

島根原子力発電所 2 号炉 審査資料	
資料番号	EP(E)－069
提出年月	令和 2 年 7 月 1 5 日

# 島根原子力発電所 2 号炉

## 建物・構築物の入力地震動評価における 地盤不整形による影響について

---

令和 2 年 7 月  
中国電力株式会社

**Energia**

# 建物・構築物の入力地震動評価における地盤不整形による影響について（1）

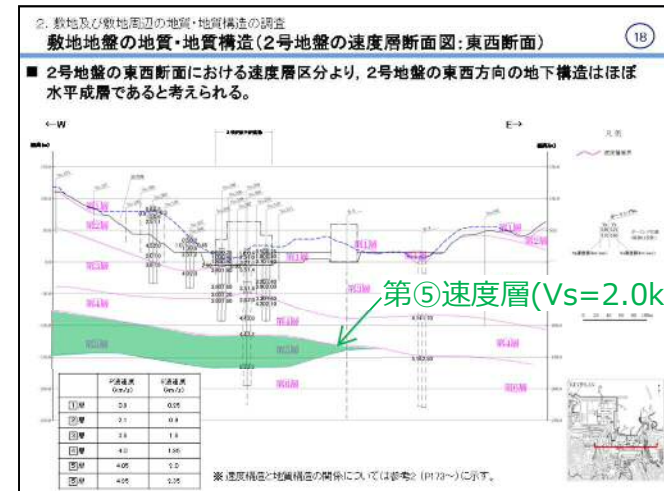
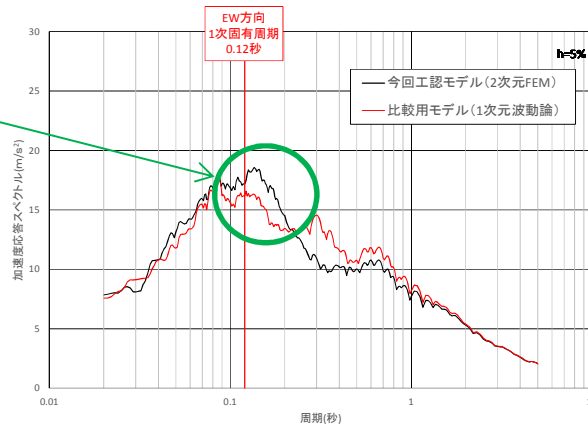
## 1. はじめに

- 今回工認におけるスクラス施設を含む2号炉の主要な建物・構築物である原子炉建物及び制御室建物の入力地震動について、水平方向は、原子炉建物の既工認と同様に、速度層の傾斜及び建物周辺の地形等の影響を考慮するため、2次元 F E Mモデルを採用する。
- 原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合資料（第845回）（資料1-2-2）において、原子炉建物及び制御室建物について、解析モデルの違いによる入力地震動への影響を確認するため、基準地震動 S s - Dを用いた比較検討を実施した。

その結果、「水平方向は、2次元 F E Mモデル及び1次元波動論モデルで多少の差異が認められ、また、地盤の傾斜をモデル化している N S 方向においてその差が大きくなっているが、2次元 F E Mモデルでは地盤の速度層の傾斜及び建物周辺の地形の影響等をより詳細に評価できると考えられることから、原子炉建物の既工認と同様に、水平方向の解析において2次元 F E Mモデルによって求められる入力地震動を用いることは適切である。」としている。（添付資料 P 31, 32参照）

- なお、制御室建物の入力地震動（EW方向）の比較によると、2次元 F E Mによる入力地震動が1次元波動論による入力地震動を上回っている周期帯（周期約0.1～0.2秒）がある。2号地盤の東西断面における地下構造はほぼ水平成層であるが、第⑤速度層（Vs=2.0km/s）が西から東に向けて薄くなっていることから地下構造の地盤不整形の影響について検討を行った。

2次元 F E Mによる入力地震動が1次元波動論による入力地震動を上回っている周期帯（周期約0.1～0.2秒）

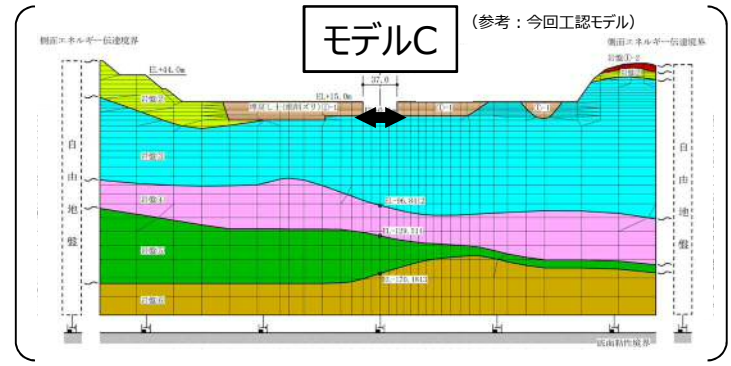
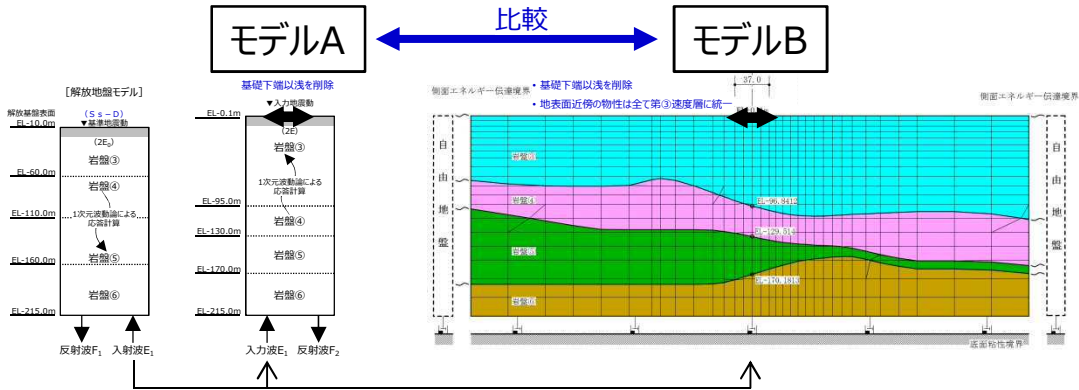


第⑤速度層(Vs=2.0km/s)

# 建物・構築物の入力地震動評価における地盤不整形による影響について（2）

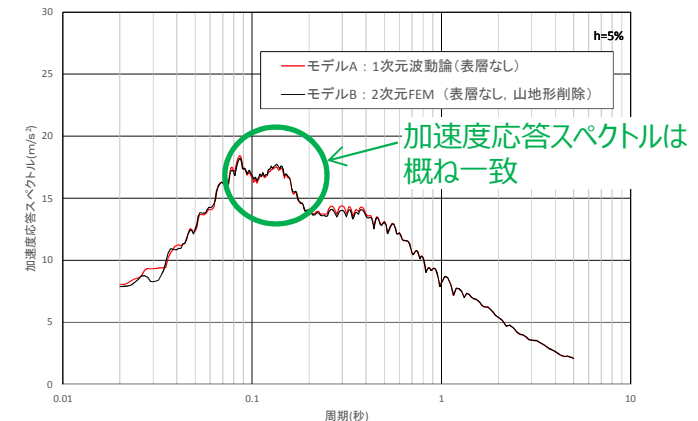
## 2. 検討概要及び結果

- 制御室建物の E W 方向の地盤モデルを対象に，地下構造の地盤不整形の影響について検討する。
- 検討方法として，表層地盤を削除した 1 次元波動論モデル（モデル A）と，今回工認モデル（モデル C）から表層地盤および山の地形を削除した 2 次元 F E M モデル（モデル B）を用いて，基準地震動 S s - D による制御室建物位置における地震動を比較する。
- 検討の結果，モデル B およびモデル A の加速度応答スペクトルは概ね一致しており，第④速度層（ $V_s = 1.95\text{km/s}$ ）と第⑤速度層（ $V_s = 2.0\text{km/s}$ ）のインピーダンス比も小さいことから，地下構造の地盤不整形による影響は小さいことを確認した。



モデルの比較

引上げモデル	モデルA	モデルB	モデルC (参考：今回工認モデル)
解析モデル	1次元波動論モデル	2次元FEMモデル	2次元FEMモデル
表層地盤， 山地形の扱い	なし 〔基礎下端（EL0.1m） 以浅削除〕	なし 〔基礎下端（EL0.1m） 以浅削除〕	あり
応答種別	地表面応答（2E波）	地表面応答（2E波相当）	埋込み+切欠き考慮 （E+F+P波相当）



検討結果

## 建物・構築物の入力地震動評価における地盤不整形による影響について（3）

### 3. まとめ

- 2号地盤の東西断面における地下構造はほぼ水平成層であるが、第⑤速度層が西から東に向けて薄くなっていることから地下構造の地盤不整形の影響について検討を行った結果、2次元FEMモデルと1次元波動論モデルの加速度応答スペクトルの違いは、地下構造の地盤不整形による影響ではないことを確認した。
- よって、制御室建物の2次元FEMによって算定した入力地震動（EW方向）の比較によると、2次元FEMによる入力地震動が1次元波動論による入力地震動を上回っている周期帯（周期約0.1～0.2秒）があるが、この要因は、制御室建物基礎底面（EL+0.1m、※解放基盤表面はEL-10m）よりも上部の地形（表層地盤および山地形の有無）によるものと考えられる。

## 【添付資料】

**第845回 原子力発電所の新規制基準  
適合性に係る審査会合資料  
(資料1-2-2から抜粋)**

# 島根原子力発電所 2号炉 地震による損傷の防止 (コメント回答)

---

[建物・構築物の地震応答解析における入力地震動の評価]

令和 2 年 3 月  
中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

**Energia**

# 審査会合における指摘事項に対する回答【No.18】

## 論点Ⅱ-4 建物・構築物の地震応答解析における入力地震動の評価（5）

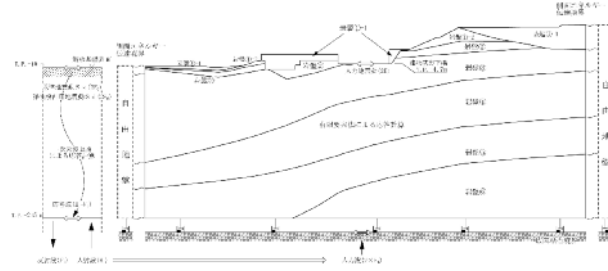
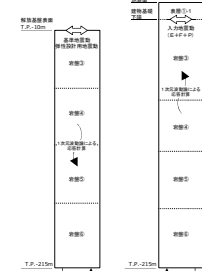
### 2. 建物・構築物の入力地震動の算定に用いる解析モデルの詳細設計における適用方針について

今回工認におけるSクラス施設を含む2号炉の主要な建物・構築物である原子炉建物及び制御室建物の入力地震動は、以下の通り算定することとする。

- ・水平方向は、原子炉建物の既工認と同様に、速度層の傾斜及び建物周辺の地形等の影響を考慮するため、2次元FEMモデルを採用する。
- ・鉛直方向は、入力地震動に対する建物直下地盤による影響が大きく、速度層の傾斜等の影響は小さいと考えられることから、1次元波動論モデルを採用する。

原子炉建物及び制御室建物の入力地震動の算定方法について、今回工認の評価手法及び解析モデルを下表に示す。

今回工認の原子炉建物及び制御室建物の入力地震動の算定方法

		水平方向	鉛直方向
入力地震動の評価 (概念図)			
手 評 価 法	入力地震動の算定方法 [計算機コード]	<ul style="list-style-type: none"> <li>・引下げ：1次元波動論[SHAKE]</li> <li>・引上げ：2次元FEM解析[SuperFLUSH]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・引下げ：1次元波動論[SHAKE]</li> <li>・引上げ：1次元波動論[SHAKE]</li> </ul>
解 析 モ デ ル	モデル化範囲	<ul style="list-style-type: none"> <li>・引下げ：解放基盤表面(T.P.-10m)からT.P.-215mまでをモデル化</li> <li>・引上げ：幅は約600mの範囲とし、高さはT.P.-215m以浅をモデル化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・引下げ：解放基盤表面(T.P.-10m)からT.P.-215mまでをモデル化</li> <li>・引上げ：T.P.-215m以浅の地盤を水平成層にモデル化</li> </ul>
	速度層区分	建設時の地質調査結果に加えて、建設時以降の敷地内の追加地質調査結果（ボーリング、PS検層）に基づき設定	同左
	地盤物性値	建設時の地質調査結果に基づき設定 ※表層地盤については、地震動レベル及び試験結果に基づく埋戻土のひずみ依存性を考慮した等価物性値を設定	同左

※ 原子炉建物及び制御室建物について、水平方向・鉛直方向それぞれの1次元波動論及び2次元FEMによる入力地震動の比較を、補足6（P31, 32）に示す。

## 審査会合における指摘事項に対する回答【No.18】

## 論点Ⅱ-4 建物・構築物の地震応答解析における入力地震動の評価（補足6）

## ＜2号炉主要建物における1次元波動論及び2次元FEMによる入力地震動の比較 1 / 2＞

## (1) 検討条件

原子炉建物及び制御室建物について、解析モデルの違いによる入力地震動への影響を確認するため、基準地震動  $S_s - D$  を用いて、下表に示す比較検討を実施した。

入力地震動の解析モデルの比較（引上げモデル）

	今回工認モデル	比較用モデル
水平方向	2次元FEMモデル	1次元波動論モデル
鉛直方向	1次元波動論モデル	2次元FEMモデル

## (2) 検討結果

入力地震動の加速度応答スペクトルの比較を P 32 に示す。

## ○ 水平方向

- 水平方向は、2次元FEMモデル及び1次元波動論モデルで多少の差異が認められ、また、地盤の傾斜をモデル化しているNS方向においてその差が大きくなっているが、2次元FEMモデルでは地盤の速度層の傾斜及び建物周辺の地形の影響等をより詳細に評価できると考えられることから、原子炉建物の既工認と同様に、水平方向の解析において2次元FEMモデルによって求められる入力地震動を用いることは適切である。

## ○ 鉛直方向

- 鉛直方向は、建物直下地盤による影響が大きく、1次元波動論モデルと2次元FEMモデルの加速度応答スペクトルは概ね一致している。また、それぞれの建物の固有周期における加速度応答スペクトルの値に大きな差はない。よって、モデルの違いによる入力地震動への影響は軽微であり、鉛直方向の解析において1次元波動論モデルによって求められる入力地震動を用いることは適切である。

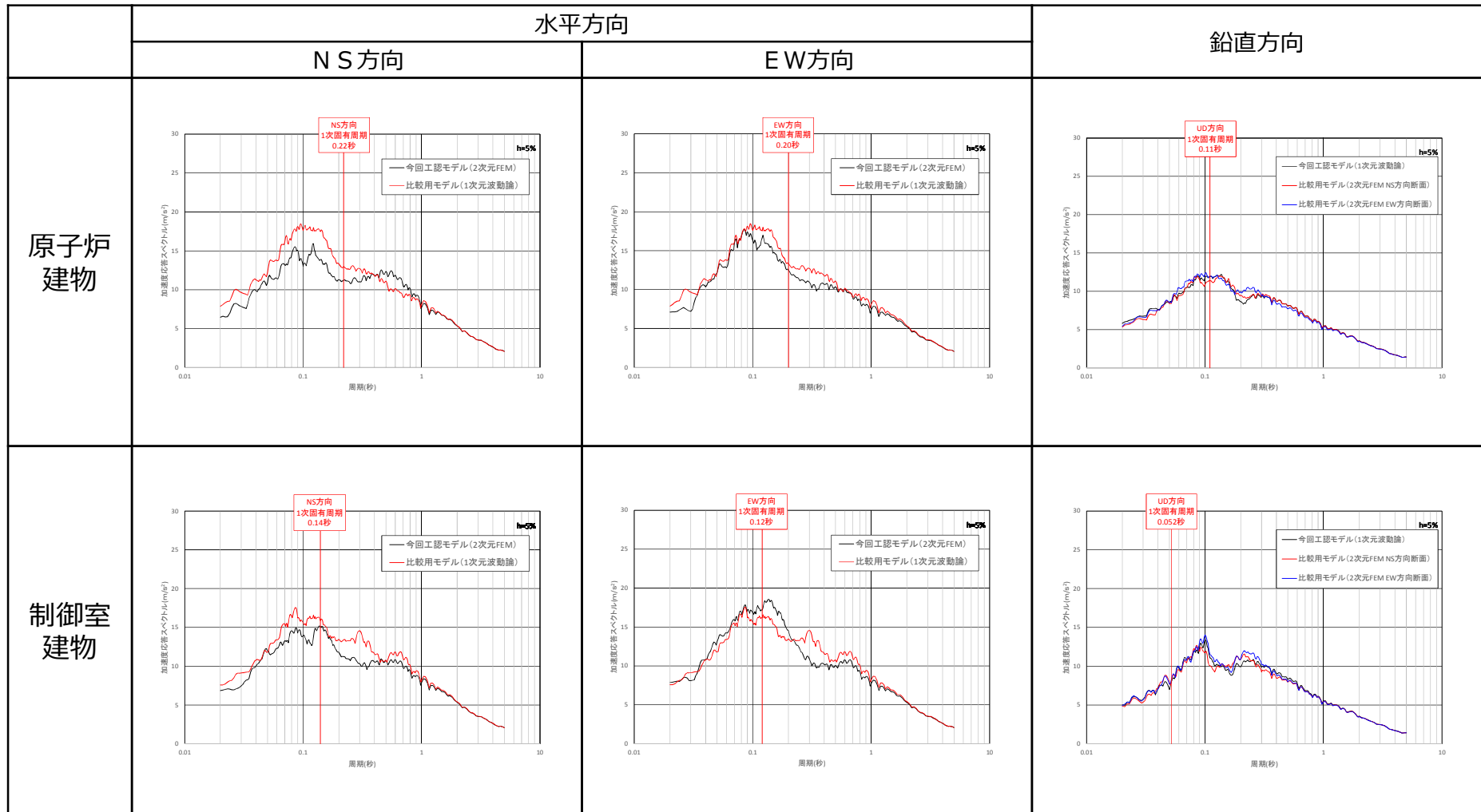


# 審査会合における指摘事項に対する回答【No.18】

## 論点Ⅱ-4 建物・構築物の地震応答解析における入力地震動の評価（補足6）

＜2号炉主要建物における1次元波動論及び2次元FEMによる入力地震動の比較 2 / 2＞

2号炉主要建物における1次元波動論及び2次元FEMによる入力地震動の比較

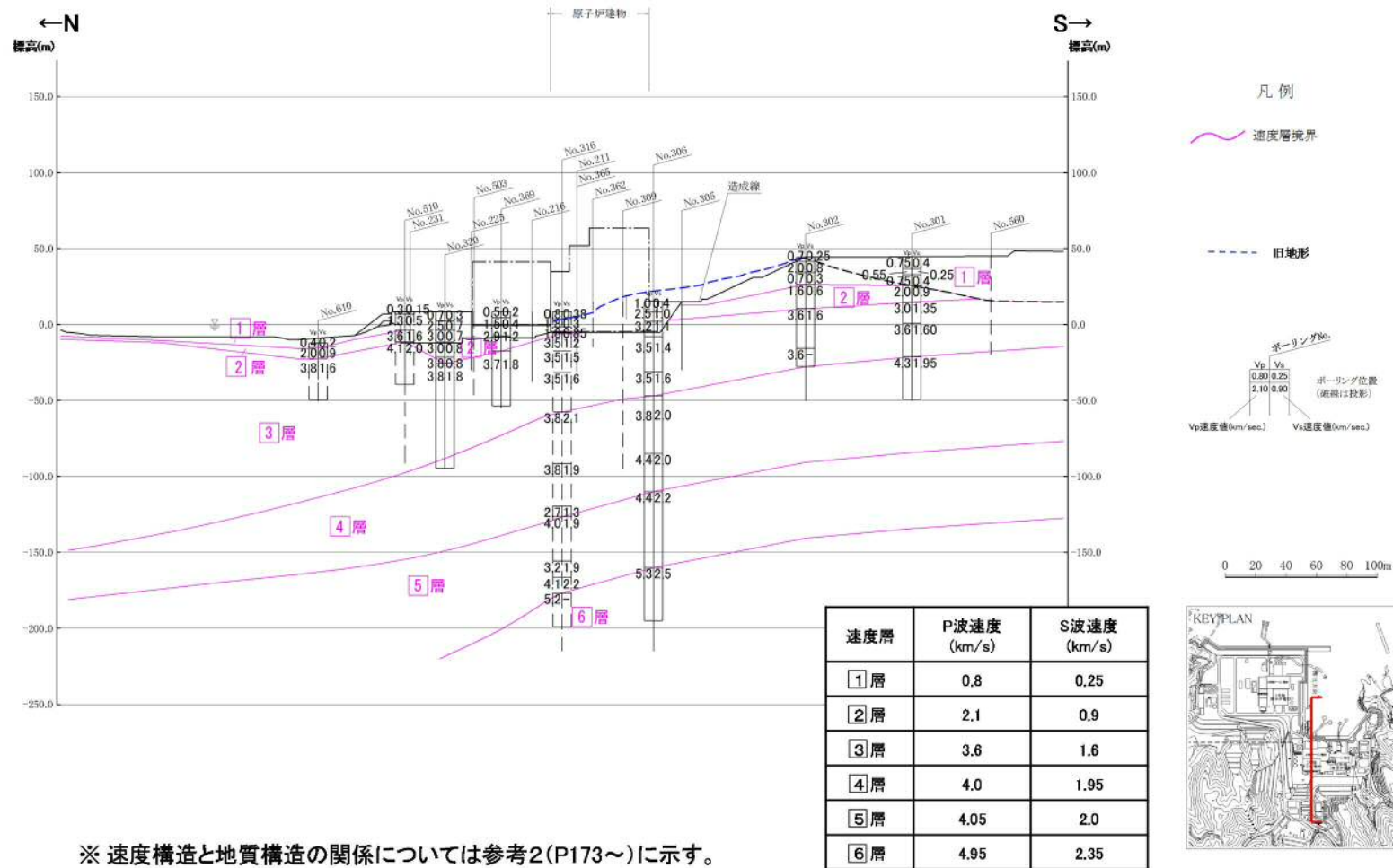


### 2. 敷地及び敷地周辺の地質・地質構造の調査

#### 敷地地盤の地質・地質構造(2号地盤の速度層断面図:南北断面)

第204回審査会合  
資料1 P17再掲

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

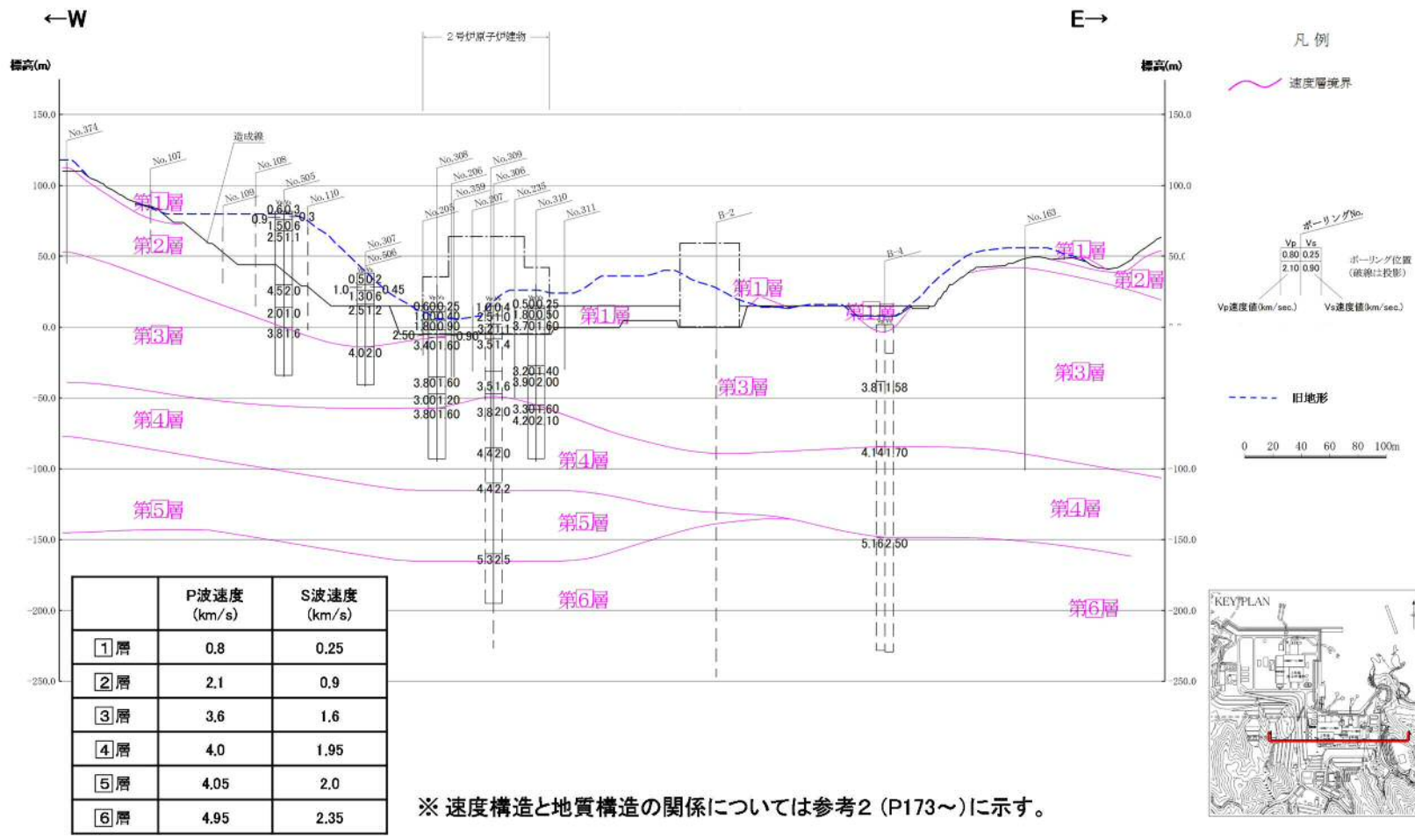


### 2. 敷地及び敷地周辺の地質・地質構造の調査

#### 敷地地盤の地質・地質構造(2号地盤の速度層断面図:東西断面)

第204回審査会合  
資料1 P18再掲

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

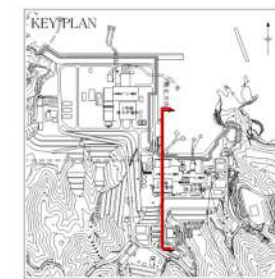
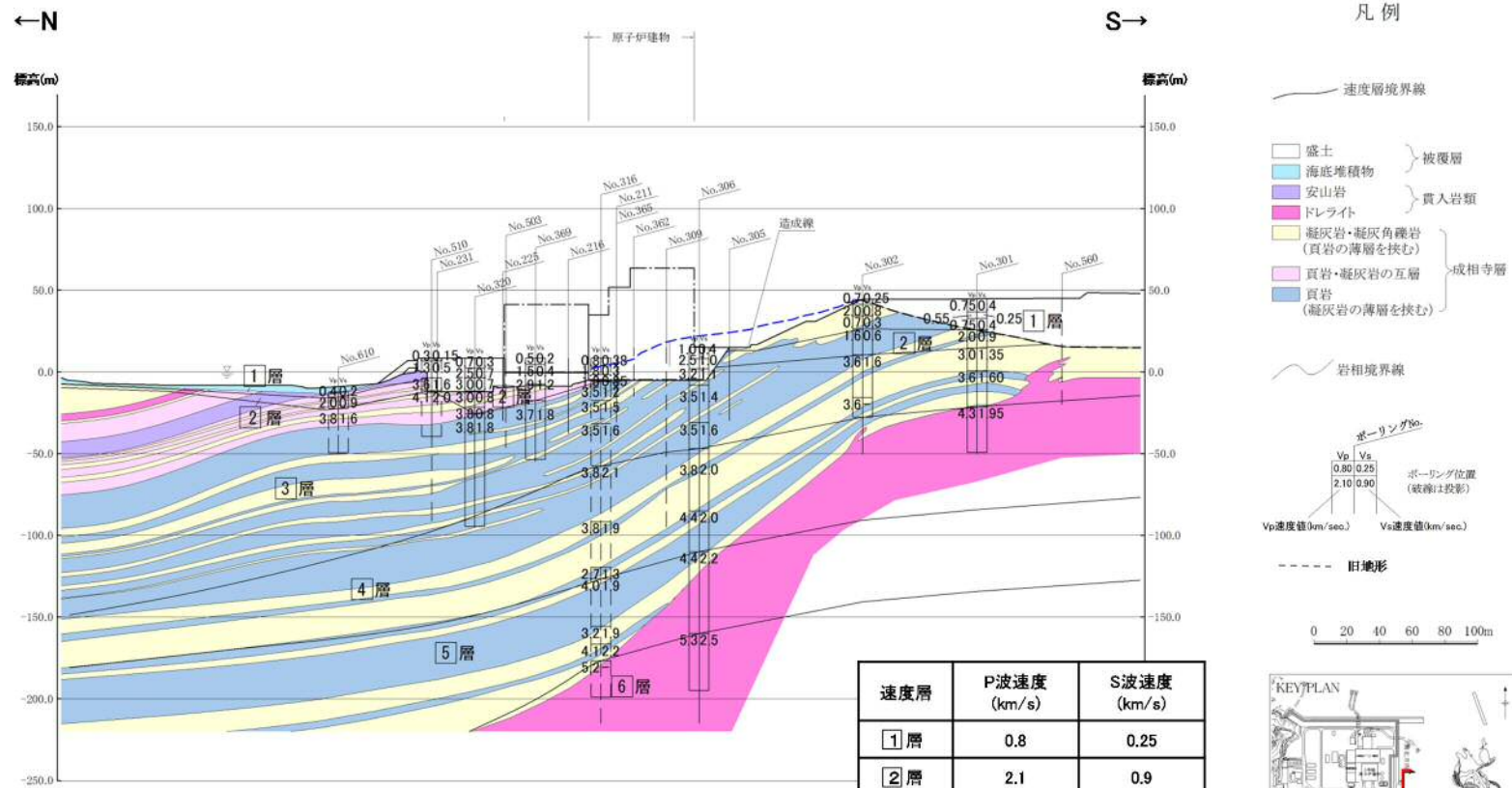


# 審査会合における指摘事項に対する回答【No.18】

## 論点Ⅱ-4 建物・構築物の地震応答解析における入力地震動の評価（参考1）

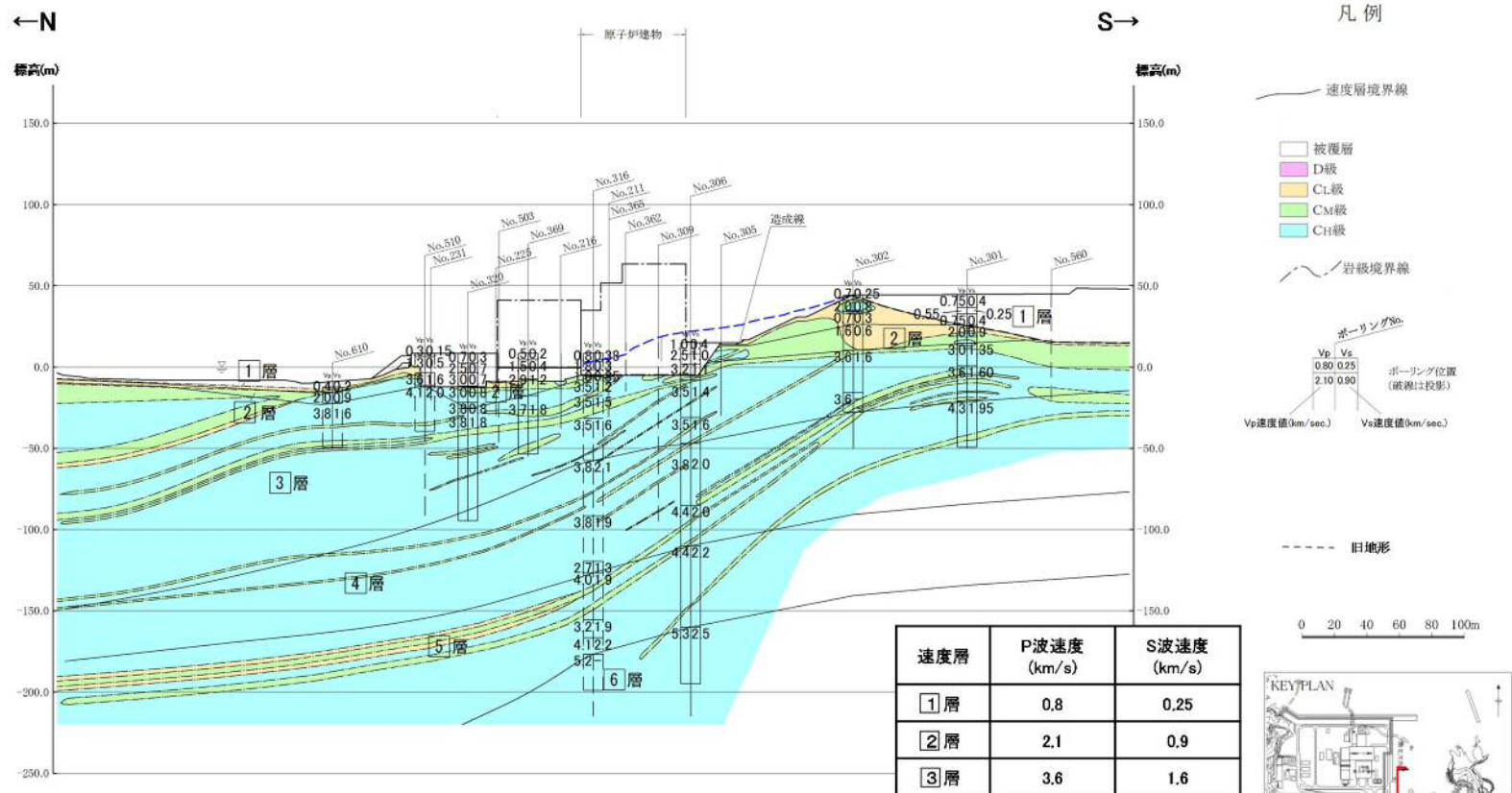
### 【参考2】2号地盤の岩相区分との比較（南北断面）

第204回審査会合  
資料1 P175再掲



第204回審査会合  
資料1 P176再掲

【参考2】2号地盤の岩級区分との比較（南北断面）

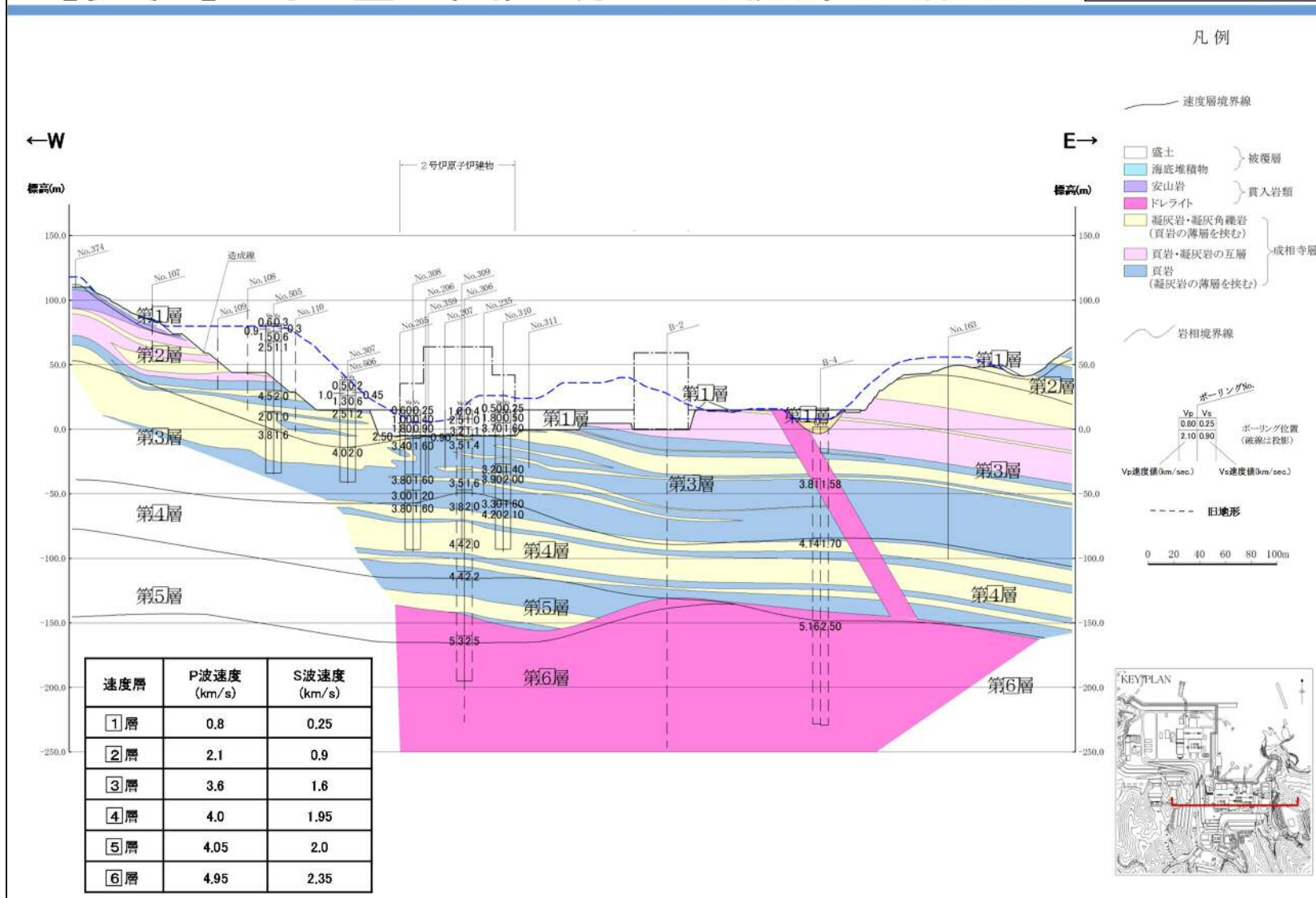


・浅部では、土被りが小さく、風化、亀裂の影響を受けているため、速度層境界は地質構造を反映していない。



【参考2】2号地盤の岩相区分との比較（東西断面）

第204回審査会合  
資料1 P177再掲



【参考2】2号地盤の岩級区分との比較（東西断面）

第204回審査会合  
資料1 P178再掲

