

V-2-2-36 防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）の地震応答計算書

## 目次

|                |    |
|----------------|----|
| 1. 概要          | 1  |
| 2. 基本方針        | 2  |
| 2.1 位置         | 2  |
| 2.2 構造概要       | 2  |
| 2.3 解析方針       | 4  |
| 2.4 適用基準       | 5  |
| 3. 解析方法        | 6  |
| 3.1 評価対象断面     | 6  |
| 3.2 解析方法       | 11 |
| 3.3 荷重及び荷重の組合せ | 13 |
| 3.4 入力地震動      | 14 |
| 3.5 解析モデル及び諸元  | 79 |
| 4. 解析結果        | 86 |

## 1. 概要

本資料は、添付書類「V-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に基づき実施する鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の地震応答解析について説明するものである。

本地震応答解析は、機器・配管系が耐震性に関する技術基準へ適合することを確認するために用いる応答値を抽出するものである。

また、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁が耐震性に関する技術基準へ適合することを確認するために用いる応答値の抽出を行う。その際、耐震評価に用いる応答値はこの地震応答解析による断面力及び基礎地盤に生じる接地圧とする。

## 2. 基本方針

### 2.1 位置

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁及び機器・配管系の位置図を図 2-1 に示す。

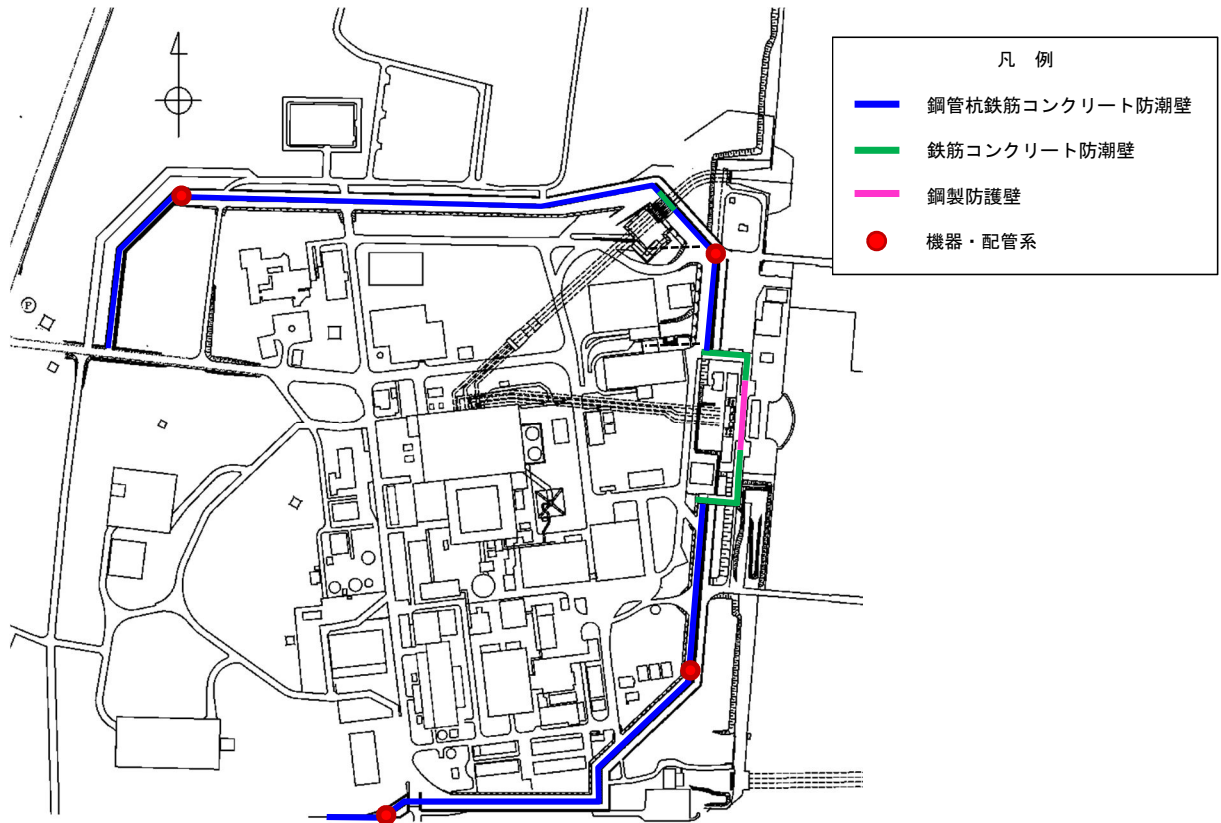


図 2-1 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁及び機器・配管系の位置図

### 2.2 構造概要

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁は、鋼管杭による下部構造と、5本の鋼管杭を束ね止水機能を確保する鉄筋コンクリートの壁による上部構造から構成される。

下部構造は鋼管杭、上部構造は鉄筋コンクリート梁壁及び鋼管鉄筋コンクリート（SRC造）の一体構造で構築される。大口径で肉厚の厚い鋼管杭を地震及び津波荷重に耐える構造躯体とし、杭間からの津波の浸水を防止する観点で、鋼管杭に鉄筋コンクリートを被覆する上部構造とする。

隣接する構造物との境界には、止水性を確保するための止水ジョイント部材を設置する。

防潮壁の堤内側には、耐津波に対する受働抵抗を目的とした改良体による地盤高さの嵩上げを行うとともに、洗掘防止対策やボーリング対策として、堤内及び堤外の表層部の地盤改良を実施する。

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の構造概要図を図 2-2 に示す。



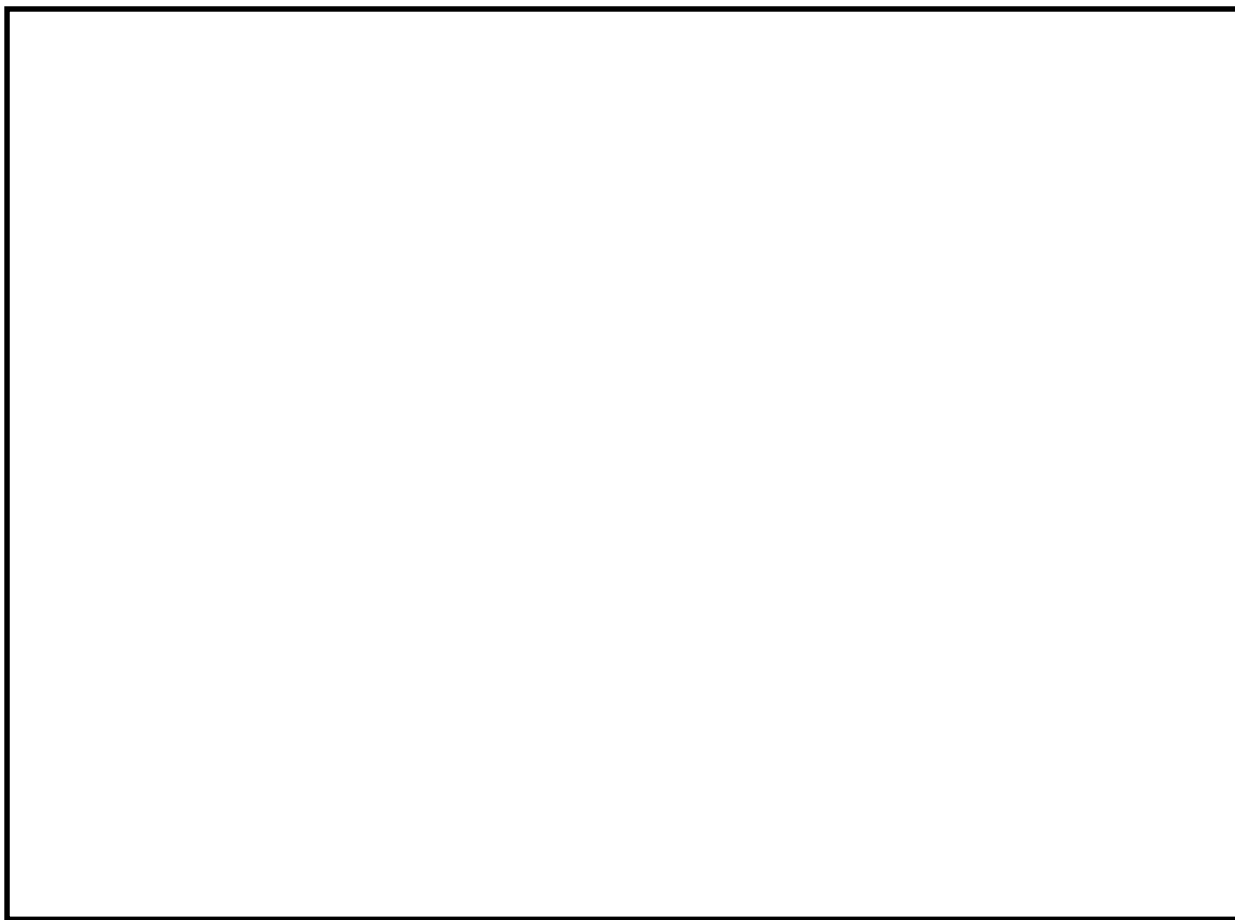


図 2-2 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の構造概要図  
(正面図及び断面図)

### 2.3 解析方針

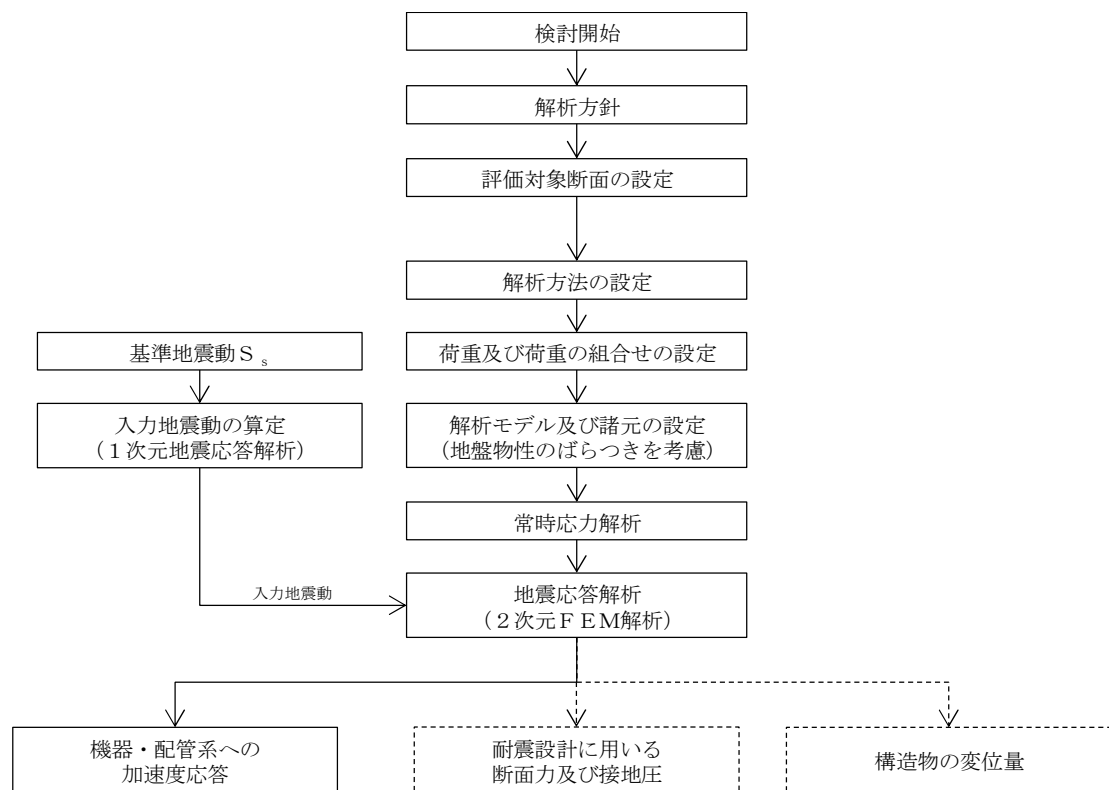
鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の地震応答解析は、添付書類「V-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に基づき、基準地震動 $S_s$ に対して解析を実施する。

図 2-3 に鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の地震応答解析フローを示す。

地震応答解析は、「2. 基本方針」に基づき、「3.1 評価対象断面」にて設定する断面において、「3.2 解析方法」に示す水平地震動と鉛直地震動の同時加振による時刻歴非線形解析にて行う。

時刻歴非線形解析は、「3.3 荷重及び荷重の組合せ」及び「3.5 解析モデル及び諸元」に示す条件を基に、「3.4 入力地震動」により設定する入力地震動を用いて実施する。

地震応答解析による加速度応答は、機器・配管系の設計用床応答曲線の作成に用い、断面力及び接地圧は、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の耐震評価に用いる。



#### <地震応答計算>

図 2-3 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の地震応答解析フロー

## 2.4 適用基準

適用する規格，基準等を以下に示す。

- ・ コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（（社）土木学会，2002 年制定）
- ・ 道路橋示方書（Ⅰ 共通編・Ⅳ 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成 24 年 3 月）
- ・ 道路橋示方書（Ⅰ 共通編・Ⅳ 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成 14 年 3 月）
- ・ 原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル（（社）土木学会，2005 年）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1－1987（（社）日本電気協会）

### 3. 解析方法

#### 3.1 評価対象断面

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の評価対象断面は，鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の構造上の特徴や周辺地盤状況を踏まえて設定する。鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の評価対象断面位置図を図 3-1 に，地震応答解析対象断面図を図 3-2～図 3-6 に示す。

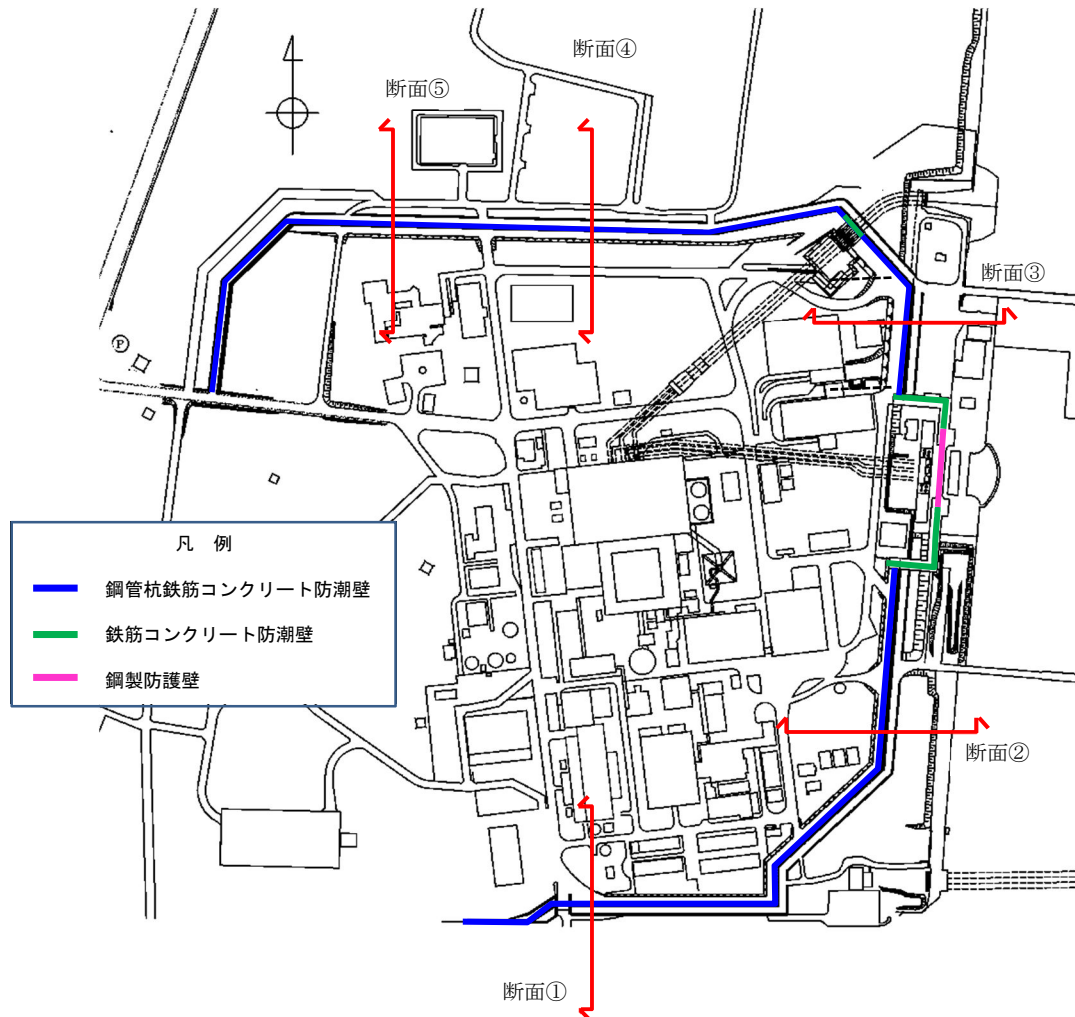


図 3-1 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の評価対象断面位置図

(1) 断面①

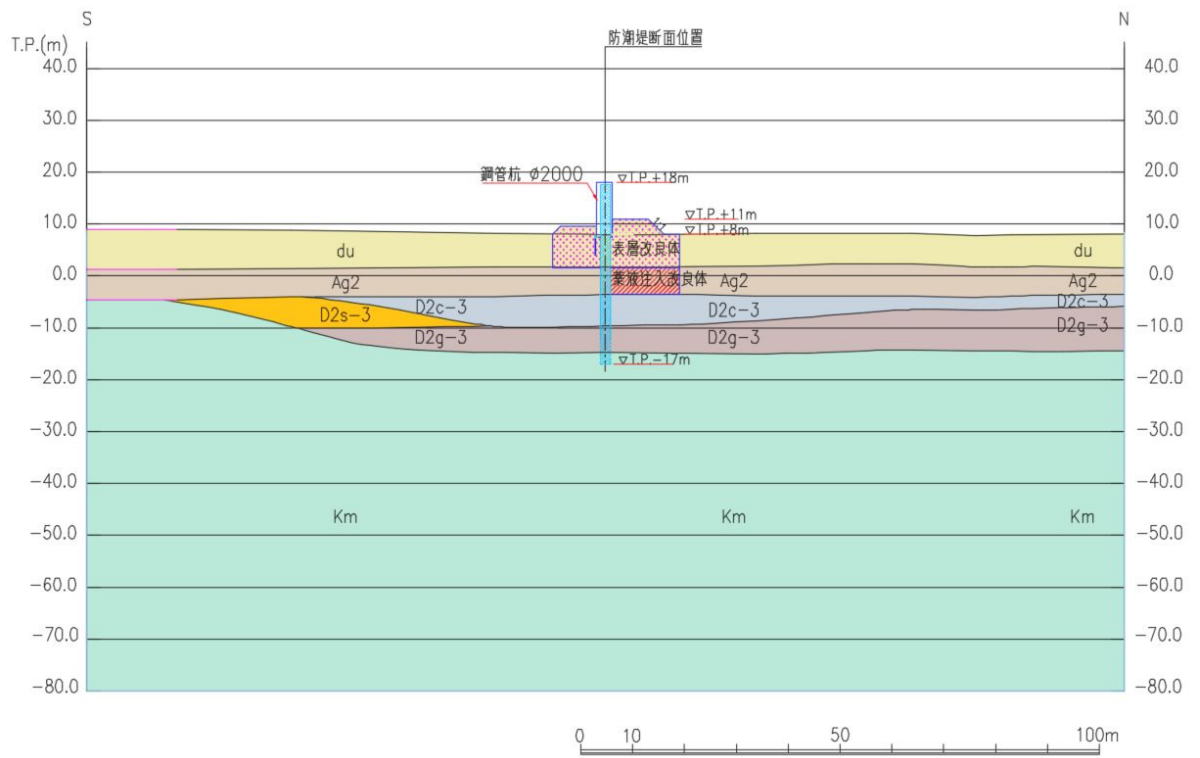


図 3-2 地震応答解析対象断面図 (断面①)

(2) 断面②

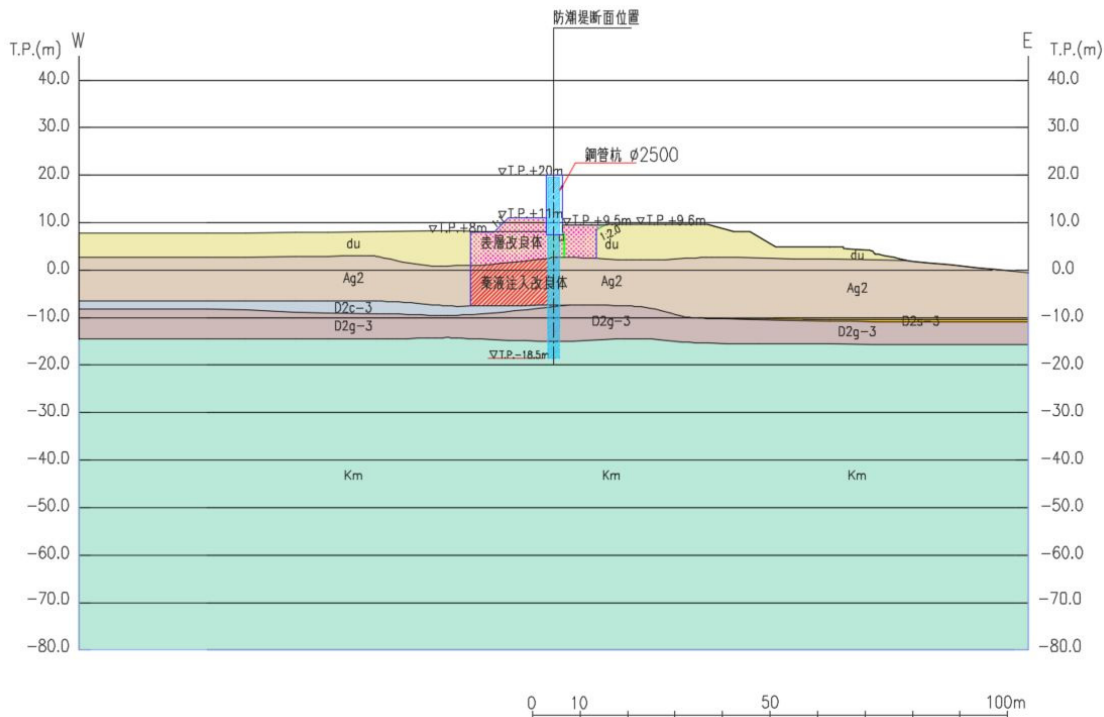


図 3-3 地震応答解析対象断面図 (断面②)

(3) 断面③

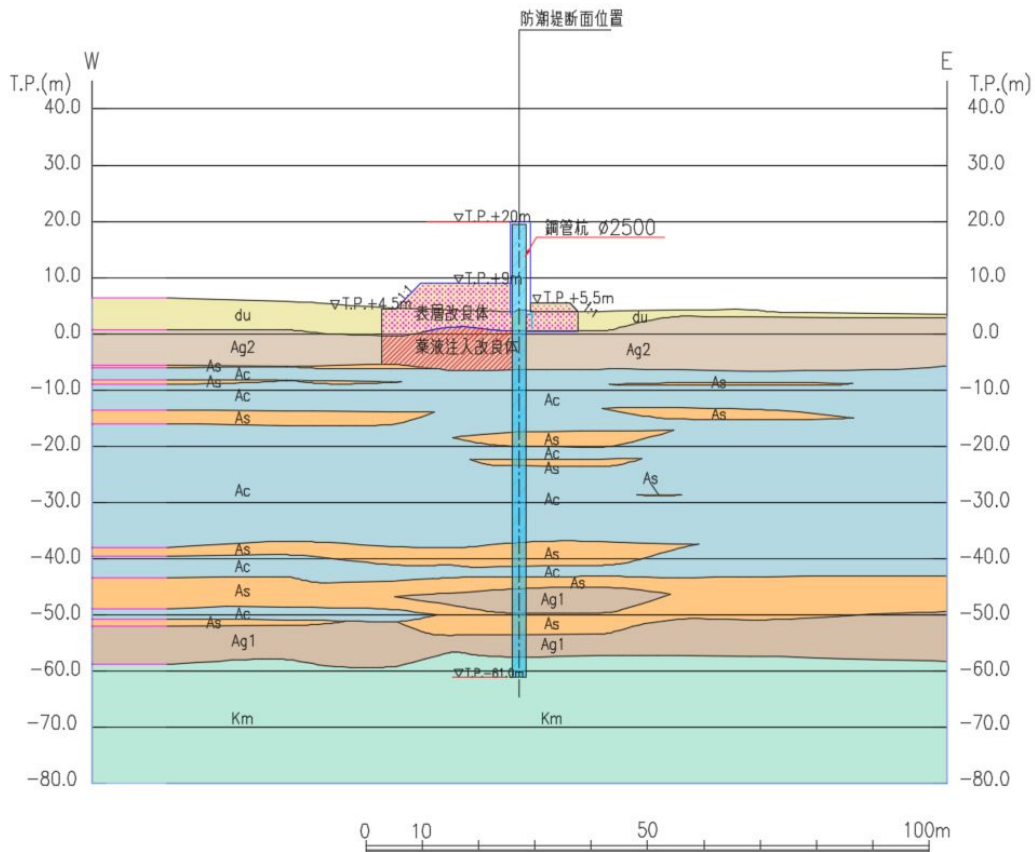


図 3-4 地震応答解析対象断面図 (断面③)

(4) 断面④

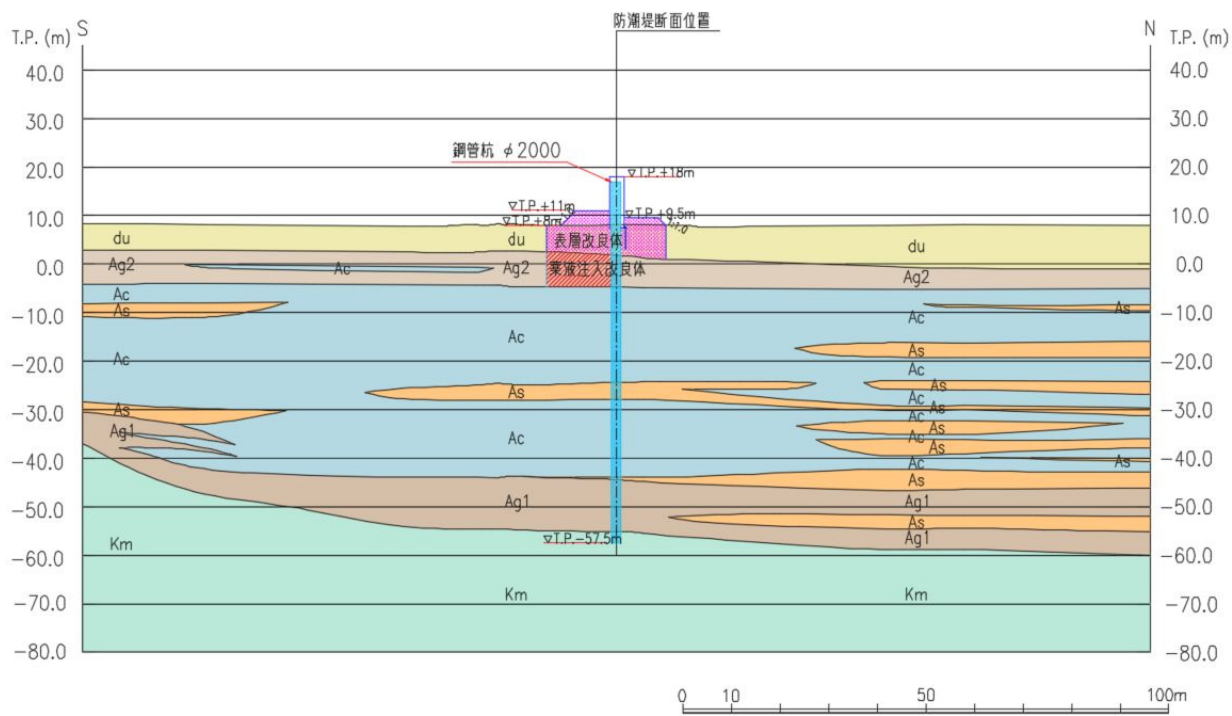


图 3-5 地震応答解析対象断面図 (断面④)

(5) 断面⑤

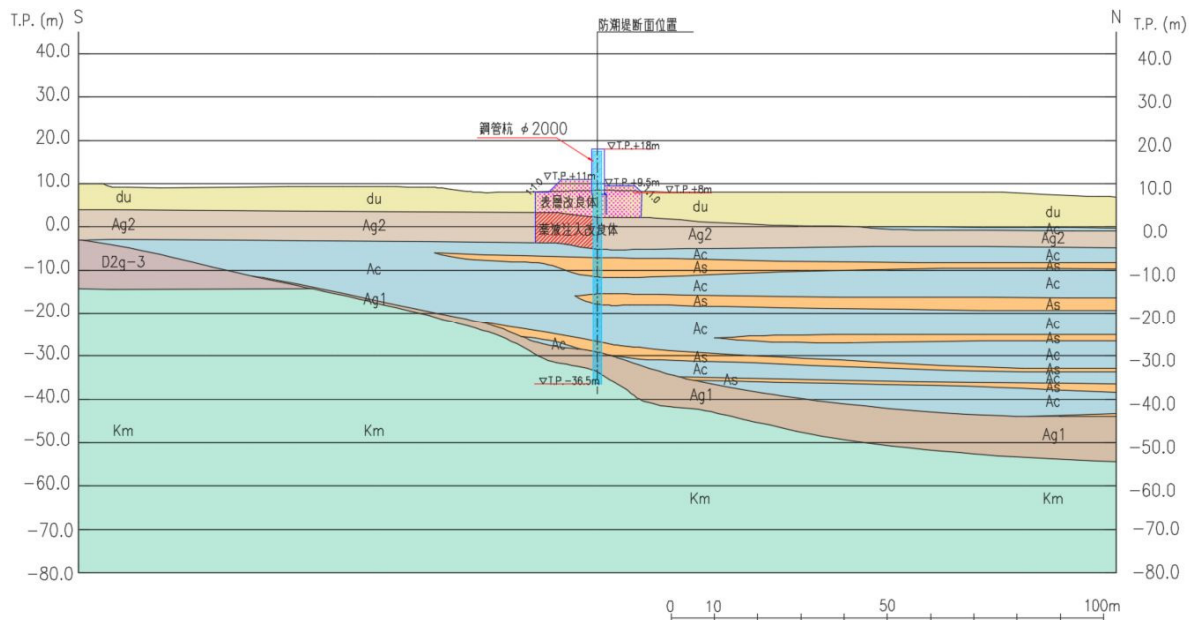


图 3-6 地震応答解析対象断面図 (断面⑤)

機器・配管系の評価対象断面は、機器・配管系設置位置における鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の構造上の特徴や周辺地盤状況を踏まえて設定する。機器・配管系設置位置図を図 3-7 に示す。

機器・配管系設置位置における地震応答解析断面は、以下の理由により南側断面（断面①）、東南断面（海側南，断面②）、東北断面（海側北，断面③）を対象断面とする。

断面①：防潮壁高さが T.P. +18 m の個所で第四紀層が薄く堆積する個所。

断面②：防潮壁高さが T.P. +20 m の個所で第四紀層は薄く堆積する個所。

断面③：防潮壁高さが T.P. +20 m の個所で第四紀層が厚く堆積する個所。

北西側については、防潮壁高さ及び第四紀層の厚さが断面①と同様であるため、断面①を参照することから省略する。

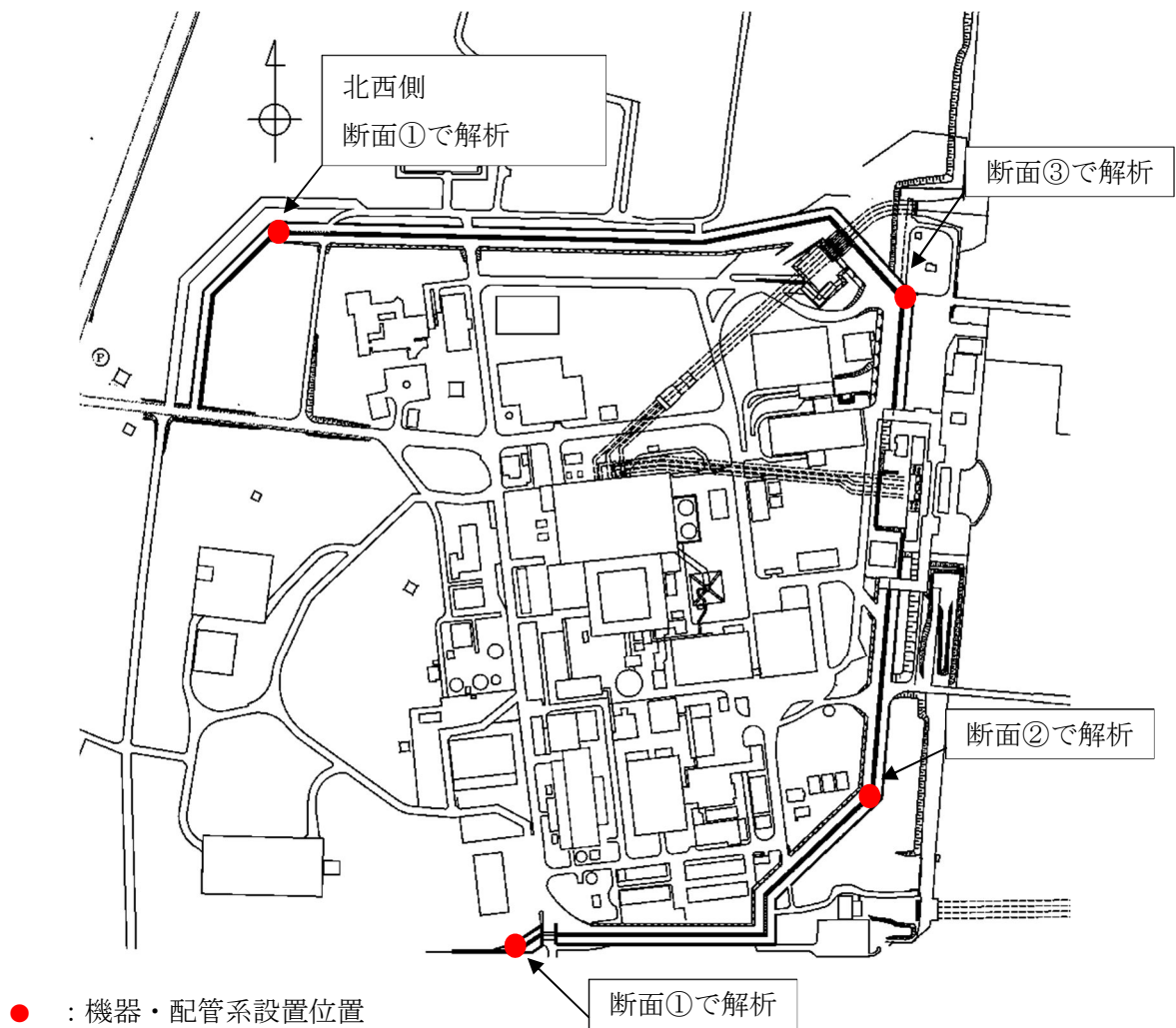


図 3-7 機器・配管系設置位置図



### 3.2 解析方法

地震応答解析は、添付資料「V-2-1-6 地震応答解析の基本方針」のうち、「2.3 屋外重要土木構造物」に示す解析方法及び解析モデルを踏まえて実施する。

防潮壁の地震応答解析は、地盤と構造物の相互作用を考慮できる2次元有効応力解析を用いて、基準地震動に基づき設定した水平地震動と鉛直地震動の同時加振による逐次時間積分の時刻歴応答解析にて行う。鋼管杭は、線形梁要素によりモデル化する。地盤については、有効応力の変化に応じた地震時挙動を適切に考慮できるようにモデル化する。

地震応答解析には、解析コード「FLIP Ver. 7.3.0\_2」を使用する。なお、解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、添付書類「V-5-10 計算機プログラム（解析コード）の概要・F L I P」に示す。

#### 3.2.1 構造部材

構造部材は、線形梁要素によりモデル化する。

#### 3.2.2 地盤

地盤の繰返しせん断応力～せん断ひずみ関係の骨格曲線の構成則を有効応力解析へ適用する際は、地盤の繰返しせん断応力～せん断ひずみ関係の骨格曲線に関するせん断ひずみ及び有効応力の変化に応じた特徴を適切に表現できるモデルを用いる必要がある。

一般に、地盤は荷重を与えることによりせん断ひずみを増加させていくと、地盤のせん断応力は上限値に達し、それ以上はせん断応力が増加しなくなる特徴がある。また、地盤のせん断応力の上限値は有効応力に応じて変化する特徴がある。

よって、耐震評価における有効応力解析では、地盤の繰返しせん断応力～せん断ひずみ関係の骨格曲線の構成則として、地盤の繰返しせん断応力～せん断ひずみ関係の骨格曲線に関するせん断ひずみ及び有効応力の変化に応じたこれら2つの特徴を表現できる双曲線モデル（H-Dモデル）を選定する。

#### 3.2.3 減衰定数

固有値解析により求められる固有振動数及び初期減衰定数に基づく要素剛性比例型減衰を考慮する。また、非線形特性をモデル化する地盤の履歴減衰を考慮する。

### 3.2.4 地震応答解析の検討ケース

#### (1) 耐震評価における検討ケース

耐震評価における検討ケースを表 3-1 に示す。

耐震評価においては，全ての基準地震動  $S_s$  に対して実施する①の検討ケース（基本ケース）において，せん断力照査及び曲げ軸力照査をはじめとした全ての照査項目について，各照査値が最も厳しい（許容限界に対する余裕が最も小さい）地震動を用い，②～⑥より追加検討ケースを実施する。

表 3-1 耐震評価における検討ケース

| 検討ケース      | ①<br>原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース） | ②<br>地盤物性のばらつきを考慮（ $+1\sigma$ ）した解析ケース | ③<br>地盤物性のばらつきを考慮（ $-1\sigma$ ）した解析ケース | ④<br>地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース | ⑤<br>原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース | ⑥<br>地盤物性のばらつきを考慮（ $+1\sigma$ ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース |
|------------|-------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------|
| 液状化強度特性の設定 | 原地盤に基づく液状化強度特性（標準偏差を考慮）             | 原地盤に基づく液状化強度特性（標準偏差を考慮）                | 原地盤に基づく液状化強度特性（標準偏差を考慮）                | 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性          | 液状化パラメータを非適用                  | 液状化パラメータを非適用                                       |

構造物間の相対変位の算定を行う場合は，上記の実施ケースにおいて変位量が厳しいケースで行う。

#### (2) 機器・配管系に対する加速度応答抽出のための検討ケース

機器・配管系に対する加速度応答の抽出における検討ケースを表 3-2 に示す。

全ての基準地震動  $S_s$  に対して実施する⑤の検討ケース（原地盤において非液状化の条件を仮定した検討ケース）において，上載される機器・配管系の固有周期帯で加速度応答が最も大きくなる地震動を用い，④及び⑥より追加検討ケースを実施する。

表 3-2 機器・配管系に対する加速度応答の抽出における検討ケース

| 検討ケース      | ④<br>地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース | ⑤<br>原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース | ⑥<br>地盤物性のばらつきを考慮（ $+1\sigma$ ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース |
|------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------|
| 液状化強度特性の設定 | 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性          | 液状化パラメータを非適用                  | 液状化パラメータを非適用                                       |

### 3.3 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき設定する。

#### 3.3.1 耐震安全性評価上考慮する状態

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の地震応答解析において、地震以外に考慮する状態を以下に示す。

##### (1) 運転時の状態

発電用原子炉施設が運転状態にあり、通常の条件下におかれている状態。ただし、運転時の異常な過渡変化時の影響を受けないことから考慮しない。

##### (2) 設計基準事故時の状態

設計基準事故時の影響を受けないことから考慮しない。

##### (3) 設計用自然条件

積雪及び風荷重を考慮する。

##### (4) 重大事故等時の状態

重大事故等時の状態の影響を受けないことから考慮しない。

#### 3.3.2 荷重

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の地震応答解析において、考慮する荷重を以下に示す。

##### (1) 固定荷重 ( $G$ )

固定荷重として、躯体自重を考慮する。

##### (2) 地震荷重 ( $K_s$ )

基準地震動  $S_s$  による荷重を考慮する。

##### (3) 積雪荷重 ( $P_s$ )

積雪荷重として、30 cm の積雪を考慮する。

##### (4) 風荷重 ( $P_k$ )

風荷重として、風速 30 m/s の風圧力を考慮する。

#### 3.3.3 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3-3 に示す。

表 3-3 荷重の組合せ

| 区分  | 荷重の組合せ                |
|-----|-----------------------|
| 地震時 | $G + K_s + P_s + P_k$ |

$G$  : 固定荷重

$K_s$  : 地震荷重

$P_s$  : 積雪荷重

$P_k$  : 風荷重

### 3.4 入力地震動

入力地震動は、添付書類「V-2-1-6 地震応答解析の基本方針」のうち「2.3 屋外重要土木構造物」に示す入力地震動の設定方針を踏まえて設定する。

地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動  $S_s$  を 1 次元波動論により地震応答解析モデルの底面位置で評価したものをを用いる。入力地震動算定の概念図を図 3-8 に、図 3-9～図 3-12 に入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを示す。

入力地震動の算定には、解析コード「k-SHAKE Ver. 6.2.0」を使用する。解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、添付書類「V-5-25 計算機プログラム（解析コード）の概要・k-SHAKE」に示す。

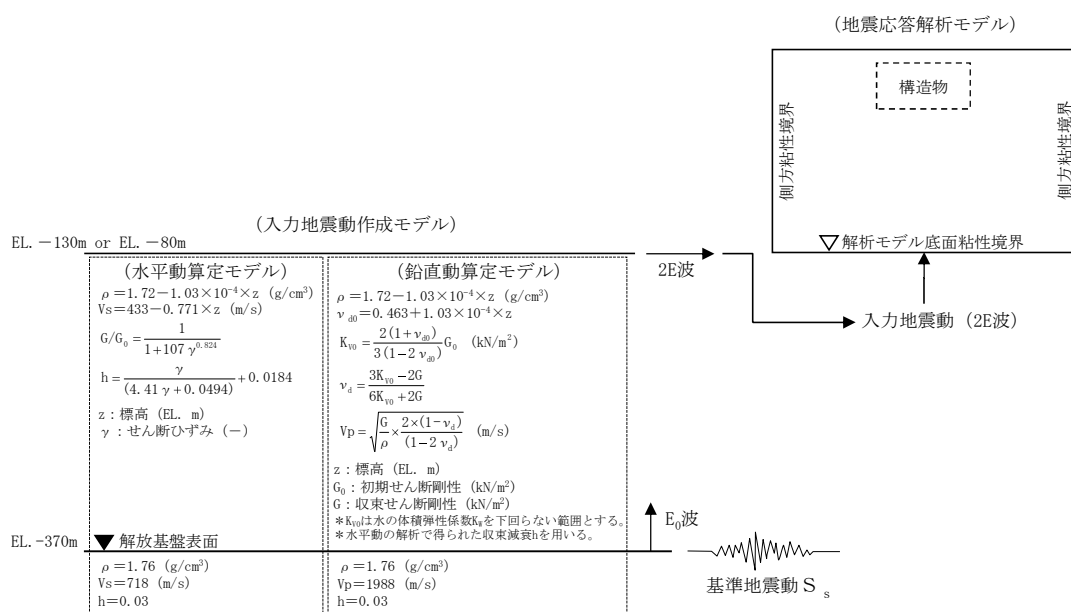
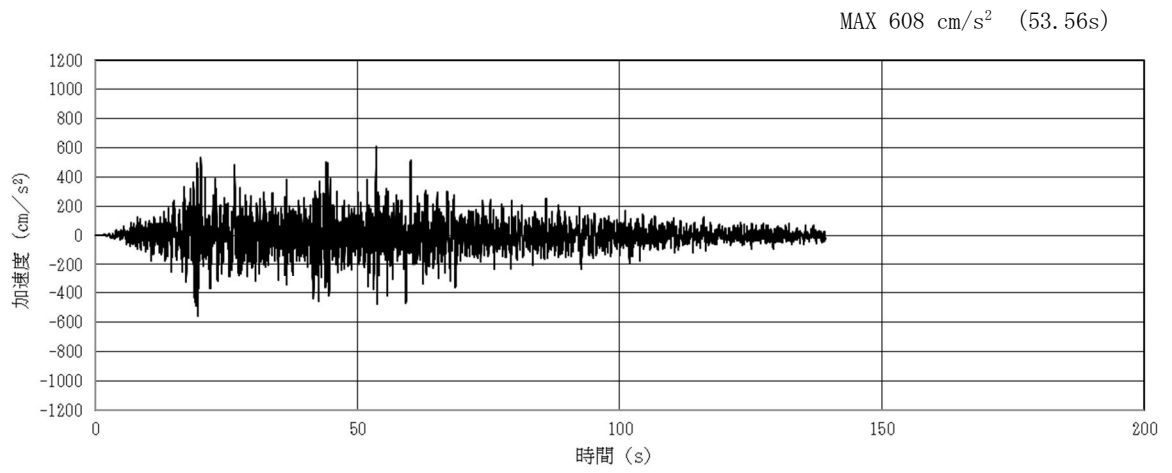
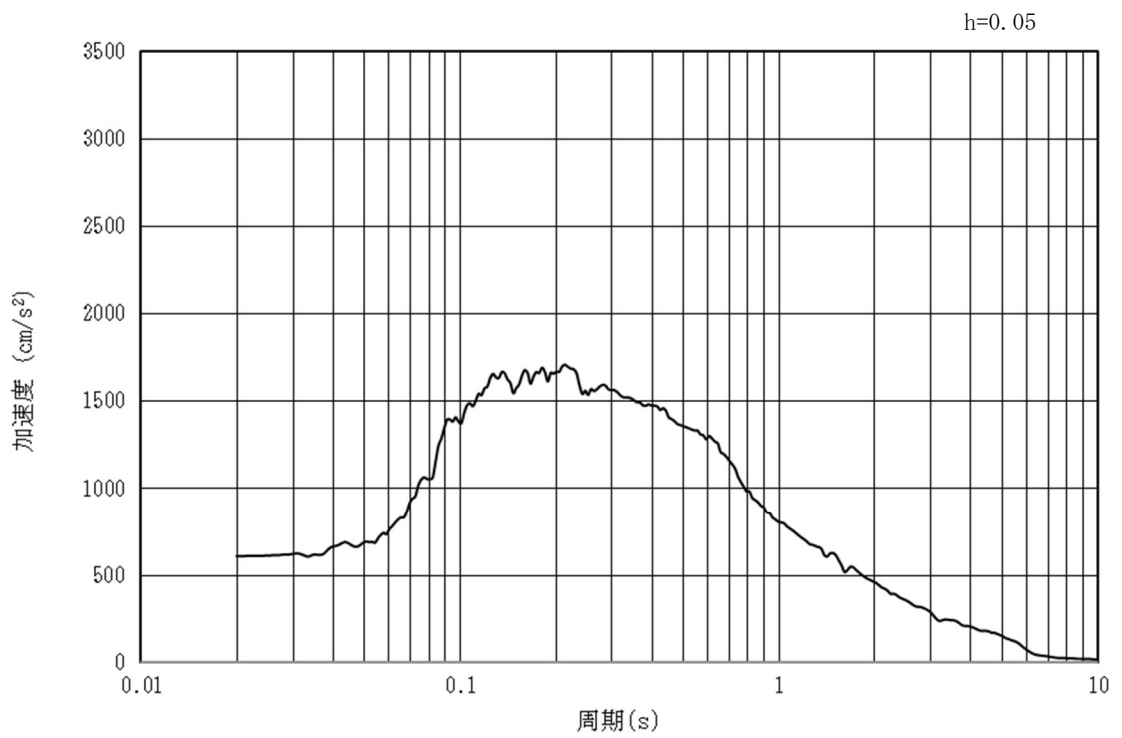


図 3-8 入力地震動算定の概念図

### 3.4.1 断面①

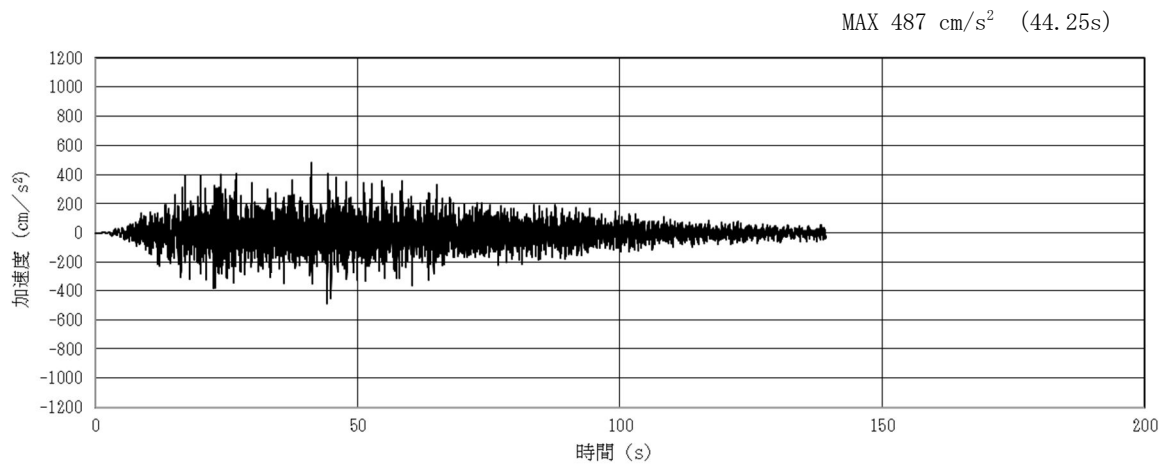


(a) 加速度時刻歴波形

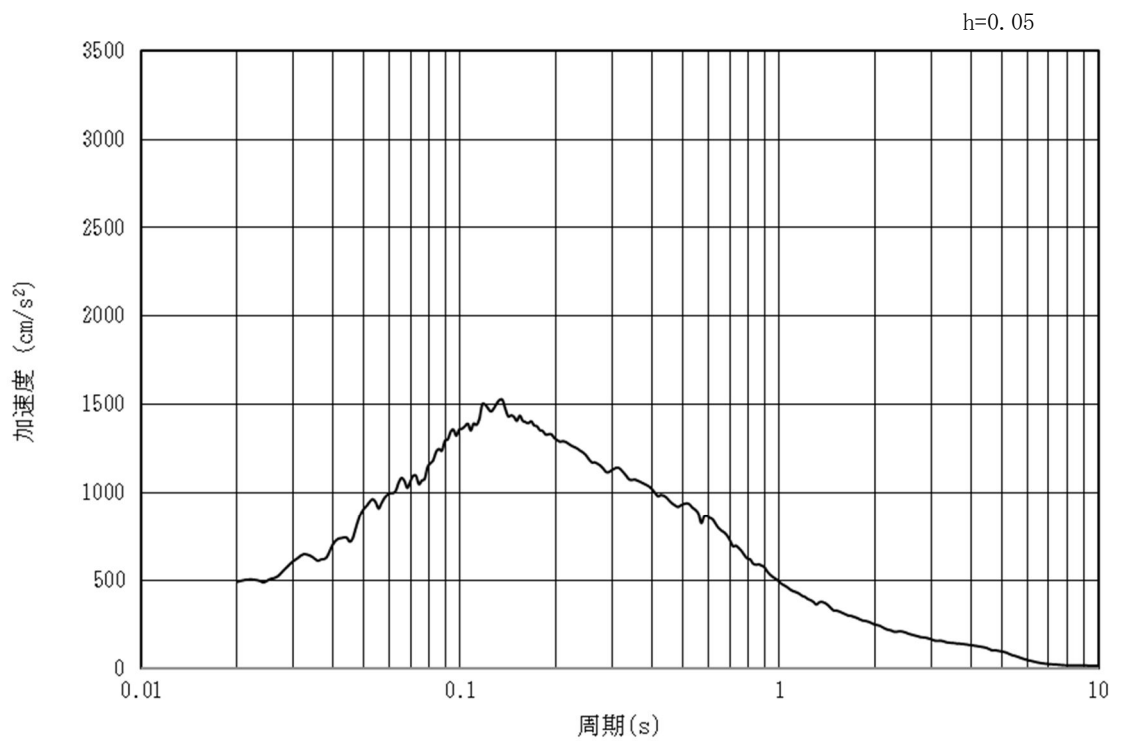


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-9 (1) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向：S<sub>s</sub>-D 1)

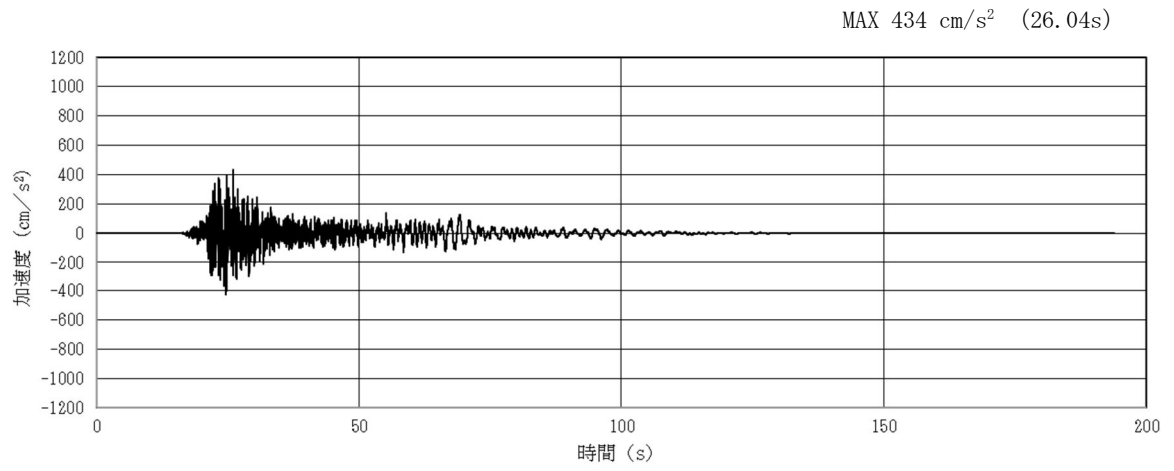


(a) 加速度時刻歴波形

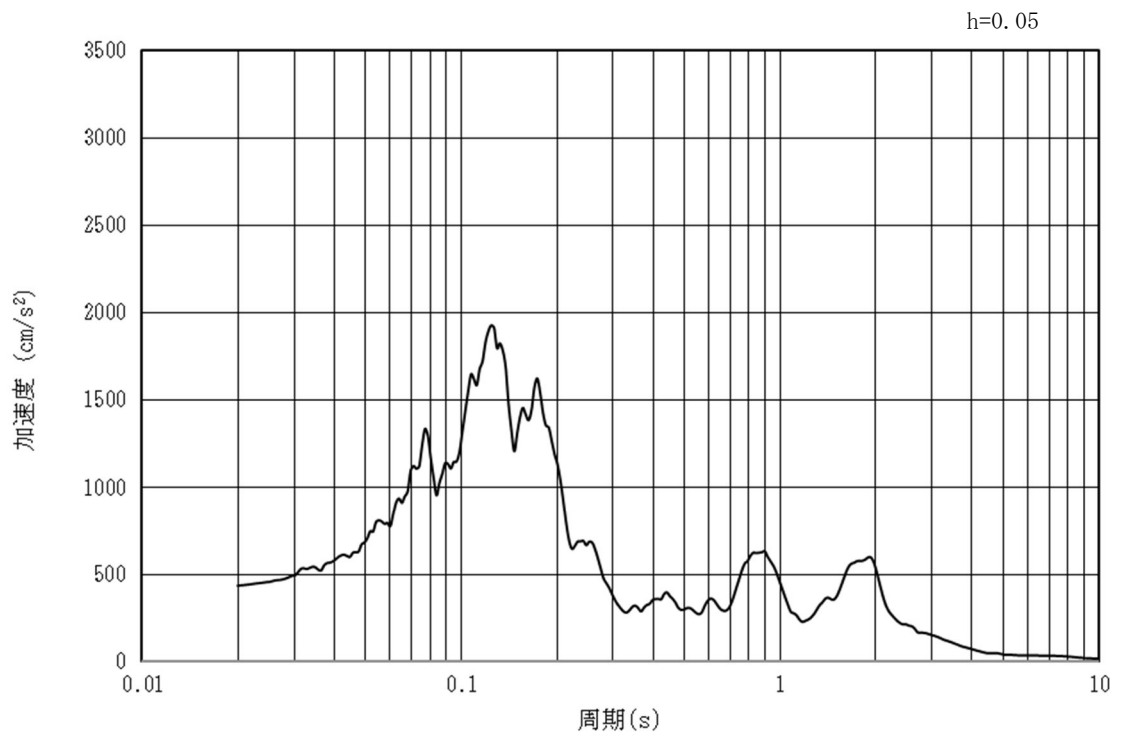


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-9 (2) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S<sub>s</sub>-D1)

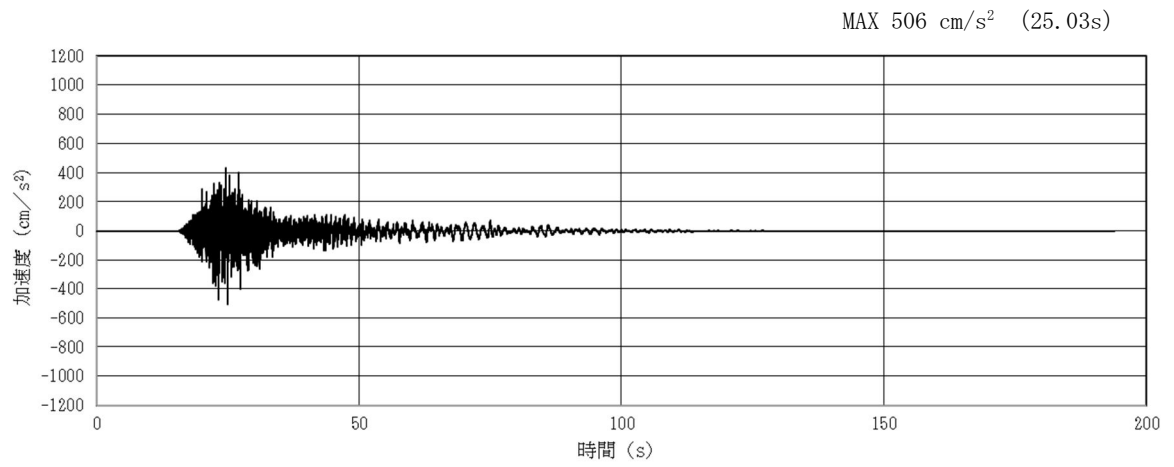


(a) 加速度時刻歴波形

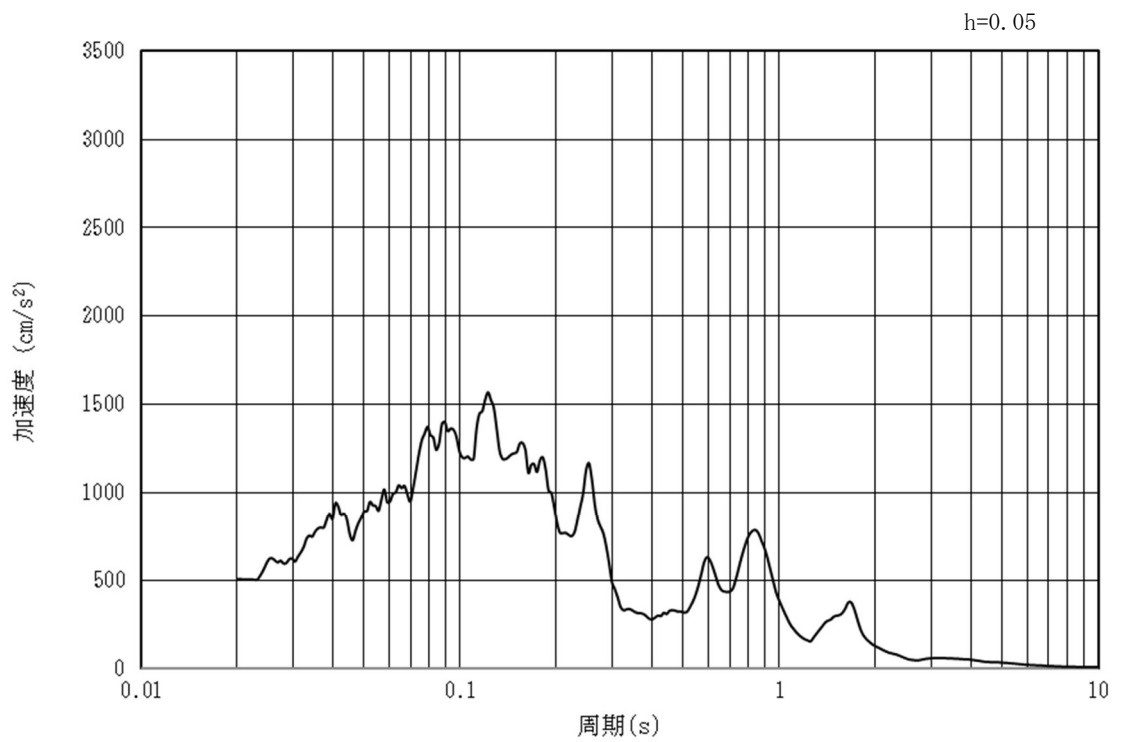


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-9 (3) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s - 1.1$ )



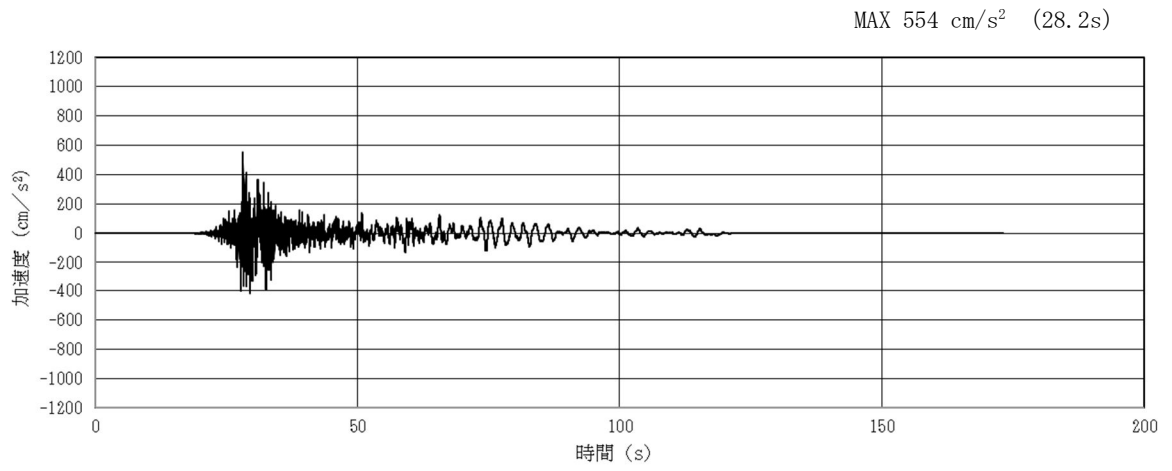
(a) 加速度時刻歴波形



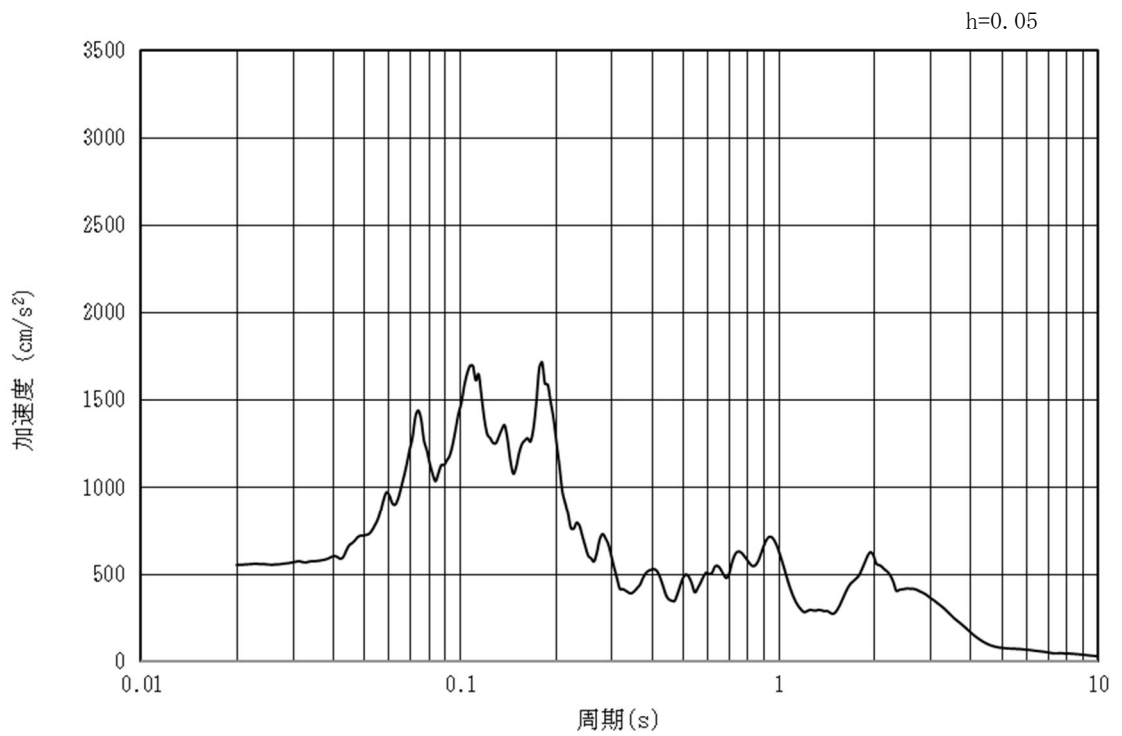
(b) 加速度応答スペクトル

図 3-9 (4) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - 1.1$ )



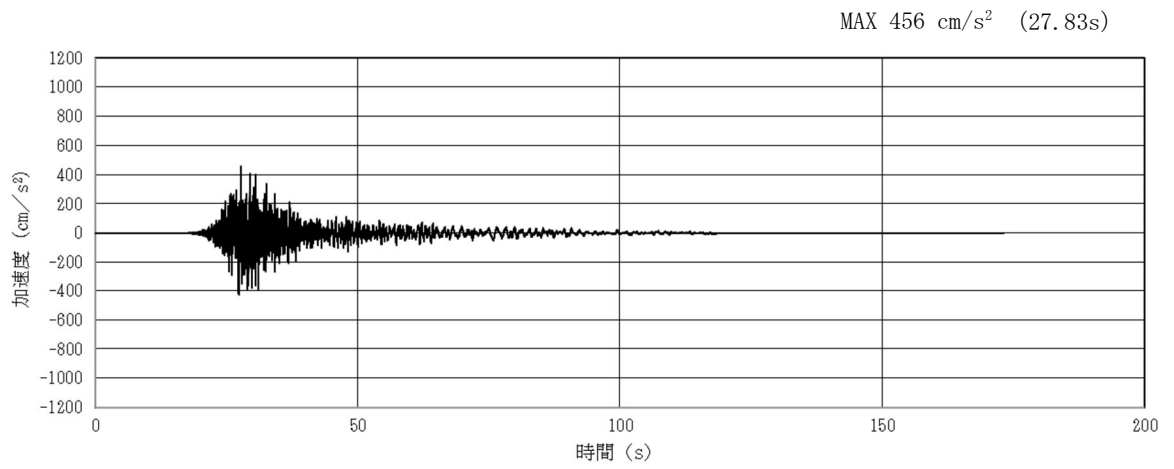


(a) 加速度時刻歴波形

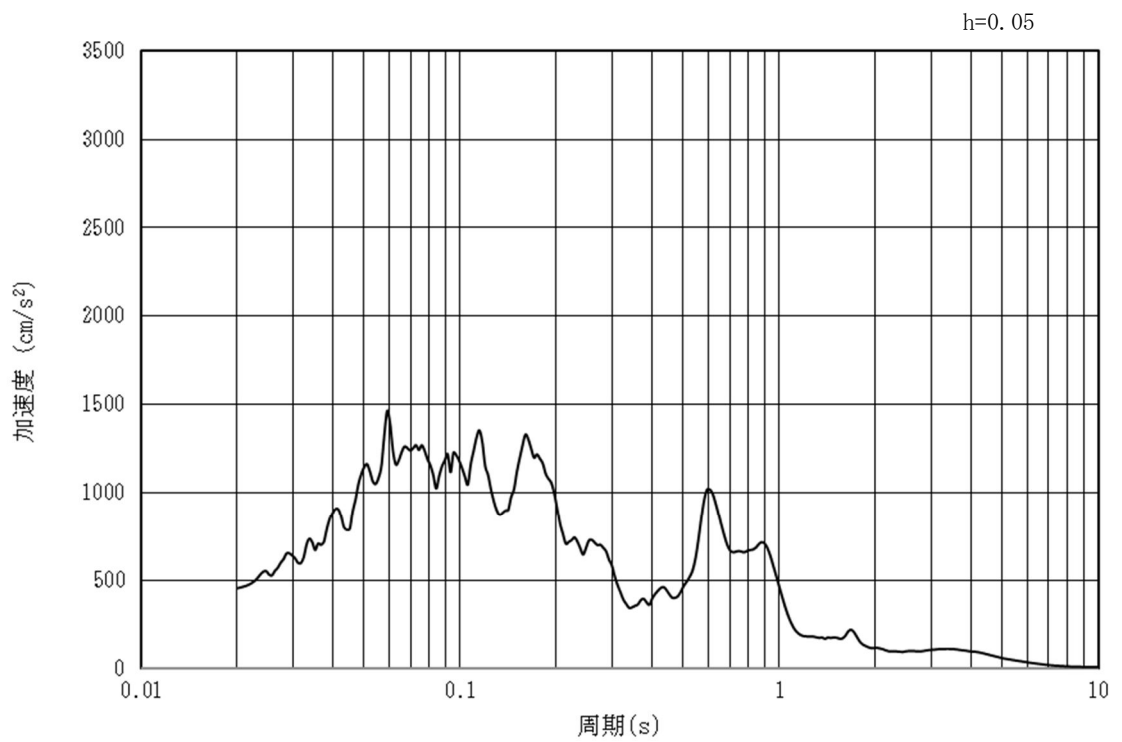


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-9 (5) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s - 1.2$ )

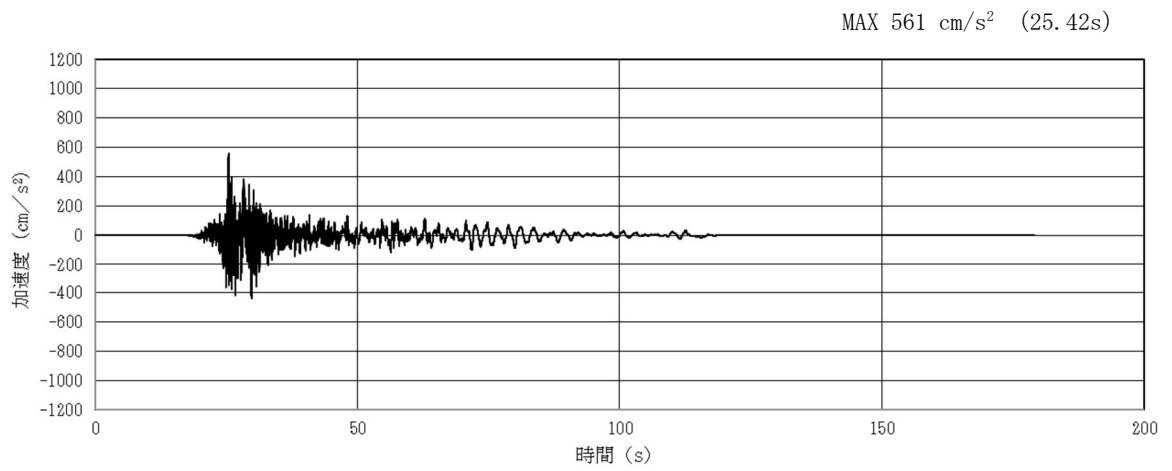


(a) 加速度時刻歴波形

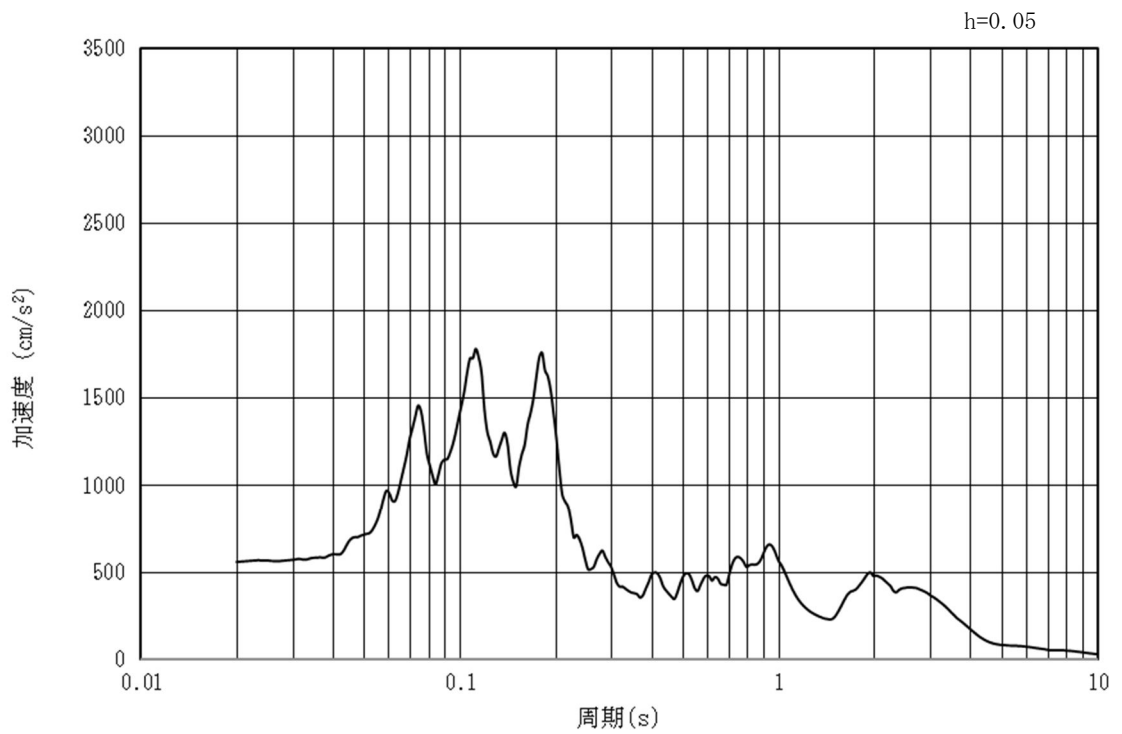


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-9 (6) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - 1.2$ )

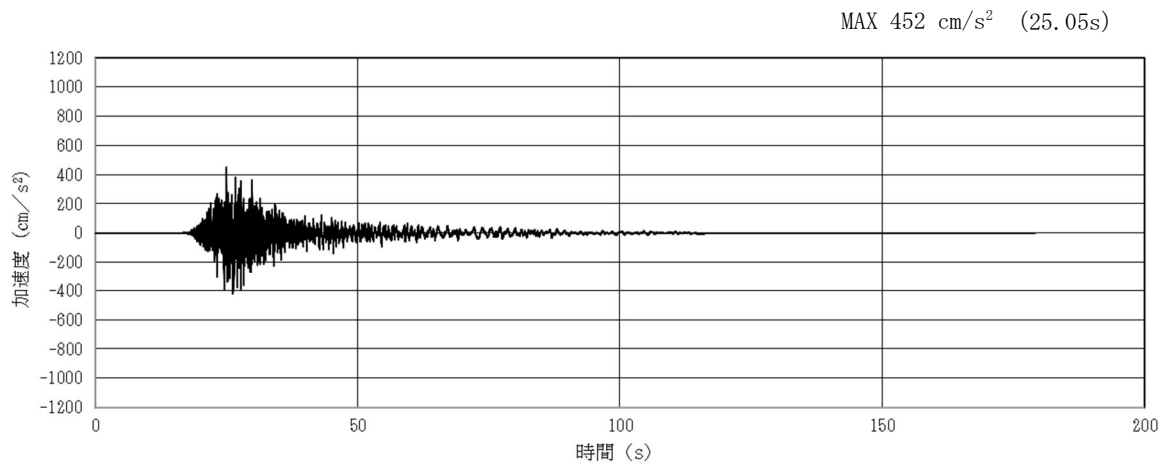


(a) 加速度時刻歴波形

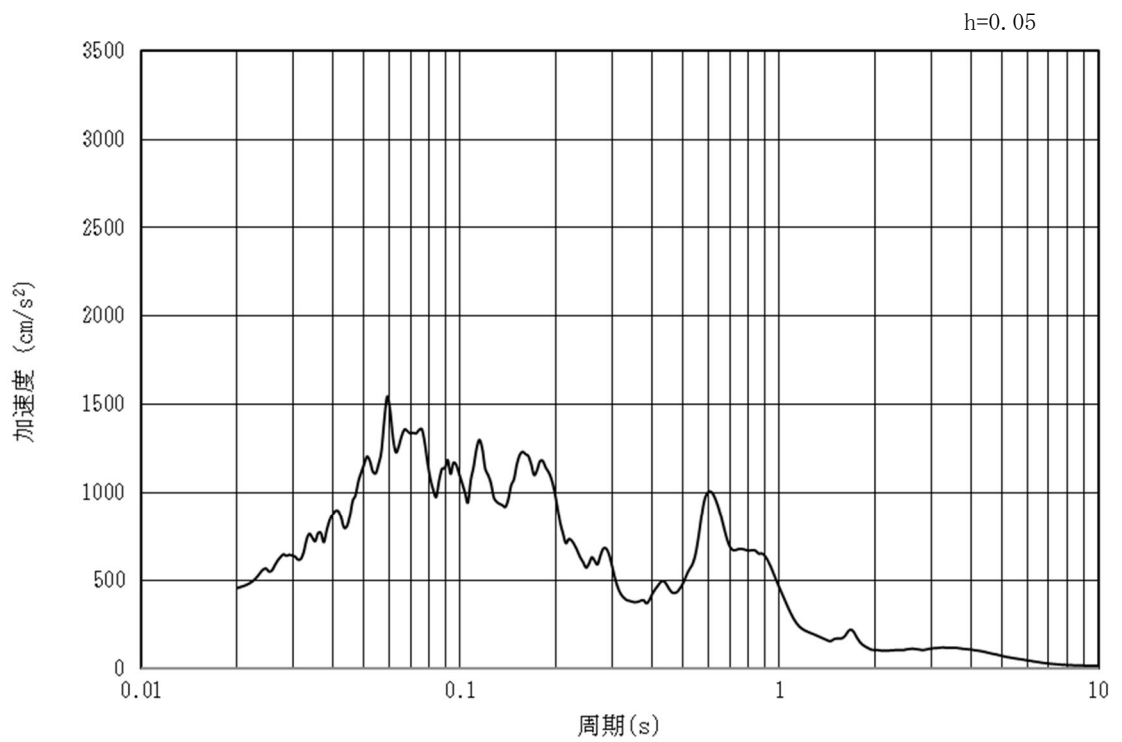


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-9 (7) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向: S<sub>s</sub> - 1 3)

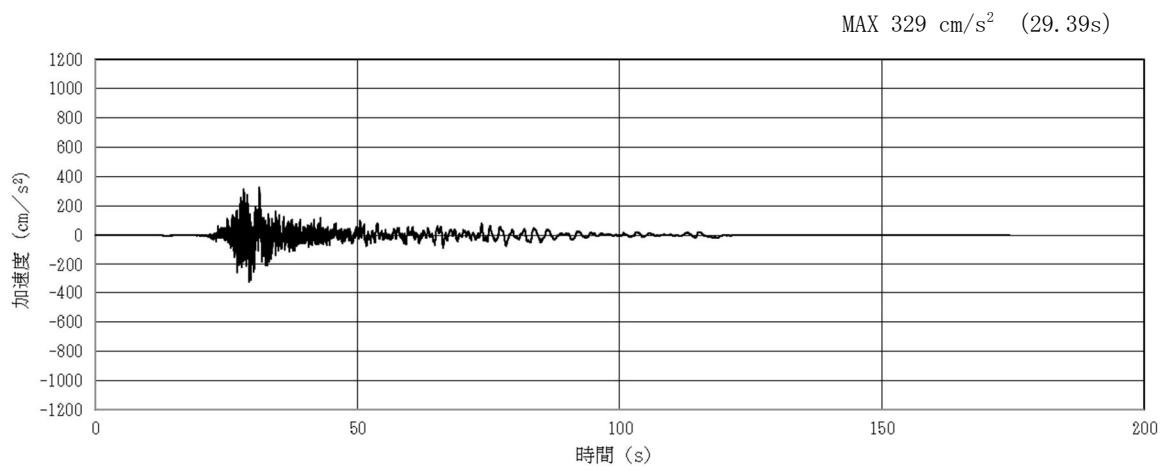


(a) 加速度時刻歴波形

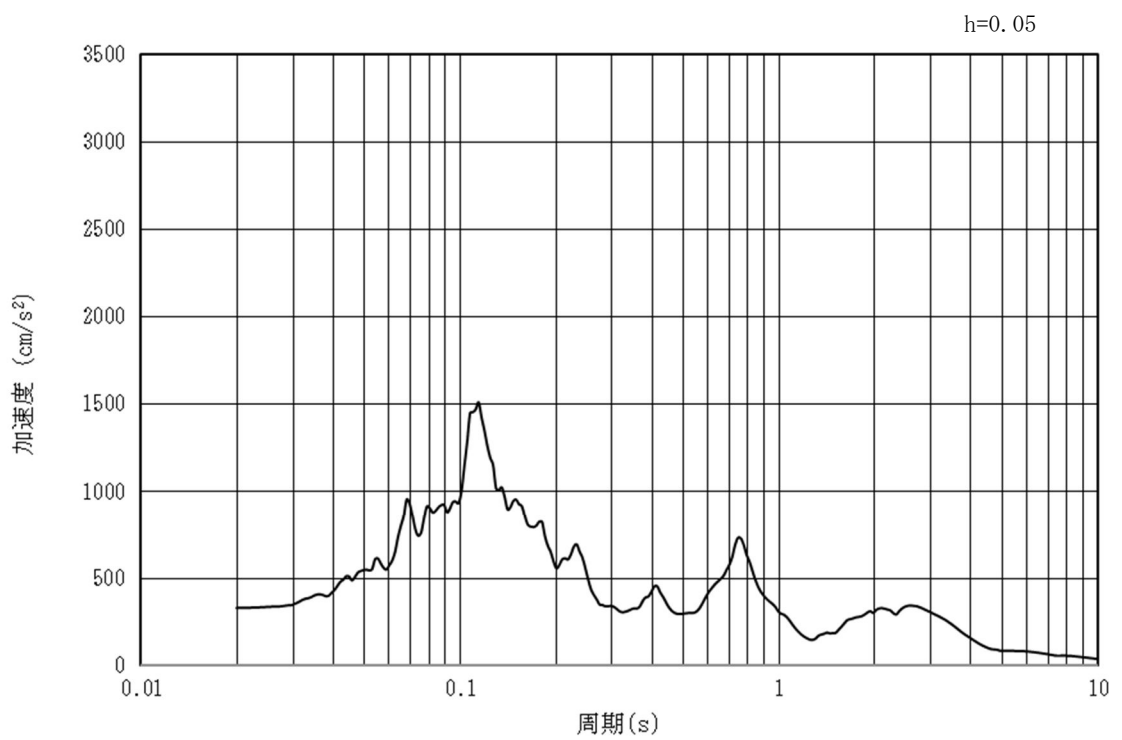


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-9 (8) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - 1.3$ )

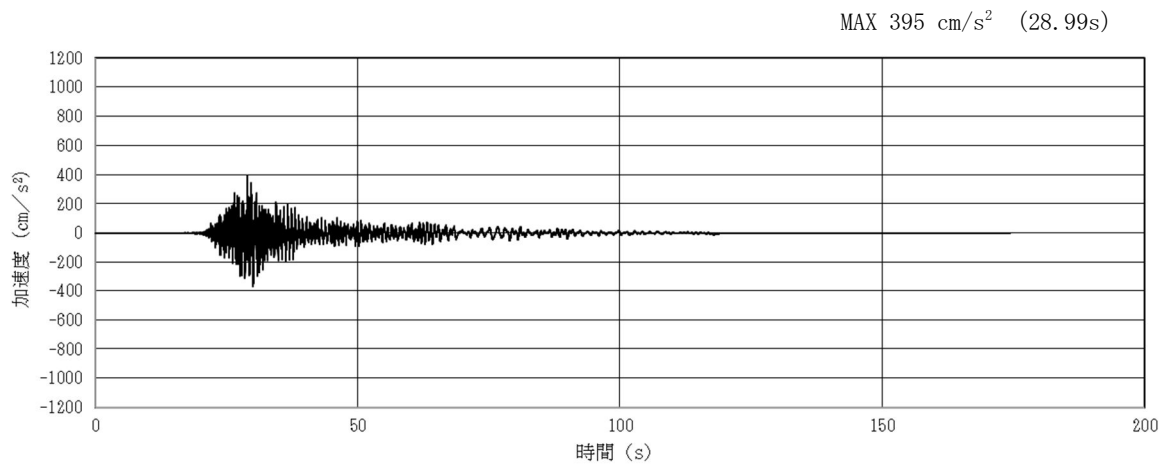


(a) 加速度時刻歴波形

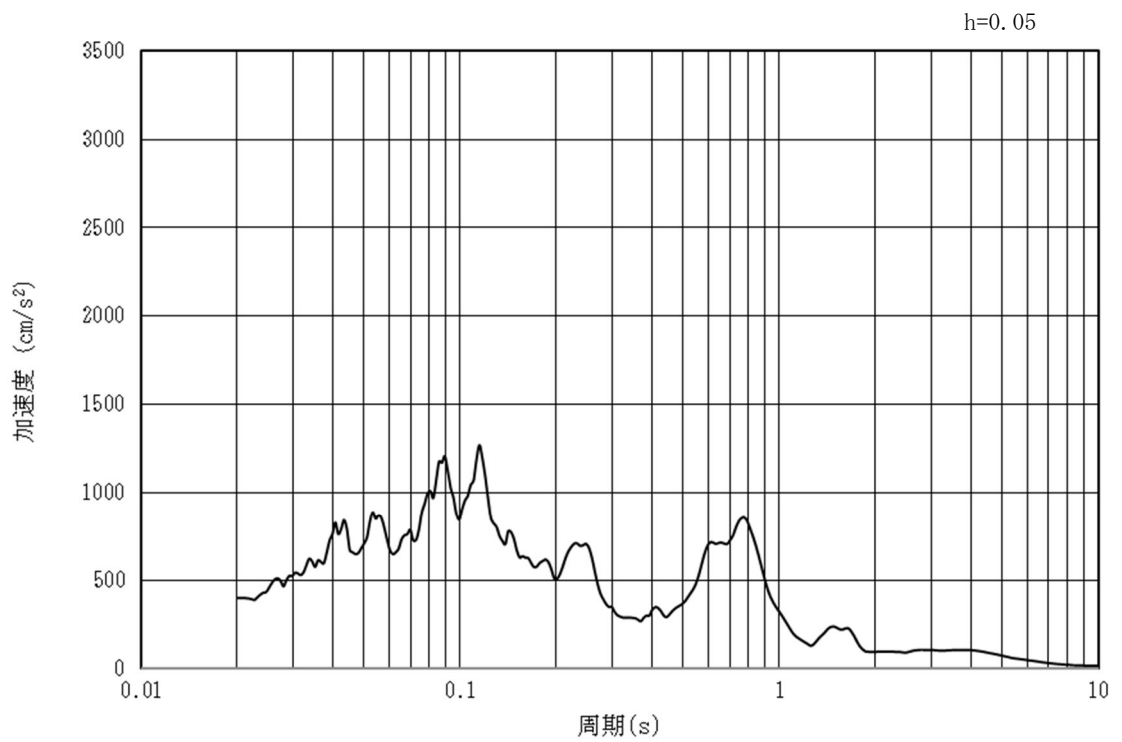


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-9 (9) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s - 1.4$ )

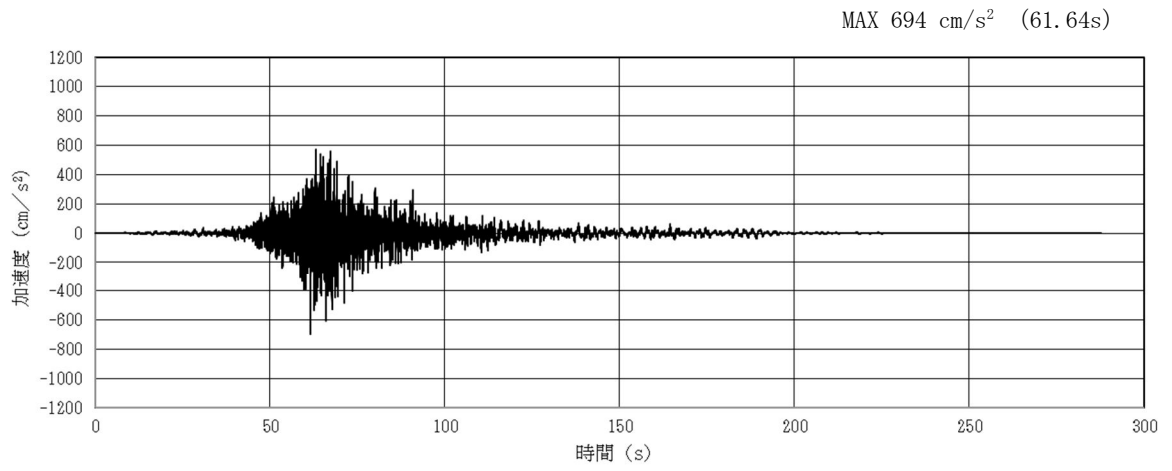


(a) 加速度時刻歴波形

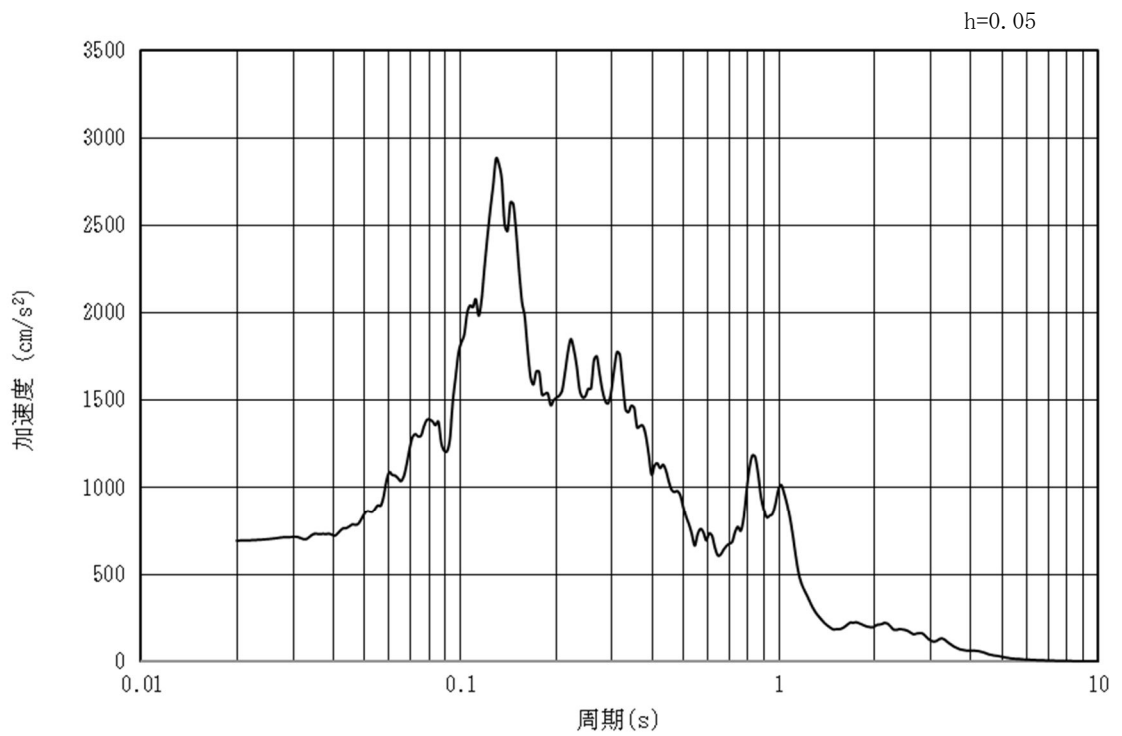


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-9 (10) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - 1.4$ )

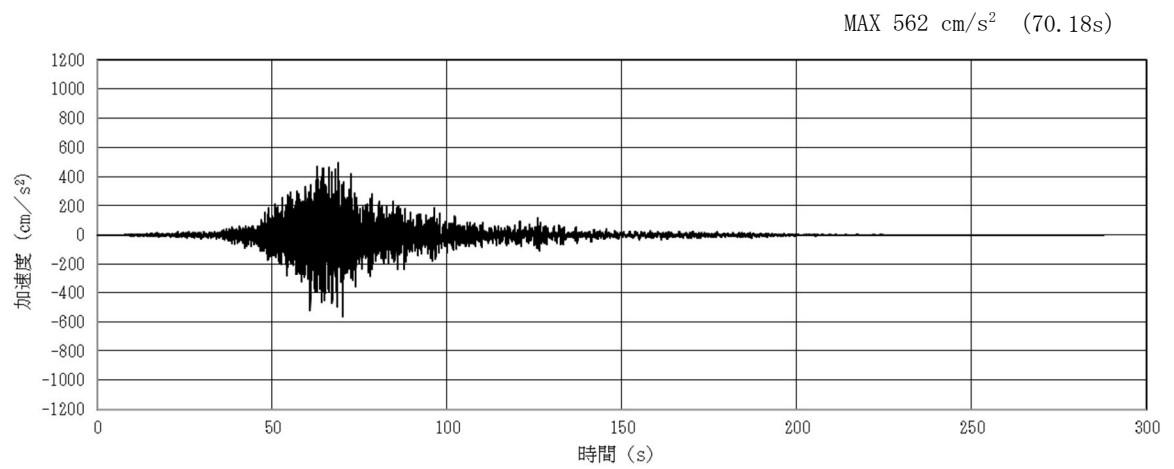


(a) 加速度時刻歴波形

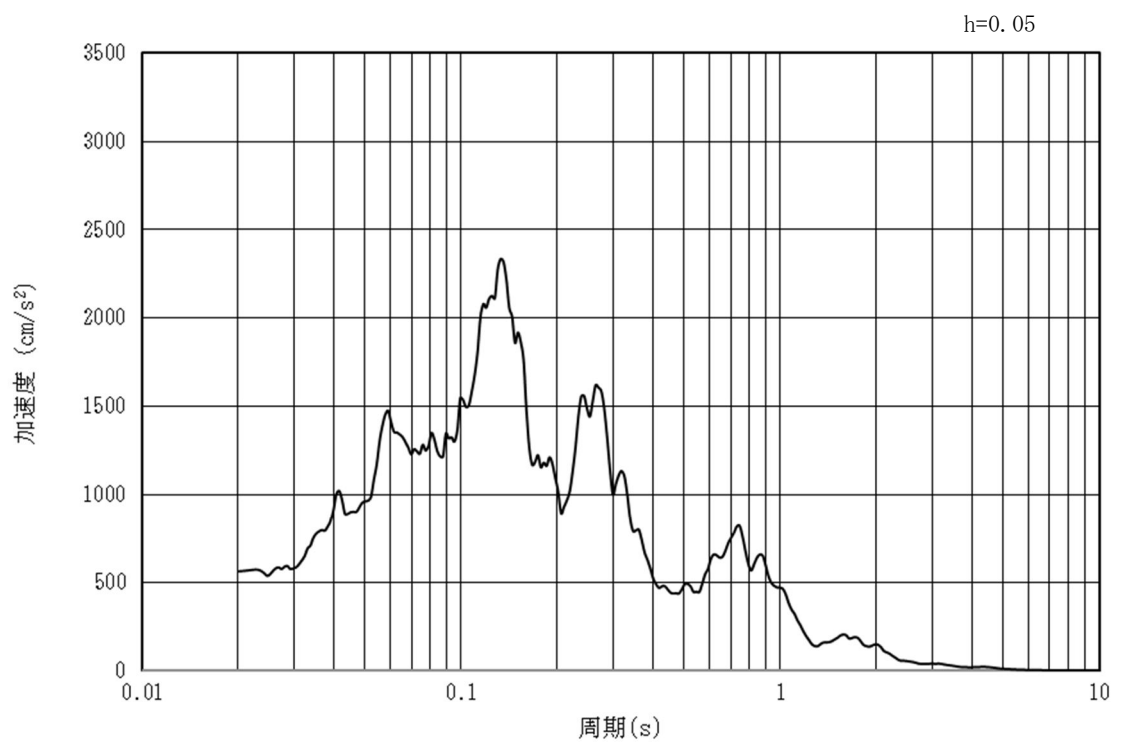


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-9 (11) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s - 2.1$ )



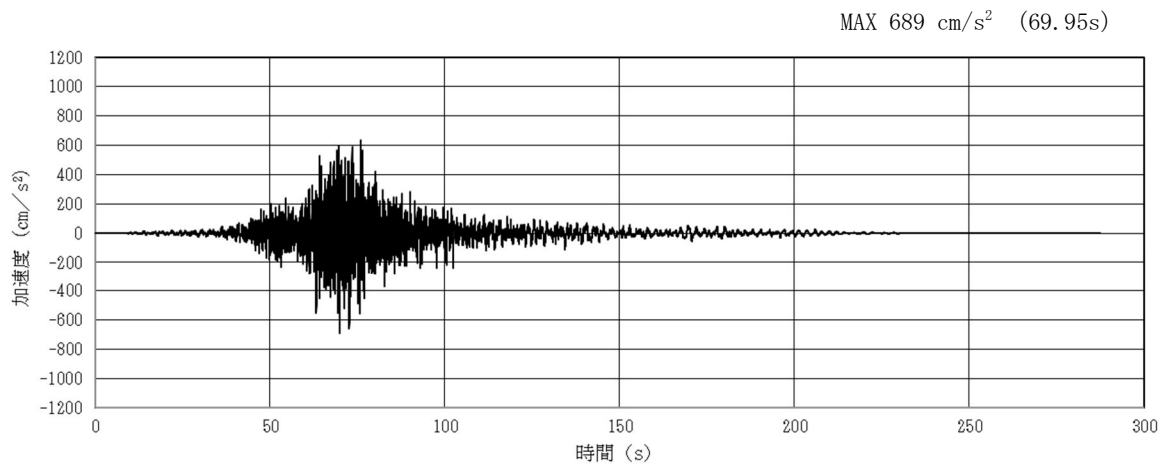
(a) 加速度時刻歴波形



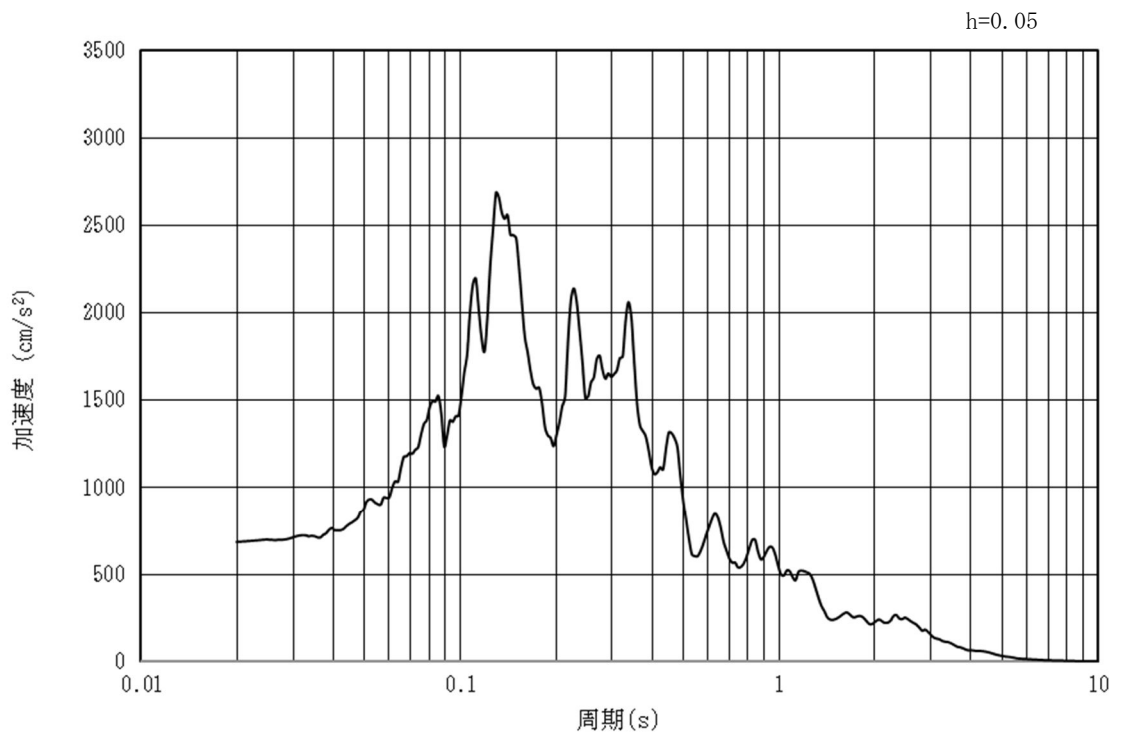
(b) 加速度応答スペクトル

図 3-9 (12) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向 :  $S_s - 2.1$ )



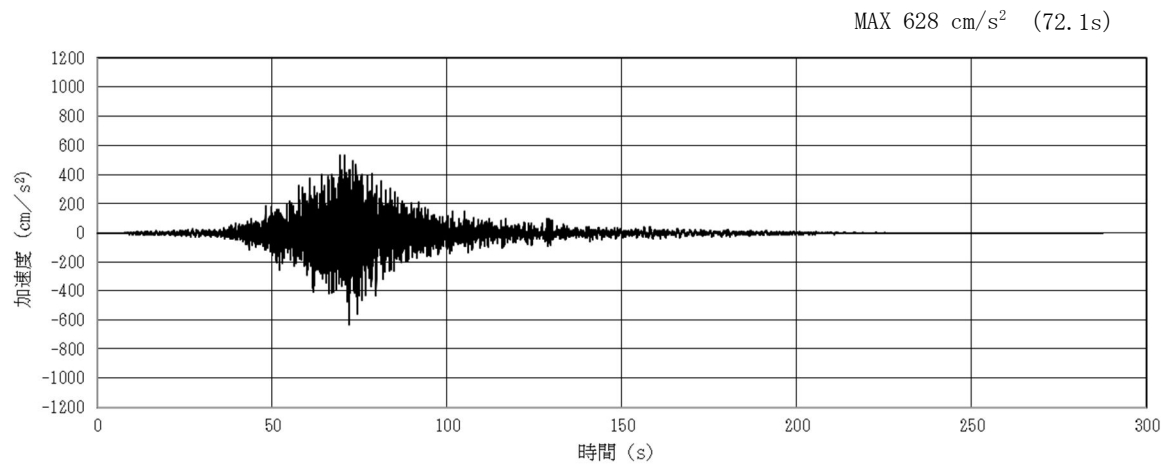


(a) 加速度時刻歴波形

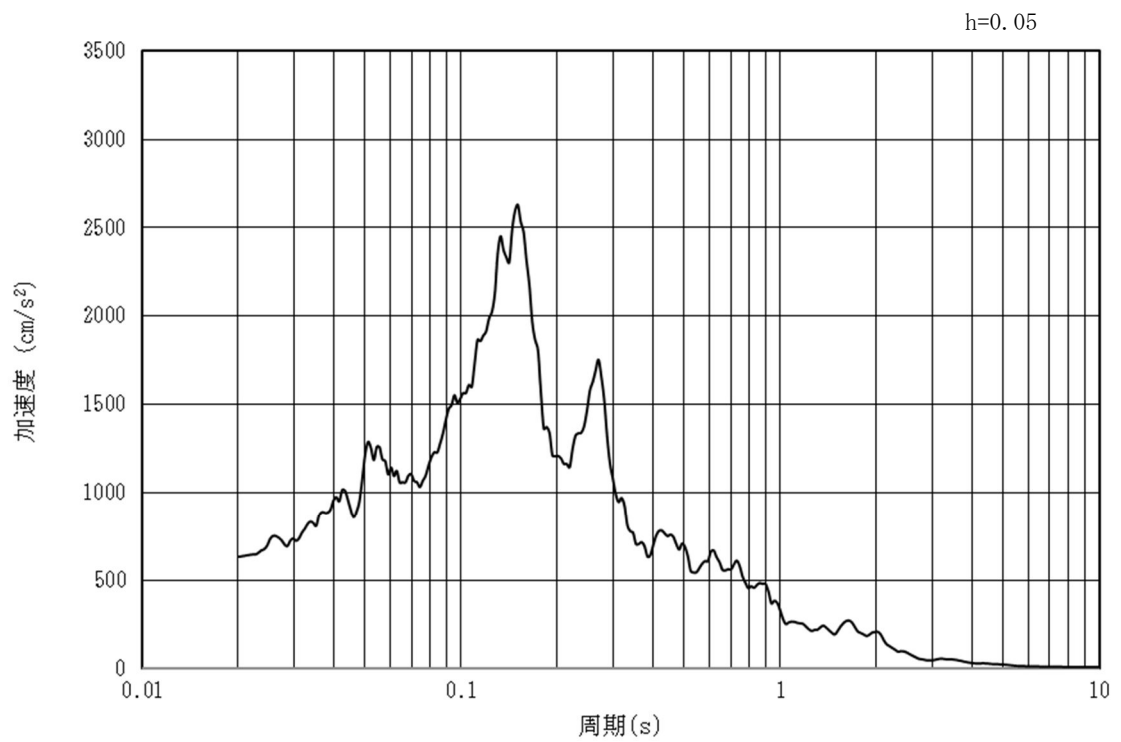


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-9 (13) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向：S<sub>s</sub>-22)

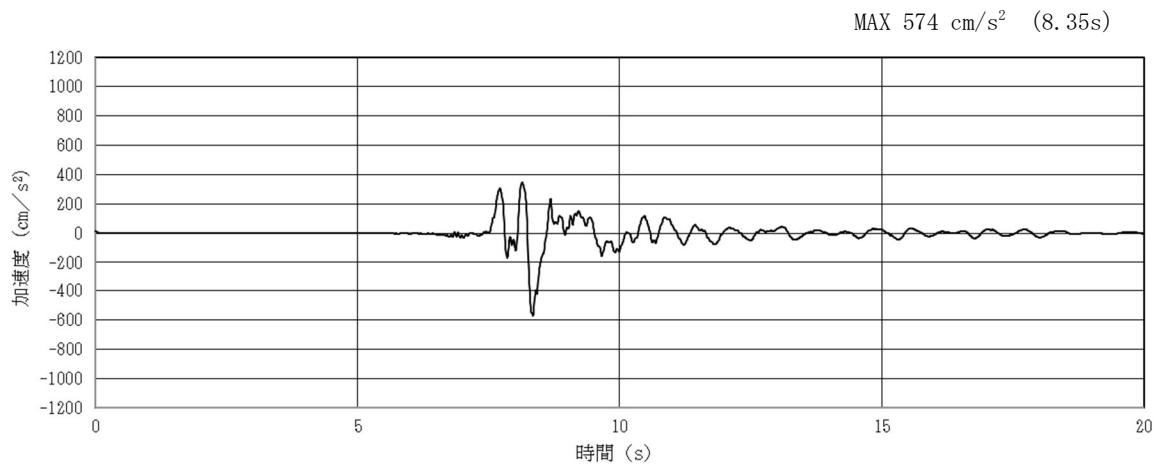


(a) 加速度時刻歴波形

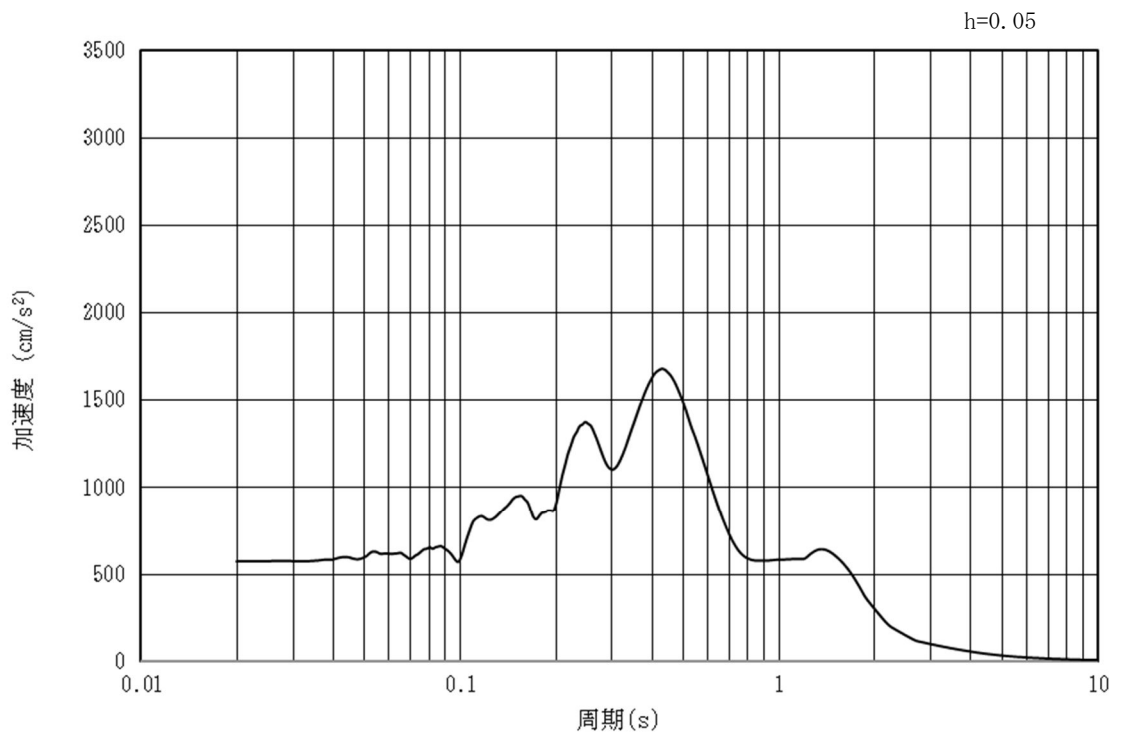


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-9 (14) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向 :  $S_s - 2.2$ )

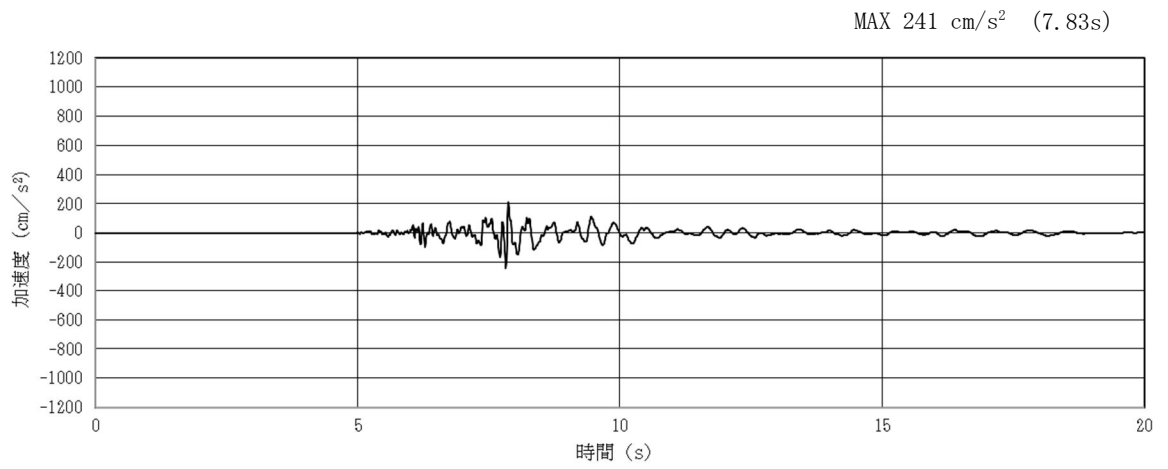


(a) 加速度時刻歴波形

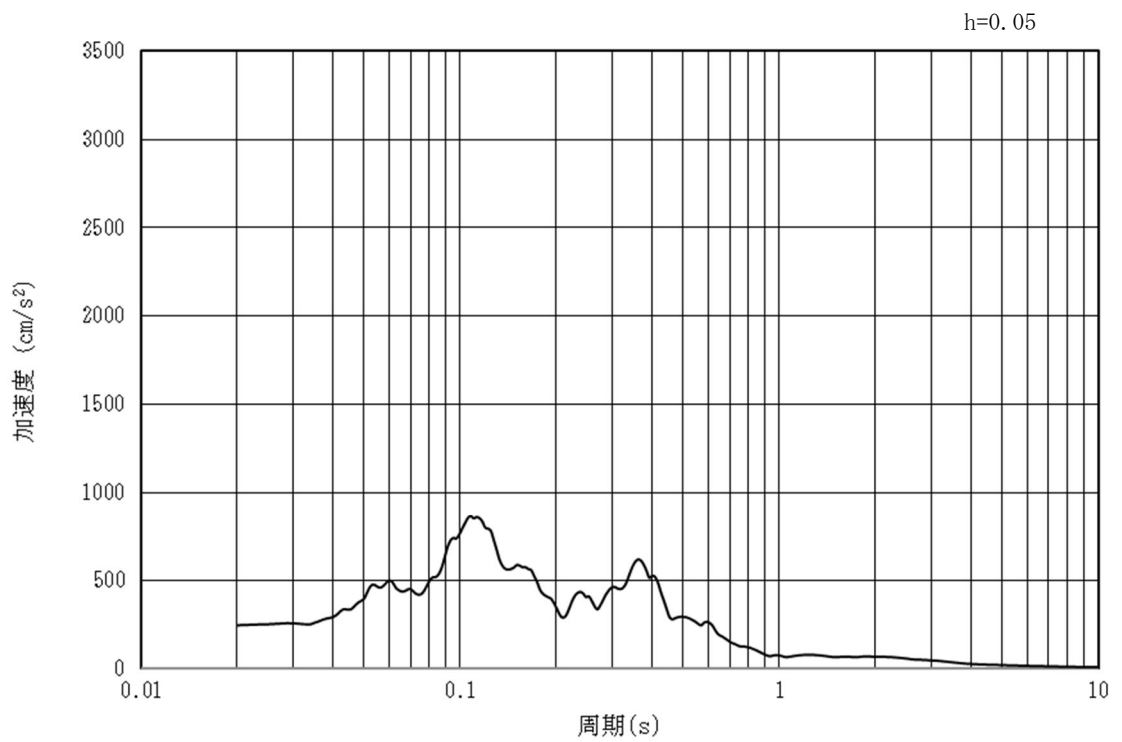


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-9 (15) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s - 3.1$ )



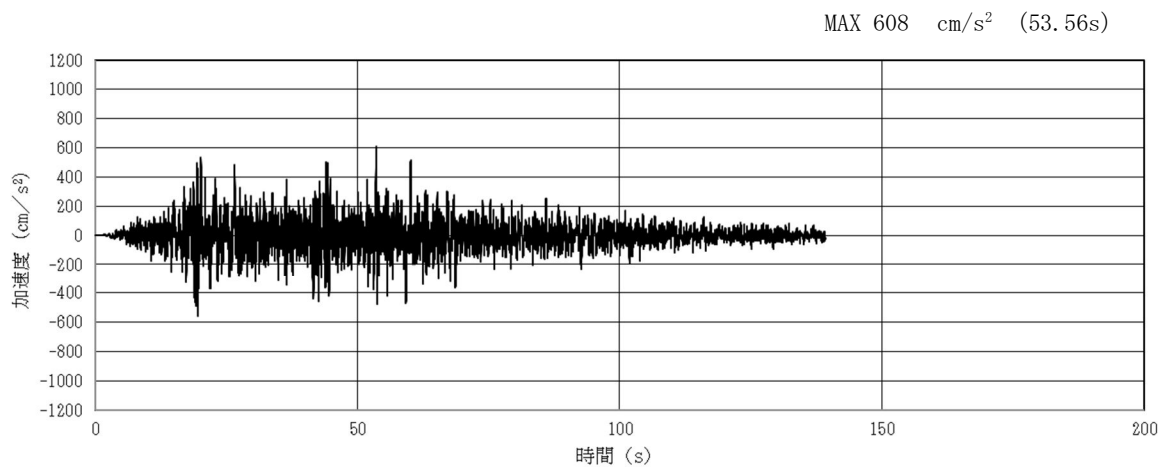
(a) 加速度時刻歴波形



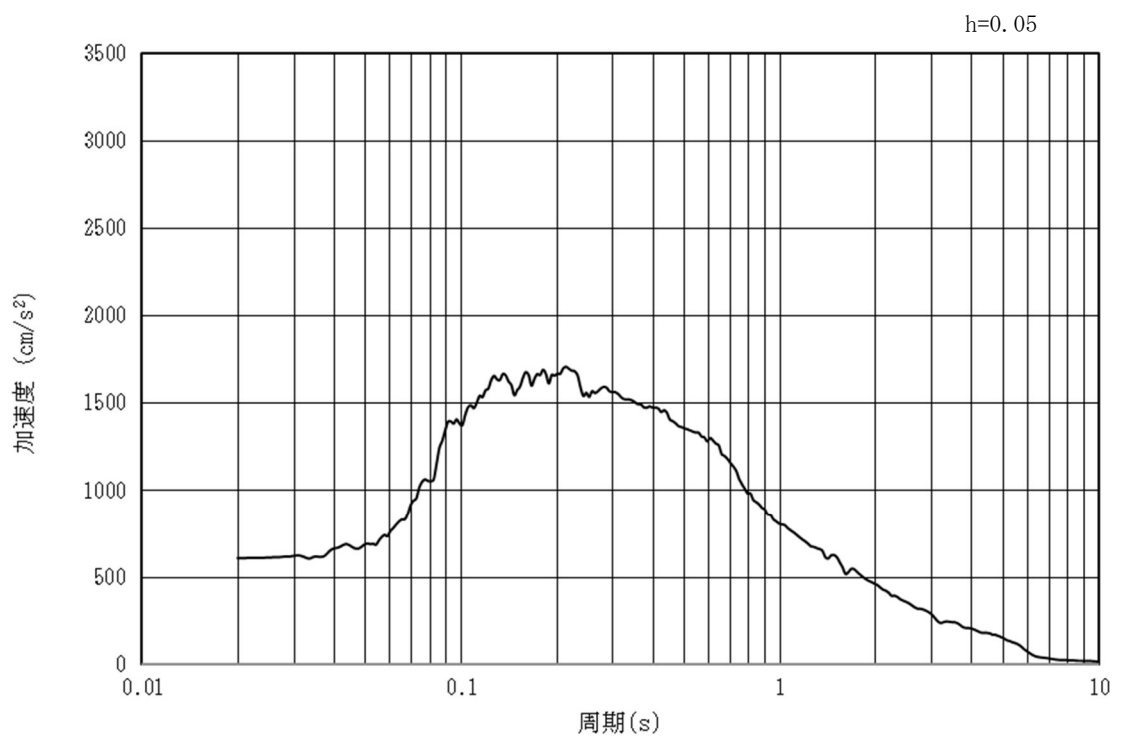
(b) 加速度応答スペクトル

図 3-9 (16) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向 :  $S_s - 3.1$ )

### 3.4.2 断面②

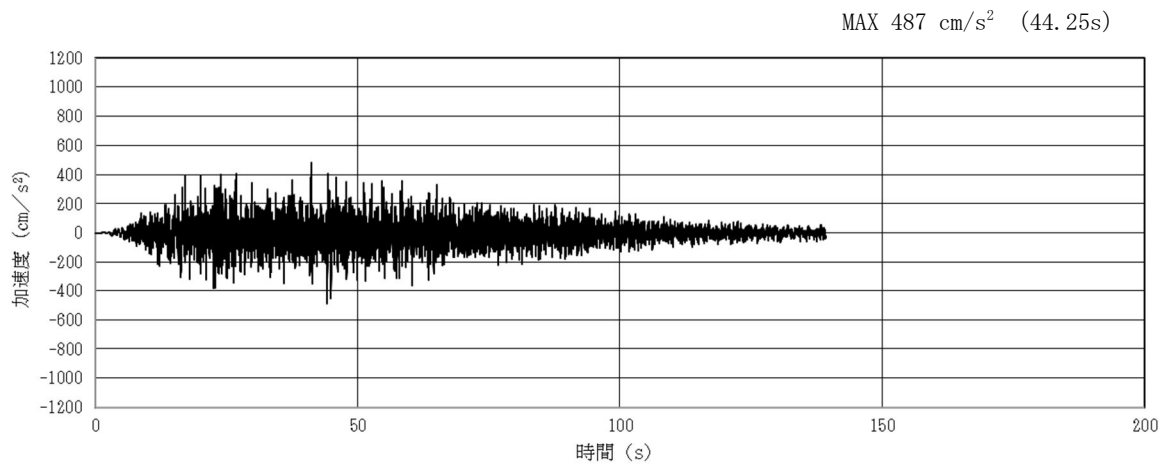


(a) 加速度時刻歴波形

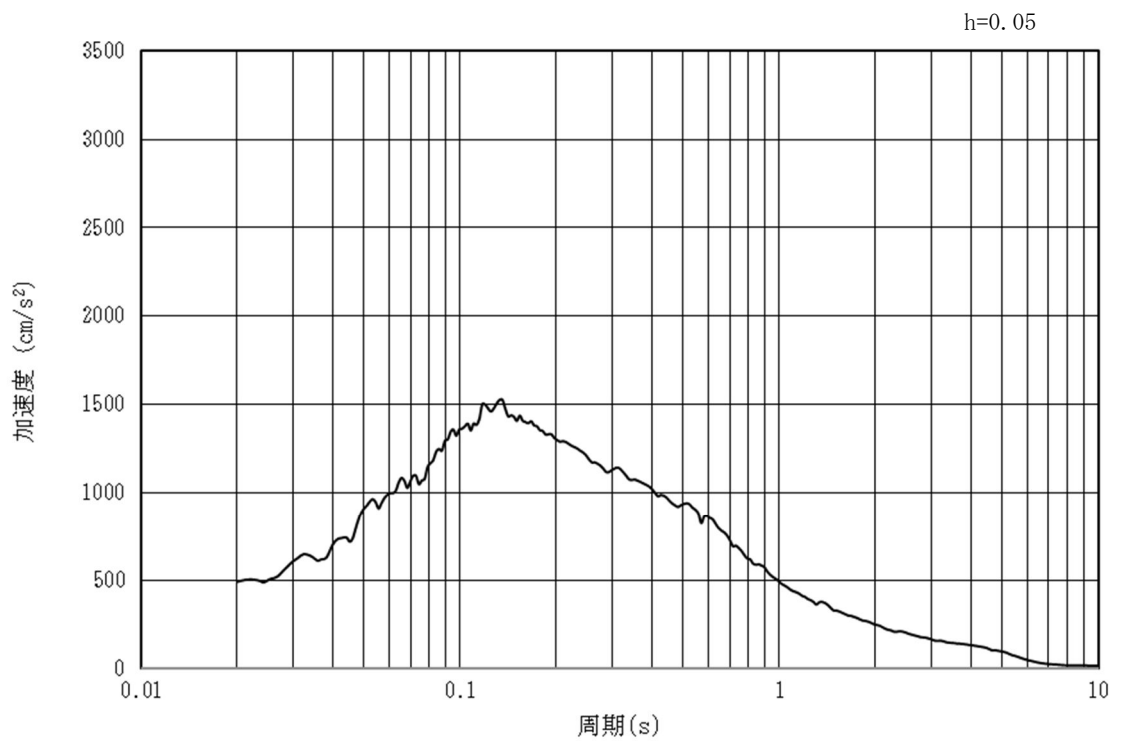


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-10 (1) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 :  $S_s - D1$ )

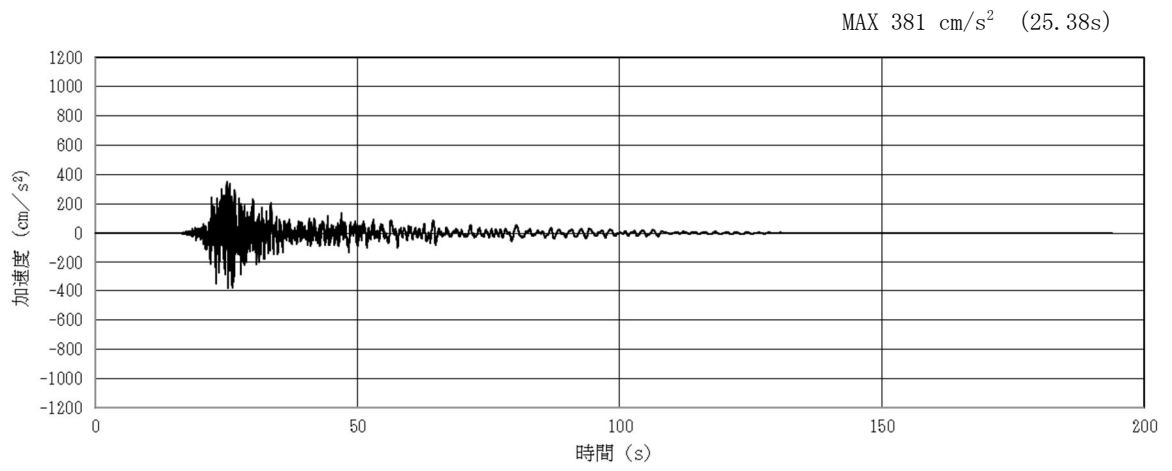


(a) 加速度時刻歴波形

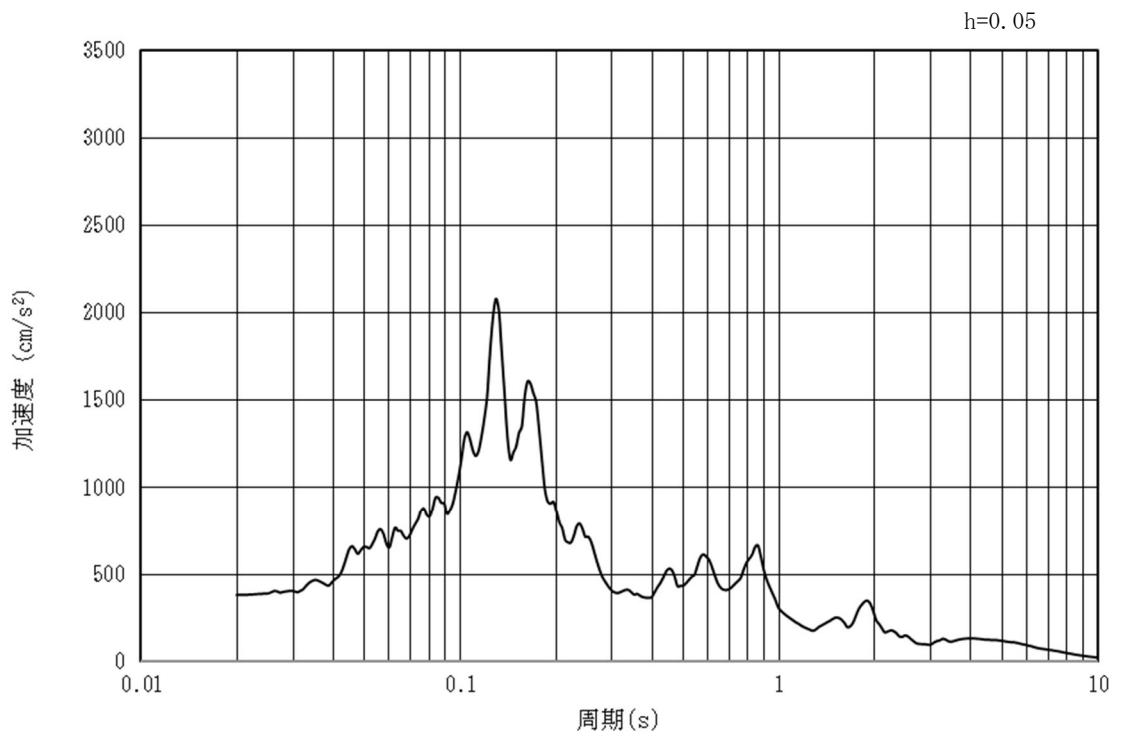


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-10 (2) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - D1$ )

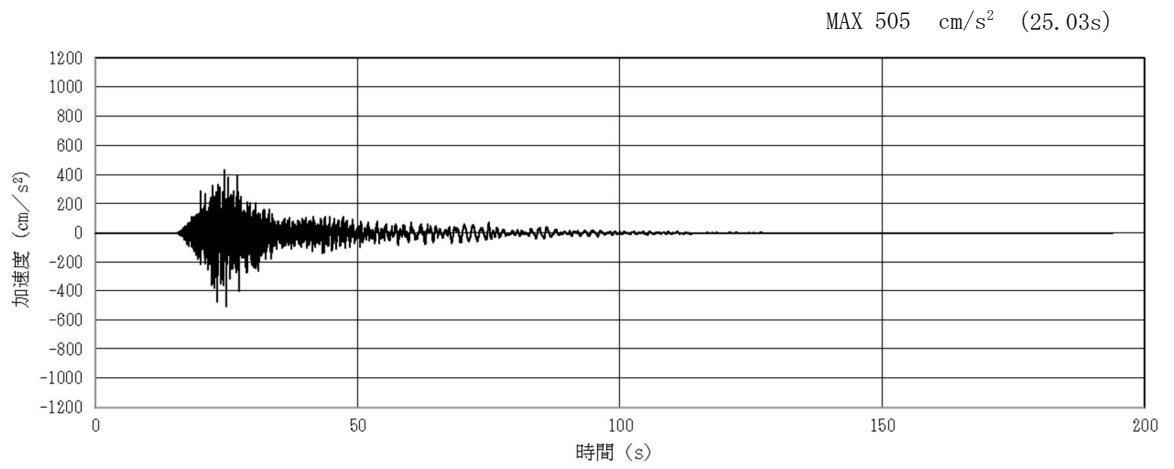


(a) 加速度時刻歴波形

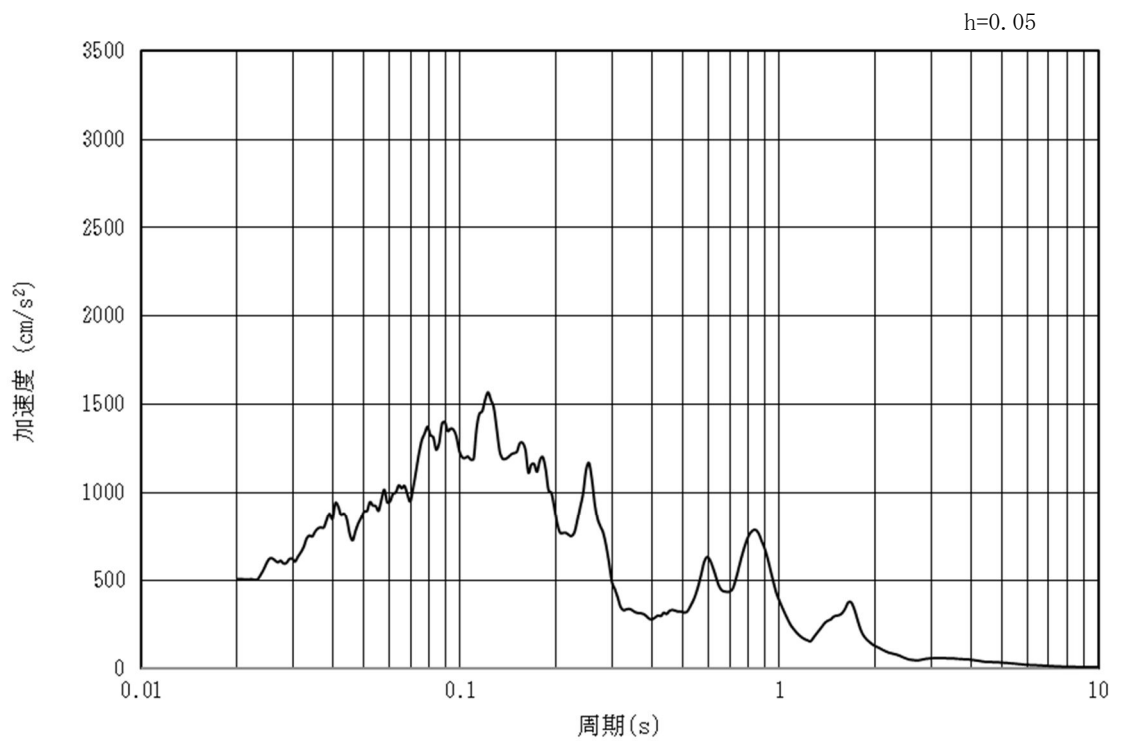


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-10 (3) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 :  $S_s - 1.1$ )



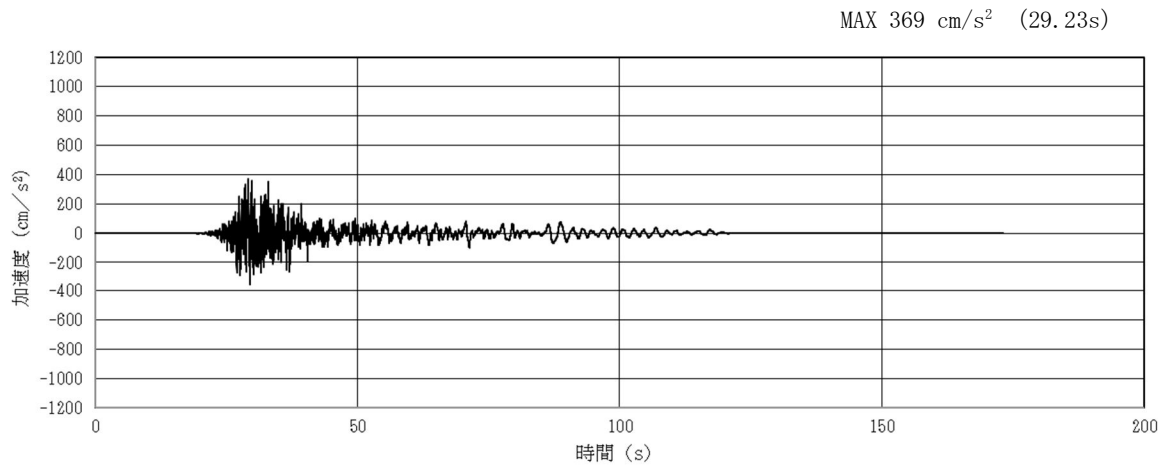
(a) 加速度時刻歴波形



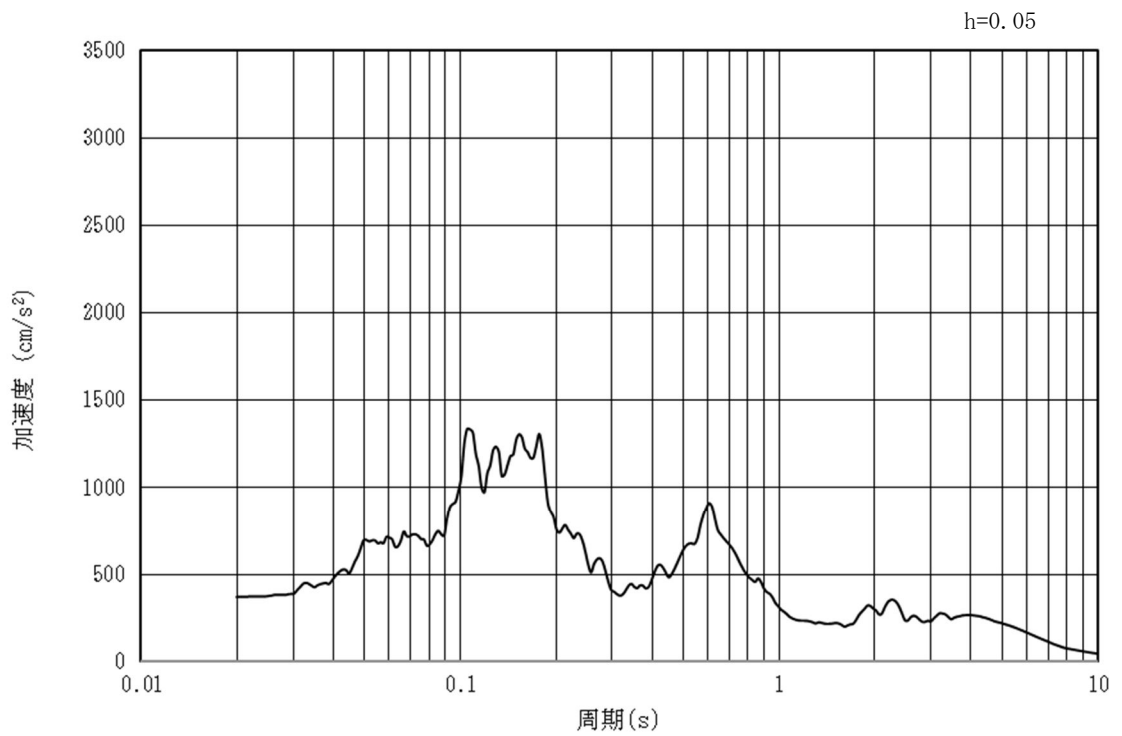
(b) 加速度応答スペクトル

図 3-10 (4) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - 1.1$ )



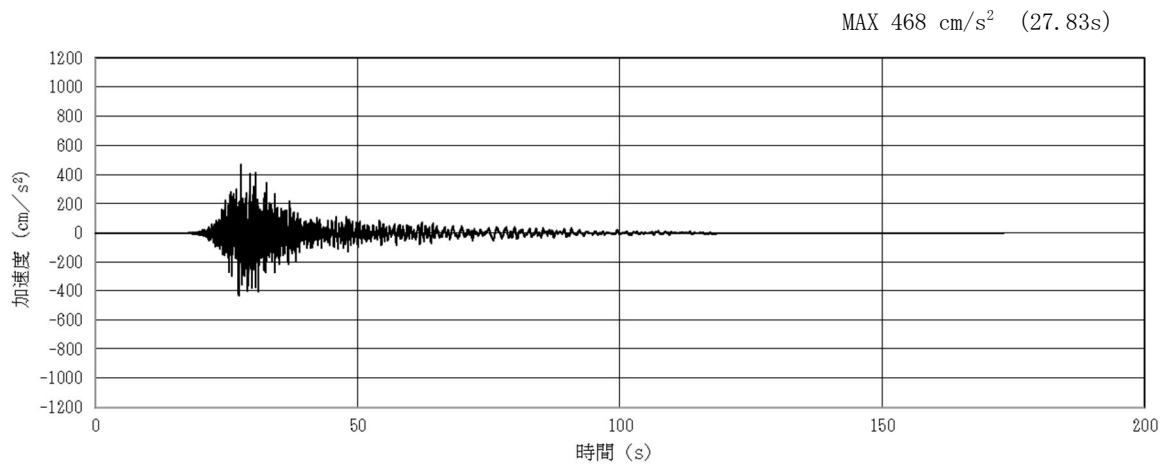


(a) 加速度時刻歴波形

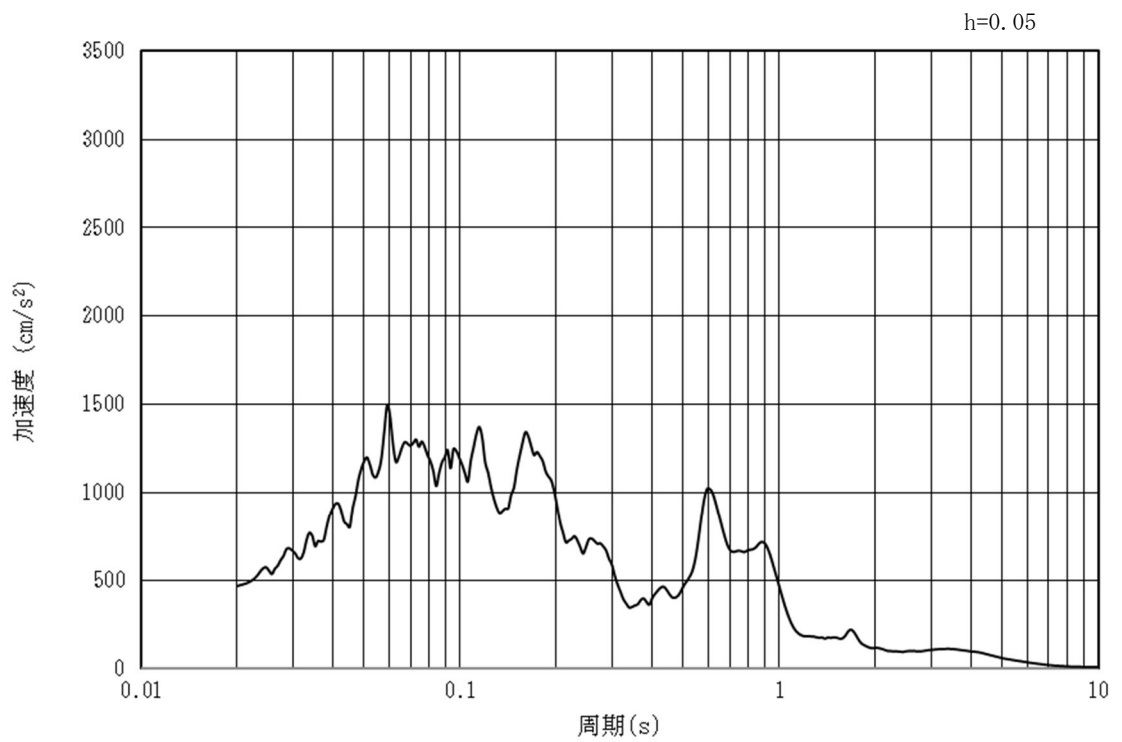


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-10 (5) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 :  $S_s - 1.2$ )

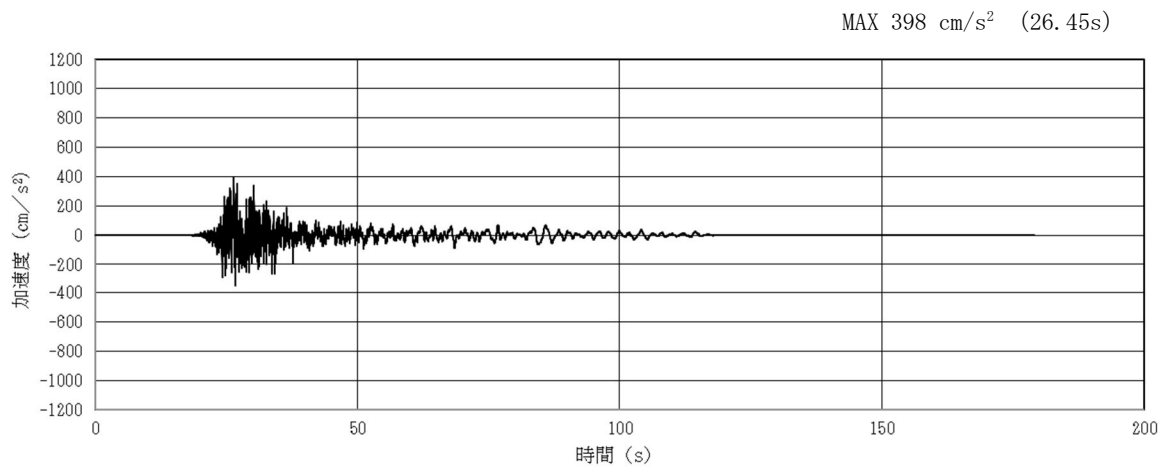


(a) 加速度時刻歴波形

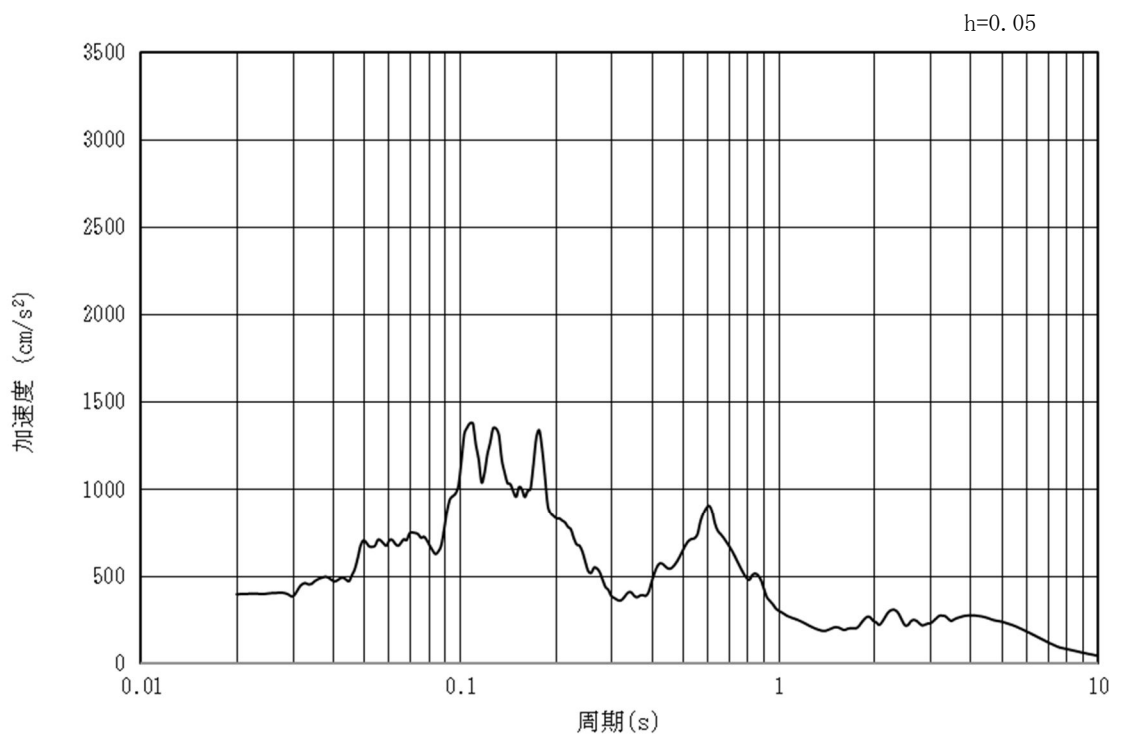


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-10 (6) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - 1.2$ )

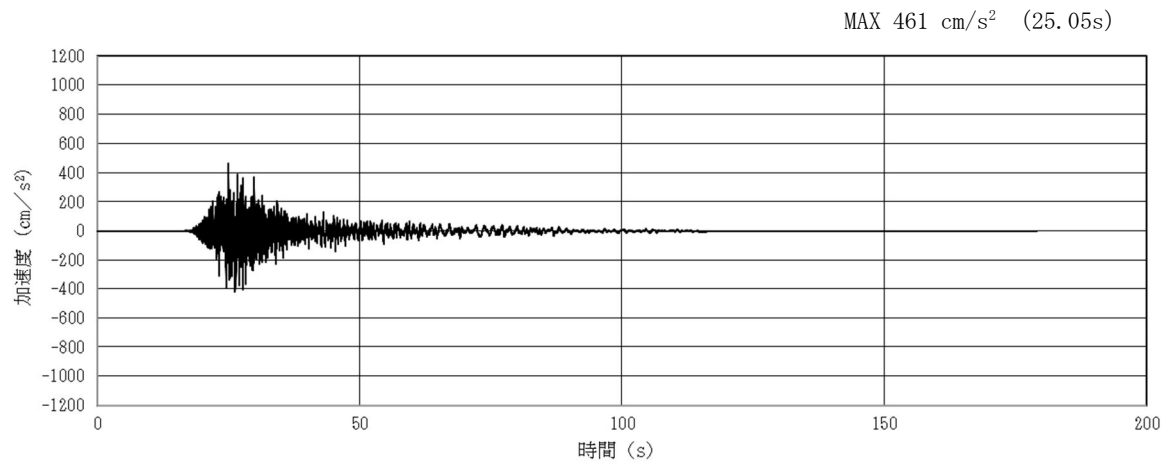


(a) 加速度時刻歴波形

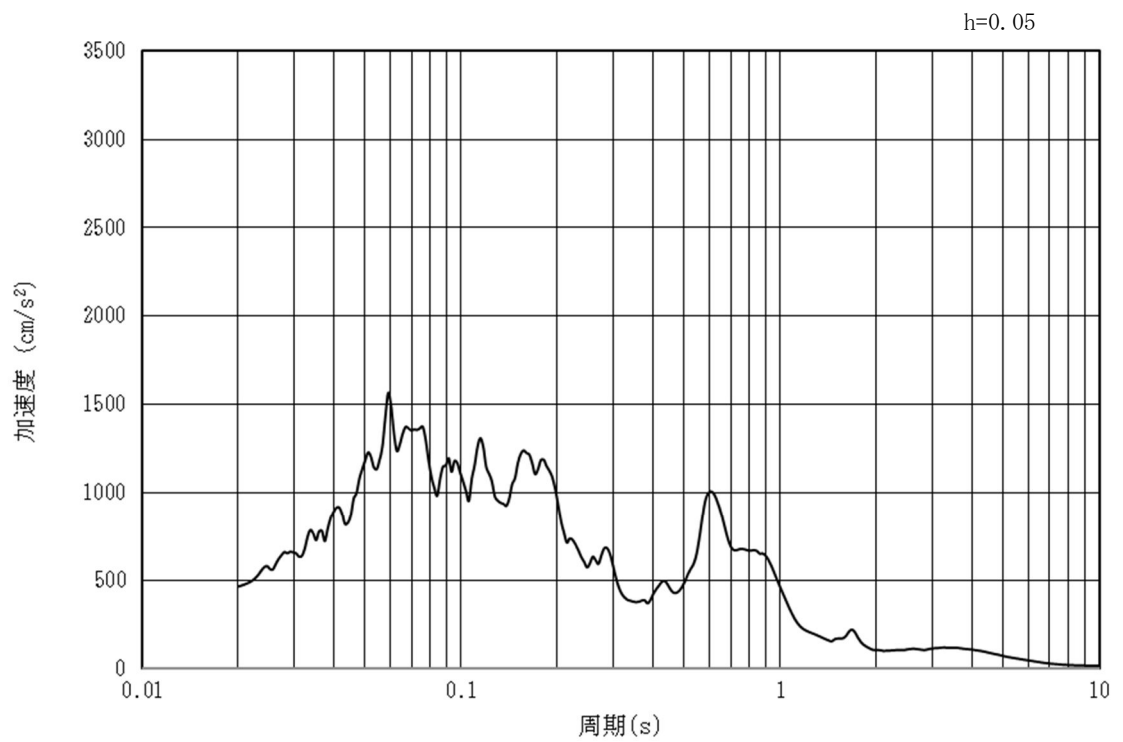


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-10 (7) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 :  $S_s - 1.3$ )

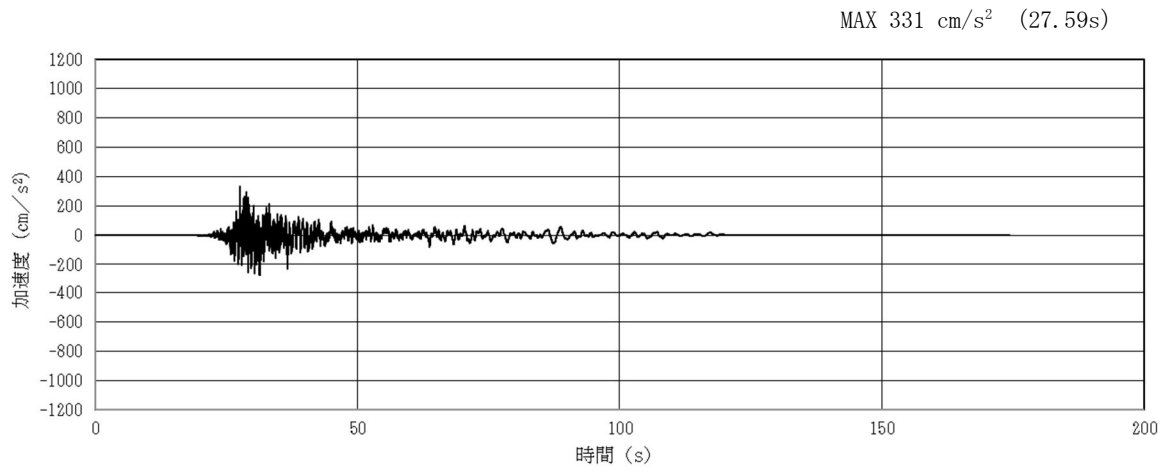


(a) 加速度時刻歴波形

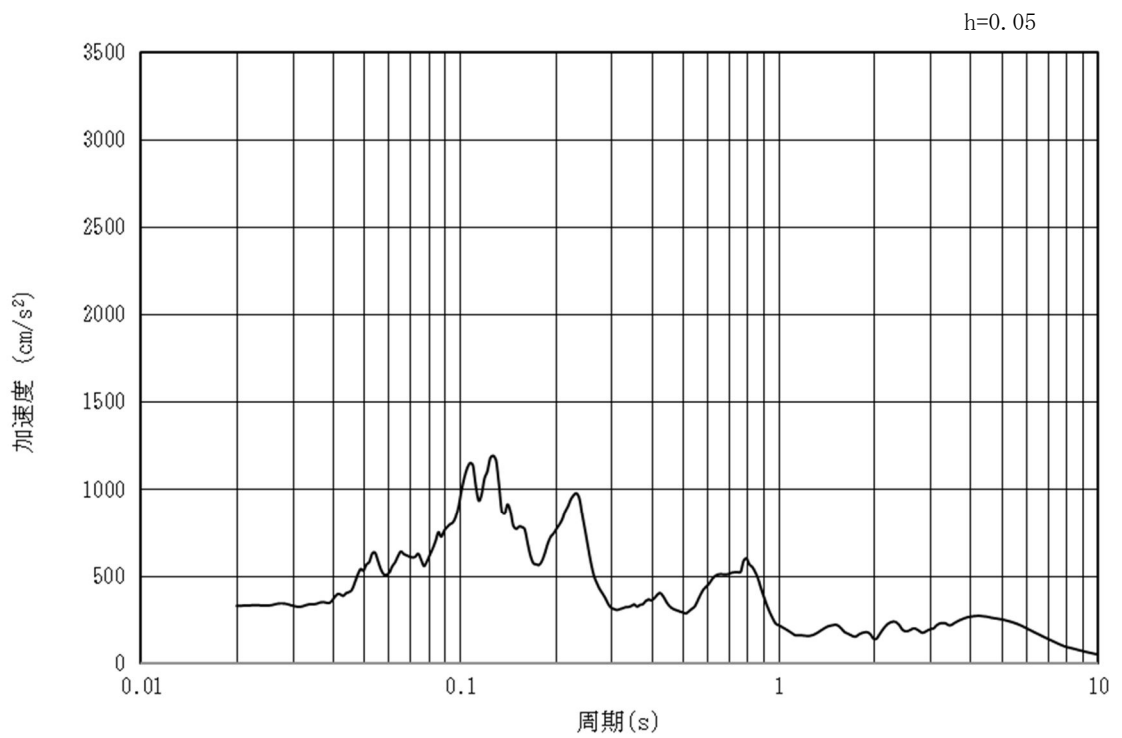


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-10 (8) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - 1.3$ )

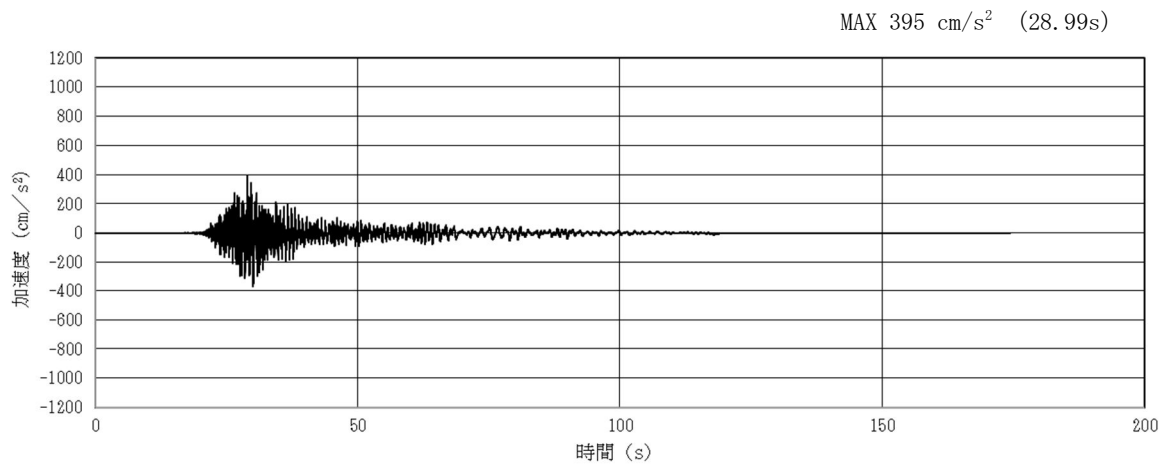


(a) 加速度時刻歴波形

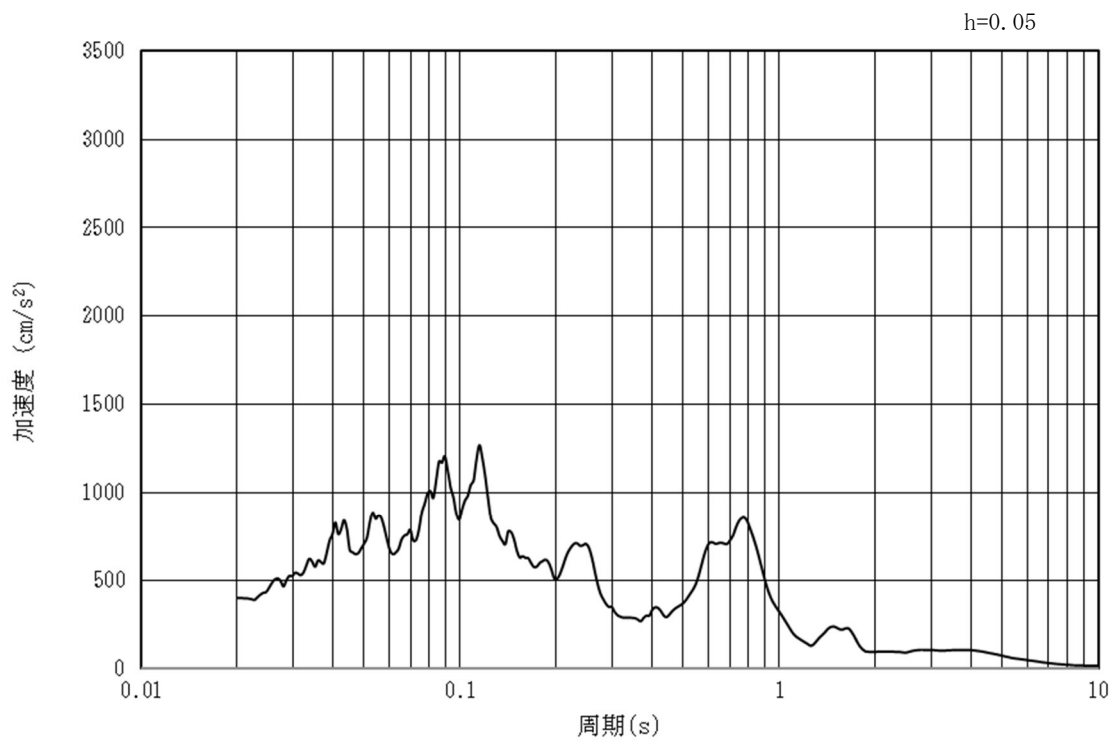


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-10 (9) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 :  $S_s - 1.4$ )

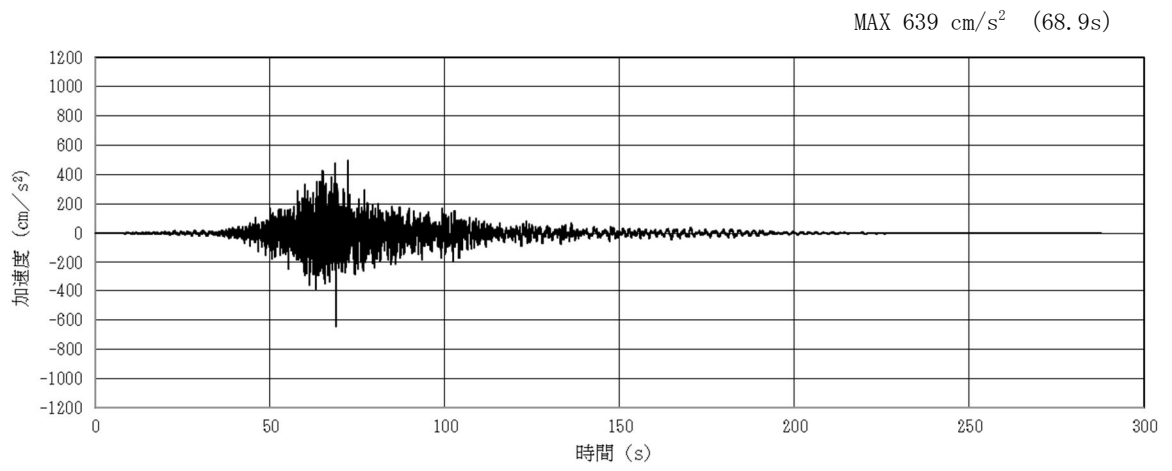


(a) 加速度時刻歴波形

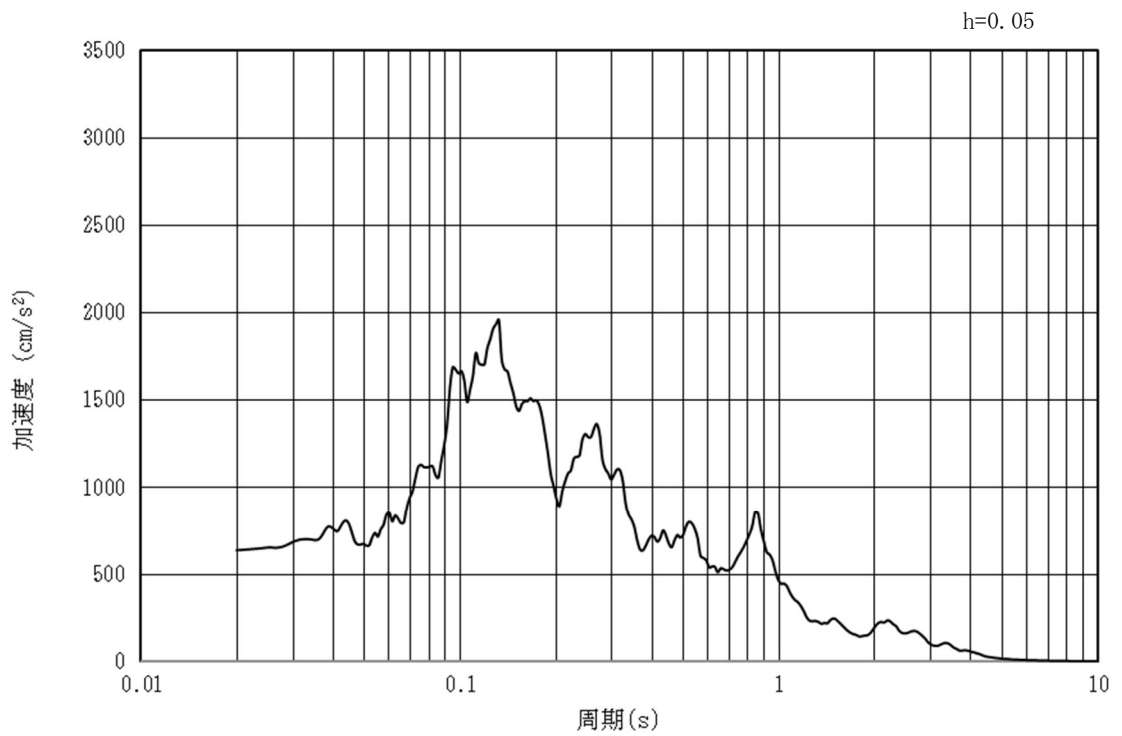


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-10 (10) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向 :  $S_s - 1.4$ )

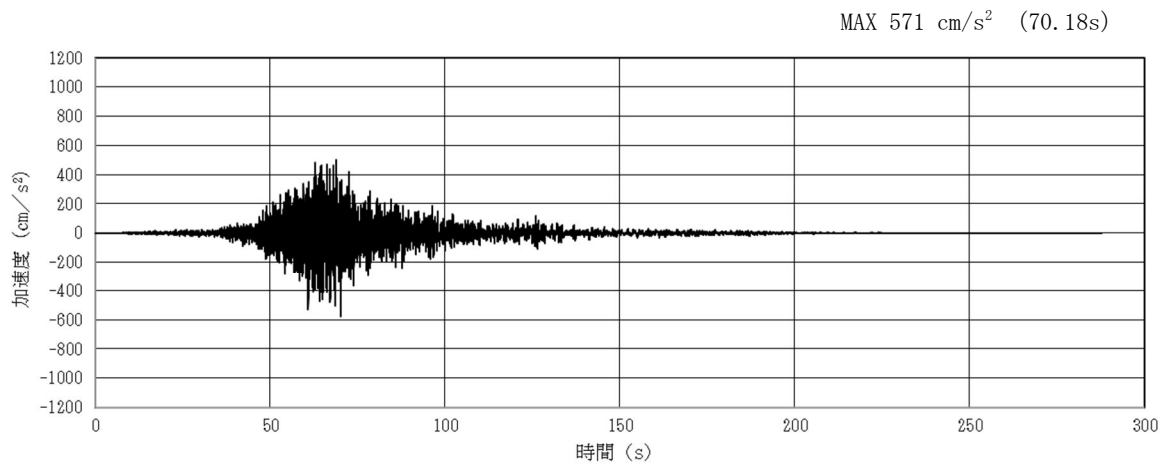


(a) 加速度時刻歴波形

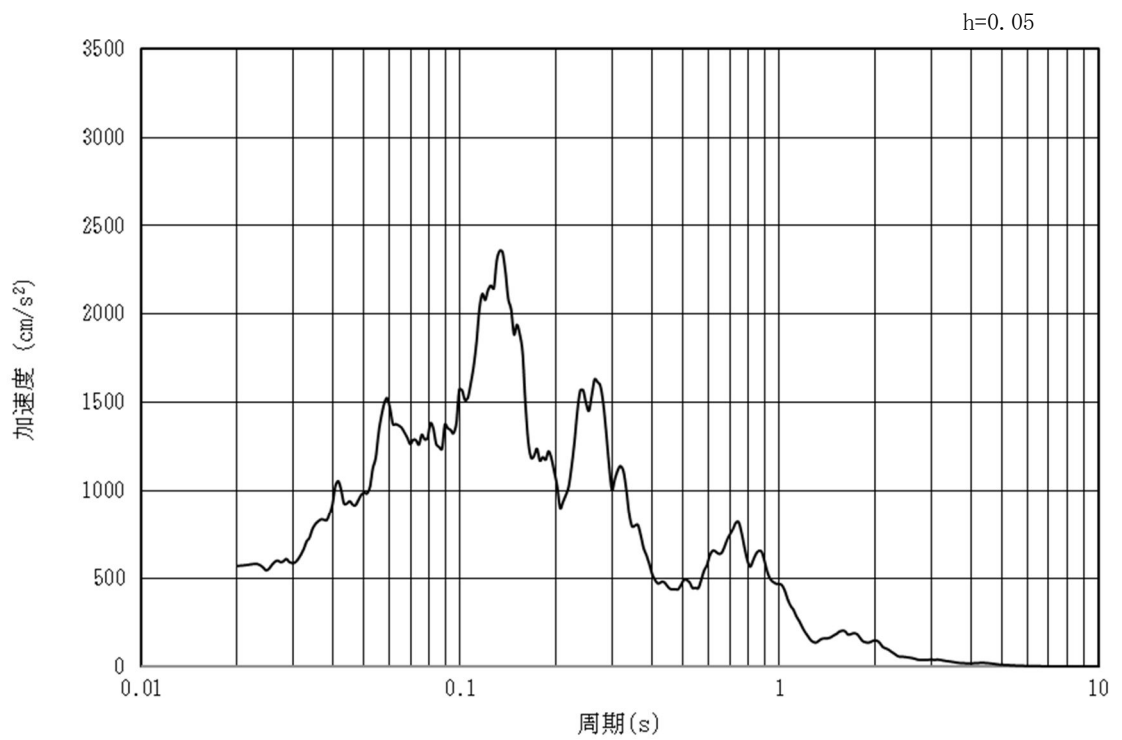


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-10 (11) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 :  $S_s - 21$ )



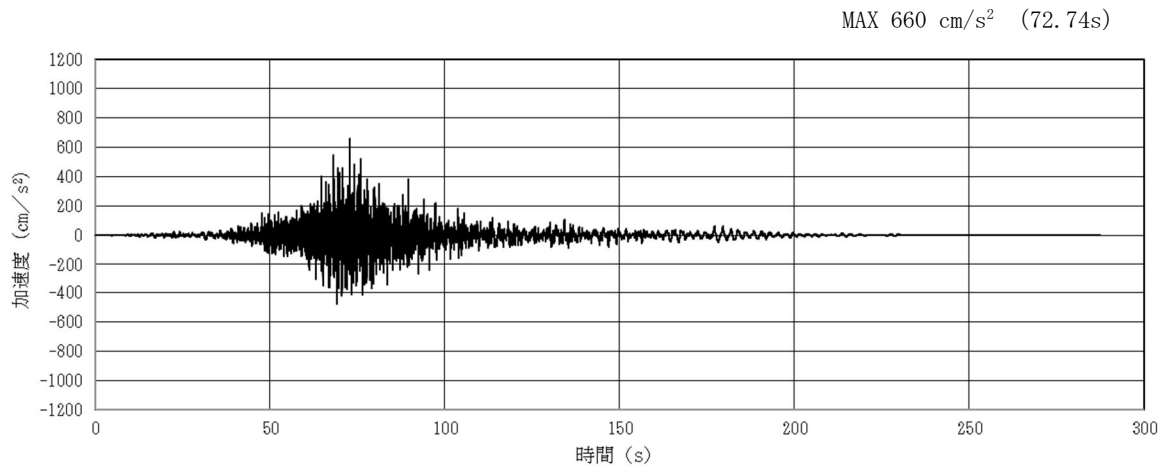
(a) 加速度時刻歴波形



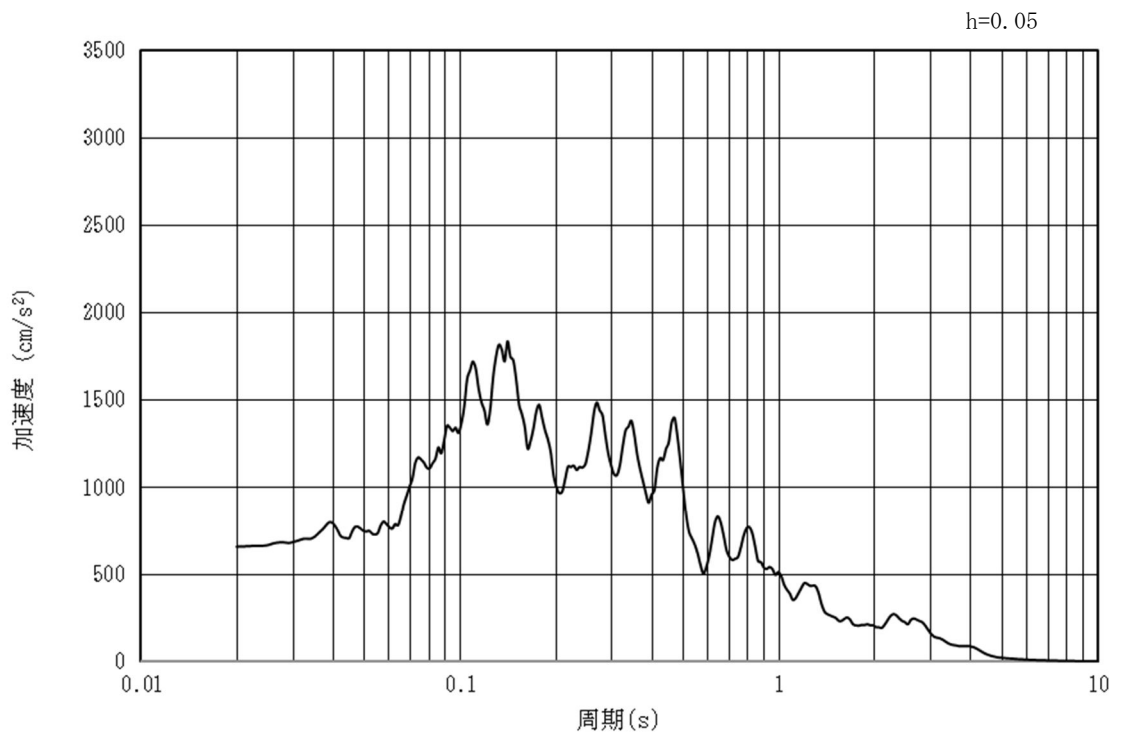
(b) 加速度応答スペクトル

図 3-10 (12) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向 :  $S_s - 2.1$ )



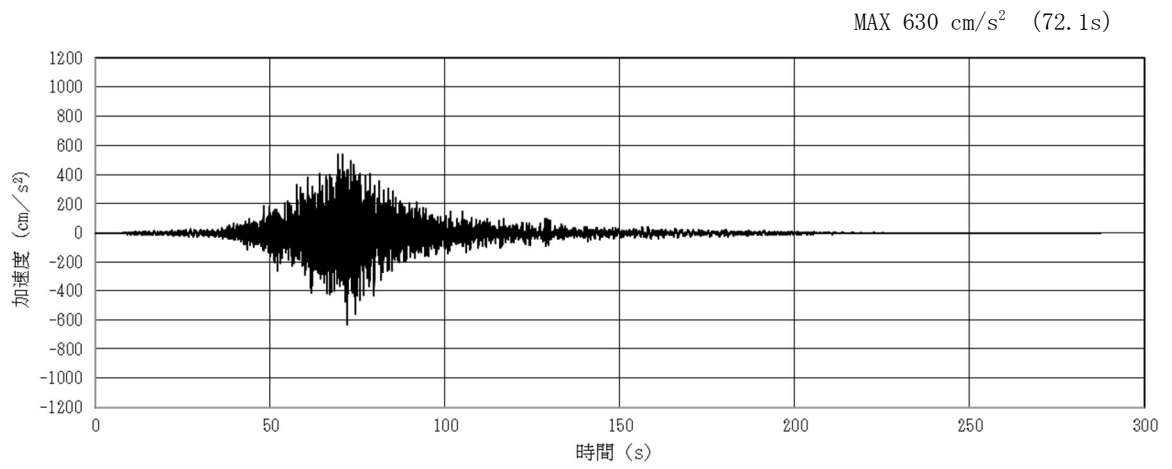


(a) 加速度時刻歴波形

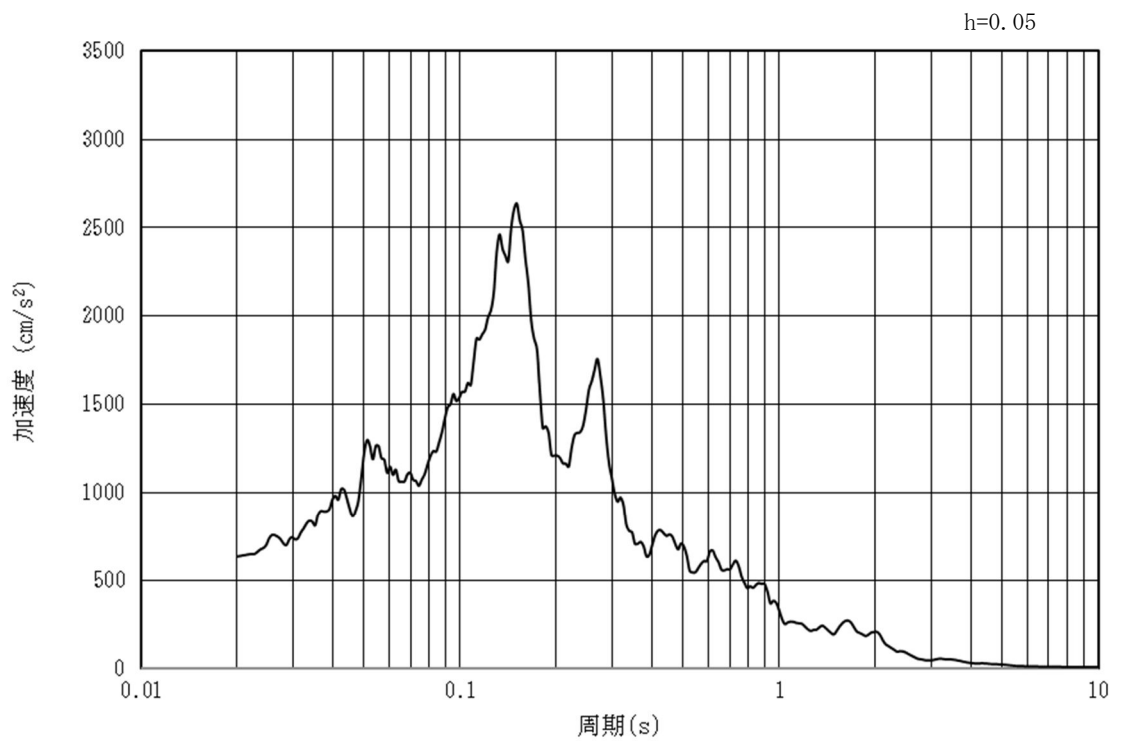


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-10 (13) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 :  $S_s - 2.2$ )

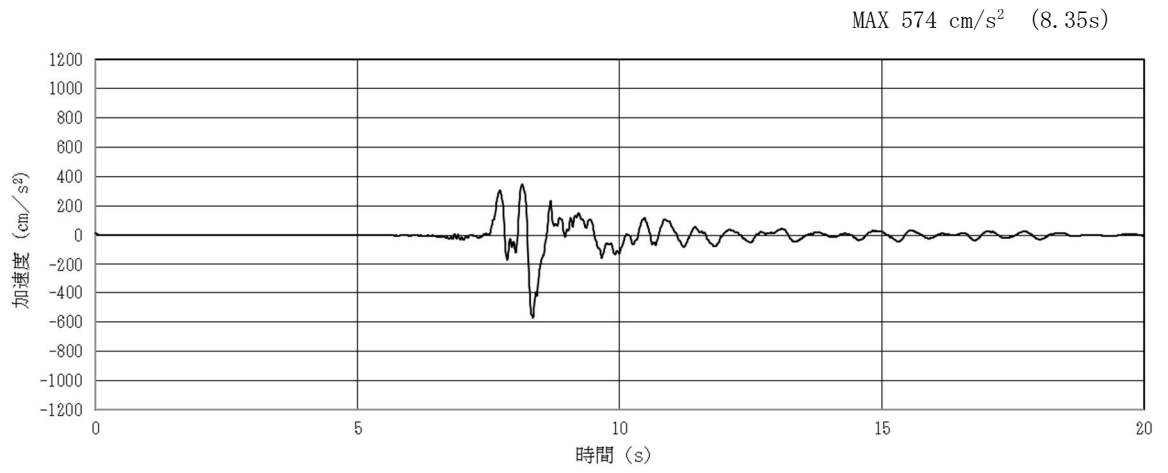


(a) 加速度時刻歴波形

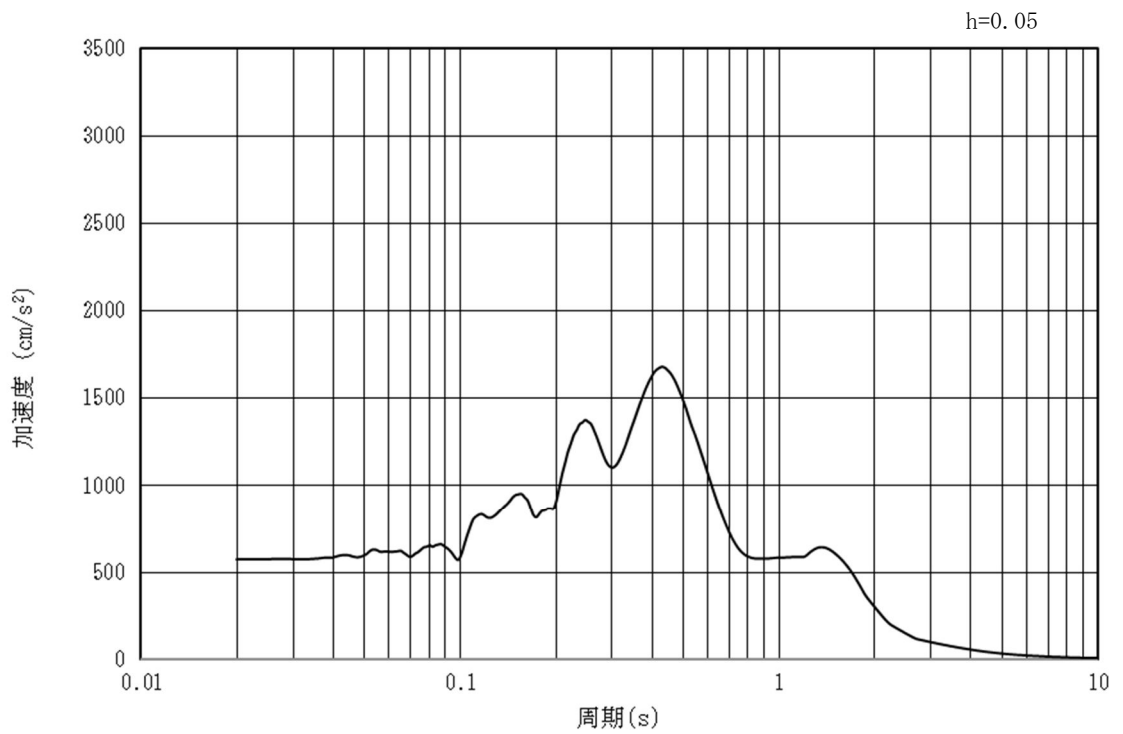


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-10 (14) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - 2.2$ )

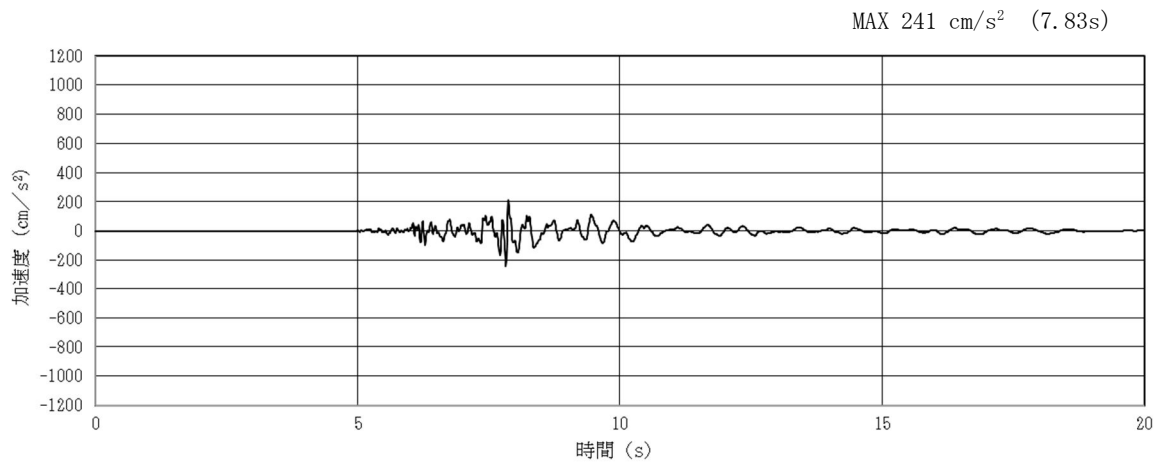


(a) 加速度時刻歴波形

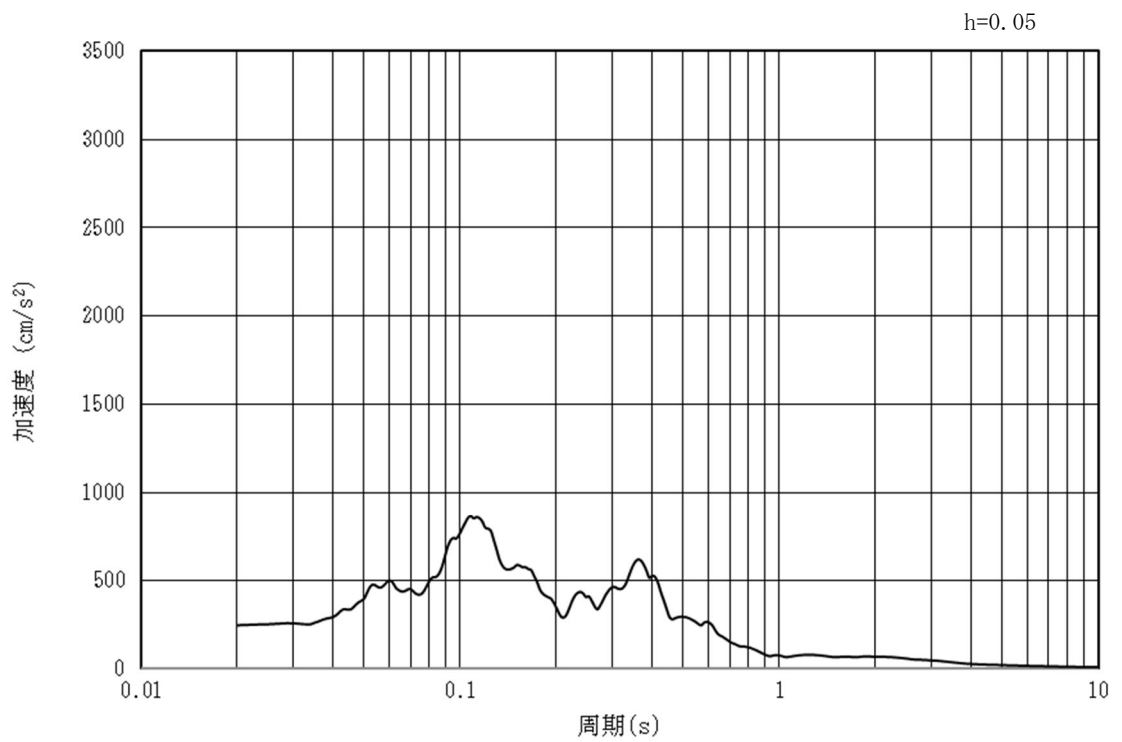


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-10 (15) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 :  $S_s - 3.1$ )



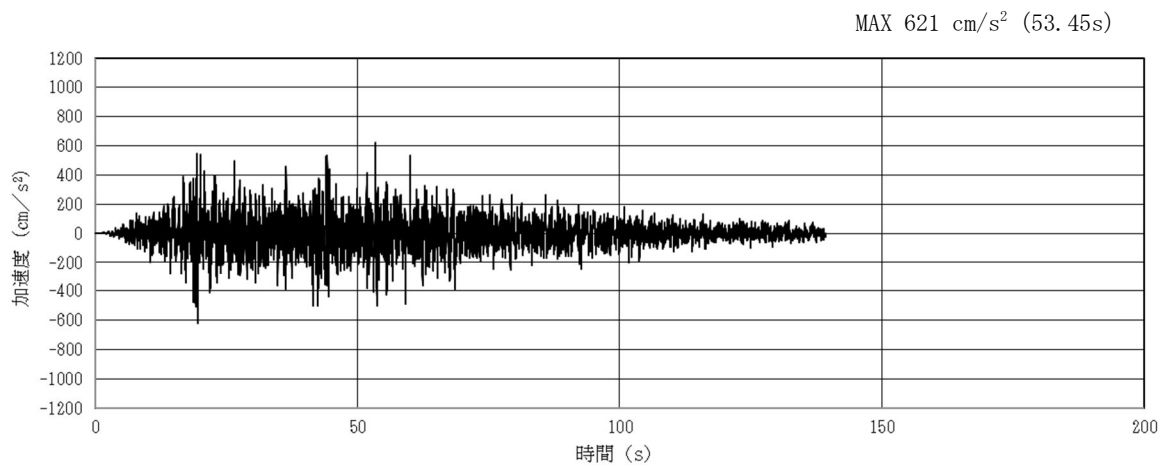
(a) 加速度時刻歴波形



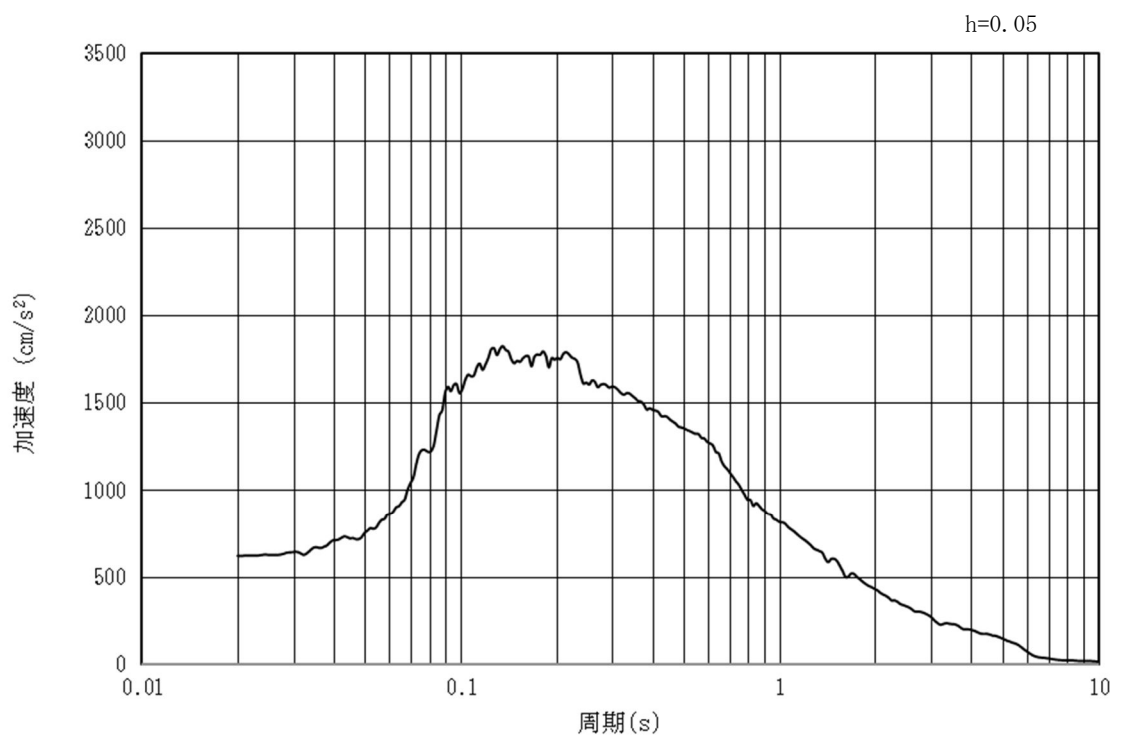
(b) 加速度応答スペクトル

図 3-10 (16) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び速度応答スペクトル  
(鉛直方向 :  $S_s - 3.1$ )

### 3.4.3 断面③

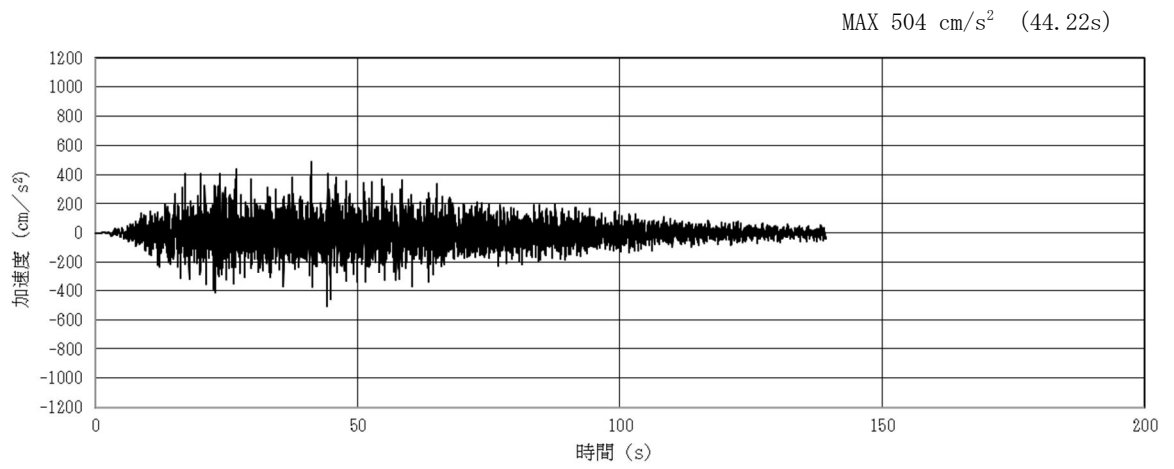


(a) 加速度時刻歴波形

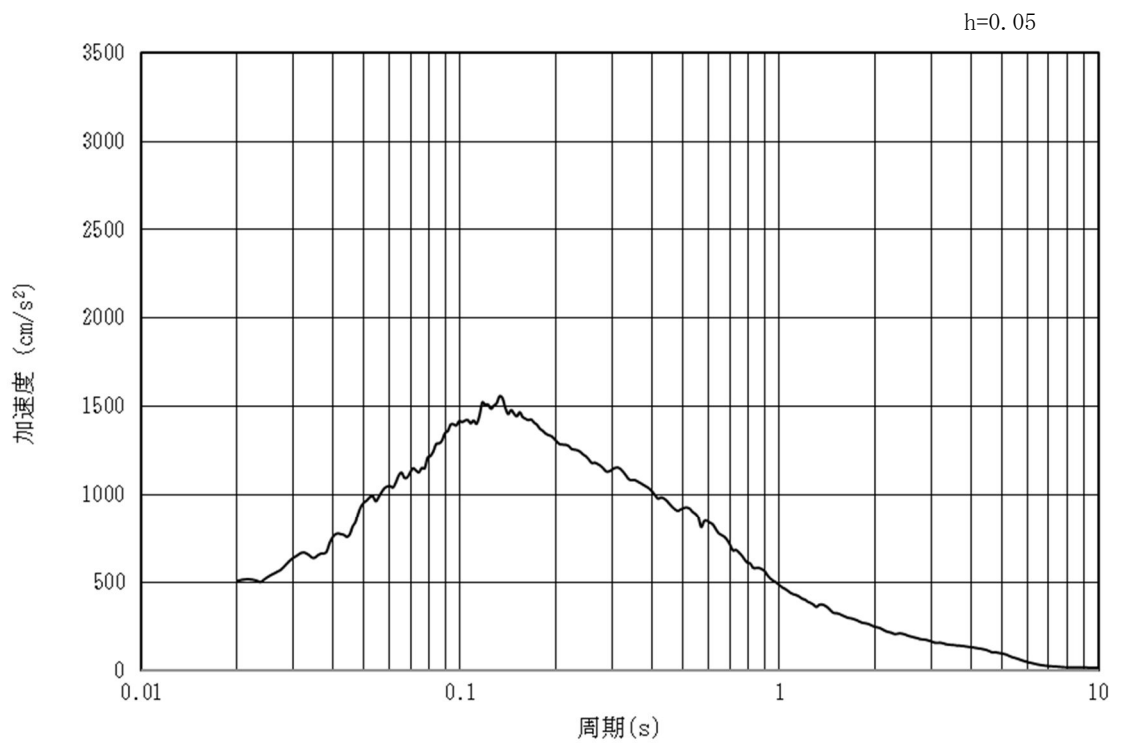


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-11 (1) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向：S<sub>s</sub>-D 1)

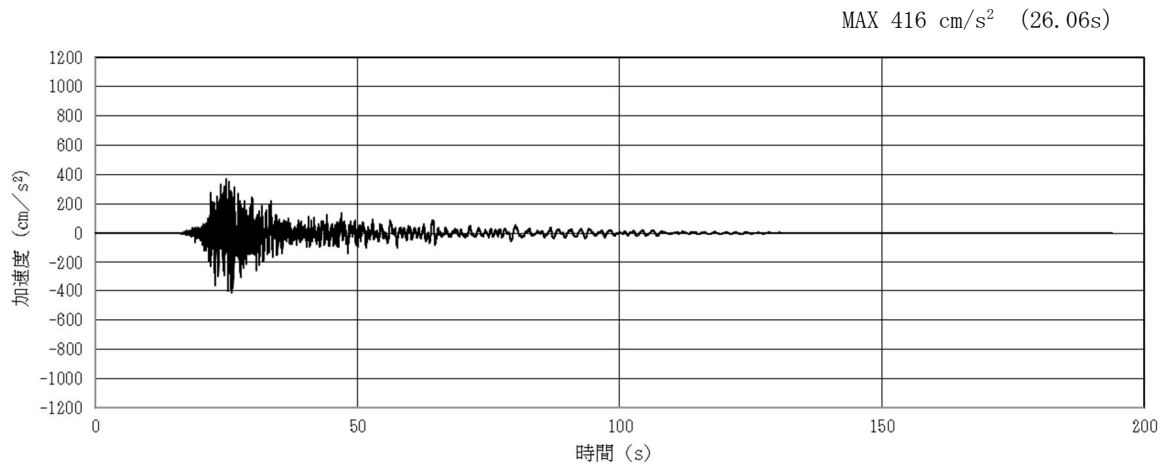


(a) 加速度時刻歴波形

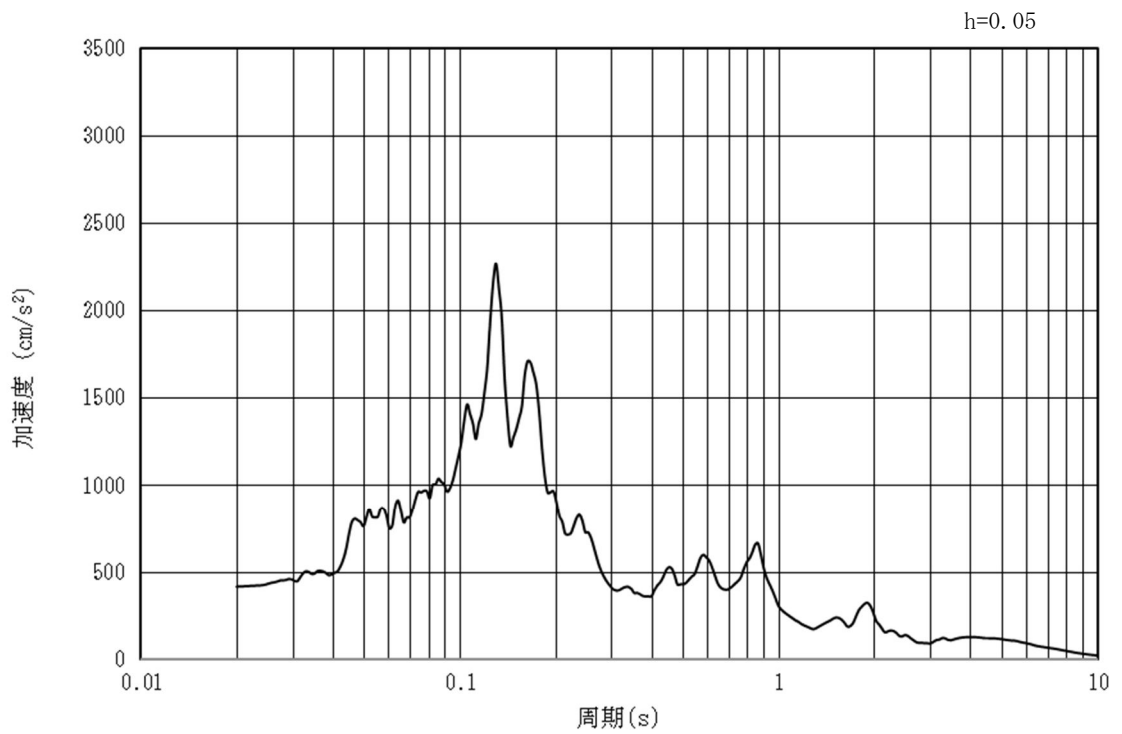


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-11 (2) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - D1$ )

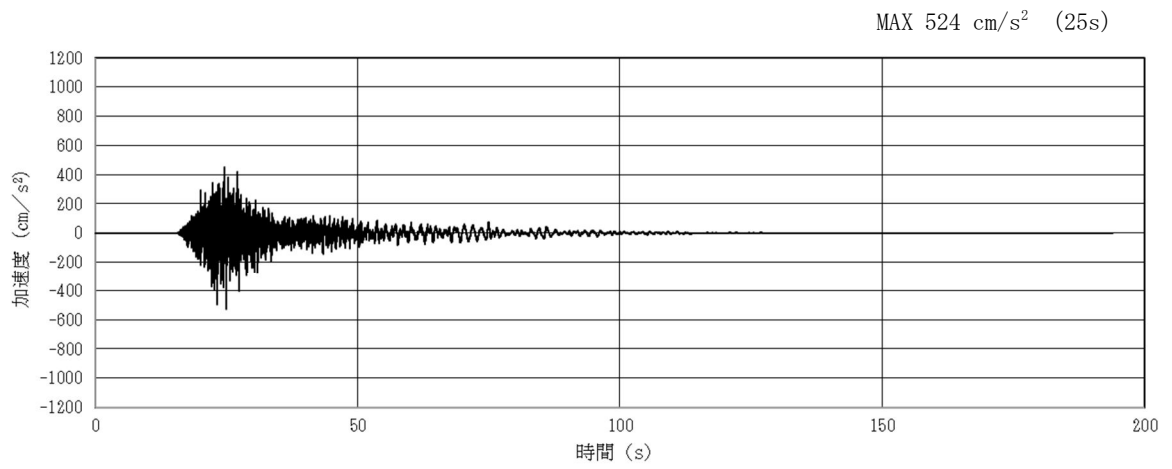


(a) 加速度時刻歴波形

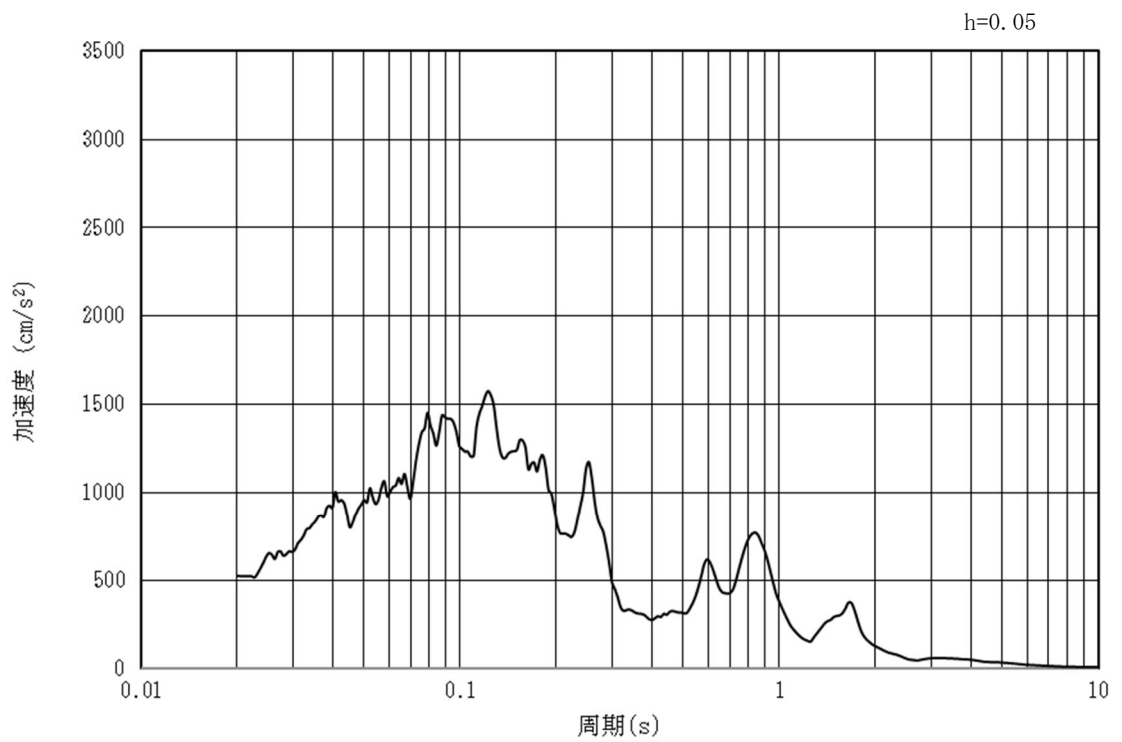


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-11 (3) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s - 1.1$ )



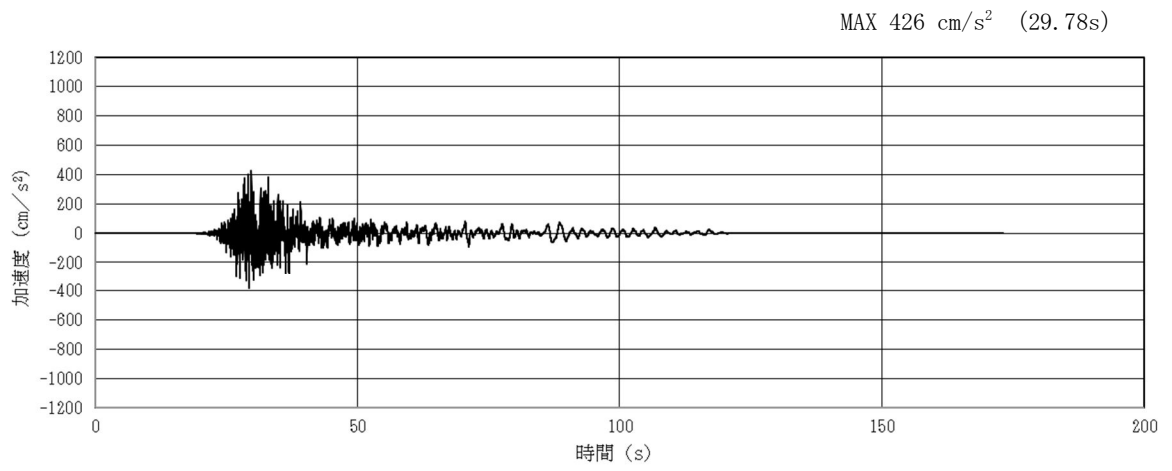
(a) 加速度時刻歴波形



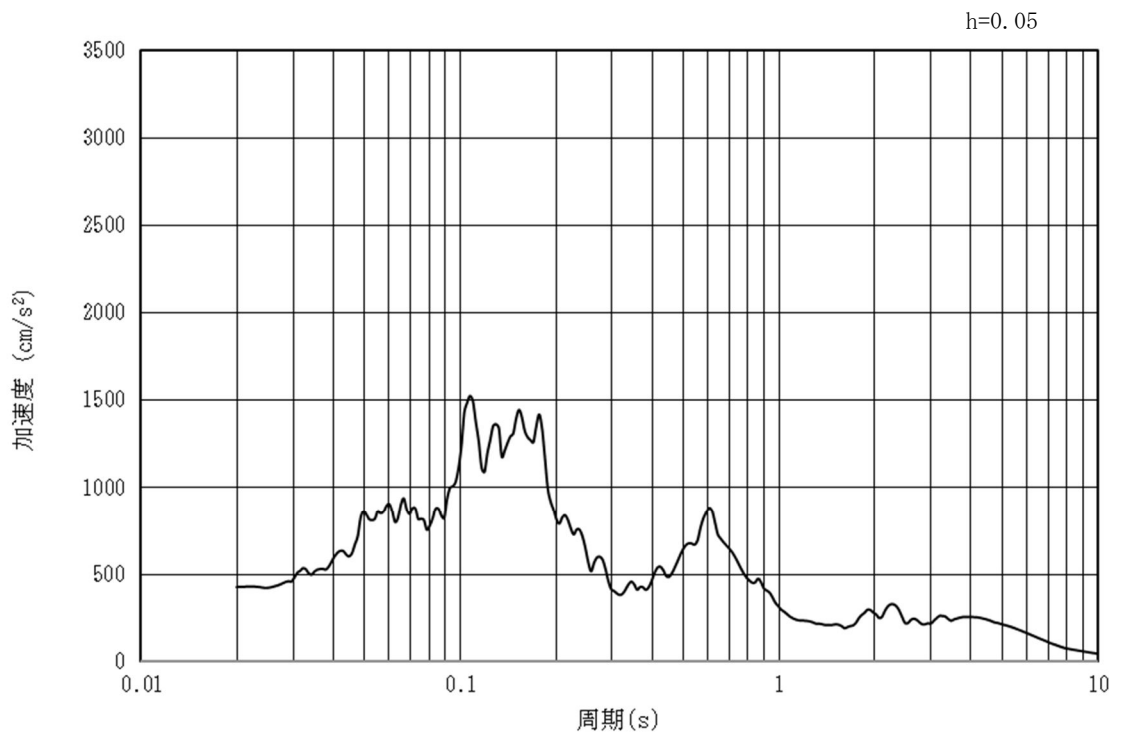
(b) 加速度応答スペクトル

図 3-11 (4) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向： $S_s - 11$ )



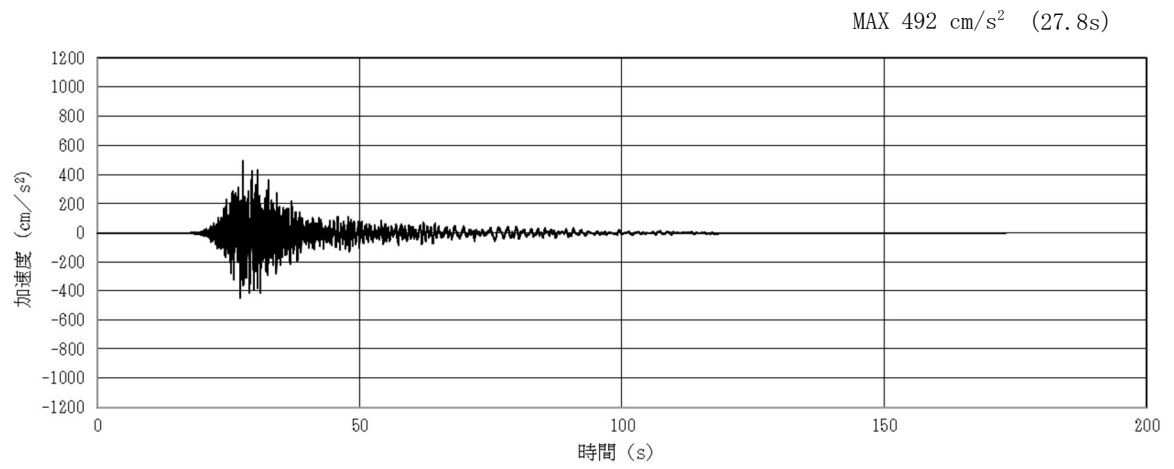


(a) 加速度時刻歴波形

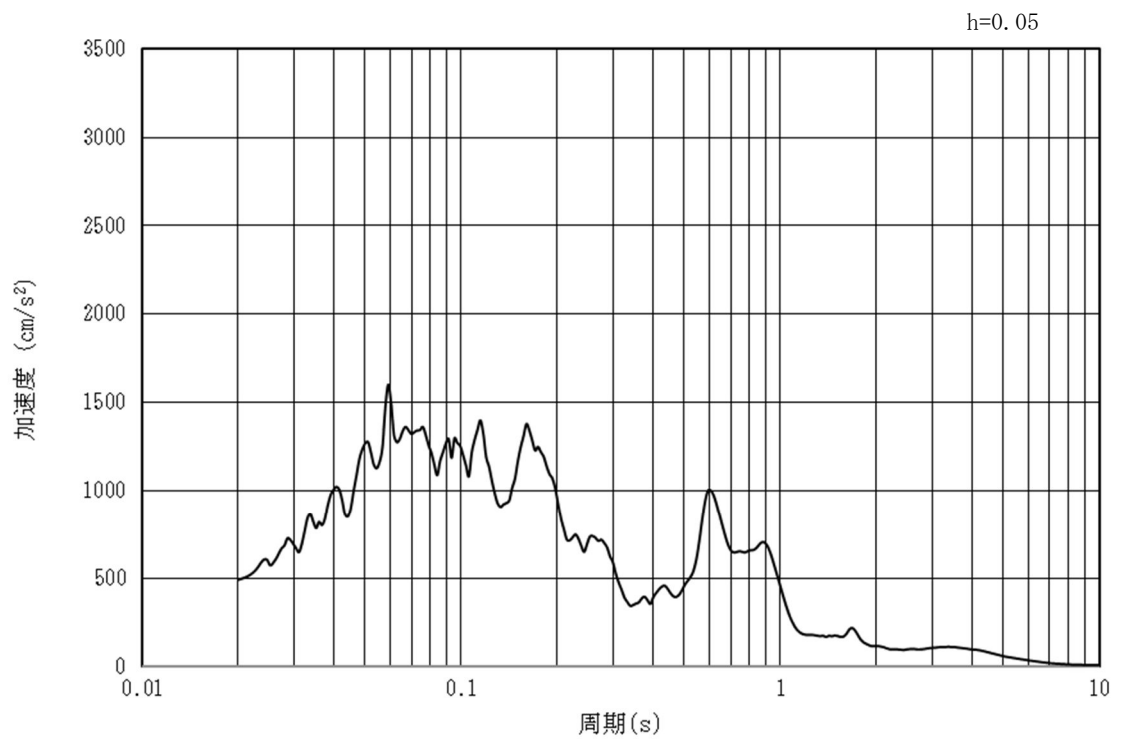


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-11 (5) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s - 12$ )

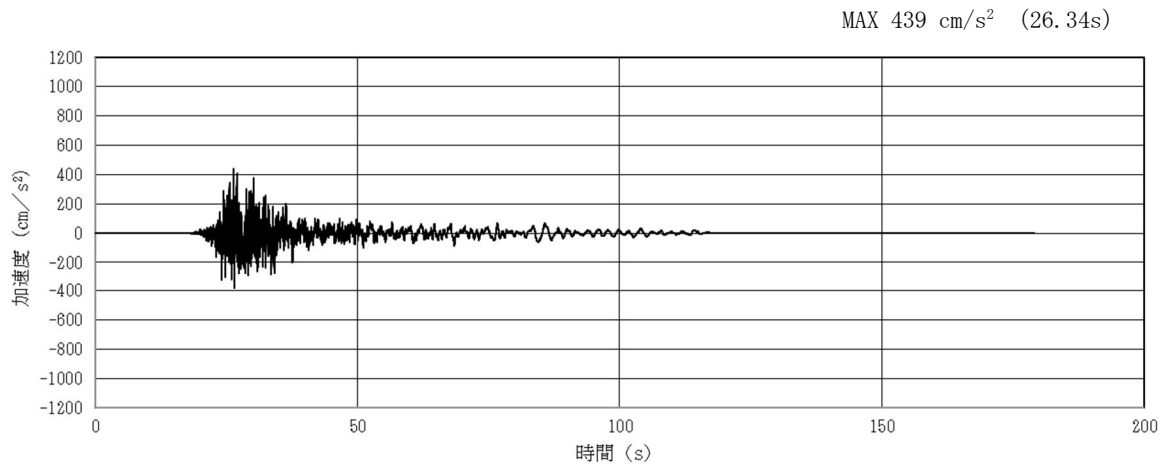


(a) 加速度時刻歴波形

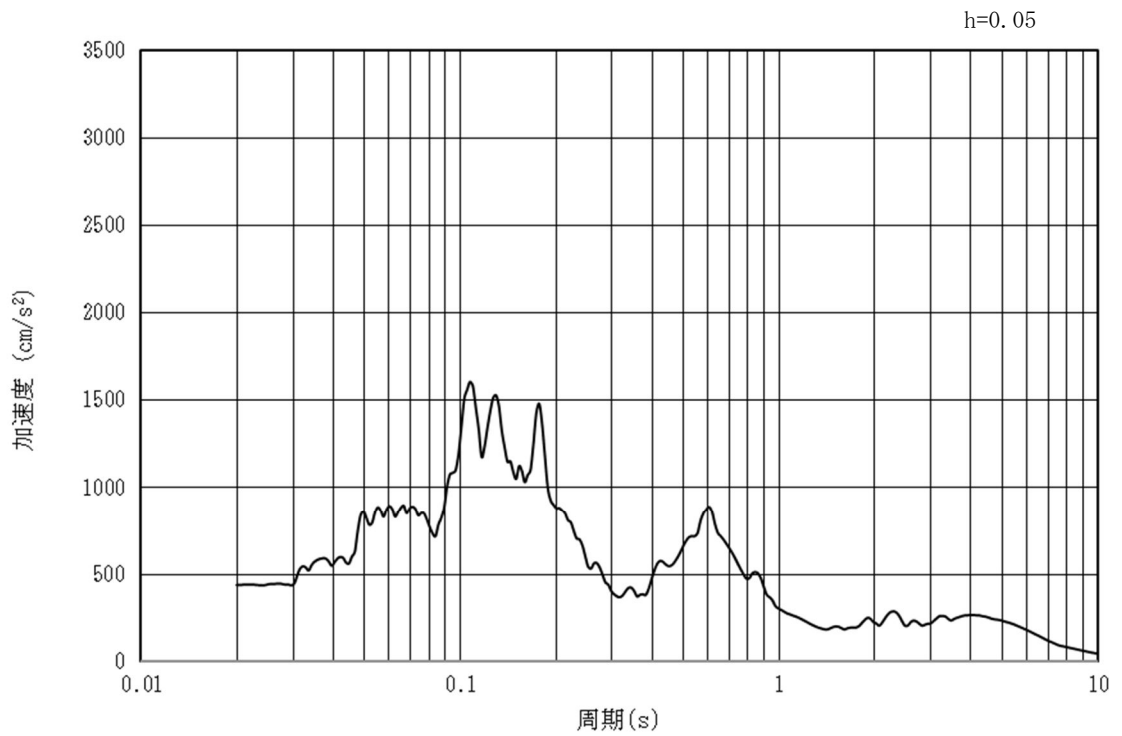


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-11 (6) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - 12$ )

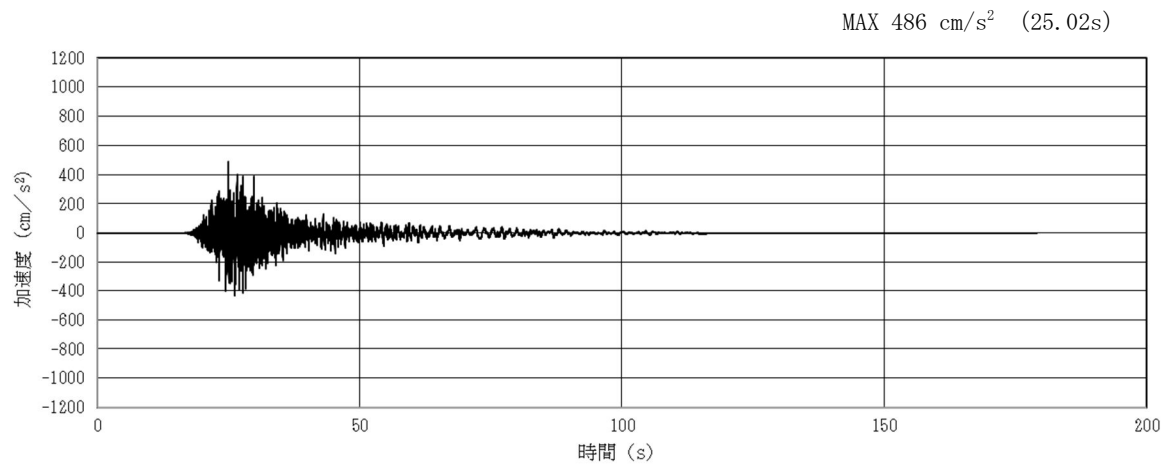


(a) 加速度時刻歴波形

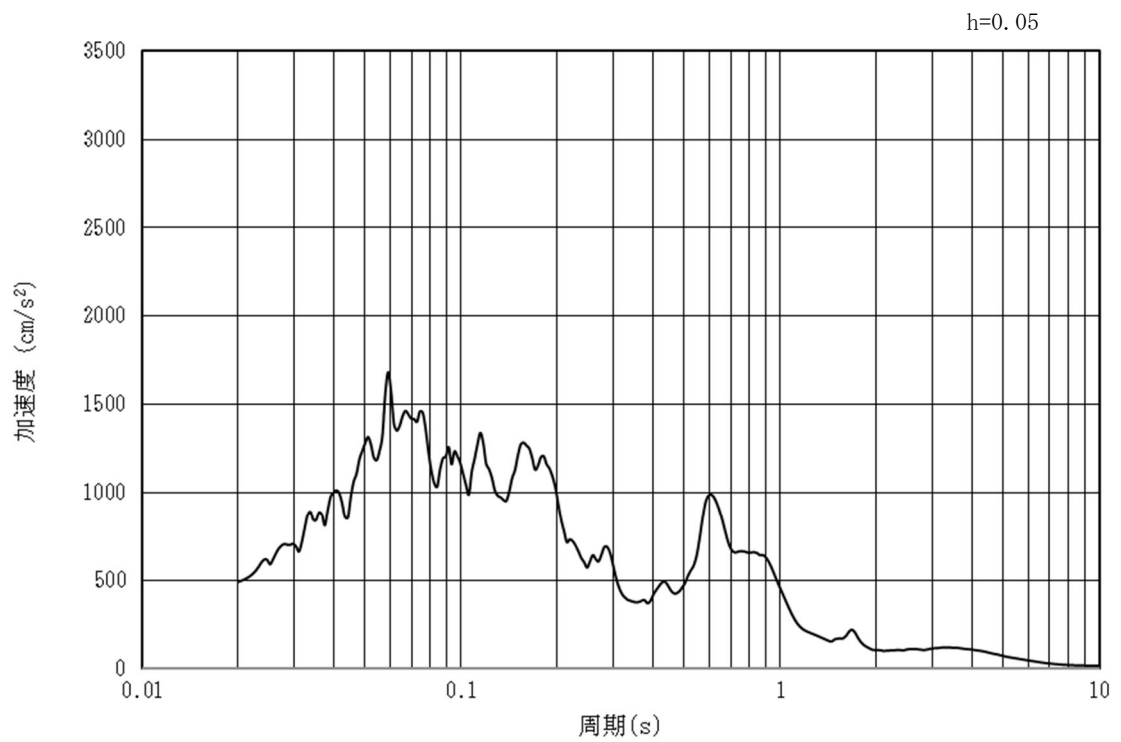


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-11 (7) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s - 1.3$ )

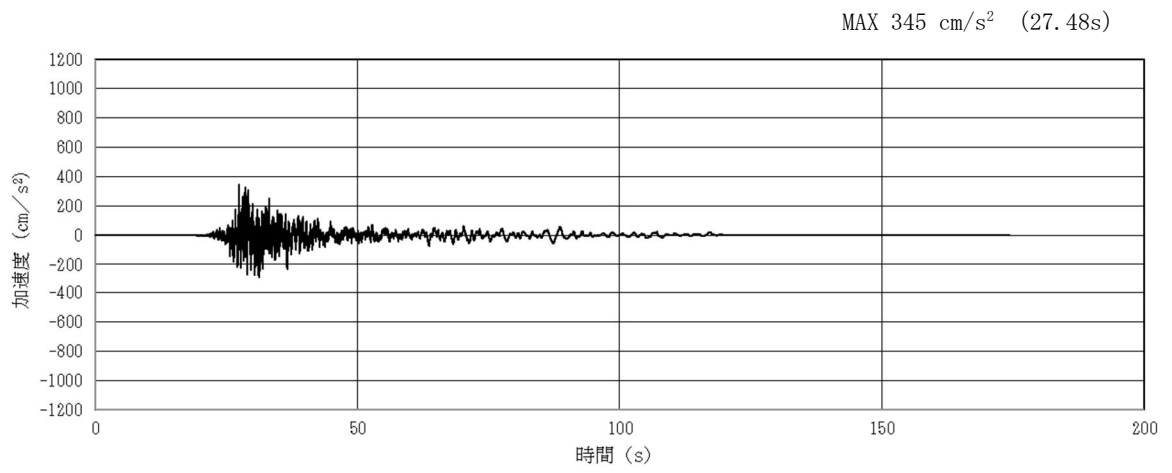


(a) 加速度時刻歴波形

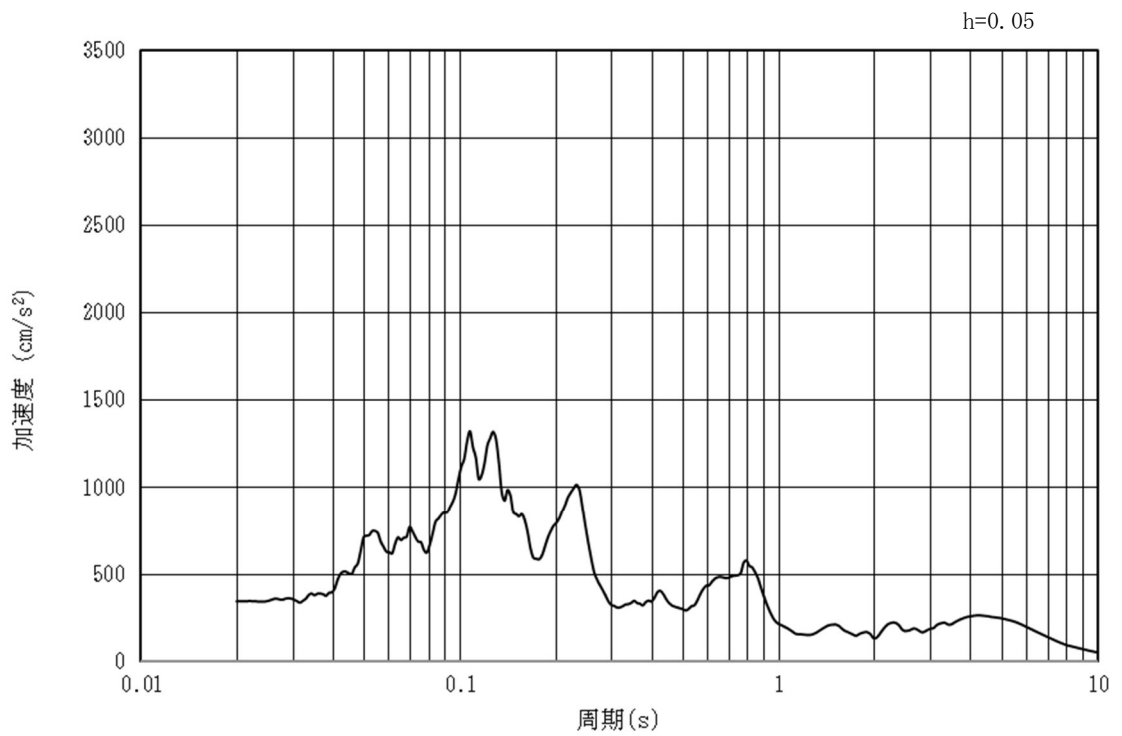


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-11 (8) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - 13$ )

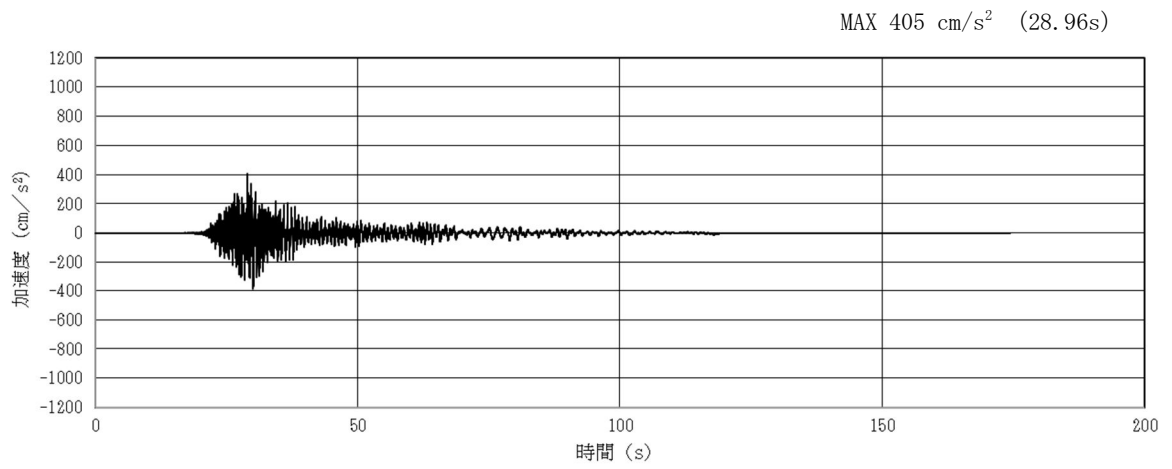


(a) 加速度時刻歴波形

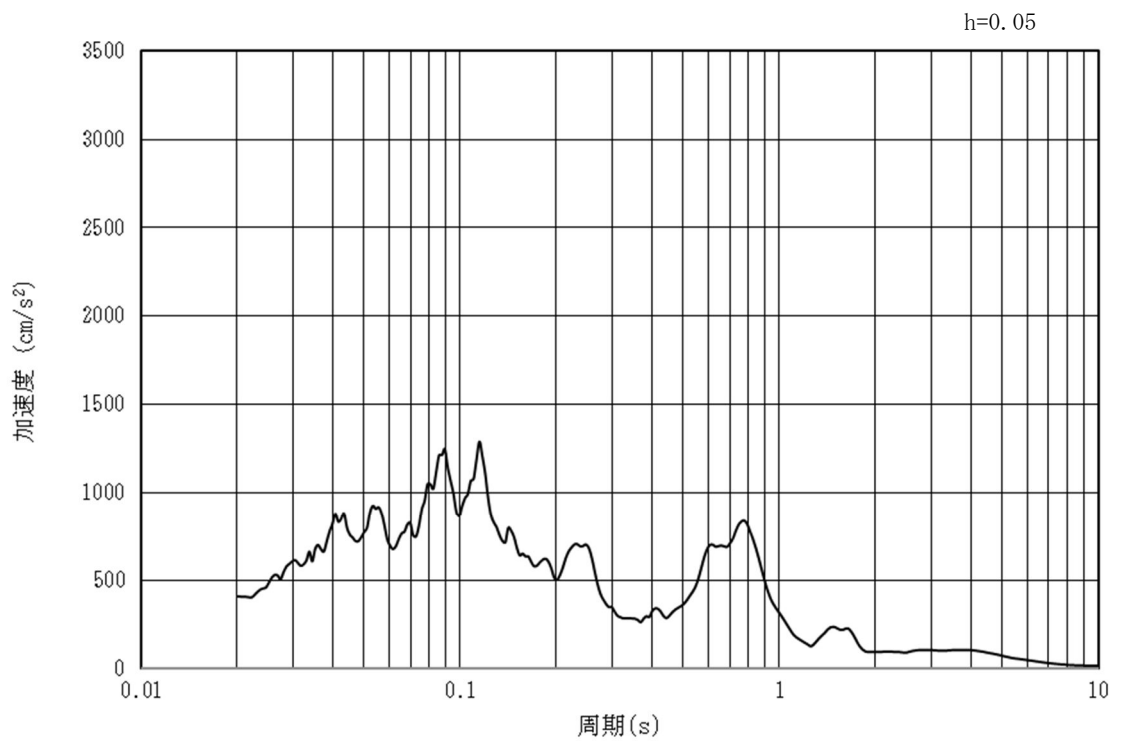


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-11 (9) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s - 1.4$ )

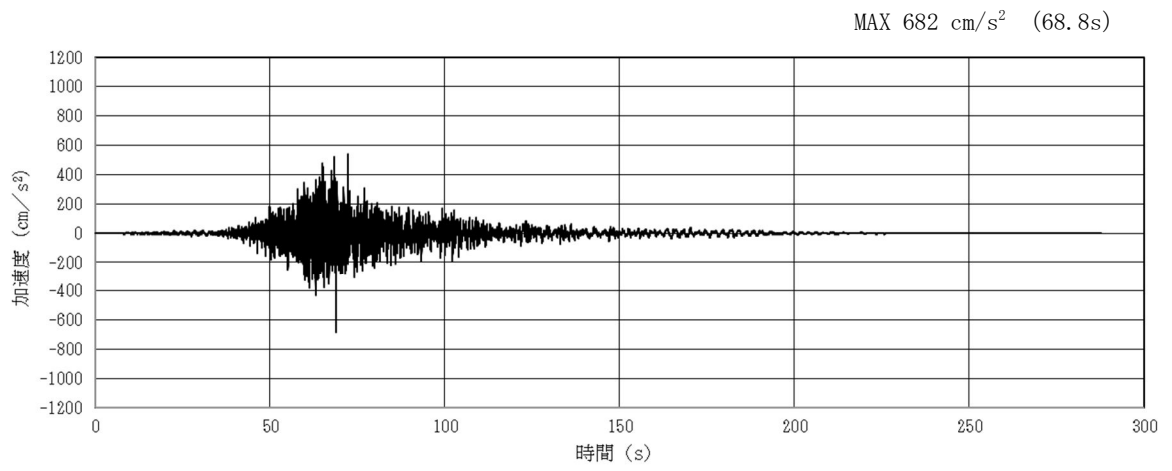


(a) 加速度時刻歴波形

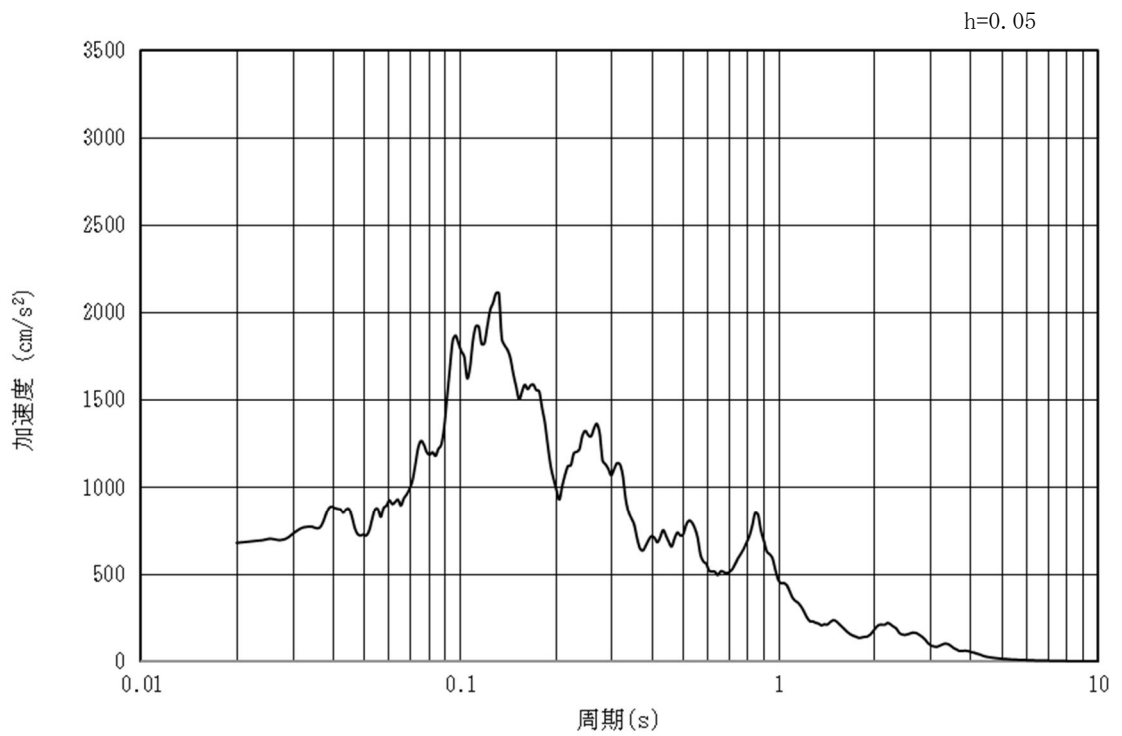


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-11 (10) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - 1.4$ )

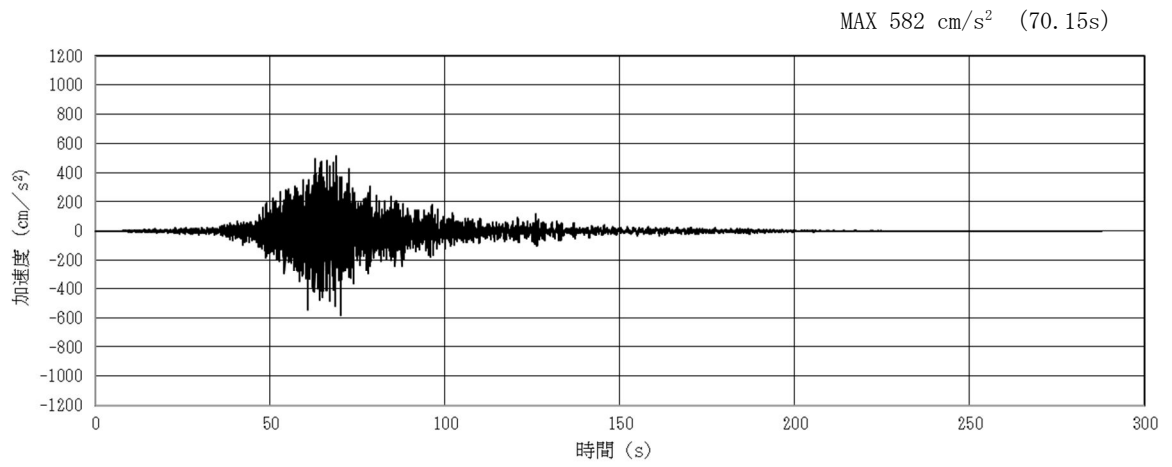


(a) 加速度時刻歴波形

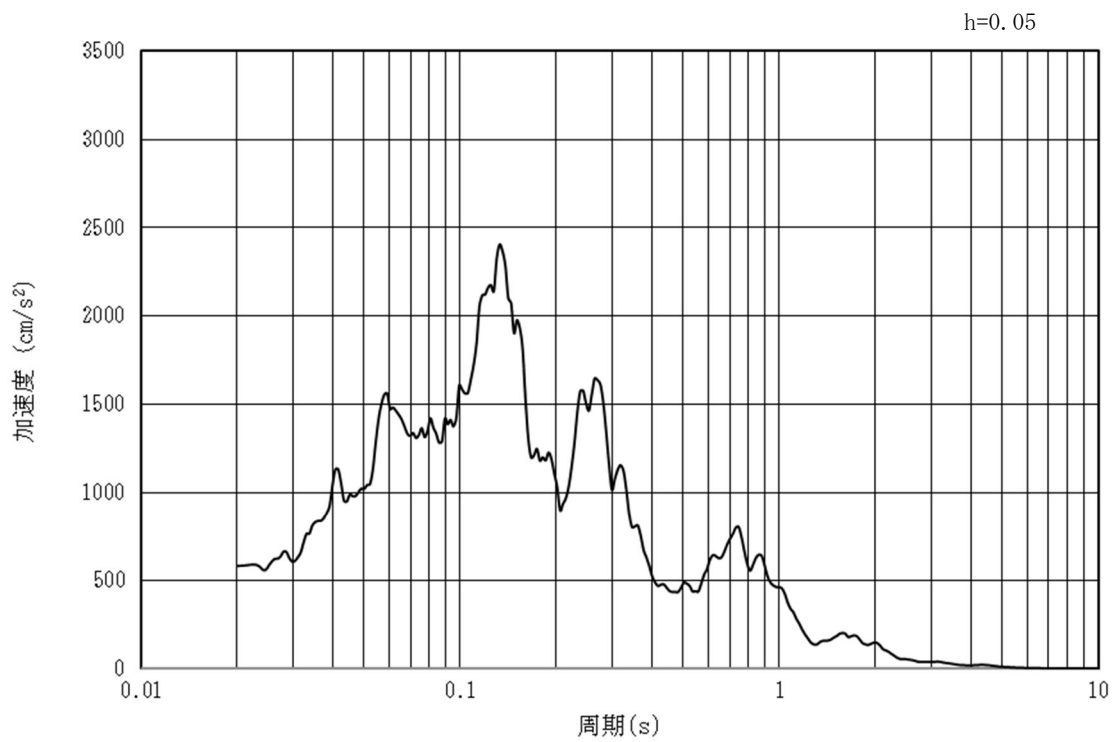


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-11 (11) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s - 2.1$ )



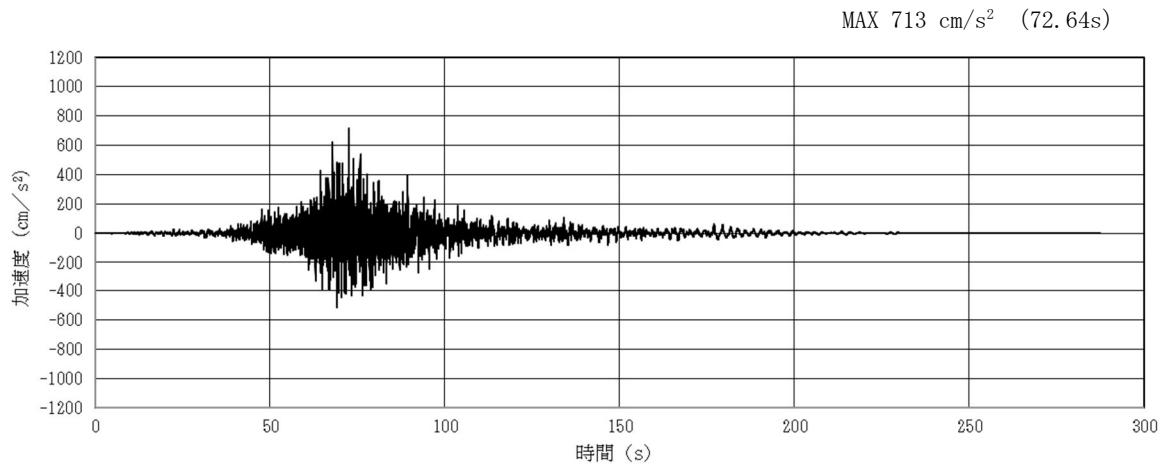
(a) 加速度時刻歴波形



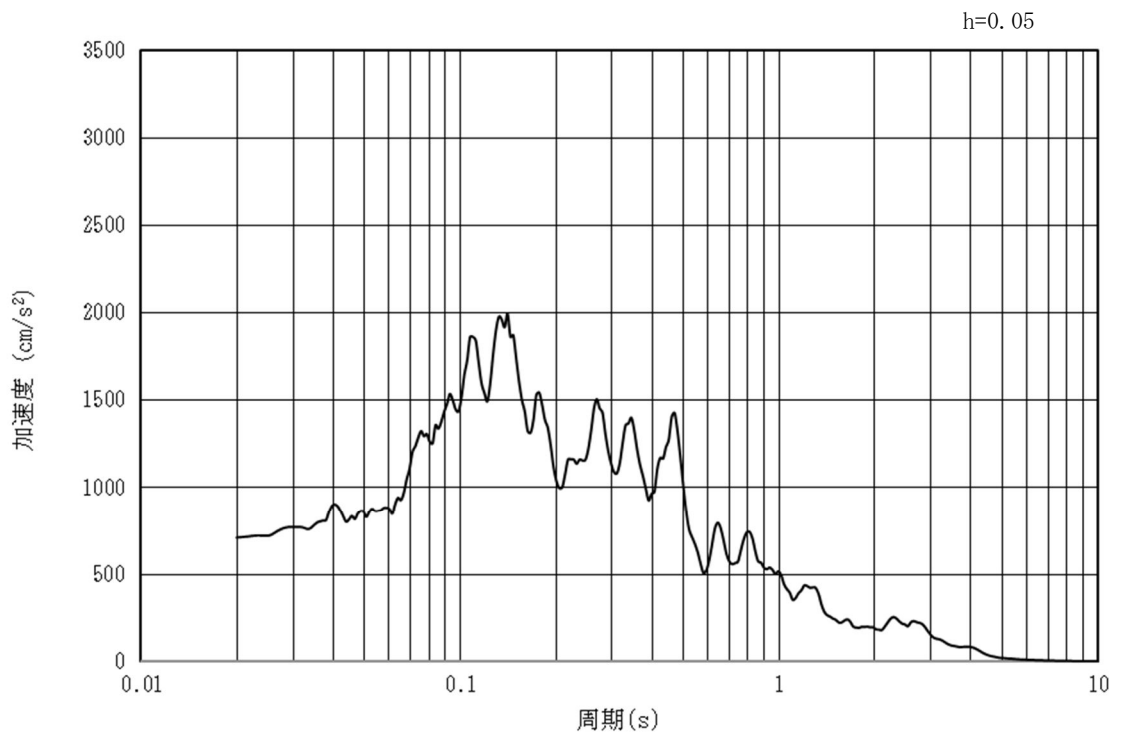
(b) 加速度応答スペクトル

図 3-11 (12) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - 21$ )



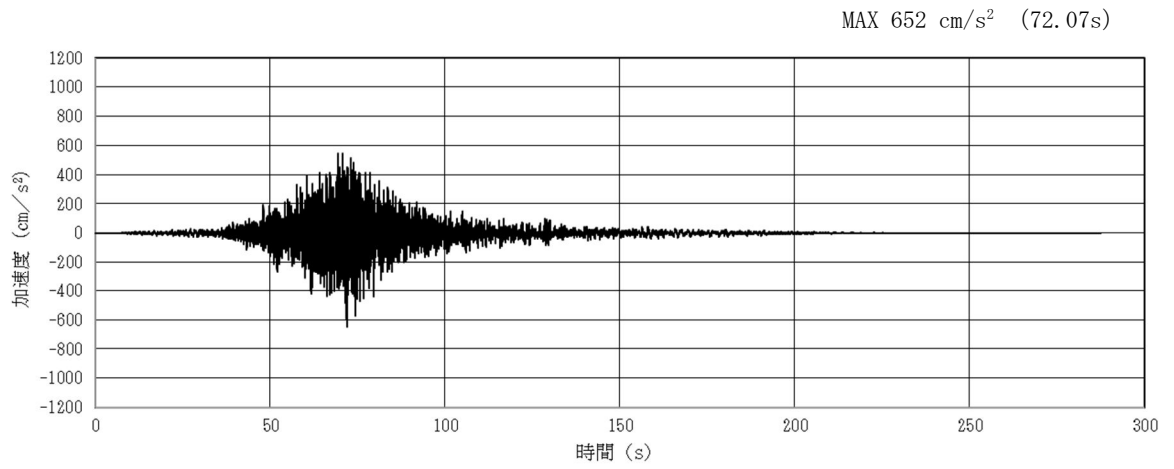


(a) 加速度時刻歴波形

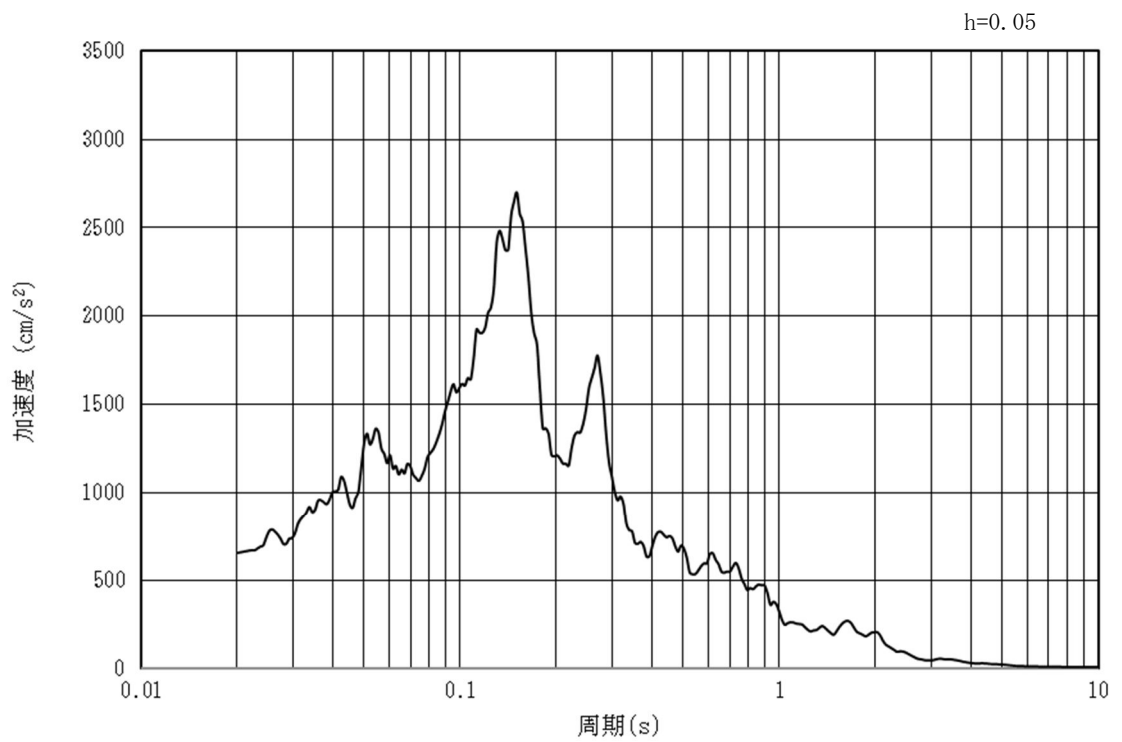


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-11 (13) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s - 22$ )

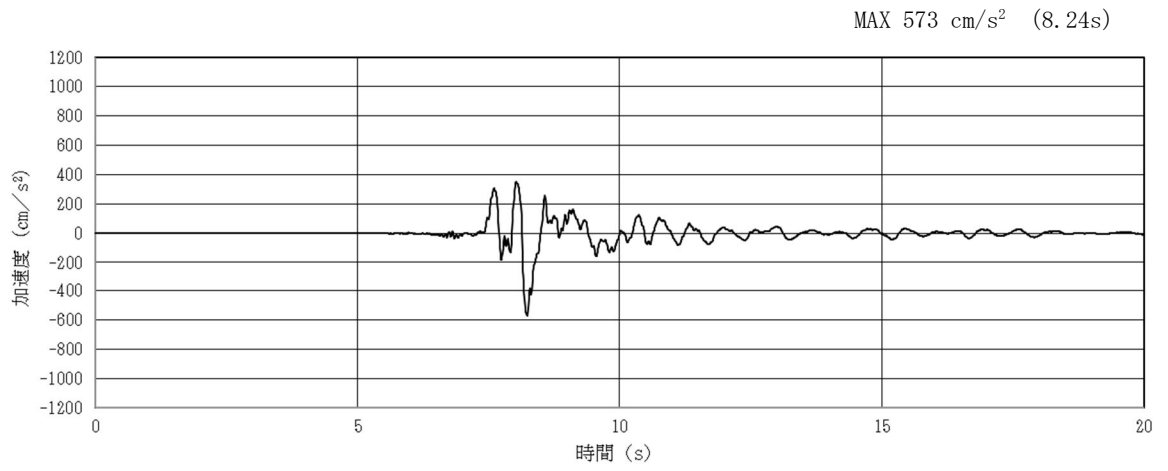


(a) 加速度時刻歴波形

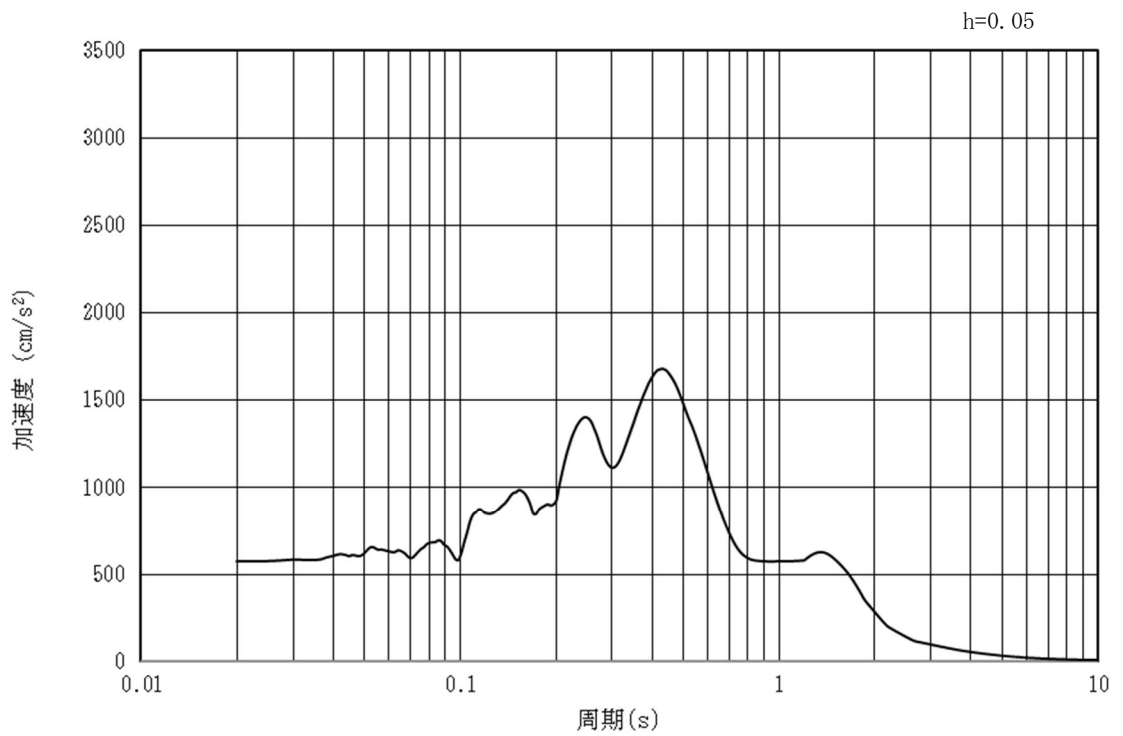


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-11 (14) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - 22$ )

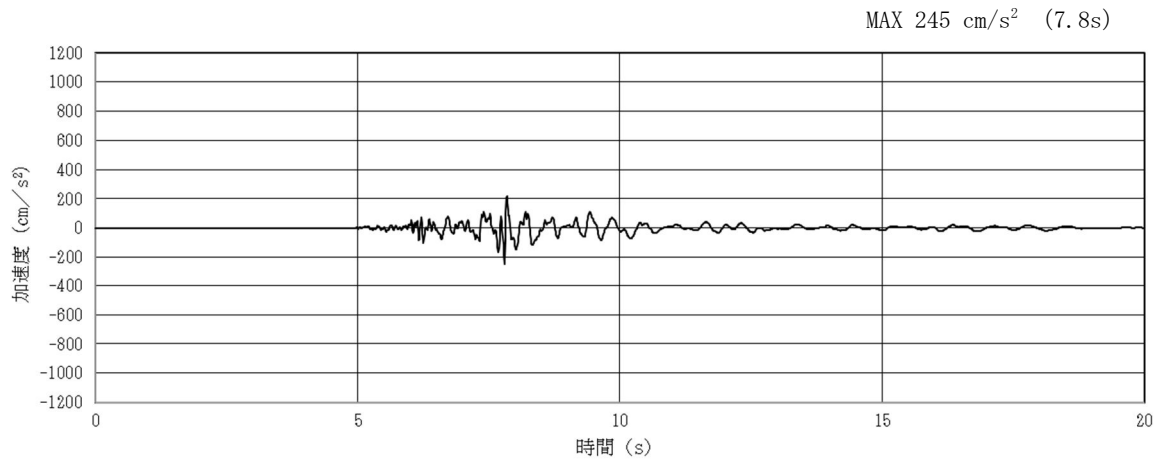


(a) 加速度時刻歴波形

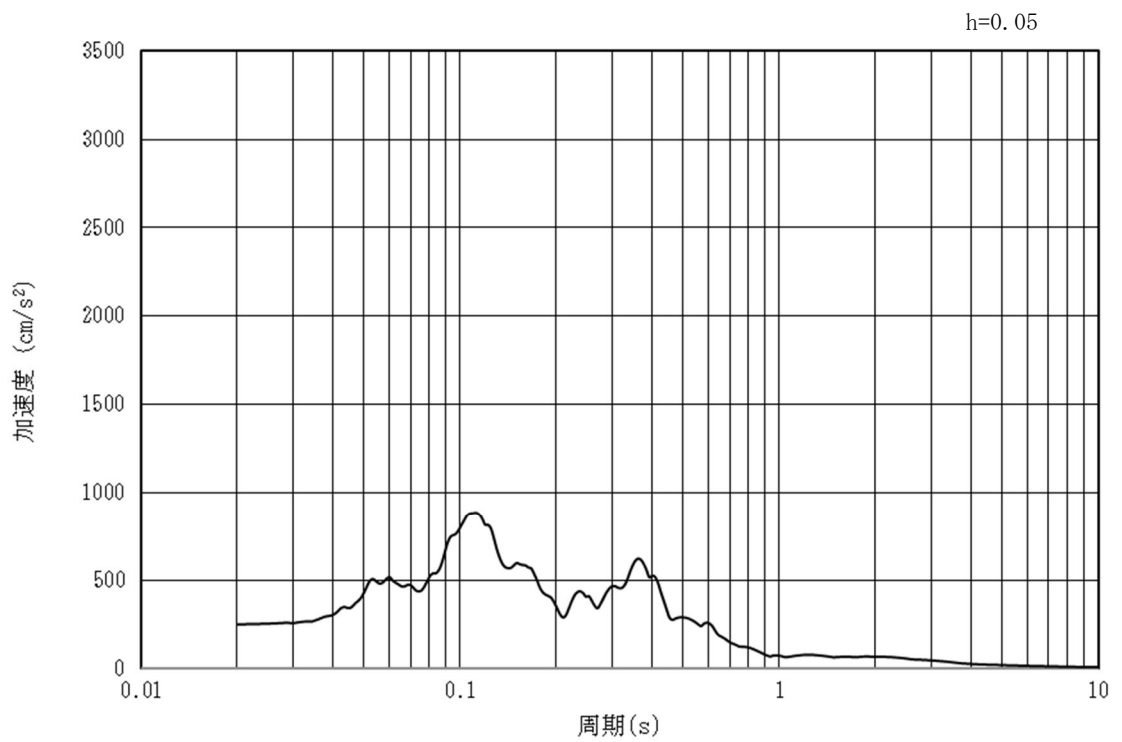


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-11 (15) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s - 3.1$ )



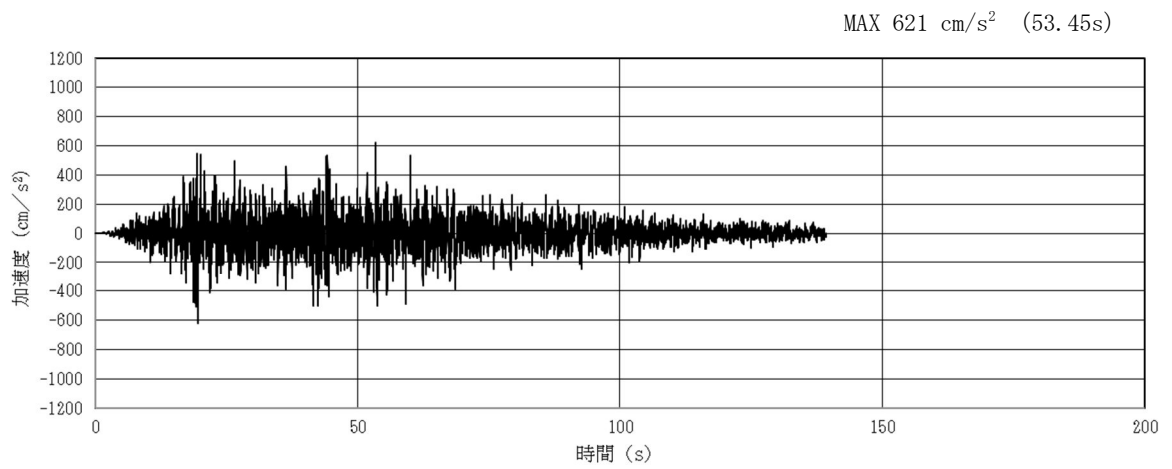
(a) 加速度時刻歴波形



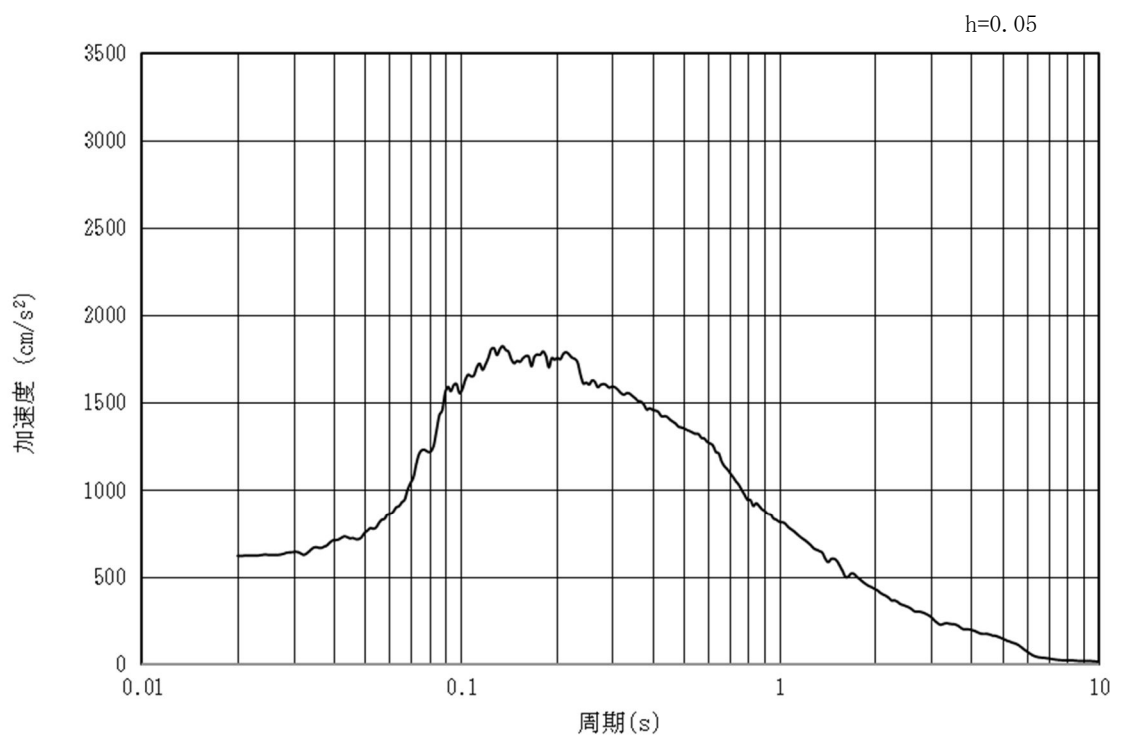
(b) 加速度応答スペクトル

図 3-11 (16) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - 31$ )

### 3.4.4 断面④，断面⑤

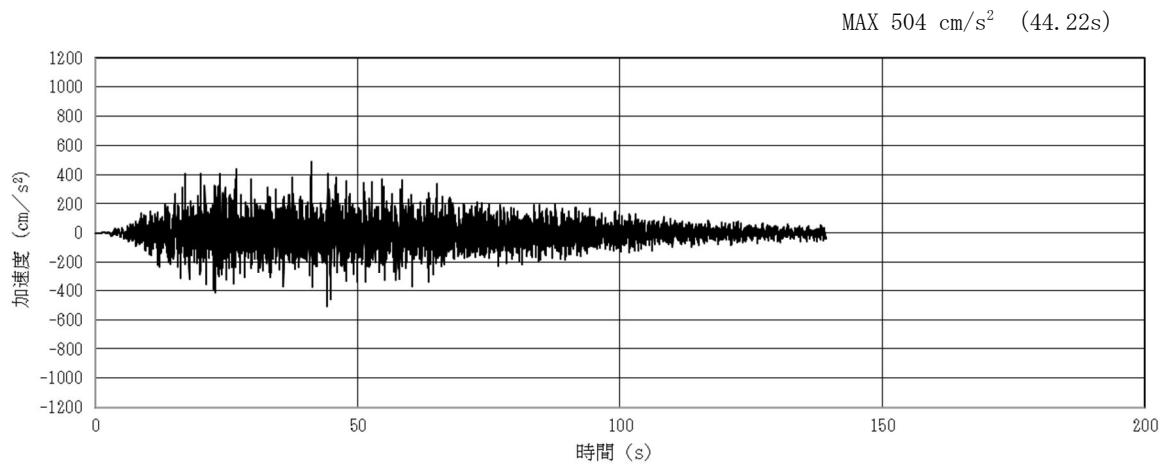


(a) 加速度時刻歴波形

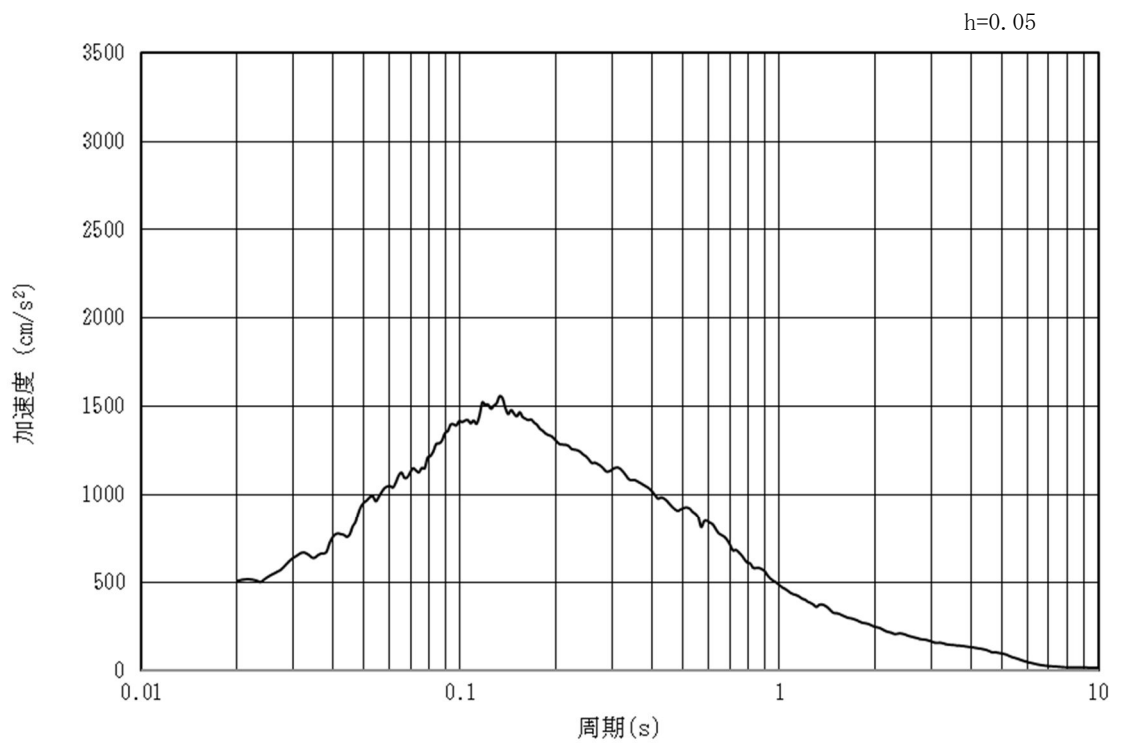


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-12 (1) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向：S<sub>s</sub>-D 1)

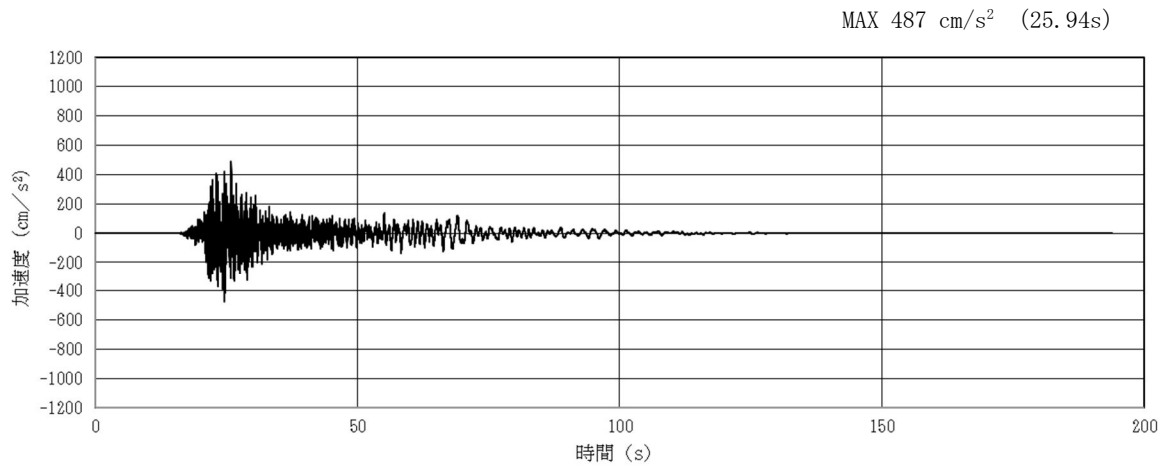


(a) 加速度時刻歴波形

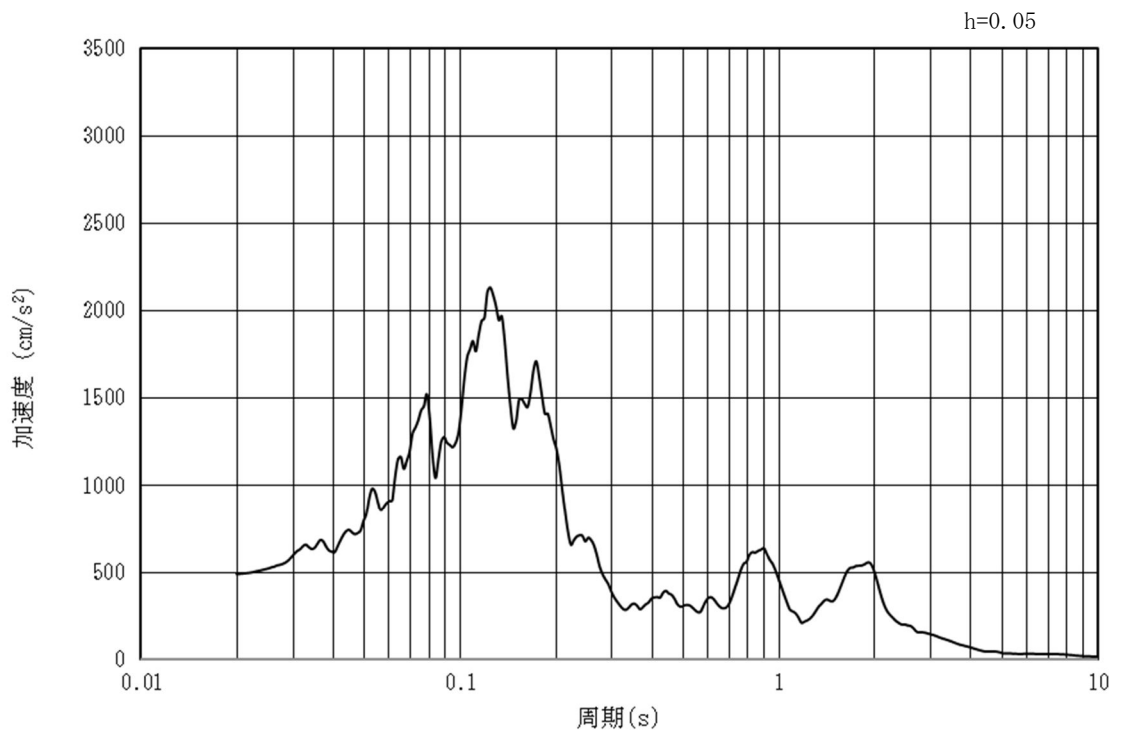


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-12 (2) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S<sub>s</sub>-D 1)

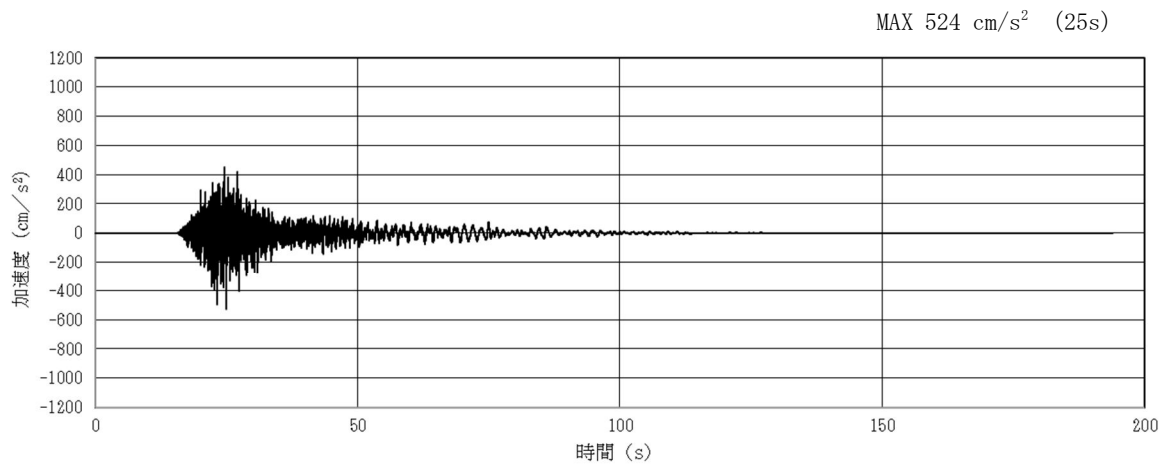


(a) 加速度時刻歴波形

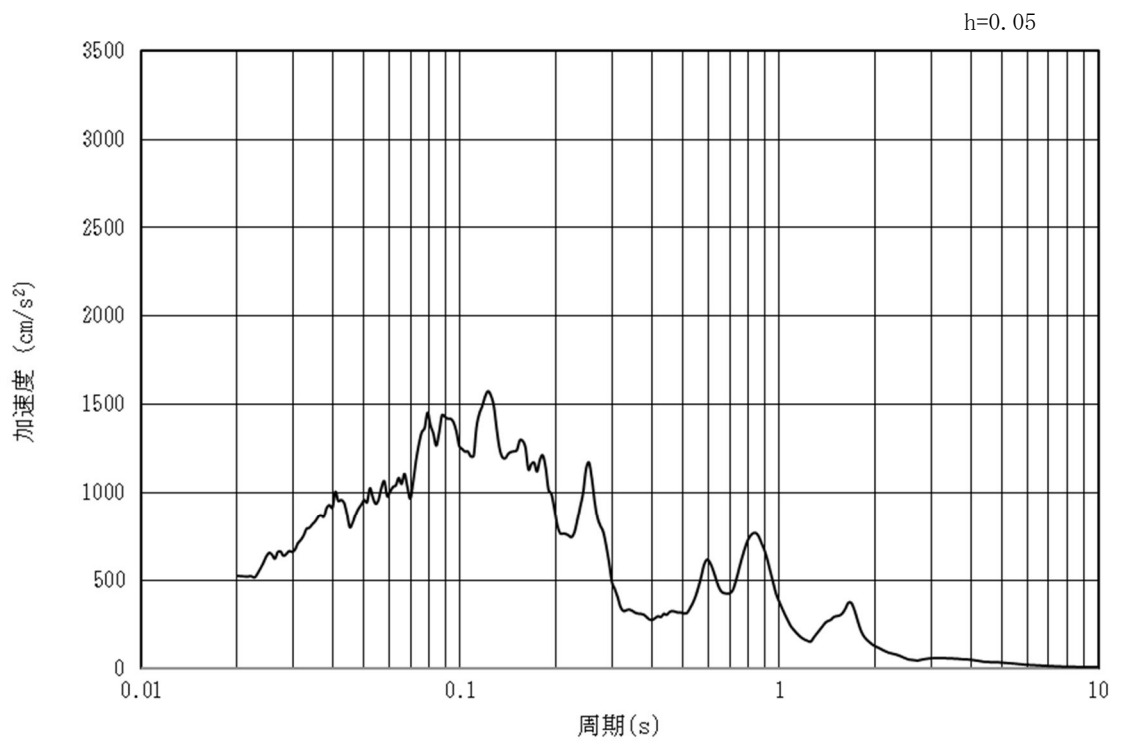


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-12 (3) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s - 1.1$ )



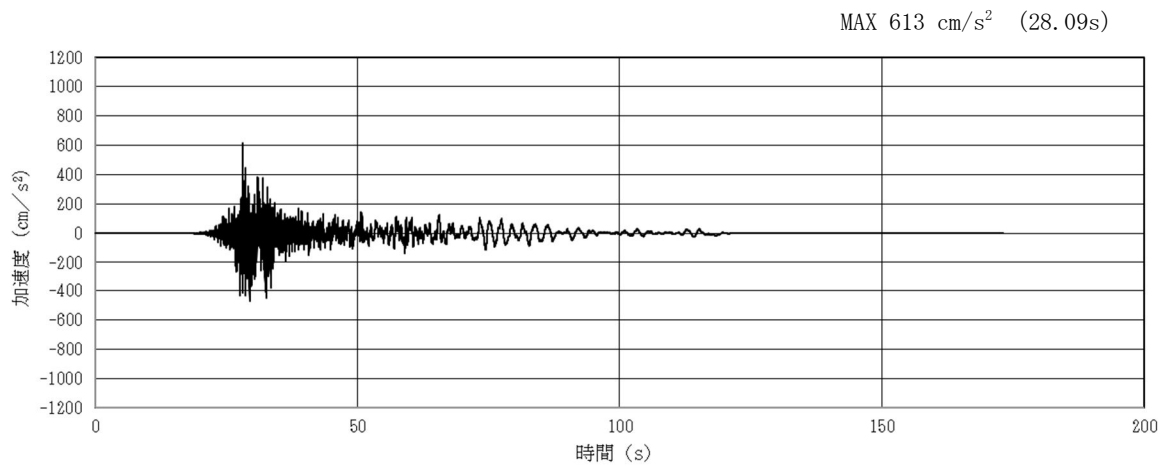
(a) 加速度時刻歴波形



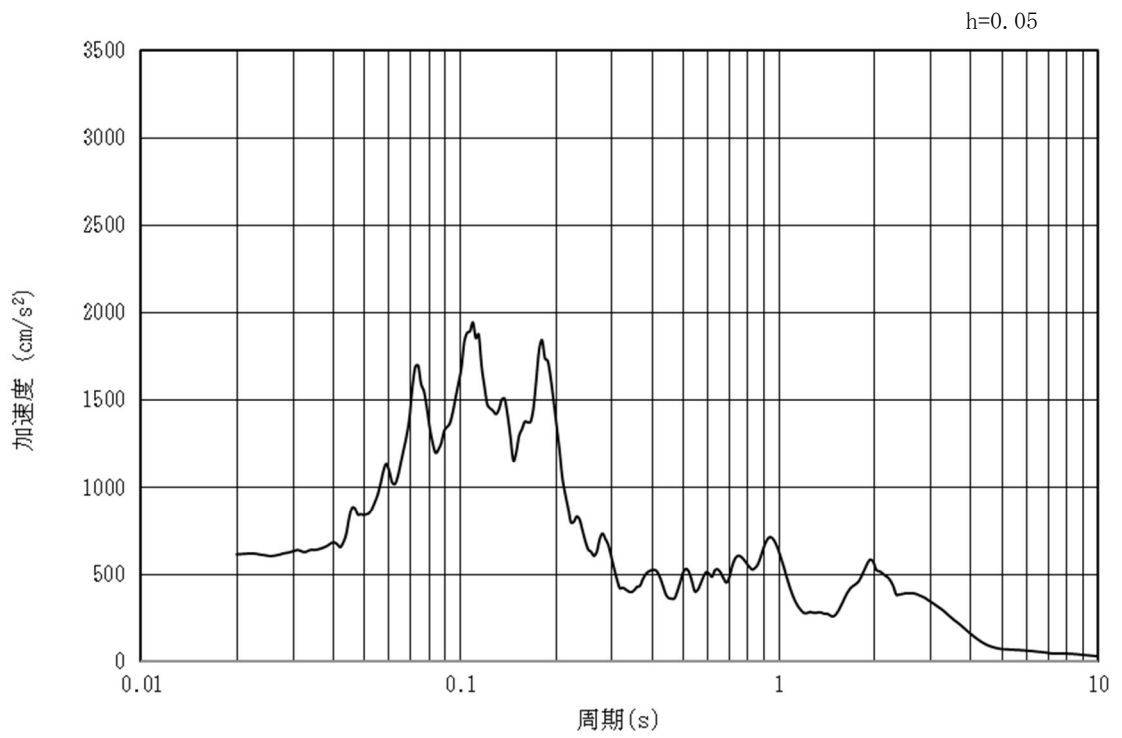
(b) 加速度応答スペクトル

図 3-12 (4) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - 1.1$ )



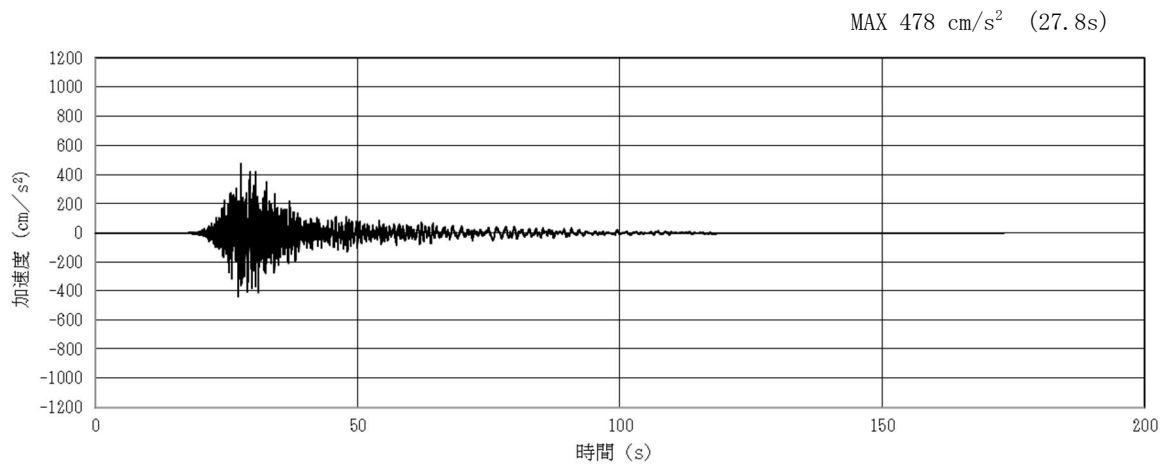


(a) 加速度時刻歴波形

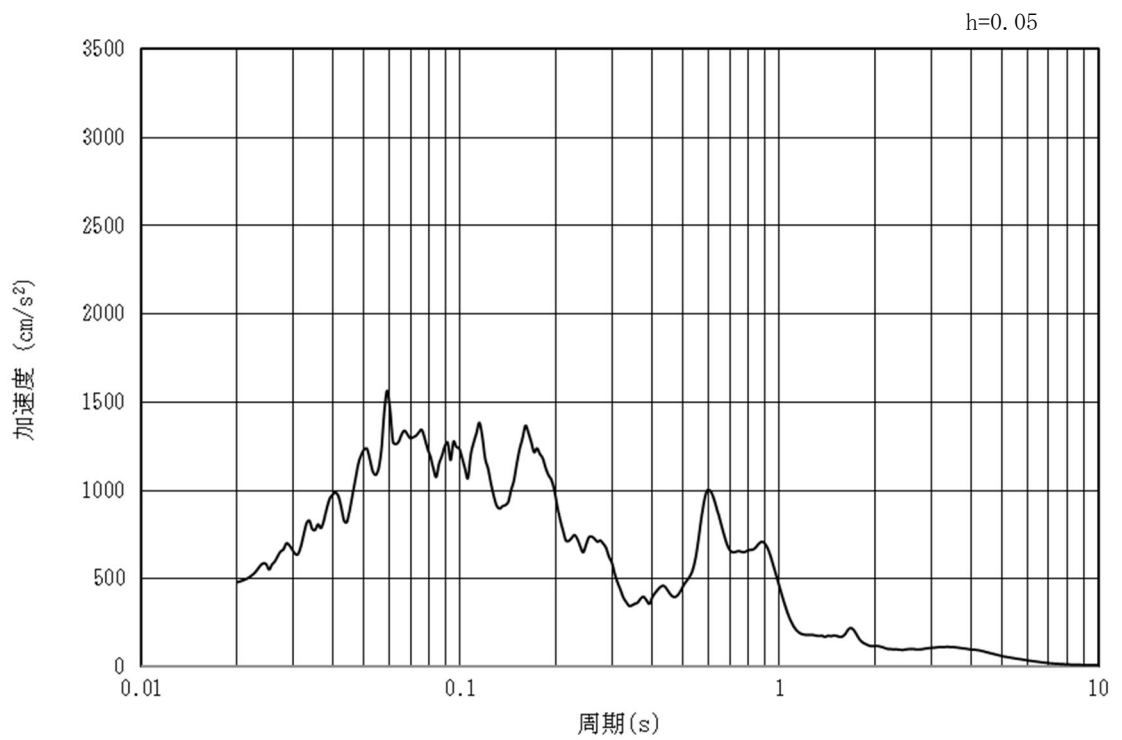


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-12 (5) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s - 12$ )

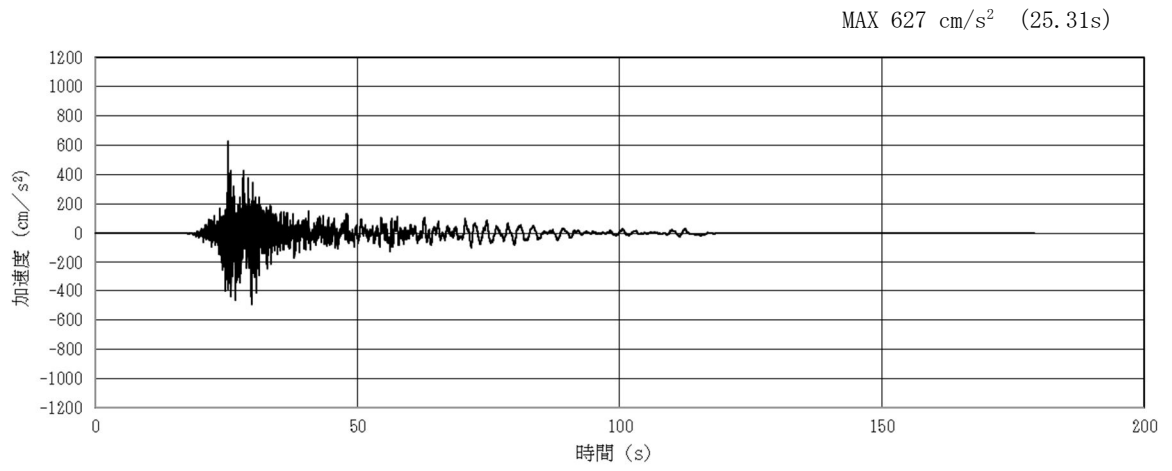


(a) 加速度時刻歴波形

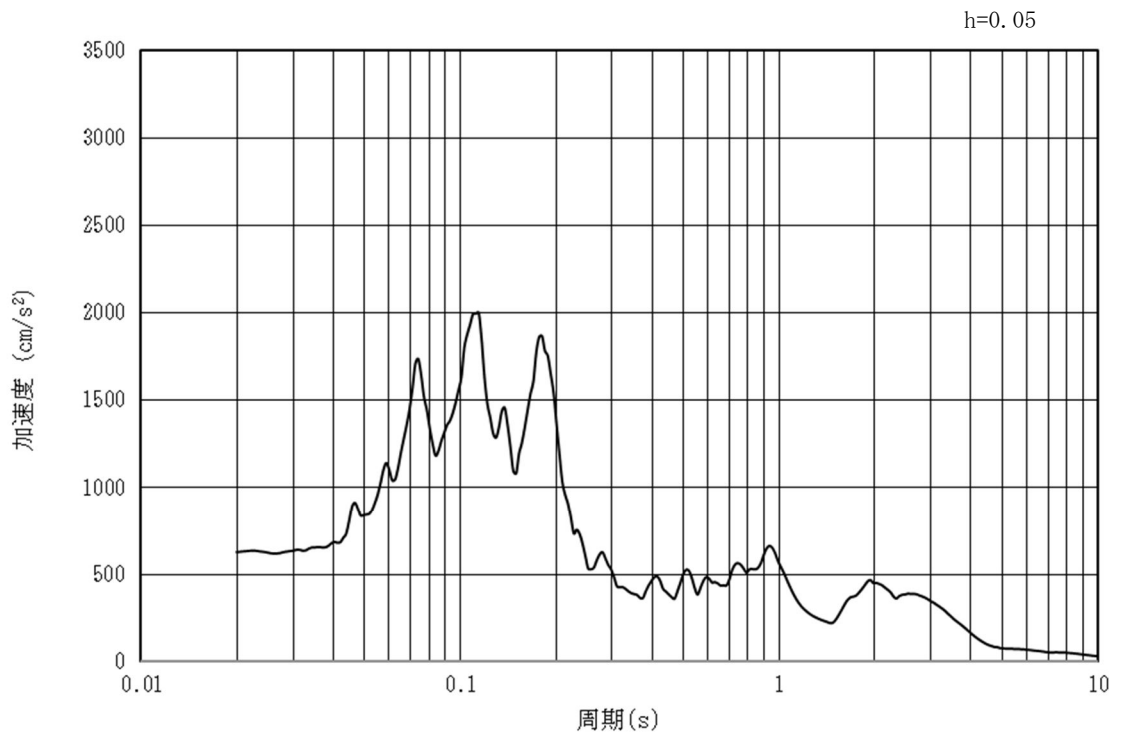


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-12 (6) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - 12$ )

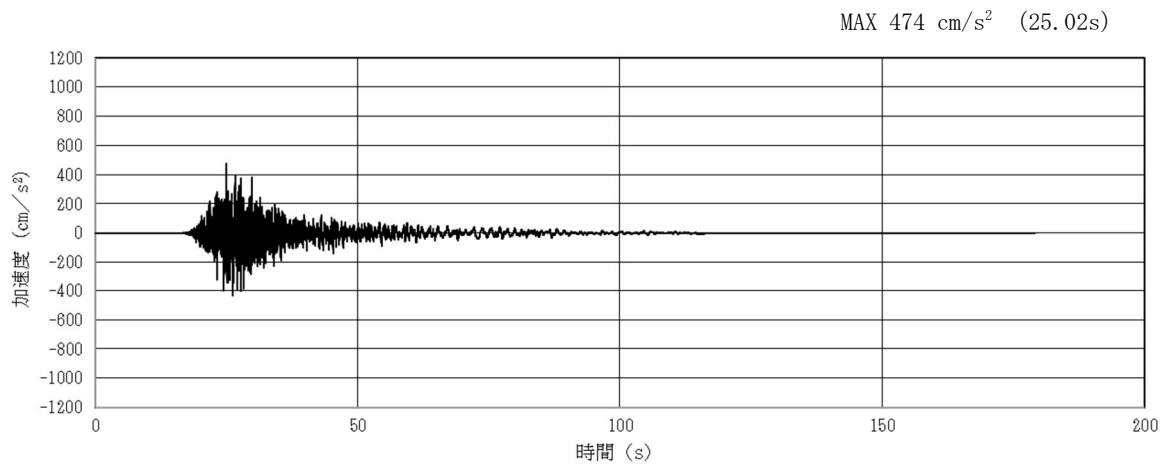


(a) 加速度時刻歴波形

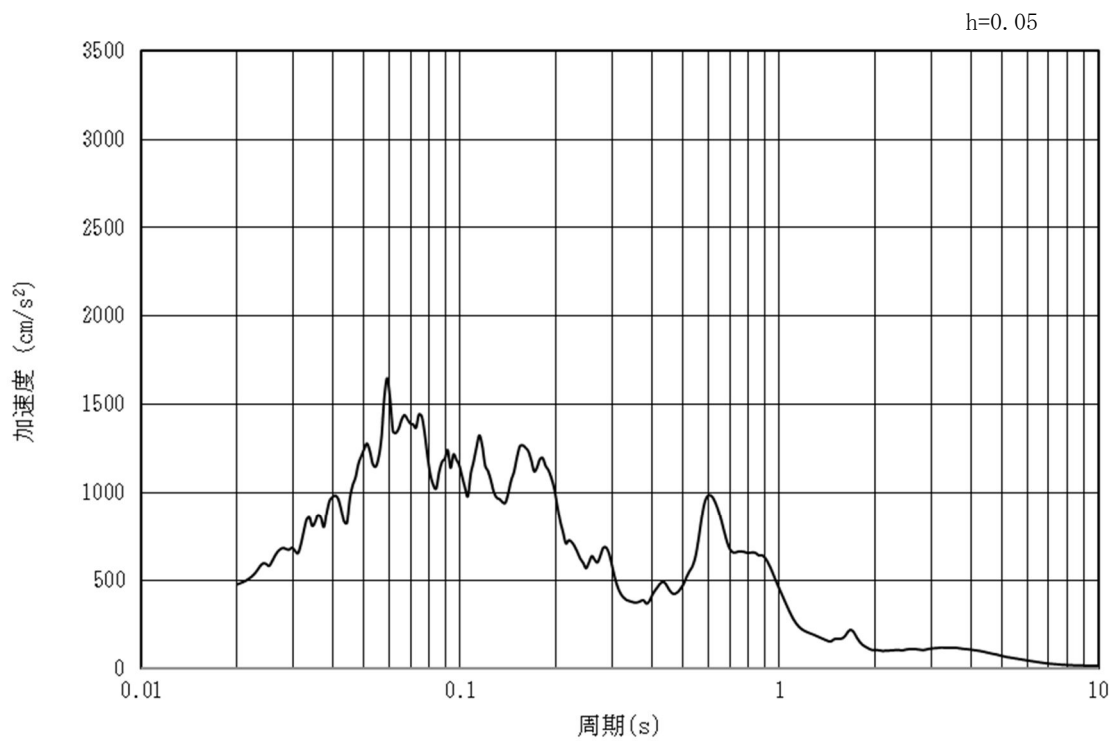


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-12 (7) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s - 1.3$ )

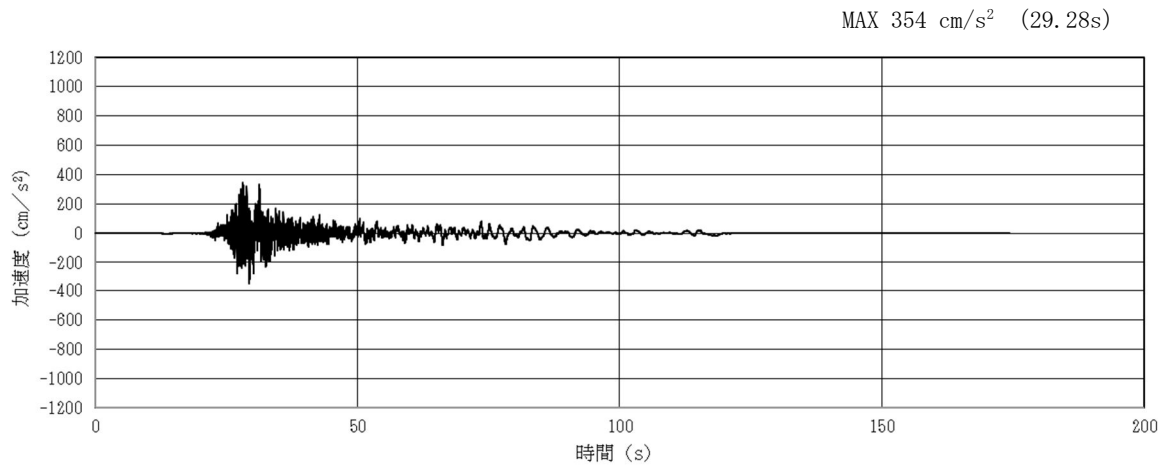


(a) 加速度時刻歴波形

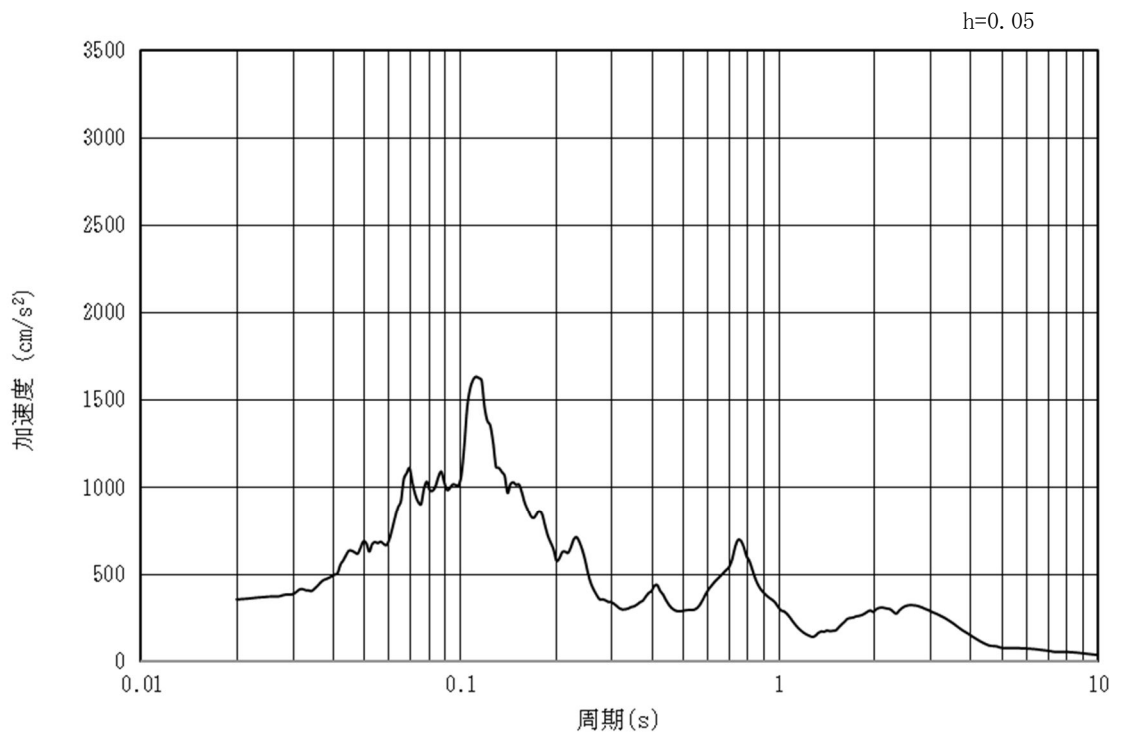


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-12 (8) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - 13$ )

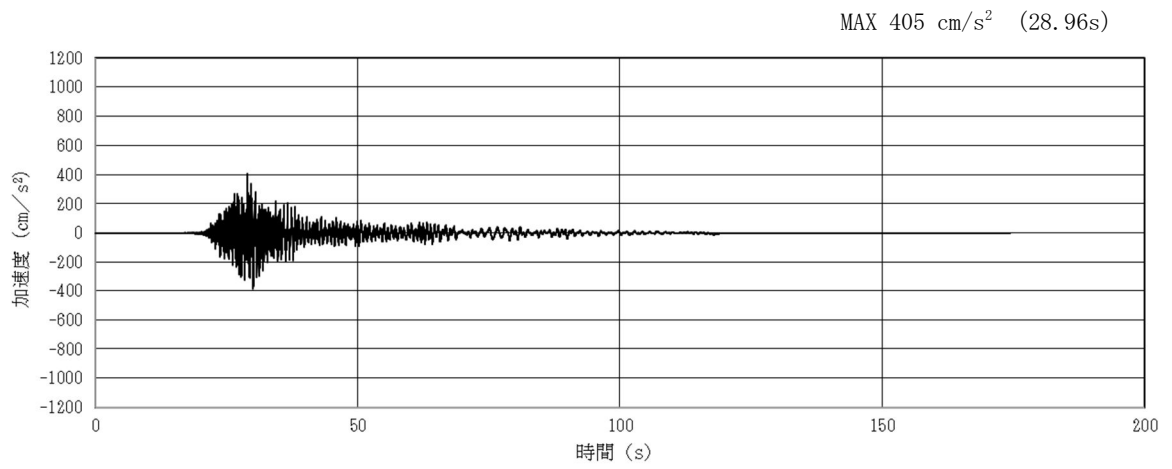


(a) 加速度時刻歴波形

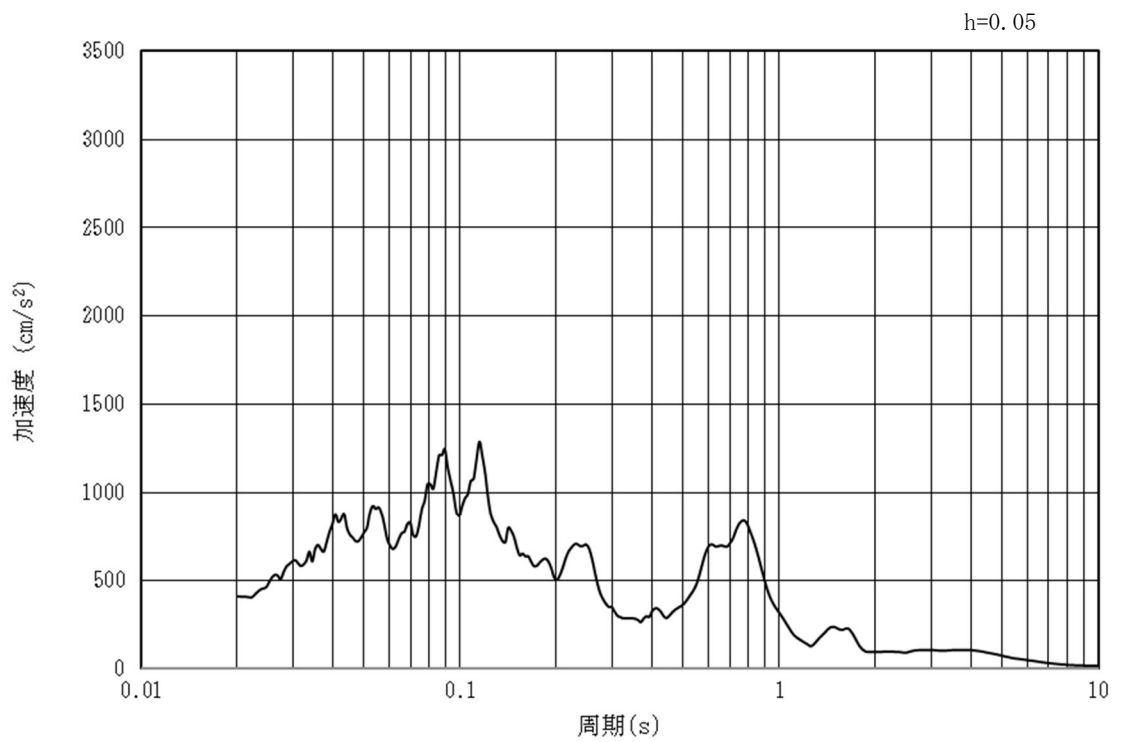


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-12 (9) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s - 1.4$ )

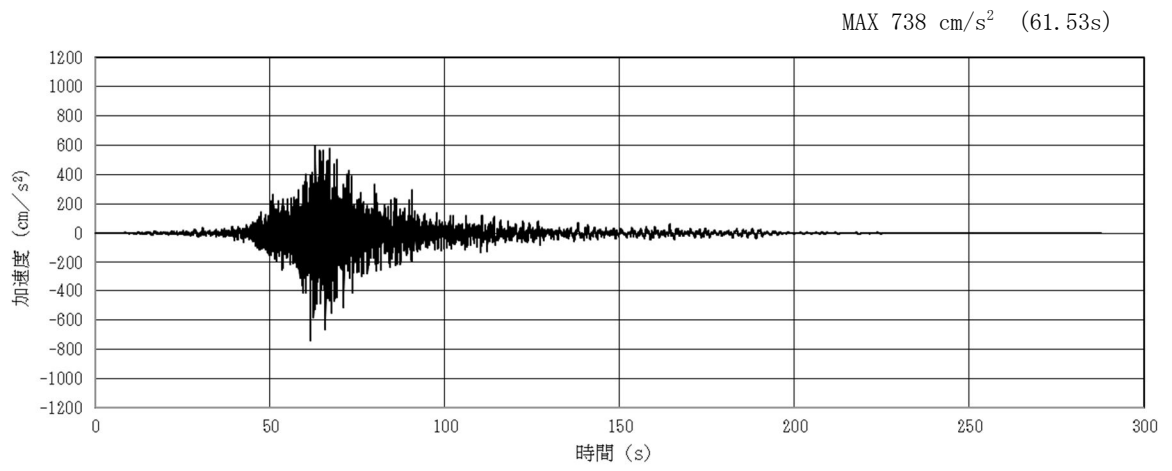


(a) 加速度時刻歴波形

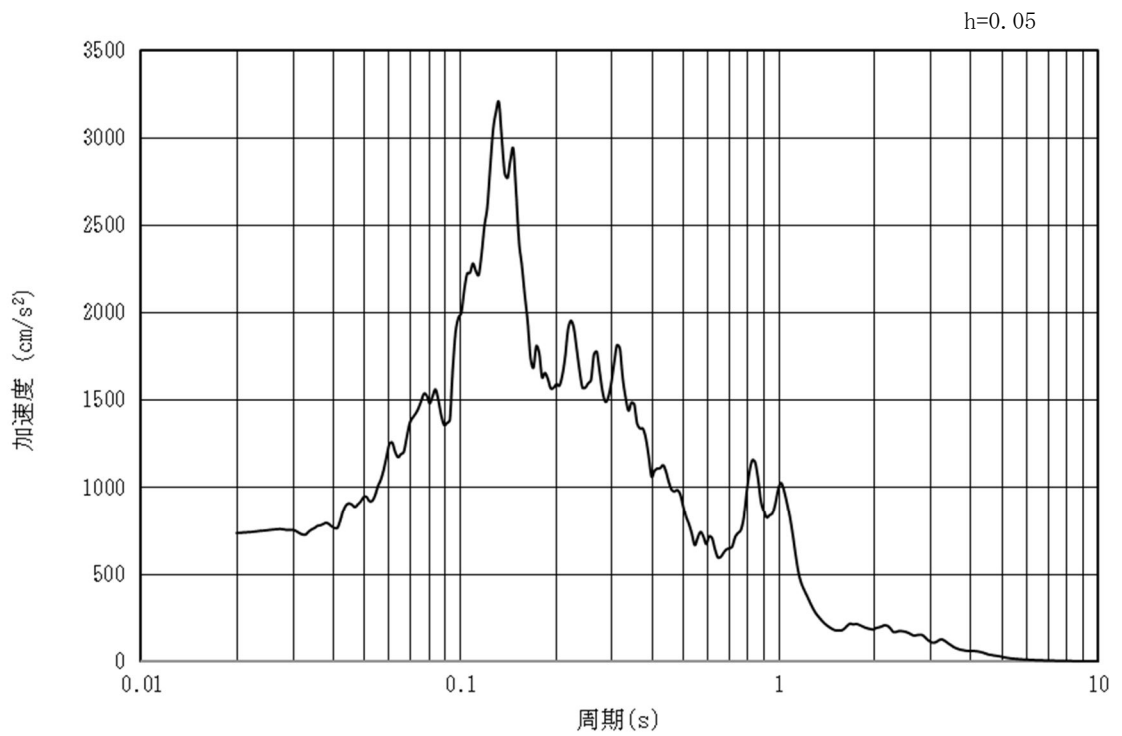


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-12 (10) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - 1.4$ )

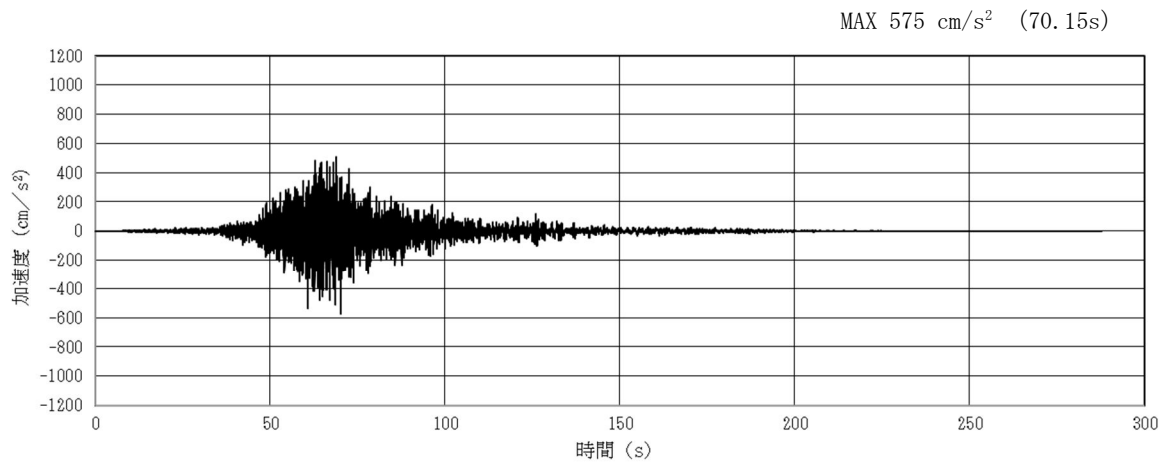


(a) 加速度時刻歴波形

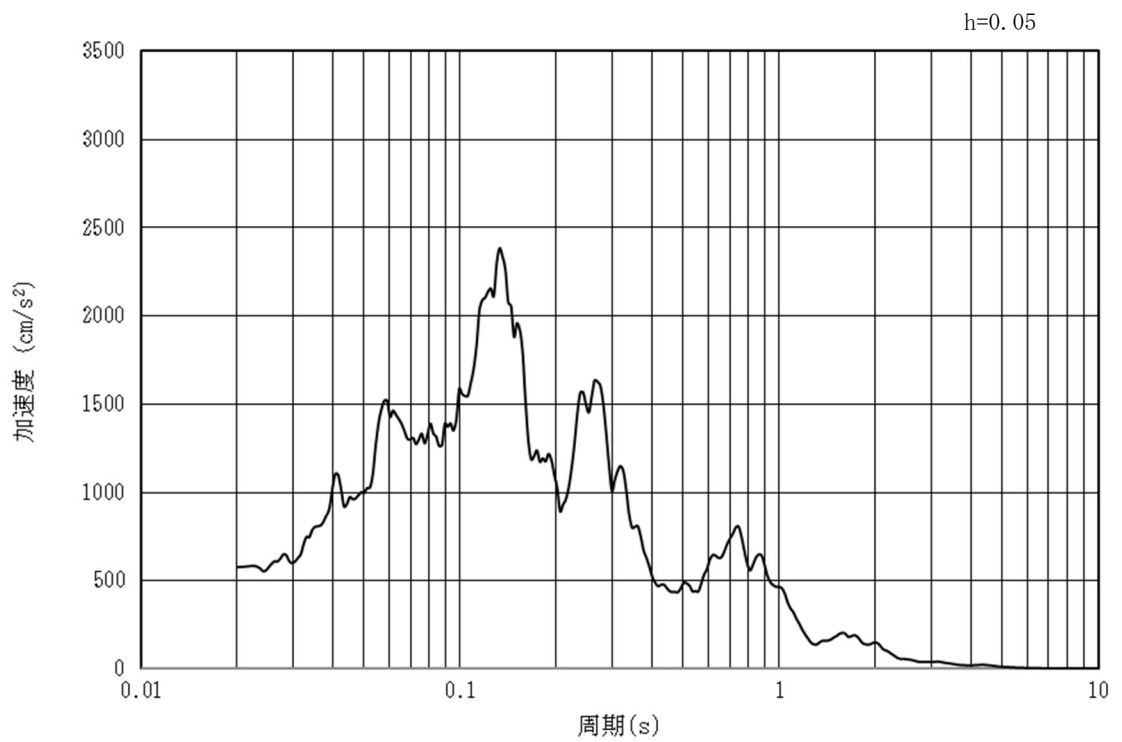


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-12 (11) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s - 2.1$ )



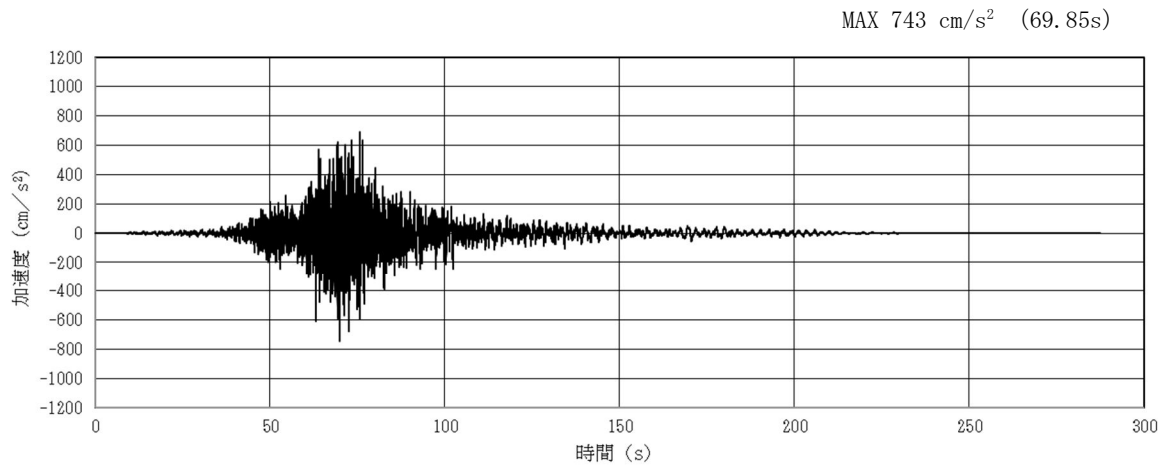
(a) 加速度時刻歴波形



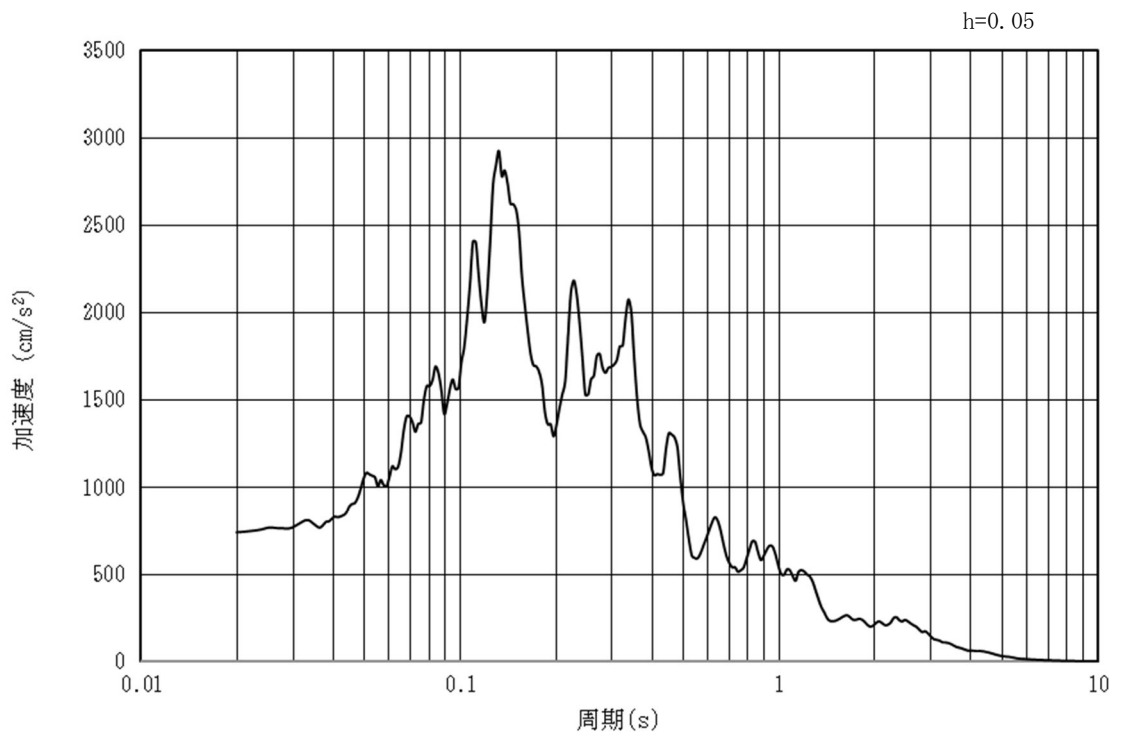
(b) 加速度応答スペクトル

図 3-12 (12) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - 21$ )



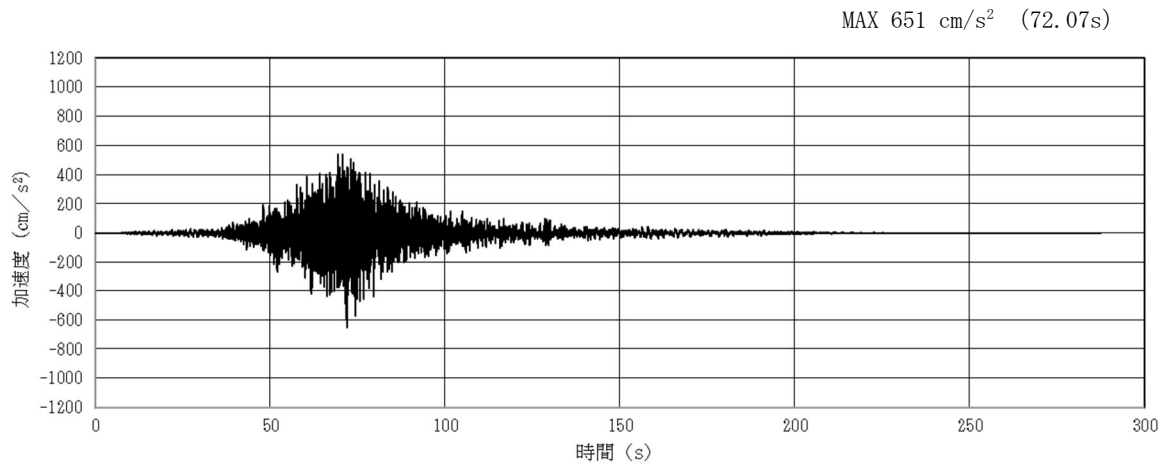


(a) 加速度時刻歴波形

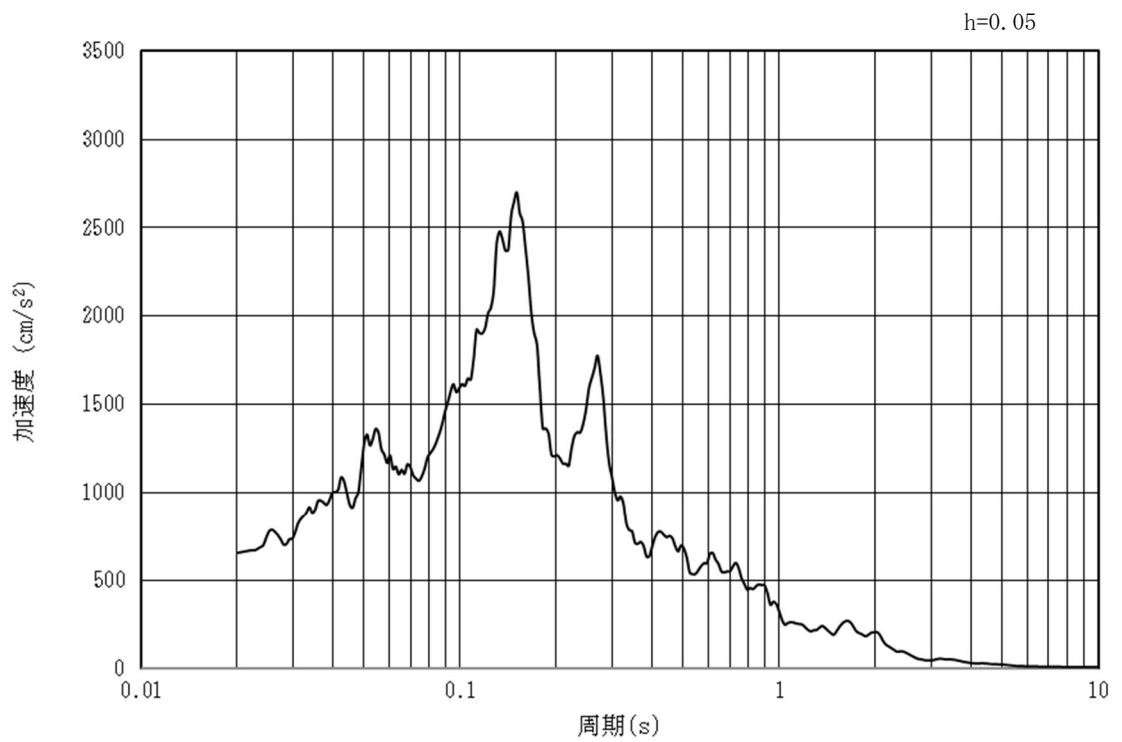


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-12 (13) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s - 22$ )

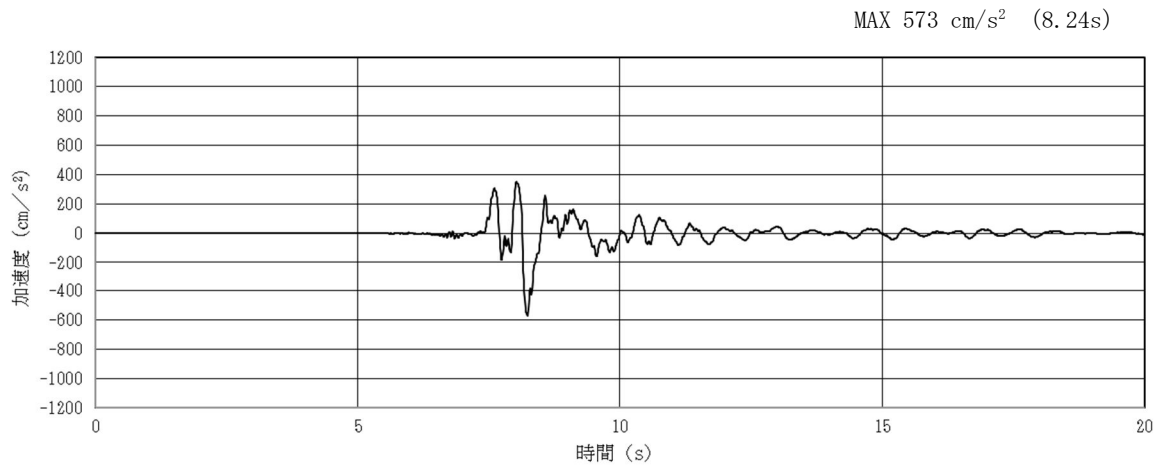


(a) 加速度時刻歴波形

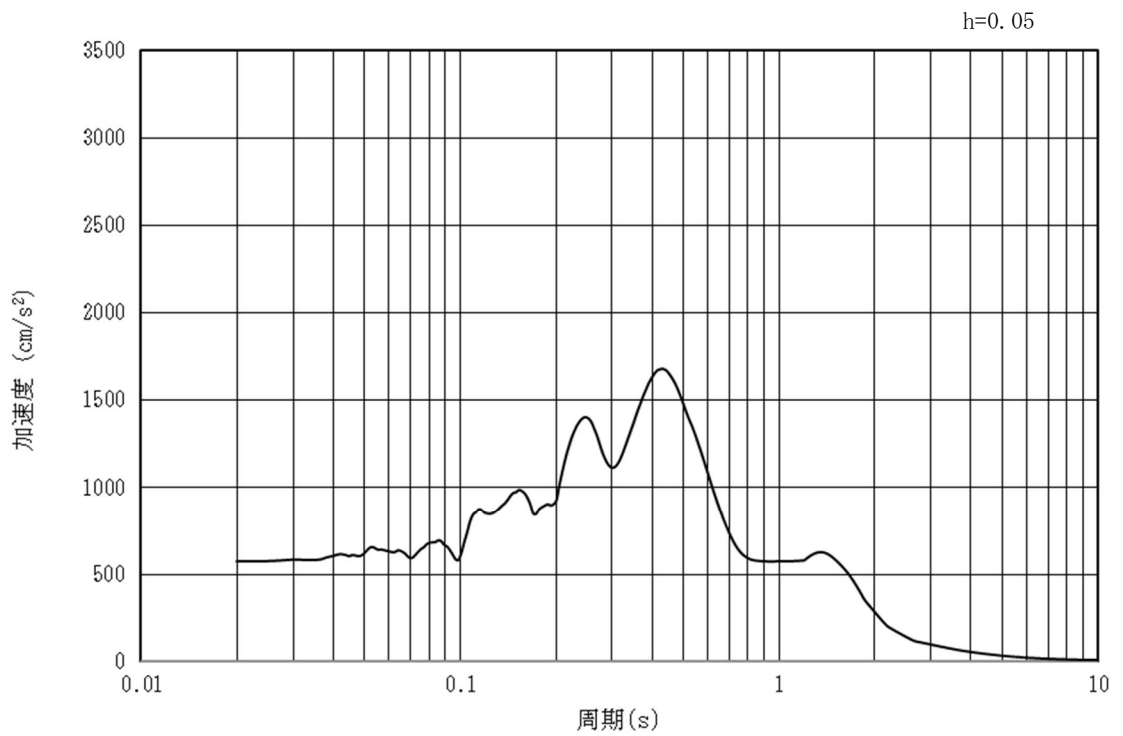


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-12 (14) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - 22$ )

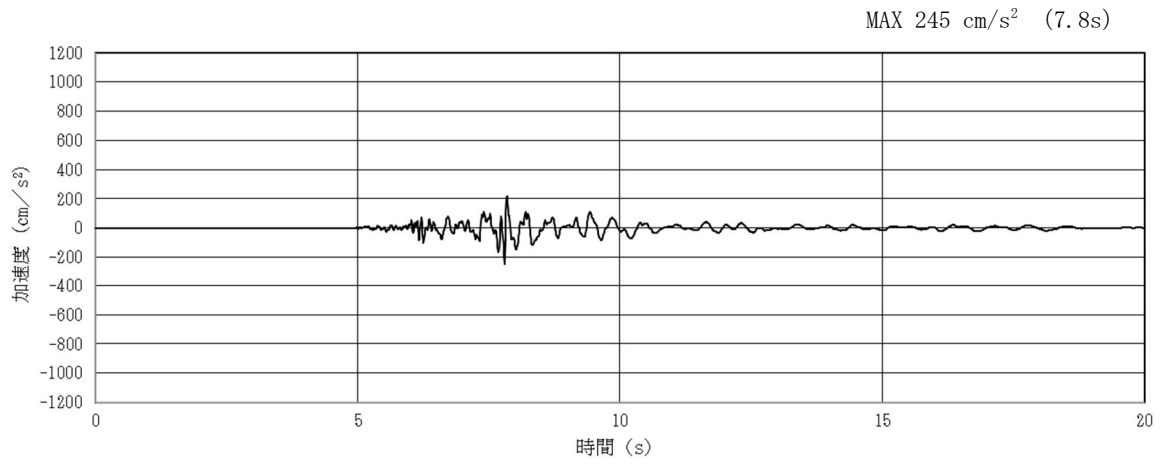


(a) 加速度時刻歴波形

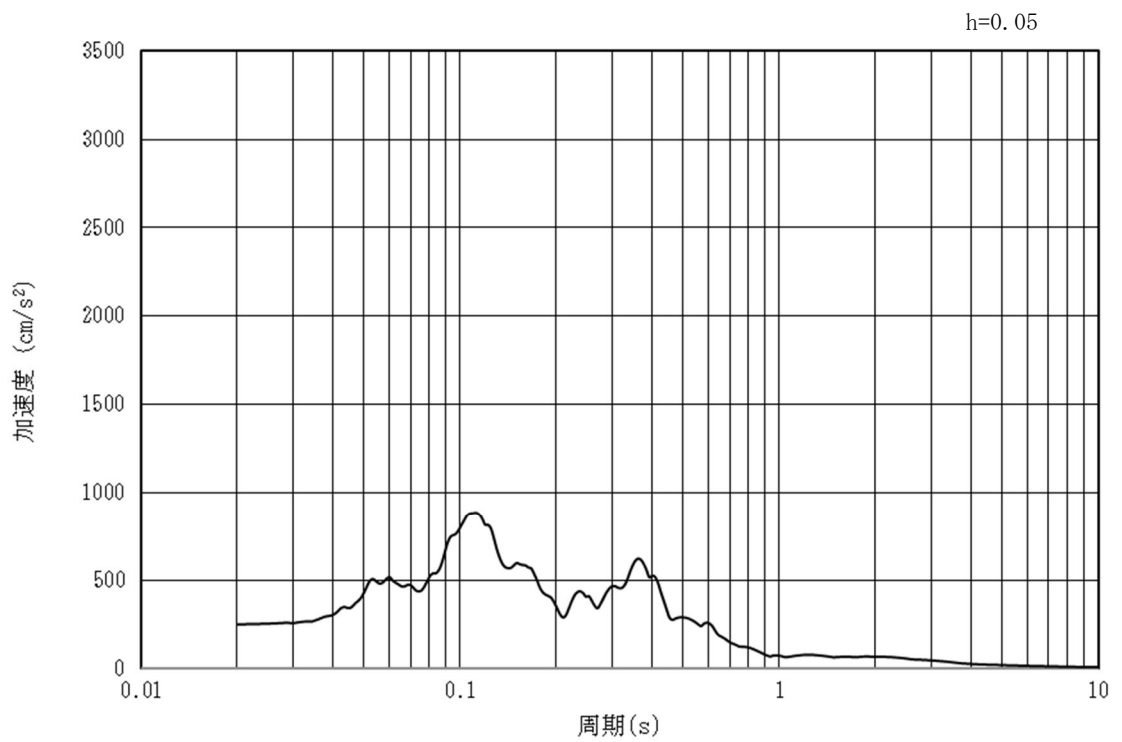


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-12 (15) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s - 3.1$ )



(a) 加速度時刻歴波形



(b) 加速度応答スペクトル

図 3-12 (16) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - 31$ )

### 3.5 解析モデル及び諸元

#### 3.5.1 解析モデル

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の地震応答解析モデルを図 3-13～図 3-17 に示す。

##### (1) 解析領域

地震応答解析モデルは，境界条件の影響が地盤及び構造物の応力状態に影響を及ぼさないよう，十分広い領域とする。

##### (2) 境界条件

地震応答解析時の境界条件については，有限要素解析における半無限地盤を模擬するため，粘性境界を設ける。

##### (3) 構造物のモデル化

構造物は，線形梁要素によりモデル化する。

##### (4) 地盤のモデル化

地盤は，マルチスプリング要素及び間隙水要素にてモデル化し，地震時の有効応力の変化に応じた非線形せん断応力～せん断ひずみ関係を考慮する。

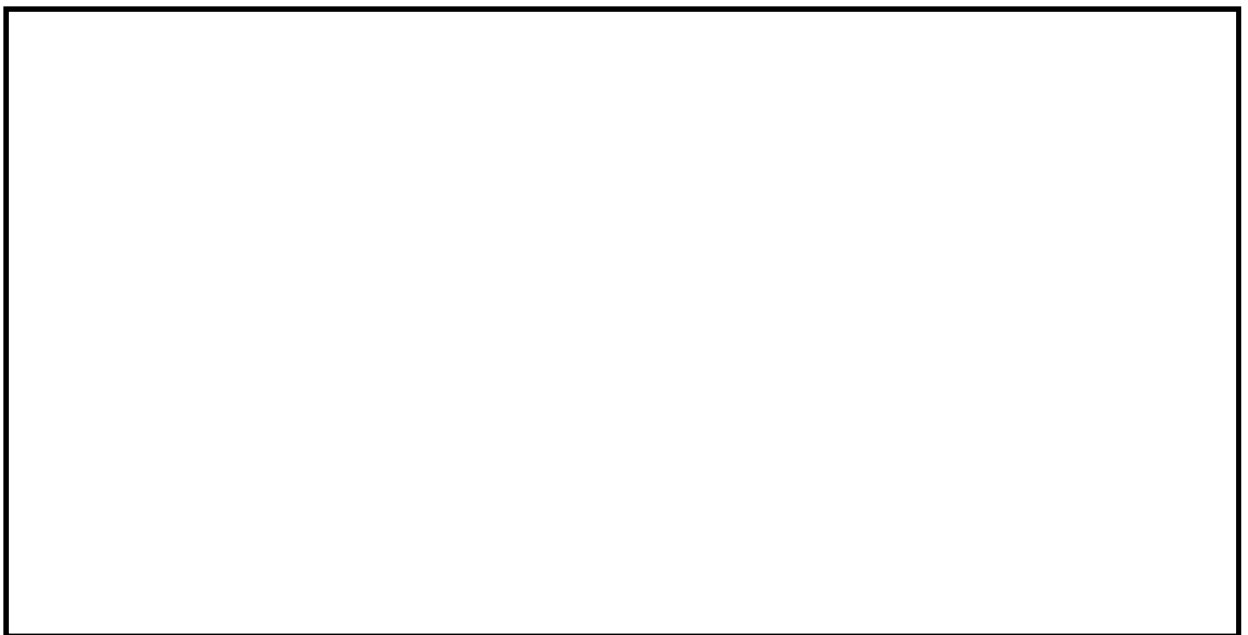


図 3-13 地震応答解析モデル(1/5) (断面①)



図 3-14 地震応答解析モデル(2/5) (断面②)



図 3-15 地震応答解析モデル(3/5) (断面③)

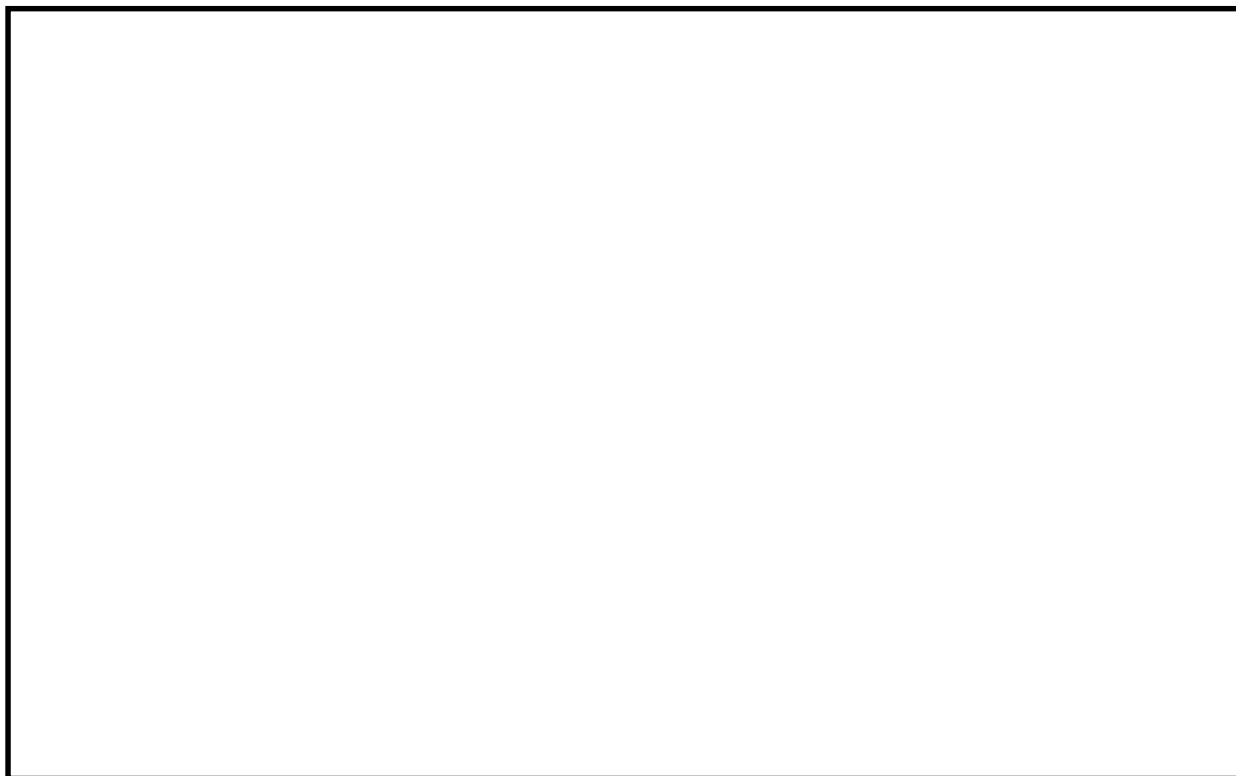


図 3-16 地震応答解析モデル(4/5) (断面④)



図 3-17 地震応答解析モデル(5/5) (断面⑤)

### 3.5.2 使用材料及び材料の物性値

使用材料を表 3-4 に、材料の物性値を表 3-5 に示す。

表 3-4 使用材料

| 諸元     |                                                                                |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 鉄筋     | SD490                                                                          |
| コンクリート | 設計基準強度 : 40 N/mm <sup>2</sup>                                                  |
| 鋼管杭*   | 敷地前面東側 : φ 2500 mm (SM570) t=25, 35<br>敷地側面北側及び南側 : φ 2000 mm (SM570) t=25, 40 |

注記 \* : 道路橋示方書 ( I 共通編・IV 下部構造編 ) ・同解説 ( ( 社 ) 日本道路協会, 平成 14 年 3 月 ) に従い, 腐食代 1 mm を考慮する。杭の断面計算及び杭の曲げ剛性を算出する際は腐食代の断面積の低減を考慮した。

表 3-5 材料の物性値

| 材料       | 単位体積重量<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | ヤング係数<br>(N/mm <sup>2</sup> )      | ポアソン比             | 減衰定数<br>(%)     |
|----------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------|-----------------|
| 鉄筋コンクリート | 24.5 <sup>*1</sup>             | 3.10×10 <sup>4</sup> <sup>*1</sup> | 0.2 <sup>*1</sup> | —               |
| 鋼管杭      | 77.0 <sup>*1</sup>             | 2.00×10 <sup>5</sup> <sup>*1</sup> | 0.3 <sup>*1</sup> | 3 <sup>*2</sup> |

注記 \*1 : 道路橋示方書 ( I 共通編・IV 下部構造編 ) ・同解説 ( ( 社 ) 日本道路協会, 平成 14 年 3 月 )

\*2 : 道路橋示方書 ( I 共通編・V 耐震設計編 ) ・同解説 ( ( 社 ) 日本道路協会, 平成 14 年 3 月 )

### 3.5.3 地盤の物性値

地盤の物性値は、添付書類「V-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。地盤の物性値を表 3-6 に示す。



表 3-6 (1) 地盤の解析用物性値一覧（液状化検討対象層）

| パラメータ |                        |                |                   | 原地盤                |                    |                    |        |                    |        |                      |                    | 豊浦標準砂 |       |
|-------|------------------------|----------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|--------------------|--------|----------------------|--------------------|-------|-------|
|       |                        |                |                   | 埋戻土                | 第四系（液状化検討対象層）      |                    |        |                    |        |                      |                    |       |       |
|       |                        |                |                   |                    | f1                 | du                 | Ag2    | As                 | Ag1    | D2s-3                | D2g-3              |       | D1g-1 |
| 物理特性  | 密度<br>（）は地下水位以浅        | $\rho$         | g/cm <sup>3</sup> | 1.98<br>(1.82)     | 1.98<br>(1.82)     | 2.01<br>(1.89)     | 1.74   | 2.01<br>(1.89)     | 1.92   | 2.15<br>(2.11)       | 2.01<br>(1.89)     | 1.958 |       |
|       | 間隙比                    | e              | —                 | 0.75               | 0.75               | 0.67               | 1.2    | 0.67               | 0.79   | 0.43                 | 0.67               | 0.702 |       |
| 変形特性  | ボアゾン比                  | $\nu_{CD}$     | —                 | 0.26               | 0.26               | 0.25               | 0.26   | 0.25               | 0.19   | 0.26                 | 0.25               | 0.333 |       |
|       | 基準平均有効主応力<br>（）は地下水位以浅 | $\sigma'_{ma}$ | kN/m <sup>2</sup> | 358<br>(312)       | 358<br>(312)       | 497<br>(299)       | 378    | 814<br>(814)       | 966    | 1167<br>(1167)       | 1695<br>(1710)     | 12.6  |       |
|       | 基準初期せん断剛性<br>（）は地下水位以浅 | $G_{ma}$       | kN/m <sup>2</sup> | 253529<br>(220739) | 253529<br>(220739) | 278087<br>(167137) | 143284 | 392073<br>(392073) | 650611 | 1362035<br>(1362035) | 947946<br>(956776) | 18975 |       |
|       | 最大履歴減衰率                | $h_{max}$      | —                 | 0.220              | 0.220              | 0.233              | 0.216  | 0.221              | 0.192  | 0.130                | 0.233              | 0.287 |       |
| 強度特性  | 粘着力                    | $C_{CD}$       | N/mm <sup>2</sup> | 0                  | 0                  | 0                  | 0.012  | 0                  | 0.01   | 0                    | 0                  | 0     |       |
|       | 内部摩擦角                  | $\phi_{CD}$    | 度                 | 37.3               | 37.3               | 37.4               | 41     | 37.4               | 35.8   | 44.4                 | 37.4               | 30    |       |
| 液状化特性 | 液状化パラメータ               | $\phi_p$       | —                 | 34.8               | 34.8               | 34.9               | 38.3   | 34.9               | 33.4   | 41.4                 | 34.9               | 28    |       |
|       | 液状化パラメータ               | $S_1$          | —                 | 0.047              | 0.047              | 0.028              | 0.046  | 0.029              | 0.048  | 0.030                | 0.020              | 0.005 |       |
|       | 液状化パラメータ               | $W_1$          | —                 | 6.5                | 6.5                | 56.5               | 6.9    | 51.6               | 17.6   | 45.2                 | 10.5               | 5.06  |       |
|       | 液状化パラメータ               | $P_1$          | —                 | 1.26               | 1.26               | 9.00               | 1.00   | 12.00              | 4.80   | 8.00                 | 7.00               | 0.57  |       |
|       | 液状化パラメータ               | $P_2$          | —                 | 0.80               | 0.80               | 0.60               | 0.75   | 0.60               | 0.96   | 0.60                 | 0.50               | 0.80  |       |
|       | 液状化パラメータ               | $C_1$          | —                 | 2.00               | 2.00               | 3.40               | 2.27   | 3.35               | 3.15   | 3.82                 | 2.83               | 1.44  |       |

表 3-6 (2) 地盤の解析用物性値一覧（非液状化層）

| パラメータ |                        |                |                   | 原地盤        |        |                  |   |                                 |                |
|-------|------------------------|----------------|-------------------|------------|--------|------------------|---|---------------------------------|----------------|
|       |                        |                |                   | 第四系（非液状化層） |        |                  |   | 新第三系                            | 捨石             |
|       |                        |                |                   |            |        |                  |   |                                 |                |
| 物理特性  | 密度<br>（）は地下水位以浅        | $\rho$         | g/cm <sup>3</sup> | 1.65       | 1.77   | 1.47<br>(1.43)   | — | 1.72-1.03×10 <sup>-4</sup> ・z   | 2.04<br>(1.84) |
|       | 間隙比                    | e              | —                 | 1.59       | 1.09   | 2.8              | — | 1.16                            | 0.82           |
| 変形特性  | ポアソン比                  | $\nu_{CD}$     | —                 | 0.10       | 0.22   | 0.14             | — | 0.16+0.00025・z                  | 0.33           |
|       | 基準平均有効主応力<br>（）は地下水位以浅 | $\sigma'_{ma}$ | kN/m <sup>2</sup> | 480        | 696    | 249<br>(223)     | — | 動的変形特性に基づき<br>z（標高）毎に物性値を<br>設定 | 98             |
|       | 基準初期せん断剛性<br>（）は地下水位以浅 | $G_{ma}$       | kN/m <sup>2</sup> | 121829     | 285223 | 38926<br>(35783) | — |                                 | 180000         |
|       | 最大履歴減衰率                | $h_{max}$      | —                 | 0.200      | 0.186  | 0.151            | — |                                 | 0.24           |
| 強度特性  | 粘着力                    | $C_{CD}$       | N/mm <sup>2</sup> | 0.025      | 0.026  | 0.042            | — | 0.358-0.00603・z                 | 0.02           |
|       | 内部摩擦角                  | $\phi_{CD}$    | 度                 | 29.1       | 35.6   | 27.3             | — | 23.2+0.0990・z                   | 35             |

注記 \*1：施設の耐震評価に影響を与えるものではないことから，解析用物性値として本表には記載しない。

z：標高（m）

表 3-6 (3) 地盤の解析用物性値一覧 (新第三系 Km 層)

| 区分<br>番号 | 設定深度<br>TP (m)<br>Z | 適用深度 TP (m) | 密度<br>$\rho$<br>( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) | 静ポアソン比<br>$\nu_{\text{D}}$ | 粘着力<br>$C_{\text{D}}$<br>( $\text{kN}/\text{m}^2$ ) | 内部摩擦角<br>$\phi_{\text{D}}$<br>( $^{\circ}$ ) | せん断波<br>速度 Vs<br>( $\text{m}/\text{s}$ ) | 基準初期<br>せん断剛性 $G_{\text{ma}}$<br>( $\text{kN}/\text{m}^2$ ) | 基準体積<br>弾性係数 $K_{\text{ma}}$<br>( $\text{kN}/\text{m}^2$ ) | 基準平均有効<br>主応力 $\sigma'_{\text{ma}}$<br>( $\text{kN}/\text{m}^2$ ) | 拘束圧<br>依存係数<br>$mG, mK$ | 最大履歴<br>減衰率<br>$h_{\text{max}}(-)$ | 動ポアソン比<br>$\nu_d$ | 疎密波<br>速度 Vp<br>( $\text{m}/\text{s}$ ) |
|----------|---------------------|-------------|--------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------|
| 1        | 10                  | 9.5 ~ 10.5  | 1.72                                       | 0.16                       | 298                                                 | 24.2                                         | 425                                      | 310,675                                                     | 353,317                                                    | 504                                                               | 0.0                     | 0.105                              | 0.464             | 1,640                                   |
| 2        | 9                   | 8.5 ~ 9.5   | 1.72                                       | 0.16                       | 304                                                 | 24.1                                         | 426                                      | 312,139                                                     | 354,982                                                    | 504                                                               | 0.0                     | 0.105                              | 0.464             | 1,644                                   |
| 3        | 8                   | 7.5 ~ 8.5   | 1.72                                       | 0.16                       | 310                                                 | 24.0                                         | 427                                      | 313,606                                                     | 356,650                                                    | 504                                                               | 0.0                     | 0.105                              | 0.464             | 1,648                                   |
| 4        | 7                   | 6.5 ~ 7.5   | 1.72                                       | 0.16                       | 316                                                 | 23.9                                         | 428                                      | 315,076                                                     | 358,322                                                    | 504                                                               | 0.0                     | 0.105                              | 0.464             | 1,651                                   |
| 5        | 6                   | 5.5 ~ 6.5   | 1.72                                       | 0.16                       | 322                                                 | 23.8                                         | 428                                      | 315,076                                                     | 358,322                                                    | 504                                                               | 0.0                     | 0.106                              | 0.464             | 1,651                                   |
| 6        | 5                   | 4.5 ~ 5.5   | 1.72                                       | 0.16                       | 328                                                 | 23.7                                         | 429                                      | 316,551                                                     | 359,999                                                    | 504                                                               | 0.0                     | 0.106                              | 0.464             | 1,655                                   |
| 7        | 4                   | 3.5 ~ 4.5   | 1.72                                       | 0.16                       | 334                                                 | 23.6                                         | 430                                      | 318,028                                                     | 361,679                                                    | 504                                                               | 0.0                     | 0.106                              | 0.463             | 1,638                                   |
| 8        | 3                   | 2.5 ~ 3.5   | 1.72                                       | 0.16                       | 340                                                 | 23.5                                         | 431                                      | 319,509                                                     | 363,363                                                    | 504                                                               | 0.0                     | 0.107                              | 0.463             | 1,642                                   |
| 9        | 2                   | 1.5 ~ 2.5   | 1.72                                       | 0.16                       | 346                                                 | 23.4                                         | 431                                      | 319,509                                                     | 363,363                                                    | 504                                                               | 0.0                     | 0.107                              | 0.463             | 1,642                                   |
| 10       | 1                   | 0.5 ~ 1.5   | 1.72                                       | 0.16                       | 352                                                 | 23.3                                         | 432                                      | 320,993                                                     | 365,051                                                    | 504                                                               | 0.0                     | 0.107                              | 0.463             | 1,646                                   |
| 11       | 0                   | -0.5 ~ 0.5  | 1.72                                       | 0.16                       | 358                                                 | 23.2                                         | 433                                      | 322,481                                                     | 366,743                                                    | 504                                                               | 0.0                     | 0.107                              | 0.463             | 1,650                                   |
| 12       | -1                  | -1.5 ~ -0.5 | 1.72                                       | 0.16                       | 364                                                 | 23.1                                         | 434                                      | 323,972                                                     | 368,439                                                    | 504                                                               | 0.0                     | 0.108                              | 0.463             | 1,653                                   |
| 13       | -2                  | -2.5 ~ -1.5 | 1.72                                       | 0.16                       | 370                                                 | 23.0                                         | 435                                      | 325,467                                                     | 370,139                                                    | 504                                                               | 0.0                     | 0.108                              | 0.463             | 1,657                                   |
| 14       | -3                  | -3.5 ~ -2.5 | 1.72                                       | 0.16                       | 376                                                 | 22.9                                         | 435                                      | 325,467                                                     | 370,139                                                    | 504                                                               | 0.0                     | 0.108                              | 0.463             | 1,657                                   |
| 15       | -4                  | -4.5 ~ -3.5 | 1.72                                       | 0.16                       | 382                                                 | 22.8                                         | 436                                      | 326,965                                                     | 371,843                                                    | 504                                                               | 0.0                     | 0.108                              | 0.463             | 1,661                                   |
| 16       | -5                  | -5.5 ~ -4.5 | 1.72                                       | 0.16                       | 388                                                 | 22.7                                         | 437                                      | 328,467                                                     | 373,551                                                    | 504                                                               | 0.0                     | 0.109                              | 0.462             | 1,644                                   |
| 17       | -6                  | -6.5 ~ -5.5 | 1.72                                       | 0.16                       | 394                                                 | 22.6                                         | 438                                      | 329,972                                                     | 375,262                                                    | 504                                                               | 0.0                     | 0.109                              | 0.462             | 1,648                                   |
| 18       | -7                  | -7.5 ~ -6.5 | 1.72                                       | 0.16                       | 400                                                 | 22.5                                         | 438                                      | 329,972                                                     | 375,262                                                    | 504                                                               | 0.0                     | 0.109                              | 0.462             | 1,648                                   |
| 19       | -8                  | -8.5 ~ -7.5 | 1.72                                       | 0.16                       | 406                                                 | 22.4                                         | 439                                      | 331,480                                                     | 376,977                                                    | 504                                                               | 0.0                     | 0.109                              | 0.462             | 1,652                                   |
| 20       | -9                  | -9.5 ~ -8.5 | 1.72                                       | 0.16                       | 412                                                 | 22.3                                         | 440                                      | 332,992                                                     | 378,697                                                    | 504                                                               | 0.0                     | 0.110                              | 0.462             | 1,656                                   |
| 21       | -10                 | -11 ~ -9.5  | 1.72                                       | 0.16                       | 418                                                 | 22.2                                         | 441                                      | 334,507                                                     | 380,420                                                    | 504                                                               | 0.0                     | 0.110                              | 0.462             | 1,659                                   |
| 22       | -12                 | -13 ~ -11   | 1.72                                       | 0.16                       | 430                                                 | 22.0                                         | 442                                      | 336,026                                                     | 382,147                                                    | 504                                                               | 0.0                     | 0.110                              | 0.462             | 1,663                                   |
| 23       | -14                 | -15 ~ -13   | 1.72                                       | 0.16                       | 442                                                 | 21.8                                         | 444                                      | 339,074                                                     | 385,614                                                    | 504                                                               | 0.0                     | 0.111                              | 0.462             | 1,671                                   |
| 24       | -16                 | -17 ~ -15   | 1.72                                       | 0.16                       | 454                                                 | 21.6                                         | 445                                      | 340,603                                                     | 387,352                                                    | 504                                                               | 0.0                     | 0.111                              | 0.461             | 1,654                                   |
| 25       | -18                 | -19 ~ -17   | 1.72                                       | 0.16                       | 467                                                 | 21.4                                         | 447                                      | 343,671                                                     | 390,842                                                    | 504                                                               | 0.0                     | 0.112                              | 0.461             | 1,662                                   |
| 26       | -20                 | -21 ~ -19   | 1.72                                       | 0.16                       | 479                                                 | 21.2                                         | 448                                      | 345,211                                                     | 392,593                                                    | 504                                                               | 0.0                     | 0.112                              | 0.461             | 1,665                                   |
| 27       | -22                 | -23 ~ -21   | 1.72                                       | 0.15                       | 491                                                 | 21.0                                         | 450                                      | 348,300                                                     | 381,471                                                    | 498                                                               | 0.0                     | 0.112                              | 0.461             | 1,673                                   |
| 28       | -24                 | -25 ~ -23   | 1.72                                       | 0.15                       | 503                                                 | 20.8                                         | 452                                      | 351,403                                                     | 384,870                                                    | 498                                                               | 0.0                     | 0.113                              | 0.461             | 1,680                                   |
| 29       | -26                 | -27 ~ -25   | 1.72                                       | 0.15                       | 515                                                 | 20.6                                         | 453                                      | 352,959                                                     | 386,574                                                    | 498                                                               | 0.0                     | 0.113                              | 0.460             | 1,664                                   |
| 30       | -28                 | -29 ~ -27   | 1.72                                       | 0.15                       | 527                                                 | 20.4                                         | 455                                      | 356,083                                                     | 389,996                                                    | 498                                                               | 0.0                     | 0.114                              | 0.460             | 1,672                                   |
| 31       | -30                 | -31 ~ -29   | 1.72                                       | 0.15                       | 539                                                 | 20.2                                         | 456                                      | 357,650                                                     | 391,712                                                    | 498                                                               | 0.0                     | 0.114                              | 0.460             | 1,675                                   |
| 32       | -32                 | -33 ~ -31   | 1.72                                       | 0.15                       | 551                                                 | 20.0                                         | 458                                      | 360,794                                                     | 395,155                                                    | 498                                                               | 0.0                     | 0.115                              | 0.460             | 1,683                                   |
| 33       | -34                 | -35 ~ -33   | 1.72                                       | 0.15                       | 563                                                 | 19.8                                         | 459                                      | 362,371                                                     | 396,883                                                    | 498                                                               | 0.0                     | 0.115                              | 0.459             | 1,667                                   |
| 34       | -36                 | -37 ~ -35   | 1.72                                       | 0.15                       | 575                                                 | 19.6                                         | 461                                      | 365,536                                                     | 400,349                                                    | 498                                                               | 0.0                     | 0.115                              | 0.459             | 1,675                                   |
| 35       | -38                 | -39 ~ -37   | 1.72                                       | 0.15                       | 587                                                 | 19.4                                         | 462                                      | 367,124                                                     | 402,088                                                    | 498                                                               | 0.0                     | 0.116                              | 0.459             | 1,678                                   |
| 36       | -40                 | -41 ~ -39   | 1.72                                       | 0.15                       | 599                                                 | 19.2                                         | 464                                      | 370,309                                                     | 405,577                                                    | 498                                                               | 0.0                     | 0.116                              | 0.459             | 1,685                                   |
| 37       | -42                 | -43 ~ -41   | 1.72                                       | 0.15                       | 611                                                 | 19.0                                         | 465                                      | 371,907                                                     | 407,327                                                    | 498                                                               | 0.0                     | 0.117                              | 0.459             | 1,689                                   |
| 38       | -44                 | -45 ~ -43   | 1.72                                       | 0.15                       | 623                                                 | 18.8                                         | 467                                      | 375,113                                                     | 410,838                                                    | 498                                                               | 0.0                     | 0.117                              | 0.458             | 1,678                                   |
| 39       | -46                 | -47 ~ -45   | 1.72                                       | 0.15                       | 635                                                 | 18.6                                         | 468                                      | 376,721                                                     | 412,599                                                    | 498                                                               | 0.0                     | 0.117                              | 0.458             | 1,681                                   |
| 40       | -48                 | -49 ~ -47   | 1.72                                       | 0.15                       | 647                                                 | 18.4                                         | 470                                      | 379,948                                                     | 416,134                                                    | 498                                                               | 0.0                     | 0.118                              | 0.458             | 1,688                                   |
| 41       | -50                 | -51 ~ -49   | 1.73                                       | 0.15                       | 660                                                 | 18.3                                         | 472                                      | 385,416                                                     | 422,122                                                    | 498                                                               | 0.0                     | 0.118                              | 0.458             | 1,696                                   |
| 42       | -52                 | -53 ~ -51   | 1.73                                       | 0.15                       | 672                                                 | 18.1                                         | 473                                      | 387,051                                                     | 423,913                                                    | 498                                                               | 0.0                     | 0.118                              | 0.458             | 1,699                                   |
| 43       | -54                 | -55 ~ -53   | 1.73                                       | 0.15                       | 684                                                 | 17.9                                         | 475                                      | 390,331                                                     | 427,505                                                    | 498                                                               | 0.0                     | 0.118                              | 0.457             | 1,688                                   |
| 44       | -56                 | -57 ~ -55   | 1.73                                       | 0.15                       | 696                                                 | 17.7                                         | 476                                      | 391,976                                                     | 429,307                                                    | 498                                                               | 0.0                     | 0.119                              | 0.457             | 1,692                                   |
| 45       | -58                 | -59 ~ -57   | 1.73                                       | 0.15                       | 708                                                 | 17.5                                         | 478                                      | 395,277                                                     | 432,922                                                    | 498                                                               | 0.0                     | 0.119                              | 0.457             | 1,699                                   |
| 46       | -60                 | -61 ~ -59   | 1.73                                       | 0.15                       | 720                                                 | 17.3                                         | 479                                      | 396,933                                                     | 434,736                                                    | 498                                                               | 0.0                     | 0.120                              | 0.457             | 1,702                                   |
| 47       | -62                 | -63 ~ -61   | 1.73                                       | 0.14                       | 732                                                 | 17.1                                         | 481                                      | 400,255                                                     | 422,491                                                    | 492                                                               | 0.0                     | 0.120                              | 0.457             | 1,709                                   |
| 48       | -64                 | -65 ~ -63   | 1.73                                       | 0.14                       | 744                                                 | 16.9                                         | 482                                      | 401,921                                                     | 424,250                                                    | 492                                                               | 0.0                     | 0.120                              | 0.456             | 1,695                                   |
| 49       | -66                 | -67 ~ -65   | 1.73                                       | 0.14                       | 756                                                 | 16.7                                         | 484                                      | 405,263                                                     | 427,778                                                    | 492                                                               | 0.0                     | 0.120                              | 0.456             | 1,702                                   |
| 50       | -68                 | -69 ~ -67   | 1.73                                       | 0.14                       | 768                                                 | 16.5                                         | 485                                      | 406,939                                                     | 429,547                                                    | 492                                                               | 0.0                     | 0.121                              | 0.456             | 1,705                                   |
| 51       | -70                 | -71 ~ -69   | 1.73                                       | 0.14                       | 780                                                 | 16.3                                         | 487                                      | 410,302                                                     | 433,097                                                    | 492                                                               | 0.0                     | 0.121                              | 0.456             | 1,712                                   |
| 52       | -72                 | -73 ~ -71   | 1.73                                       | 0.14                       | 792                                                 | 16.1                                         | 489                                      | 413,679                                                     | 436,661                                                    | 492                                                               | 0.0                     | 0.121                              | 0.456             | 1,719                                   |
| 53       | -74                 | -75 ~ -73   | 1.73                                       | 0.14                       | 804                                                 | 15.9                                         | 490                                      | 415,373                                                     | 438,449                                                    | 492                                                               | 0.0                     | 0.122                              | 0.455             | 1,705                                   |
| 54       | -76                 | -77 ~ -75   | 1.73                                       | 0.14                       | 816                                                 | 15.7                                         | 492                                      | 418,771                                                     | 442,036                                                    | 492                                                               | 0.0                     | 0.122                              | 0.455             | 1,712                                   |
| 55       | -78                 | -79 ~ -77   | 1.73                                       | 0.14                       | 828                                                 | 15.5                                         | 493                                      | 420,475                                                     | 443,835                                                    | 492                                                               | 0.0                     | 0.122                              | 0.455             | 1,716                                   |
| 56       | -80                 | -81 ~ -79   | 1.73                                       | 0.14                       | 840                                                 | 15.3                                         | 495                                      | 423,893                                                     | 447,443                                                    | 492                                                               | 0.0                     | 0.122                              | 0.455             | 1,723                                   |
| 57       | -82                 | -85 ~ -81   | 1.73                                       | 0.14                       | 852                                                 | 15.1                                         | 496                                      | 425,608                                                     | 449,253                                                    | 492                                                               | 0.0                     | 0.123                              | 0.455             | 1,726                                   |
| 58       | -88                 | -90 ~ -85   | 1.73                                       | 0.14                       | 889                                                 | 14.5                                         | 501                                      | 434,232                                                     | 458,356                                                    | 492                                                               | 0.0                     | 0.124                              | 0.454             | 1,726                                   |
| 59       | -92                 | -95 ~ -90   | 1.73                                       | 0.14                       | 913                                                 | 14.1                                         | 504                                      | 439,448                                                     | 463,862                                                    | 492                                                               | 0.0                     | 0.124                              | 0.454             | 1,736                                   |
| 60       | -98                 | -101 ~ -95  | 1.73                                       | 0.14                       | 949                                                 | 13.5                                         | 509                                      | 448,210                                                     | 473,111                                                    | 492                                                               | 0.0                     | 0.125                              | 0.453             | 1,736                                   |
| 61       | -104                | -108 ~ -101 | 1.73                                       | 0.13                       | 985                                                 | 12.9                                         | 513                                      | 455,282                                                     | 463,485                                                    | 486                                                               | 0.0                     | 0.126                              | 0.452             | 1,733                                   |
| 62       | -112                | -115 ~ -108 | 1.73                                       | 0.13                       | 1,033                                               | 12.1                                         | 519                                      | 465,995                                                     | 474,391                                                    | 486                                                               | 0.0                     | 0.127                              | 0.451             | 1,737                                   |
| 63       | -118                | -122 ~ -115 | 1.73                                       | 0.13                       | 1,070                                               | 11.5                                         | 524                                      | 475,016                                                     | 483,575                                                    | 486                                                               | 0.0                     | 0.127                              | 0.451             | 1,754                                   |
| 64       | -126                | -130 ~ -122 | 1.73                                       | 0.13                       | 1,118                                               | 10.7                                         | 530                                      | 485,957                                                     | 494,713                                                    | 486                                                               | 0.0                     | 0.128                              | 0.450             | 1,758                                   |

表 3-6 (4) 地盤改良体の物性値一覧

| 項目     |                                        | 地盤改良体（セメント改良）＊                                                                                                              |                                                                                      |
|--------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                                        | 一軸圧縮強度（ $\leq 8.5\text{N/mm}^2$ の場合）                                                                                        | 一軸圧縮強度（ $> 8.5\text{N/mm}^2$ の場合）                                                    |
| 物理特性   | 密度<br>$\rho_t (\text{g/cm}^3)$         | 改良対象の原地盤の平均密度 $\times 1.1$                                                                                                  |                                                                                      |
| 静的変形特性 | 静弾性係数<br>( $\text{N/mm}^2$ )           | 581                                                                                                                         | 2159                                                                                 |
|        | 静ポアソン比<br>$\nu_s$                      | 0.260                                                                                                                       |                                                                                      |
| 動的変形特性 | 初期せん断剛性<br>$G_0 (\text{N/mm}^2)$       | $G_0 = \rho_t / 1000 \times V_s^2$<br>$V_s = 147.6 \times q_u^{0.417} (\text{m/s})$<br>$q_u$ : 一軸圧縮強度 ( $\text{kgf/cm}^2$ ) |                                                                                      |
|        | 動ポアソン比<br>$\nu_d$                      | 0.431                                                                                                                       |                                                                                      |
|        | 動せん断弾性係数のひずみ依存性<br>$G/G_0 \sim \gamma$ | $G/G_0 = \frac{1}{1 + \gamma / 0.000537}$<br>$\gamma$ : せん断ひずみ (－)                                                          | $G/G_0 = \frac{1}{1 + \gamma / 0.001560}$<br>$\gamma$ : せん断ひずみ (－)                   |
|        | 減衰定数<br>$h \sim \gamma$                | $h = 0.152 \frac{\gamma / 0.000537}{1 + \gamma / 0.000537}$<br>$\gamma$ : せん断ひずみ (－)                                        | $h = 0.178 \frac{\gamma / 0.001560}{1 + \gamma / 0.001560}$<br>$\gamma$ : せん断ひずみ (－) |
| 強度特性   | 粘着力<br>$C (\text{N/mm}^2)$             | $C = q_u / 2$<br>$q_u$ : 一軸圧縮強度 ( $\text{N/mm}^2$ )                                                                         |                                                                                      |
|        | ピーク強度<br>$C_u (\text{N/mm}^2)$         | $1.44 P + 1.76$<br>$P$ : 圧密圧力 ( $\text{N/mm}^2$ )                                                                           | $1.60 P + 7.80$<br>$P$ : 圧密圧力 ( $\text{N/mm}^2$ )                                    |
|        | 残留強度<br>$\tau_0 (\text{N/mm}^2)$       | $1.44 P + 0.808$<br>$P$ : 圧密圧力 ( $\text{N/mm}^2$ )                                                                          | $1.60 P + 2.05$<br>$P$ : 圧密圧力 ( $\text{N/mm}^2$ )                                    |

注記 ＊ : 地盤改良体（嵩上げ部）の一軸圧縮強度 :  $1.5 \text{ N/mm}^2$

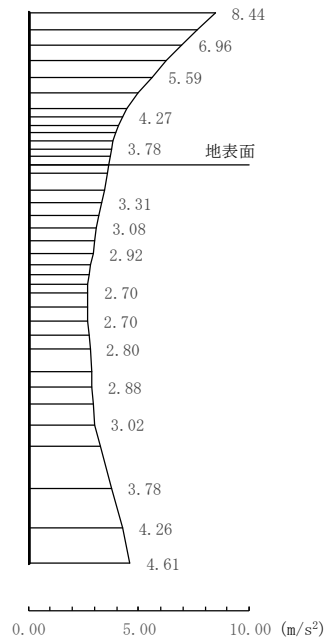
### 3.5.4 地下水位

地下水位は地表面として設定する。

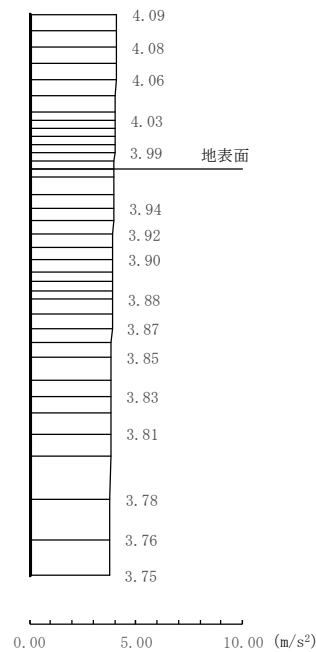
#### 4. 解析結果

最大加速度分布図を図 4-1～図 4-5 に示す。

##### (1) 断面①

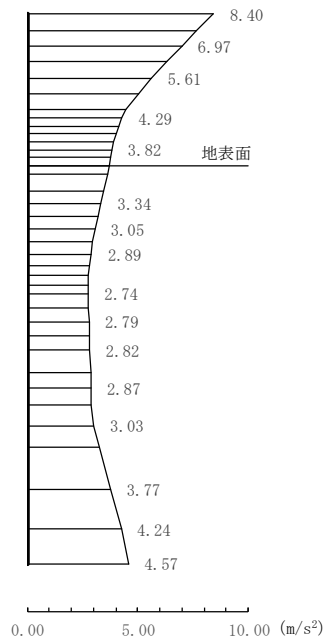


( $S_s-D1$  (H+, V+), 水平)

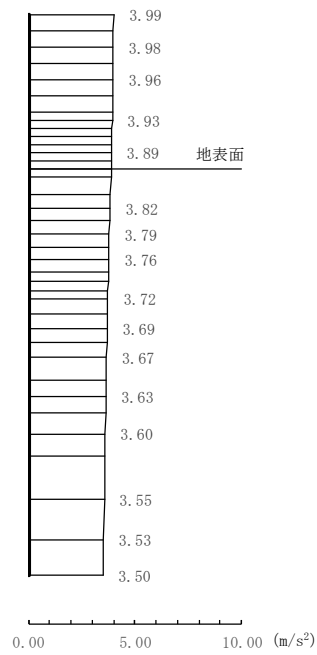


( $S_s-D1$  (H+, V+), 鉛直)

図 4-1 断面①：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (1/17)

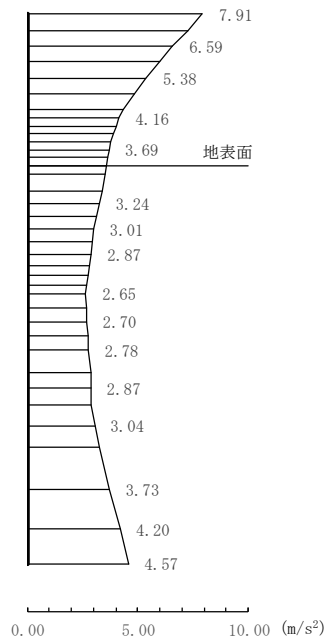


( $S_s-D 1$  (H+, V-), 水平)

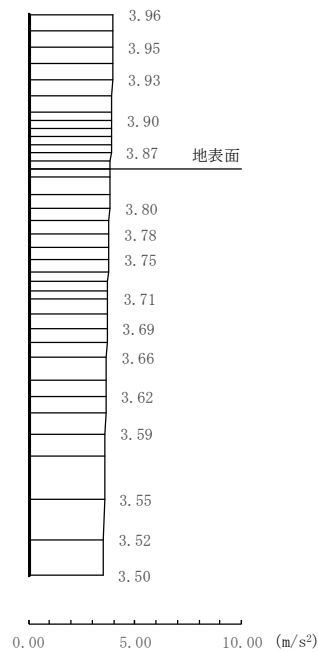


( $S_s-D 1$  (H+, V-), 鉛直)

図 4-1 断面①：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (2/17)

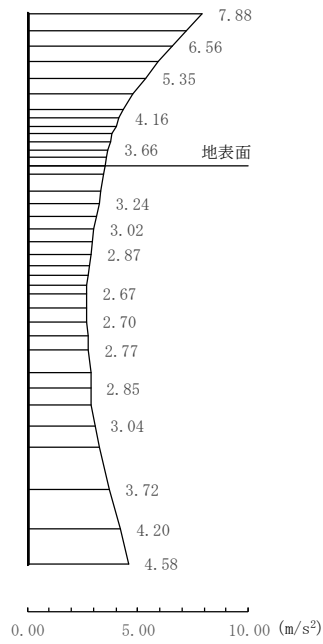


( $S_s-D 1$  (H-, V+), 水平)

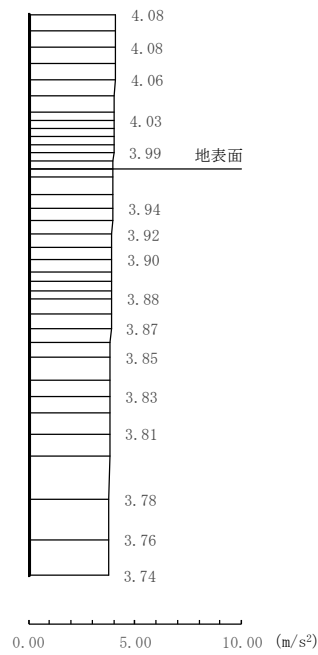


( $S_s-D 1$  (H-, V+), 鉛直)

図 4-1 断面①：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (3/17)

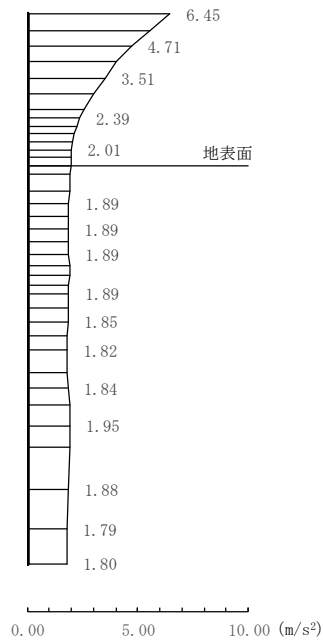


( $S_s-D1$  (H-, V-), 水平)

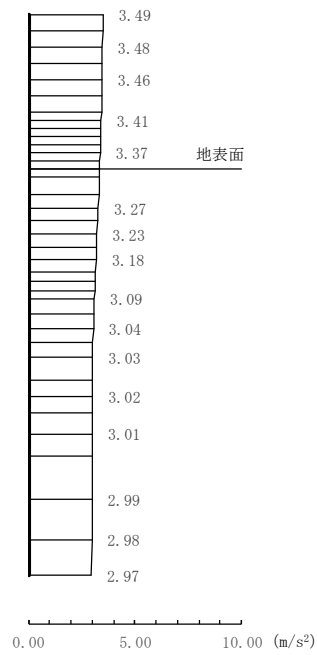


( $S_s-D1$  (H-, V-), 鉛直)

図 4-1 断面①：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (4/17)



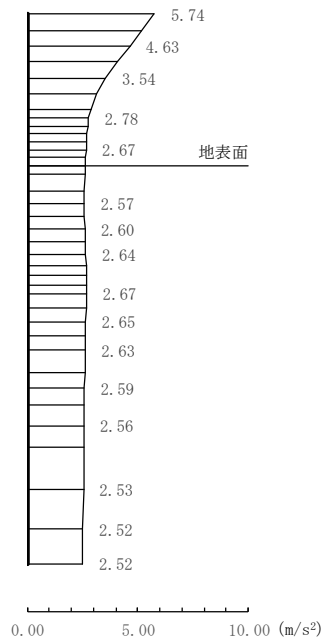
(S<sub>s</sub>-11, 水平)



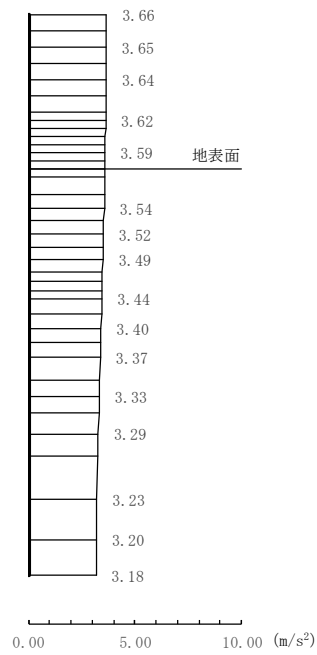
(S<sub>s</sub>-11, 鉛直)

図 4-1 断面①：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (5/17)



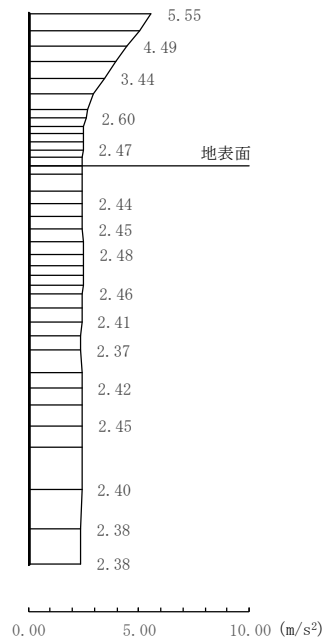


(S<sub>s</sub>-12, 水平)

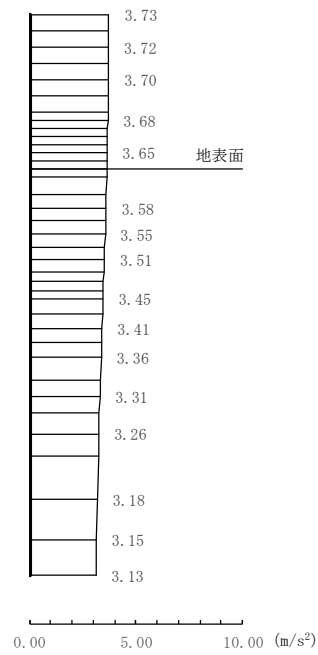


(S<sub>s</sub>-12, 鉛直)

図 4-1 断面①：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (6/17)

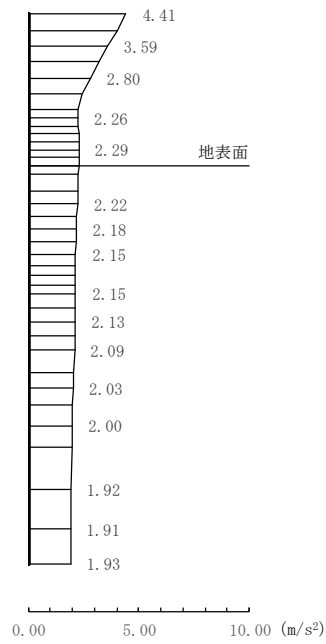


( $S_s - 13$ , 水平)

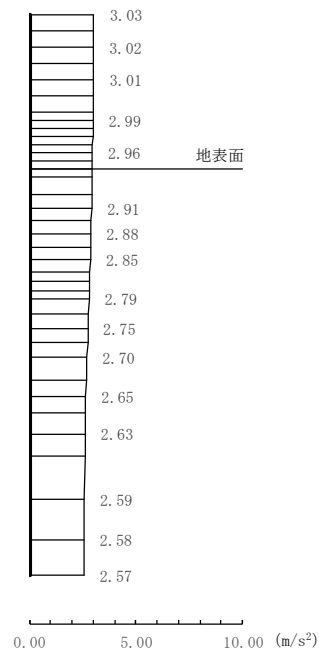


( $S_s - 13$ , 鉛直)

図 4-1 断面①：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (7/17)

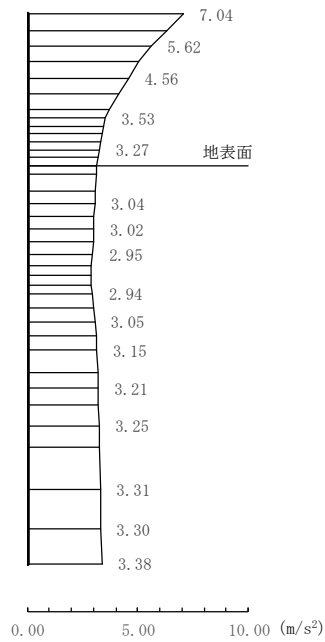


( $S_s-14$ , 水平)

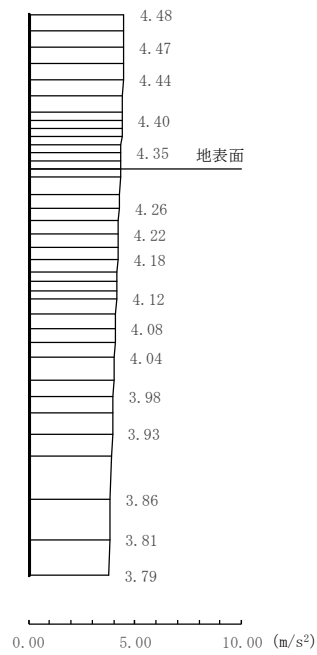


( $S_s-14$ , 鉛直)

図 4-1 断面①：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (8/17)

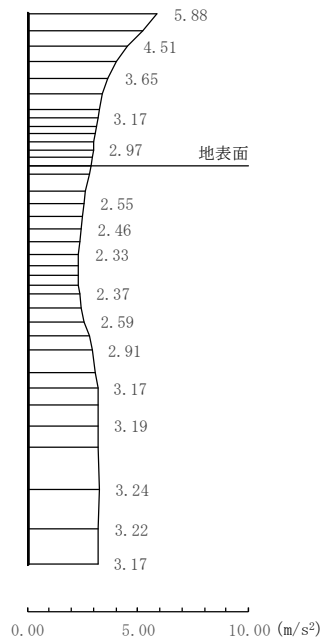


(S<sub>s</sub>-2 1, 水平)

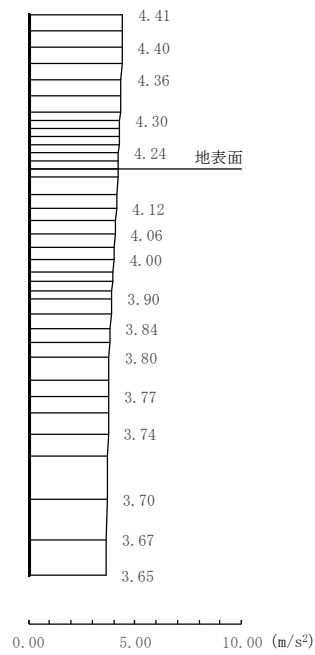


(S<sub>s</sub>-2 1, 鉛直)

図 4-1 断面①：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (9/17)

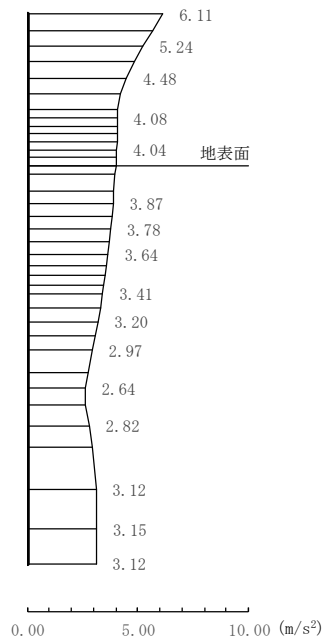


( $S_s - 2.2$ , 水平)

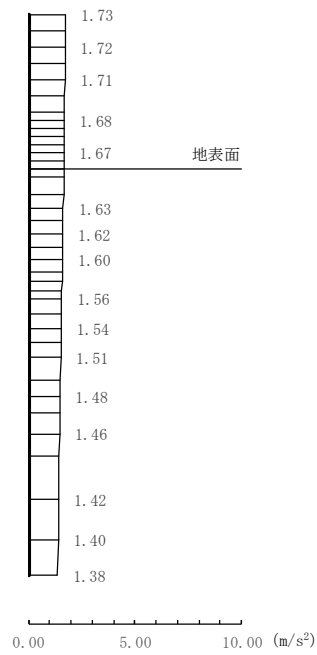


( $S_s - 2.2$ , 鉛直)

図 4-1 断面①：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (10/17)

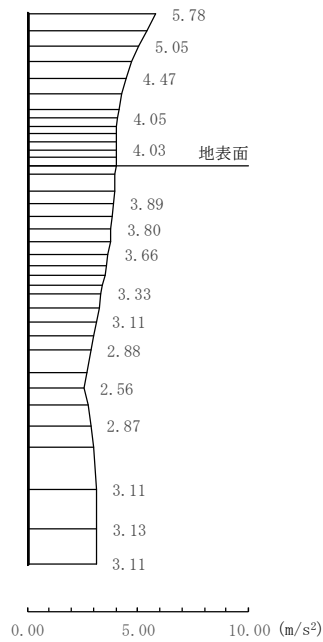


( $S_s - 3.1$  (H+, V+), 水平)

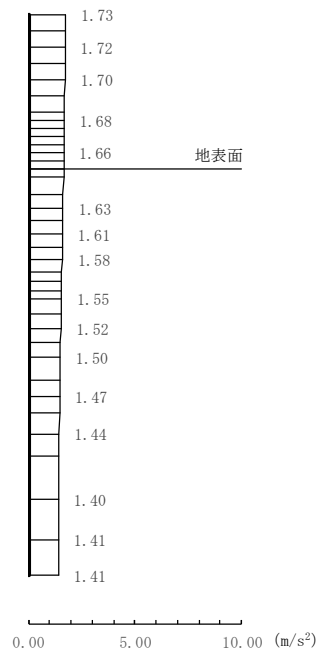


( $S_s - 3.1$  (H+, V+), 鉛直)

図 4-1 断面①：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (11/17)

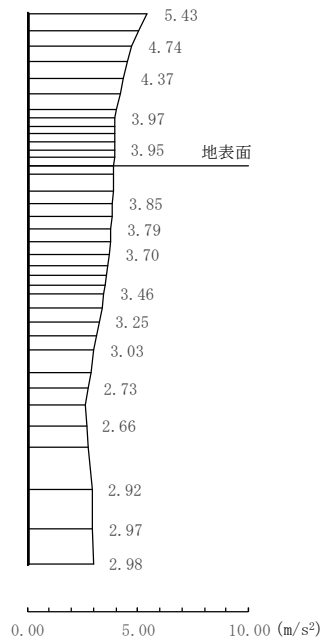


( $S_s-31$  (H-, V+), 水平)

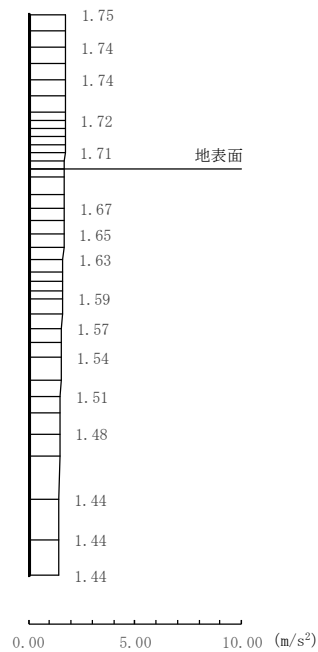


( $S_s-31$  (H-, V+), 鉛直)

図 4-1 断面①：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (12/17)



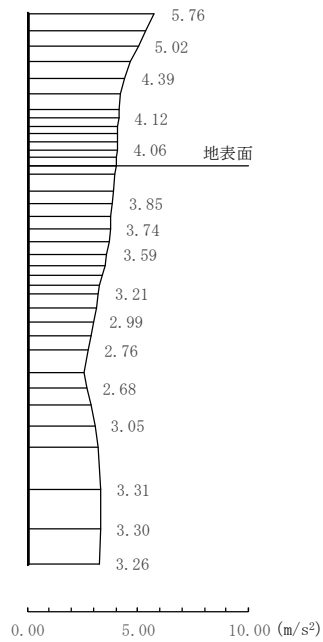
( $S_s-31$  (H-, V+), 水平)



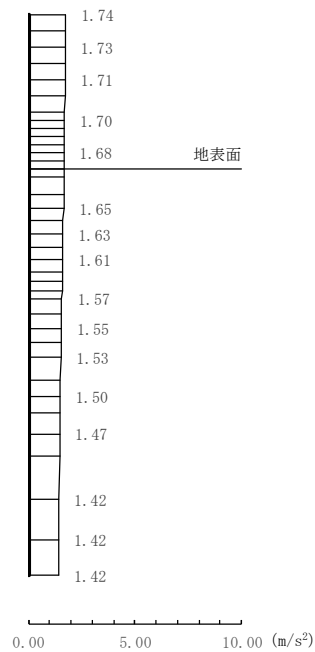
( $S_s-31$  (H-, V+), 鉛直)

図 4-1 断面①：②地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース  
最大加速度分布図 (13/17)



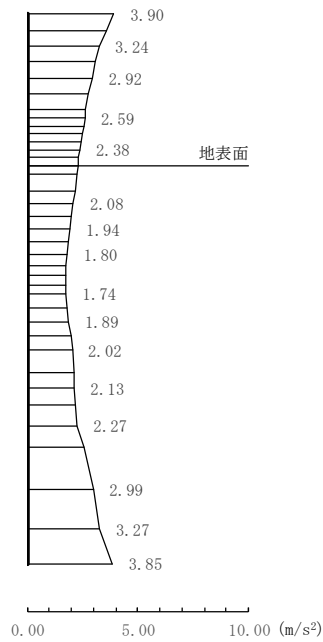


( $S_s-31$  (H-, V+), 水平)

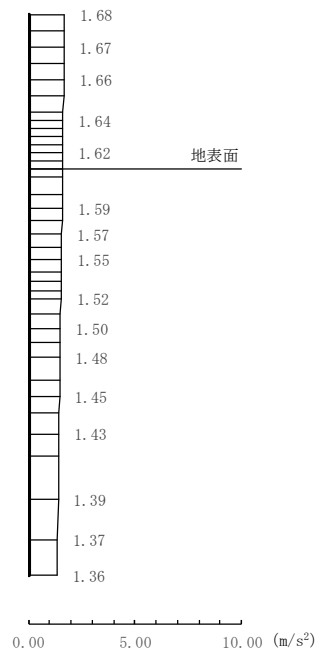


( $S_s-31$  (H-, V+), 鉛直)

図 4-1 断面①：③地盤物性のばらつきを考慮 ( $-1\sigma$ ) した解析ケース  
最大加速度分布図 (14/17)

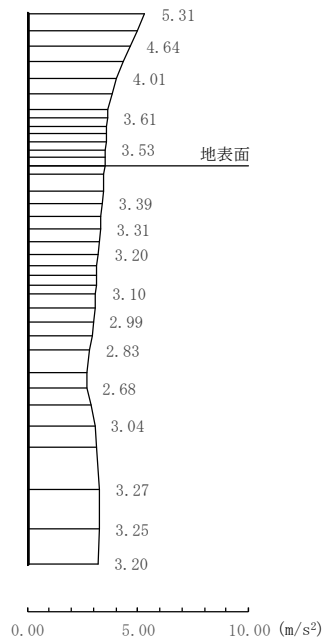


( $S_s-31$  (H-, V+), 水平)

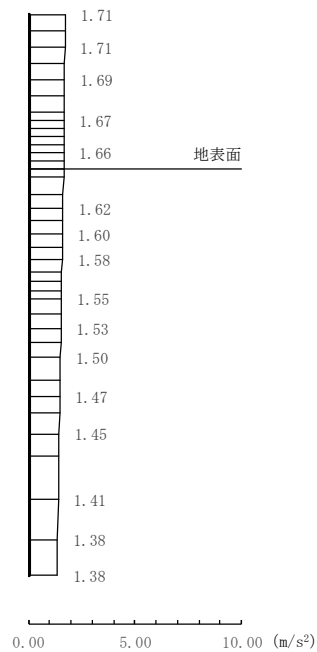


( $S_s-31$  (H-, V+), 鉛直)

図 4-1 断面①：④敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース 最大加速度分布図 (15/17)

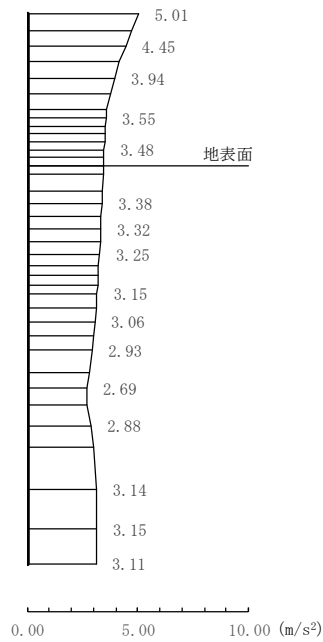


( $S_s-31$  (H-, V+), 水平)

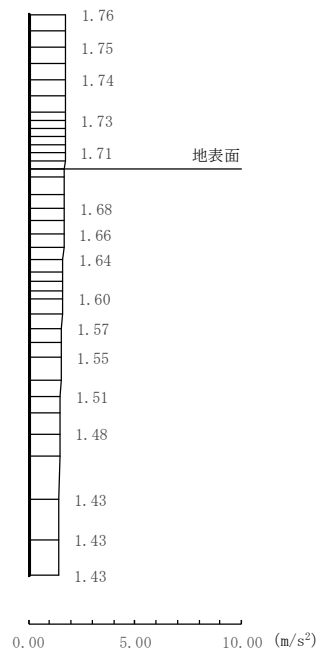


( $S_s-31$  (H-, V+), 鉛直)

図 4-1 断面①：⑤原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
最大加速度分布図 (16/17)



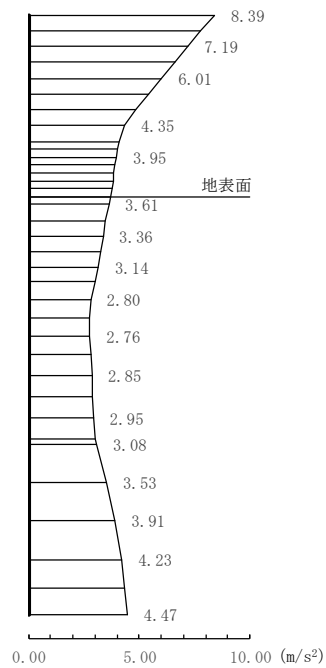
( $S_s-31$  (H-, V+), 水平)



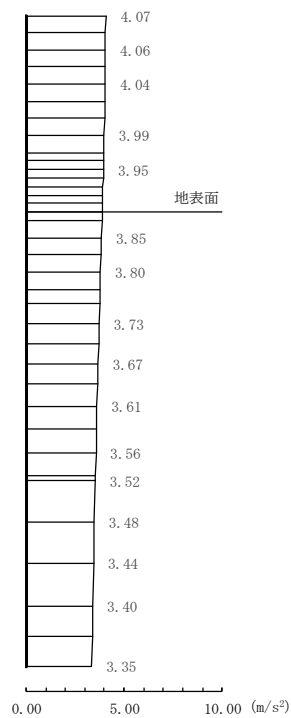
( $S_s-31$  (H-, V+), 鉛直)

図 4-1 断面①：⑥地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) して非液状化の条件を仮定した解析  
ケース 最大加速度分布図 (17/17)

(2) 断面②

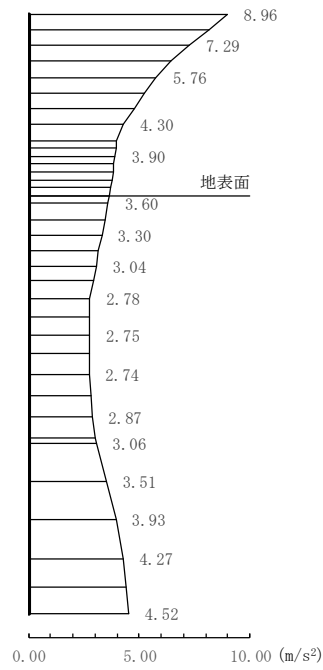


( $S_s-D1$  (H+, V+), 水平)

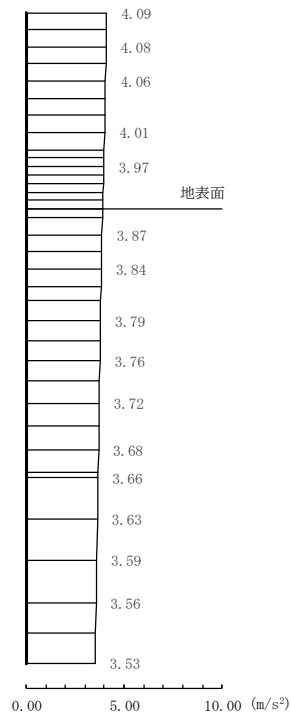


( $S_s-D1$  (H+, V+), 鉛直)

図 4-2 断面②：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (1/17)

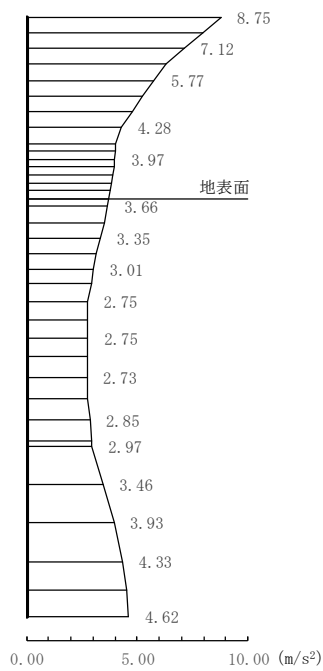


( $S_s-D 1$  (H+, V-), 水平)

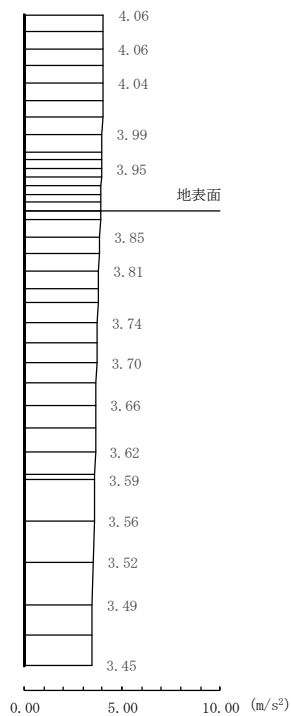


( $S_s-D 1$  (H+, V-), 鉛直)

図 4-2 断面②：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (2/17)

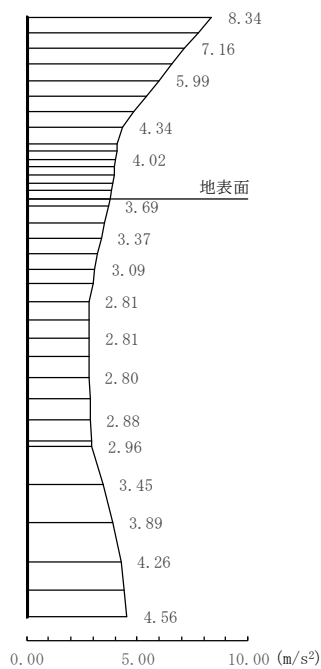


( $S_s-D 1$  (H-, V+), 水平)

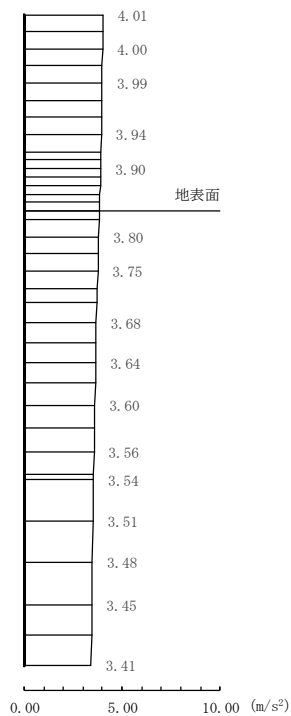


( $S_s-D 1$  (H-, V+), 鉛直)

図 4-2 断面②：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (3/17)



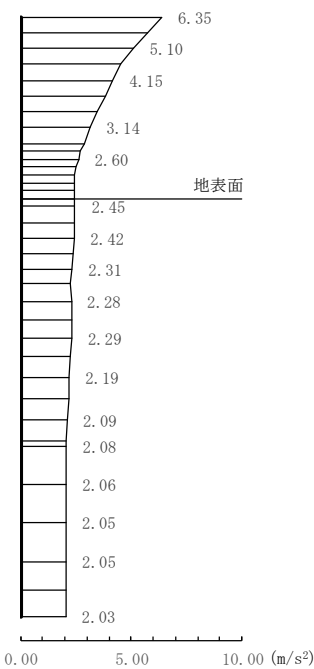
( $S_s-D1$  (H-, V-), 水平)



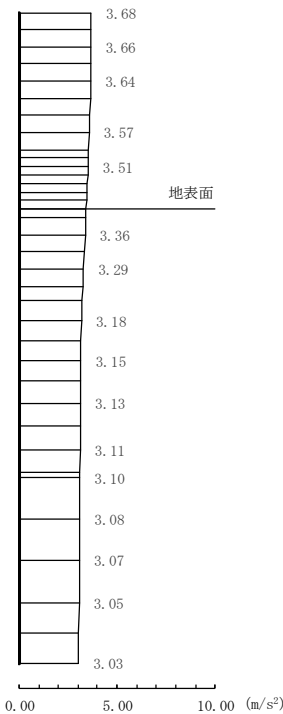
( $S_s-D1$  (H-, V-), 鉛直)

図 4-2 断面②：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (4/17)



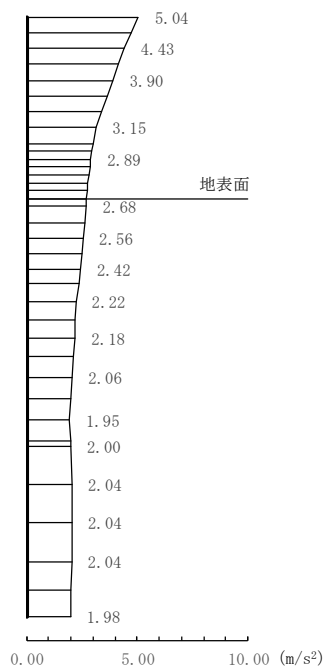


(S<sub>s</sub>-11, 水平)

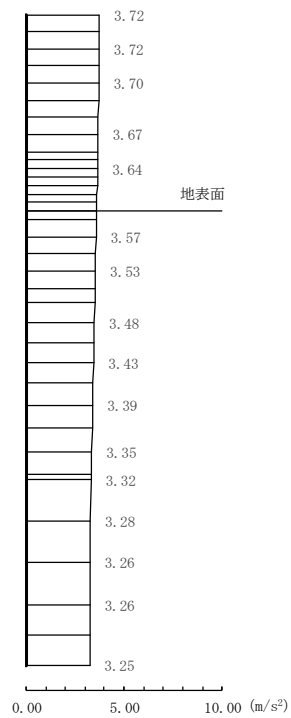


(S<sub>s</sub>-11, 鉛直)

図 4-2 断面②：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (5/17)

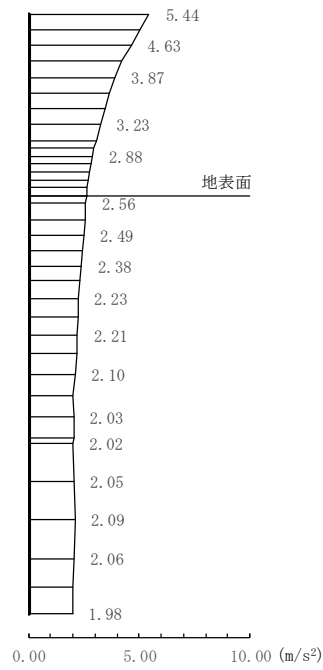


( $S_s - 12$ , 水平)

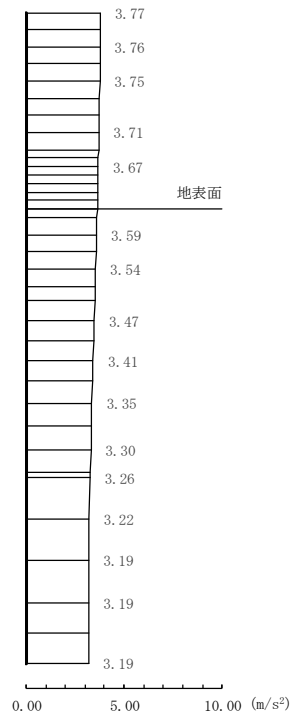


( $S_s - 12$ , 鉛直)

図 4-2 断面②：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (6/17)

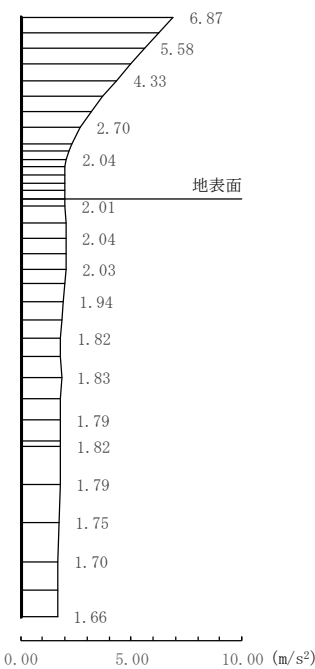


( $S_s-13$ , 水平)

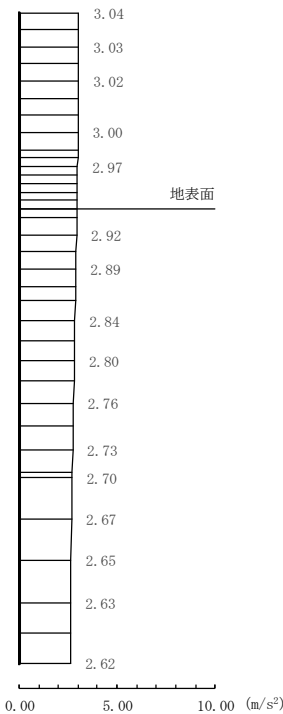


( $S_s-13$ , 鉛直)

図 4-2 断面②：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (7/17)

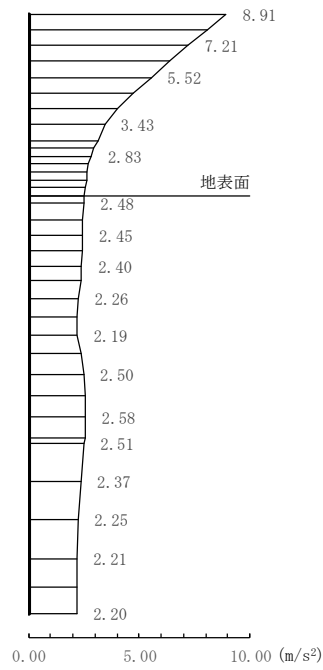


(S<sub>s</sub>-14, 水平)

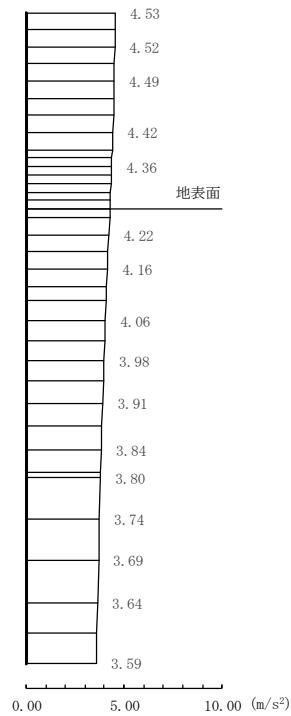


(S<sub>s</sub>-14, 鉛直)

図 4-2 断面②：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (8/17)

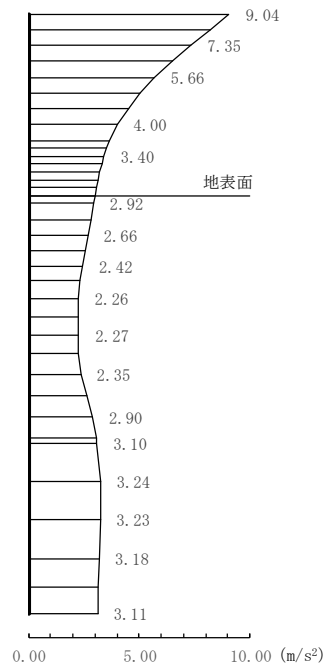


( $S_s - 2.1$ , 水平)

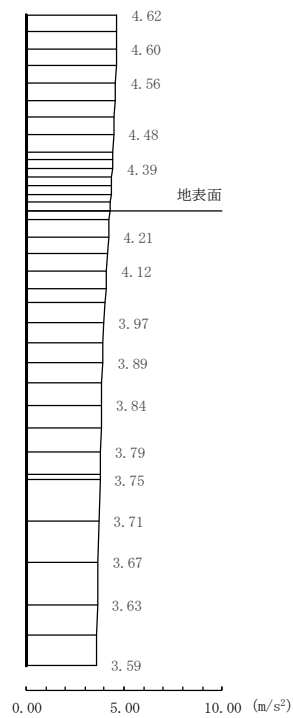


( $S_s - 2.1$ , 鉛直)

図 4-2 断面②：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (9/17)

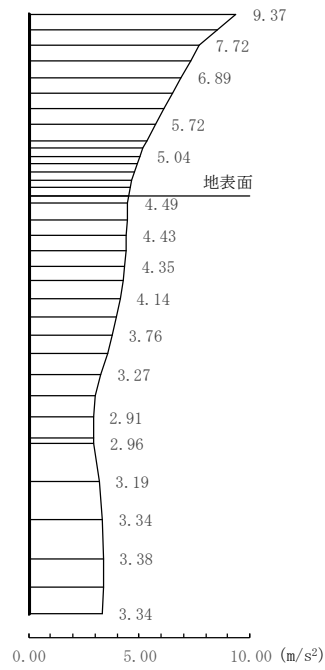


( $S_s - 2.2$ , 水平)

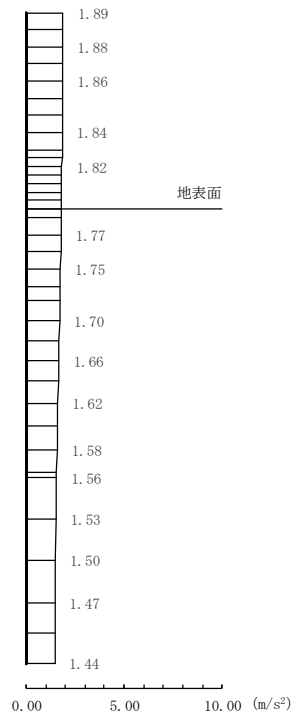


( $S_s - 2.2$ , 鉛直)

図 4-2 断面②：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (10/17)

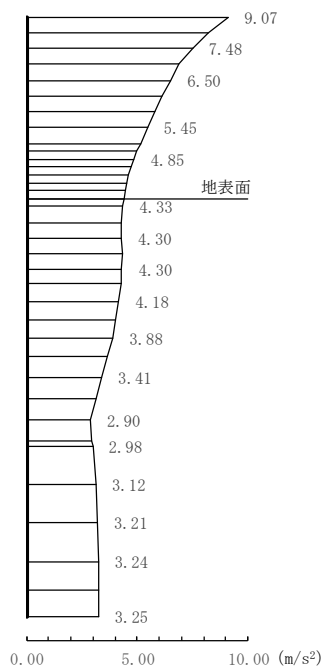


( $S_s-31$  (H+, V+), 水平)

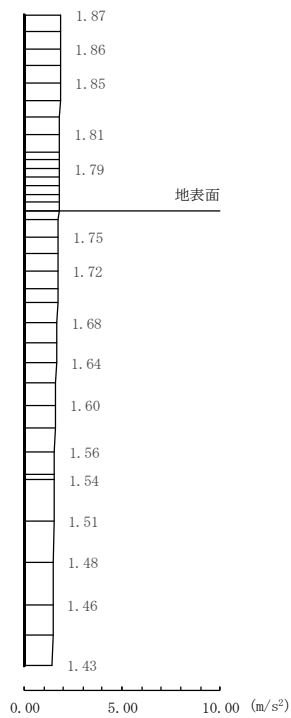


( $S_s-31$  (H+, V+), 鉛直)

図 4-2 断面②：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (11/17)



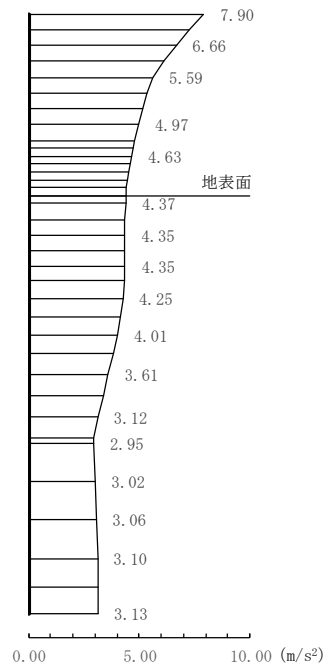
( $S_s-31$  (H-, V+), 水平)



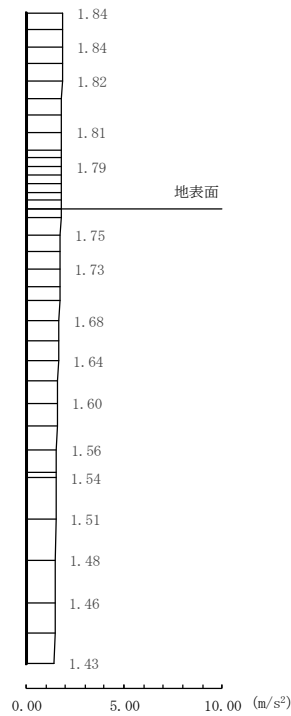
( $S_s-31$  (H-, V+), 鉛直)

図 4-2 断面②：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (12/17)



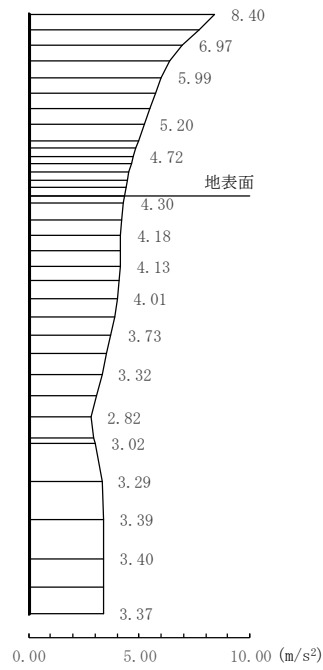


( $S_s-31$  (H-, V+), 水平)

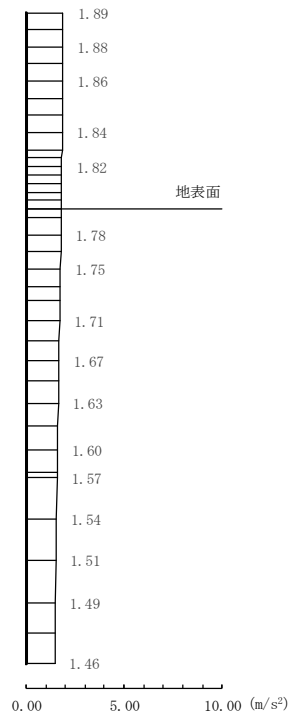


( $S_s-31$  (H-, V+), 鉛直)

図 4-2 断面②：②地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース  
最大加速度分布図 (13/17)

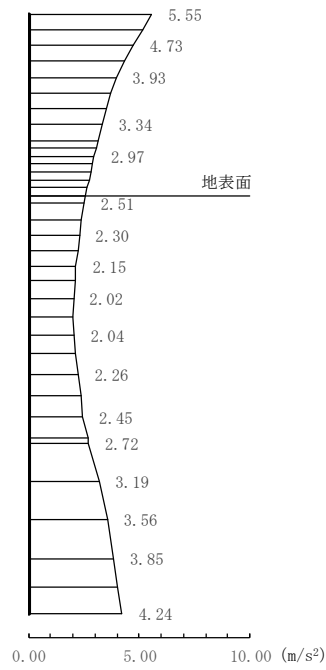


( $S_s-31$  (H-, V+), 水平)

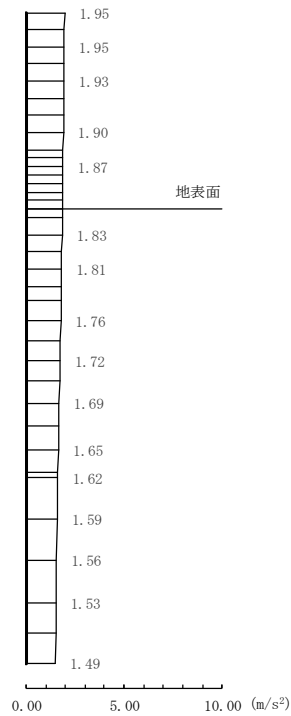


( $S_s-31$  (H-, V+), 鉛直)

図 4-2 断面②：③地盤物性のばらつきを考慮 ( $-1\sigma$ ) した解析ケース  
最大加速度分布図 (14/17)

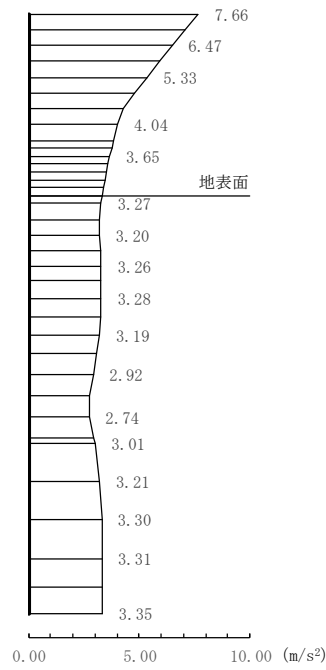


( $S_s-31$  (H-, V+), 水平)

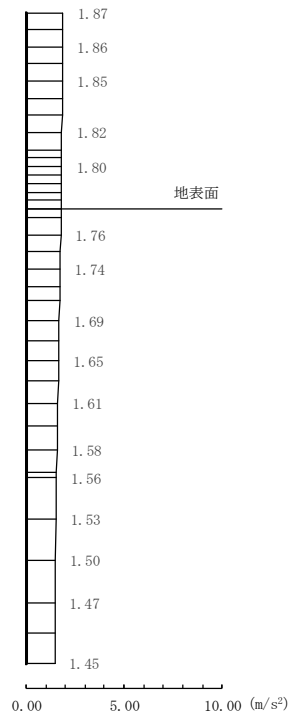


( $S_s-31$  (H-, V+), 鉛直)

図 4-2 断面②：④敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース 最大加速度分布図 (15/17)

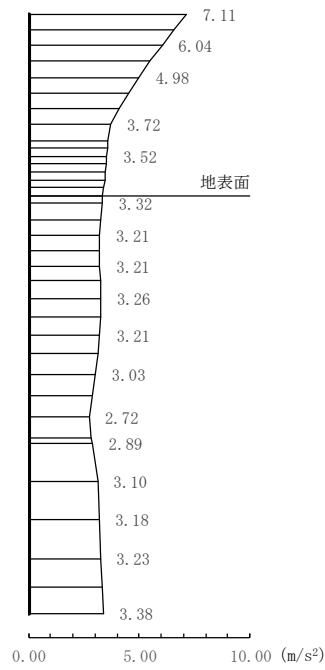


( $S_s - 3.1$  (H-, V+), 水平)

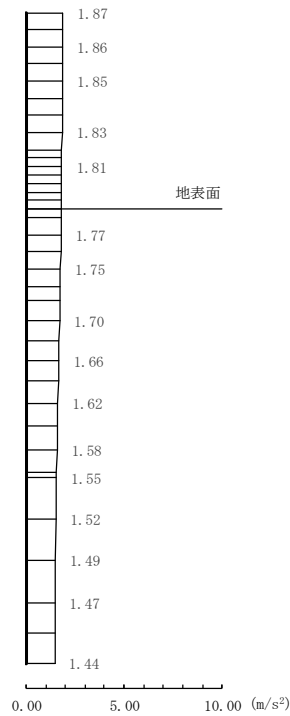


( $S_s - 3.1$  (H-, V+), 鉛直)

図 4-2 断面②：⑤原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
最大加速度分布図 (16/17)



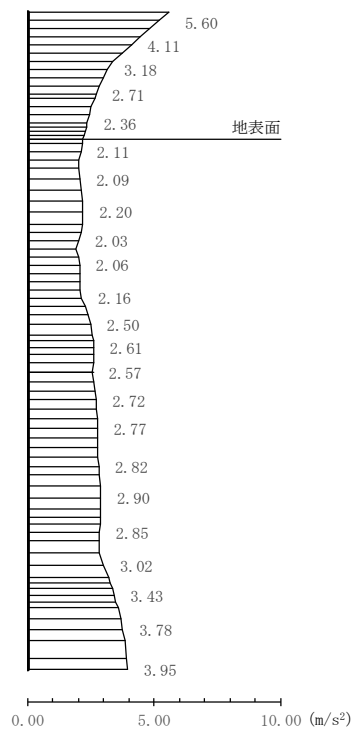
( $S_s-31$  (H-, V+), 水平)



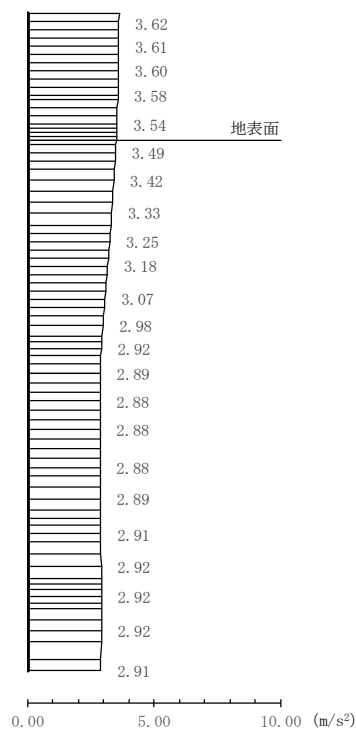
( $S_s-31$  (H-, V+), 鉛直)

図 4-2 断面②：⑥地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) して非液状化の条件を仮定した解析  
ケース 最大加速度分布図 (17/17)

(3) 断面③

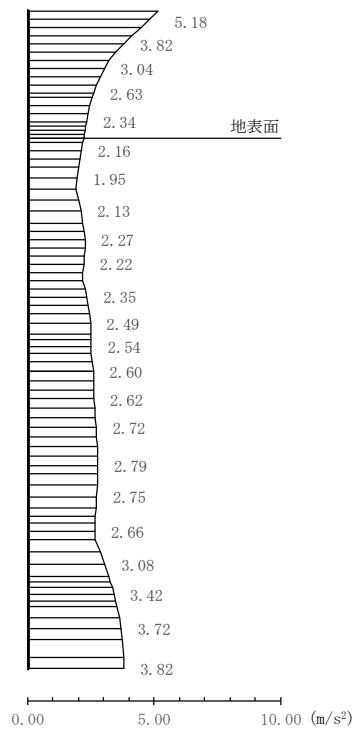


( $S_s-D 1$  (H+, V+), 水平)

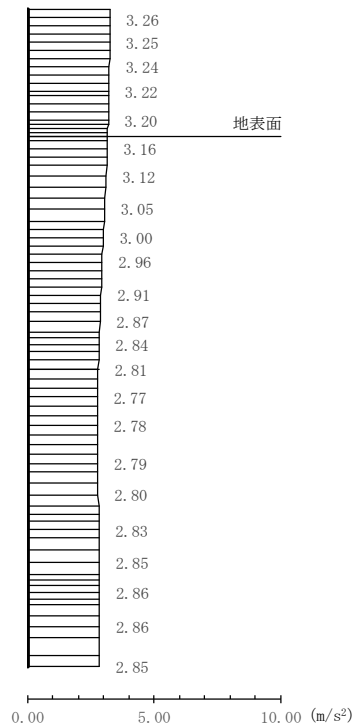


( $S_s-D 1$  (H+, V+), 鉛直)

図 4-3 断面③：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (1/17)

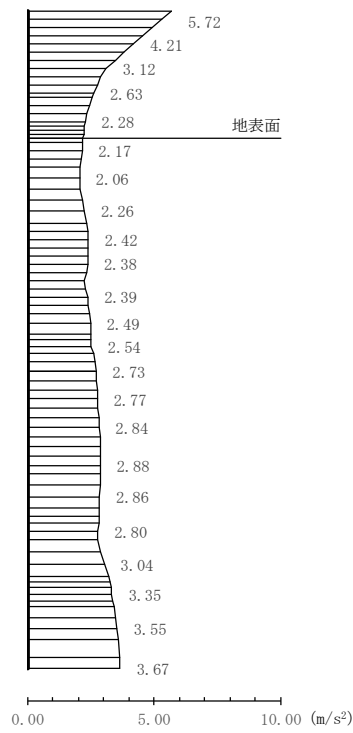


( $S_s-D 1$  (H+, V-), 水平)

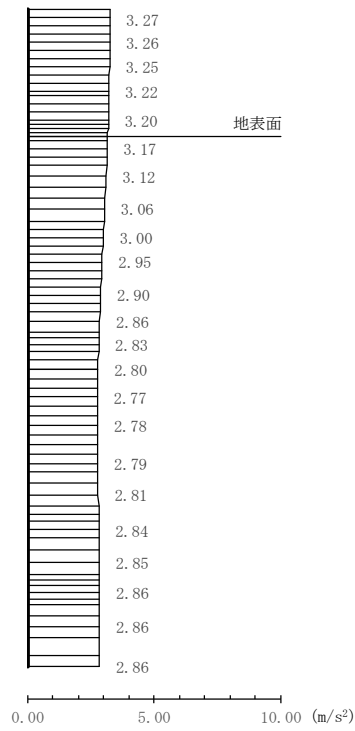


( $S_s-D 1$  (H+, V-), 鉛直)

図 4-3 断面③：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (2/17)



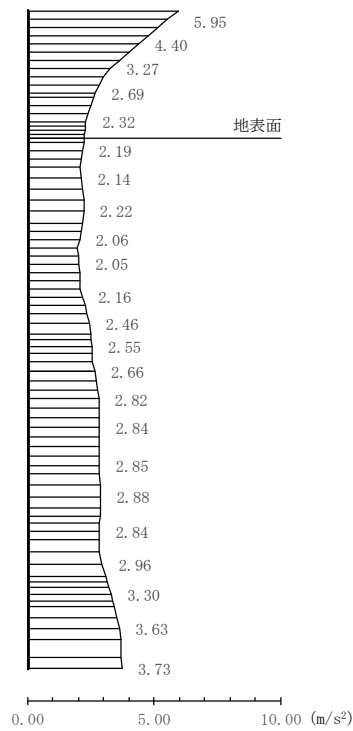
( $S_s-D 1$  (H-, V+), 水平)



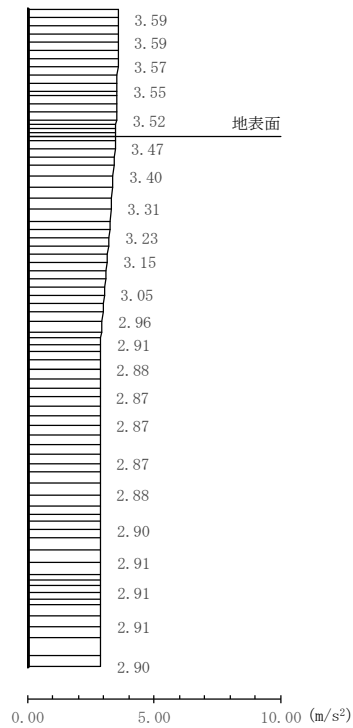
( $S_s-D 1$  (H-, V+), 鉛直)

図 4-3 断面③：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (3/17)



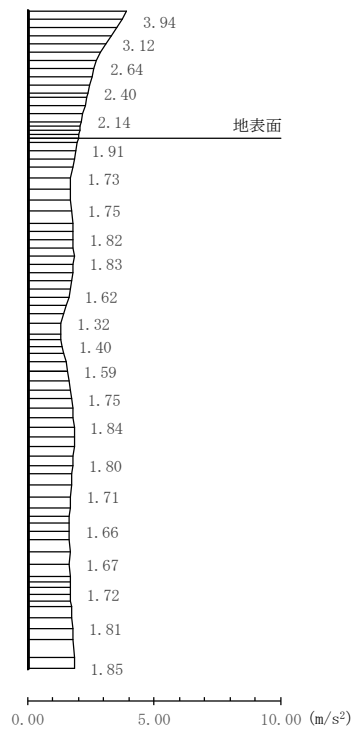


( $S_s-D1$  (H-, V-), 水平)

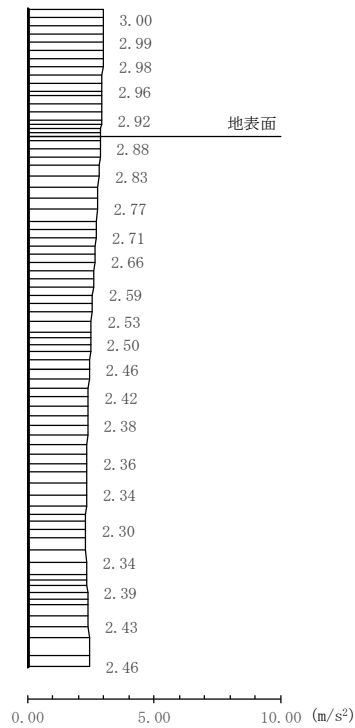


( $S_s-D1$  (H-, V-), 鉛直)

図 4-3 断面③：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (4/17)

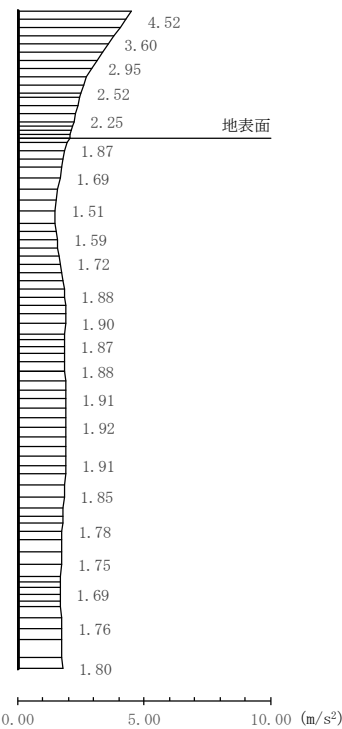


( $S_s - 11$ , 水平)

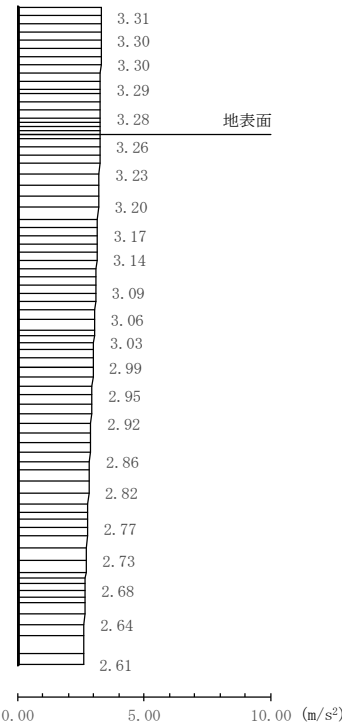


( $S_s - 11$ , 鉛直)

図 4-3 断面③：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (5/17)

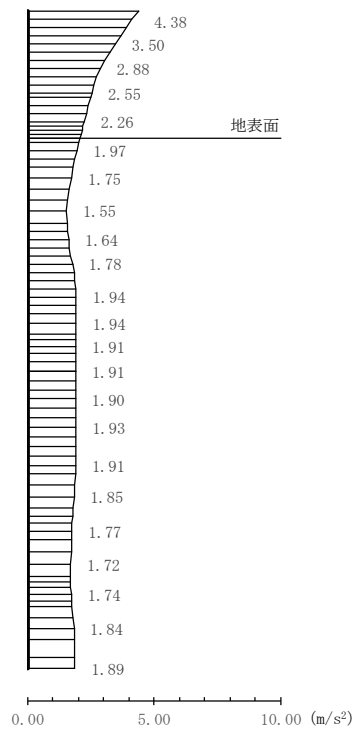


(S<sub>s</sub>-12, 水平)

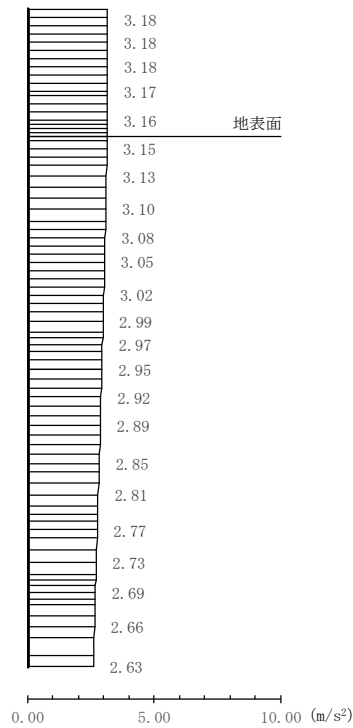


(S<sub>s</sub>-12, 鉛直)

図 4-3 断面③：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (6/17)

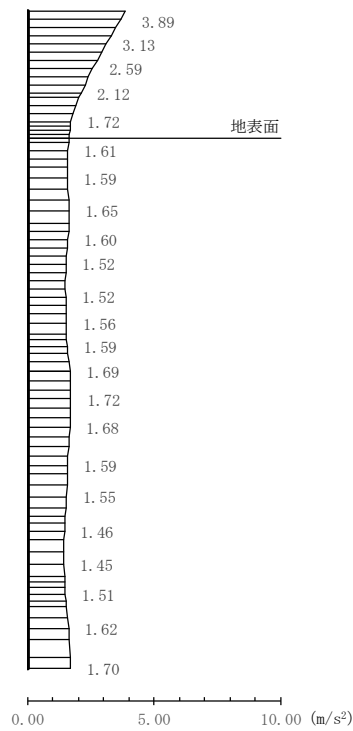


(S<sub>s</sub>-13, 水平)

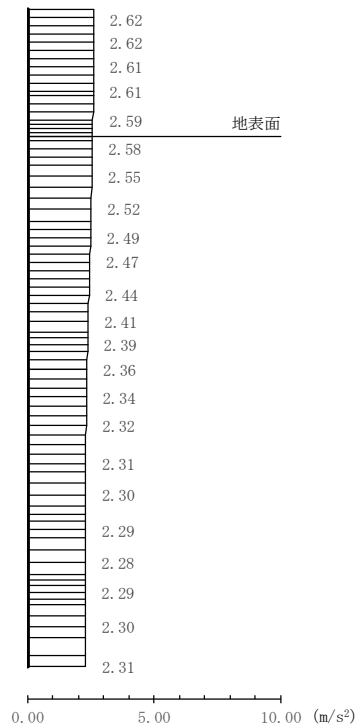


(S<sub>s</sub>-13, 鉛直)

図 4-3 断面③：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (7/17)

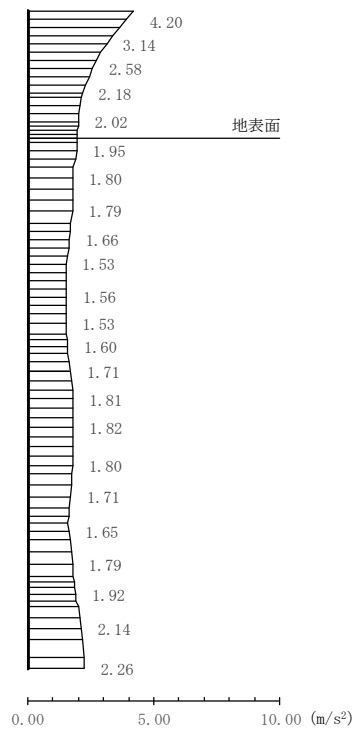


( $S_s - 14$ , 水平)

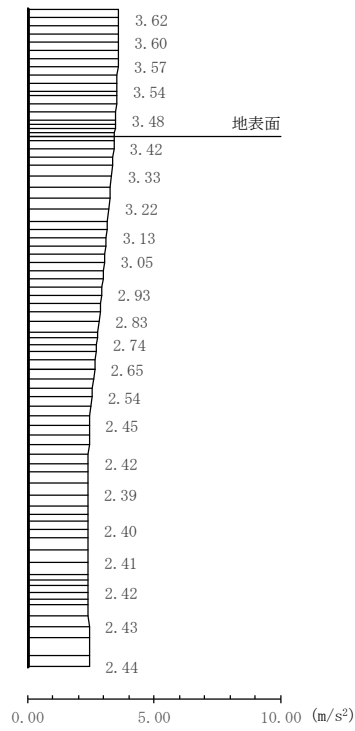


( $S_s - 14$ , 鉛直)

図 4-3 断面③：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (8/17)

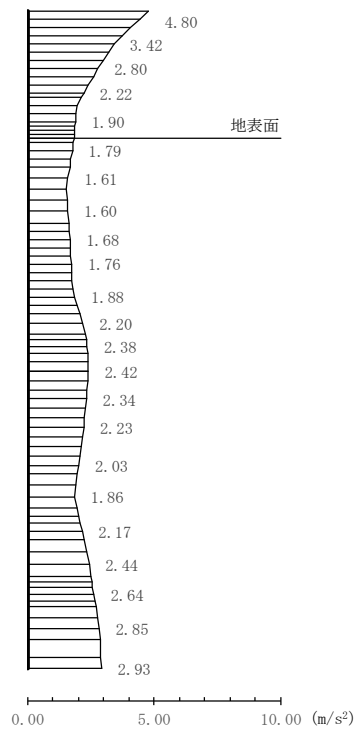


( $S_s - 21$ , 水平)

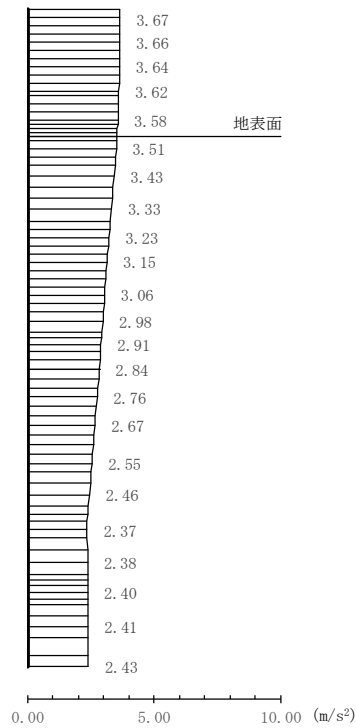


( $S_s - 21$ , 鉛直)

図 4-3 断面③：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (9/17)

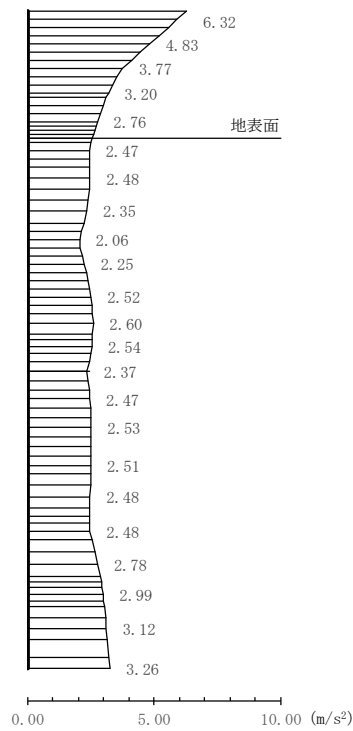


( $S_s - 2.2$ , 水平)

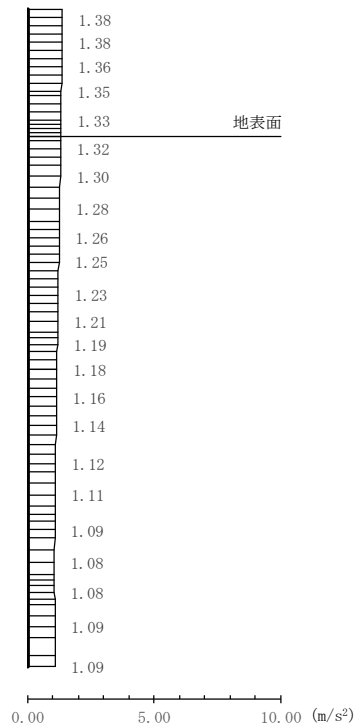


( $S_s - 2.2$ , 鉛直)

図 4-3 断面③：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (10/17)



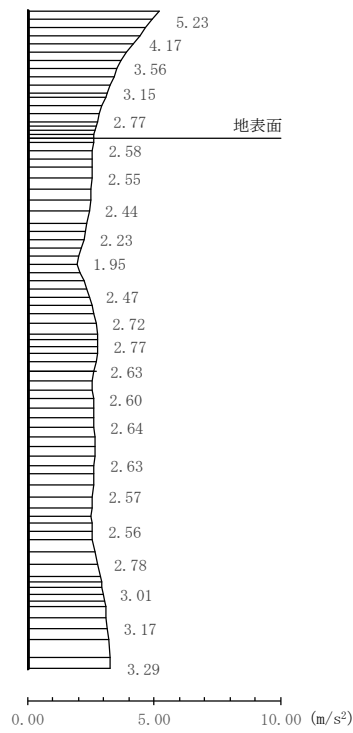
( $S_s-31$  (H+, V+), 水平)



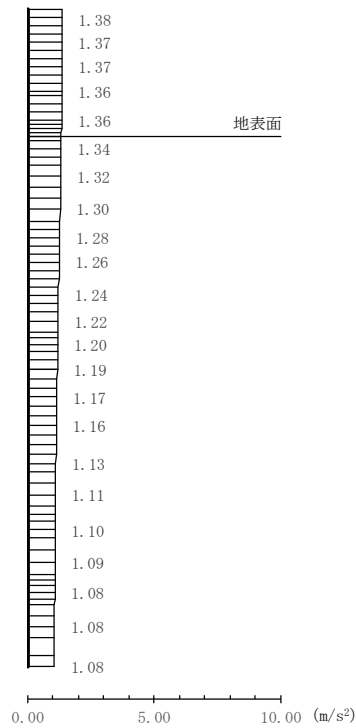
( $S_s-31$  (H+, V+), 鉛直)

図 4-3 断面③：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (11/17)



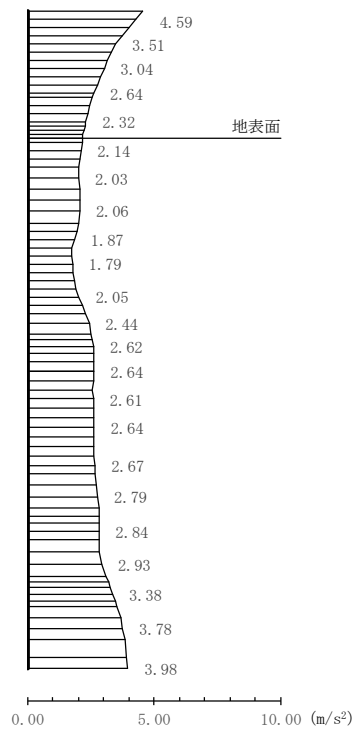


( $S_s-31$  (H-, V+), 水平)

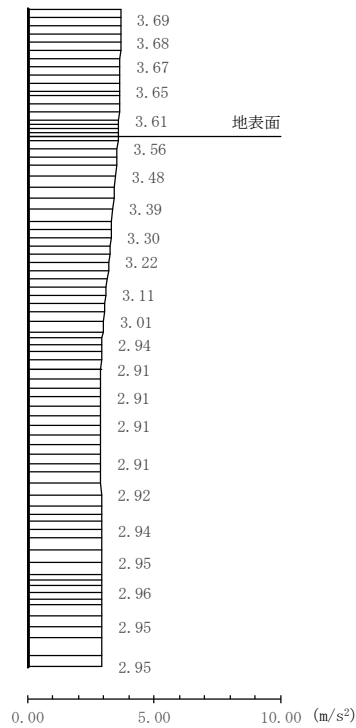


( $S_s-31$  (H-, V+), 鉛直)

図 4-3 断面③：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (12/17)

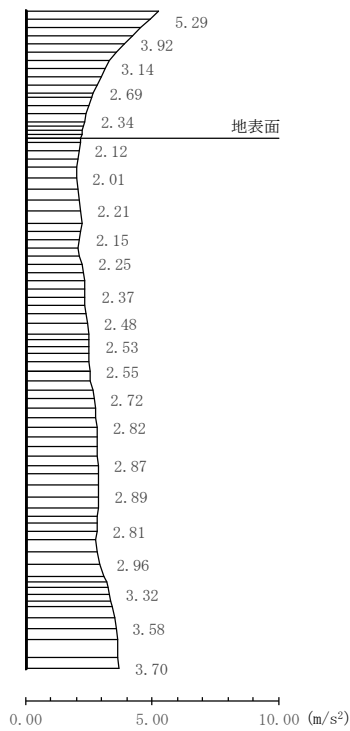


( $S_s-D 1$  (H+, V+), 水平)

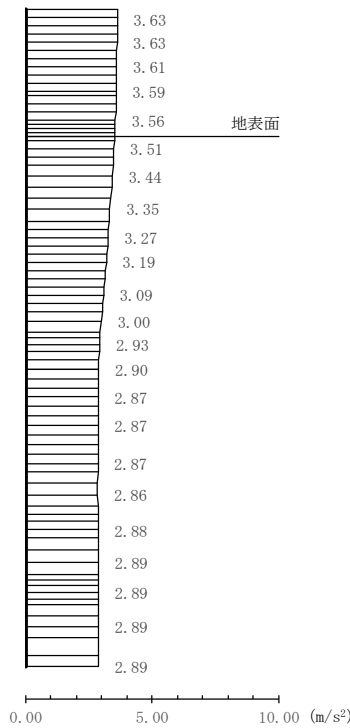


( $S_s-D 1$  (H+, V+), 鉛直)

図 4-3 断面③：②地盤物性のばらつきを考慮 (+1  $\sigma$ ) した解析ケース  
最大加速度分布図 (13/17)

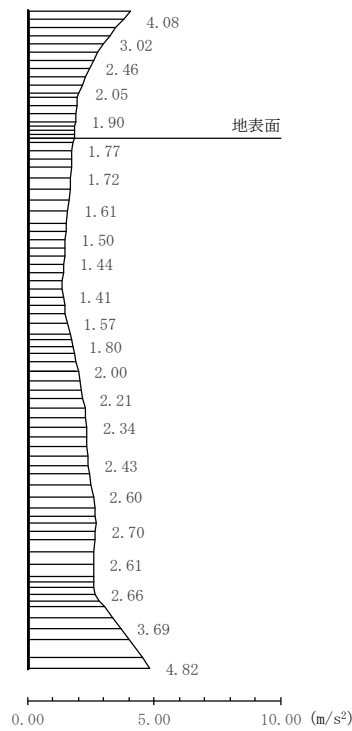


( $S_s-D 1$  (H+, V+), 水平)

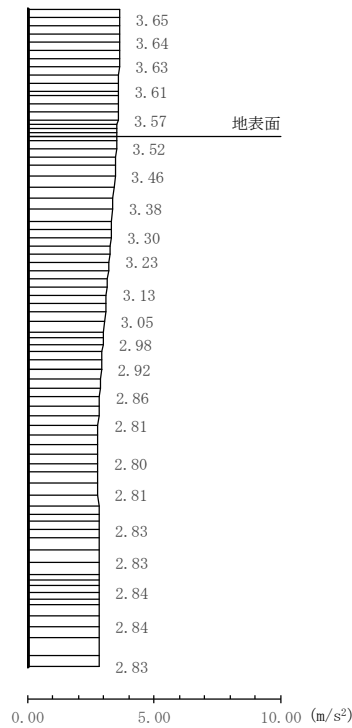


( $S_s-D 1$  (H+, V+), 鉛直)

図 4-3 断面③：③地盤物性のばらつきを考慮 ( $-1\sigma$ ) した解析ケース  
最大加速度分布図 (14/17)

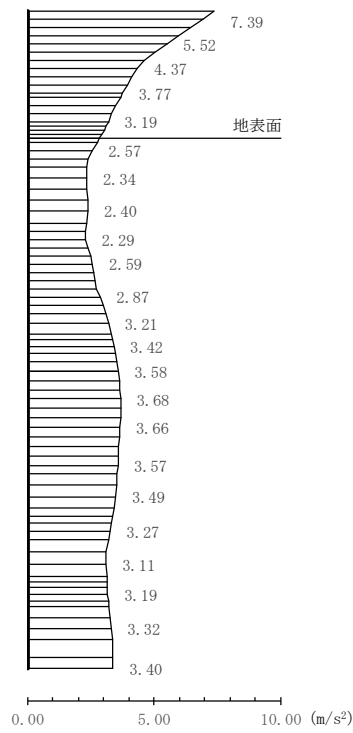


( $S_s-D1$  (H+, V+), 水平)

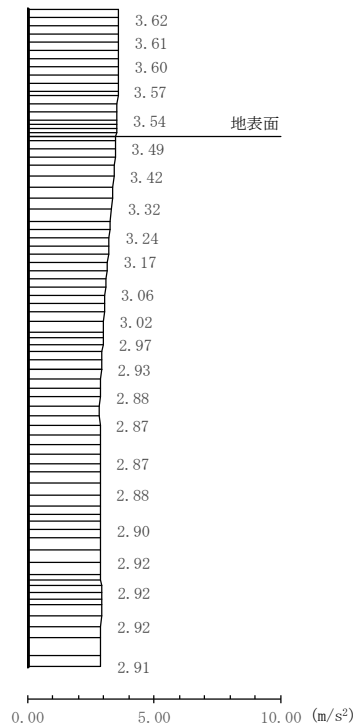


( $S_s-D1$  (H+, V+), 鉛直)

図 4-3 断面③：④敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース 最大加速度分布図 (15/17)

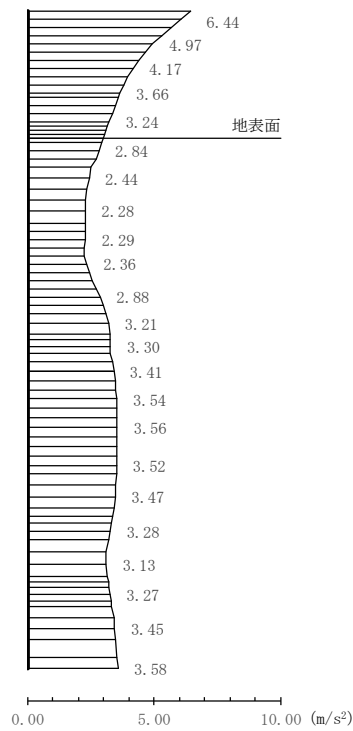


( $S_s-D1$  (H+, V+), 水平)

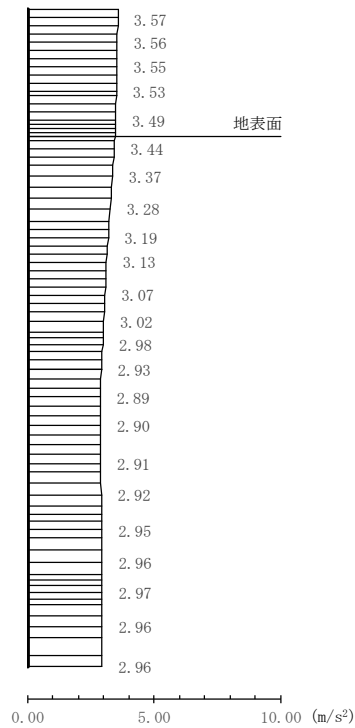


( $S_s-D1$  (H+, V+), 鉛直)

図 4-3 断面③：⑤原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
最大加速度分布図 (16/17)



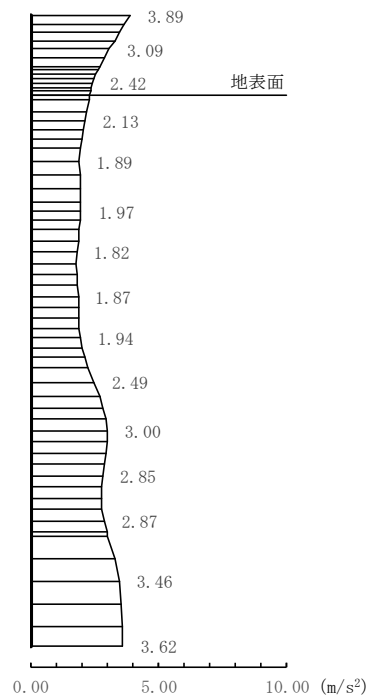
( $S_s-D 1$  (H+, V+), 水平)



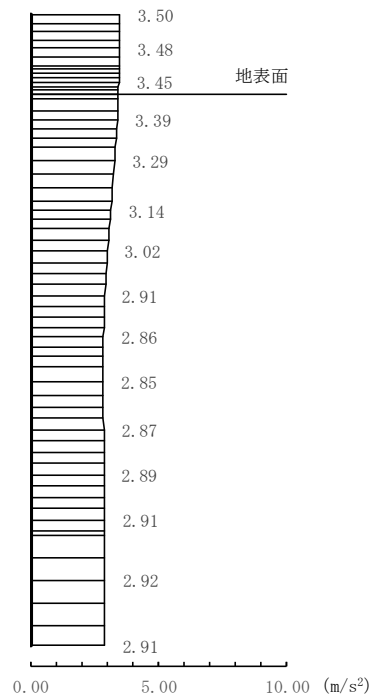
( $S_s-D 1$  (H+, V+), 鉛直)

図 4-3 断面③：⑥地盤物性のばらつきを考慮 (+1  $\sigma$ ) して非液状化の条件を仮定した解析  
ケース 最大加速度分布図 (17/17)

(4) 断面④

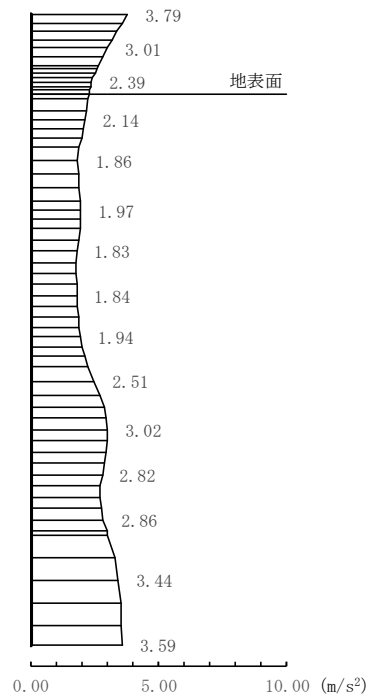


( $S_s-D 1$  (H+, V+), 水平)

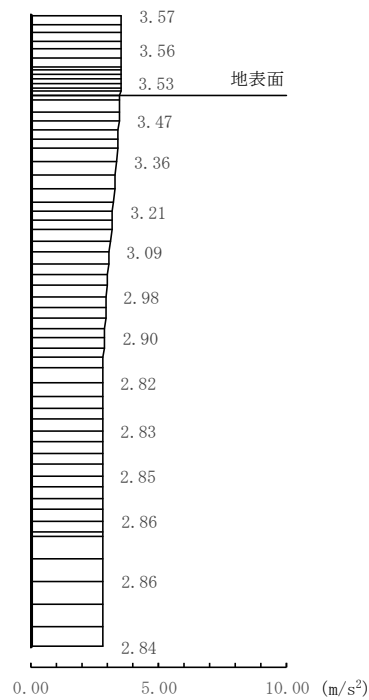


( $S_s-D 1$  (H+, V+), 鉛直)

図 4-4 断面④：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (1/17)



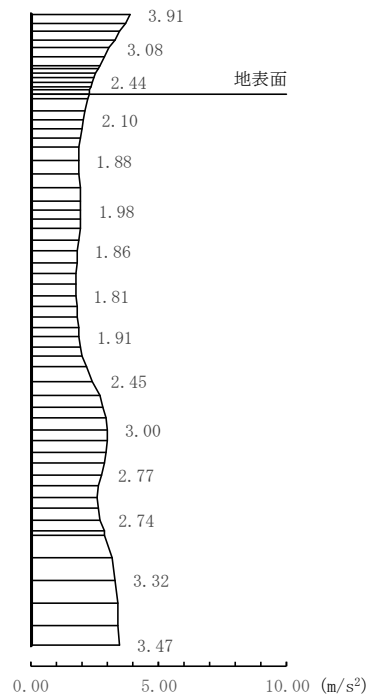
( $S_s-D 1$  (H+, V-), 水平)



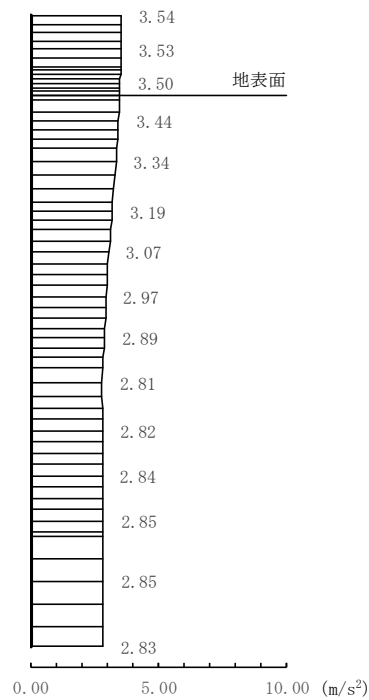
( $S_s-D 1$  (H+, V-), 鉛直)

図 4-4 断面④：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (2/17)



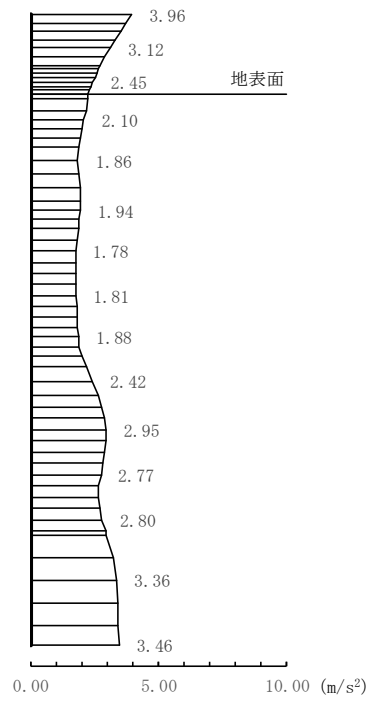


( $S_s-D 1$  (H-, V+), 水平)

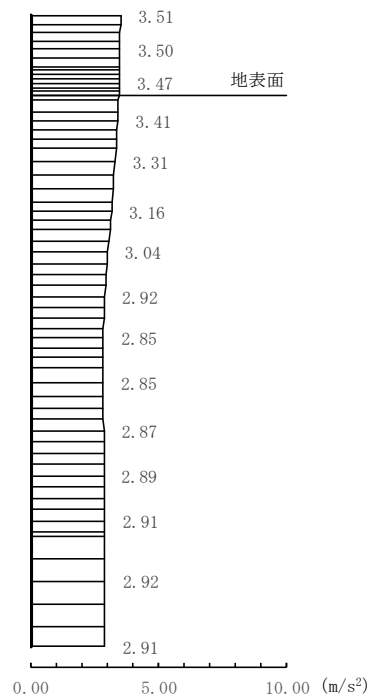


( $S_s-D 1$  (H-, V+), 鉛直)

図 4-4 断面④：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (3/17)

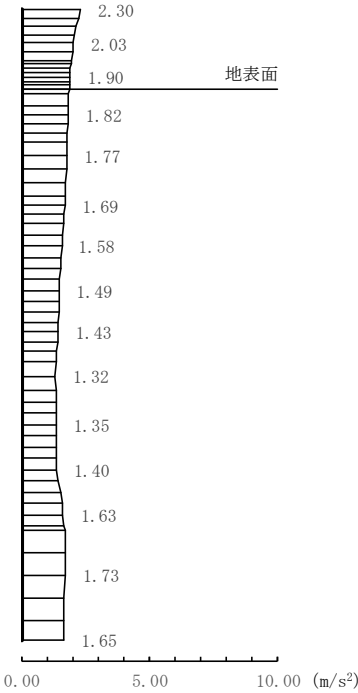


( $S_s-D1$  (H-, V-), 水平)

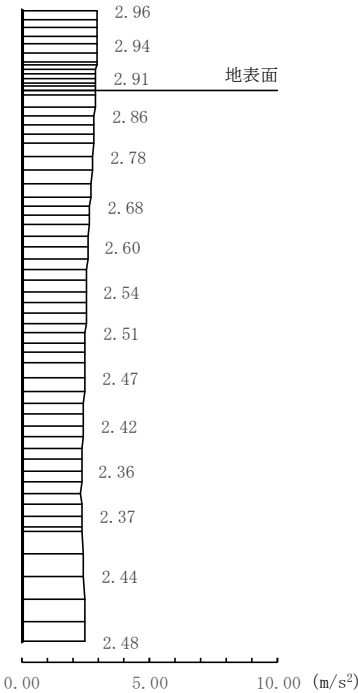


( $S_s-D1$  (H-, V-), 鉛直)

図 4-4 断面④：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (4/17)

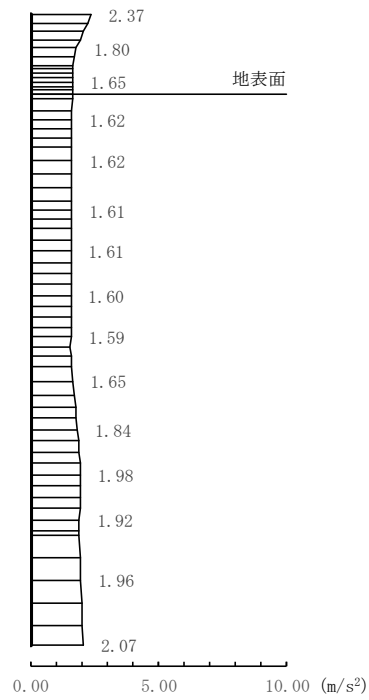


(S<sub>s</sub>-11, 水平)

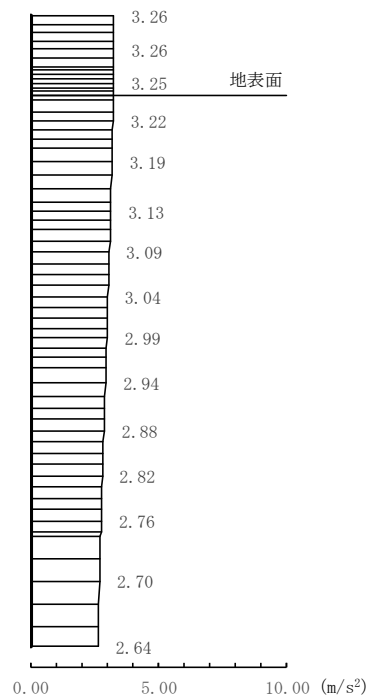


(S<sub>s</sub>-11, 鉛直)

図 4-4 断面④：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (5/17)

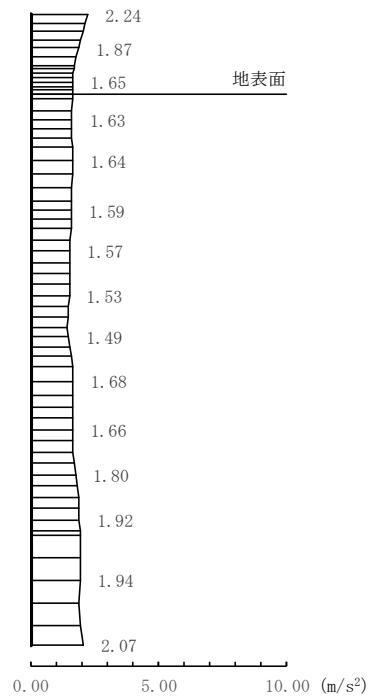


( $S_s - 12$ , 水平)

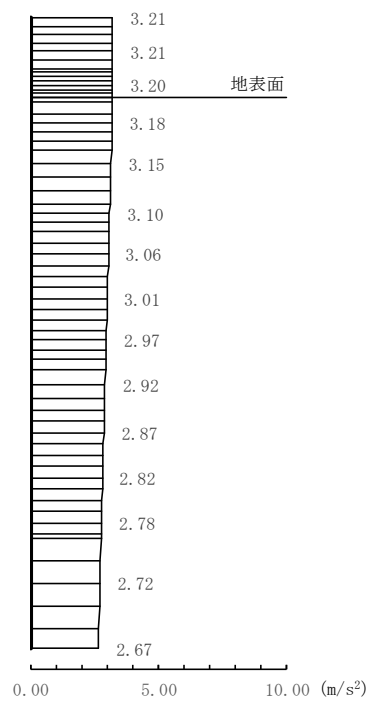


( $S_s - 12$ , 鉛直)

図 4-4 断面④：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (6/17)

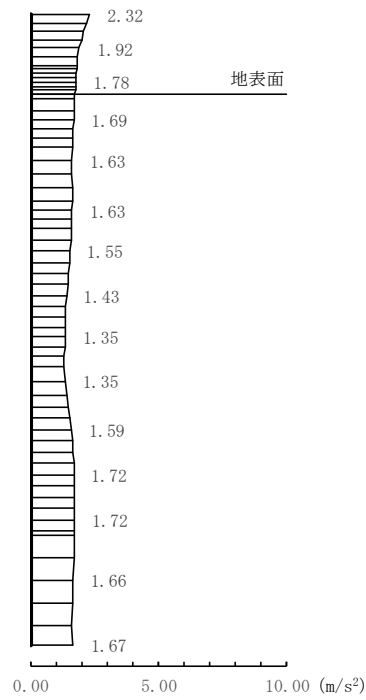


(S<sub>s</sub>-13, 水平)

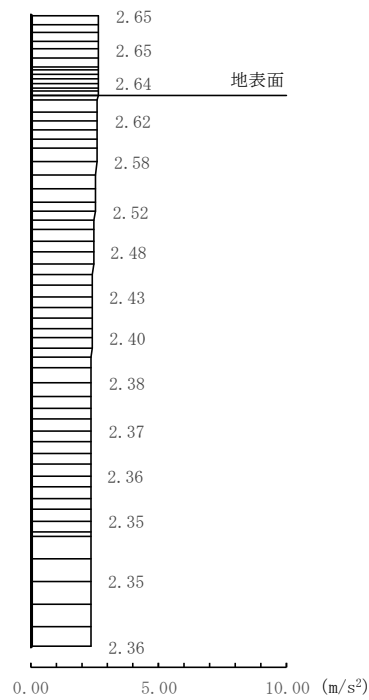


(S<sub>s</sub>-13, 鉛直)

図 4-4 断面④：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (7/17)

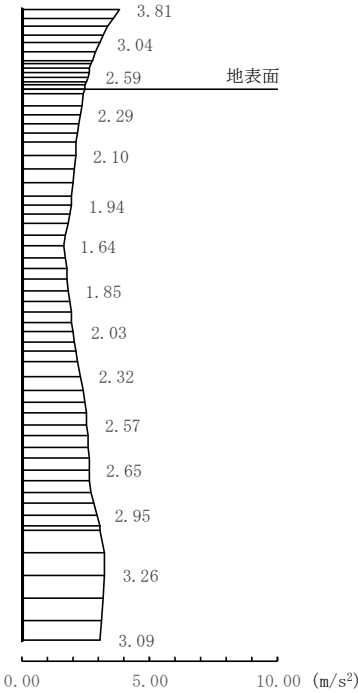


(S<sub>s</sub>-14, 水平)

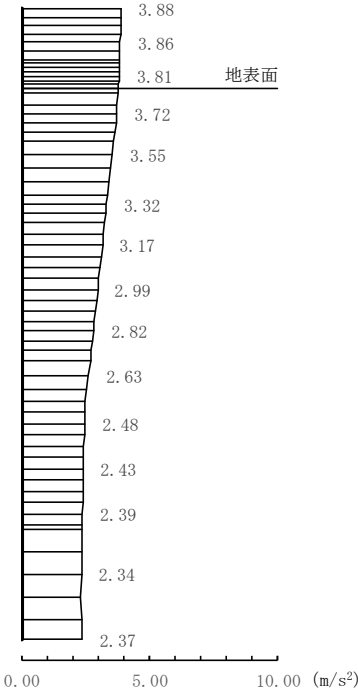


(S<sub>s</sub>-14, 鉛直)

図 4-4 断面④：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (8/17)

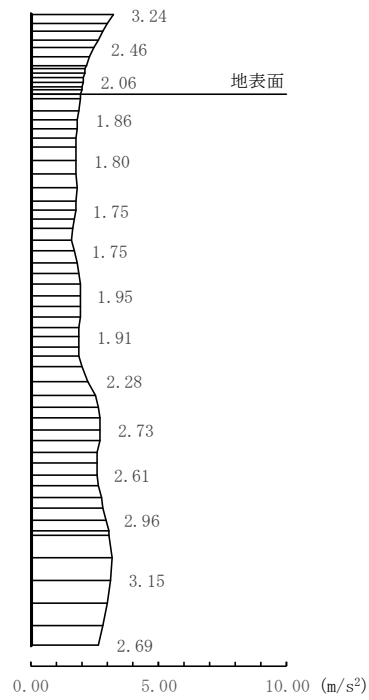


(S<sub>s</sub>-2 1, 水平)

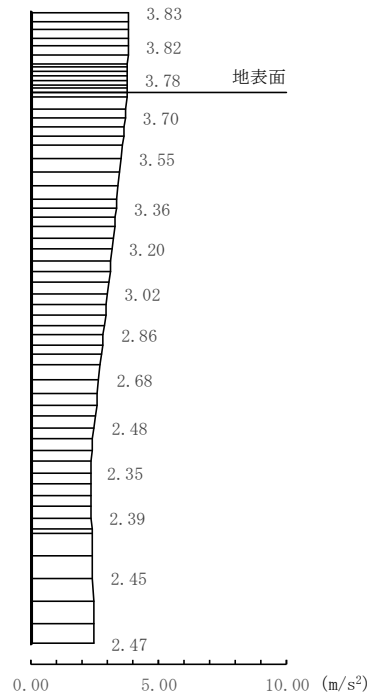


(S<sub>s</sub>-2 1, 鉛直)

図 4-4 断面④：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (9/17)



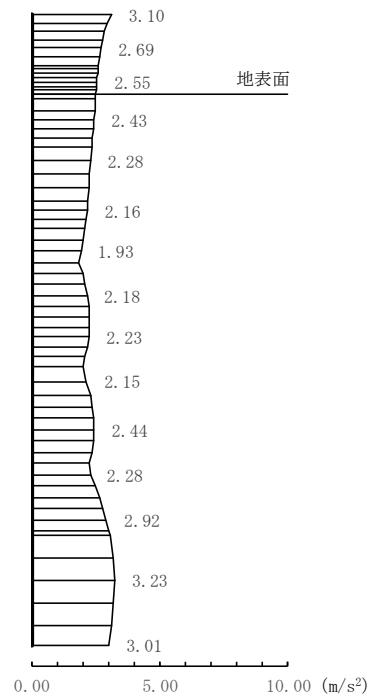
( $S_s - 2.2$ , 水平)



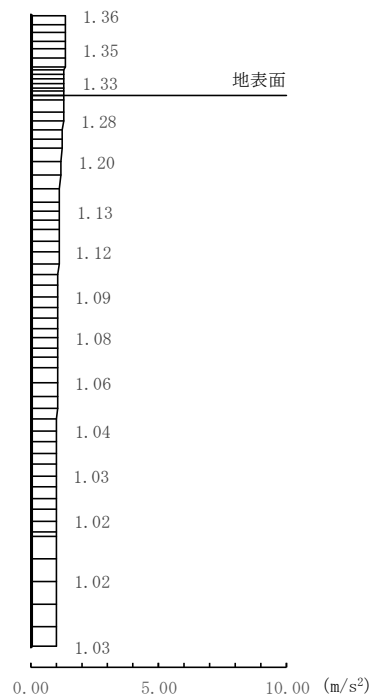
( $S_s - 2.2$ , 鉛直)

図 4-4 断面④：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (10/17)



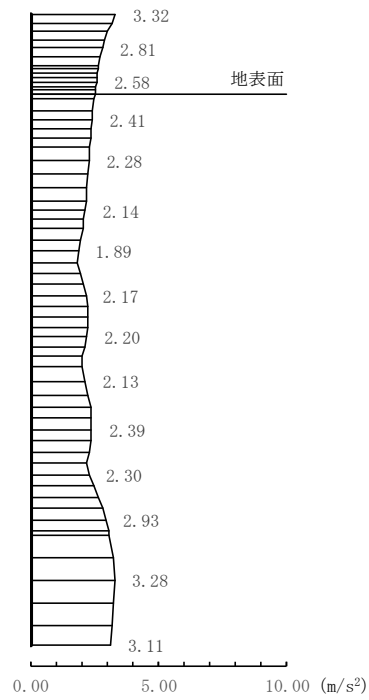


( $S_s-31$  (H+, V+), 水平)

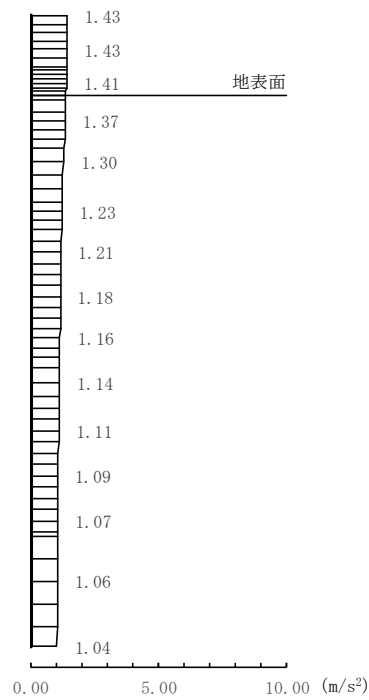


( $S_s-31$  (H+, V+), 鉛直)

図 4-4 断面④：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (11/17)

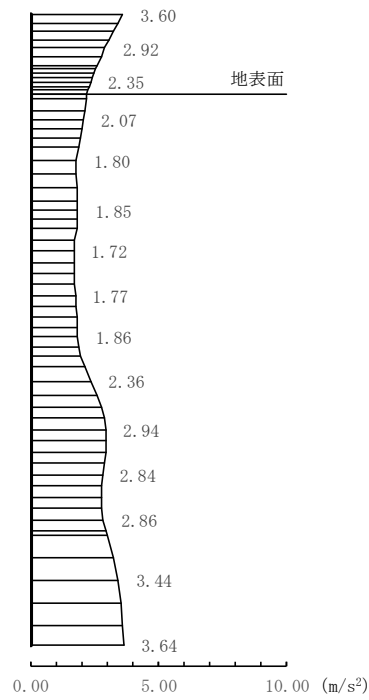


( $S_s-31$  (H-, V+), 水平)

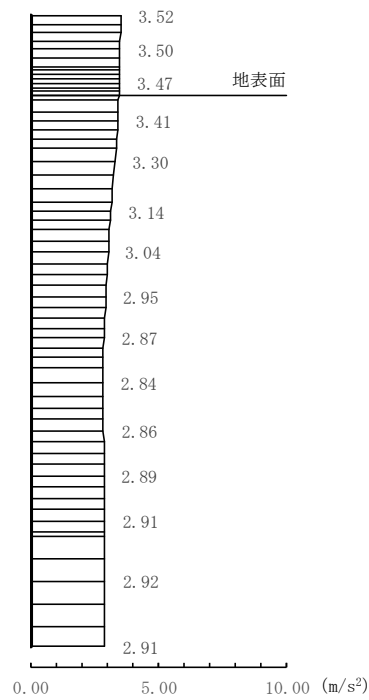


( $S_s-31$  (H-, V+), 鉛直)

図 4-4 断面④：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (12/17)

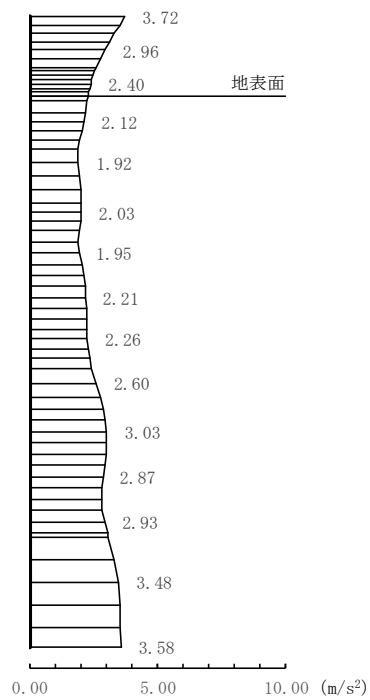


( $S_s-D 1$  (H+, V+), 水平)

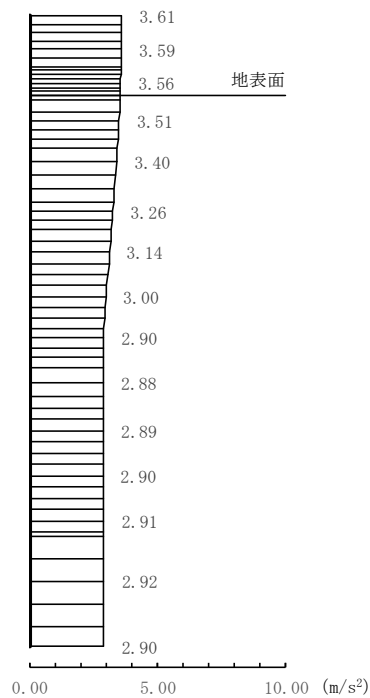


( $S_s-D 1$  (H+, V+), 鉛直)

図 4-4 断面④：②地盤物性のばらつきを考慮 (+1  $\sigma$ ) した解析ケース  
最大加速度分布図 (13/17)

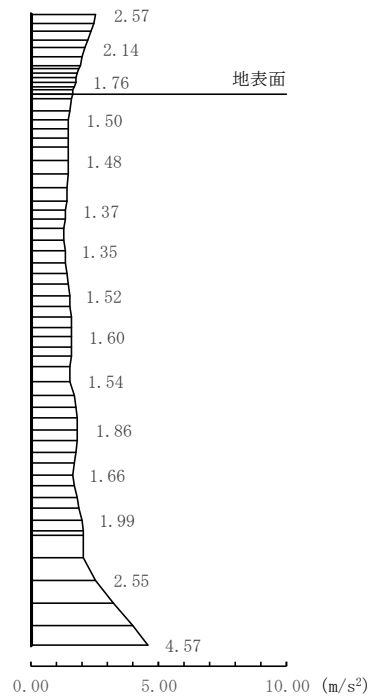


( $S_s-D 1$  (H+, V+), 水平)

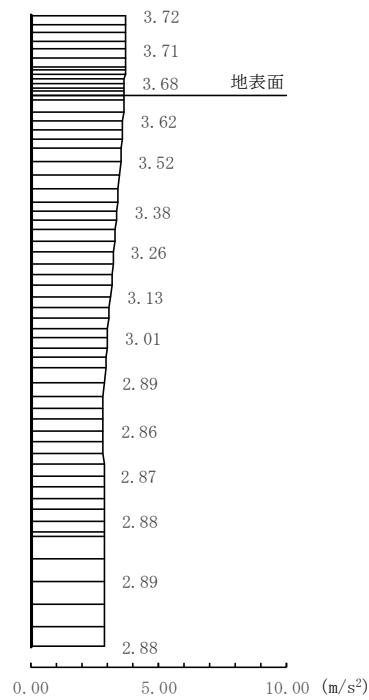


( $S_s-D 1$  (H+, V+), 鉛直)

図 4-4 断面④：③地盤物性のばらつきを考慮 ( $-1\sigma$ ) した解析ケース  
最大加速度分布図 (14/17)

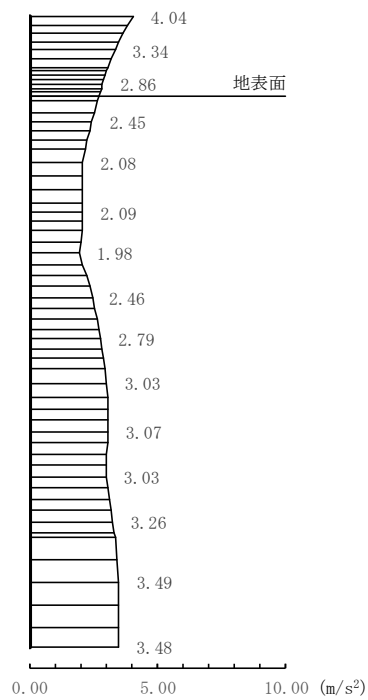


( $S_s-D1$  (H+, V+), 水平)

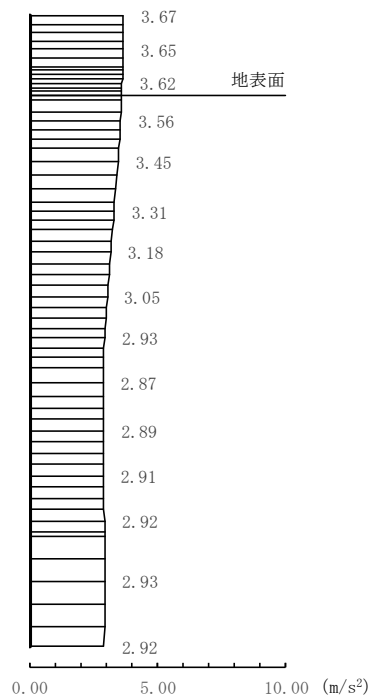


( $S_s-D1$  (H+, V+), 鉛直)

図 4-4 断面④：④敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース 最大加速度分布図 (15/17)

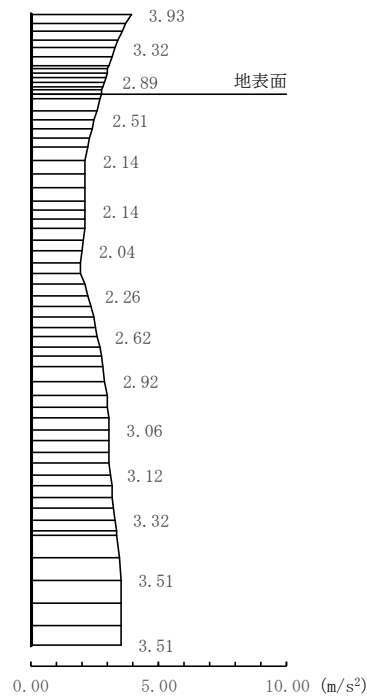


( $S_s-D1$  (H+, V+), 水平)

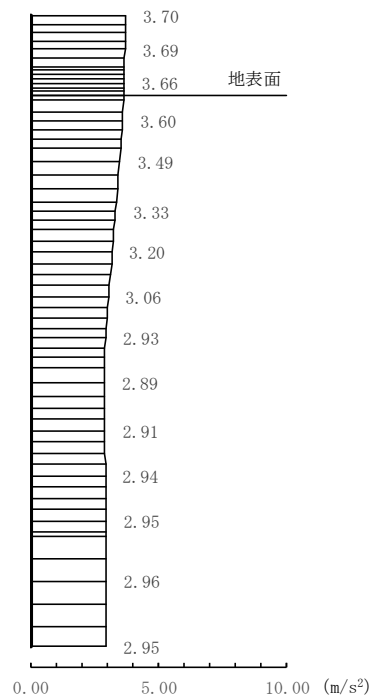


( $S_s-D1$  (H+, V+), 鉛直)

図 4-4 断面④：⑤原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
最大加速度分布図 (16/17)



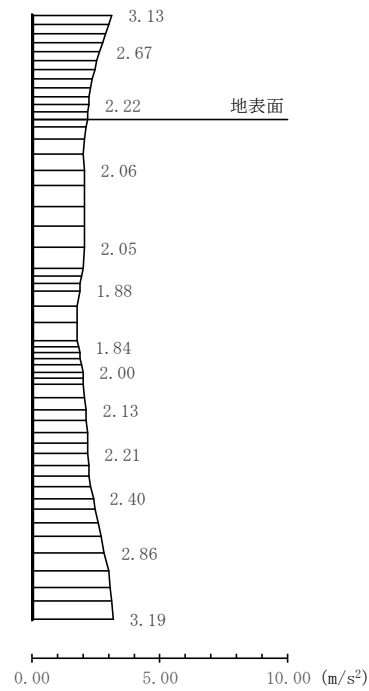
( $S_s-D1$  (H+, V+), 水平)



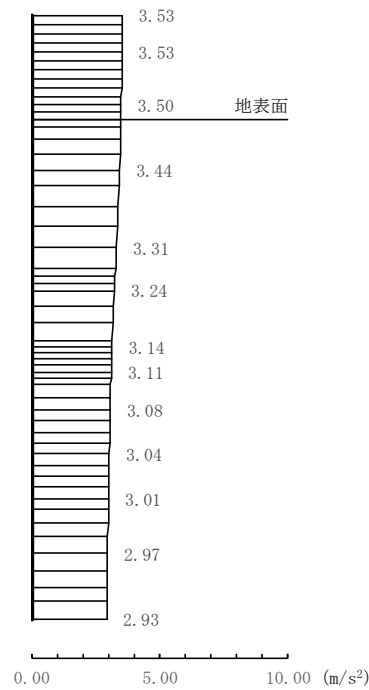
( $S_s-D1$  (H+, V+), 鉛直)

図 4-4 断面④：⑥地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) して非液状化の条件を仮定した解析  
ケース 最大加速度分布図 (17/17)

(5) 断面⑤



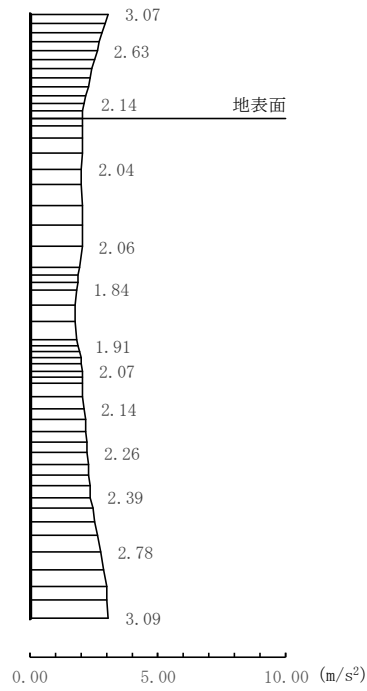
( $S_s-D 1$  (H+, V+), 水平)



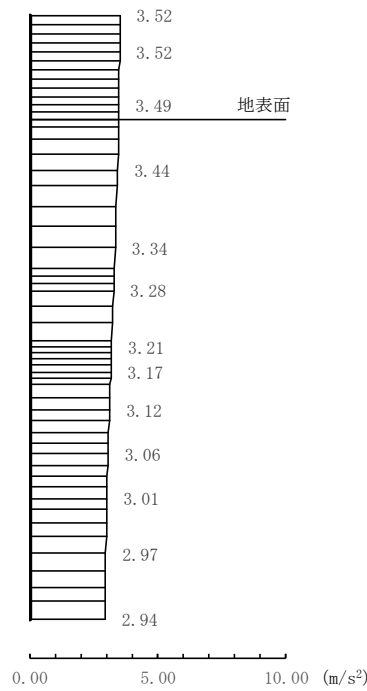
( $S_s-D 1$  (H+, V+), 鉛直)

図 4-5 断面⑤：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (1/17)



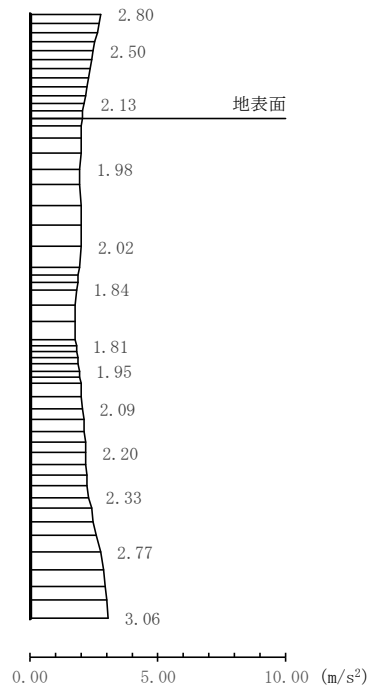


( $S_s-D 1$  (H+, V-), 水平)

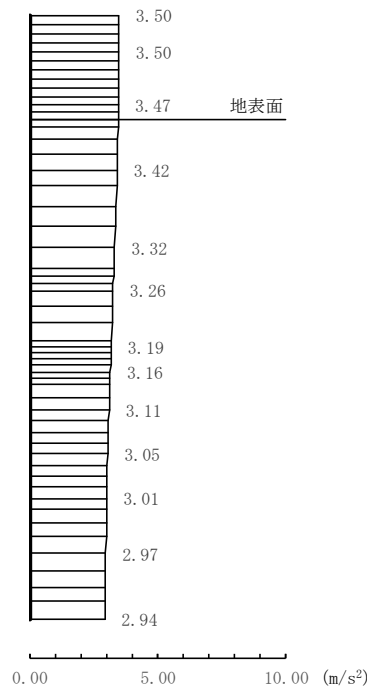


( $S_s-D 1$  (H+, V-), 鉛直)

図 4-5 断面⑤：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (2/17)

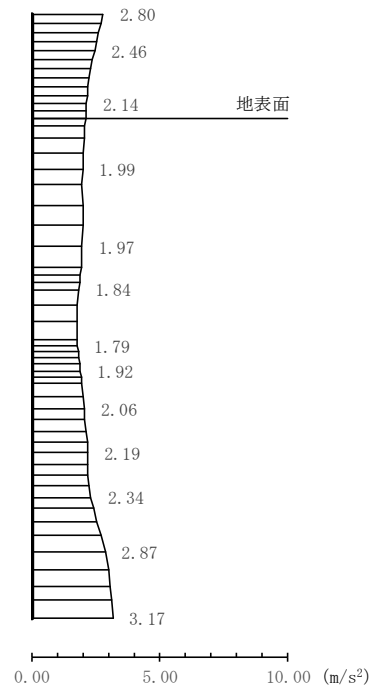


( $S_s-D 1$  (H-, V+), 水平)

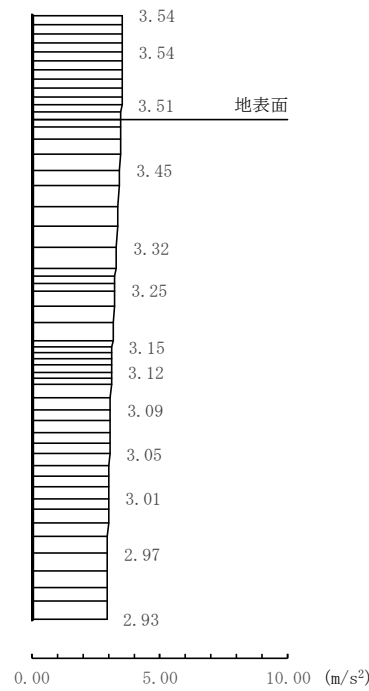


( $S_s-D 1$  (H-, V+), 鉛直)

図 4-5 断面⑤：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (3/17)

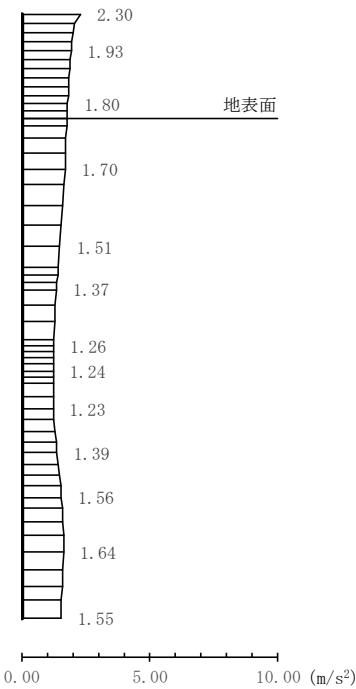


( $S_s-D1$  (H-, V-), 水平)

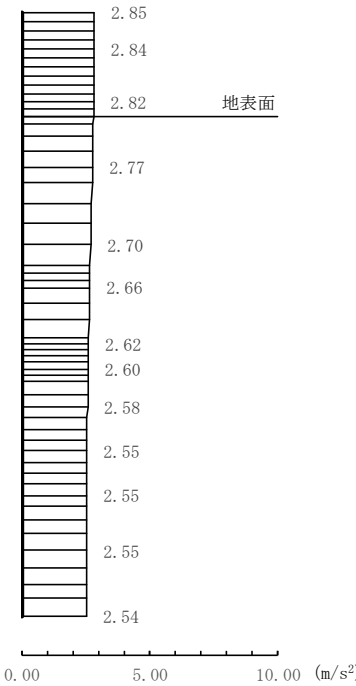


( $S_s-D1$  (H-, V-), 鉛直)

図 4-5 断面⑤：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (4/17)

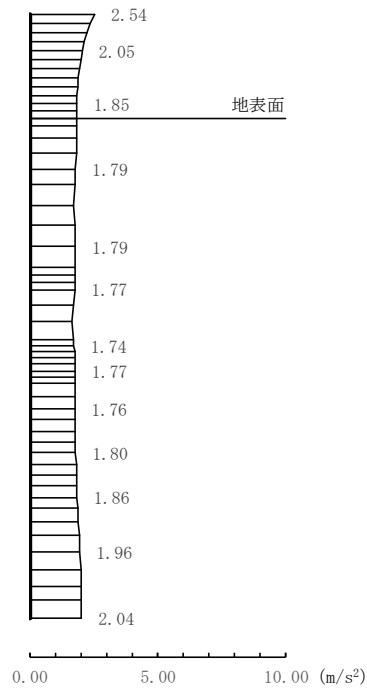


(S<sub>s</sub>-11, 水平)

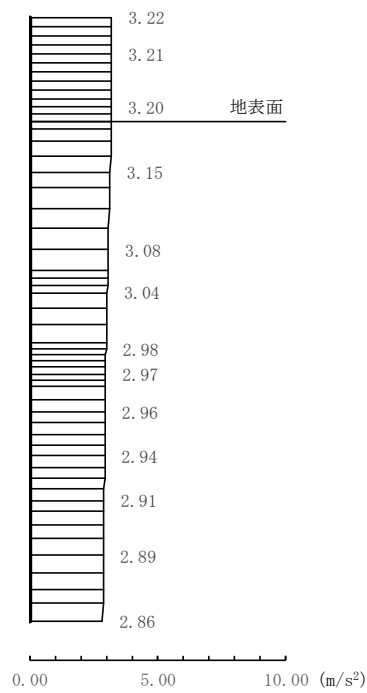


(S<sub>s</sub>-11, 鉛直)

図 4-5 断面⑤：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (5/17)

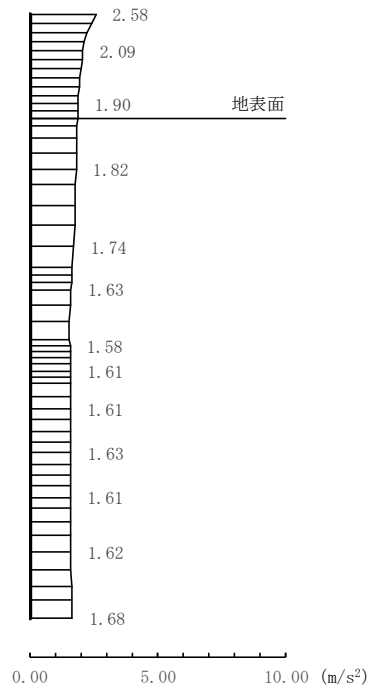


(S<sub>s</sub>-12, 水平)

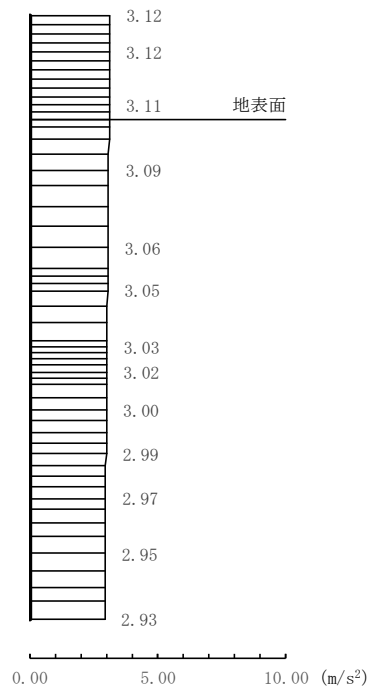


(S<sub>s</sub>-12, 鉛直)

図 4-5 断面⑤：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (6/17)

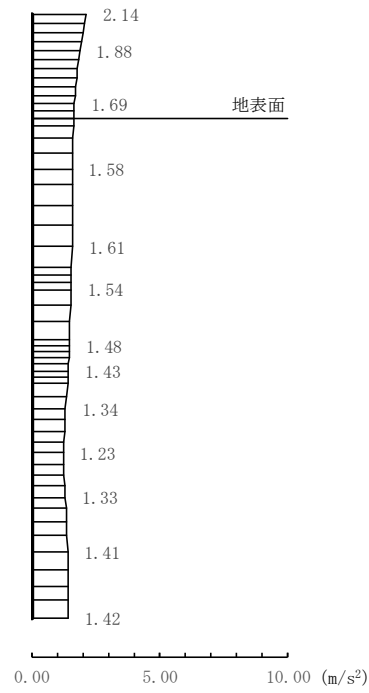


(S<sub>s</sub>-13, 水平)

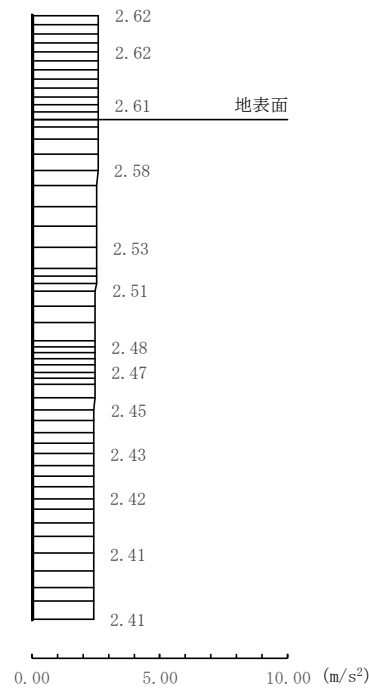


(S<sub>s</sub>-13, 鉛直)

図 4-5 断面⑤：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (7/17)

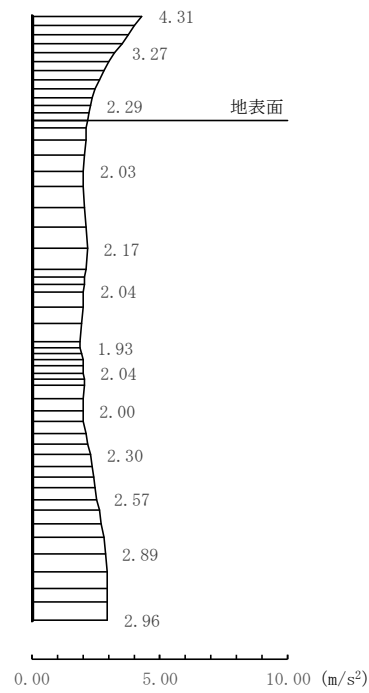


(S<sub>s</sub>-14, 水平)

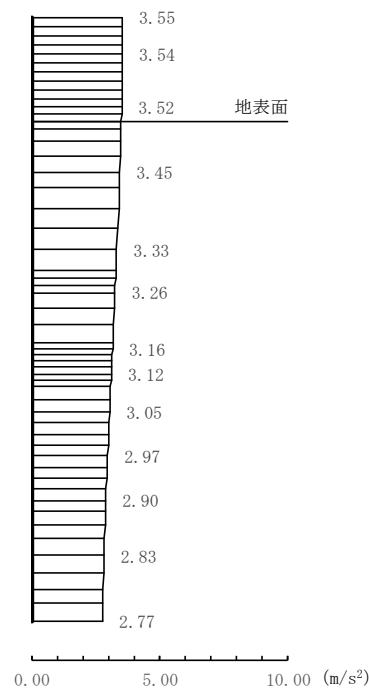


(S<sub>s</sub>-14, 鉛直)

図 4-5 断面⑤：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (8/17)



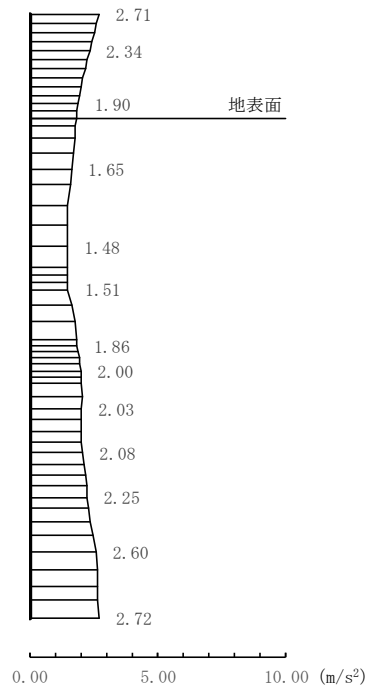
(S<sub>s</sub>-2 1, 水平)



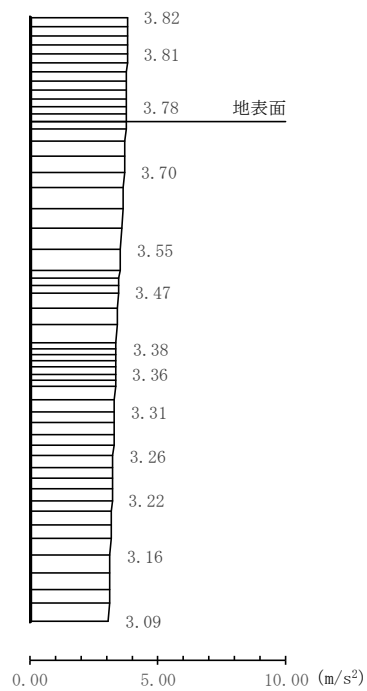
(S<sub>s</sub>-2 1, 鉛直)

図 4-5 断面⑤：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (9/17)



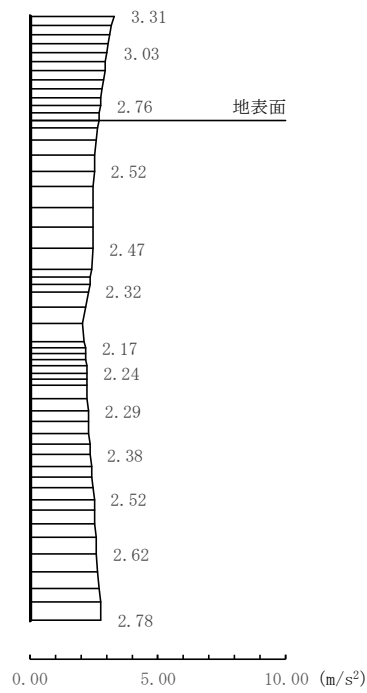


(S<sub>s</sub>-22, 水平)

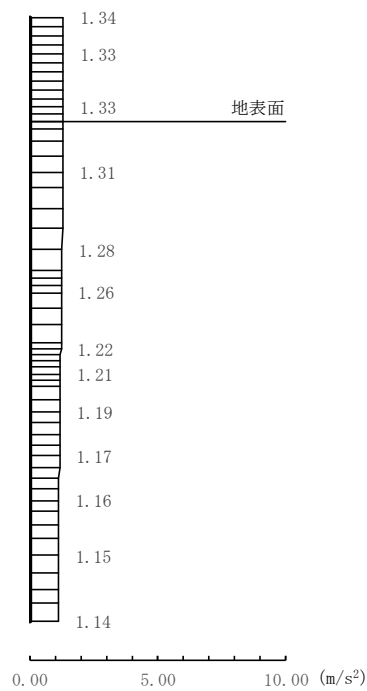


(S<sub>s</sub>-22, 鉛直)

図 4-5 断面⑤：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (10/17)

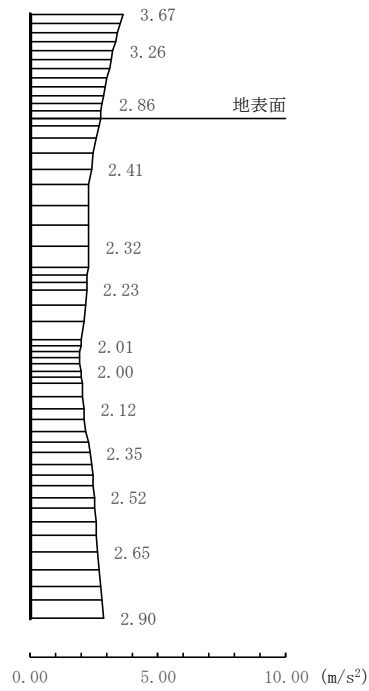


( $S_s - 3.1$  (H+, V+), 水平)

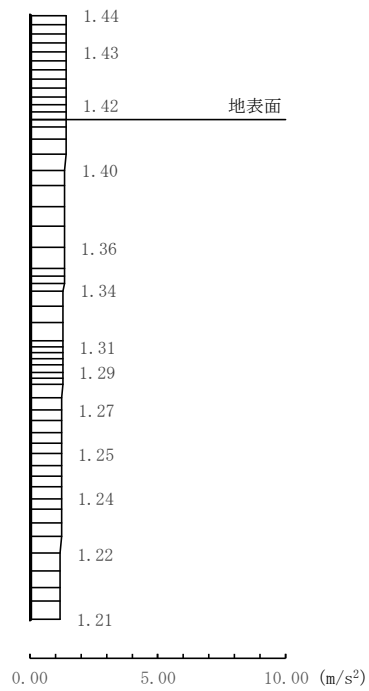


( $S_s - 3.1$  (H+, V+), 鉛直)

図 4-5 断面⑤：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (11/17)

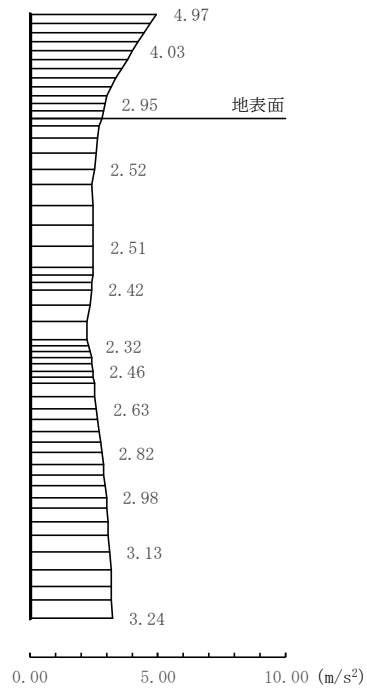


( $S_s-31$  (H-, V+), 水平)

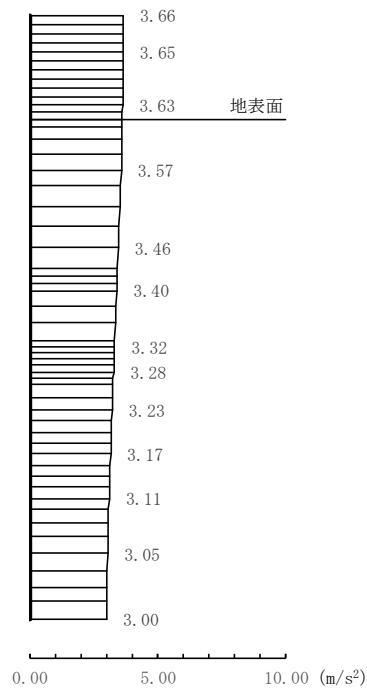


( $S_s-31$  (H-, V+), 鉛直)

図 4-5 断面⑤：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
最大加速度分布図 (12/17)

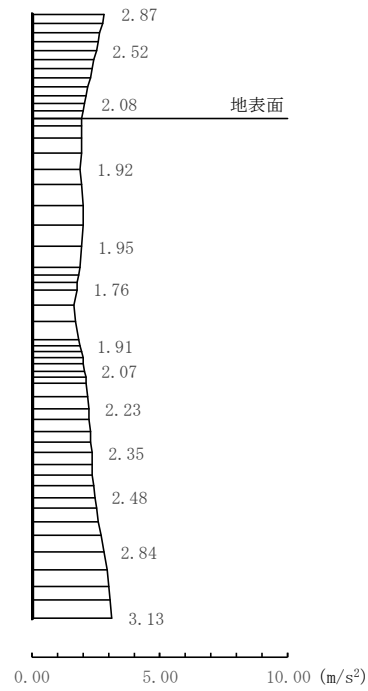


( $S_s-D 1$  (H+, V-), 水平)

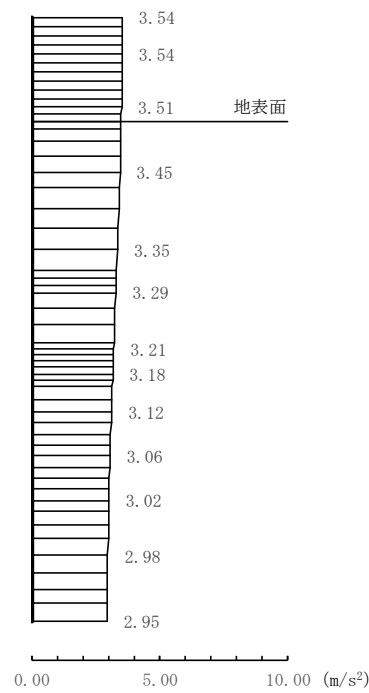


( $S_s-D 1$  (H+, V-), 鉛直)

図 4-5 断面⑤：②地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース  
最大加速度分布図 (13/17)

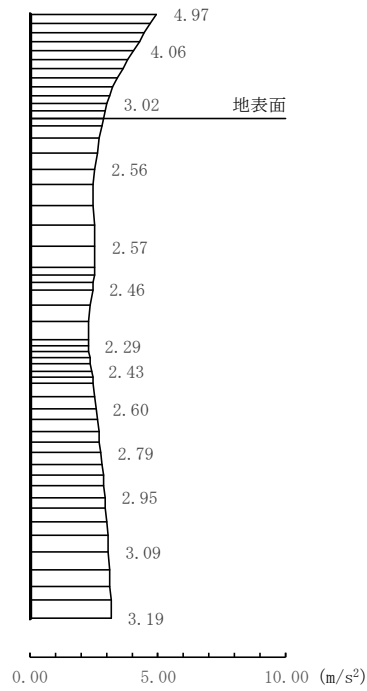


( $S_s-D1$  (H+, V-), 水平)

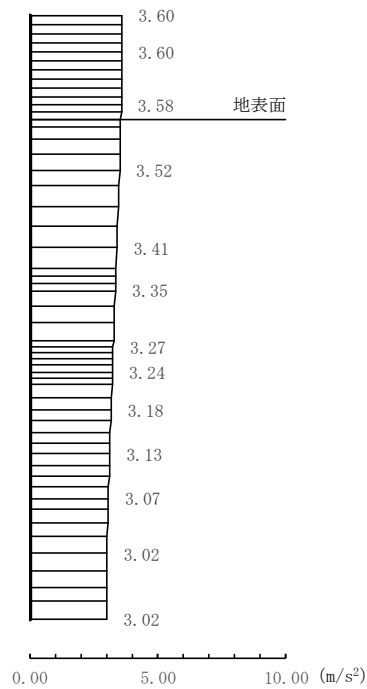


( $S_s-D1$  (H+, V-), 鉛直)

図 4-5 断面⑤：③地盤物性のばらつきを考慮 ( $-1\sigma$ ) した解析ケース  
最大加速度分布図 (14/17)

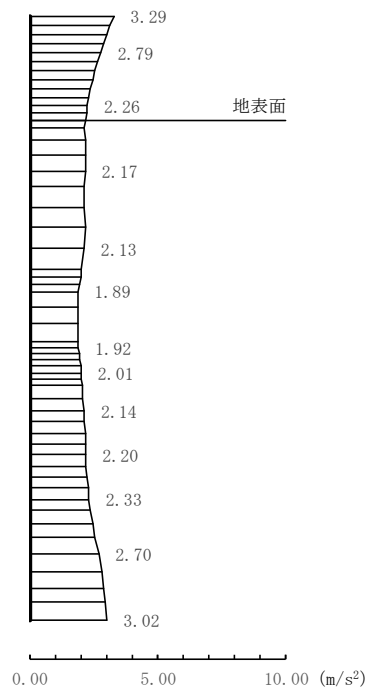


( $S_s-D1$  (H+, V-), 水平)

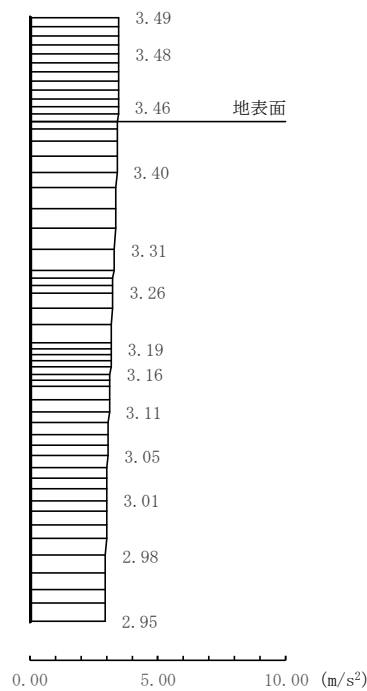


( $S_s-D1$  (H+, V-), 鉛直)

図 4-5 断面⑤：④敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース 最大加速度分布図 (15/17)

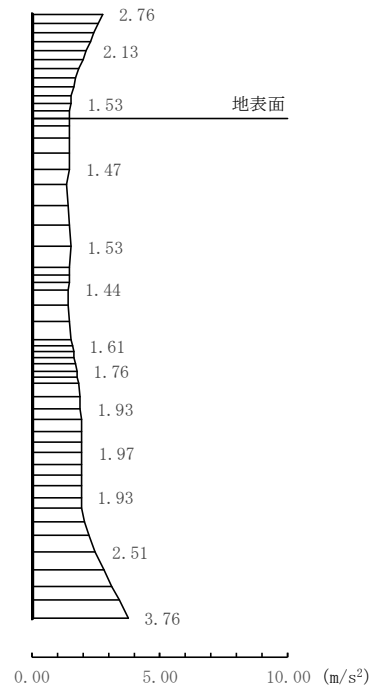


( $S_s-D1$  (H+, V-), 水平)

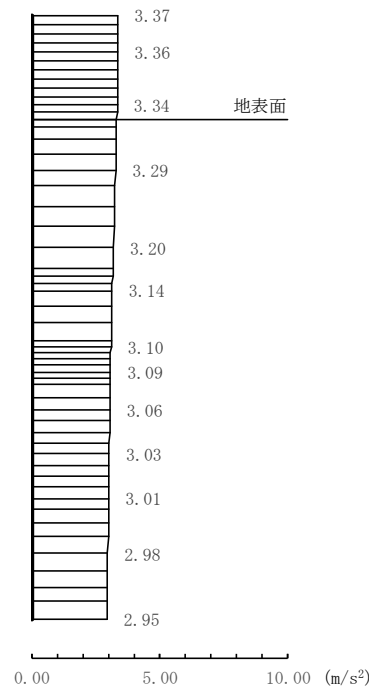


( $S_s-D1$  (H+, V-), 鉛直)

図 4-5 断面⑤：⑤原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
最大加速度分布図 (16/17)



( $S_s-D 1$  (H+, V-), 水平)



( $S_s-D 1$  (H+, V-), 鉛直)

図 4-5 断面⑤：⑥地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) して非液状化の条件を仮定した解析  
ケース 最大加速度分布図 (17/17)



V-2-2-37 防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）の耐震性についての計算書

## 目次

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 1. 概要                 | 1  |
| 2. 基本方針               | 2  |
| 2.1 位置                | 2  |
| 2.2 構造概要              | 3  |
| 2.3 評価方針              | 7  |
| 2.4 適用基準              | 10 |
| 3. 耐震評価               | 11 |
| 3.1 評価対象断面            | 11 |
| 3.2 評価対象部位            | 14 |
| 3.3 解析方法              | 15 |
| 3.4 荷重及び荷重の組合せ        | 15 |
| 3.5 許容限界              | 17 |
| 3.6 解析モデル及び諸元         | 22 |
| 3.7 評価方法              | 24 |
| 4. 耐震評価結果             | 29 |
| 4.1 構造部材の健全性に対する評価結果  | 29 |
| 4.2 基礎地盤の支持性能に対する評価結果 | 55 |
| 4.3 構造物の変形性に対する評価結果   | 60 |

## 1. 概要

本資料は、添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、防潮堤のうち鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁が基準地震動 $S_s$ に対して十分な構造強度及び有意な漏えいを生じない構造であることを確認するものである。

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁に要求される機能の維持を確認するにあたっては、地震応答解析に基づく構造部材の健全性評価、基礎地盤の支持性能評価及び構造物の変形性評価により行う。

## 2. 基本方針

### 2.1 位置

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の位置図を図 2-1 に示す。

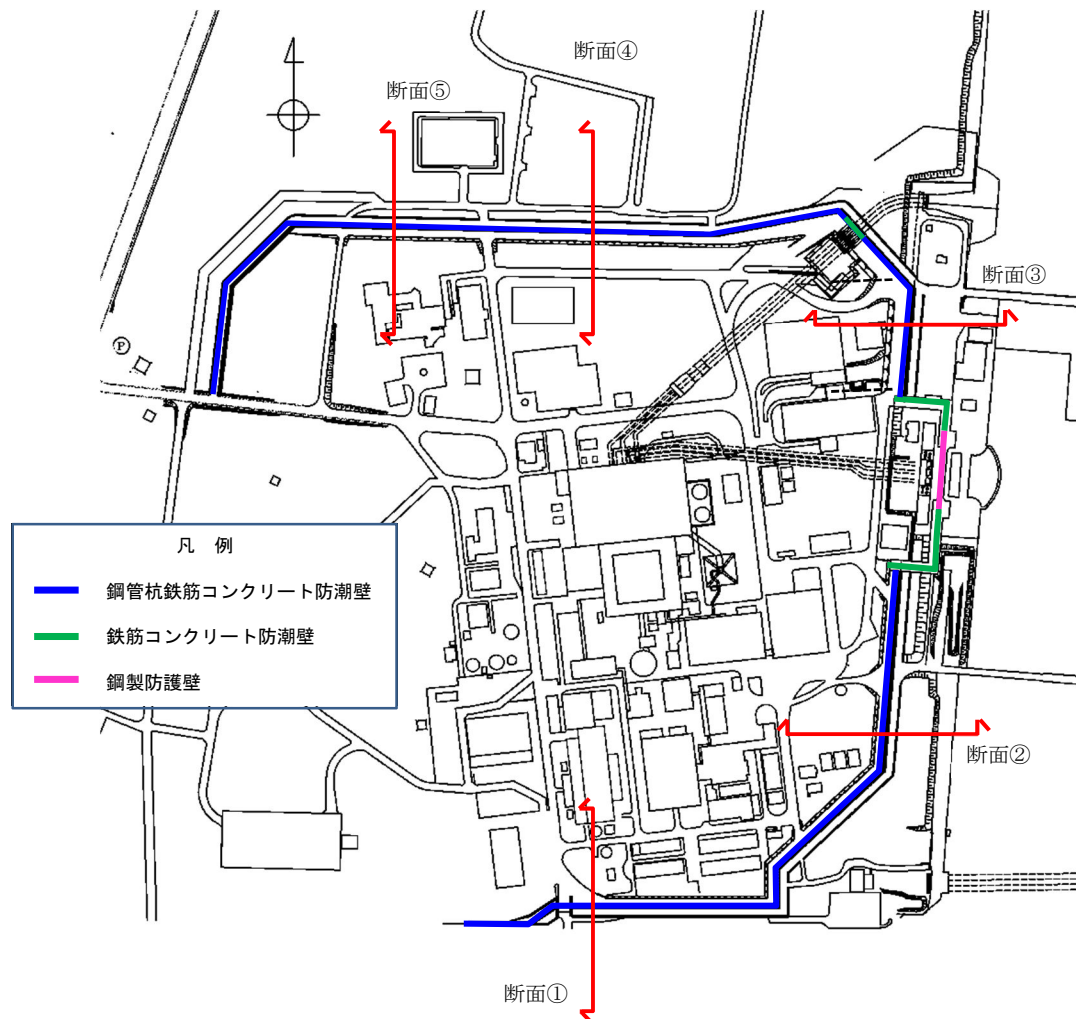


図 2-1 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の位置図

## 2.2 構造概要

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁は，鋼管杭による下部構造と，5本の鋼管杭を束ね止水機能を確認する鉄筋コンクリートの壁による上部構造から構成される。

下部構造は鋼管杭，上部構造は鉄筋コンクリート梁壁，鋼管鉄筋コンクリート（SRC造）の一体構造で構築される。大口径で肉厚の厚い鋼管杭を地震及び津波荷重に耐える構造躯体とし，杭間からの津波の浸水を防止する観点で，鋼管杭に鉄筋コンクリートを被覆する上部構造とする。

隣接する構造物との境界には，止水性を確保するための止水ジョイント部材を設置する。

防潮壁の堤内側には，耐津波に対する受働抵抗を目的とした改良体による地盤高さの嵩上げを行うとともに，洗掘防止対策やボーリング対策として，堤内及び堤外の表層部の地盤改良を実施する。

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の構造概要図を図2-2，上部構造概要図を図2-3，止水ジョイント部材概念図を図2-4，止水ジョイント部材を有する範囲を図2-5に示す。

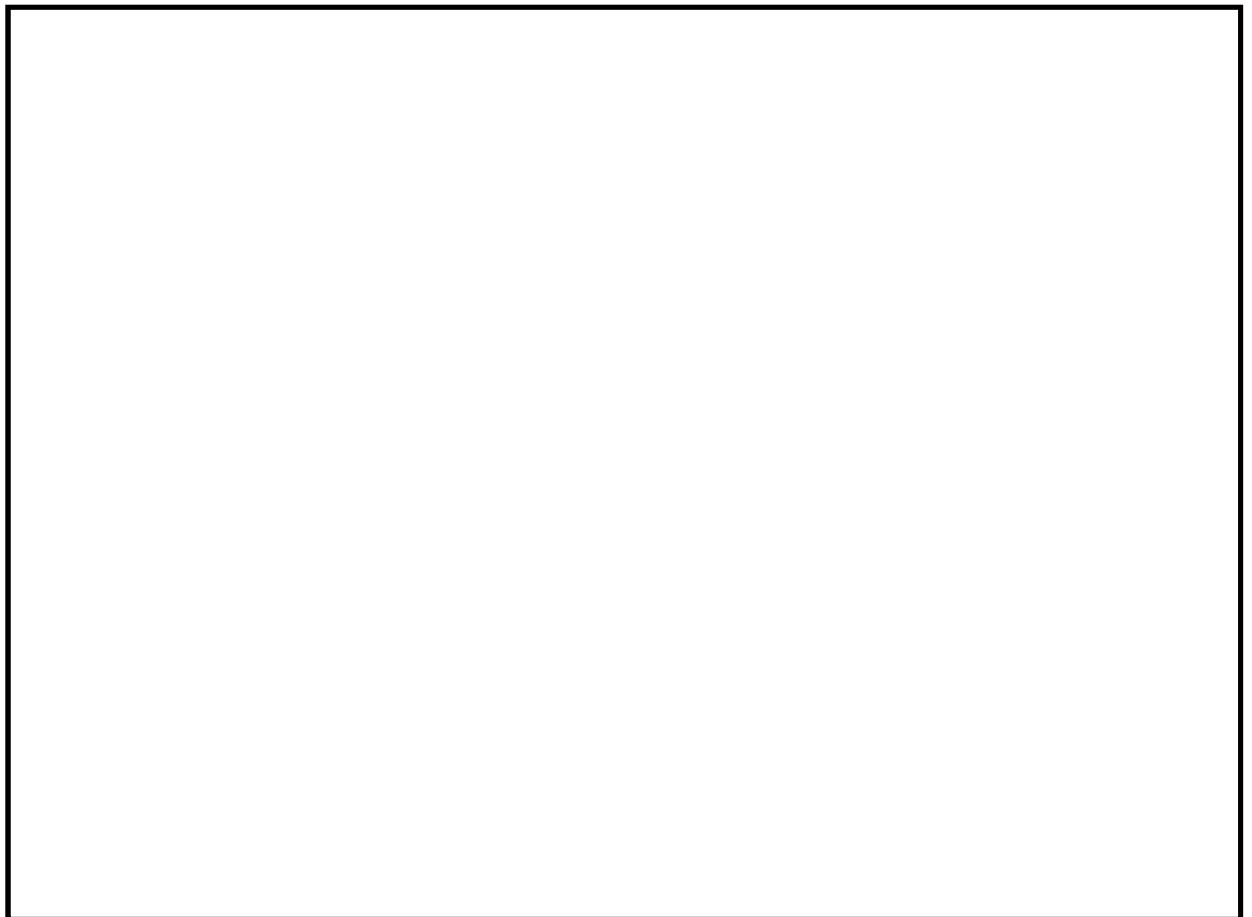


図2-2 (1) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の構造概要図  
(断面③：正面図及び断面図)

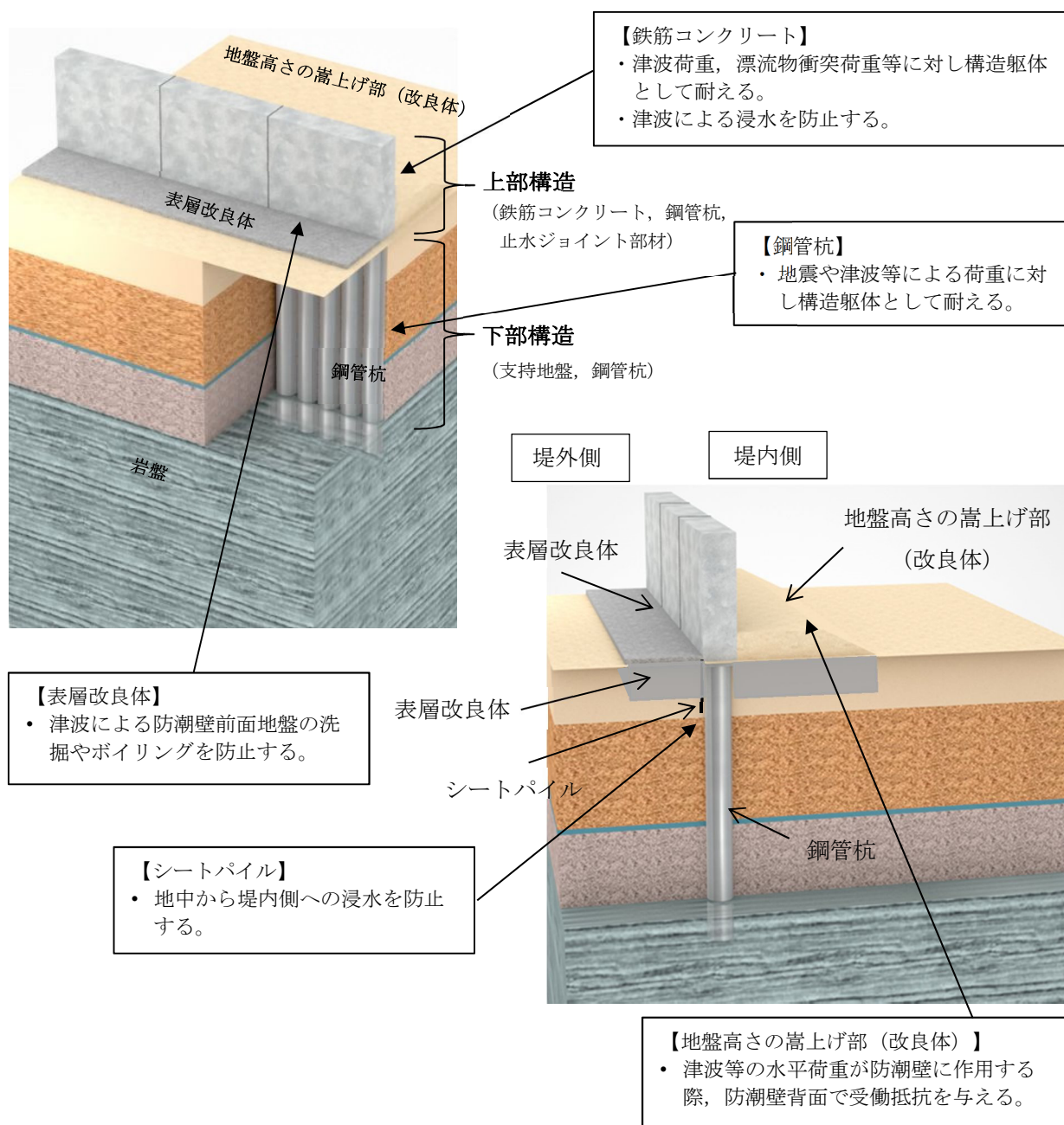


図 2-2 (2) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の構造概要図

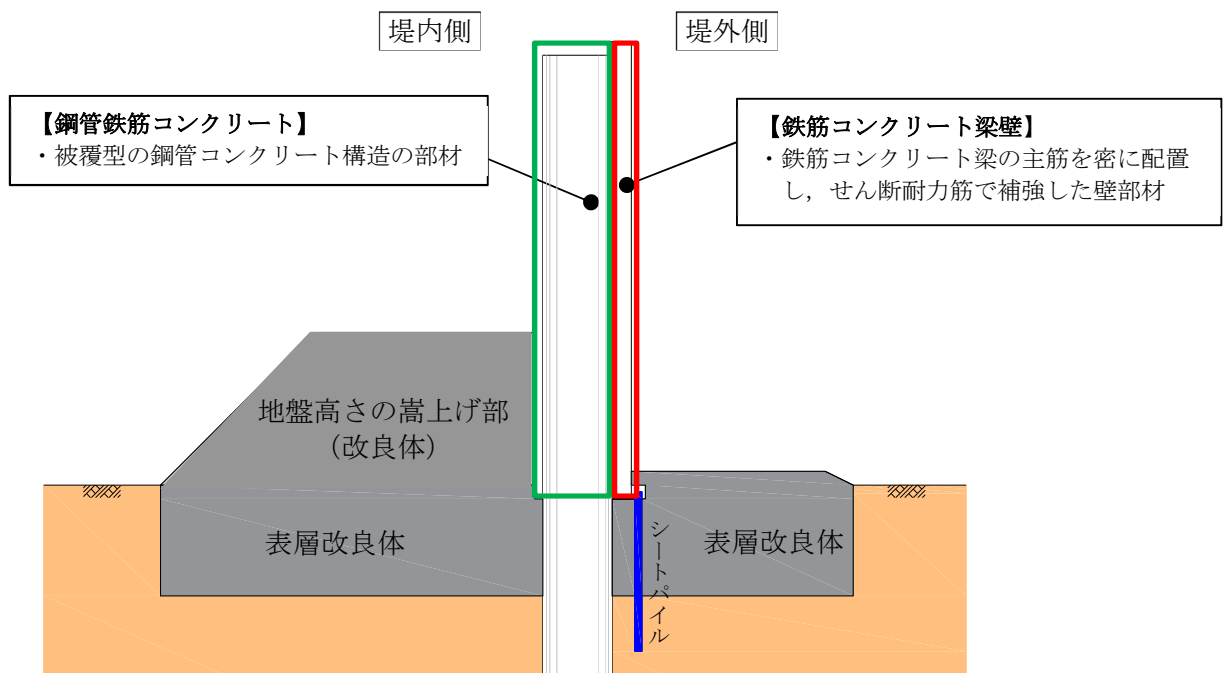
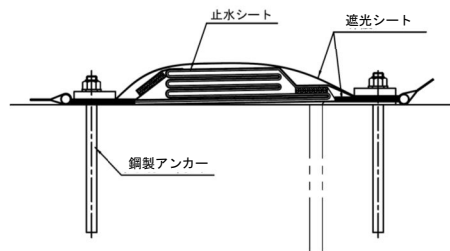


図 2-3 上部構造概要図



シートジョイント

図 2-4 止水ジョイント部材概念図

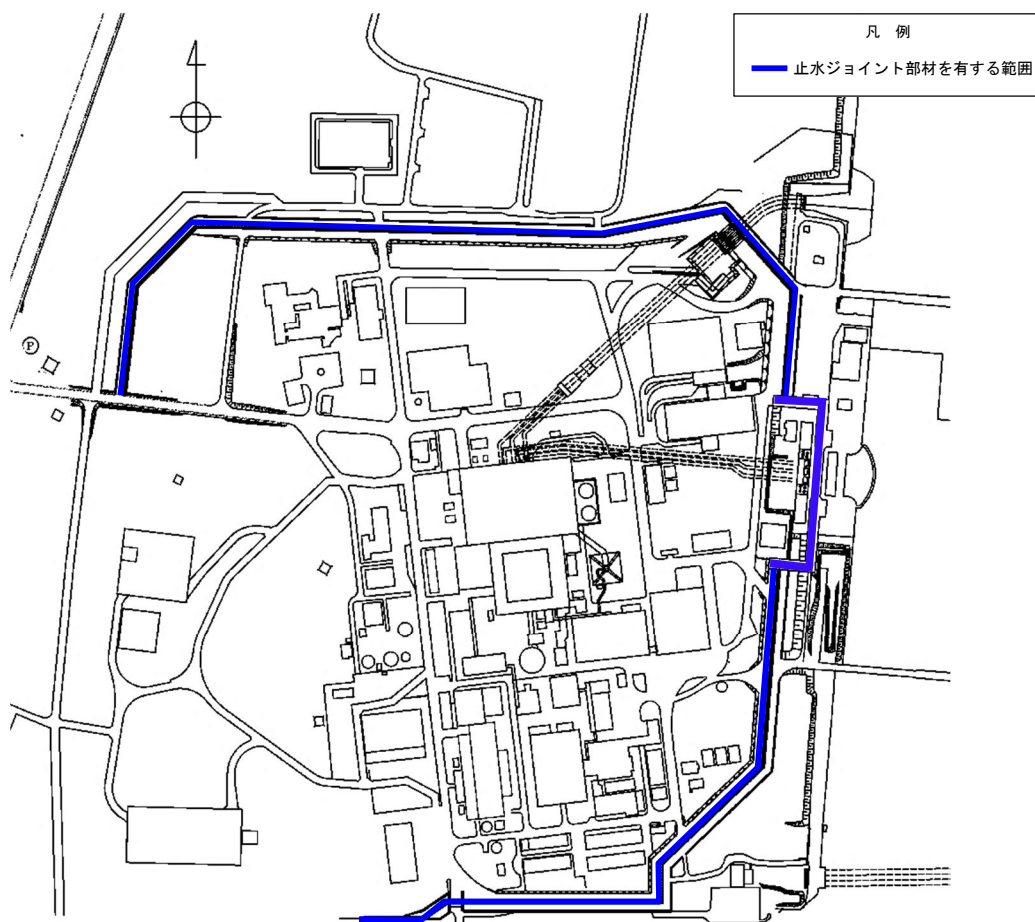


図 2-5 止水ジョイント部材を有する範囲



### 2.3 評価方針

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁は、Sクラス施設である浸水防護施設に分類される。

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の耐震評価は、添付書類「V-2-2-36 防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）の地震応答計算書」により得られた解析結果に基づき、設計基準対象施設として表 2-1 の鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の評価項目に示すとおり、構造部材の健全性評価、基礎地盤の支持性能評価及び構造物の変形性評価を行う。

構造部材の健全性評価については、構造部材の発生応力が許容限界以下であることを確認する。基礎地盤の支持性能評価については、基礎地盤に作用する接地圧が極限支持力に基づく許容限界以下であることを確認する。

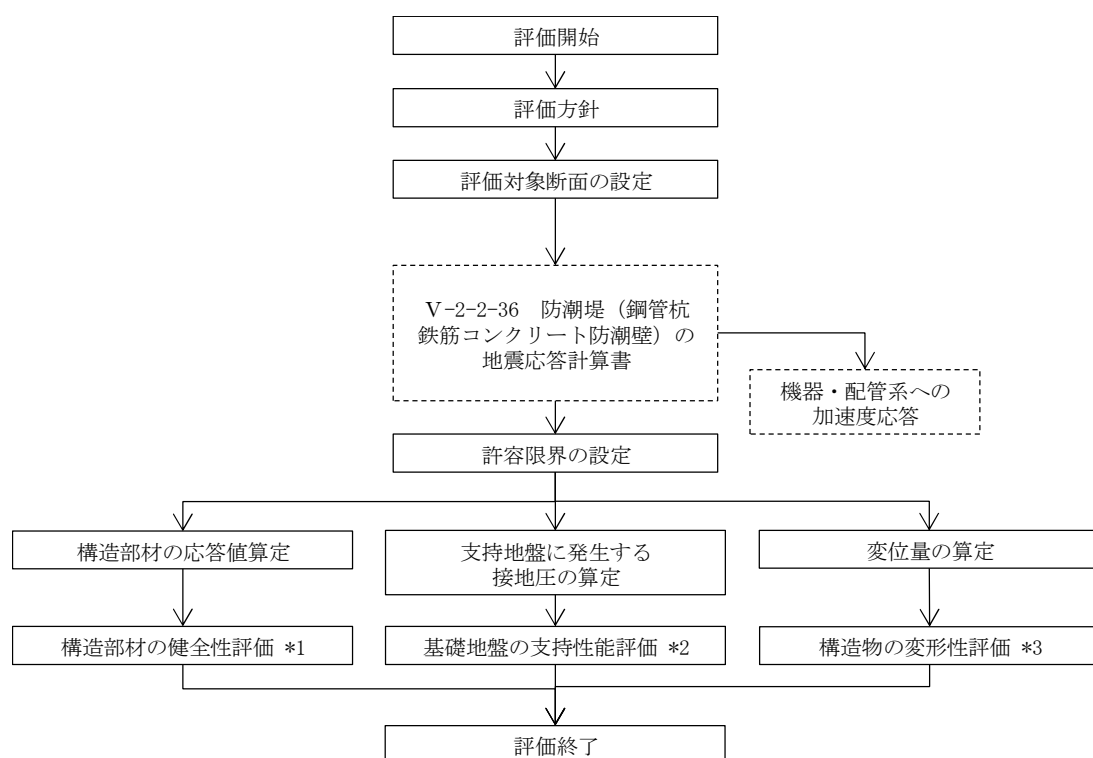
構造物の変形性評価については、止水ジョイント部材の変形量を算定し、有意な漏えいが生じないことを確認した許容限界以下であることを確認する。

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の耐震評価の検討フローを図 2-6 に示す。

表 2-1 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の評価項目

| 評価方針        | 評価項目      | 部位                    | 評価方法                 | 許容限界                  |
|-------------|-----------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| 構造強度を有すること  | 構造部材の健全性  | 鋼管杭                   | 発生応力が許容限界以下であることを確認  | 短期許容応力度               |
|             |           | 鉄筋コンクリート              | 発生応力が許容限界以下であることを確認  | 短期許容応力度               |
|             |           | 地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体 | 発生応力が許容限界以下であることを確認  | せん断強度*                |
|             |           | シートパイル                | 発生応力が許容限界以下であることを確認  | せん断強度*                |
|             | 基礎地盤の支持性能 | 基礎地盤                  | 接地圧が許容限界以下であることを確認   | 極限支持力*                |
| 止水性を損なわないこと | 構造部材の健全性  | 鋼管杭                   | 発生応力が許容限界以下であることを確認  | 短期許容応力度               |
|             |           | 鉄筋コンクリート              | 発生応力が許容限界以下であることを確認  | 短期許容応力度               |
|             |           | 地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体 | 発生応力が許容限界以下であることを確認  | せん断強度*                |
|             |           | シートパイル                | 発生応力が許容限界以下であることを確認  | せん断強度*                |
|             | 構造物の変形性   | 止水ジョイント部材             | 発生変形量が許容限界以下であることを確認 | 有意な漏えいが生じないことを確認した変形量 |

注記 \*：妥当な安全余裕を考慮する。



### ＜耐震性評価＞

- 注記 \*1：構造部材の健全性評価を実施することで、表 2-1 に示す「構造強度を有すること」及び「止水性を損なわないこと」を満足することを確認する。
- \*2：基礎地盤の支持性能評価を実施することで、表 2-1 に示す「構造強度を有すること」を満足することを確認する。
- \*3：構造物の変形性評価を実施することで、表 2-1 に示す「止水性を損なわないこと」を満足することを確認する。

図 2-6 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の耐震評価の検討フロー

## 2.4 適用基準

適用する規格，基準等を以下に示す。

- ・ コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（（社）土木学会，2002 年制定）
- ・ 道路橋示方書（Ⅰ 共通編・Ⅳ 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成 24 年 3 月）
- ・ 道路橋示方書（Ⅰ 共通編・Ⅳ 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成 14 年 3 月）
- ・ 原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル（（社）土木学会，2005 年）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1－1987（（社）日本電気協会）
- ・ 乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程 J E A C 4 6 1 6－2009（（社）日本電気協会）
- ・ 各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会，2010 年 11 月）
- ・ 建築基準法（昭和 25 年 5 月 24 日法律第 201 号）
- ・ 建築基準法施行令（昭和 25 年 11 月 16 日政令第 338 号）
- ・ 津波漂流物対策施設設計ガイドライン（（財）沿岸技術研究センター，（社）寒地港湾技術研究センター，2014 年 3 月）
- ・ 港湾の施設の技術上の基準・同解説（（社）日本港湾協会，平成元年 2 月版）

### 3. 耐震評価

#### 3.1 評価対象断面

評価対象断面は、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の構造上の特徴や周辺地盤状況を踏まえて、図 3-1～図 3-5 に示す断面とする。

##### (1) 断面①

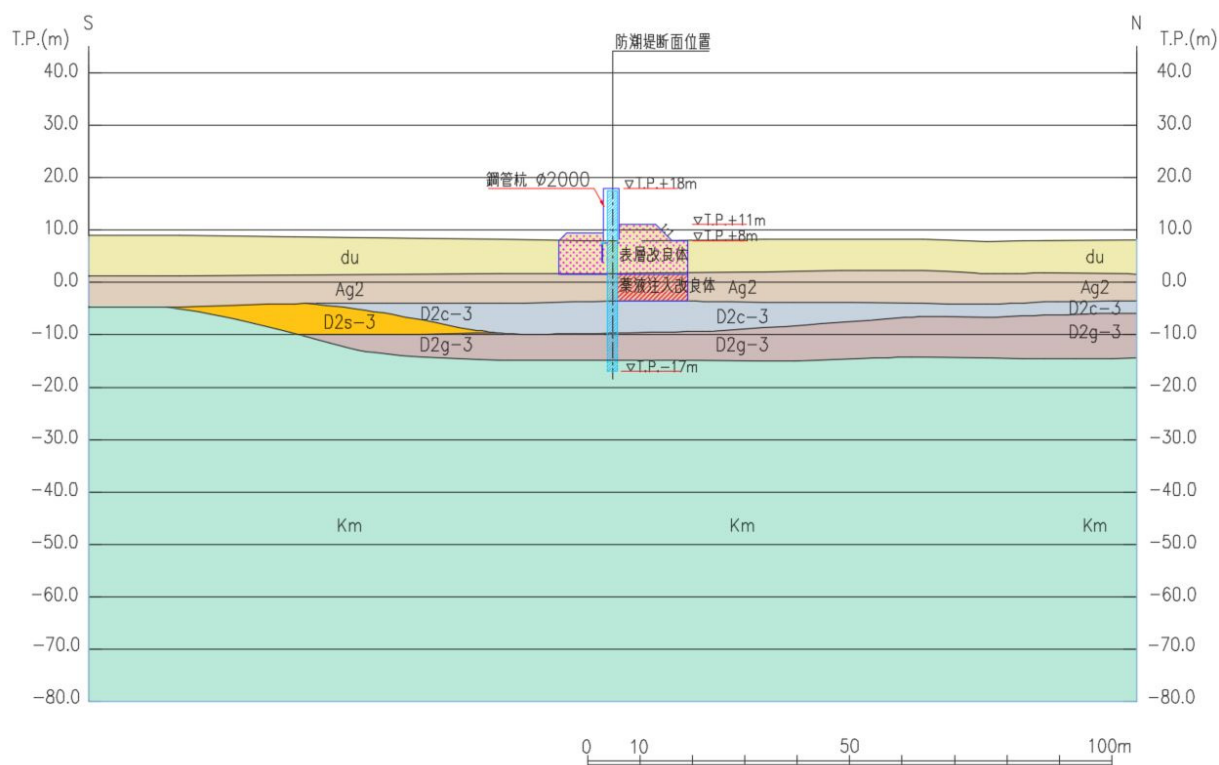


図 3-1 地震応答解析対象断面図 (1/5)

(2) 断面②

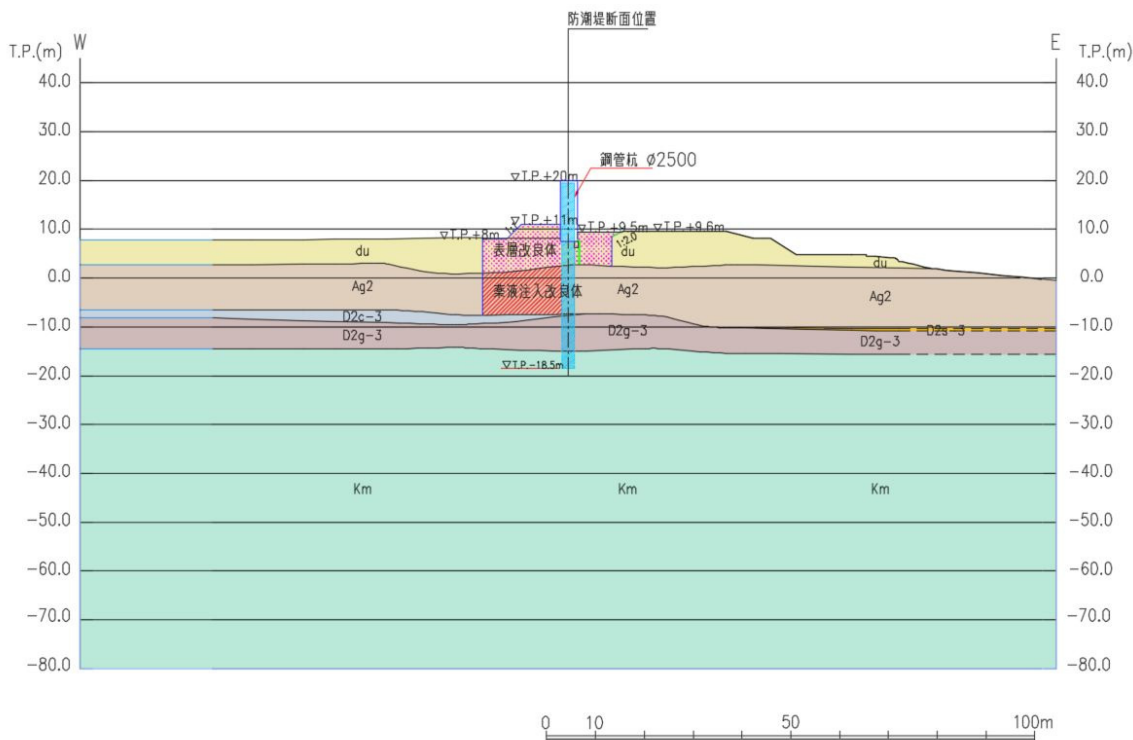


図 3-2 地震応答解析対象断面図 (2/5)

(3) 断面③

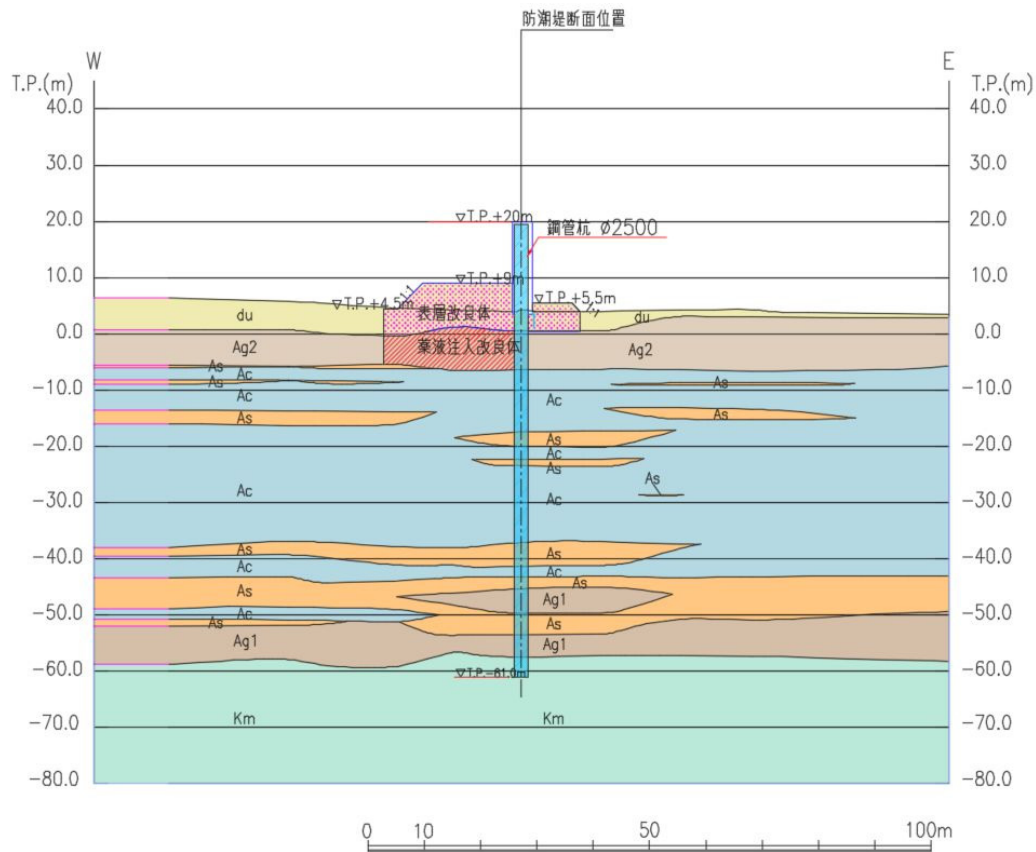


図 3-3 地震応答解析対象断面図 (3/5)

(4) 断面④

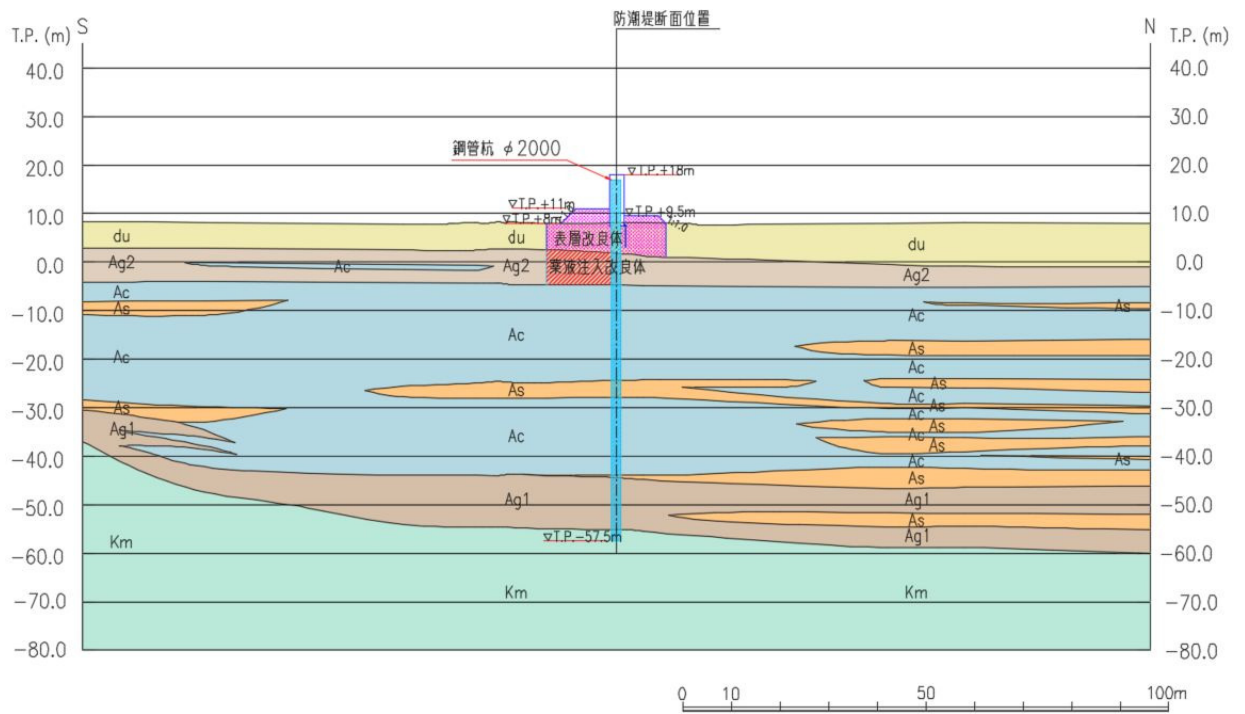


図 3-4 地震応答解析対象断面図 (4/5)

(5) 断面⑤

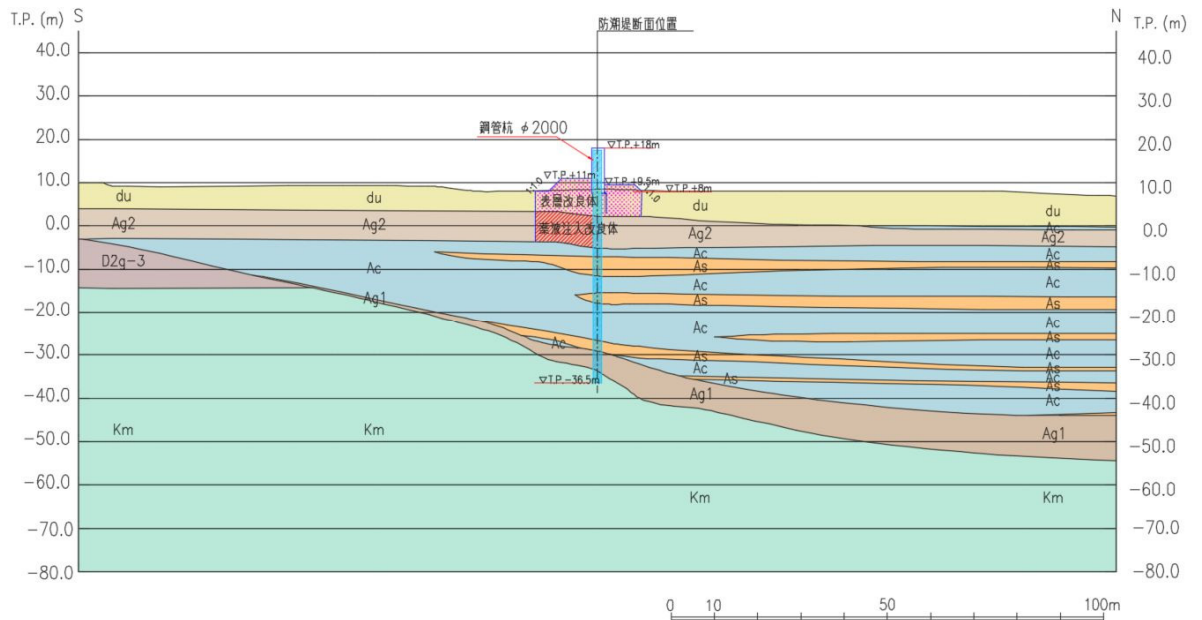


図 3-5 地震応答解析対象断面図 (5/5)

### 3.2 評価対象部位

評価対象部位は，鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の構造上の特徴を踏まえ設定する。

#### (1) 構造部材の健全性評価

##### a. 鋼管杭

鋼管杭の評価対象部位は，下部構造及び上部構造の鋼管杭とする。

##### b. 鉄筋コンクリート

鉄筋コンクリートの評価対象部位は，上部構造のうち鉄筋コンクリート（鉄筋コンクリート梁壁）とする。

##### c. 地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体

地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体の評価対象部位は，堤外側の地盤高さの嵩上げ部（改良体）と堤外側及び堤内側の表層改良体とする。

##### d. シートパイル

シートパイルの評価対象部位は，地中から堤内側への浸水を防止するシートパイルとする。

#### (2) 基礎地盤の支持性能評価

基礎地盤の支持性能評価の評価対象部位は，鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁を支持する基礎地盤とする。

#### (3) 構造物の変形性評価

構造物の変形性評価の評価対象部位は，構造物間に設置する止水ジョイント部材のシートジョイントとする。



### 3.3 解析方法

#### (1) 鋼管杭及び鋼管杭基礎

添付書類「V-2-2-36 防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）の地震応答計算書」に示した解析モデルにより，地盤と構造物の相互作用を考慮した２次元有効応力解析を行い，地震時の構造部材の健全性及び基礎地盤の支持性能，構造物の変形性を確認する。

#### (2) 上部構造

上部構造については，２次元梁バネモデルにより地震時の構造部材の健全性を確認する。

### 3.4 荷重及び荷重の組合せ

#### (1) 耐震評価上考慮する状態

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の地震応答解析において，地震以外に考慮する状態を以下に示す。

##### a. 運転時の状態

発電用原子炉施設が運転状態にあり，通常の条件下におかれている状態。ただし，運転時の異常な過渡変化時の影響を受けないことから考慮しない。

##### b. 設計基準事故時の状態

設計基準事故時の影響を受けないことから考慮しない。

##### c. 設計用自然条件

積雪及び風荷重を考慮する。

##### d. 重大事故等時の状態

津波時及び余震との重畳時の影響については別途検討する。

#### (2) 荷重

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の地震応答解析において，考慮する荷重を以下に示す。

##### a. 固定荷重（G）

固定荷重として，躯体自重を考慮する。

##### b. 地震荷重（ $K_s$ ）

基準地震動  $S_s$  による荷重を考慮する。

##### c. 積雪荷重（ $P_s$ ）

積雪荷重として，30 cm の積雪を考慮する。

d. 風荷重 ( $P_k$ )

風荷重として、風速 30 m/s の風圧力を考慮する。

(3) 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3-1 に、荷重の作用図を図 3-6 に示す。

表 3-1 荷重の組合せ

| 区分  | 荷重の組合せ                |
|-----|-----------------------|
| 地震時 | $G + K_s + P_s + P_k$ |

$G$  : 固定荷重

$K_s$  : 地震荷重

$P_s$  : 積雪荷重

$P_k$  : 風荷重

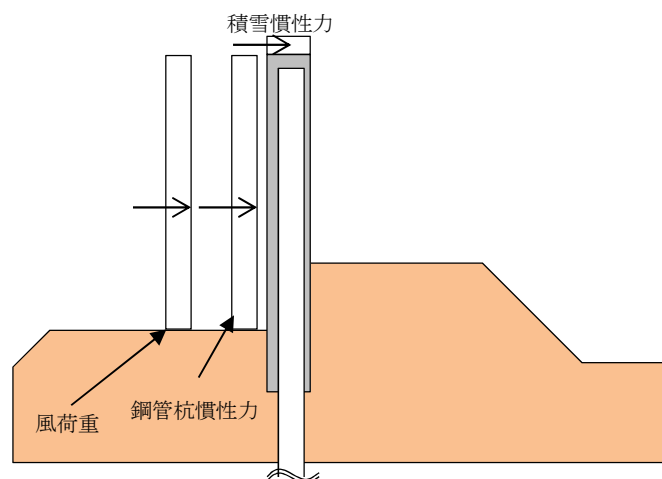


図 3-6 荷重の作用図

### 3.5 許容限界

許容限界は、添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき設定する。

#### (1) 構造部材の健全性に対する許容限界

##### a. 鋼管杭

鋼管杭の許容限界は、「道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成14年3月）」に基づき，表3-2に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は，鋼材の許容応力度に対して1.5倍の割増を考慮する。

表 3-2 鋼管杭の許容限界

| 評価項目           |                          | 許容限界<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
|----------------|--------------------------|------------------------------|
| 鋼管杭<br>(SM570) | 短期許容引張応力度 $\sigma_{sa1}$ | 382.5                        |
|                | 短期許容圧縮応力度 $\sigma_{sa1}$ |                              |
|                | 短期許容せん断応力度 $\tau_{sa1}$  | 217.5                        |

##### b. 鉄筋コンクリート

鉄筋コンクリートの許容限界は、「コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（（社）土木学会，2002年制定）」及び「道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成24年3月）」に基づき，表3-3に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は，鉄筋コンクリートの許容応力度に対して1.5倍の割増を考慮する。

表 3-3 鉄筋コンクリートの許容限界

| 評価項目                                           |                                        | 許容限界<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
|------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|
| コンクリート*1<br>( $f'_{ck}=40$ N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{ca}$              | 21                           |
|                                                | 短期許容せん断応力度 $\tau_{a1}$                 | 0.825*3                      |
| 鉄筋*2<br>(SD490)                                | 短期許容曲げ引張応力度 $\sigma_{sa2}$<br>(軸方向鉄筋)  | 435                          |
|                                                | 短期許容曲げ引張応力度 $\sigma_{sa2}$<br>(せん断補強筋) | 300                          |

注記 \*1：コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（（社）土木学会，2002年制定）

\*2：道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成24年3月）

\*3：斜め引張鉄筋を考慮する場合は，「コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（（社）土木学会，2002年制定）」に基づき，次式により算定する短期許容せん断力（ $V_a$ ）を許容限界とする。

$$V_a = V_{ca} + V_{sa}$$

ここで,

$V_{ca}$  : コンクリートの短期許容せん断力

$$V_{ca} = 1/2 \cdot \tau_{a1} \cdot b_w \cdot j \cdot d$$

$V_{sa}$  : 斜め引張鉄筋の短期許容せん断力

$$V_{sa} = A_w \cdot \sigma_{sa2} \cdot j \cdot d / s$$

$\tau_{a1}$  : 斜め引張鉄筋を考慮しない場合の短期許容せん断応力度

$b_w$  : 有効幅

$j$  :  $1/1.15$

$d$  : 有効高さ

$A_w$  : 斜め引張鉄筋断面積

$\sigma_{sa2}$  : 鉄筋の短期許容引張応力度

$s$  : 斜め引張鉄筋間隔

斜め引張鉄筋を配置する部材のせん断力に対する許容限界を, 表 3-4 に示す。

表 3-4 斜め引張鉄筋を配置する部材のせん断力に対する許容限界

| 位置  | 断面形状        |             |             |             | せん断補強筋 |               |               | 許容せん断力                     |                        | 短期許容<br>せん断力 $V_a$<br>(= $V_{ca}+V_{sa}$ )<br>(kN) |
|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|--------|---------------|---------------|----------------------------|------------------------|----------------------------------------------------|
|     | 部材幅<br>(mm) | 部材高<br>(mm) | かぶり<br>(mm) | 有効高<br>(mm) | 径      | $S_b$<br>(mm) | $S_s$<br>(mm) | コンクリート<br>$V_{ca}$<br>(kN) | 鉄筋<br>$V_{sa}$<br>(kN) |                                                    |
| 梁壁部 | 1000        | 700         | 150         | 550         | D22    | 300           | 200           | 197.3                      | 925.5                  | 1122                                               |

## c. 地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体

地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体の許容限界は、「道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会、平成14年3月）」を考慮し、せん断強度に基づき設定する。

表 3-5 地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体のせん断応力の許容限界

| 評価項目                      | 許容限界                                 |
|---------------------------|--------------------------------------|
| 地盤高さの嵩上げ部（改良体）<br>及び表層改良体 | 許容せん断応力 $q_u/2 = 750 \text{ kN/m}^2$ |

## d. シートパイル

シートパイルの許容限界は、「港湾の施設の技術上の基準・同解説（（社）日本港湾協会、平成元年2月版）」の許容応力度に基づき設定する。許容応力度に対して1.5倍の割増を考慮する。

表 3-6 シートパイルの許容限界

| 評価項目              |            | 許容限界 (N/mm <sup>2</sup> ) |
|-------------------|------------|---------------------------|
| シートパイル<br>(SY390) | 短期許容せん断応力度 | 190                       |

## (2) 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

極限支持力は、添付書類「V-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会、平成14年3月）により以下の支持力算定式により設定する。基礎地盤の支持力に対する許容限界を表3-7に示す。

極限支持力算定式（杭基礎〔中掘り工法〕）

$$R_u = q_d A + U \sum L_i f_i$$

$R_u$ ：杭の極限支持力（kN）

$q_d$ ：杭下端における単位面積あたりの極限支持力度（kN/m<sup>2</sup>）：コンクリート打設方式

$$q_d = 3 \cdot q_u$$

$q_u$ ：支持岩盤の一軸圧縮強度（kN/m<sup>2</sup>）

$A$ ：杭下端面積（m<sup>2</sup>）

$U$ ：杭の周長（m）

$L_i$ ：周面摩擦力を考慮する層の層厚（m）

$f_i$ ：周面摩擦力を考慮する層の最大周面摩擦力度（kN/m<sup>2</sup>）

表 3-7 基礎地盤の支持力に対する許容限界（杭下端：押し込み）

| 項目                                           | 算定結果  |       |       |       |       | 備考            |
|----------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|
|                                              | 断面①   | 断面②   | 断面③   | 断面④   | 断面⑤   |               |
| 極限支持力 $R_u$ （kN）                             | —     | —     | —     | —     | —     |               |
| $q_d A$ （kN）                                 | —     | —     | —     | —     | —     |               |
| $U \sum L_i f_i$ （kN）                        | —     | —     | —     | —     | —     |               |
| 杭下端の極限支持力度 $q_d$<br>（kN/m <sup>2</sup> ）     | 5370  | 5406  | 6288  | 6210  | 5778  | $3 \cdot q_u$ |
| 一軸圧縮強度 $q_u$<br>（kN/m <sup>2</sup> ）         | 1790  | 1802  | 2096  | 2070  | 1926  | 非排水せん断強度×2    |
| 非排水せん断強度 $C_{CUU}^*$<br>（kN/m <sup>2</sup> ） | 895   | 901   | 1048  | 1035  | 963   |               |
| 杭下端標高 $Z_{EL.}$ （m）                          | −17.0 | −18.5 | −61.0 | −57.5 | −36.5 |               |
| 杭下端面積 $A$ （m <sup>2</sup> ）                  | —     | —     | —     | —     | —     |               |
| 杭の周長 $U$ （m）                                 | —     | —     | —     | —     | —     |               |
| 周面摩擦力を考慮する層<br>の層厚 $L_i$ （m）                 | —     | —     | —     | —     | —     |               |
| 最大周面摩擦力度 $f_i$<br>（kN/m <sup>2</sup> ）       | —     | —     | —     | —     | —     |               |

注記 \*：非排水せん断強度  $C_{CUU} = (0.837 - 0.00346 \cdot Z) \times 1000$ （kN/m<sup>2</sup>）

(3) 構造物の変形性に対する許容限界

止水ジョイント部材の変形量の許容限界は、メーカー規格、漏水試験及び変形試験により、有意な漏えいが生じないことを確認した変形量とする。表 3-8 に止水ジョイント部材の変形量の許容限界を示す。

表 3-8 止水ジョイント部材の変形量の許容限界

| 評価項目                    | 許容限界 |
|-------------------------|------|
| 止水ジョイント部材<br>(シートジョイント) | 2 m  |

### 3.6 解析モデル及び諸元

#### (1) 解析モデル

鋼管杭及び鋼管杭基礎の解析モデルは、添付書類「V-2-2-36 防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）の地震応答計算書」に示した鋼管杭を線形梁要素でモデル化した地震応答解析のモデルを使用する。

上部構造の解析モデルを以下に示す。

解析モデルは、鉄筋コンクリート梁壁をビーム要素でモデル化し、地盤抵抗を表現するため、地盤バネ（集約バネ）を設置する。

2次元梁バネモデルの概要図を図3-7に示す。

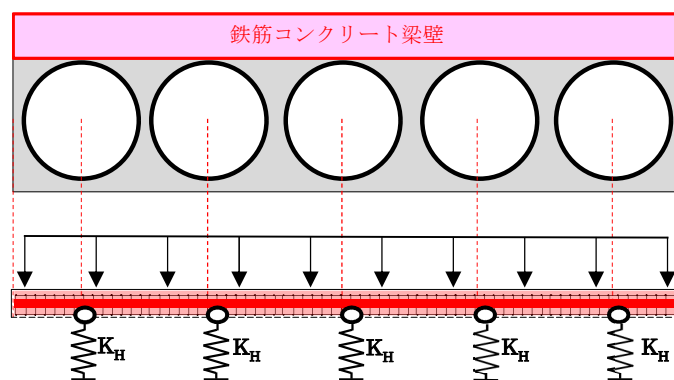


図 3-7 2次元梁バネモデル



(2) 使用材料及び材料の物性値

使用材料を表 3-9 に、材料の物性値を表 3-10 に示す。

表 3-9 使用材料

| 諸元     |                                                                                |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 鉄筋     | SD490                                                                          |
| コンクリート | 設計基準強度 : 40 N/mm <sup>2</sup>                                                  |
| 鋼管杭*   | 敷地前面東側 : φ 2500 mm (SM570) t=25, 35<br>敷地側面北側及び南側 : φ 2000 mm (SM570) t=25, 40 |

注記 \* : 道路橋示方書 ( I 共通編・IV 下部構造編 ) ・同解説 ( ( 社 ) 日本道路協会, 平成 14 年 3 月 ) に従い, 腐食代 1 mm を考慮する。杭の断面計算及び杭の曲げ剛性を算出する際は腐食代の断面積の低減を考慮した。

表 3-10 材料の物性値

| 材料       | 単位体積重量<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | ヤング係数<br>(N/mm <sup>2</sup> )      | ポアソン比             | 減衰定数<br>(%)     |
|----------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------|-----------------|
| 鉄筋コンクリート | 24.5 <sup>*1</sup>             | 3.10×10 <sup>4*</sup> <sup>1</sup> | 0.2 <sup>*1</sup> | —               |
| 鋼管杭      | 77.0 <sup>*1</sup>             | 2.00×10 <sup>5*</sup> <sup>1</sup> | 0.3 <sup>*1</sup> | 3 <sup>*2</sup> |

注記 \*1 : 道路橋示方書 ( I 共通編・IV 下部構造編 ) ・同解説 ( ( 社 ) 日本道路協会, 平成 14 年 3 月 )

\*2 : 道路橋示方書 ( I 共通編・V 耐震設計編 ) ・同解説 ( ( 社 ) 日本道路協会, 平成 14 年 3 月 )

### 3.7 評価方法

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の耐震評価は、添付書類「V-2-2-36 防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）の地震応答計算書」に基づく地震応答解析により算定した照査用応答値が「3.5 許容限界」において設定した許容限界以下であることを確認する。

#### (1) 構造部材の健全性評価

##### a. 鋼管杭

鋼管杭の曲げ軸力に対する照査については、地震応答解析により算定した曲げ応力が許容限界以下であることを確認する。

せん断力に対する照査については、地震応答解析により算定したせん断応力が許容限界以下であることを確認する。

##### (a) 曲げモーメント及び軸力に対する照査

曲げモーメント及び軸力を用いて次式により算定される応力が許容限界以下であることを確認する。

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{Z}$$

ここで、

$\sigma$  : 鋼管杭の曲げモーメント及び軸力より算定される応力 (N/mm<sup>2</sup>)

$M$  : 最大曲げモーメント (N・mm)

$Z$  : 断面係数 (mm<sup>3</sup>)

$N$  : 軸力 (N)

$A$  : 有効断面積 (mm<sup>2</sup>)

##### (b) せん断力に対する照査

せん断力を用いて次式により算定されるせん断応力がせん断強度に基づく許容限界以下であることを確認する。

$$\tau = \kappa \frac{S}{A}$$

ここで、

$\tau$  : 鋼管杭のせん断力より算定されるせん断応力 (N/mm<sup>2</sup>)

$S$  : せん断力 (N)

$A$  : 有効断面積 (mm<sup>2</sup>)

$\kappa$  : せん断応力の分布係数 (2.0)

鋼管杭の健全性評価において最も厳しい照査値となったのは、曲げ軸力照査における最大照査値である。曲げ軸力照査における最大照査値の評価時刻での断面力図を図 3-8 に示す。

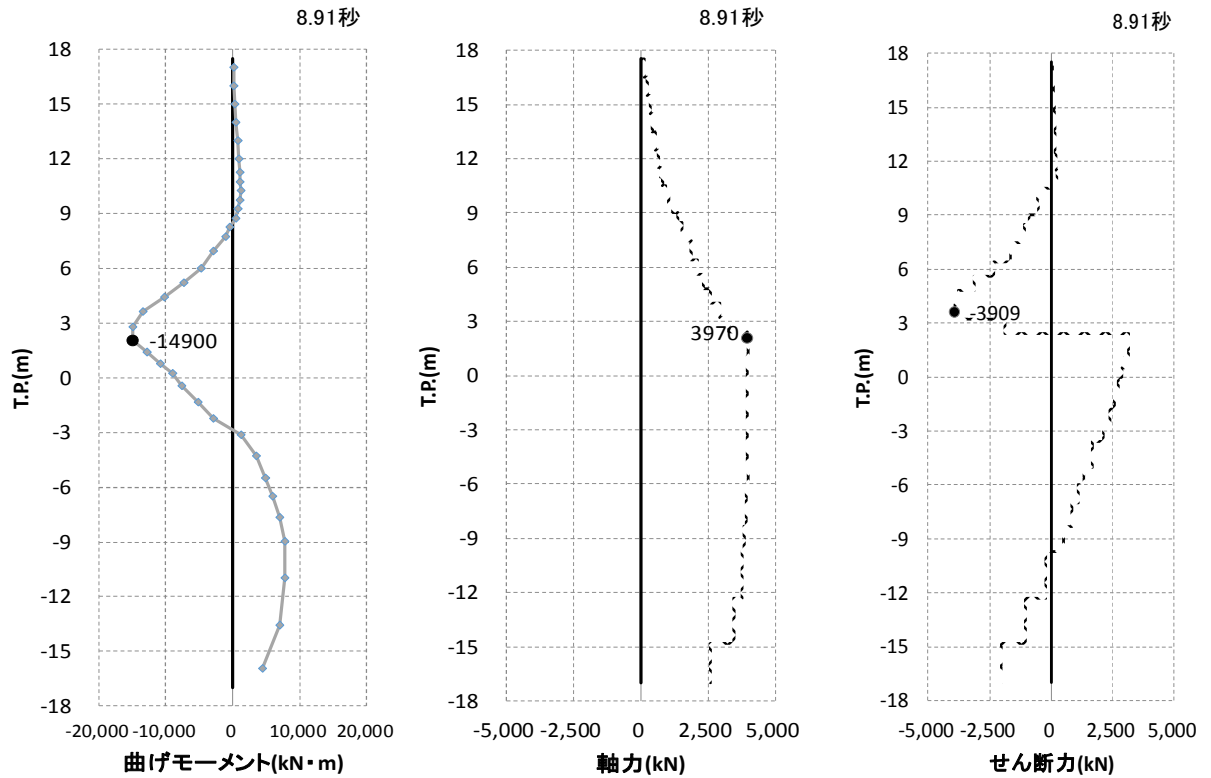


図 3-8 (1) 断面①：照査値が最も厳しくなる時刻の地震時断面力 ( $S_s - 3.1$  [H-, V+], 検討ケース⑥ 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース)

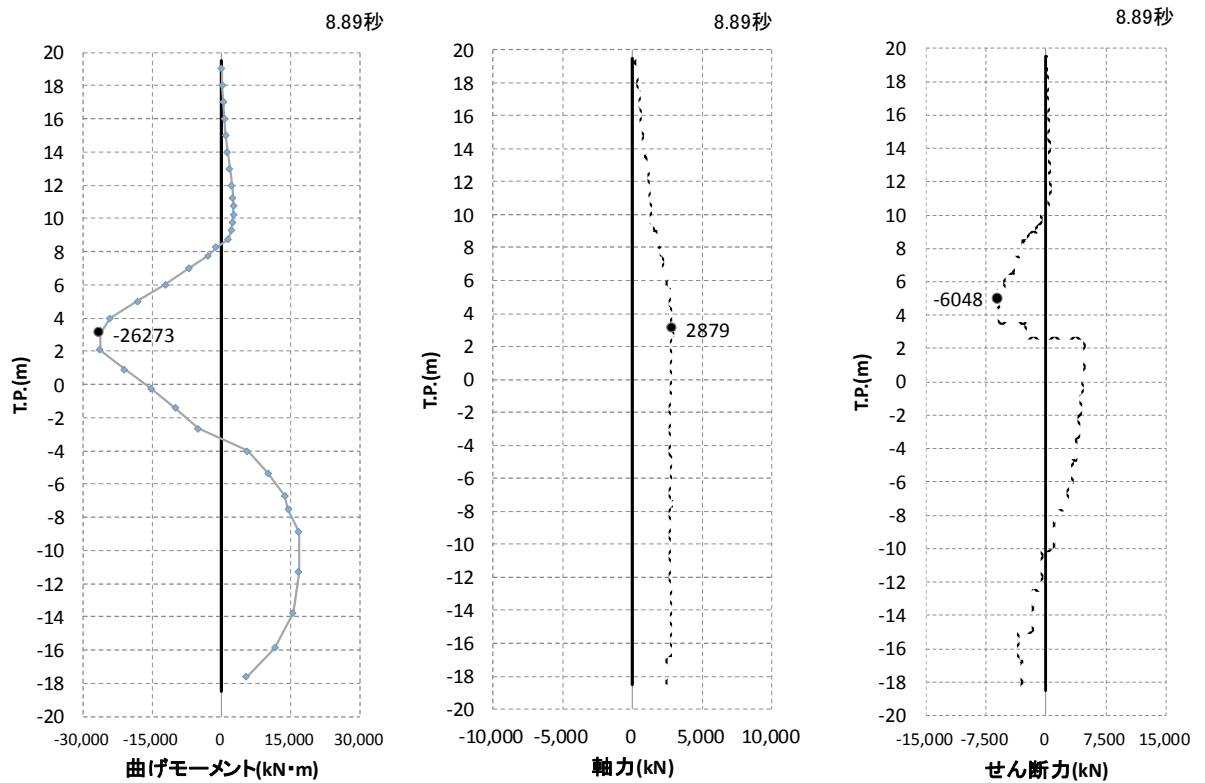


図 3-8 (2) 断面②：照査値が最も厳しくなる時刻の地震時断面力 ( $S_s - 3.1$  [H-, V+], 検討ケース⑥ 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース)

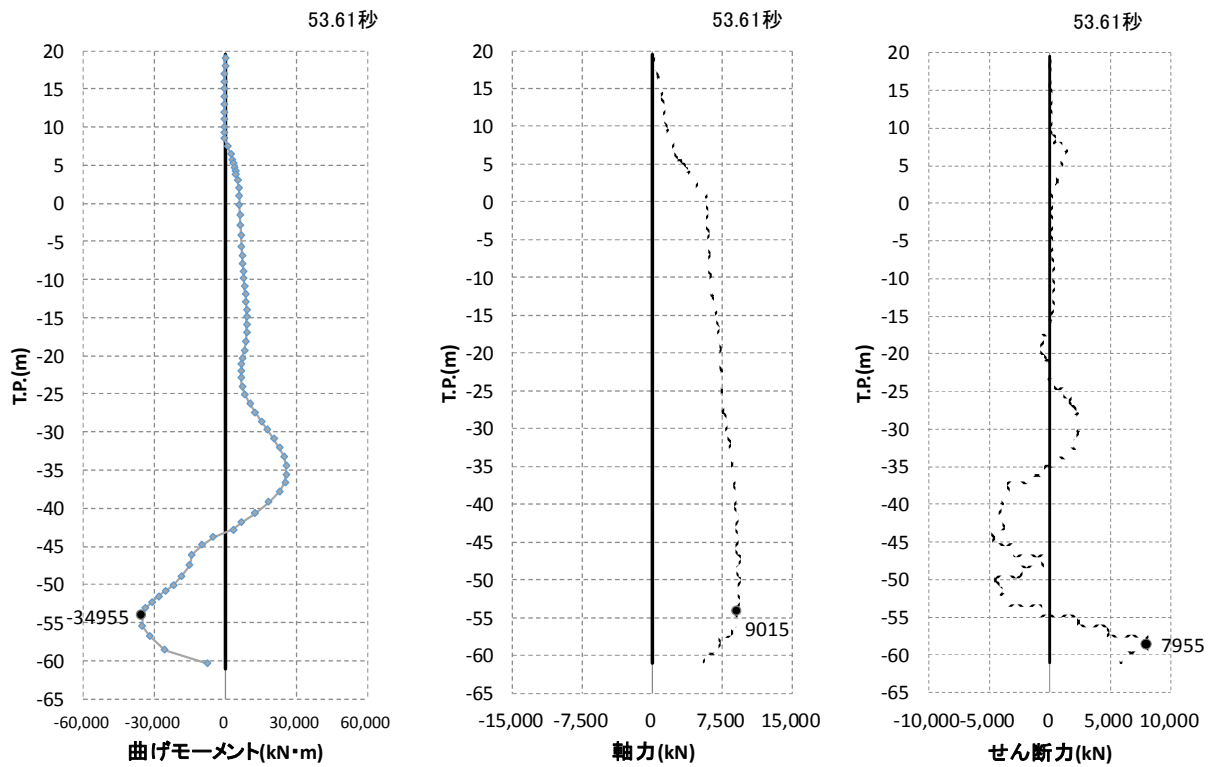


図 3-8 (3) 照査値が最も厳しくなる時刻の地震時断面力：断面③ ( $S_s-D1$  [H+, V+], 検討ケース② 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース)

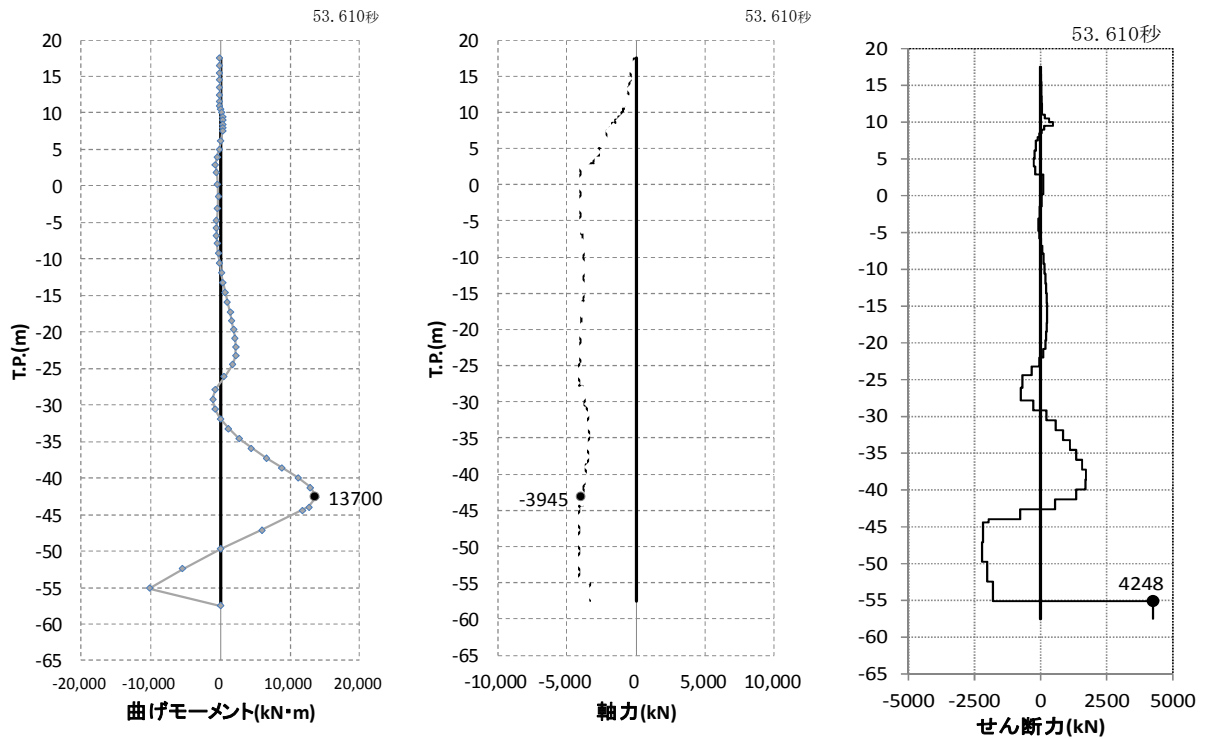


図 3-8 (4) 照査値が最も厳しくなる時刻の地震時断面力：断面④ ( $S_s-D1$  [H+, V+], 検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

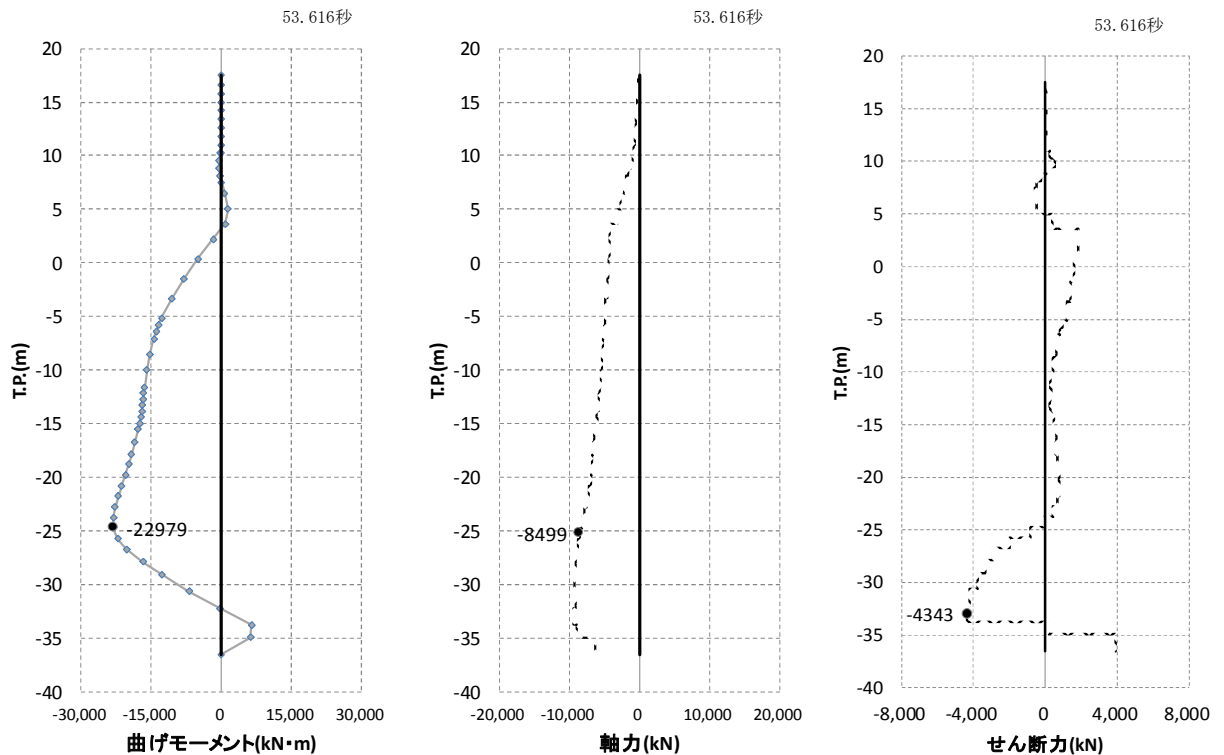


図 3-8 (5) 照査値が最も厳しくなる時刻の地震時断面力：断面⑤（ $S_s$ －D 1 [H+, V-]），  
検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

b. 鉄筋コンクリート

コンクリートの曲げ軸力に対する照査については，2次元梁バネモデルにより算定した曲げ応力が許容限界以下であることを確認する。

鉄筋の曲げ軸力に対する照査については，2次元梁バネモデルにより算定した曲げ応力が許容限界以下であることを確認する。

せん断力に対する照査については，2次元梁バネモデルにより算定したせん断応力が許容限界以下であることを確認する。

c. シートパイル

シートパイルに発生するせん断応力がせん断強度に基づく許容限界以下であることを確認する。

d. 地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体

地震時の有効応力解析による結果より，地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体のせん断応力が改良体の許容限界以下であることを確認する。

(2) 基礎地盤の支持性能評価

基礎地盤の支持性能評価においては，基礎地盤に生じる接地圧が極限支持力に基づく許容限界以下であることを確認する。

(3) 構造物の変形性評価

地震応答解析で求められる止水ジョイント部材の変形量が許容限界以下であることを確認する。

#### 4. 耐震評価結果

##### 4.1 構造部材の健全性に対する評価結果

###### (1) 鋼管杭の評価結果

###### a. 曲げ軸力に対する照査

断面計算に用いた断面諸元を表 4-1 に、曲げ軸力に対する照査結果を表 4-2～表 4-6 に示す。鋼管杭に対して許容応力度法による照査を行った結果、鋼管杭に発生する曲げ応力が短期許容応力度以下であることを確認した。なお、発生応力度は各地震動において最大となる値を示している。

表 4-1 鋼管杭 (SM570) 断面諸元

| 断面 | 板厚<br>(mm) | 断面積<br>( $\text{m}^2$ ) | 断面係数<br>( $\text{m}^3$ ) |
|----|------------|-------------------------|--------------------------|
| ①  | 25         | 0.149                   | 0.07258                  |
| ②  | 25         | 0.187                   | 0.11427                  |
| ③  | 35         | 0.263                   | 0.15995                  |
| ④  | 25         | 0.149                   | 0.07258                  |
| ⑤  | 40         | 0.246                   | 0.11530                  |

表 4-2 曲げ軸力に対する照査結果（断面①）

| 検討<br>ケース | 地震動                 |          | 曲げ<br>モーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ<br>応力<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期<br>許容<br>応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値  |
|-----------|---------------------|----------|-----------------------|------------|----------------------------------|-----------------------------------------|------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 10620                 | 3927       | 173                              | 382.5                                   | 0.46 |
|           |                     | H +, V - | 10653                 | 3397       | 170                              | 382.5                                   | 0.45 |
|           |                     | H -, V + | 11094                 | 2094       | 167                              | 382.5                                   | 0.44 |
|           |                     | H -, V - | 11090                 | 1204       | 161                              | 382.5                                   | 0.43 |
|           | S <sub>s</sub> -1 1 |          | 2959                  | 2628       | 59                               | 382.5                                   | 0.16 |
|           | S <sub>s</sub> -1 2 |          | 7113                  | 3110       | 119                              | 382.5                                   | 0.32 |
|           | S <sub>s</sub> -1 3 |          | 6054                  | 2698       | 102                              | 382.5                                   | 0.27 |
|           | S <sub>s</sub> -1 4 |          | 4714                  | 2727       | 84                               | 382.5                                   | 0.22 |
|           | S <sub>s</sub> -2 1 |          | 11299                 | 1353       | 165                              | 382.5                                   | 0.44 |
|           | S <sub>s</sub> -2 2 |          | 6982                  | 2644       | 114                              | 382.5                                   | 0.30 |
|           | S <sub>s</sub> -3 1 | H +, V + | 13222                 | 1776       | 195                              | 382.5                                   | 0.51 |
|           |                     | H -, V + | 13100                 | 3856       | 207                              | 382.5                                   | 0.55 |
| ②         | S <sub>s</sub> -3 1 | H -, V + | 13559                 | 4257       | 216                              | 382.5                                   | 0.57 |
| ③         |                     |          | 14262                 | 4029       | 224                              | 382.5                                   | 0.59 |
| ④         |                     |          | 11183                 | 3604       | 179                              | 382.5                                   | 0.47 |
| ⑤         |                     |          | 14204                 | 3710       | 221                              | 382.5                                   | 0.58 |
| ⑥         |                     |          | 14900                 | 3970       | 232                              | 382.5                                   | 0.61 |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1σ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース



表 4-3 曲げ軸力に対する照査結果（断面②）

| 検討<br>ケース | 地震動                 |          | 曲げ<br>モーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ<br>応力<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期<br>許容<br>応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値  |
|-----------|---------------------|----------|-----------------------|------------|----------------------------------|-----------------------------------------|------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 19544                 | 2013       | 182                              | 382.5                                   | 0.48 |
|           |                     | H +, V - | 19483                 | 1007       | 176                              | 382.5                                   | 0.47 |
|           |                     | H -, V + | 17928                 | 6764       | 194                              | 382.5                                   | 0.51 |
|           |                     | H -, V - | 18002                 | 6416       | 192                              | 382.5                                   | 0.51 |
|           | S <sub>s</sub> -1 1 |          | 6599                  | 2532       | 72                               | 382.5                                   | 0.19 |
|           | S <sub>s</sub> -1 2 |          | 9312                  | 3055       | 98                               | 382.5                                   | 0.26 |
|           | S <sub>s</sub> -1 3 |          | 9096                  | 3037       | 96                               | 382.5                                   | 0.26 |
|           | S <sub>s</sub> -1 4 |          | 5295                  | 2770       | 62                               | 382.5                                   | 0.17 |
|           | S <sub>s</sub> -2 1 |          | 8878                  | 4656       | 103                              | 382.5                                   | 0.27 |
|           | S <sub>s</sub> -2 2 |          | 12963                 | 1734       | 123                              | 382.5                                   | 0.33 |
|           | S <sub>s</sub> -3 1 | H +, V + | 22343                 | 3236       | 213                              | 382.5                                   | 0.56 |
|           |                     | H -, V + | 23224                 | 4181       | 226                              | 382.5                                   | 0.60 |
| ②         | S <sub>s</sub> -3 1 | H -, V + | 24918                 | 4242       | 241                              | 382.5                                   | 0.64 |
| ③         |                     |          | 25828                 | 3896       | 247                              | 382.5                                   | 0.65 |
| ④         |                     |          | 24816                 | 1391       | 225                              | 382.5                                   | 0.59 |
| ⑤         |                     |          | 24281                 | 2924       | 229                              | 382.5                                   | 0.60 |
| ⑥         |                     |          | 26273                 | 2879       | 246                              | 382.5                                   | 0.65 |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1σ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 4-4 曲げ軸力に対する照査結果（断面③）

| 検討<br>ケース | 地震動                 |          | 曲げ<br>モーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ<br>応力<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期<br>許容<br>応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値  |
|-----------|---------------------|----------|-----------------------|------------|----------------------------------|-----------------------------------------|------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 33773                 | 9729       | 249                              | 382.5                                   | 0.66 |
|           |                     | H +, V - | 33963                 | 9014       | 247                              | 382.5                                   | 0.65 |
|           |                     | H -, V + | 30757                 | 4211       | 209                              | 382.5                                   | 0.55 |
|           |                     | H -, V - | 31189                 | 3960       | 211                              | 382.5                                   | 0.56 |
|           | S <sub>s</sub> -1 1 |          | 7495                  | 7251       | 75                               | 382.5                                   | 0.20 |
|           | S <sub>s</sub> -1 2 |          | 16420                 | 8212       | 134                              | 382.5                                   | 0.36 |
|           | S <sub>s</sub> -1 3 |          | 15986                 | 8223       | 132                              | 382.5                                   | 0.35 |
|           | S <sub>s</sub> -1 4 |          | 10500                 | 8139       | 97                               | 382.5                                   | 0.26 |
|           | S <sub>s</sub> -2 1 |          | 8997                  | 8670       | 90                               | 382.5                                   | 0.24 |
|           | S <sub>s</sub> -2 2 |          | 10123                 | 8360       | 96                               | 382.5                                   | 0.26 |
|           | S <sub>s</sub> -3 1 | H +, V + | 18544                 | 6179       | 140                              | 382.5                                   | 0.37 |
|           |                     | H -, V + | 14403                 | 3024       | 102                              | 382.5                                   | 0.27 |
| ②         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 34955                 | 9015       | 253                              | 382.5                                   | 0.67 |
| ③         |                     |          | 27556                 | 9491       | 209                              | 382.5                                   | 0.55 |
| ④         |                     |          | 27379                 | 8619       | 204                              | 382.5                                   | 0.54 |
| ⑤         |                     |          | 15146                 | 5845       | 117                              | 382.5                                   | 0.31 |
| ⑥         |                     |          | 14628                 | 5484       | 113                              | 382.5                                   | 0.30 |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1σ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 4-5 曲げ軸力に対する照査結果（断面④）

| 検討<br>ケース | 地震動                 |          | 曲げ<br>モーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ<br>応力<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期<br>許容<br>応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値  |
|-----------|---------------------|----------|-----------------------|------------|----------------------------------|-----------------------------------------|------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 10090                 | 5058       | 173                              | 382.5                                   | 0.46 |
|           |                     | H +, V - | 10135                 | 4898       | 173                              | 382.5                                   | 0.46 |
|           |                     | H -, V + | 10164                 | 1107       | 148                              | 382.5                                   | 0.39 |
|           |                     | H -, V - | 10124                 | 967        | 146                              | 382.5                                   | 0.39 |
|           | S <sub>s</sub> -1 1 |          | 7259                  | 2825       | 119                              | 382.5                                   | 0.32 |
|           | S <sub>s</sub> -1 2 |          | 8344                  | 4395       | 145                              | 382.5                                   | 0.38 |
|           | S <sub>s</sub> -1 3 |          | 7636                  | 5232       | 141                              | 382.5                                   | 0.37 |
|           | S <sub>s</sub> -1 4 |          | 5351                  | 2796       | 93                               | 382.5                                   | 0.25 |
|           | S <sub>s</sub> -2 1 |          | 5803                  | 3086       | 101                              | 382.5                                   | 0.27 |
|           | S <sub>s</sub> -2 2 |          | 5379                  | 3784       | 100                              | 382.5                                   | 0.27 |
|           | S <sub>s</sub> -3 1 | H +, V + | 6411                  | 3220       | 110                              | 382.5                                   | 0.29 |
|           |                     | H -, V + | 6162                  | 2198       | 100                              | 382.5                                   | 0.27 |
| ②         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 9846                  | 5727       | 175                              | 382.5                                   | 0.46 |
| ③         |                     |          | 9667                  | 4604       | 165                              | 382.5                                   | 0.44 |
| ④         |                     |          | 13700                 | 3945       | 216                              | 382.5                                   | 0.57 |
| ⑤         |                     |          | 6341                  | 2444       | 104                              | 382.5                                   | 0.28 |
| ⑥         |                     |          | 6420                  | 2222       | 104                              | 382.5                                   | 0.28 |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1σ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 4-6 曲げ軸力に対する照査結果（断面⑤）

| 検討<br>ケース | 地震動                 |          | 曲げ<br>モーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ<br>応力<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期<br>許容<br>応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値  |
|-----------|---------------------|----------|-----------------------|------------|----------------------------------|-----------------------------------------|------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 17832                 | 902        | 159                              | 382.5                                   | 0.42 |
|           |                     | H +, V - | 17863                 | 1021       | 160                              | 382.5                                   | 0.42 |
|           |                     | H -, V + | 15310                 | 2908       | 145                              | 382.5                                   | 0.38 |
|           |                     | H -, V - | 15302                 | 2759       | 144                              | 382.5                                   | 0.38 |
|           | S <sub>s</sub> -1 1 |          | 14866                 | 907        | 133                              | 382.5                                   | 0.35 |
|           | S <sub>s</sub> -1 2 |          | 14839                 | 1378       | 135                              | 382.5                                   | 0.36 |
|           | S <sub>s</sub> -1 3 |          | 13358                 | 1310       | 122                              | 382.5                                   | 0.32 |
|           | S <sub>s</sub> -1 4 |          | 7825                  | 625        | 71                               | 382.5                                   | 0.19 |
|           | S <sub>s</sub> -2 1 |          | 10460                 | 735        | 94                               | 382.5                                   | 0.25 |
|           | S <sub>s</sub> -2 2 |          | 11928                 | 276        | 105                              | 382.5                                   | 0.28 |
|           | S <sub>s</sub> -3 1 | H +, V + | 13344                 | 366        | 118                              | 382.5                                   | 0.31 |
|           |                     | H -, V + | 13041                 | 1089       | 118                              | 382.5                                   | 0.31 |
| ②         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V - | 16462                 | 1302       | 149                              | 382.5                                   | 0.39 |
| ③         |                     |          | 17967                 | 677        | 159                              | 382.5                                   | 0.42 |
| ④         |                     |          | 22979                 | 8499       | 234                              | 382.5                                   | 0.62 |
| ⑤         |                     |          | 14226                 | 898        | 128                              | 382.5                                   | 0.34 |
| ⑥         |                     |          | 13804                 | 810        | 124                              | 382.5                                   | 0.33 |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1σ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

## b. せん断力に対する照査

断面計算に用いた断面諸元は前出の表 4-1 に、せん断力に対する照査結果を表 4-7～表 4-11 に示す。

鋼管杭に対して許容応力度法による照査を行った結果、鋼管杭に発生するせん断応力が短期許容応力度以下であることを確認した。なお、発生応力は各地震動において最大となる値を示している。

表 4-7 せん断力に対する照査結果（断面①）

| 検討<br>ケース | 地震動                 |          | せん断力<br>(kN) | せん断<br>応力<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期<br>許容<br>応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値  |
|-----------|---------------------|----------|--------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 2922         | 40                                | 217.5                                   | 0.19 |
|           |                     | H +, V - | 2950         | 40                                | 217.5                                   | 0.19 |
|           |                     | H -, V + | 2974         | 40                                | 217.5                                   | 0.19 |
|           |                     | H -, V - | 2982         | 41                                | 217.5                                   | 0.19 |
|           | S <sub>s</sub> -1 1 |          | 1038         | 14                                | 217.5                                   | 0.07 |
|           | S <sub>s</sub> -1 2 |          | 1684         | 23                                | 217.5                                   | 0.11 |
|           | S <sub>s</sub> -1 3 |          | 1512         | 21                                | 217.5                                   | 0.10 |
|           | S <sub>s</sub> -1 4 |          | 1229         | 17                                | 217.5                                   | 0.08 |
|           | S <sub>s</sub> -2 1 |          | 3089         | 42                                | 217.5                                   | 0.20 |
|           | S <sub>s</sub> -2 2 |          | 2513         | 34                                | 217.5                                   | 0.16 |
|           | S <sub>s</sub> -3 1 | H +, V + | 3082         | 42                                | 217.5                                   | 0.20 |
|           |                     | H -, V + | 2997         | 41                                | 217.5                                   | 0.19 |
| ②         | S <sub>s</sub> -3 1 | H -, V + | 3665         | 50                                | 217.5                                   | 0.23 |
| ③         |                     |          | 3426         | 46                                | 217.5                                   | 0.22 |
| ④         |                     |          | 3274         | 44                                | 217.5                                   | 0.21 |
| ⑤         |                     |          | 3255         | 44                                | 217.5                                   | 0.21 |
| ⑥         |                     |          | 3931         | 53                                | 217.5                                   | 0.25 |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 4-8 セン断力に対する照査結果（断面②）

| 検討<br>ケース | 地震動                 |          | せん断力<br>(kN) | せん断<br>応力<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期<br>許容<br>応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値  |
|-----------|---------------------|----------|--------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 4657         | 50                                | 217.5                                   | 0.23 |
|           |                     | H +, V - | 4491         | 49                                | 217.5                                   | 0.23 |
|           |                     | H -, V + | 5074         | 55                                | 217.5                                   | 0.26 |
|           |                     | H -, V - | 5056         | 55                                | 217.5                                   | 0.26 |
|           | S <sub>s</sub> -1 1 |          | 1754         | 19                                | 217.5                                   | 0.09 |
|           | S <sub>s</sub> -1 2 |          | 2522         | 27                                | 217.5                                   | 0.13 |
|           | S <sub>s</sub> -1 3 |          | 2434         | 27                                | 217.5                                   | 0.13 |
|           | S <sub>s</sub> -1 4 |          | 1327         | 15                                | 217.5                                   | 0.07 |
|           | S <sub>s</sub> -2 1 |          | 2632         | 29                                | 217.5                                   | 0.14 |
|           | S <sub>s</sub> -2 2 |          | 3662         | 40                                | 217.5                                   | 0.19 |
|           | S <sub>s</sub> -3 1 | H +, V + | 5169         | 56                                | 217.5                                   | 0.26 |
|           |                     | H -, V + | 5298         | 57                                | 217.5                                   | 0.27 |
| ②         | S <sub>s</sub> -3 1 | H -, V + | 5880         | 63                                | 217.5                                   | 0.29 |
| ③         |                     |          | 5956         | 64                                | 217.5                                   | 0.30 |
| ④         |                     |          | 7541         | 81                                | 217.5                                   | 0.38 |
| ⑤         |                     |          | 5410         | 58                                | 217.5                                   | 0.27 |
| ⑥         |                     |          | 6057         | 65                                | 217.5                                   | 0.30 |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 4-9 セン断力に対する照査結果（断面③）

| 検討<br>ケース | 地震動                 |          | せん断力<br>(kN) | せん断<br>応力<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期<br>許容<br>応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値  |
|-----------|---------------------|----------|--------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 7490         | 57                                | 217.5                                   | 0.27 |
|           |                     | H +, V - | 7487         | 57                                | 217.5                                   | 0.27 |
|           |                     | H -, V + | 6717         | 52                                | 217.5                                   | 0.24 |
|           |                     | H -, V - | 6821         | 52                                | 217.5                                   | 0.24 |
|           | S <sub>s</sub> -1 1 |          | 2260         | 18                                | 217.5                                   | 0.09 |
|           | S <sub>s</sub> -1 2 |          | 2814         | 22                                | 217.5                                   | 0.11 |
|           | S <sub>s</sub> -1 3 |          | 2805         | 22                                | 217.5                                   | 0.11 |
|           | S <sub>s</sub> -1 4 |          | 1839         | 14                                | 217.5                                   | 0.07 |
|           | S <sub>s</sub> -2 1 |          | 2637         | 21                                | 217.5                                   | 0.10 |
|           | S <sub>s</sub> -2 2 |          | 2361         | 18                                | 217.5                                   | 0.09 |
|           | S <sub>s</sub> -3 1 | H +, V + | 4368         | 34                                | 217.5                                   | 0.16 |
|           |                     | H -, V + | 3920         | 30                                | 217.5                                   | 0.14 |
| ②         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 7996         | 61                                | 217.5                                   | 0.29 |
| ③         |                     |          | 5711         | 44                                | 217.5                                   | 0.21 |
| ④         |                     |          | 9265         | 71                                | 217.5                                   | 0.33 |
| ⑤         |                     |          | 3782         | 29                                | 217.5                                   | 0.14 |
| ⑥         |                     |          | 4428         | 34                                | 217.5                                   | 0.16 |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 4-10 せん断力に対する照査結果（断面④）

| 検討<br>ケース | 地震動                 |          | せん断力<br>(kN) | せん断<br>応力<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期<br>許容<br>応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値  |
|-----------|---------------------|----------|--------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 2591         | 35                                | 217.5                                   | 0.17 |
|           |                     | H +, V - | 2587         | 35                                | 217.5                                   | 0.17 |
|           |                     | H -, V + | 2615         | 36                                | 217.5                                   | 0.17 |
|           |                     | H -, V - | 2626         | 36                                | 217.5                                   | 0.17 |
|           | S <sub>s</sub> -1 1 |          | 2239         | 31                                | 217.5                                   | 0.15 |
|           | S <sub>s</sub> -1 2 |          | 2526         | 34                                | 217.5                                   | 0.16 |
|           | S <sub>s</sub> -1 3 |          | 2458         | 33                                | 217.5                                   | 0.16 |
|           | S <sub>s</sub> -1 4 |          | 1781         | 24                                | 217.5                                   | 0.12 |
|           | S <sub>s</sub> -2 1 |          | 1486         | 20                                | 217.5                                   | 0.10 |
|           | S <sub>s</sub> -2 2 |          | 1787         | 24                                | 217.5                                   | 0.12 |
|           | S <sub>s</sub> -3 1 | H +, V + | 1635         | 22                                | 217.5                                   | 0.11 |
|           |                     | H -, V + | 1617         | 22                                | 217.5                                   | 0.11 |
| ②         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 2660         | 36                                | 217.5                                   | 0.17 |
| ③         |                     |          | 2458         | 33                                | 217.5                                   | 0.16 |
| ④         |                     |          | 4254         | 58                                | 217.5                                   | 0.27 |
| ⑤         |                     |          | 1576         | 22                                | 217.5                                   | 0.11 |
| ⑥         |                     |          | 1673         | 23                                | 217.5                                   | 0.11 |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース



表 4-11 せん断力に対する照査結果（断面⑤）

| 検討<br>ケース | 地震動                 |          | せん断力<br>(kN) | せん断<br>応力<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期<br>許容<br>応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値  |
|-----------|---------------------|----------|--------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 4267         | 35                                | 217.5                                   | 0.17 |
|           |                     | H +, V - | 4286         | 35                                | 217.5                                   | 0.17 |
|           |                     | H -, V + | 3515         | 29                                | 217.5                                   | 0.14 |
|           |                     | H -, V - | 3543         | 29                                | 217.5                                   | 0.14 |
|           | S <sub>s</sub> -1 1 |          | 3566         | 29                                | 217.5                                   | 0.14 |
|           | S <sub>s</sub> -1 2 |          | 3451         | 29                                | 217.5                                   | 0.14 |
|           | S <sub>s</sub> -1 3 |          | 3095         | 26                                | 217.5                                   | 0.12 |
|           | S <sub>s</sub> -1 4 |          | 1798         | 15                                | 217.5                                   | 0.07 |
|           | S <sub>s</sub> -2 1 |          | 2320         | 19                                | 217.5                                   | 0.09 |
|           | S <sub>s</sub> -2 2 |          | 2772         | 23                                | 217.5                                   | 0.11 |
|           | S <sub>s</sub> -3 1 | H +, V + | 3231         | 27                                | 217.5                                   | 0.13 |
|           |                     | H -, V + | 3169         | 26                                | 217.5                                   | 0.12 |
| ②         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V - | 3974         | 33                                | 217.5                                   | 0.16 |
| ③         |                     |          | 4272         | 35                                | 217.5                                   | 0.17 |
| ④         |                     |          | 4392         | 36                                | 217.5                                   | 0.17 |
| ⑤         |                     |          | 3587         | 30                                | 217.5                                   | 0.14 |
| ⑥         |                     |          | 3513         | 29                                | 217.5                                   | 0.14 |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

(2) 鉄筋コンクリートの評価結果

2次元梁バネモデルによる鉄筋コンクリートの照査は以下のケースにおいて実施した。

- (a) 原地盤物性のばらつきを考慮した場合
- (b) 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した場合

2次元梁バネモデルに設定した杭の水平方向バネ定数を表 4-12 に、水平変位を表 4-13 に、水平震度を表 4-14 に示す。杭の位置図を図 4-1 に示す。

表 4-12 杭の水平方向バネ定数 (kN/m)

| 地震時 |     | 杭 1    | 杭 2    | 杭 3   | 杭 4   | 杭 5    |
|-----|-----|--------|--------|-------|-------|--------|
| 断面① | (a) | 112292 | 101940 | 91589 | 96112 | 100635 |
|     | (b) | 83497  | 83497  | 83497 | 83497 | 83497  |
| 断面③ | (a) | 57150  | 53368  | 49585 | 51304 | 53023  |
|     | (b) | 31340  | 31340  | 31340 | 31340 | 31340  |

表 4-13 水平変位 (m)

| 地震時 |     | 杭 1    | 杭 2    | 杭 3    | 杭 4    | 杭 5    |
|-----|-----|--------|--------|--------|--------|--------|
| 断面① | (a) | -0.118 | -0.126 | -0.134 | -0.139 | -0.144 |
|     | (b) | -0.360 | -0.360 | -0.360 | -0.360 | -0.360 |
| 断面③ | (a) | -0.204 | -0.265 | -0.327 | -0.343 | -0.358 |
|     | (b) | -0.313 | -0.313 | -0.313 | -0.313 | -0.313 |

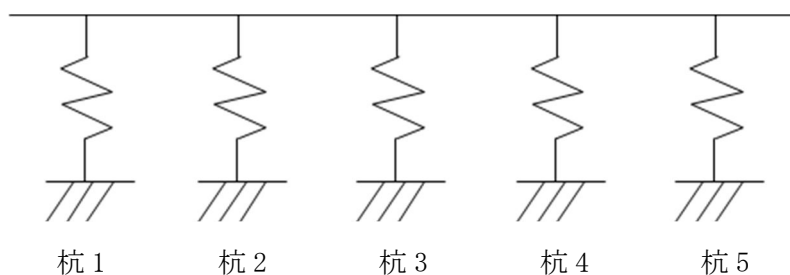


図 4-1 2次元梁バネモデル杭位置図

表 4-14 水平震度

|                                  | (a)  | (b)  |
|----------------------------------|------|------|
| 断面① (S <sub>s</sub> -3 1 H-, V+) | 0.31 | 0.14 |
| 断面③ (S <sub>s</sub> -D 1 H+, V+) | 0.24 | 0.12 |

## a. 曲げ軸力に対する照査

断面計算に用いた断面諸元を表 4-15 に、2次元梁バネモデルによる曲げ軸力に対する照査結果を表 4-16 及び表 4-17 に示す。また、配筋図を図 4-2 に示す。

鉄筋コンクリートに対して許容応力度法による照査を行った結果、コンクリートに発生する曲げ圧縮応力及び鉄筋に発生する曲げ引張応力が短期許容応力度以下であることを確認した。なお、発生応力は各地震動において最大となる値を示している。

表 4-15 鉄筋コンクリート断面諸元

| 断面 | かぶり<br>(m) | 断面有効高さ<br>(m) | 主筋        | 主筋断面積<br>(cm <sup>2</sup> ) |
|----|------------|---------------|-----------|-----------------------------|
| ①  | 0.15       | 0.55          | 6.667-D35 | 63.777                      |
| ③  | 0.15       | 0.55          | 6.667-D35 | 63.777                      |

NT2 補② V -2-2-37 R1

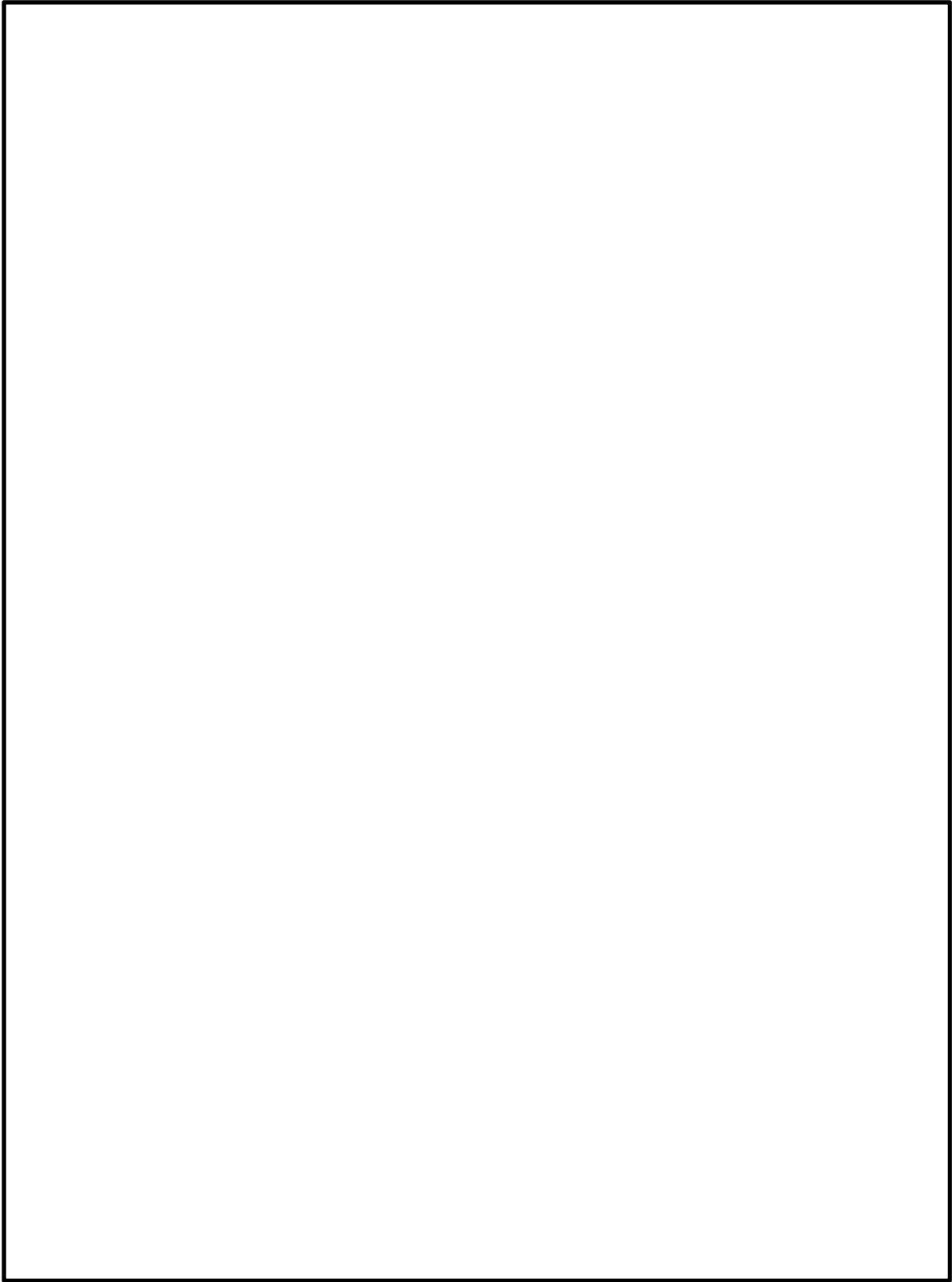


図 4-2 配筋図

表 4-16 曲げ軸力に対する照査結果（断面①：２次元梁バネモデル）

| 解析<br>ケース | 地震動                 |        | 曲げ<br>モーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ<br>圧縮応力<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 曲げ<br>引張応力<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |          | 曲げ<br>圧縮<br>応力<br>照査値 | 曲げ<br>引張<br>応力<br>照査値 |
|-----------|---------------------|--------|-----------------------|------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|
|           |                     |        |                       |            |                                    |                                    | 曲げ<br>圧縮                        | 曲げ<br>引張 |                       |                       |
| (a)       | S <sub>s</sub> -3 1 | H-, V+ | 50                    | 0          | 0.8                                | 17.1                               | 21                              | 435      | 0.04                  | 0.04                  |
| (b)       | S <sub>s</sub> -3 1 | H-, V+ | 5                     | 0          | 0.1                                | 1.7                                | 21                              | 435      | 0.01                  | 0.01                  |

表 4-17 曲げ軸力に対する照査結果（断面③：２次元梁バネモデル）

| 解析<br>ケース | 地震動                 |        | 曲げ<br>モーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ<br>圧縮応力<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 曲げ<br>引張応力<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |          | 曲げ<br>圧縮<br>応力<br>照査値 | 曲げ<br>引張<br>応力<br>照査値 |
|-----------|---------------------|--------|-----------------------|------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|
|           |                     |        |                       |            |                                    |                                    | 曲げ<br>圧縮                        | 曲げ<br>引張 |                       |                       |
| (a)       | S <sub>s</sub> -D 1 | H+, V+ | 302                   | 0          | 4.6                                | 103.0                              | 21                              | 435      | 0.22                  | 0.24                  |
| (b)       | S <sub>s</sub> -D 1 | H+, V+ | 8                     | 0          | 0.1                                | 2.7                                | 21                              | 435      | 0.01                  | 0.01                  |

## b. せん断に対する照査

断面計算に用いた断面諸元は表 4-18 に、2次元梁バネモデルによるせん断に対する照査結果を表 4-19 及び表 4-20 に示す。

鉄筋コンクリートにおける許容応力度法による照査を行った結果、鉄筋コンクリートに発生するせん断力が許容限界以下であることを確認した。なお、発生せん断力は各地震動において最大となる値を示している。

表 4-18 鉄筋コンクリート断面諸元

| 断面 | 斜め引張鉄筋     | 区間 s<br>(m) | 区間 s における<br>斜め引張鉄筋断面積<br>(cm <sup>2</sup> ) |
|----|------------|-------------|----------------------------------------------|
| ①  | 3. 333-D22 | 0. 2        | 12. 902                                      |
| ③  | 3. 333-D22 | 0. 2        | 12. 902                                      |

表 4-19 せん断力に対する照査結果（断面①：2次元梁バネモデル）

| 解析<br>ケース | 地震動                 |        | せん断力<br>(kN) | 許容せん断力<br>(kN) | 照査値   |
|-----------|---------------------|--------|--------------|----------------|-------|
| (a)       | S <sub>s</sub> -3 1 | H-, V+ | 26           | 1122           | 0. 03 |
| (b)       | S <sub>s</sub> -3 1 | H-, V+ | 8            | 1122           | 0. 01 |

表 4-20 せん断力に対する照査結果（断面③：2次元梁バネモデル）

| 解析<br>ケース | 地震動                 |        | せん断力<br>(kN) | 許容せん断力<br>(kN) | 照査値   |
|-----------|---------------------|--------|--------------|----------------|-------|
| (a)       | S <sub>s</sub> -D 1 | H+, V+ | 77           | 1122           | 0. 07 |
| (b)       | S <sub>s</sub> -D 1 | H+, V+ | 10           | 1122           | 0. 01 |

## (3) 地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体に対する評価結果

地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体に対する照査結果を表 4-21～表 4-25 に示す。

地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体に対する照査を行った結果、安全率が 1.2 以上であることを確認した。なお、発生応力は、各地震動において最大となる値を示している。

表 4-21 地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体に対する照査結果（断面①）

| 検討<br>ケース | 地震動                 |          | 最大応力<br>Q (kN/m <sup>2</sup> ) | せん断抵抗力<br>R (kN/m <sup>2</sup> ) | 安全率  |
|-----------|---------------------|----------|--------------------------------|----------------------------------|------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 420                            | 750                              | 1.78 |
|           |                     | H +, V - | 416                            | 750                              | 1.80 |
|           |                     | H -, V + | 392                            | 750                              | 1.91 |
|           |                     | H -, V - | 393                            | 750                              | 1.91 |
|           | S <sub>s</sub> -1 1 |          | 189                            | 750                              | 3.97 |
|           | S <sub>s</sub> -1 2 |          | 316                            | 750                              | 2.37 |
|           | S <sub>s</sub> -1 3 |          | 277                            | 750                              | 2.70 |
|           | S <sub>s</sub> -1 4 |          | 238                            | 750                              | 3.14 |
|           | S <sub>s</sub> -2 1 |          | 402                            | 750                              | 1.86 |
|           | S <sub>s</sub> -2 2 |          | 350                            | 750                              | 2.14 |
|           | S <sub>s</sub> -3 1 | H +, V + | 418                            | 750                              | 1.79 |
|           |                     | H -, V + | 443                            | 750                              | 1.69 |
| ②         | S <sub>s</sub> -3 1 | H -, V + | 509                            | 750                              | 1.47 |
| ③         |                     |          | 488                            | 750                              | 1.53 |
| ④         |                     |          | 368                            | 750                              | 2.03 |
| ⑤         |                     |          | 463                            | 750                              | 1.62 |
| ⑥         |                     |          | 529                            | 750                              | 1.41 |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1σ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 4-22 地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体に対する照査結果（断面②）

| 検討<br>ケース | 地震動                 |          | 最大応力<br>Q (kN/m <sup>2</sup> ) | せん断抵抗力<br>R (kN/m <sup>2</sup> ) | 安全率  |
|-----------|---------------------|----------|--------------------------------|----------------------------------|------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 451                            | 750                              | 1.66 |
|           |                     | H +, V - | 456                            | 750                              | 1.64 |
|           |                     | H -, V + | 467                            | 750                              | 1.60 |
|           |                     | H -, V - | 462                            | 750                              | 1.62 |
|           | S <sub>s</sub> -1 1 |          | 235                            | 750                              | 3.19 |
|           | S <sub>s</sub> -1 2 |          | 313                            | 750                              | 2.39 |
|           | S <sub>s</sub> -1 3 |          | 307                            | 750                              | 2.44 |
|           | S <sub>s</sub> -1 4 |          | 192                            | 750                              | 3.91 |
|           | S <sub>s</sub> -2 1 |          | 325                            | 750                              | 2.30 |
|           | S <sub>s</sub> -2 2 |          | 377                            | 750                              | 1.98 |
|           | S <sub>s</sub> -3 1 | H +, V + | 487                            | 750                              | 1.54 |
|           |                     | H -, V + | 477                            | 750                              | 1.57 |
| ②         | S <sub>s</sub> -3 1 | H -, V + | 548                            | 750                              | 1.36 |
| ③         |                     |          | 527                            | 750                              | 1.42 |
| ④         |                     |          | 477                            | 750                              | 1.57 |
| ⑤         |                     |          | 484                            | 750                              | 1.54 |
| ⑥         |                     |          | 554                            | 750                              | 1.35 |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース



表 4-23 地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体に対する照査結果（断面③）

| 検討<br>ケース | 地震動                 |          | 最大応力<br>Q (kN/m <sup>2</sup> ) | せん断抵抗力<br>R (kN/m <sup>2</sup> ) | 安全率  |
|-----------|---------------------|----------|--------------------------------|----------------------------------|------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 442                            | 750                              | 1.69 |
|           |                     | H +, V - | 443                            | 750                              | 1.69 |
|           |                     | H -, V + | 380                            | 750                              | 1.97 |
|           |                     | H -, V - | 375                            | 750                              | 1.99 |
|           | S <sub>s</sub> -1 1 |          | 264                            | 750                              | 2.84 |
|           | S <sub>s</sub> -1 2 |          | 306                            | 750                              | 2.44 |
|           | S <sub>s</sub> -1 3 |          | 295                            | 750                              | 2.54 |
|           | S <sub>s</sub> -1 4 |          | 280                            | 750                              | 2.68 |
|           | S <sub>s</sub> -2 1 |          | 286                            | 750                              | 2.62 |
|           | S <sub>s</sub> -2 2 |          | 267                            | 750                              | 2.80 |
|           | S <sub>s</sub> -3 1 | H +, V + | 385                            | 750                              | 1.94 |
|           |                     | H -, V + | 375                            | 750                              | 1.99 |
| ②         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 486                            | 750                              | 1.54 |
| ③         |                     |          | 469                            | 750                              | 1.60 |
| ④         |                     |          | 318                            | 750                              | 2.35 |
| ⑤         |                     |          | 364                            | 750                              | 2.05 |
| ⑥         |                     |          | 426                            | 750                              | 1.75 |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 4-24 地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体に対する照査結果（断面④）

| 検討<br>ケース | 地震動                 |          | 最大応力<br>Q (kN/m <sup>2</sup> ) | せん断抵抗力<br>R (kN/m <sup>2</sup> ) | 安全率  |
|-----------|---------------------|----------|--------------------------------|----------------------------------|------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 235                            | 750                              | 3.19 |
|           |                     | H +, V - | 239                            | 750                              | 3.14 |
|           |                     | H -, V + | 231                            | 750                              | 3.25 |
|           |                     | H -, V - | 232                            | 750                              | 3.23 |
|           | S <sub>s</sub> -1 1 |          | 146                            | 750                              | 5.14 |
|           | S <sub>s</sub> -1 2 |          | 155                            | 750                              | 4.84 |
|           | S <sub>s</sub> -1 3 |          | 154                            | 750                              | 4.87 |
|           | S <sub>s</sub> -1 4 |          | 112                            | 750                              | 6.70 |
|           | S <sub>s</sub> -2 1 |          | 245                            | 750                              | 3.06 |
|           | S <sub>s</sub> -2 2 |          | 173                            | 750                              | 4.34 |
|           | S <sub>s</sub> -3 1 | H +, V + | 225                            | 750                              | 3.33 |
|           |                     | H -, V + | 162                            | 750                              | 4.63 |
| ②         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 293                            | 750                              | 2.56 |
| ③         |                     |          | 274                            | 750                              | 2.74 |
| ④         |                     |          | 282                            | 750                              | 2.66 |
| ⑤         |                     |          | 200                            | 750                              | 3.75 |
| ⑥         |                     |          | 237                            | 750                              | 3.16 |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 4-25 地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体に対する照査結果（断面⑤）

| 検討<br>ケース | 地震動                 |          | 最大応力<br>Q (kN/m <sup>2</sup> ) | せん断抵抗力<br>R (kN/m <sup>2</sup> ) | 安全率  |
|-----------|---------------------|----------|--------------------------------|----------------------------------|------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 458                            | 750                              | 1.64 |
|           |                     | H +, V - | 453                            | 750                              | 1.66 |
|           |                     | H -, V + | 447                            | 750                              | 1.68 |
|           |                     | H -, V - | 444                            | 750                              | 1.69 |
|           | S <sub>s</sub> -1 1 |          | 432                            | 750                              | 1.74 |
|           | S <sub>s</sub> -1 2 |          | 461                            | 750                              | 1.63 |
|           | S <sub>s</sub> -1 3 |          | 448                            | 750                              | 1.67 |
|           | S <sub>s</sub> -1 4 |          | 395                            | 750                              | 1.90 |
|           | S <sub>s</sub> -2 1 |          | 383                            | 750                              | 1.96 |
|           | S <sub>s</sub> -2 2 |          | 395                            | 750                              | 1.90 |
|           | S <sub>s</sub> -3 1 | H +, V + | 426                            | 750                              | 1.76 |
|           |                     | H -, V + | 450                            | 750                              | 1.67 |
| ②         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V - | 436                            | 750                              | 1.72 |
| ③         |                     |          | 463                            | 750                              | 1.62 |
| ④         |                     |          | 428                            | 750                              | 1.75 |
| ⑤         |                     |          | 435                            | 750                              | 1.73 |
| ⑥         |                     |          | 416                            | 750                              | 1.81 |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1σ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

(4) シートパイルの評価結果

シートパイルの断面諸元を表 4-26 に、せん断力に対する照査結果を表 4-27～表 4-31 に示す。

シートパイルに対する照査を行った結果、シートパイルに発生するせん断応力が許容限界以下であることを確認した。

表 4-26 シートパイルの断面諸元

| 仕様                              | U 型鋼矢板 III 型        |
|---------------------------------|---------------------|
| 弾性係数 E (kN/m <sup>2</sup> )     | 200×10 <sup>6</sup> |
| 断面積 A (mm <sup>2</sup> /m)      | 19100               |
| 断面二次モーメント I (m <sup>4</sup> /m) | 0.000168            |

表 4-27 せん断力に対する照査結果 (断面①)

| 検討<br>ケース | 地震動                 |        | せん断力<br>(kN) | せん断応力<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値  |
|-----------|---------------------|--------|--------------|-------------------------------|-------------------------------------|------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D 1 | H+, V+ | 28           | 1.47                          | 190                                 | 0.01 |
|           |                     | H+, V- | 28           | 1.47                          | 190                                 | 0.01 |
|           |                     | H-, V+ | 34           | 1.79                          | 190                                 | 0.01 |
|           |                     | H-, V- | 34           | 1.79                          | 190                                 | 0.01 |
|           | S <sub>s</sub> -1 1 |        | 9            | 0.48                          | 190                                 | 0.01 |
|           | S <sub>s</sub> -1 2 |        | 15           | 0.79                          | 190                                 | 0.01 |
|           | S <sub>s</sub> -1 3 |        | 14           | 0.74                          | 190                                 | 0.01 |
|           | S <sub>s</sub> -1 4 |        | 8            | 0.42                          | 190                                 | 0.01 |
|           | S <sub>s</sub> -2 1 |        | 25           | 1.31                          | 190                                 | 0.01 |
|           | S <sub>s</sub> -2 2 |        | 23           | 1.21                          | 190                                 | 0.01 |
|           | S <sub>s</sub> -3 1 | H+, V+ | 25           | 1.31                          | 190                                 | 0.01 |
|           |                     | H-, V+ | 14           | 0.74                          | 190                                 | 0.01 |
| ②         | S <sub>s</sub> -3 1 | H-, V+ | 8            | 0.42                          | 190                                 | 0.01 |
| ③         |                     |        | 12           | 0.63                          | 190                                 | 0.01 |
| ④         |                     |        | 19           | 1.00                          | 190                                 | 0.01 |
| ⑤         |                     |        | 17           | 0.90                          | 190                                 | 0.01 |
| ⑥         |                     |        | 6            | 0.32                          | 190                                 | 0.01 |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 4-28 セン断力に対する照査結果 (断面②)

| 検討<br>ケース | 地震動                 |        | せん断力<br>(kN) | せん断応力<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値  |
|-----------|---------------------|--------|--------------|-------------------------------|-------------------------------------|------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D 1 | H+, V+ | 36           | 1.89                          | 190                                 | 0.01 |
|           |                     | H+, V- | 33           | 1.73                          | 190                                 | 0.01 |
|           |                     | H-, V+ | 28           | 1.47                          | 190                                 | 0.01 |
|           |                     | H-, V- | 30           | 1.58                          | 190                                 | 0.01 |
|           | S <sub>s</sub> -1 1 |        | 8            | 0.42                          | 190                                 | 0.01 |
|           | S <sub>s</sub> -1 2 |        | 9            | 0.48                          | 190                                 | 0.01 |
|           | S <sub>s</sub> -1 3 |        | 11           | 0.58                          | 190                                 | 0.01 |
|           | S <sub>s</sub> -1 4 |        | 6            | 0.32                          | 190                                 | 0.01 |
|           | S <sub>s</sub> -2 1 |        | 17           | 0.90                          | 190                                 | 0.01 |
|           | S <sub>s</sub> -2 2 |        | 17           | 0.90                          | 190                                 | 0.01 |
|           | S <sub>s</sub> -3 1 | H+, V+ | 19           | 1.00                          | 190                                 | 0.01 |
|           |                     | H-, V+ | 44           | 2.31                          | 190                                 | 0.02 |
| ②         | S <sub>s</sub> -3 1 | H-, V+ | 20           | 1.05                          | 190                                 | 0.01 |
| ③         |                     |        | 34           | 1.79                          | 190                                 | 0.01 |
| ④         |                     |        | 28           | 1.47                          | 190                                 | 0.01 |
| ⑤         |                     |        | 42           | 2.20                          | 190                                 | 0.02 |
| ⑥         |                     |        | 20           | 1.05                          | 190                                 | 0.01 |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 4-29 セン断力に対する照査結果（断面③）

| 検討<br>ケース | 地震動                 |        | せん断力<br>(kN) | せん断応力<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値  |
|-----------|---------------------|--------|--------------|-------------------------------|-------------------------------------|------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D 1 | H+, V+ | 68           | 3.57                          | 190                                 | 0.02 |
|           |                     | H+, V- | 64           | 3.36                          | 190                                 | 0.02 |
|           |                     | H-, V+ | 64           | 3.36                          | 190                                 | 0.02 |
|           |                     | H-, V- | 62           | 3.25                          | 190                                 | 0.02 |
|           | S <sub>s</sub> -1 1 |        | 49           | 2.57                          | 190                                 | 0.02 |
|           | S <sub>s</sub> -1 2 |        | 57           | 2.99                          | 190                                 | 0.02 |
|           | S <sub>s</sub> -1 3 |        | 57           | 2.99                          | 190                                 | 0.02 |
|           | S <sub>s</sub> -1 4 |        | 40           | 2.10                          | 190                                 | 0.02 |
|           | S <sub>s</sub> -2 1 |        | 47           | 2.47                          | 190                                 | 0.02 |
|           | S <sub>s</sub> -2 2 |        | 55           | 2.88                          | 190                                 | 0.02 |
|           | S <sub>s</sub> -3 1 | H+, V+ | 38           | 1.99                          | 190                                 | 0.02 |
|           |                     | H-, V+ | 53           | 2.78                          | 190                                 | 0.02 |
| ②         | S <sub>s</sub> -3 1 | H-, V+ | 34           | 1.79                          | 190                                 | 0.01 |
| ③         |                     |        | 49           | 2.57                          | 190                                 | 0.02 |
| ④         |                     |        | 70           | 3.67                          | 190                                 | 0.02 |
| ⑤         |                     |        | 59           | 3.09                          | 190                                 | 0.02 |
| ⑥         |                     |        | 42           | 2.20                          | 190                                 | 0.02 |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 4-30 せん断力に対する照査結果（断面④）

| 検討<br>ケース | 地震動                 |          | せん断力<br>(kN) | せん断応力<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値  |
|-----------|---------------------|----------|--------------|-------------------------------|-------------------------------------|------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 106          | 5.55                          | 190                                 | 0.03 |
|           |                     | H +, V - | 106          | 5.55                          | 190                                 | 0.03 |
|           |                     | H -, V + | 127          | 6.65                          | 190                                 | 0.04 |
|           |                     | H -, V - | 127          | 6.65                          | 190                                 | 0.04 |
|           | S <sub>s</sub> -1 1 |          | 64           | 3.36                          | 190                                 | 0.02 |
|           | S <sub>s</sub> -1 2 |          | 85           | 4.46                          | 190                                 | 0.03 |
|           | S <sub>s</sub> -1 3 |          | 64           | 3.36                          | 190                                 | 0.02 |
|           | S <sub>s</sub> -1 4 |          | 42           | 2.20                          | 190                                 | 0.02 |
|           | S <sub>s</sub> -2 1 |          | 127          | 6.65                          | 190                                 | 0.04 |
|           | S <sub>s</sub> -2 2 |          | 85           | 4.46                          | 190                                 | 0.03 |
|           | S <sub>s</sub> -3 1 | H +, V + | 64           | 3.36                          | 190                                 | 0.02 |
|           |                     | H -, V + | 127          | 6.65                          | 190                                 | 0.04 |
| ②         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 85           | 4.46                          | 190                                 | 0.03 |
| ③         |                     |          | 127          | 6.65                          | 190                                 | 0.04 |
| ④         |                     |          | 149          | 7.81                          | 190                                 | 0.05 |
| ⑤         |                     |          | 127          | 6.65                          | 190                                 | 0.04 |
| ⑥         |                     |          | 106          | 5.55                          | 190                                 | 0.03 |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 4-31 せん断力に対する照査結果（断面⑤）

| 検討<br>ケース | 地震動                 |        | せん断力<br>(kN) | せん断応力<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値  |
|-----------|---------------------|--------|--------------|-------------------------------|-------------------------------------|------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D 1 | H+, V+ | 45           | 2.36                          | 190                                 | 0.02 |
|           |                     | H+, V- | 45           | 2.36                          | 190                                 | 0.02 |
|           |                     | H-, V+ | 41           | 2.15                          | 190                                 | 0.02 |
|           |                     | H-, V- | 40           | 2.10                          | 190                                 | 0.02 |
|           | S <sub>s</sub> -1 1 |        | 27           | 1.42                          | 190                                 | 0.01 |
|           | S <sub>s</sub> -1 2 |        | 44           | 2.31                          | 190                                 | 0.02 |
|           | S <sub>s</sub> -1 3 |        | 47           | 2.47                          | 190                                 | 0.02 |
|           | S <sub>s</sub> -1 4 |        | 23           | 1.21                          | 190                                 | 0.01 |
|           | S <sub>s</sub> -2 1 |        | 31           | 1.63                          | 190                                 | 0.01 |
|           | S <sub>s</sub> -2 2 |        | 31           | 1.63                          | 190                                 | 0.01 |
|           | S <sub>s</sub> -3 1 | H+, V+ | 29           | 1.52                          | 190                                 | 0.01 |
|           |                     | H-, V+ | 27           | 1.42                          | 190                                 | 0.01 |
| ②         | S <sub>s</sub> -D 1 | H+, V- | 36           | 1.89                          | 190                                 | 0.01 |
| ③         |                     |        | 58           | 3.04                          | 190                                 | 0.02 |
| ④         |                     |        | 37           | 1.94                          | 190                                 | 0.02 |
| ⑤         |                     |        | 37           | 1.94                          | 190                                 | 0.02 |
| ⑥         |                     |        | 29           | 1.52                          | 190                                 | 0.01 |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース



#### 4.2 基礎地盤の支持性能に対する評価結果

基礎地盤の支持性能に対する照査結果を表 4-32～表 4-36 に示す。

基礎地盤に生じる最大接地圧が極限支持力度以下であることを確認した。

表 4-32 基礎地盤の支持性能に対する照査結果（断面①）

| 検討<br>ケース | 地震動                 |          | 最大接地圧<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | 極限支持力度<br>(kN/m <sup>2</sup> ) |
|-----------|---------------------|----------|-------------------------------|--------------------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 796                           | 5370                           |
|           |                     | H +, V - | 782                           | 5370                           |
|           |                     | H -, V + | 786                           | 5370                           |
|           |                     | H -, V - | 842                           | 5370                           |
|           | S <sub>s</sub> -1 1 |          | 587                           | 5370                           |
|           | S <sub>s</sub> -1 2 |          | 622                           | 5370                           |
|           | S <sub>s</sub> -1 3 |          | 611                           | 5370                           |
|           | S <sub>s</sub> -1 4 |          | 577                           | 5370                           |
|           | S <sub>s</sub> -2 1 |          | 697                           | 5370                           |
|           | S <sub>s</sub> -2 2 |          | 717                           | 5370                           |
|           | S <sub>s</sub> -3 1 | H +, V + | 578                           | 5370                           |
|           |                     | H -, V + | 594                           | 5370                           |
| ②         | S <sub>s</sub> -3 1 | H -, V + | 605                           | 5370                           |
| ③         |                     |          | 614                           | 5370                           |
| ④         |                     |          | 733                           | 5370                           |
| ⑤         |                     |          | 619                           | 5370                           |
| ⑥         |                     |          | 630                           | 5370                           |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1σ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 4-33 基礎地盤の支持性能に対する照査結果（断面②）

| 検討<br>ケース | 地震動                 |          | 最大接地圧<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | 極限支持力度<br>(kN/m <sup>2</sup> ) |
|-----------|---------------------|----------|-------------------------------|--------------------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 871                           | 5406                           |
|           |                     | H +, V - | 882                           | 5406                           |
|           |                     | H -, V + | 860                           | 5406                           |
|           |                     | H -, V - | 875                           | 5406                           |
|           | S <sub>s</sub> -1 1 |          | 660                           | 5406                           |
|           | S <sub>s</sub> -1 2 |          | 679                           | 5406                           |
|           | S <sub>s</sub> -1 3 |          | 675                           | 5406                           |
|           | S <sub>s</sub> -1 4 |          | 634                           | 5406                           |
|           | S <sub>s</sub> -2 1 |          | 708                           | 5406                           |
|           | S <sub>s</sub> -2 2 |          | 697                           | 5406                           |
|           | S <sub>s</sub> -3 1 | H +, V + | 612                           | 5406                           |
|           |                     | H -, V + | 617                           | 5406                           |
| ②         | S <sub>s</sub> -3 1 | H -, V + | 618                           | 5406                           |
| ③         |                     |          | 604                           | 5406                           |
| ④         |                     |          | 810                           | 5406                           |
| ⑤         |                     |          | 627                           | 5406                           |
| ⑥         |                     |          | 631                           | 5406                           |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1σ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 4-34 基礎地盤の支持性能に対する照査結果（断面③）

| 検討<br>ケース | 地震動                 |          | 最大接地圧<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | 極限支持力度<br>(kN/m <sup>2</sup> ) |
|-----------|---------------------|----------|-------------------------------|--------------------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 1313                          | 6288                           |
|           |                     | H +, V - | 1335                          | 6288                           |
|           |                     | H -, V + | 1386                          | 6288                           |
|           |                     | H -, V - | 1336                          | 6288                           |
|           | S <sub>s</sub> -1 1 |          | 1113                          | 6288                           |
|           | S <sub>s</sub> -1 2 |          | 1214                          | 6288                           |
|           | S <sub>s</sub> -1 3 |          | 1201                          | 6288                           |
|           | S <sub>s</sub> -1 4 |          | 1108                          | 6288                           |
|           | S <sub>s</sub> -2 1 |          | 1210                          | 6288                           |
|           | S <sub>s</sub> -2 2 |          | 1189                          | 6288                           |
|           | S <sub>s</sub> -3 1 | H +, V + | 937                           | 6288                           |
|           |                     | H -, V + | 980                           | 6288                           |
| ②         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 1330                          | 6288                           |
| ③         |                     |          | 1307                          | 6288                           |
| ④         |                     |          | 1498                          | 6288                           |
| ⑤         |                     |          | 1252                          | 6288                           |
| ⑥         |                     |          | 1234                          | 6288                           |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1σ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 4-35 基礎地盤の支持性能に対する照査結果（断面④）

| 検討<br>ケース | 地震動                 |          | 最大接地圧<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | 極限支持力度<br>(kN/m <sup>2</sup> ) |
|-----------|---------------------|----------|-------------------------------|--------------------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 1198                          | 6210                           |
|           |                     | H +, V - | 1246                          | 6210                           |
|           |                     | H -, V + | 1240                          | 6210                           |
|           |                     | H -, V - | 1151                          | 6210                           |
|           | S <sub>s</sub> -1 1 |          | 1119                          | 6210                           |
|           | S <sub>s</sub> -1 2 |          | 1138                          | 6210                           |
|           | S <sub>s</sub> -1 3 |          | 1141                          | 6210                           |
|           | S <sub>s</sub> -1 4 |          | 1103                          | 6210                           |
|           | S <sub>s</sub> -2 1 |          | 1127                          | 6210                           |
|           | S <sub>s</sub> -2 2 |          | 1147                          | 6210                           |
|           | S <sub>s</sub> -3 1 | H +, V + | 936                           | 6210                           |
|           |                     | H -, V + | 959                           | 6210                           |
| ②         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 1196                          | 6210                           |
| ③         |                     |          | 1194                          | 6210                           |
| ④         |                     |          | 1588                          | 6210                           |
| ⑤         |                     |          | 1203                          | 6210                           |
| ⑥         |                     |          | 1203                          | 6210                           |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1σ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 4-36 基礎地盤の支持性能に対する照査結果（断面⑤）

| 検討<br>ケース | 地震動                 |          | 最大接地圧<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | 極限支持力度<br>(kN/m <sup>2</sup> ) |
|-----------|---------------------|----------|-------------------------------|--------------------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V + | 673                           | 5778                           |
|           |                     | H +, V - | 670                           | 5778                           |
|           |                     | H -, V + | 719                           | 5778                           |
|           |                     | H -, V - | 665                           | 5778                           |
|           | S <sub>s</sub> -1 1 |          | 636                           | 5778                           |
|           | S <sub>s</sub> -1 2 |          | 613                           | 5778                           |
|           | S <sub>s</sub> -1 3 |          | 606                           | 5778                           |
|           | S <sub>s</sub> -1 4 |          | 648                           | 5778                           |
|           | S <sub>s</sub> -2 1 |          | 678                           | 5778                           |
|           | S <sub>s</sub> -2 2 |          | 699                           | 5778                           |
|           | S <sub>s</sub> -3 1 | H +, V + | 628                           | 5778                           |
|           |                     | H -, V + | 646                           | 5778                           |
| ②         | S <sub>s</sub> -D 1 | H +, V - | 665                           | 5778                           |
| ③         |                     |          | 628                           | 5778                           |
| ④         |                     |          | 434                           | 5778                           |
| ⑤         |                     |          | 640                           | 5778                           |
| ⑥         |                     |          | 655                           | 5778                           |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1σ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

#### 4.3 構造物の変形性に対する評価結果

地震時の止水ジョイント部の相対変位量を表 4-37 及び表 4-38 に、隅角部の地震時相対変位量の評価位置番号を図 4-3 に示す。

地震時の止水ジョイント部の相対変位量に対する照査を行った結果、止水ジョイント部の相対変位量が許容限界以下であることを確認した。

表 4-37 一般部の地震時相対変位量

|                 | $\delta x$ (m) | $\delta y$ (m) | $\delta z$ (m) | 3 成分合成 (m) | 許容限界(m) |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|------------|---------|
| 一般部<br>地震時相対変位量 | 0.812          | 0.824          | 0.100          | 1.161      | 2.0     |

表 4-38 隅角部の地震時相対変位量

| 位置番号 | 堤内側<br>角度 (°) | $\delta x$<br>(m) | $\delta y$<br>(m) | $\delta z$<br>(m) | 最大合成変位量 (m)<br>$\sqrt{(\delta x^2 + \delta y^2 + \delta z^2)}$ | 許容限界 (m) |
|------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------|----------|
| ①    | 141.5         | 0.980             | 0.482             | 0.100             | 1.097                                                          | 2.0      |
| ②    | 133.9         | 0.984             | 0.419             | 0.100             | 1.074                                                          | 2.0      |
| ③    | 192.7         | 0.711             | 0.903             | 0.100             | 1.154                                                          | 2.0      |
| ④    | 121.0         | 0.968             | 0.548             | 0.100             | 1.117                                                          | 2.0      |
| ⑤    | 133.2         | 0.984             | 0.426             | 0.100             | 1.077                                                          | 2.0      |
| ⑥    | 138.0         | 0.983             | 0.447             | 0.100             | 1.085                                                          | 2.0      |
| ⑦    | 226.5         | 0.425             | 0.990             | 0.100             | 1.082                                                          | 2.0      |
| ⑧    | 90.2          | 0.819             | 0.817             | 0.100             | 1.161                                                          | 2.0      |
| ⑨    | 146.9         | 0.971             | 0.535             | 0.100             | 1.113                                                          | 2.0      |

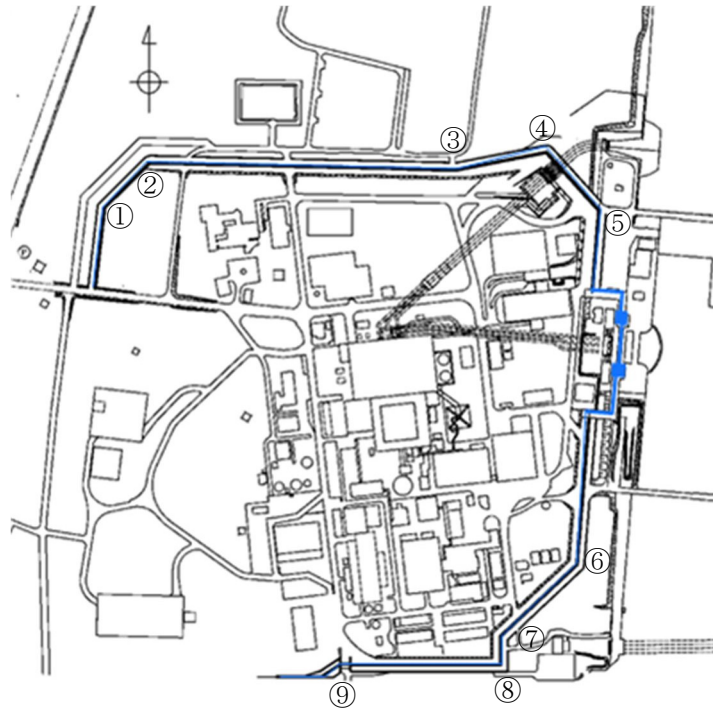


図 4-3 隅角部の地震時相対変位量の評価位置番号