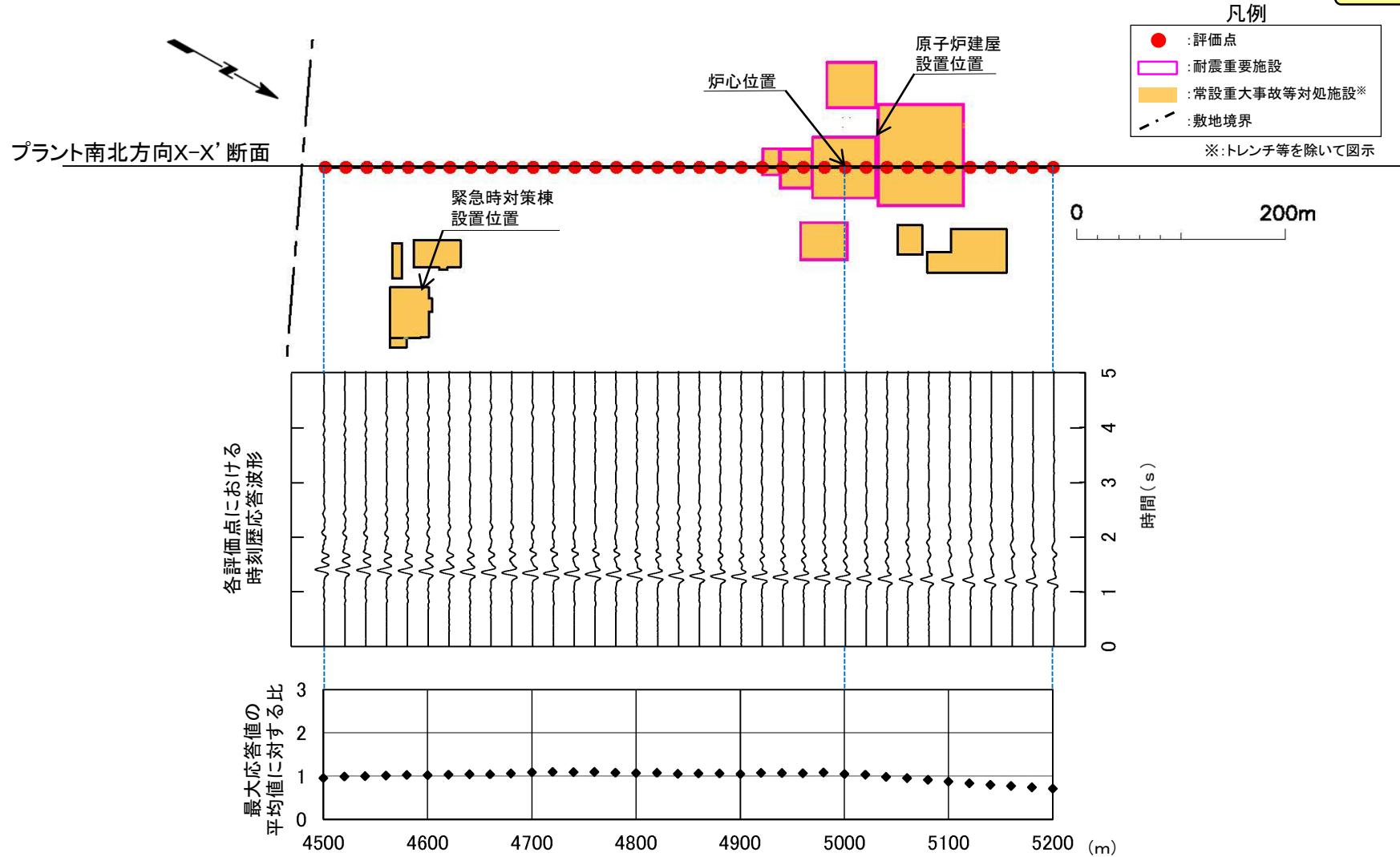
浅部構造の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, T.P.-260m, 中心周期0.2秒, 入射角+45°)



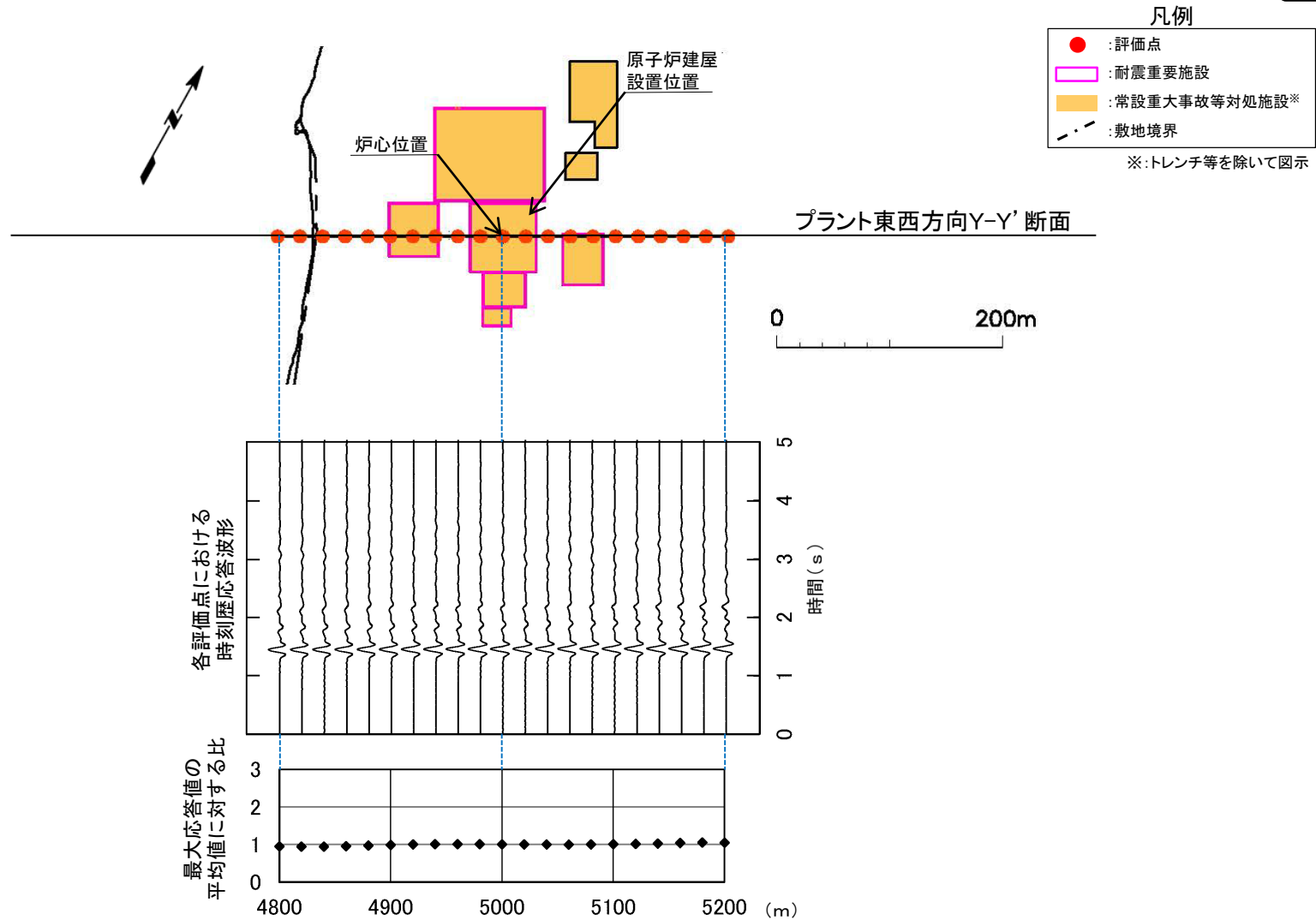
浅部構造の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, T.P.-260m, 中心周期0.2秒, 入射角 -30°)



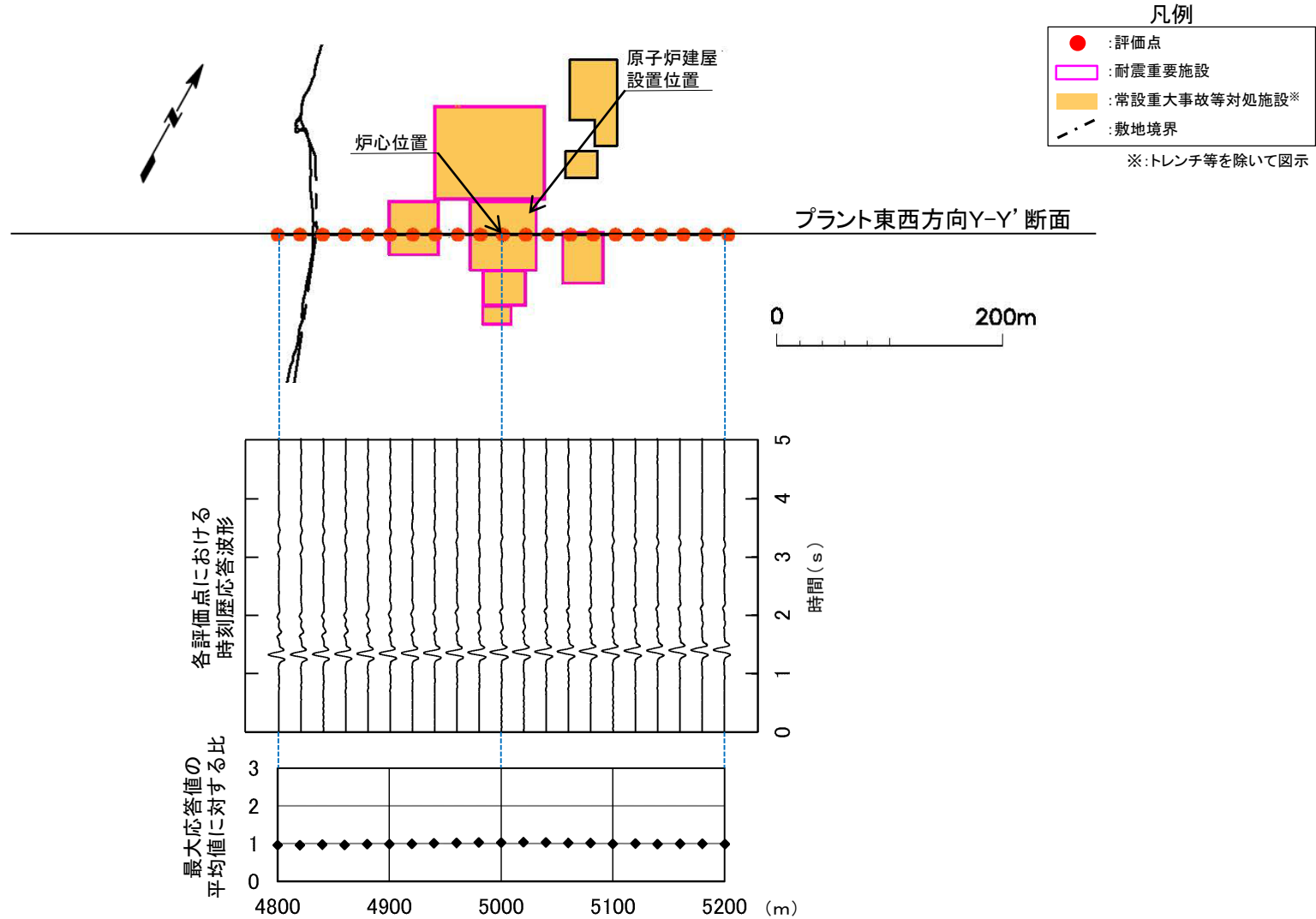
浅部構造の影響確認(プラント南北方向X-X'断面, T.P.-260m, 中心周期0.2秒, 入射角-45°)



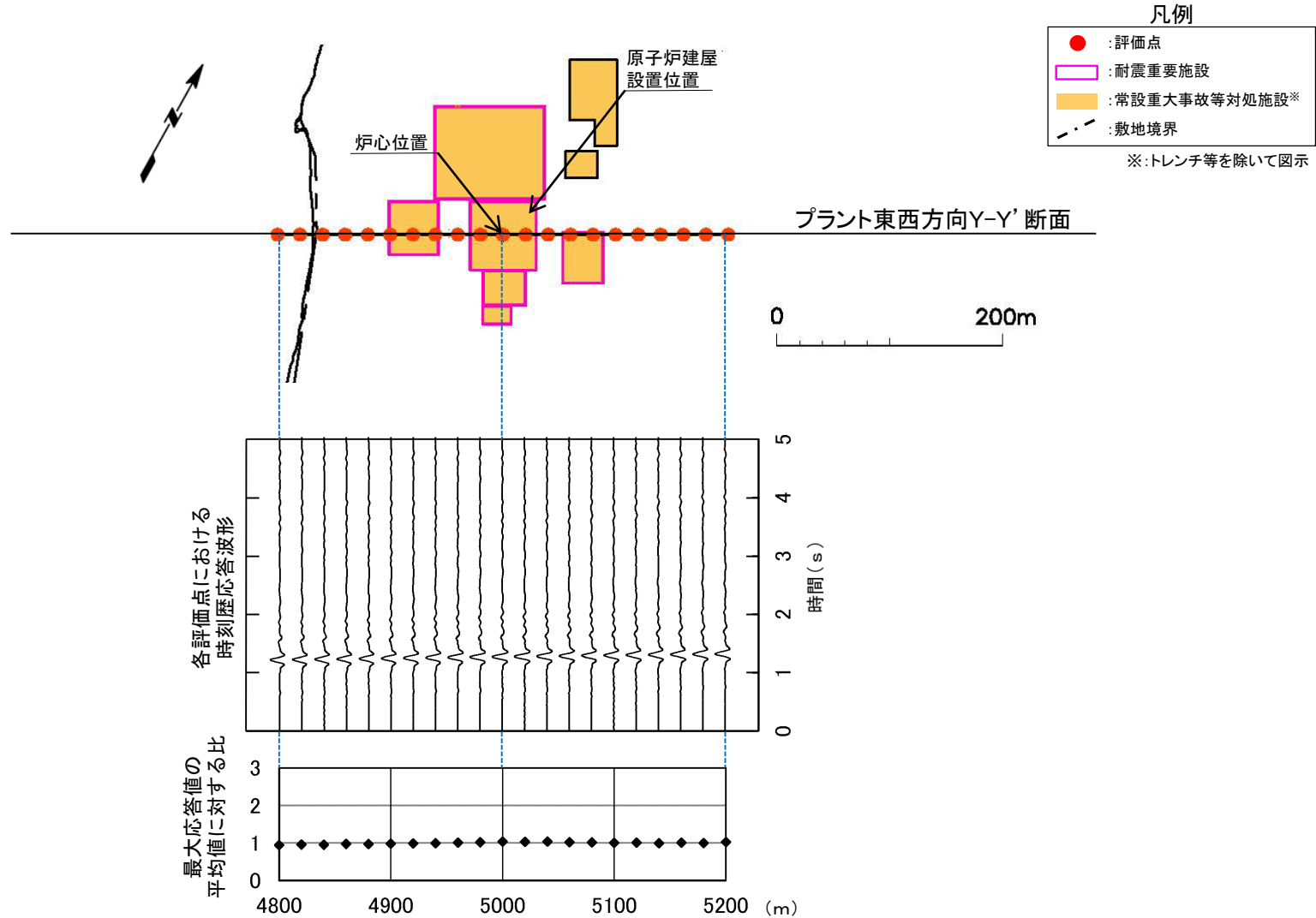
浅部構造の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, T.P.-260m, 中心周期0.2秒, 入射角0°)



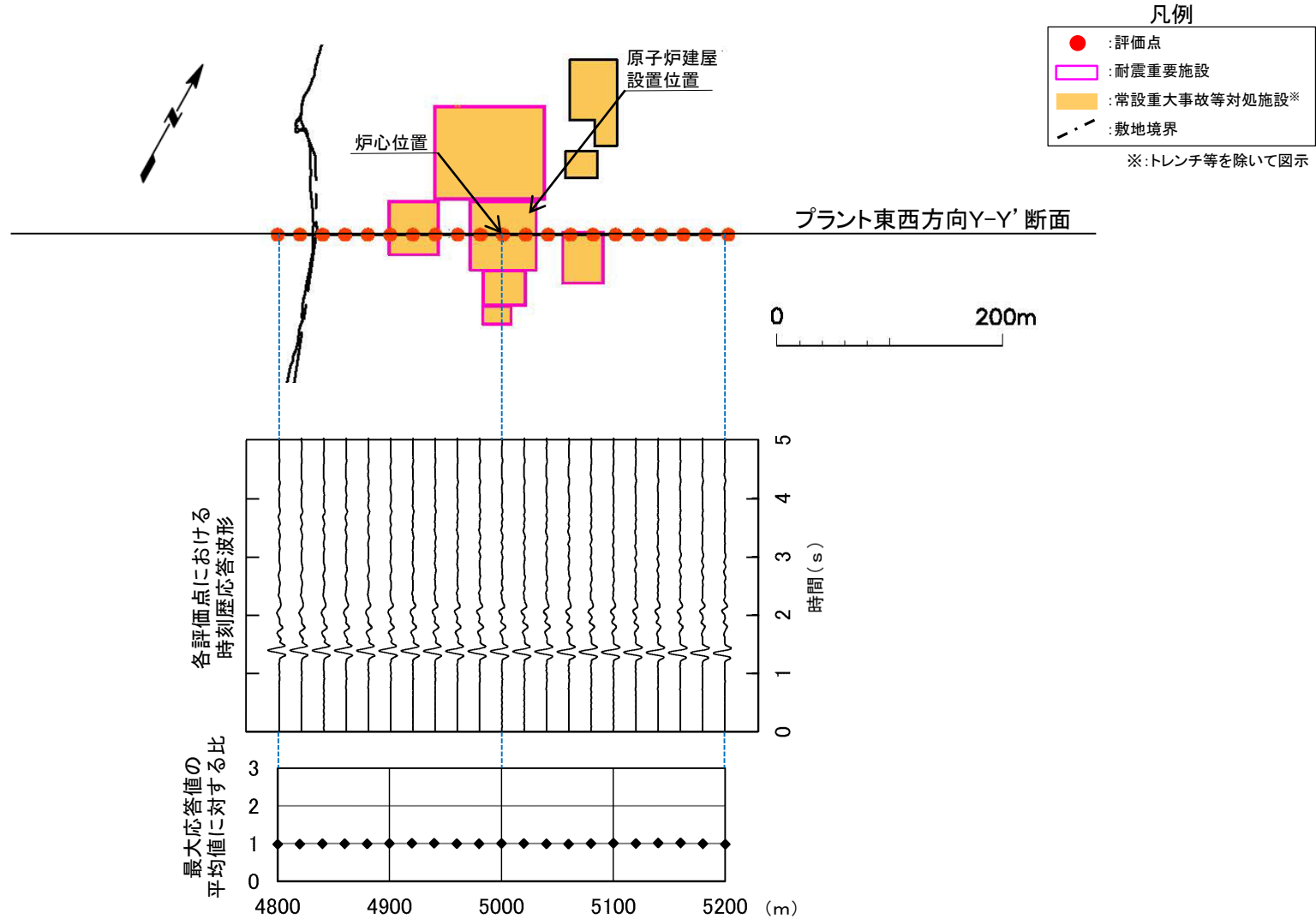
浅部構造の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, T.P.-260m, 中心周期0.2秒, 入射角 +30°)



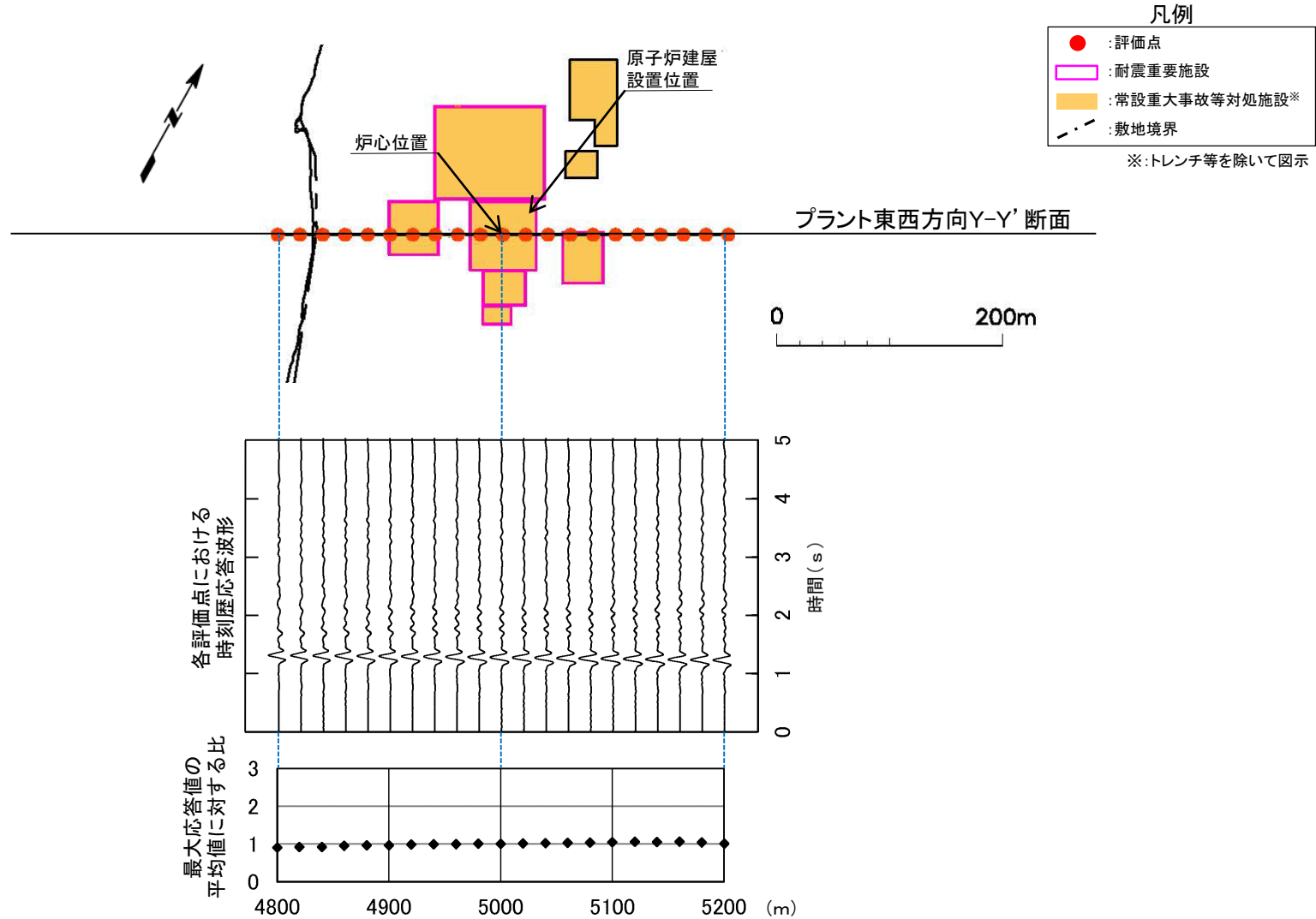
浅部構造の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, T.P.-260m, 中心周期0.2秒, 入射角 +45°)



浅部構造の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, T.P.-260m, 中心周期0.2秒, 入射角-30°)



浅部構造の影響確認(プラント東西方向Y-Y'断面, T.P.-260m, 中心周期0.2秒, 入射角-45°)

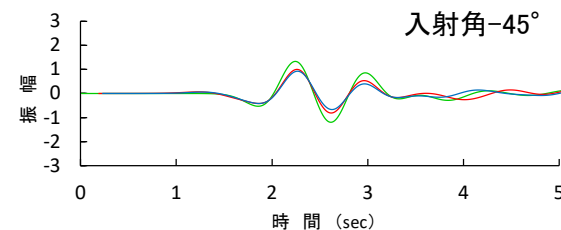
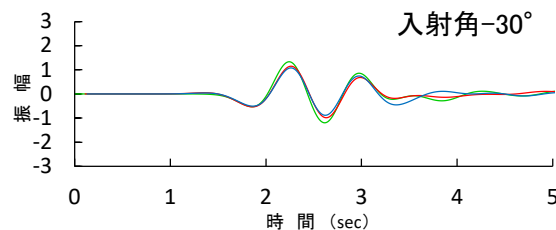
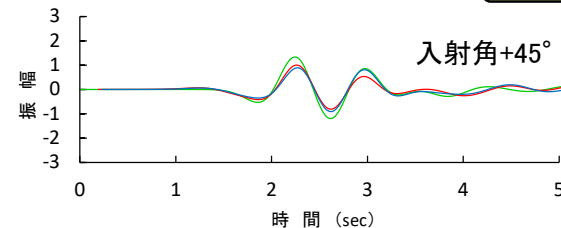
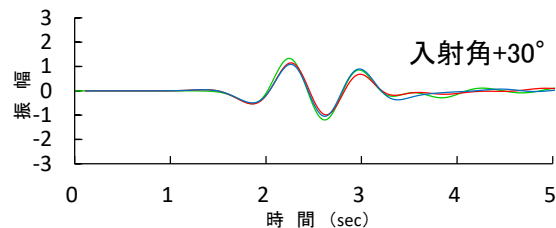
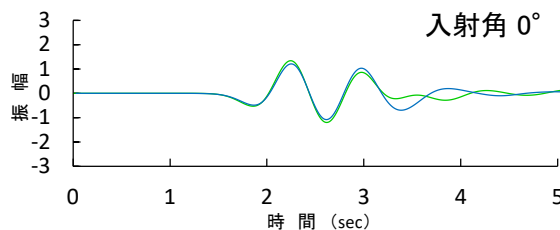


浅部構造の影響確認 (水平成層モデル※による応答波形との比較, T.P.-260m, 中心周期1.0秒)

プラント南北方向X-X' 断面

凡例

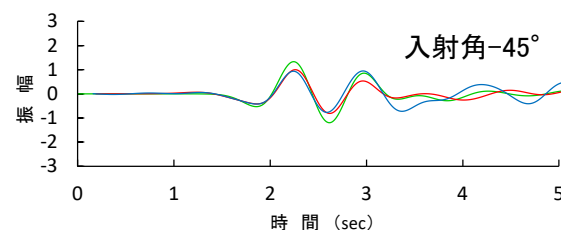
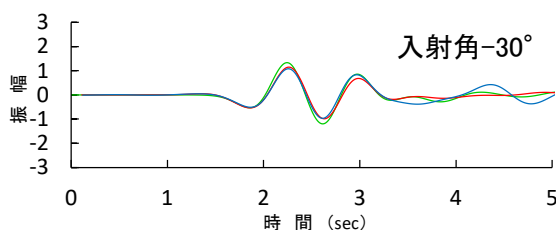
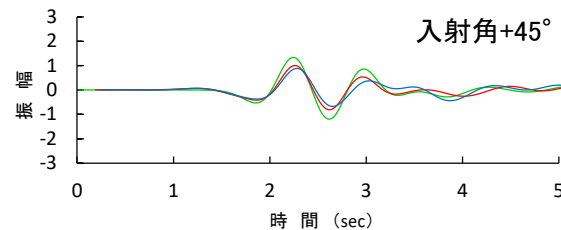
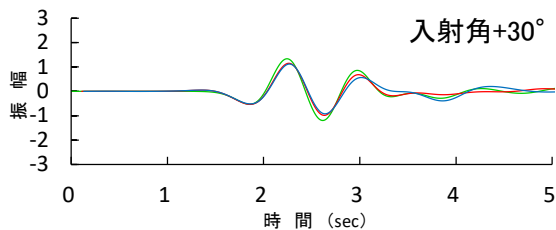
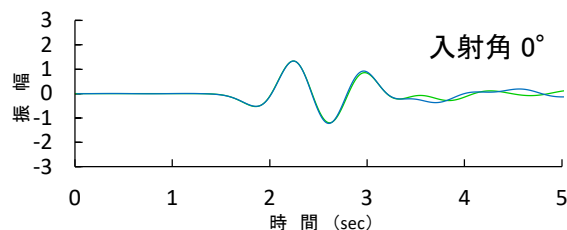
- : 二次元FEMモデルによる解析結果
- : 水平成層モデル斜め入射による解析結果
- : 水平成層モデル鉛直入射による解析結果



プラント東西方向Y-Y' 断面

凡例

- : 二次元FEMモデルによる解析結果
- : 水平成層モデル斜め入射による解析結果
- : 水平成層モデル鉛直入射による解析結果



炉心位置における解放基盤表面の設定深さでの応答波形

※ : 水平成層モデルはP.2-132, P.2-133を参照

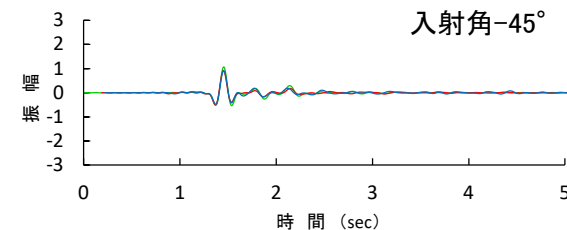
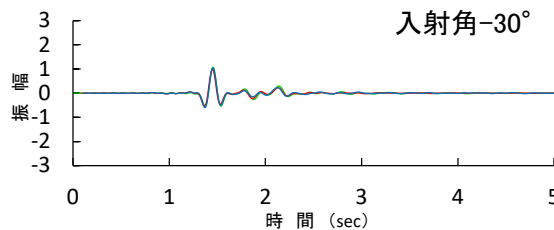
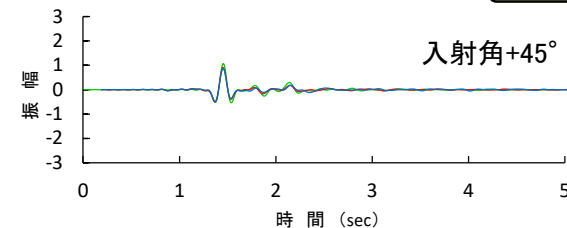
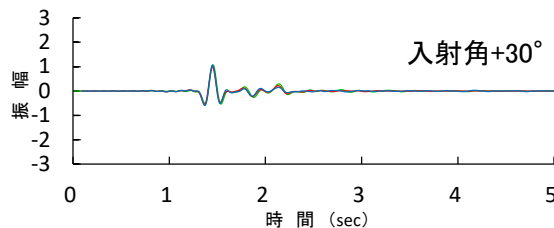
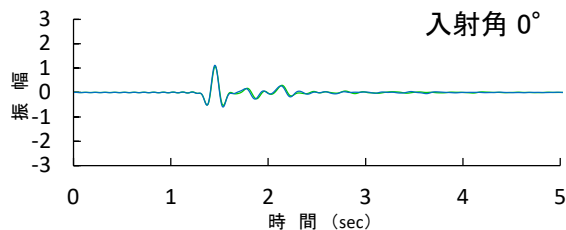
- 解放基盤表面以浅の構造が、炉心位置の解放基盤表面の設定深さにおける地震動に及ぼす影響について検討した。
- 中心周期1.0秒のリッカー波を入力した場合、各ケースについて、二次元FEMモデルと水平成層モデルによる主要動部の応答波形の最大振幅はおおむね同程度、若しくは水平成層モデル鉛直入射の方が大きく、位相もおおむね整合していることから、浅部の地下構造が、敷地の解放基盤表面の設定深さにおける地震動に及ぼす影響はないものと考えられる。

浅部構造の影響確認 (水平成層モデル※による応答波形との比較, T.P.-260m, 中心周期0.2秒)

プラント南北方向X-X'断面

凡例

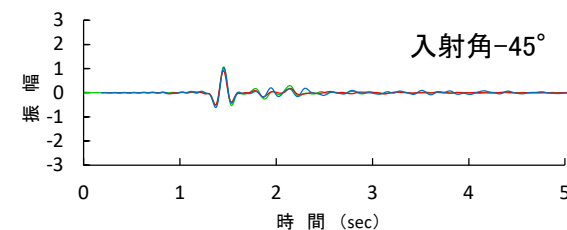
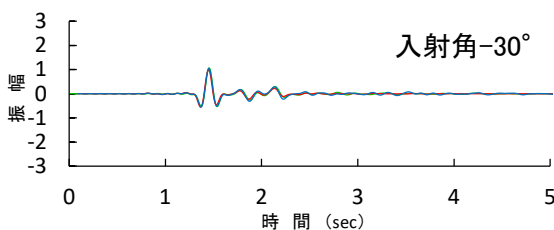
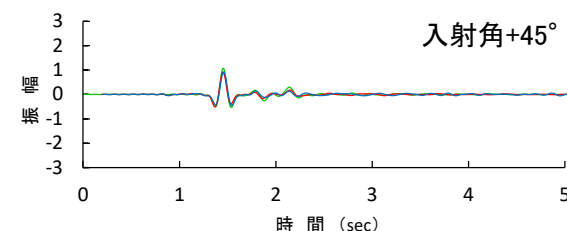
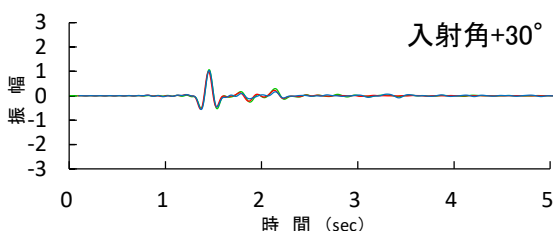
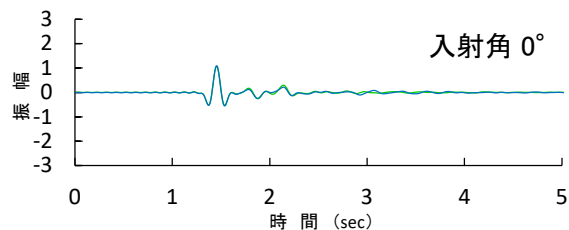
- : 二次元FEMモデルによる解析結果
- : 水平成層モデル斜め入射による解析結果
- : 水平成層モデル鉛直入射による解析結果



プラント東西方向Y-Y'断面

凡例

- : 二次元FEMモデルによる解析結果
- : 水平成層モデル斜め入射による解析結果
- : 水平成層モデル鉛直入射による解析結果



炉心位置における解放基盤表面の設定深さでの応答波形

※ : 水平成層モデルはP.2-132, P.2-133を参照

- 中心周期0.2秒のリッカー波を入力した場合、各ケースについて、二次元FEMモデルと水平成層モデルによる主要動部の応答波形の最大振幅はおおむね同程度であり、位相もおおむね整合していることから、浅部の地下構造が、敷地の解放基盤表面の設定深さにおける地震動に及ぼす影響はないものと考えられる。