

川内原子力発電所1号炉、2号炉審査資料	
資料番号	TTS－016
提出年月日	2022年12月6日

川内原子力発電所 1 号炉及び 2 号炉

標準応答スペクトルを考慮した地震動評価における 地下構造モデルの設定について (コメント回答)〔補足説明資料〕

2022年12月6日
九州電力株式会社

1. PS検層モデルの分析
2. 速度構造の設定について
3. 地下構造モデル全体の妥当性確認

【参考】 既許可の地下構造モデルの速度構造の設定

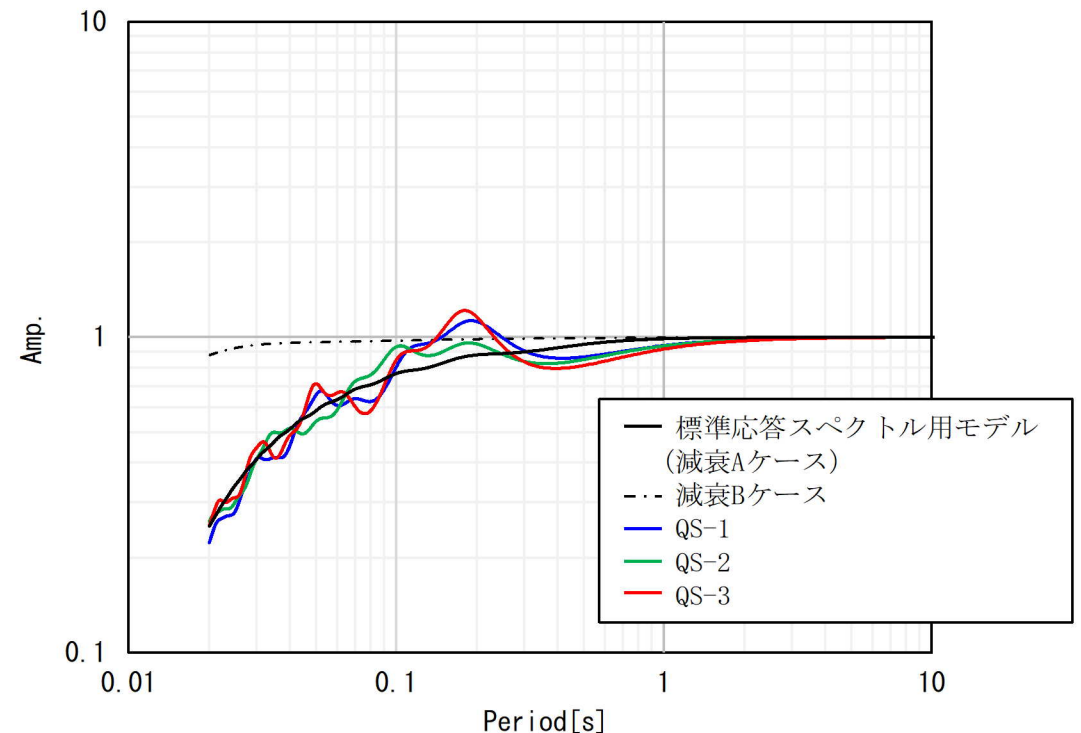
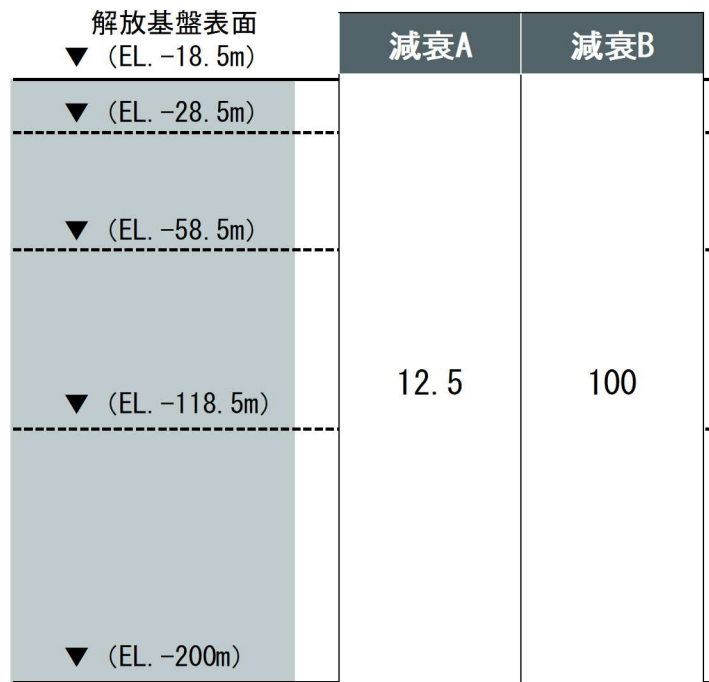
1. PS検層モデルの分析

■ 地盤減衰（Q値）による影響確認

- 今回の標準応答スペクトル用モデルは地盤減衰（Q値）を鉛直アレイの地震観測記録や最新の知見に基づく評価により設定している。
- 特徴的なピーク（水平：0.1～0.2秒付近）の生成要因を確認するため、地盤減衰（Q値）を変更した検討を実施。
- 標準応答スペクトル用モデルの地盤減衰（Q値）を大きくした場合（既許可の地盤減衰（ $Q=100$ ）とした場合）でも、QS-1及びQS-3の特徴的なピークを再現できない。



- QS-1～QS-3の伝達関数に見られる特徴的なピークは、地盤減衰（Q値）によるものではないと考えられる。



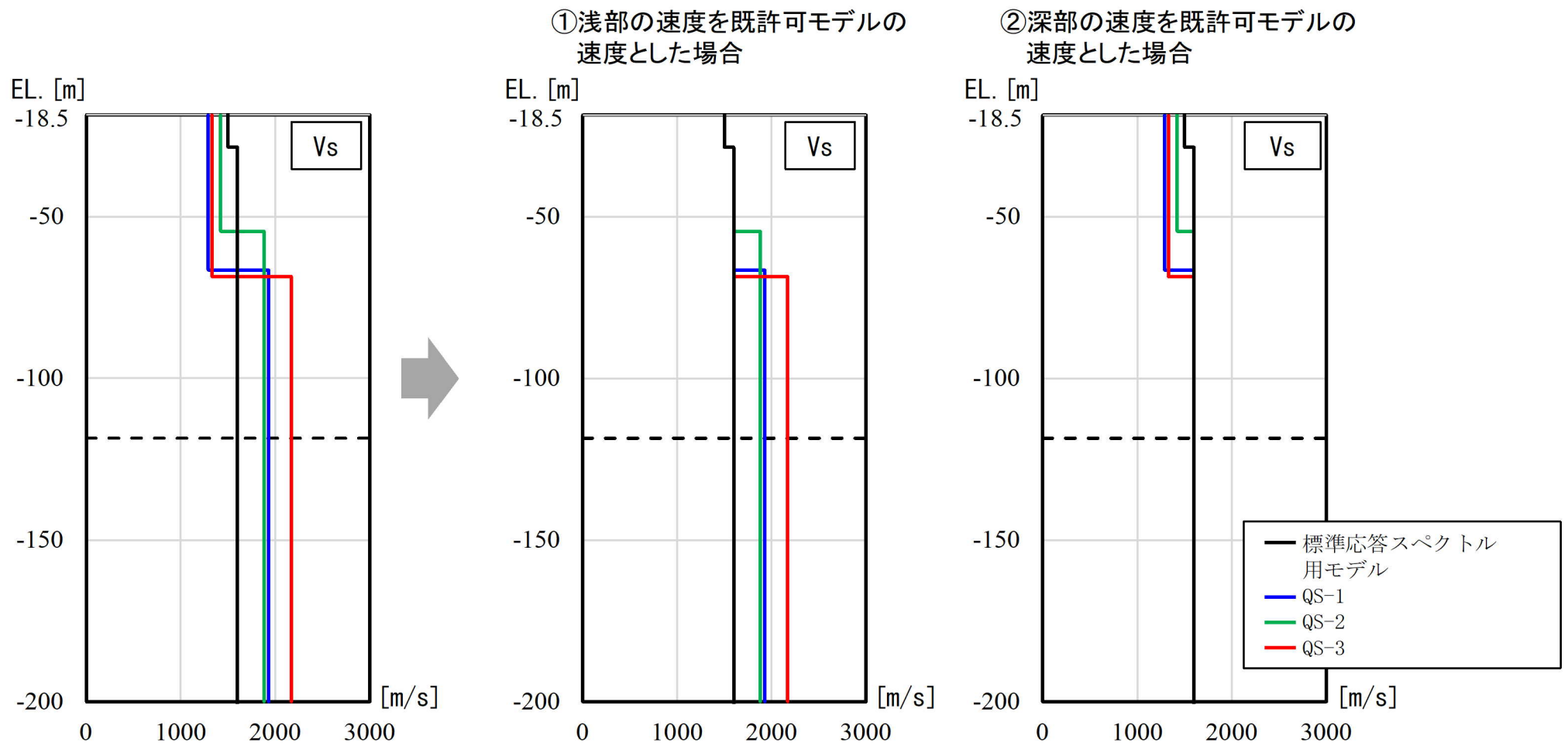
1. PS検層モデルの分析

■ 速度構造による影響確認

- 標準応答スペクトル用モデルは、速度構造のコントラストがほとんどない。一方、PS検層モデルは、全孔ともに、標準応答スペクトル用モデルと比べてコントラストが大きい。
- 特徴的なピーク（水平：0.1～0.2秒付近）との関連性を確認するため、速度構造を以下に設定した検討を実施。

①浅部の速度を既許可モデルの速度とした場合（浅部の速度のみを速くした場合）

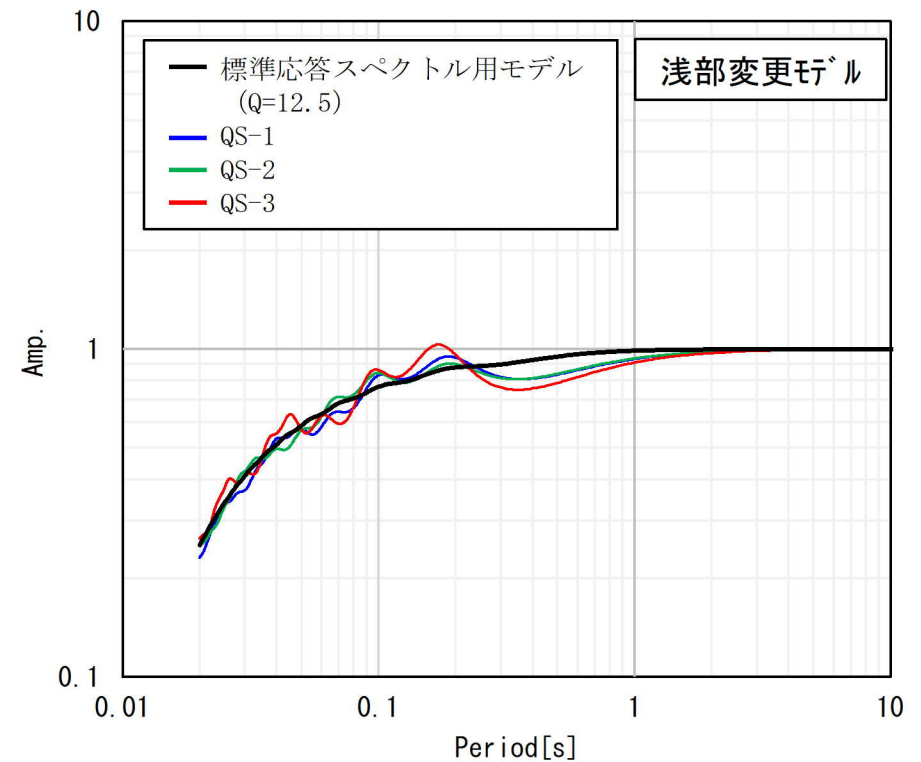
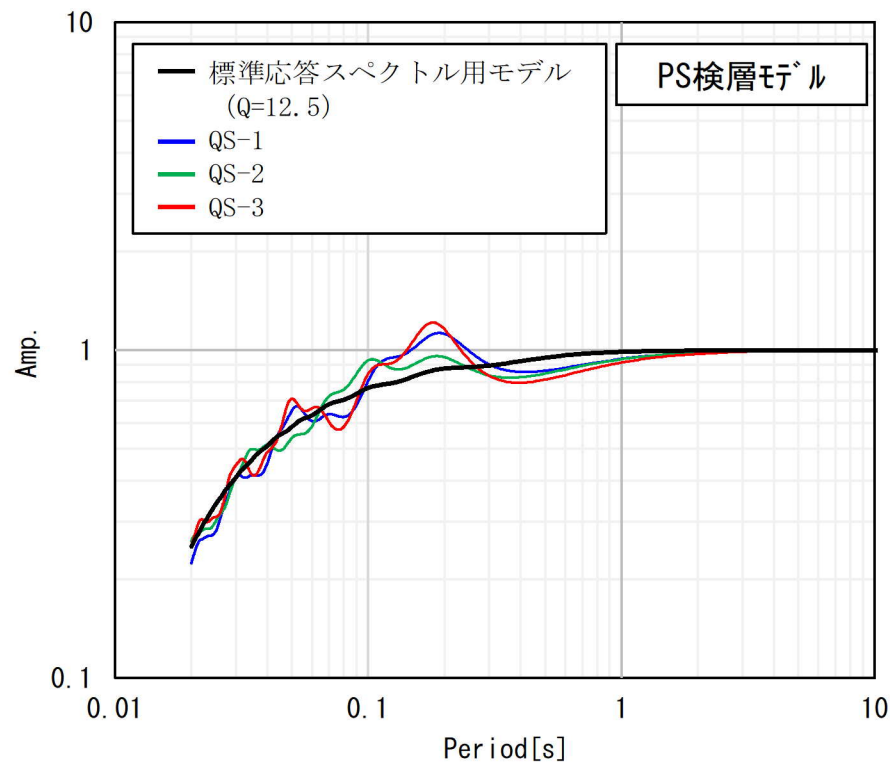
②深部の速度を既許可モデルの速度とした場合（深部の速度のみを遅くした場合）



1. PS検層モデルの分析

■ ①浅部の速度を既許可モデルの速度とした場合（浅部の速度のみを速くした場合）

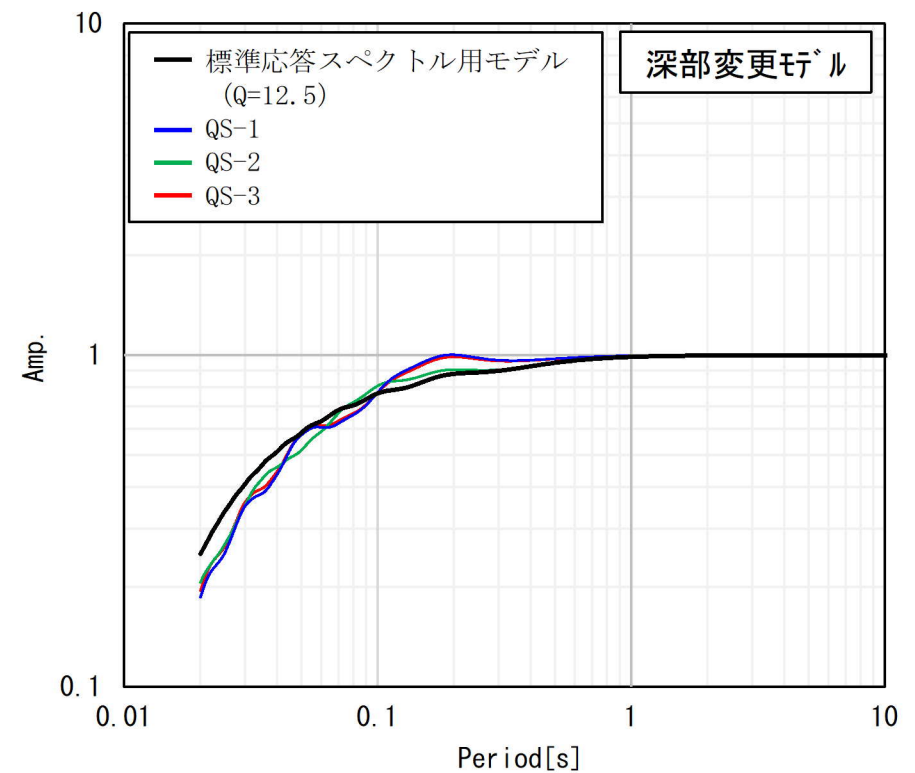
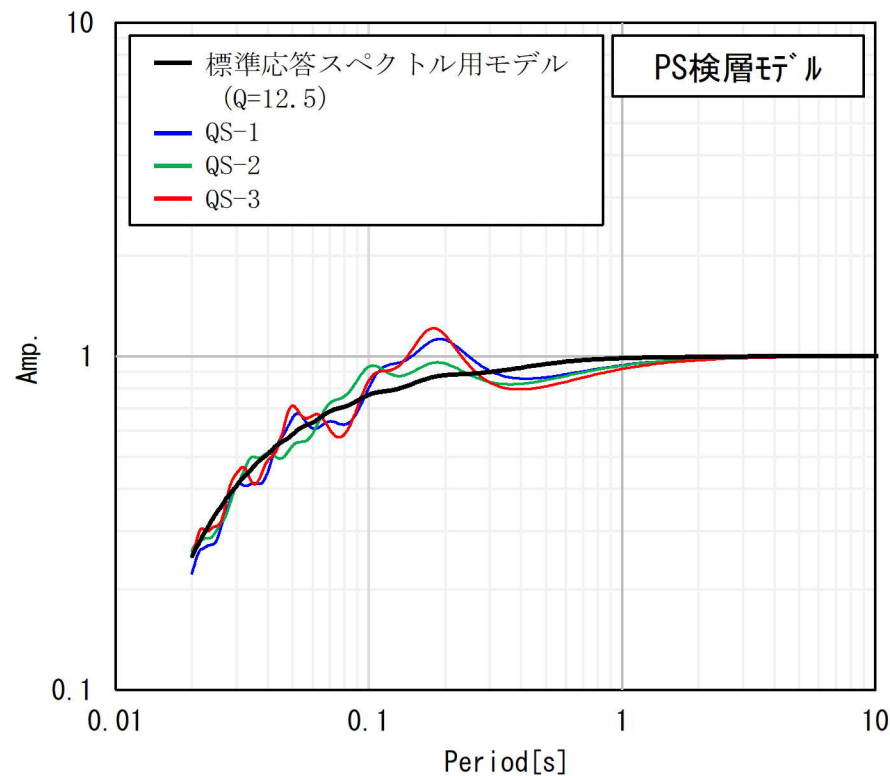
- 浅部の速度を変更した結果、QS-1～QS-3の伝達関数は、0.1～0.2秒付近に見られた特徴的なピークが低減される。



1. PS検層モデルの分析

■ ②深部の速度を既許可モデルの速度とした場合（深部の速度のみを遅くした場合）

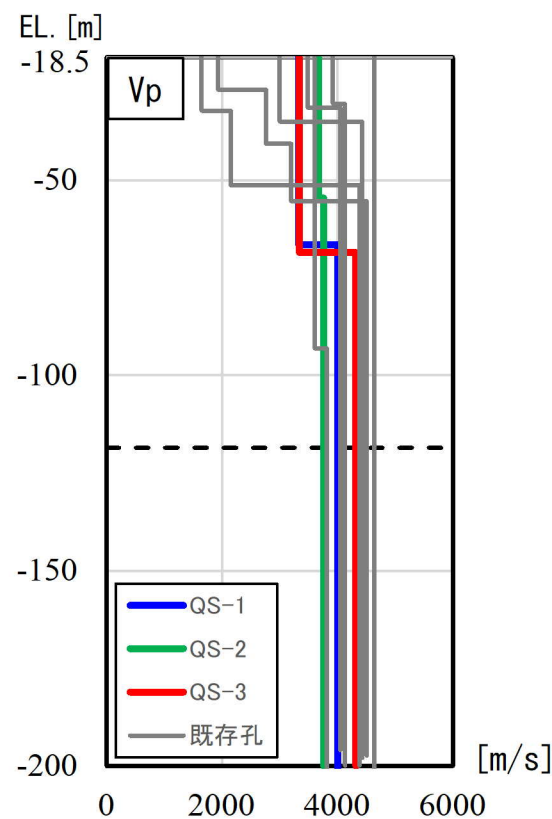
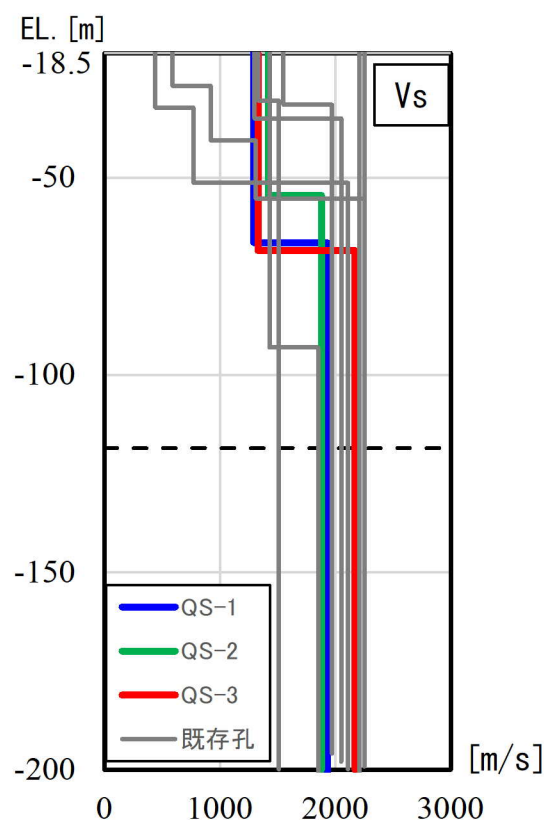
- 深部の速度を変更した結果、QS-1～QS-3の伝達関数は、0.1～0.2秒付近に見られた特徴的なピークが低減される。
- QS-1～QS-3の伝達関数に見られる特徴的なピークは、速度構造のコントラストによるものであると考えられる。



2. 速度構造の設定について

■ 既存のPS検層結果との比較・検討

- 今回得られたPS検層結果と既存の原子炉設置位置付近のPS検層結果の速度構造は、大きく変わらない。
 - 既許可の地下構造モデルの速度構造は、PS検層、鉛直アレイ地震観測や微動アレイ観測などに基づく多面的な検討を実施し、敷地の平均的な特性を反映する観点から、鉛直アレイ地震観測や微動アレイ観測を基に、速度構造を設定している。（8～11頁参照）
- ▼
- 今回のPS検層結果と既存のPS検層結果に大きな差はなく、既許可時における速度構造設定の考え方を変え得るものではない。



3. 地下構造モデル全体の妥当性確認

■ 標準応答スペクトル用モデルの妥当性確認

- モデル浅部の妥当性については、以下により確認。
 - PS検層モデルとの比較により全体的な傾向は概ね同等
 - 特徴的なピークは速度構造のコントラストによるものであるが、既許可時における速度構造設定の考え方を変え得るものではない
- モデル全体の妥当性については、地震基盤相当面～解放基盤表面までのサイト増幅特性を確認できる経験的地盤増幅率により確認。

地下構造モデルの妥当性確認のイメージ

解放基盤 表面	密度 ρ (g/cm ³)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	Q 値
-18.5m	2.70	1500	3200	12.5
-28.5m	2.70	1600	3700	12.5
-200m	2.70	1600	3700	100
-480m	2.70	2150	4400	200
-1018.5m	2.70	3010	5200	200

モデル浅部の妥当性確認

【PS検層モデルによる妥当性確認】

- 全体的な傾向は同等
- 特徴的なピークは速度構造のコントラストによるもの

速度構造の設定は既許可時から変更しないと判断

- 既許可以降に取得した鉛直アレイ観測結果を踏まえても速度構造は既許可時と同等であること
- 追加ボーリングによるPS検層結果と既存PS検層結果は大きく変わらないこと

から、敷地の平均的な特性を反映している既許可時の速度構造を採用

モデル全体の妥当性確認

【経験的地盤増幅率による妥当性確認】

- 全体的な傾向は大きい、もしくは一部周期帯で同等

【参考】既許可の地下構造モデルの速度構造の設定

■ 既許可の地下構造モデルの速度構造の設定

第114回審査会合資料より抜粋

- 基準地震動の策定における地震動評価では、長周期帯における理論的方法による評価に用いる解放基盤以深の地下構造モデルは、地質調査結果及び既往の文献により、一次元地下構造モデルを構築している。
- 鉛直アレイ地震観測記録、微動アレイ探査による地下構造の同定結果は、理論的方法に用いた一次元地下構造モデルよりも、S波速度は小さい傾向にある。
- 観測結果から同定された速度構造は、平均的な地盤増幅特性を反映していると考えられるため、観測結果を踏まえ、地下構造モデルの再設定を行う。

長周期帯の理論的方法に用いた一次元地下構造モデル（見直し前）

EL. (m)	層	層上面 (km)	密度 ρ (g/cm ³)	Vs (km/s)	Vp (km/s)	Q 値	備考 見直し対象範囲
解放基盤表面 -18.5m	1	0.0	2.70	1.50	3.20	100	試掘坑内 弾性波試験
-28.5m	2	-0.01	2.70	2.15	4.25	200	PS検層
-78.5m	3	-0.06	2.70	2.60	4.30	200	PS検層と宮腰ほか(2004) ⁸⁾ を接続
-773.5m	4	-0.755	2.70	2.75	4.79	200	
-1018.5m	5	-1.0	2.70	3.01	5.20	200	宮腰ほか(2004) ⁸⁾
-2018.5m	6	-2.0	2.70	3.24	5.60	300	
-3018.5m	7	-3.0	2.70	3.50	5.90	300	地震調査委員会 (2003) ⁹⁾
-17018.5m	8	-17.0	3.00	3.80	6.60	500	
-33018.5m	9	-33.0	3.30	4.30	7.60	500	

【参考】既許可の地下構造モデルの速度構造の設定

■ 既許可の地下構造モデルの速度構造の設定

第114回審査会合資料より抜粋

- 原子炉建屋直下の解放基盤表面EL. -18.5mからEL. -28.5mまでの極浅部は、試掘坑弾性波試験、鉛直アレイ観測結果及び微動アレイ観測結果を比較し、従来通り、試掘坑内弾性波試験結果を用いる。
- EL. -28.5mからEL. -118.5mまでは、鉛直アレイ地震観測結果及び微動アレイ観測結果による平均的な速度構造として設定する。
- EL. -118.5mからEL. -1018.5mまでは、長周期帯における理論的方法による地震動評価に、観測事実から得られた平均的な地下構造特性を反映させるため、微動アレイの結果を基に設定する。

▽EL. 11m (GL=0m)	鉛直アレイ		微動アレイ		
	Vs (km/s)	Vp (km/s)	Vs (km/s)	Vp (km/s)	
▽EL. -18.5m	従来の地下構造モデル		1.34	3.05	見直した地下構造モデル
▽EL. -28.5m	1.50	3.20	1.50	3.20	
▽EL. -58.5m	2.15	4.25	1.60	4.07	試掘坑内弾性波試験
▽EL. -78.5m	2.15	4.25	1.60	3.55	
▽EL. -118.5m	2.60	4.30	1.78	4.11	・鉛直アレイ及び微動アレイの速度構造を基に設定
▽EL. -480m	2.60	4.30	1.61	3.71	
▽EL. -773.5m	2.75	4.79	2.12	4.37	・微動アレイの結果を基に設定
▽EL. -1018.5m	2.75	4.79	2.17	4.42	

【参考】既許可の地下構造モデルの速度構造の設定

■ 既許可の地下構造モデルの妥当性確認

第114回審査会合資料より抜粋

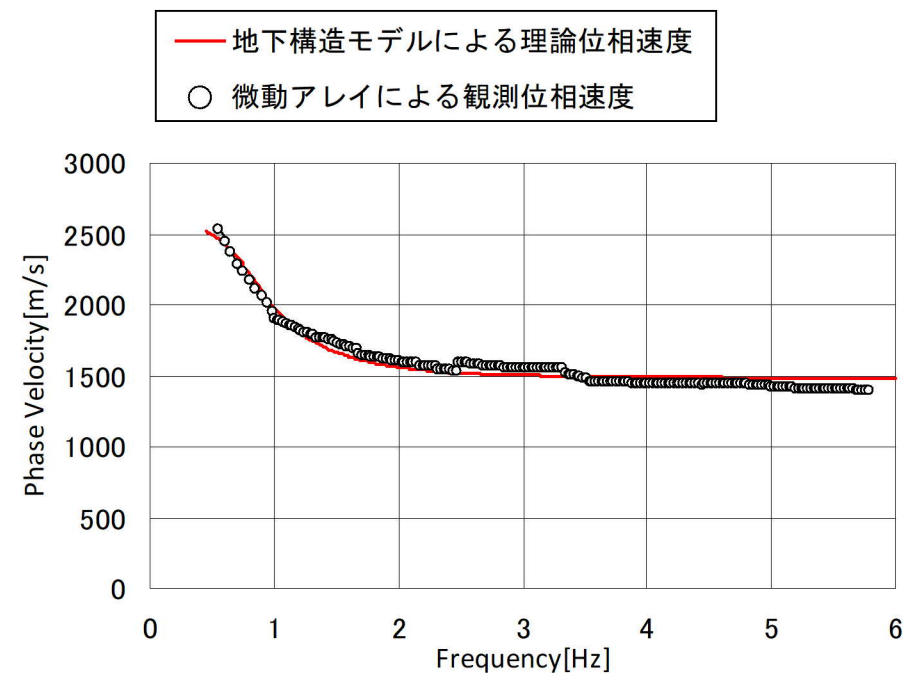
再設定した地下構造モデルと観測分散曲線の比較

■ 見直し後の地下構造モデルを基に、レイリー波の理論位相速度を算出し、微動アレイ探査結果から得られた観測位相速度と比較すると、両者はおおむね一致することを確認した。

地下構造モデル（見直し後）

EL. (m)	層	密度 ρ (g/cm ³)	Vs (km/s)	Vp (km/s)	Q値
11.0m	0	2.7	1.50	3.20	100
-18.5m	1	2.7	1.50	3.20	100
-28.5m	2	2.7	1.60	3.70	100
-480m	3	2.7	2.15	4.40	200
-1018.5m	4	2.7	3.01	5.20	200

解放基盤表面 (EL. -18.5m) 上に0層を追加



理論位相速度と観測位相速度の比較

【参考】既許可の地下構造モデルの速度構造の設定

■ 既許可の地下構造モデルの妥当性確認

第114回審査会合資料より抜粋

再設定した地下構造モデルと鉛直アレイ地震観測記録による伝達関数の比較

■ 見直し後の地下構造モデルから算出した伝達関数は、鉛直アレイ地震観測記録の伝達関数及び地震観測記録から同定された地下構造による理論伝達関数とほぼ整合していることを確認した。

地下構造モデル（見直し後）

EL. (m)	層	密度 ρ (g/cm ³)	Vs (km/s)	Vp (km/s)	Q値
11.0m	0	2.7	1.50	3.20	100
-18.5m	1	2.7	1.50	3.20	100
-28.5m	2	2.7	1.60	3.70	100
-118.5m					

解放基盤表面 (EL. -18.5m) 上に0層を追加

