

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-添2-002-35
提出年月日	2023年1月11日

VI-2-2-35 ガスタービン発電機用軽油タンク基礎の  
地震応答計算書

S2 補 VI-2-2-35 R0

2023年1月

中国電力株式会社

## 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 解析方針	5
2.4 適用規格・基準等	7
3. 解析方法	8
3.1 評価対象断面	8
3.2 解析ケースの選定	10
3.3 入力地震動	12
3.4 地震応答解析モデル	53
3.4.1 水平方向	54
3.4.2 鉛直方向	57
3.5 解析方法	60
3.5.1 動的解析	60
3.6 解析条件	61
3.6.1 地盤の回転ばねの復元力特性	61
4. 解析結果	62
4.1 動的解析	62
4.1.1 固有値解析結果	62
4.1.2 地震応答解析結果	62

## 1. 概要

本資料は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づき実施するガスタービン発電機用軽油タンク基礎及び防油堤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、ガスタービン発電機用軽油タンク基礎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。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り構造物に発生する変形、断面力及び基礎地盤に発生する接地圧とする。また、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の抽出を行う。

## 2. 基本方針

### 2.1 位置

ガスタービン発電機用軽油タンク基礎の位置図を図 2-1 に示す。

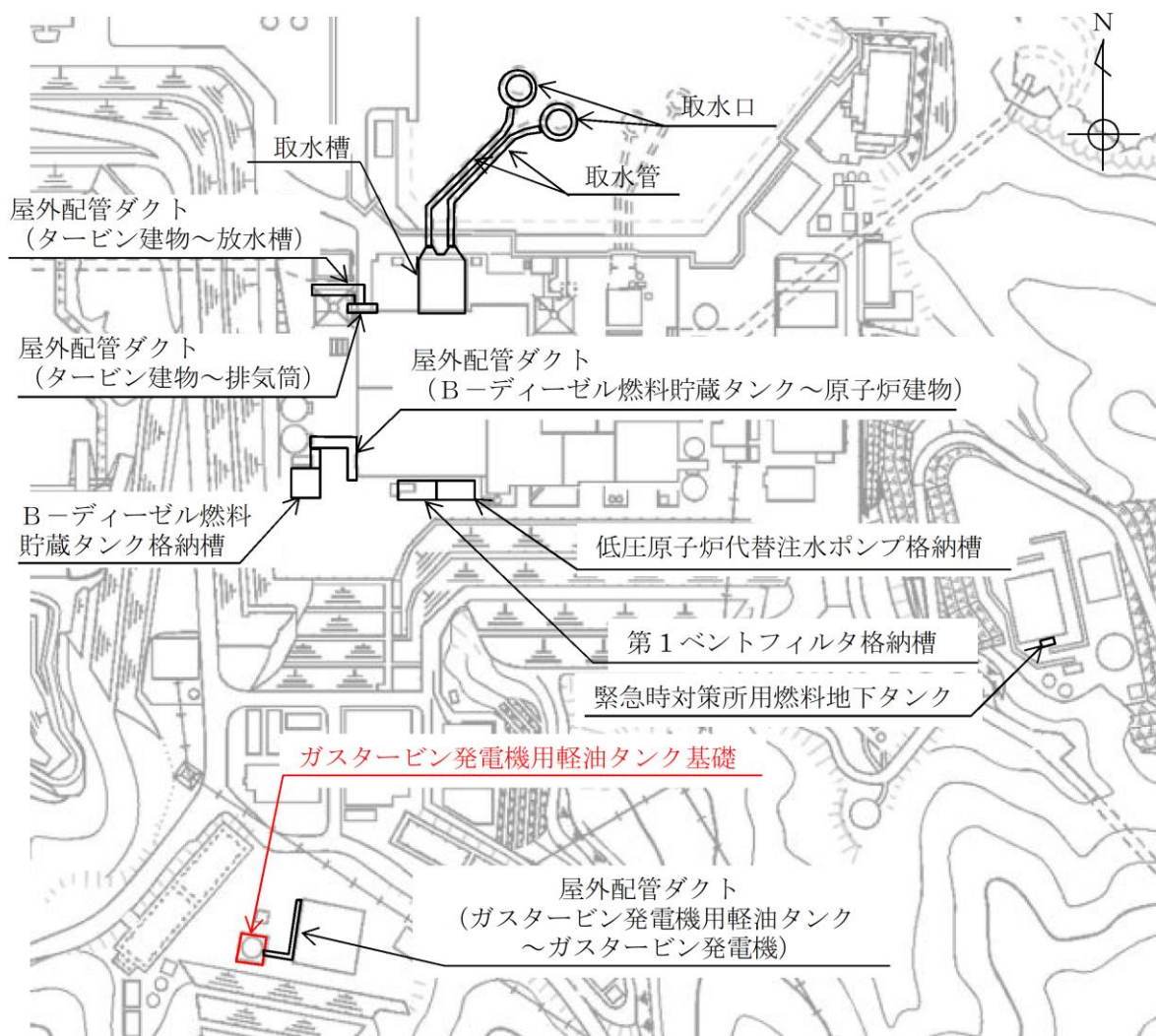


図 2-1 ガスタービン発電機用軽油タンク基礎 位置図

## 2.2 構造概要

ガスタービン発電機用軽油タンク基礎及び防油堤の平面図を図 2-2、断面図を図 2-3 に示す。

ガスタービン発電機用軽油タンク基礎は、内径 9.8m、容量 560m<sup>3</sup> のタンク 1 基を支持する平面寸法 18.0m×18.0m、厚さ 1.4m の鉄筋コンクリート造の構造物であり、マンメイドロック（以下「MMR」という。）を介して十分な支持性能を有する C<sub>M</sub> 級岩盤に支持される。

防油堤は幅 0.3m、高さ 2.5m の鉄筋コンクリート造で、ガスタービン発電機用軽油タンク基礎を取り囲むように設置されている。

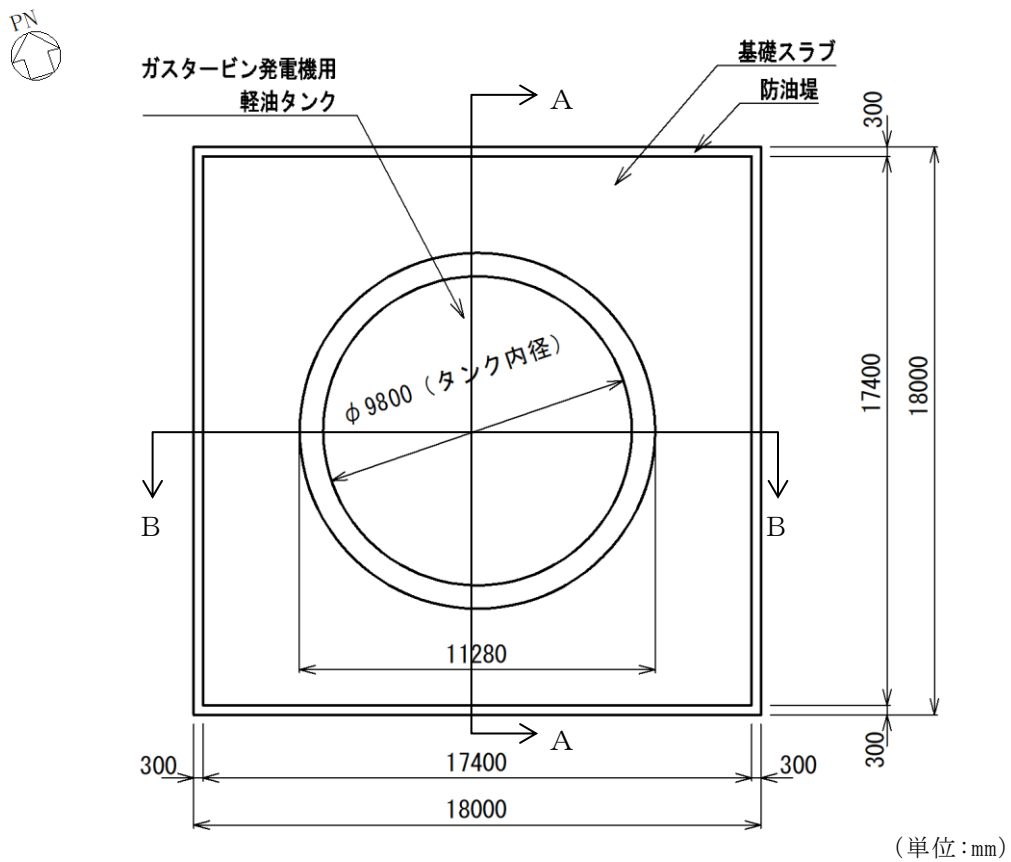


図 2-2 ガスタービン発電機用軽油タンク基礎及び防油堤 平面図

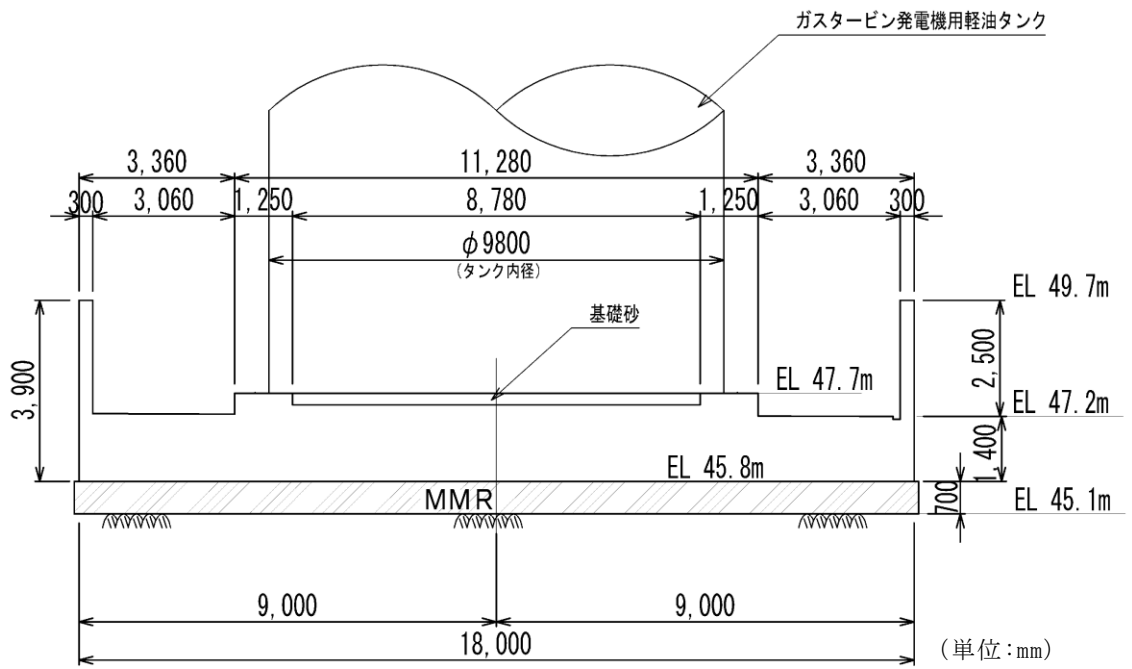


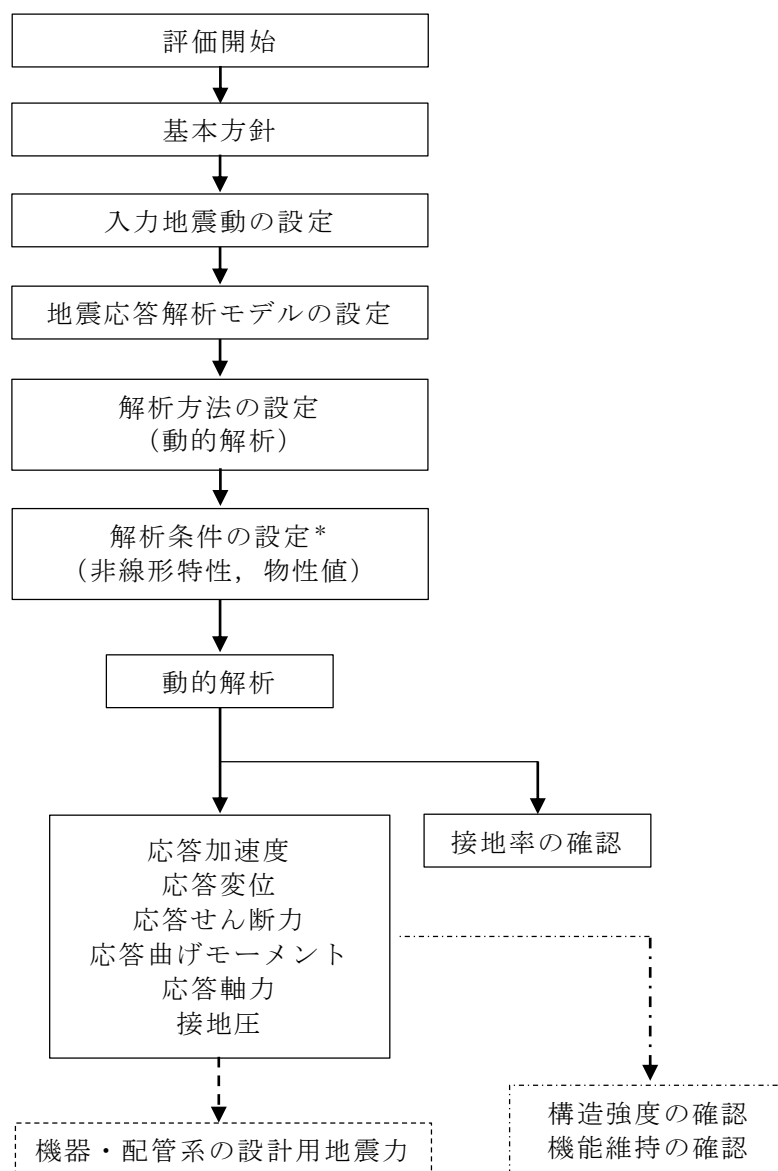
図 2-3 ガスタービン発電機用軽油タンク基礎及び防油堤 断面図

### 2.3 解析方針

ガスタービン発電機用軽油タンク基礎及び防油堤は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づき、基準地震動  $S_s$  に対して地震応答解析を実施する。

図 2-4 にガスタービン発電機用軽油タンク基礎及び防油堤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、「3.3 入力地震動」及び「3.4 地震応答解析モデル」において設定した地震応答解析モデルを用いて実施することとし、「3.5 解析方法」及び「3.6 解析条件」に基づき、「4.1 動的解析」においては、地盤物性のばらつきを考慮し、加速度、変位、断面力及び接地圧等を含む各種応答値を算定する。



注記\* : 地盤物性のばらつきを考慮する。

図 2-4 ガスタービン発電機用軽油タンク基礎及び防油堤 地震応答解析フロー



#### 2.4 適用規格・基準等

ガスタービン発電機用軽油タンク基礎及び防油堤の地震応答解析において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・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)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ( (社) 日本電気協会)

### 3. 解析方法

#### 3.1 評価対象断面

ガスタービン発電機用軽油タンク基礎及び防油堤の評価対象断面位置図を図 3-1 に示す。構造物の耐震設計及び機器・配管系に対する応答加速度抽出における評価対象断面は、図 3-1 において A-A 断面および B-B 断面の 2 断面より選定する。

ガスタービン発電機用軽油タンク基礎の構造は A-A 断面及び B-B 断面で同一であり、地表面付近の岩盤を掘り込んで設置している直接基礎であることを踏まえると、構造物の周辺状況が耐震評価に及ぼす影響は軽微である。また、構造物直下の速度層分布については、いずれの断面も薄い 2 層を介して 3 層が支配的であり、差異は軽微である。

以上を踏まえ、地震応答解析においては同一のモデルにおいて評価が可能であるが、A-A 断面及び B-B 断面の両断面に作用する地震動に対して網羅的に評価を実施する。

評価対象断面図を図 3-2 に示す。

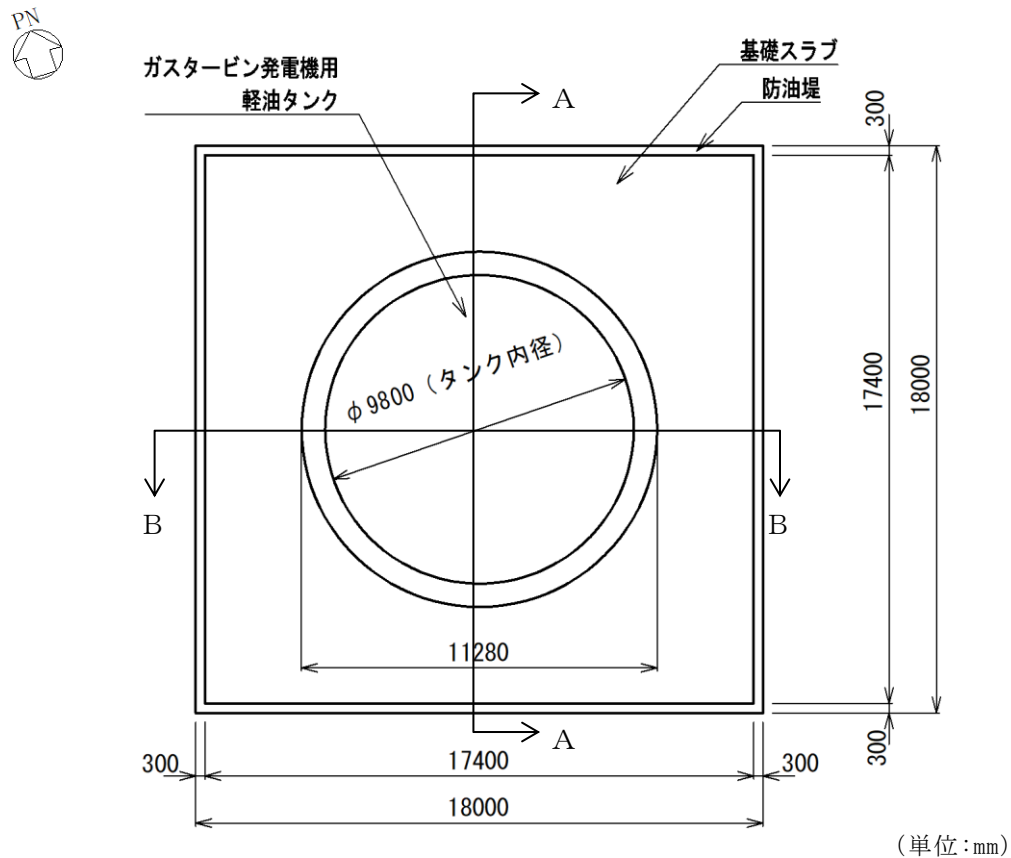
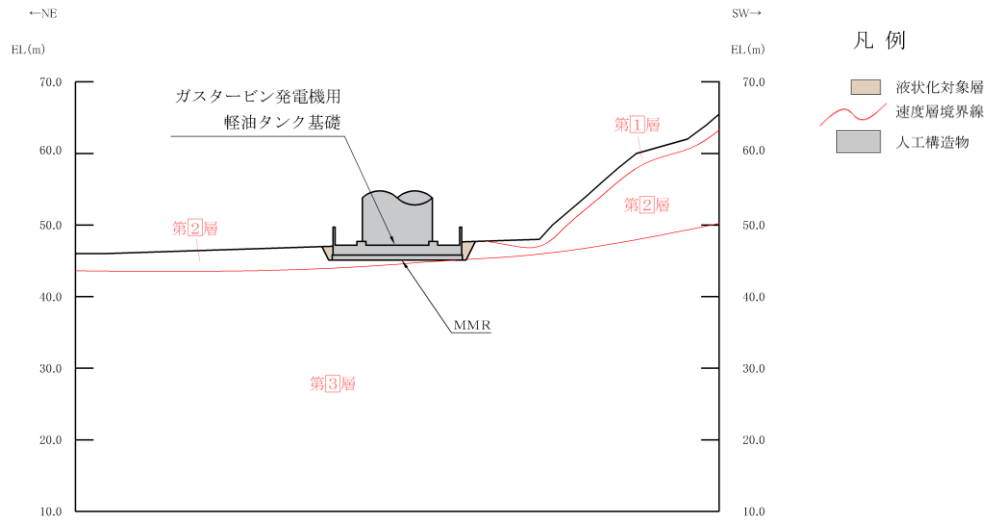
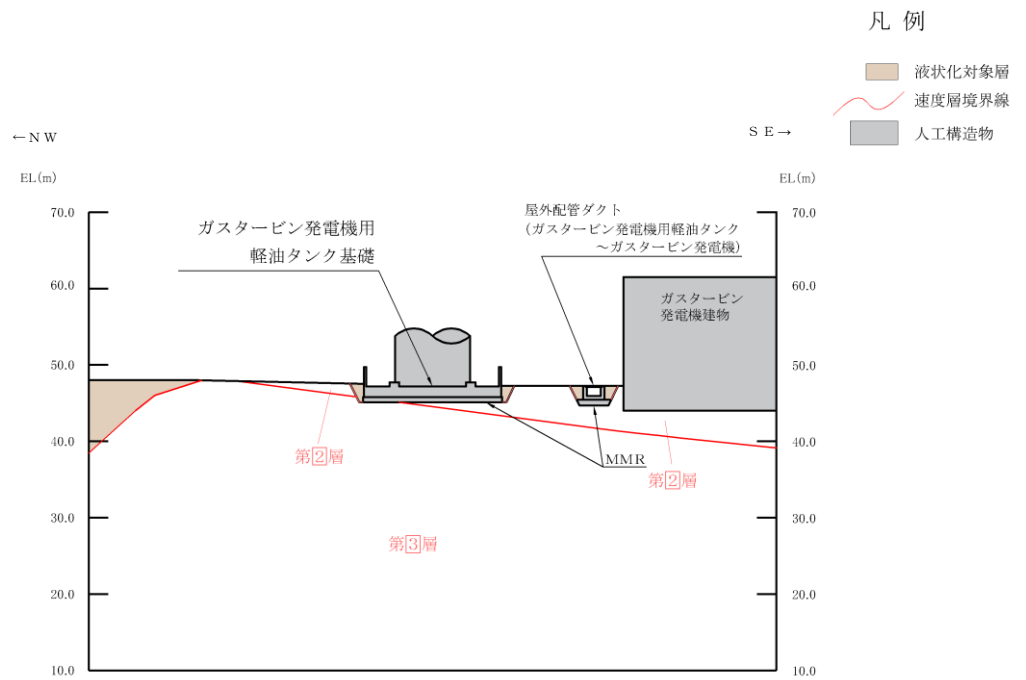


図 3-1 ガスタービン発電機用軽油タンク基礎及び防油堤 評価断面位置図



A-A断面（速度層図）



B-B断面（速度層図）

図 3-2 ガスタービン発電機用軽油タンク基礎及び防油堤 評価対象断面

### 3.2 解析ケースの選定

#### (1) 耐震評価における解析ケース

耐震評価における解析ケースを表 3-1 に示す。耐震評価においては、基準地震動  $S_s$  全波（6波）に  $S_s - F 1$  及び  $S_s - F 2$  の直交方向の成分（2波）を加えた全8波に対し、基本ケース（ケース①）を実施し、「3.7.2 3次元構造解析への入力荷重の時刻選定」に示す観点で選定された地震動に対して、解析ケース（ケース②及び③）を実施する。

表 3-1 耐震評価における解析ケース

解析ケース		ケース①	ケース②	ケース③
		基本ケース	地盤物性のばらつき（+1 $\sigma$ ）を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき（-1 $\sigma$ ）を考慮した解析ケース
地盤物性		平均値	平均値+1 $\sigma$	平均値-1 $\sigma$
地震動 (位相)	$S_s - D$	++	○	
	$S_s - F 1$ (NS)	++	○	基準地震動 $S_s$ 全波（6波）に $S_s - F 1$ 及び $S_s - F 2$ の直交方向の成分（2波）を加えた全8波に対し、基本ケース（ケース①）を実施し、「3.7.2 3次元構造解析への入力荷重の時刻選定」に示す観点で選定された地震動に対して、解析ケース（ケース②及び③）を実施する。
	$S_s - F 1$ (EW)	++	○	
	$S_s - F 2$ (NS)	++	○	
	$S_s - F 2$ (EW)	++	○	
	$S_s - N 1$	++	○	
	$S_s - N 2$ (NS)	++	○	
	$S_s - N 2$ (EW)	++	○	

注1：地震動の位相について、++の左側は水平動，右側は鉛直動を表し、「-」は位相を反転させたケースを示す。

注2： $S_s - F 1$  及び  $S_s - F 2$  については、A-A断面及びB-B断面の両断面を評価するため、それぞれの断面の加振方向の成分として、NS方向及びEW方向の2方向を対象としている。

(2) 機器・配管系に対する応答加速度抽出のための解析ケース

機器・配管系に対する応答加速度抽出においては、床応答への保守的な配慮として解析ケース①に加え、地盤物性のばらつきを考慮した解析ケース②及び③を実施する。機器・配管系の応答加速度抽出における解析ケースを表 3-2 に示す。

表 3-2 機器・配管系の応答加速度抽出のための解析ケース

解析ケース			ケース①	ケース②	ケース③
			基本ケース	地盤物性のばらつき (+1 $\sigma$ ) を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1 $\sigma$ ) を考慮した解析ケース
地盤物性			平均値	平均値 + 1 $\sigma$	平均値 - 1 $\sigma$
地震動 (位相)	S s - D	++	○	○	○
	S s - F 1 (NS)	++	○	○	○
	S s - F 1 (EW)	++	○	○	○
	S s - F 2 (NS)	++	○	○	○
	S s - F 2 (EW)	++	○	○	○
	S s - N 1	++	○	○	○
	S s - N 2 (NS)	++	○	○	○
	S s - N 2 (EW)	++	○	○	○

注 1：地震動の位相について、++の左側は水平動，右側は鉛直動を表す。

注 2：S s - F 1 及び S s - F 2 については、A - A 断面及び B - B 断面の両断面を評価するため、それぞれの断面の加振方向の成分として、NS 方向及び EW 方向の 2 方向を対象としている。

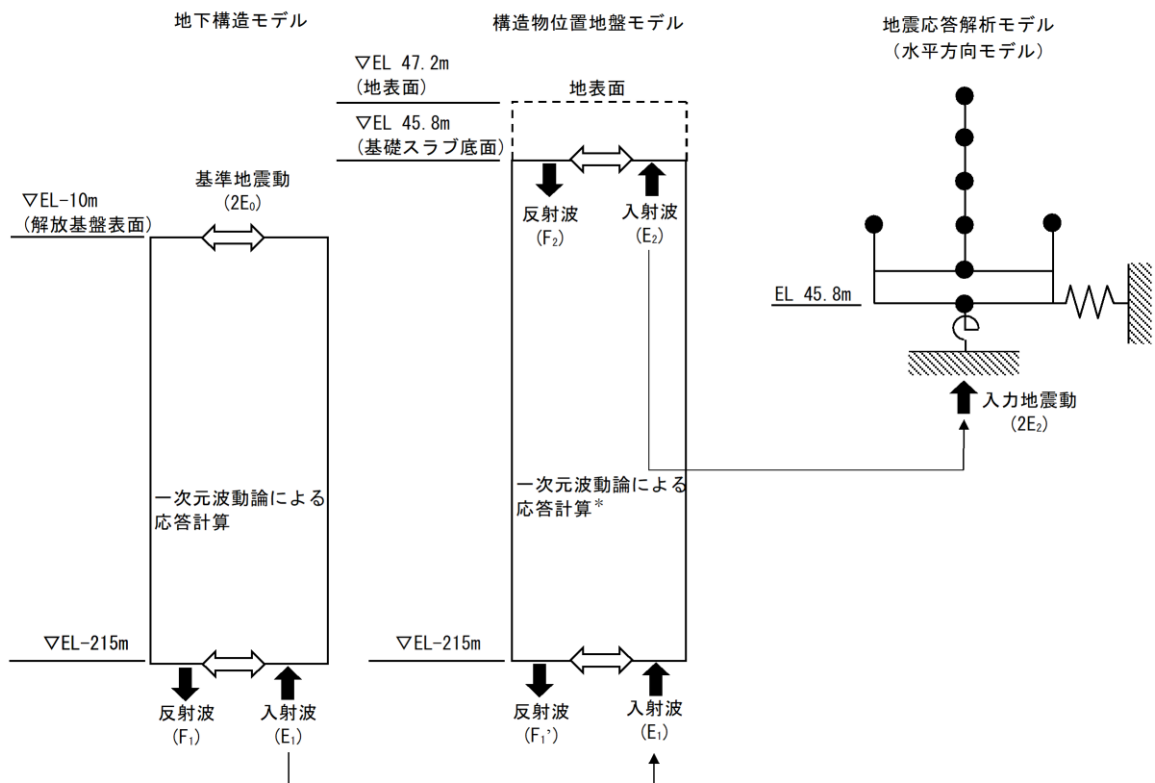
### 3.3 入力地震動

入力地震動は、VI-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  $S_s$  を一次元波動論により地震応答解析モデル下端位置で評価したものをを用いる。なお、入力地震動の設定に用いる地下構造モデルは、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」のうち「7.1 入力地震動の設定に用いる地下構造モデル」を用いる。

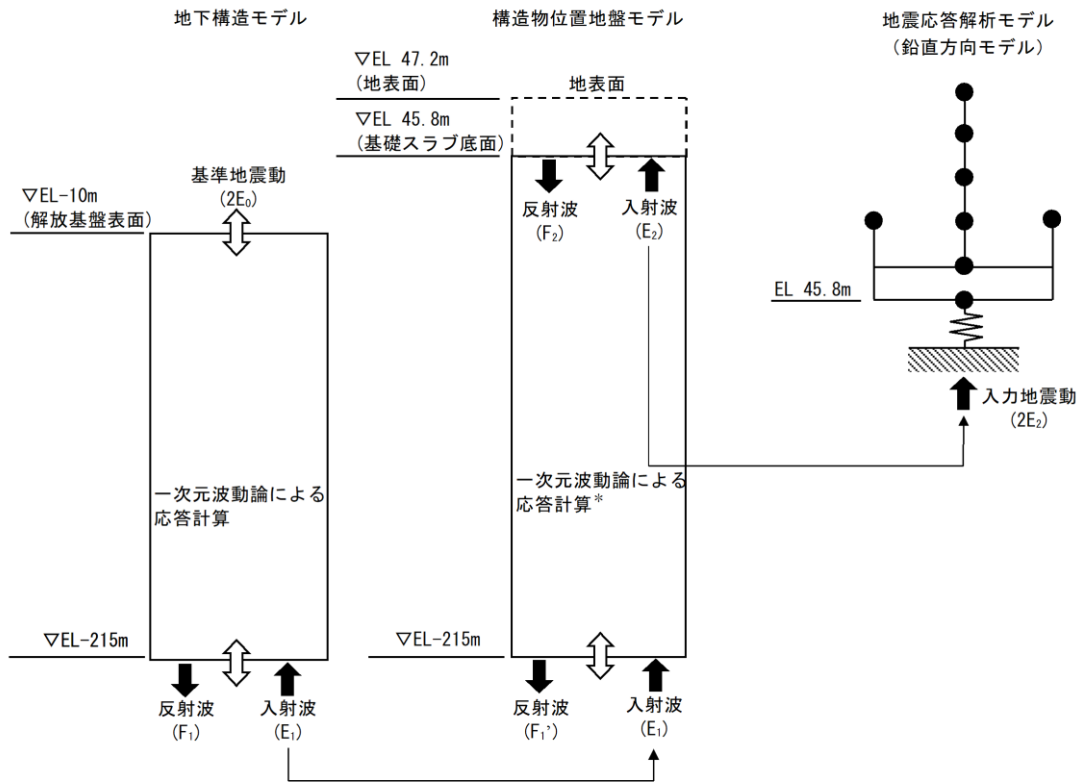
基準地震動  $S_s - F_1$  及び  $S_s - F_2$  に関しては、ガスタービン発電機用軽油タンク基礎の配置に応じて方位を補正した波形を用いる。

図 3-3 及び図 3-4 に入力地震動算定の概念図を、図 3-5～図 3-7 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「SHAKE」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、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



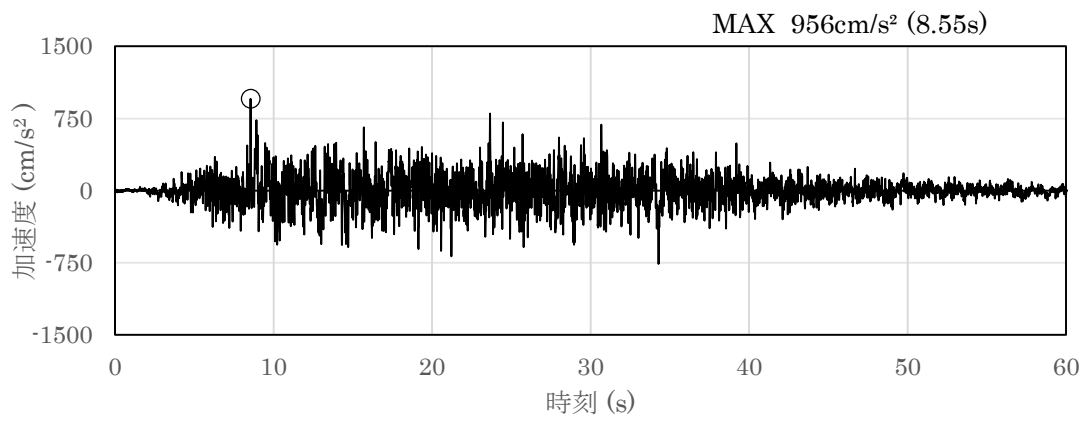
注記\*：地盤物性のばらつきを考慮する。

図 3-3 入力地震動算定の概念図（水平方向）

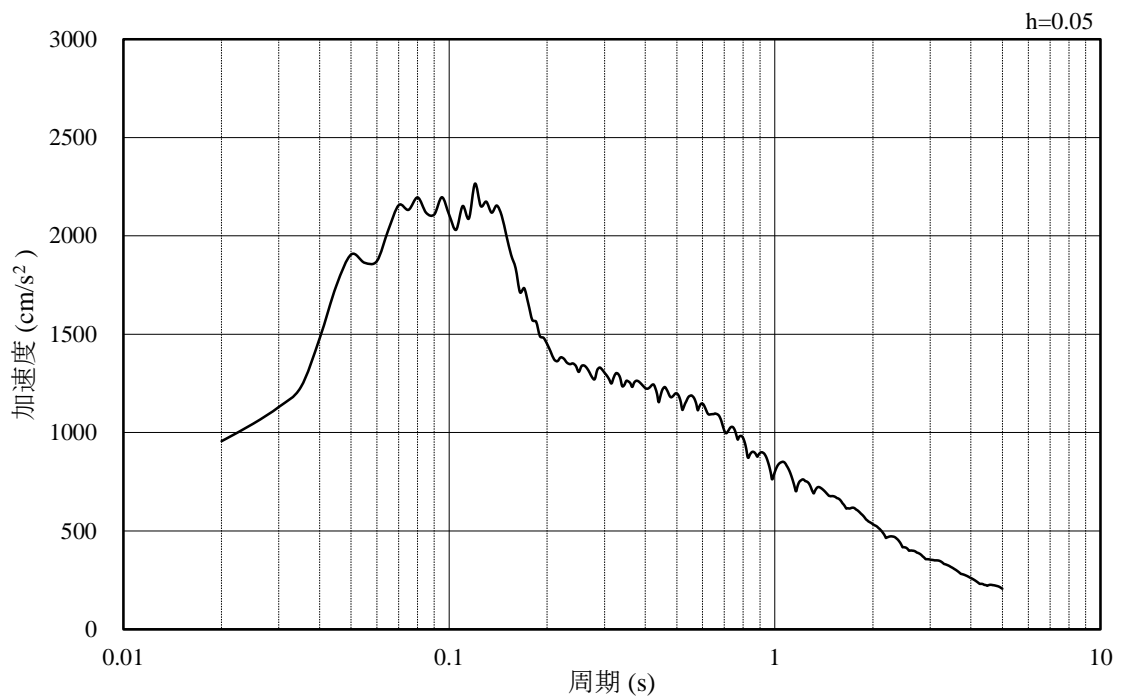


注記\* : 地盤物性のばらつきを考慮する。

図 3-4 入力地震動算定の概念図 (鉛直方向)



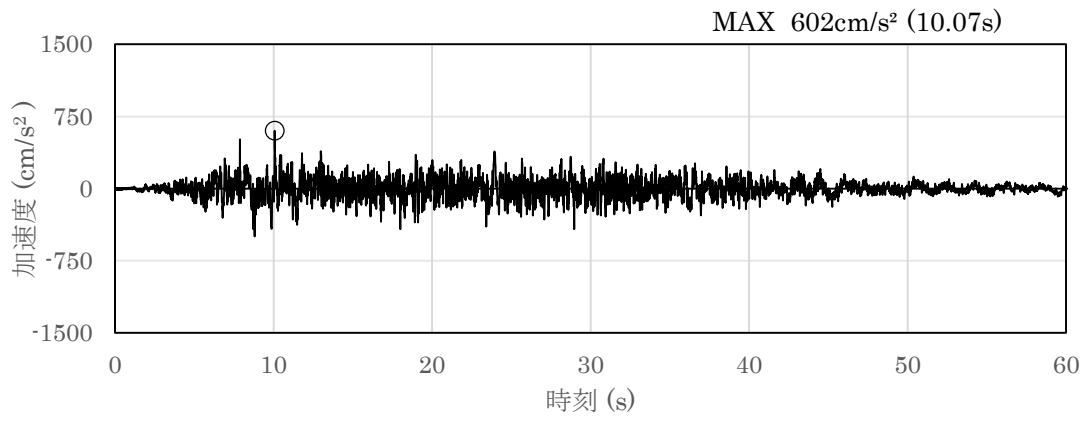
(a) 加速度時刻歴波形



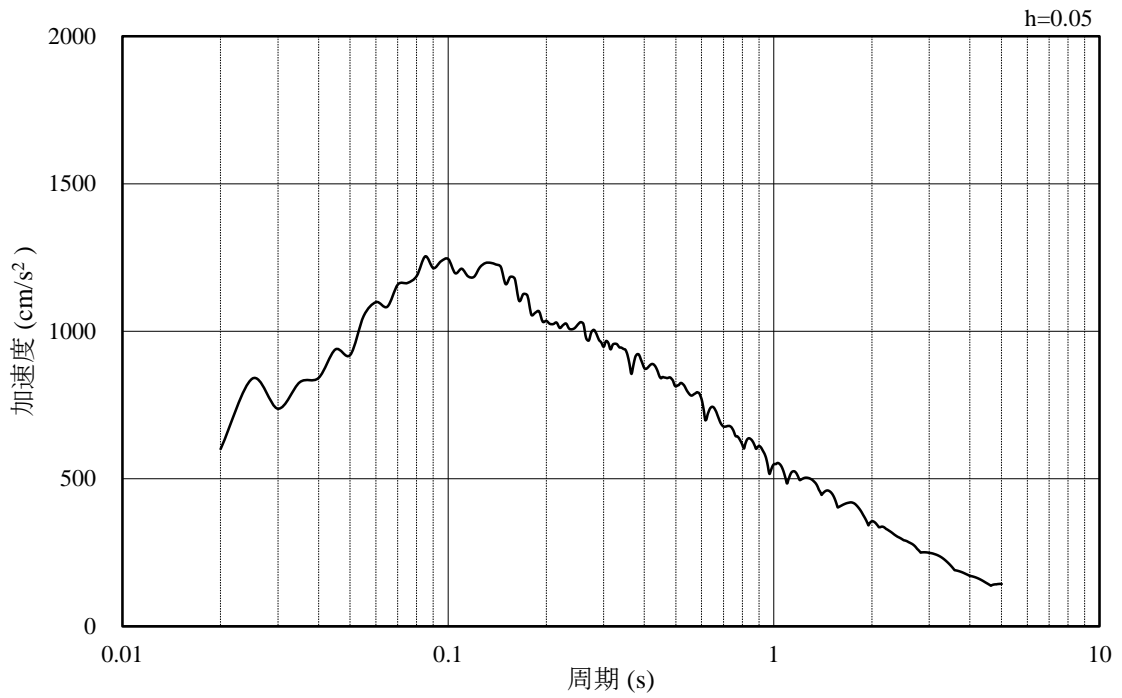
(b) 加速度応答スペクトル

図 3-5 (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 (解析ケース①)  
(S s - D, 水平方向)



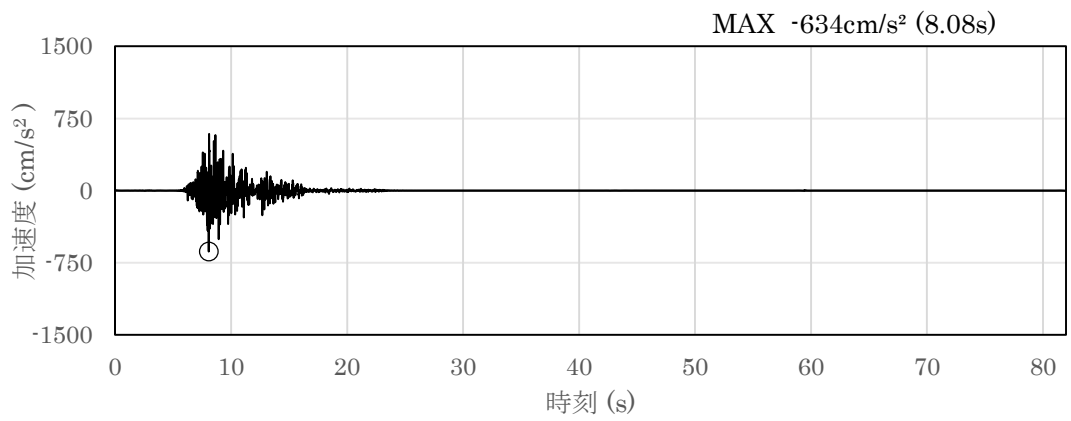


(a) 加速度時刻歴波形

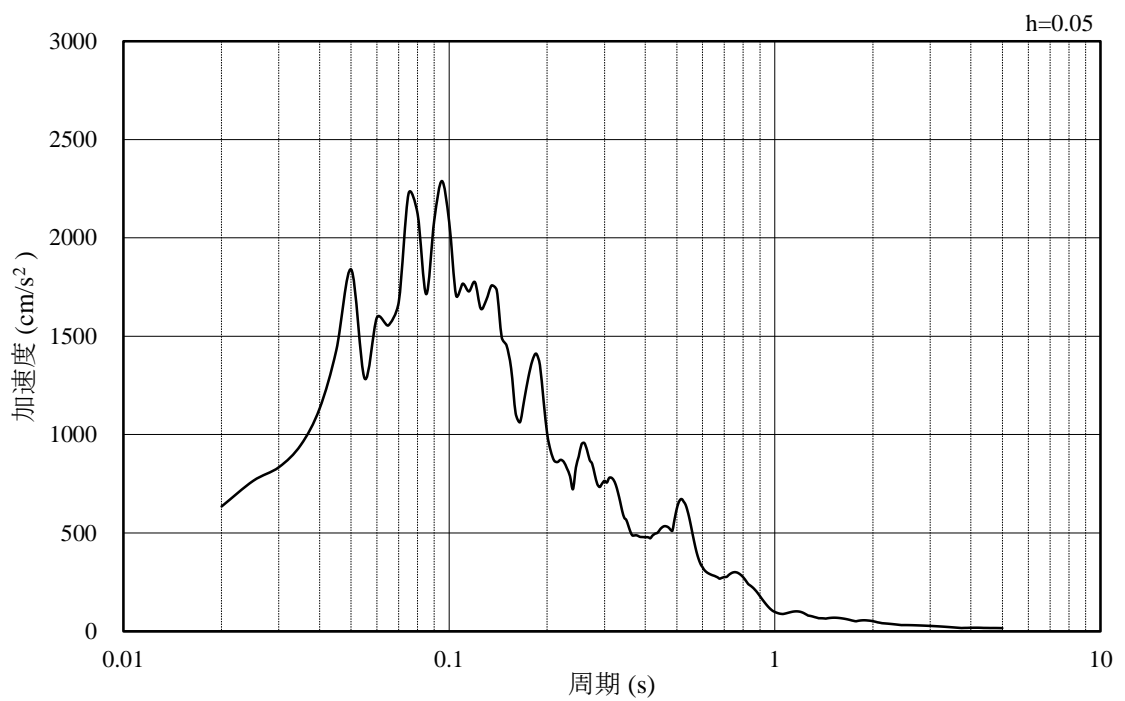


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-5 (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 (解析ケース①)  
(S s - D, 鉛直方向)

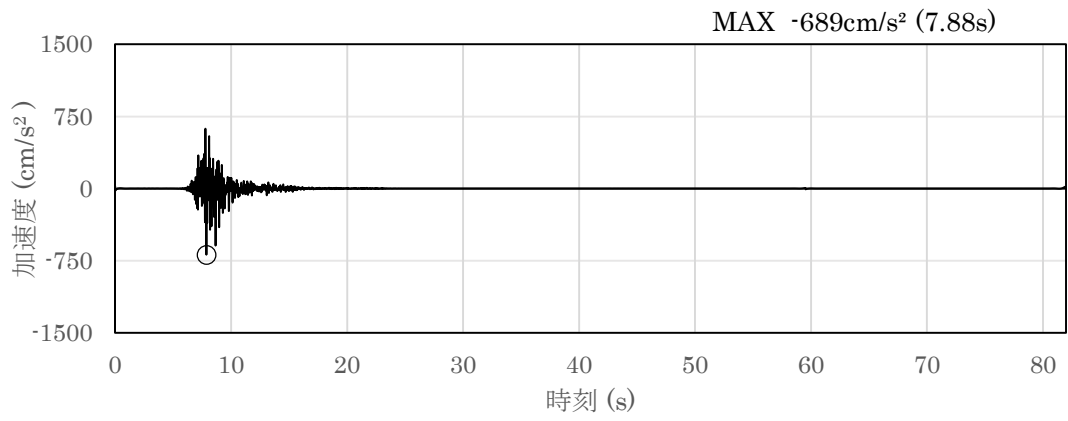


(a) 加速度時刻歴波形

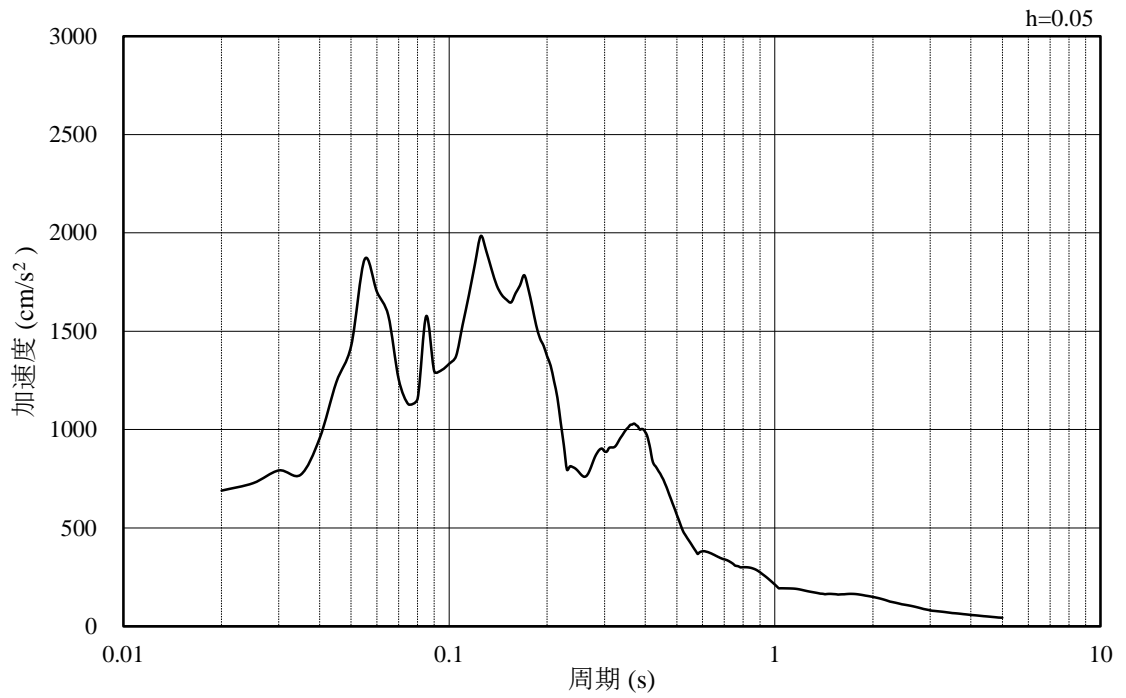


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-5 (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 (解析ケース①)  
(S s - F 1, 水平方向 (NS))

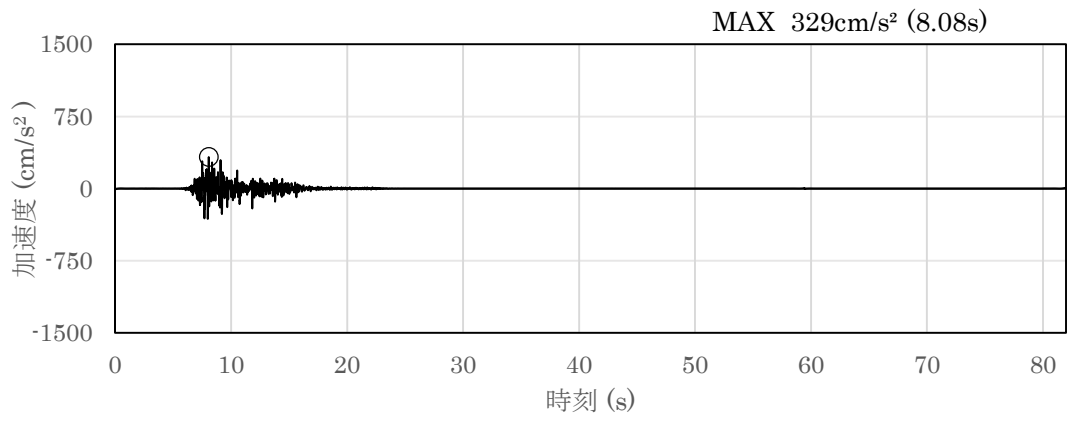


(a) 加速度時刻歴波形

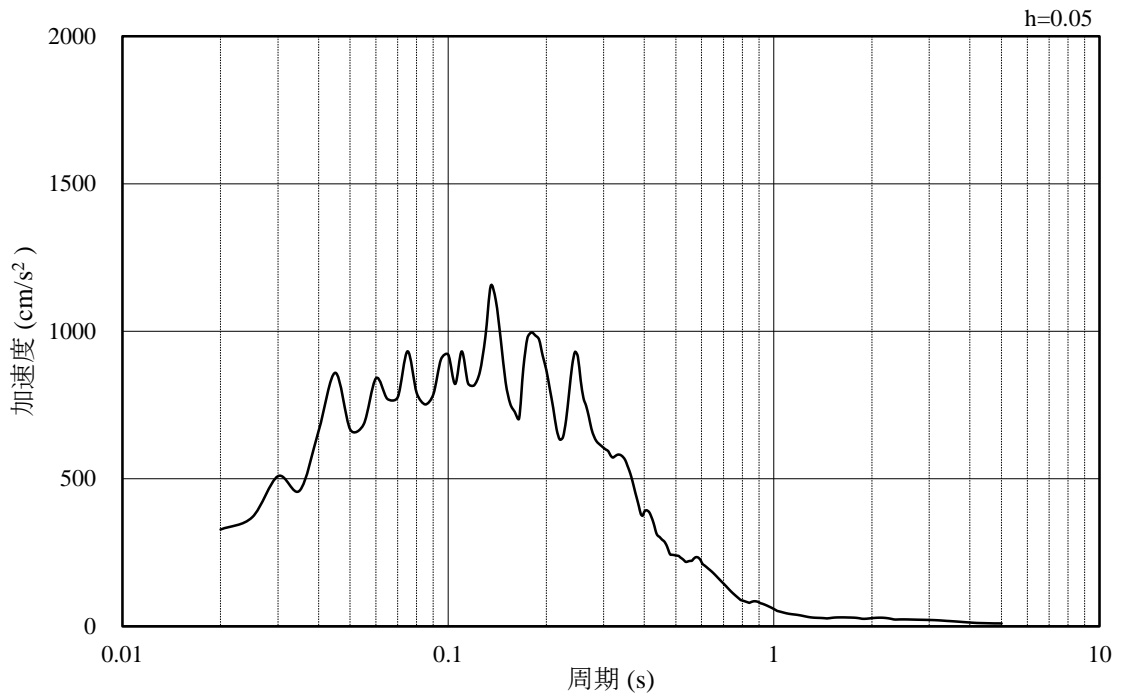


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-5 (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 (解析ケース①)  
(S<sub>s</sub>-F1, 水平方向 (EW方向))

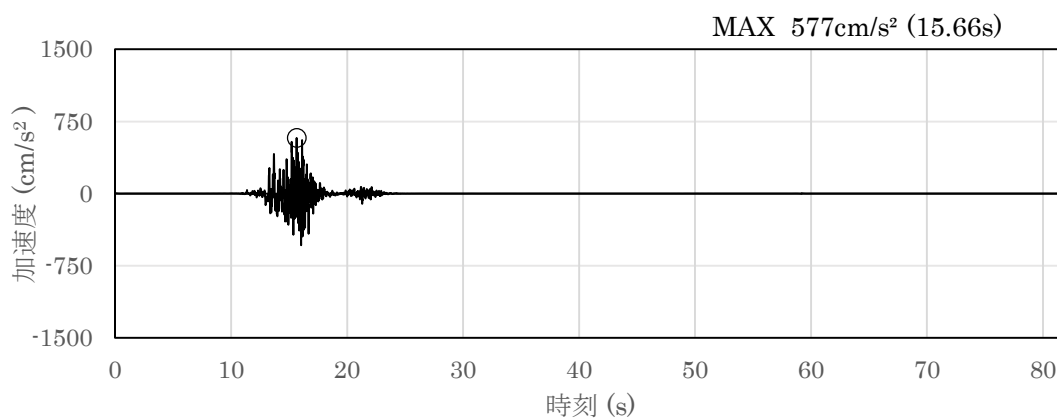


(a) 加速度時刻歴波形

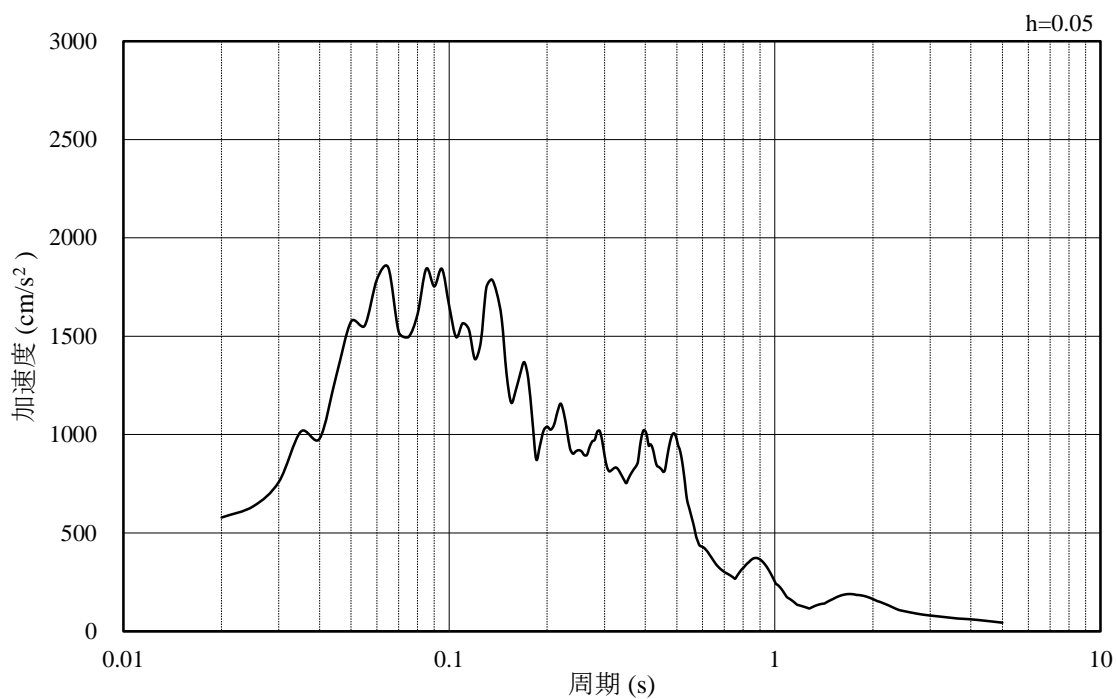


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-5 (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 (解析ケース①)  
(S s - F 1, 鉛直方向)

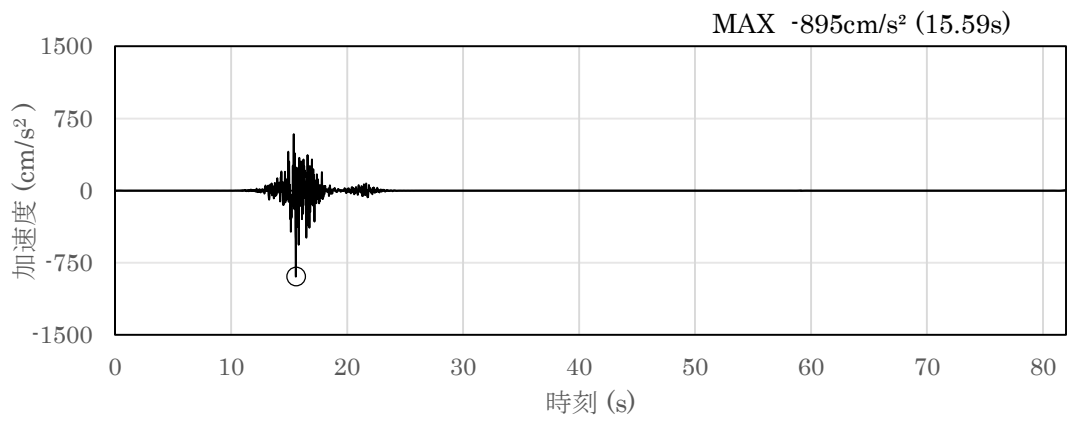


(a) 加速度時刻歴波形

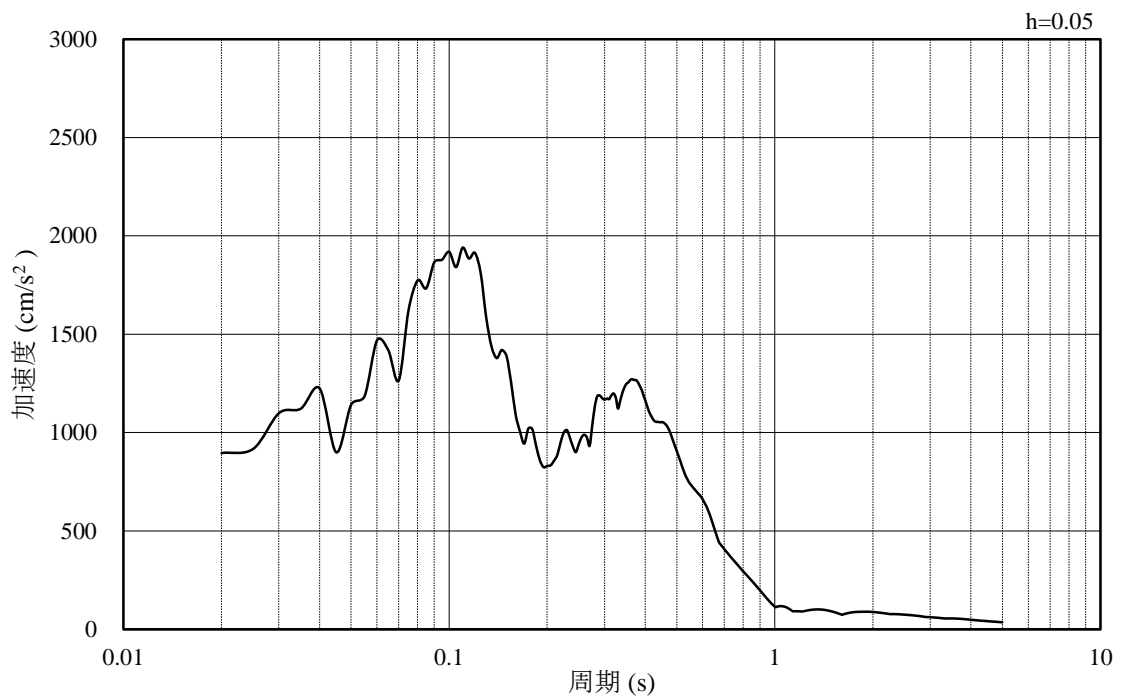


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-5 (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 (解析ケース①)  
(S<sub>s</sub>-F2, 水平方向 (NS方向))

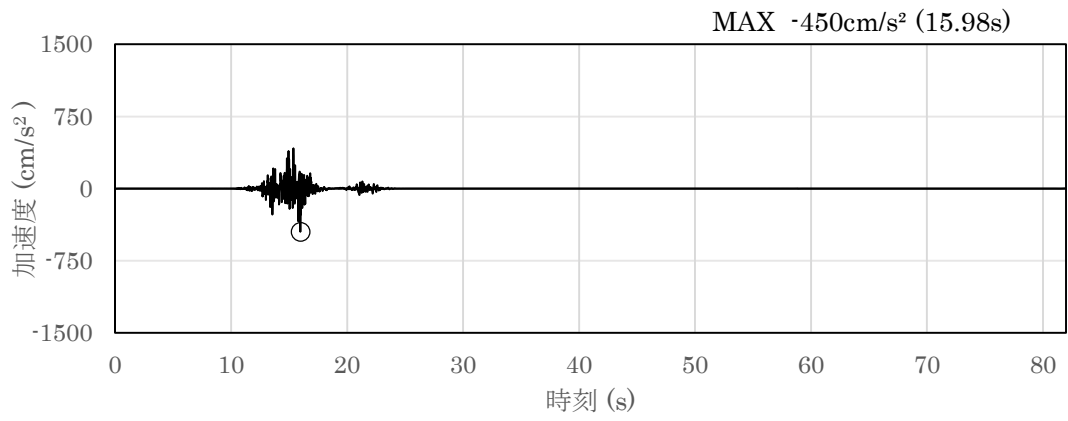


(a) 加速度時刻歴波形

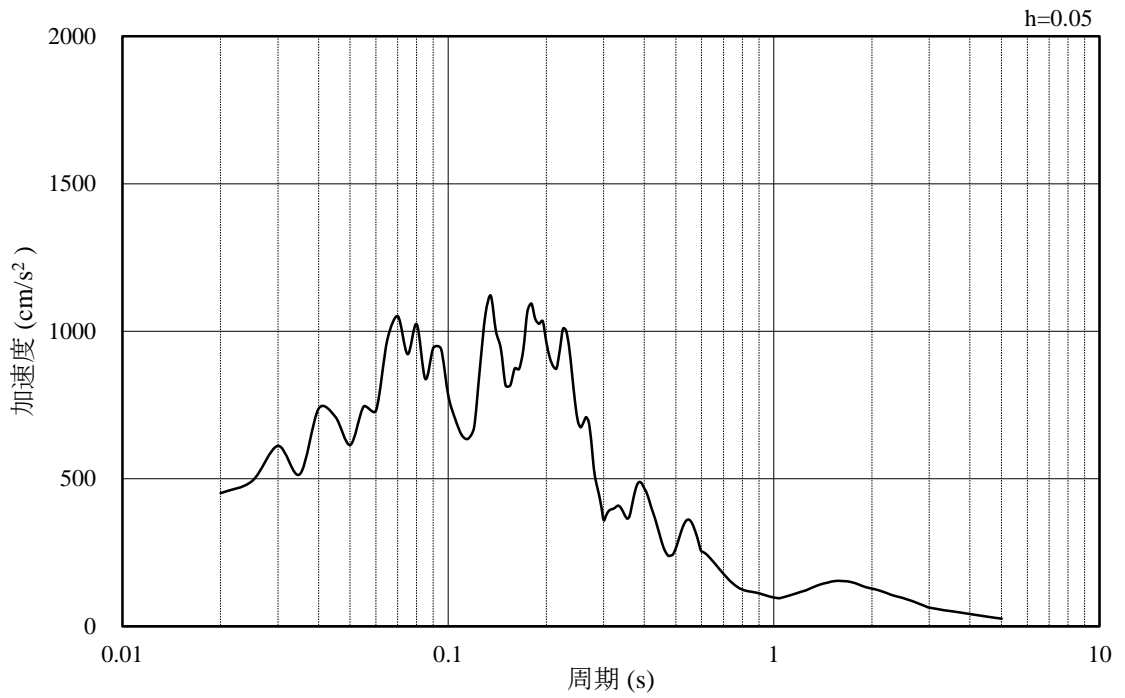


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-5 (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 (解析ケース①)  
(S<sub>s</sub>-F2, 水平方向 (EW方向))

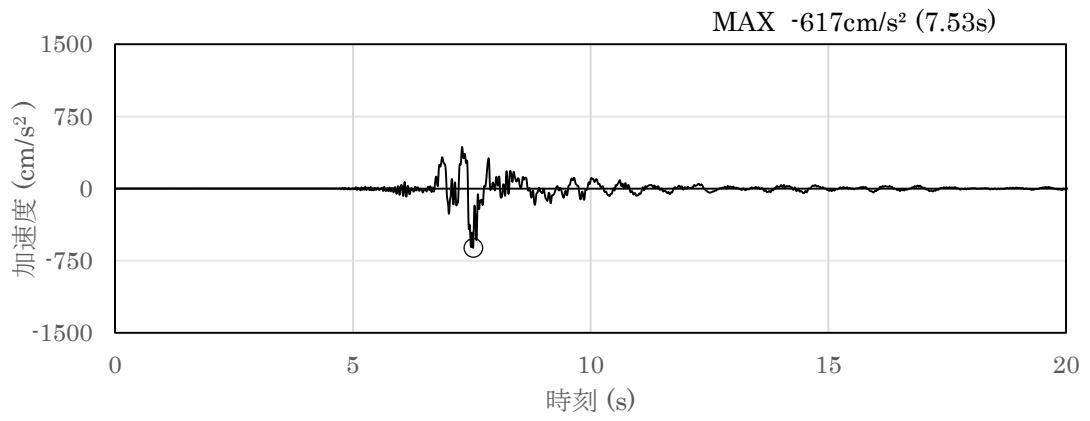


(a) 加速度時刻歴波形

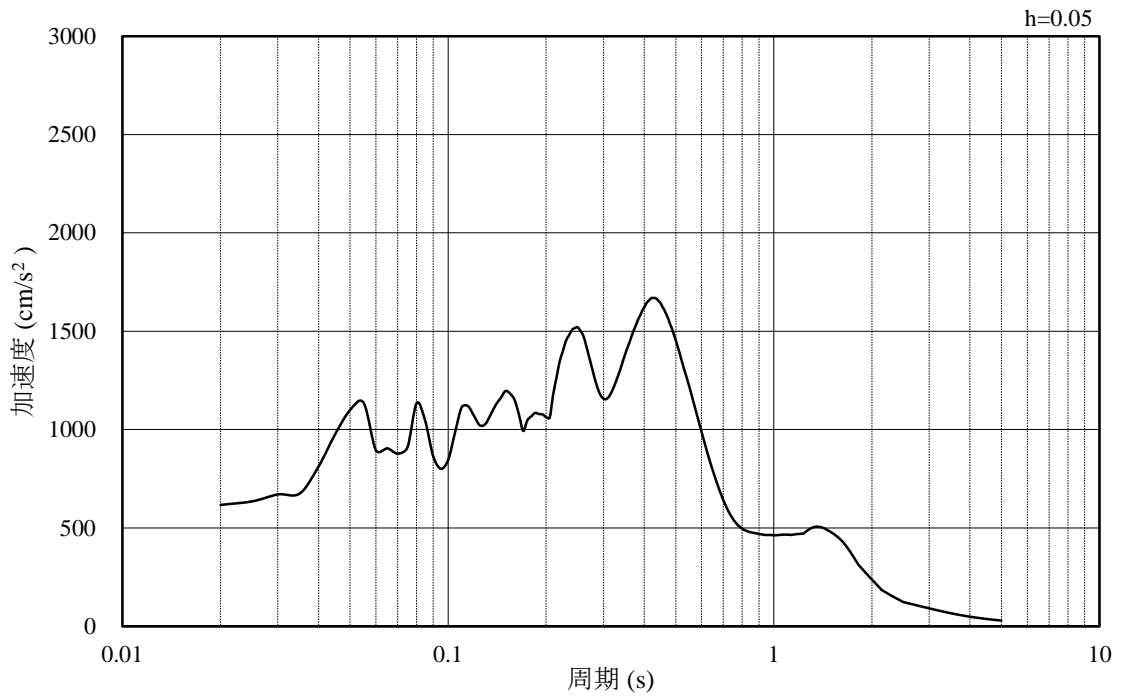


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-5 (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 (解析ケース①)  
(S s - F 2, 鉛直方向)



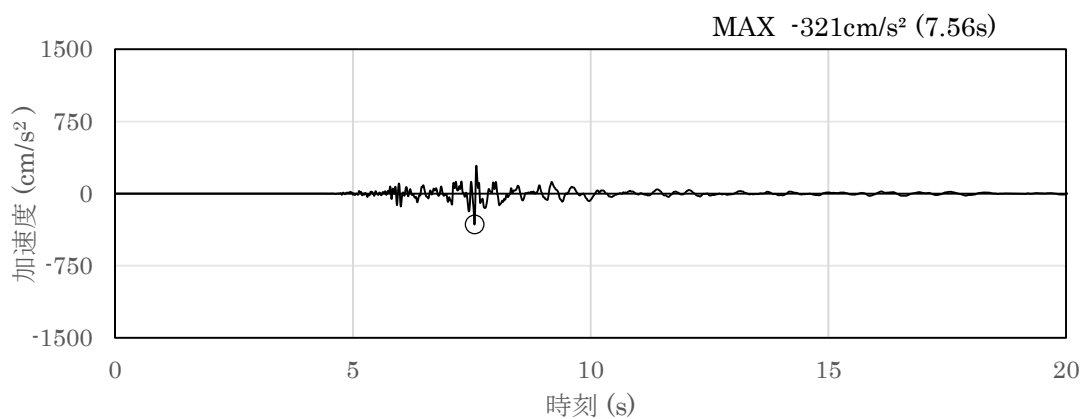
(a) 加速度時刻歴波形



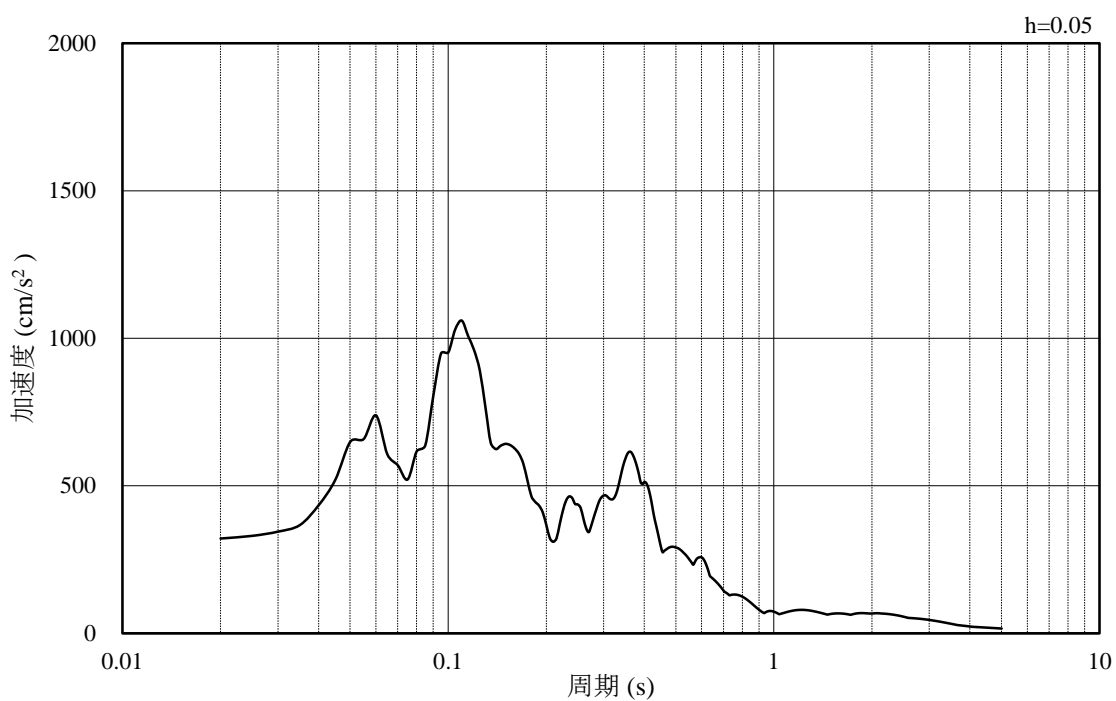
(b) 加速度応答スペクトル

図 3-5 (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 (解析ケース①)  
(S s - N 1, 水平方向)



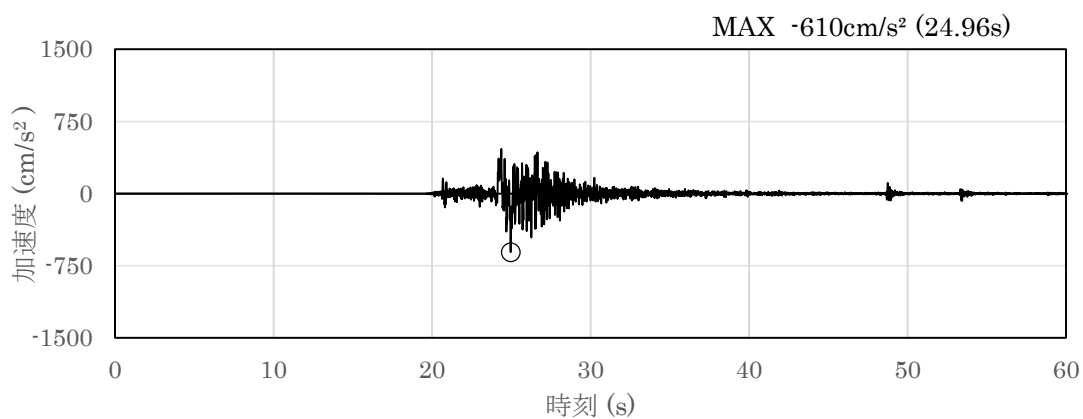


(a) 加速度時刻歴波形

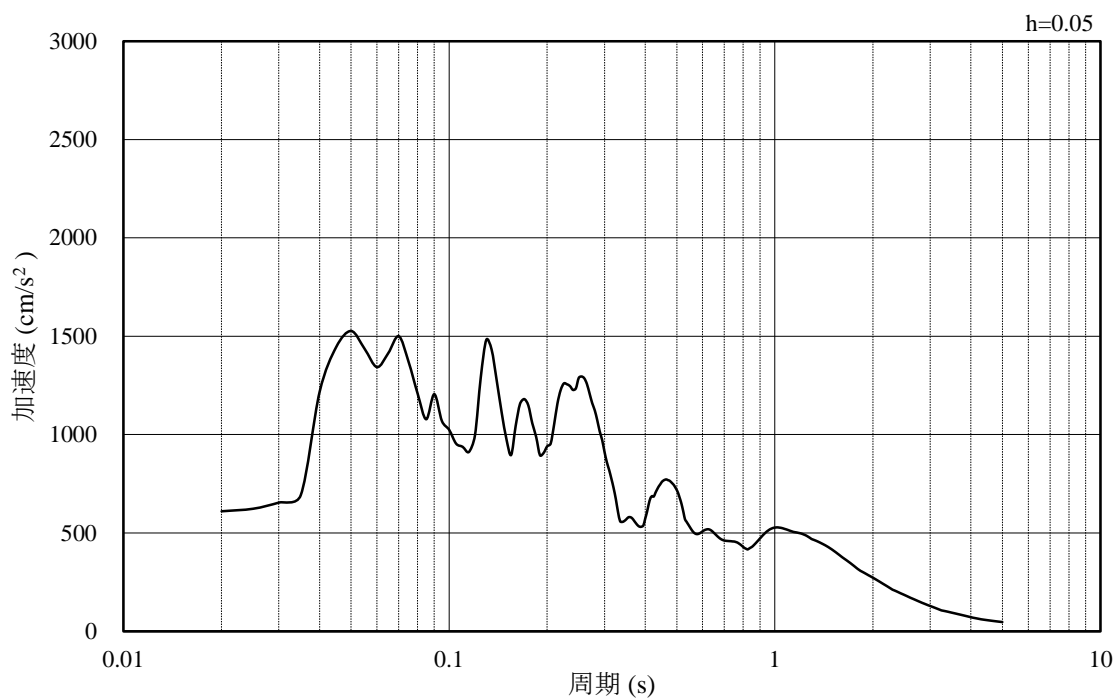


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-5 (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 (解析ケース①)  
(S s - N 1, 鉛直方向)

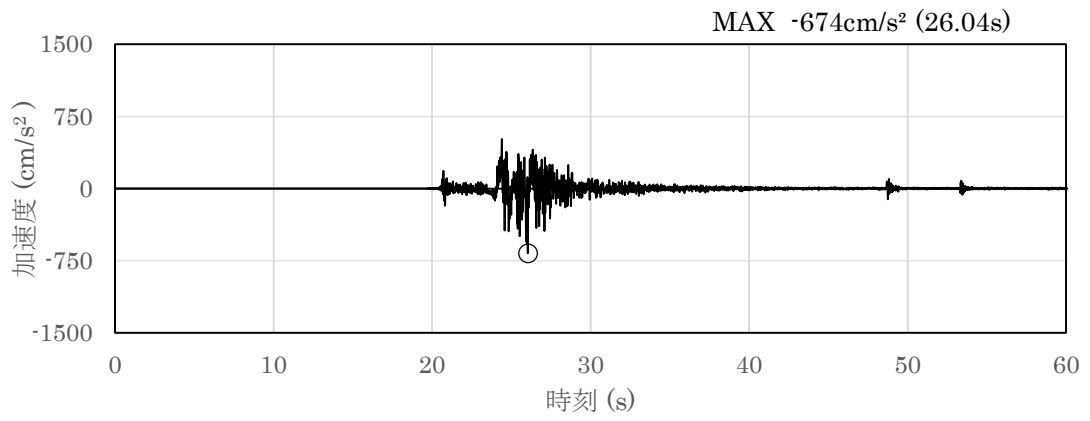


(a) 加速度時刻歴波形

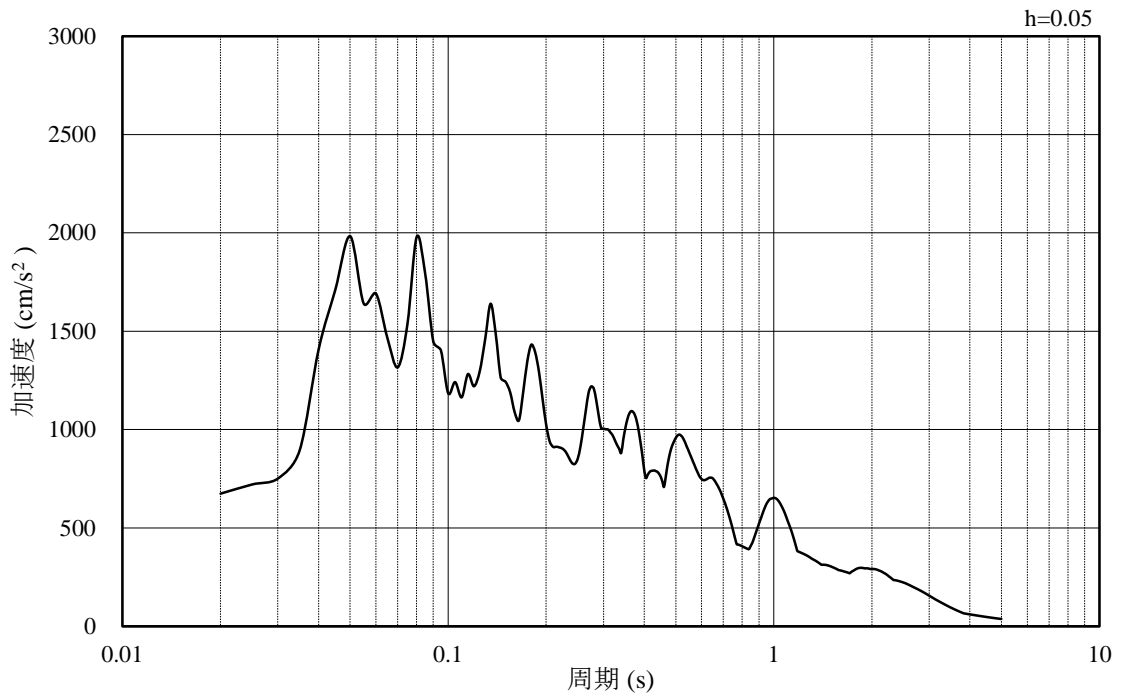


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-5 (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 (解析ケース①)  
(S<sub>s</sub>-N2, 水平方向 (NS))

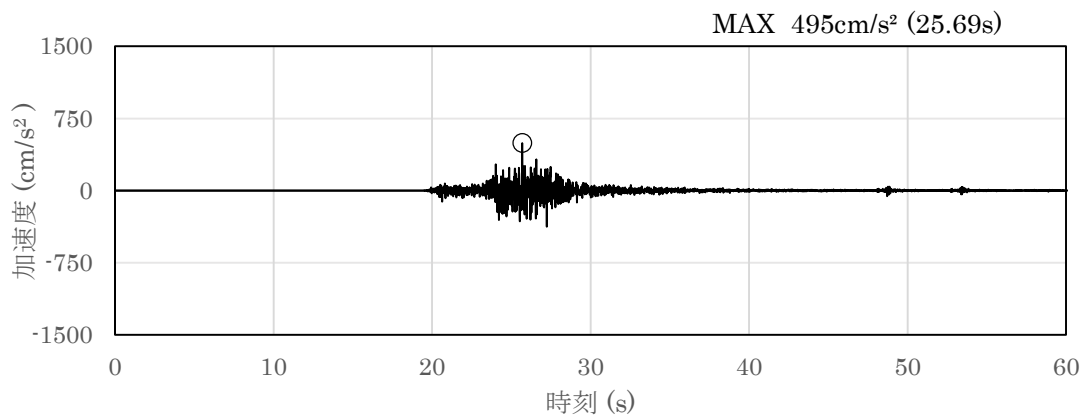


(a) 加速度時刻歴波形

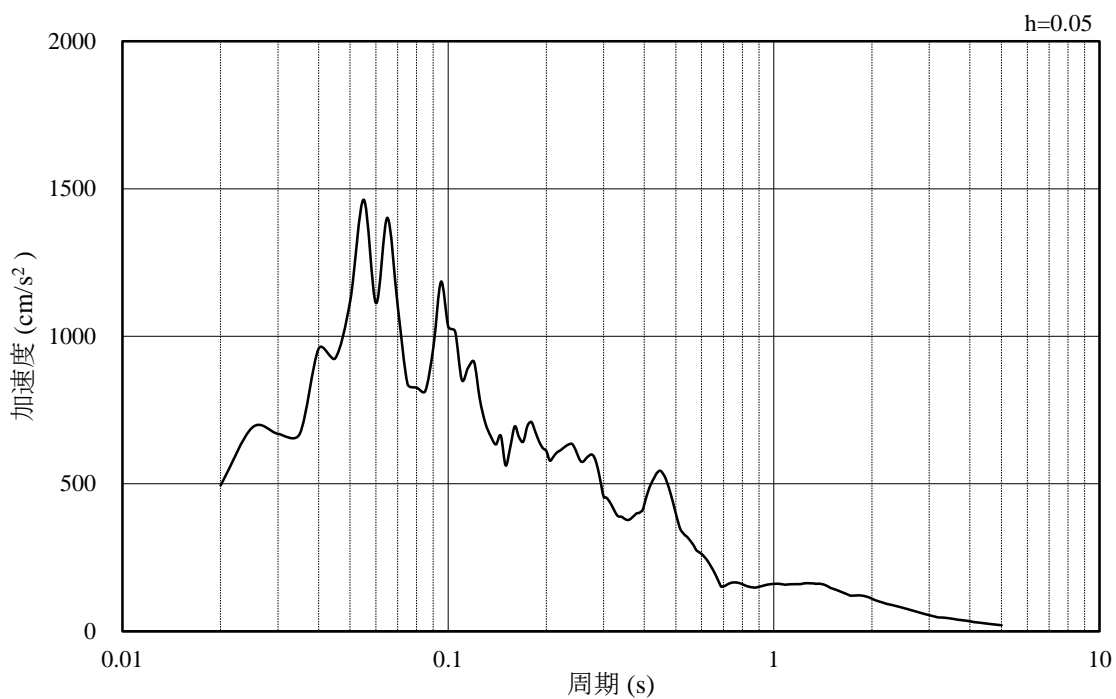


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-5 (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 (解析ケース①)  
(S s - N 2, 水平方向 (E W))

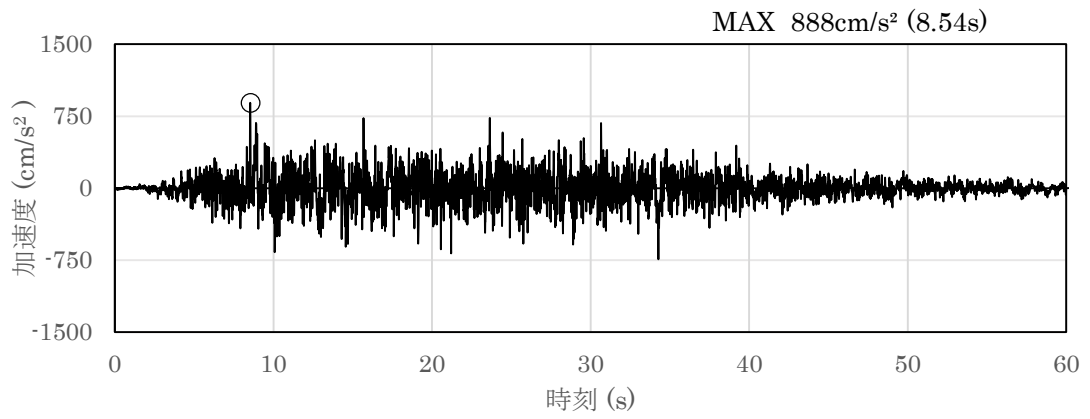


(a) 加速度時刻歴波形

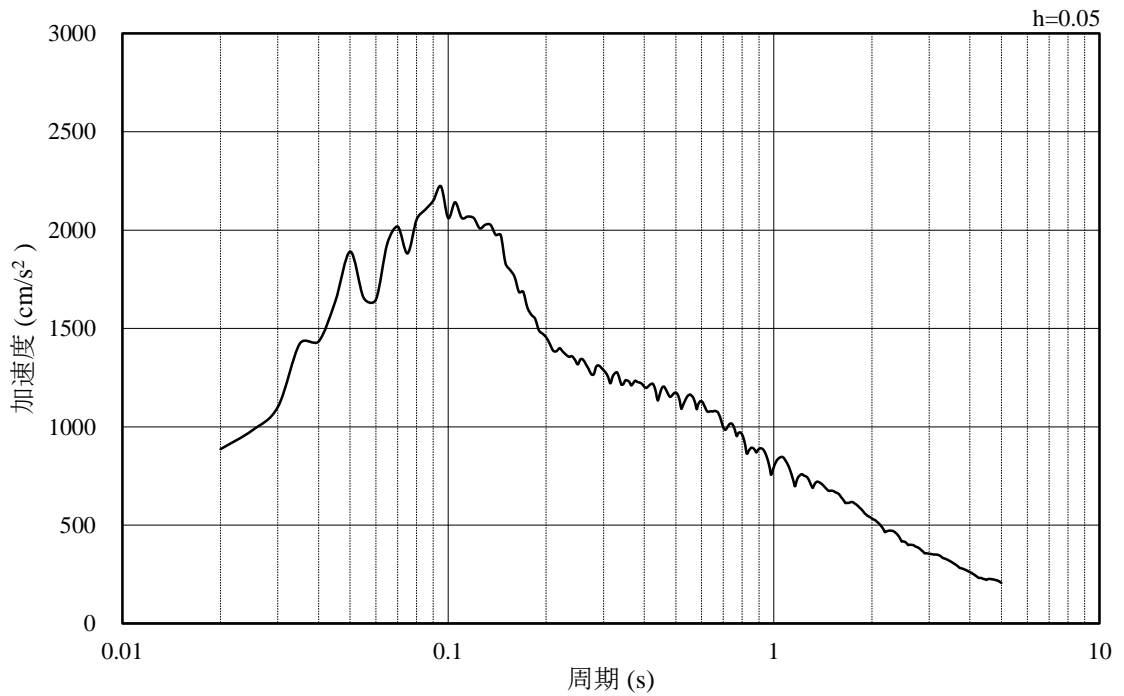


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-5 (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 (解析ケース①)  
(S s - N 2, 鉛直方向)

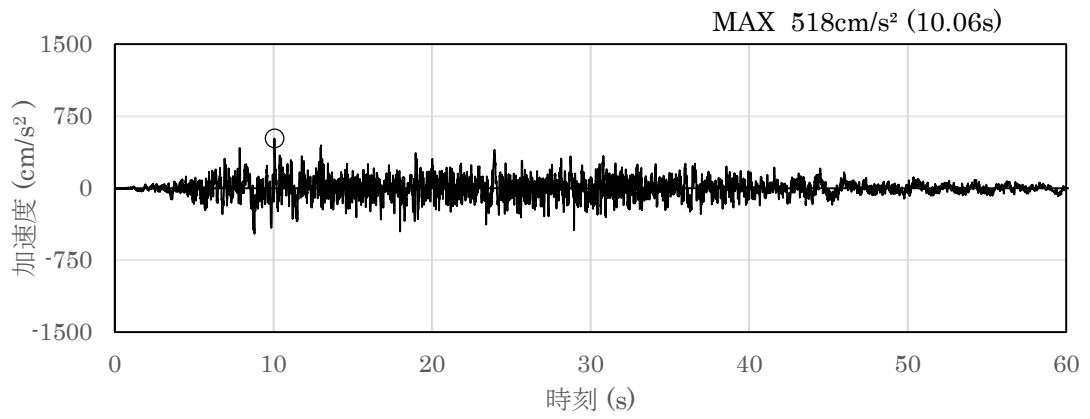


(a) 加速度時刻歴波形

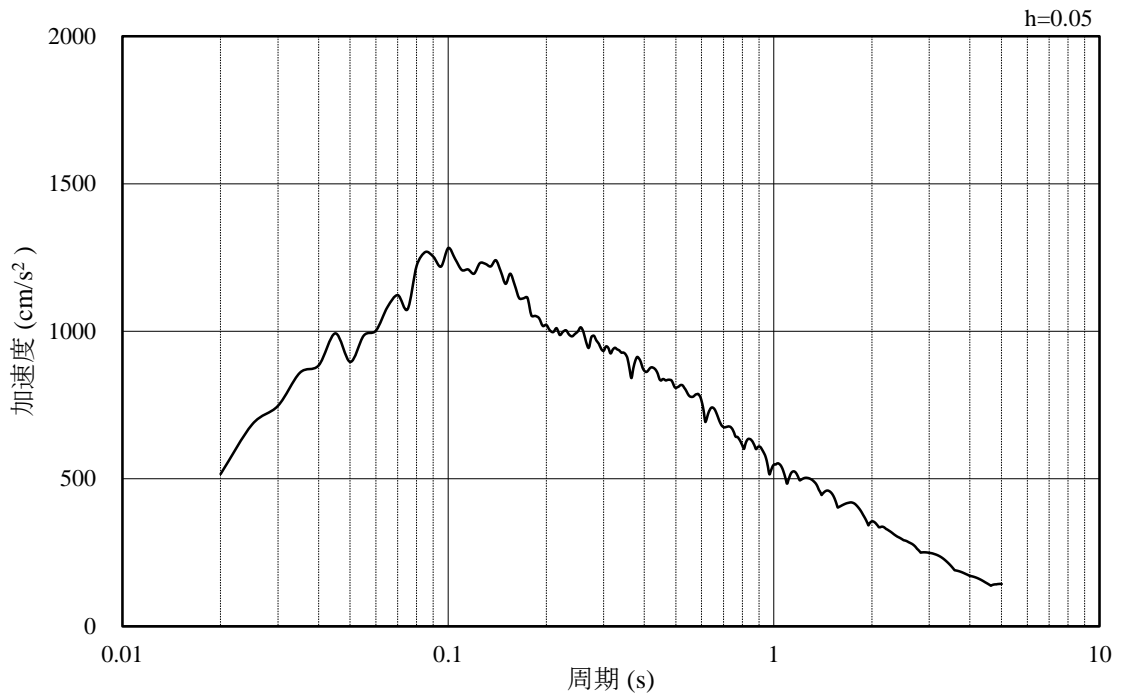


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-6 (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 (解析ケース②)  
(S s - D, 水平方向)

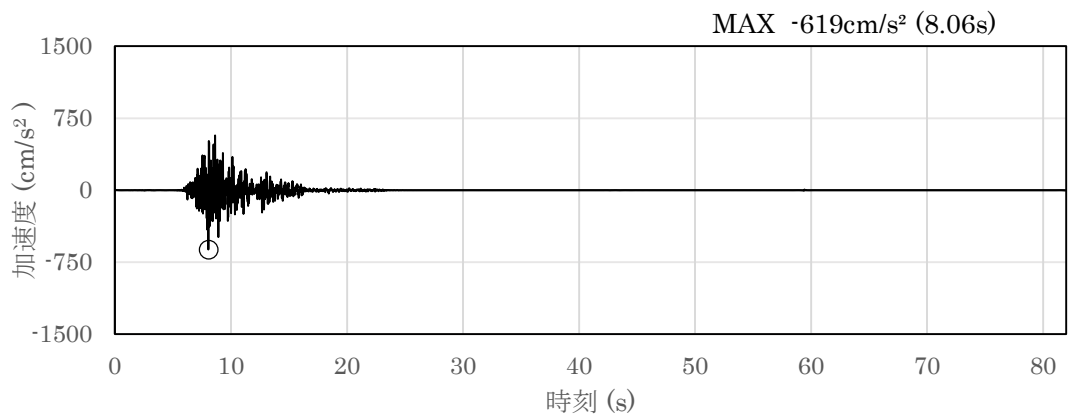


(a) 加速度時刻歴波形

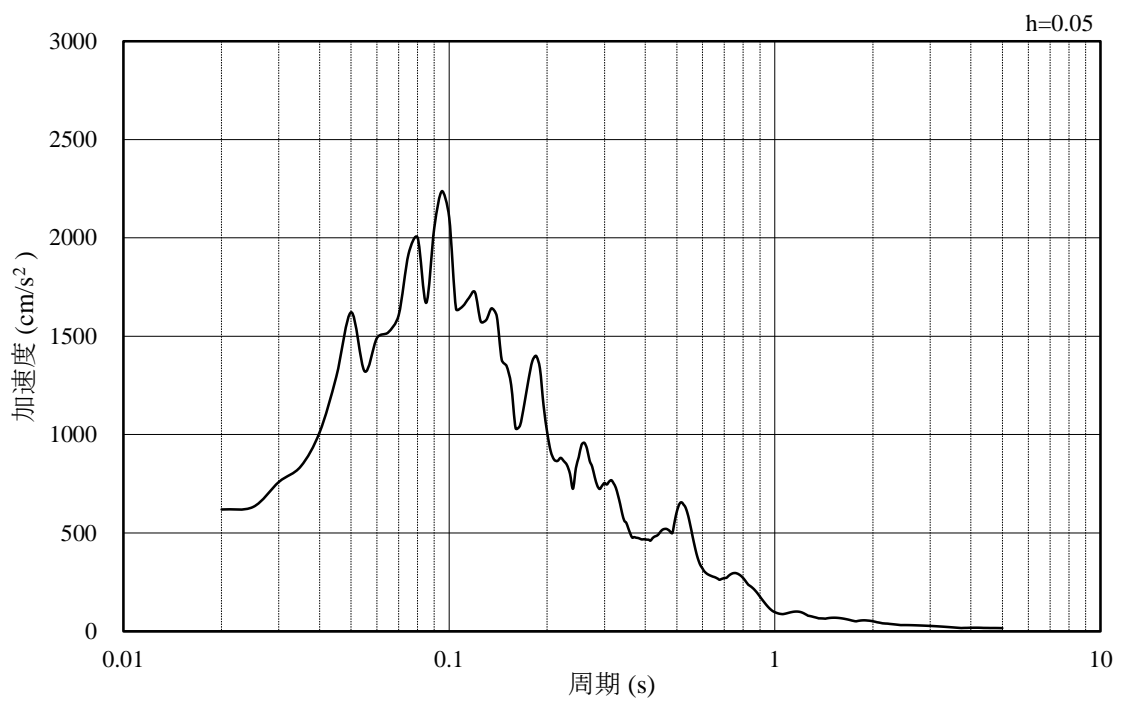


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-6 (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 (解析ケース②)  
(S s - D, 鉛直方向)

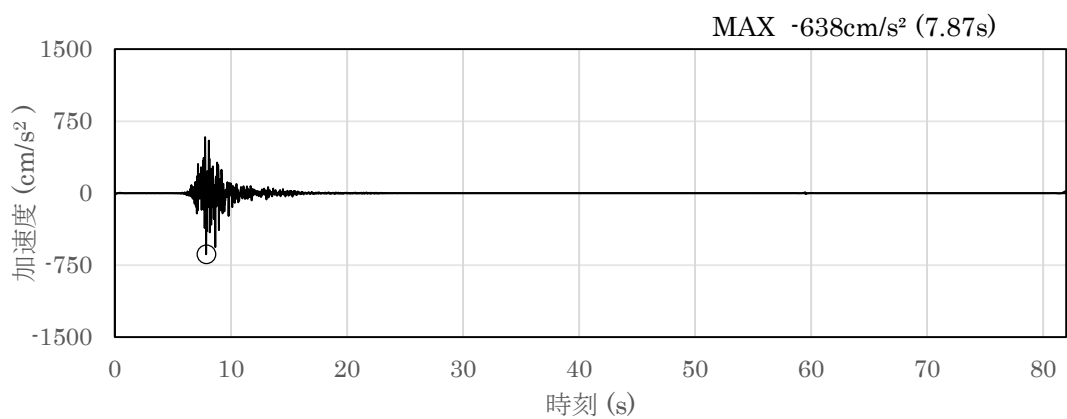


(a) 加速度時刻歴波形

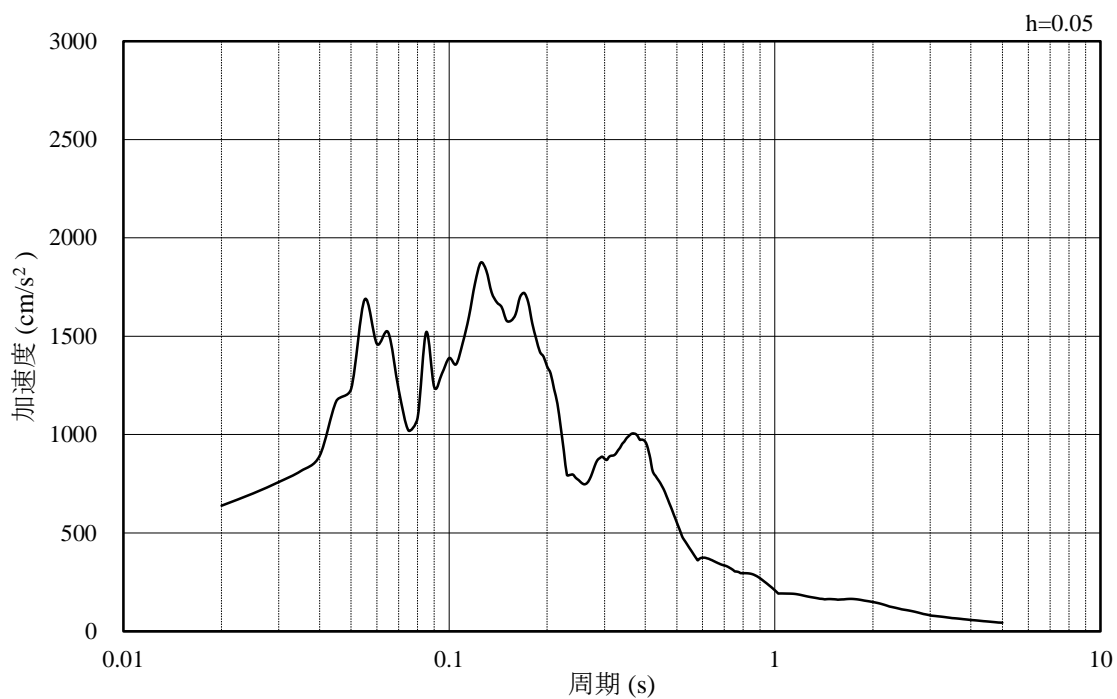


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-6 (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 (解析ケース②)  
(S s - F 1, 水平方向 (NS))



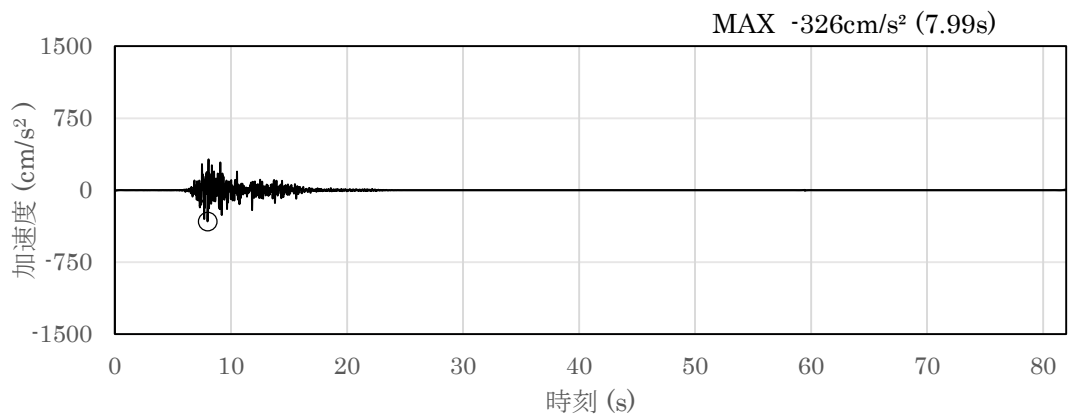
(a) 加速度時刻歴波形



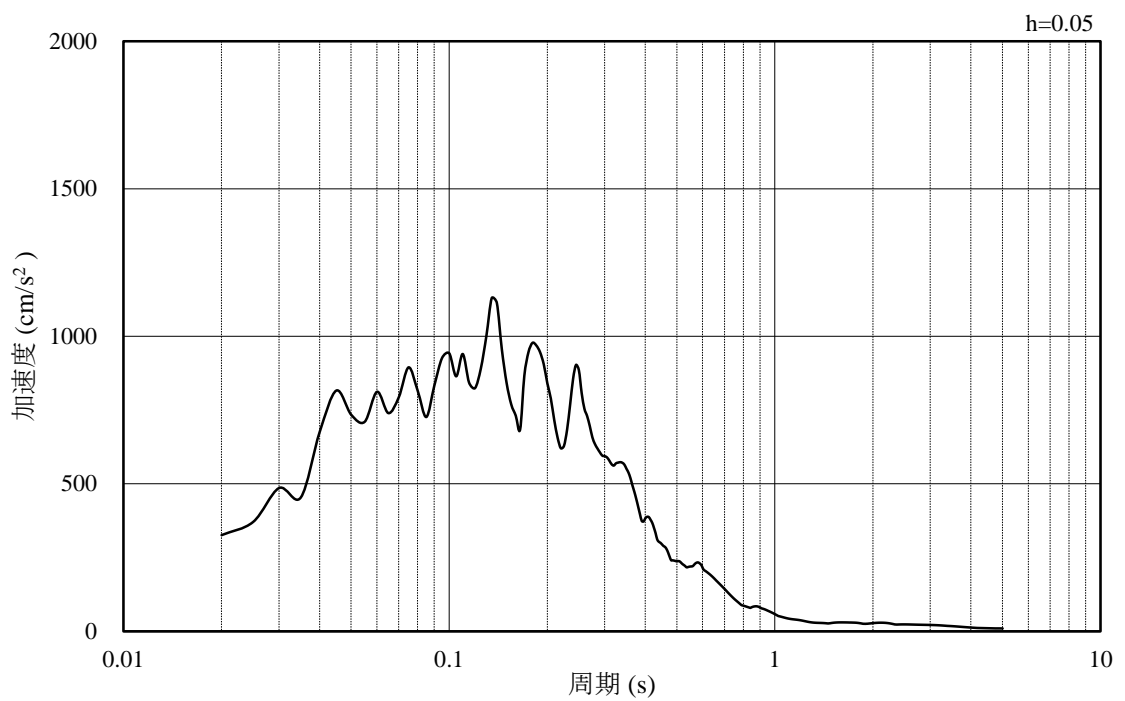
(b) 加速度応答スペクトル

図 3-6 (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 (解析ケース②)  
(S<sub>s</sub>-F1, 水平方向 (EW))



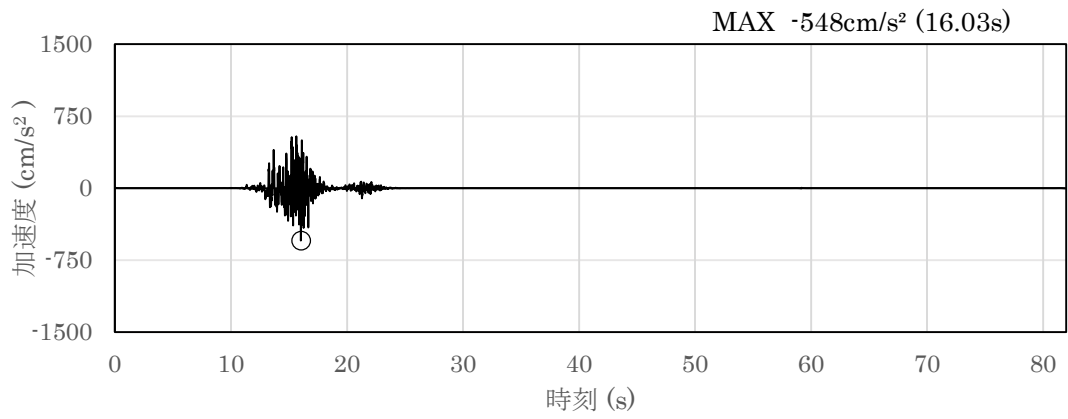


(a) 加速度時刻歴波形

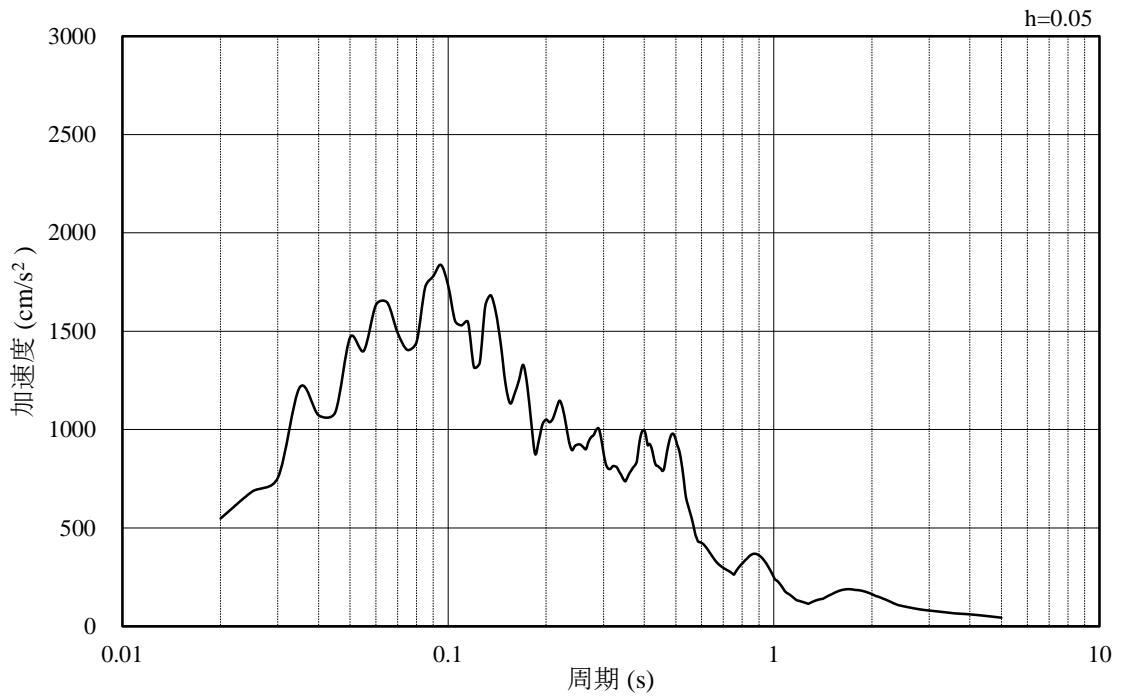


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-6 (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 (解析ケース②)  
(S s - F 1, 鉛直方向)

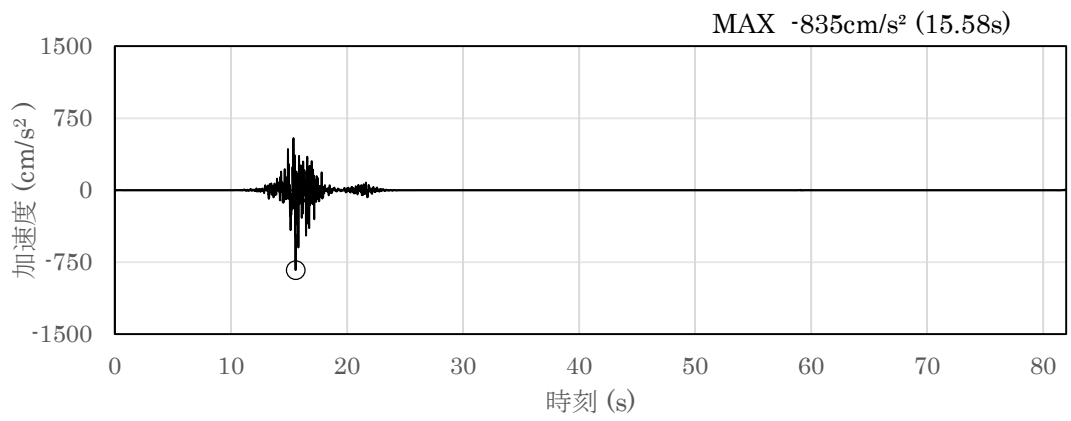


(a) 加速度時刻歴波形

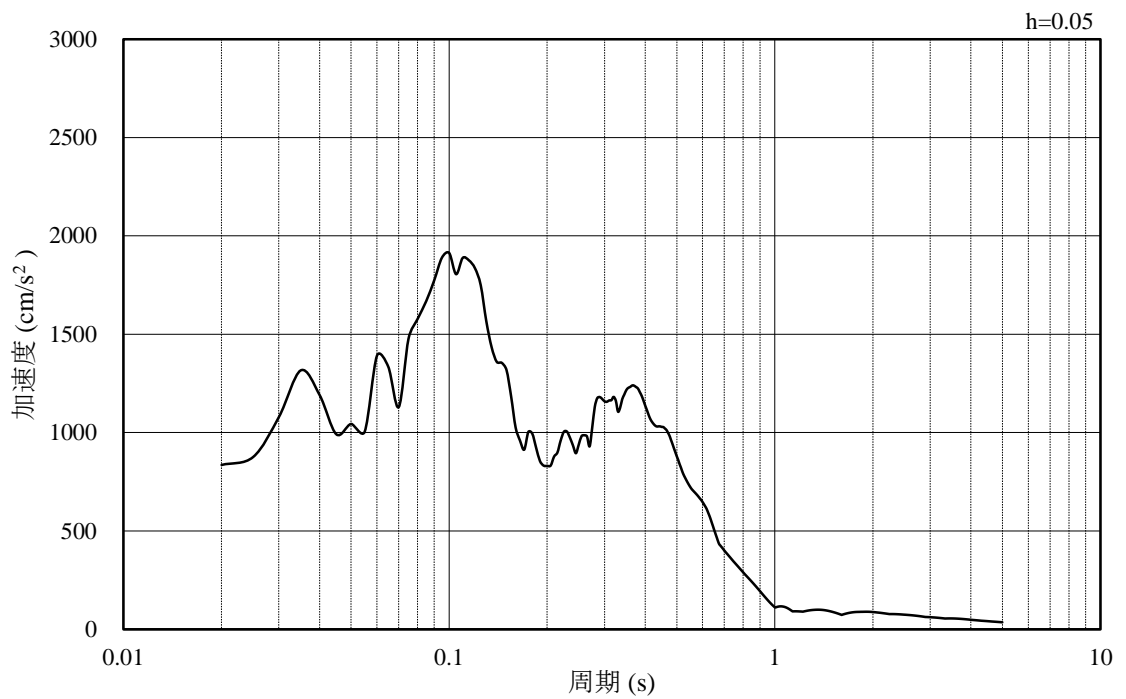


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-6 (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 (解析ケース②)  
(S<sub>s</sub>-F2, 水平方向 (NS))

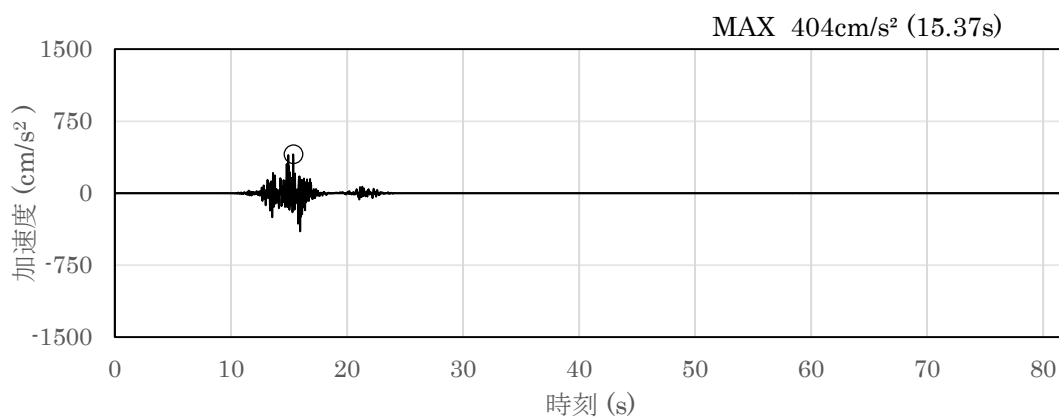


(a) 加速度時刻歴波形

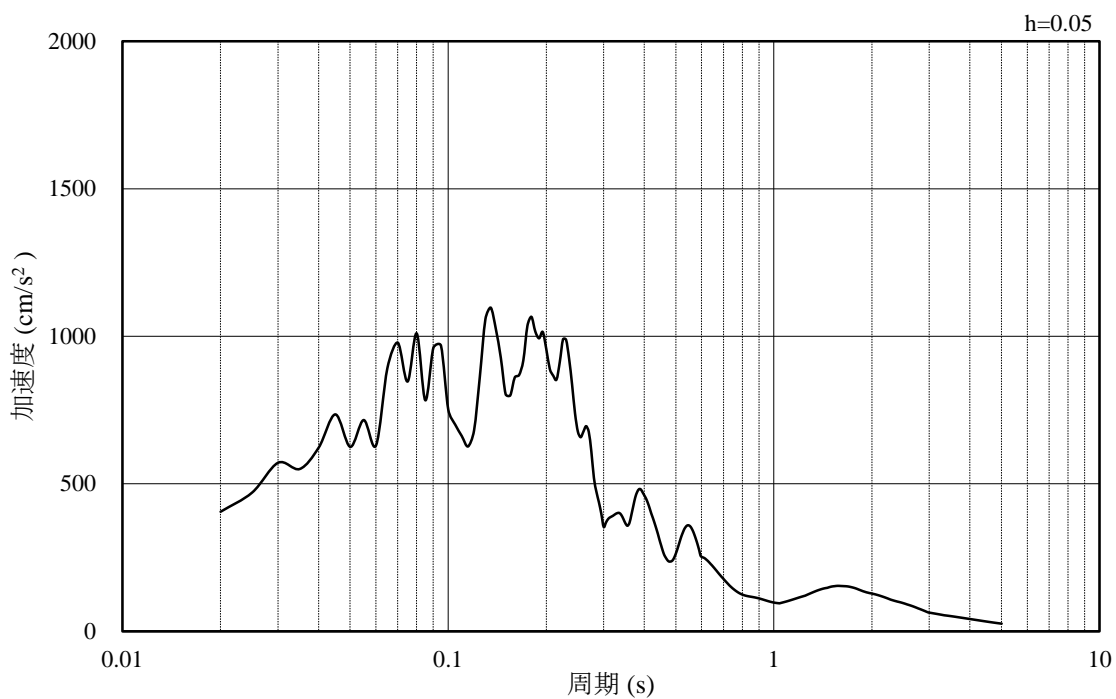


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-6 (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 (解析ケース②)  
(S<sub>s</sub>-F2, 水平方向 (EW))

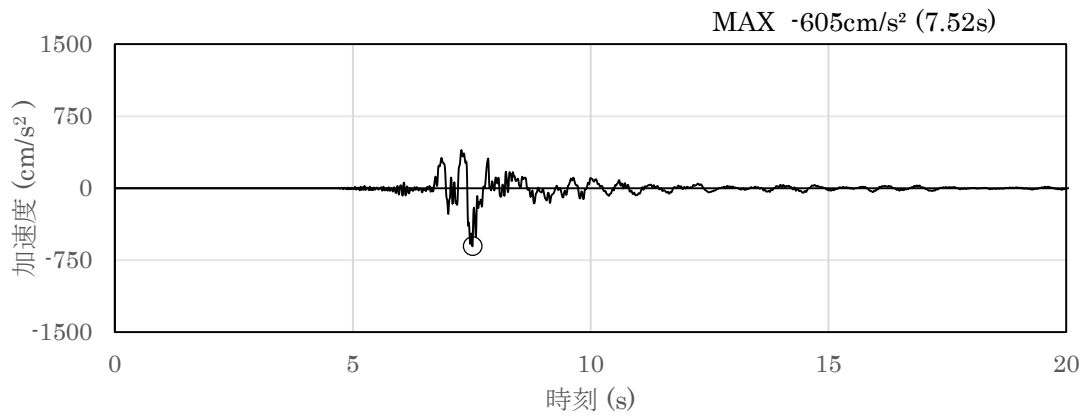


(a) 加速度時刻歴波形

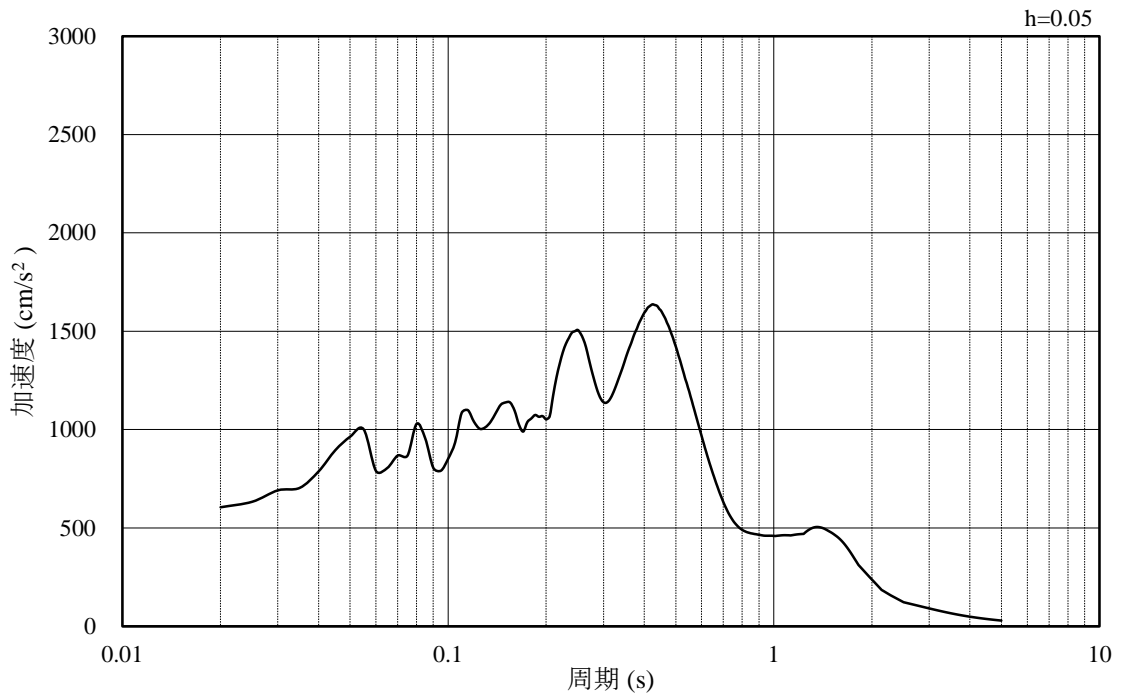


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-6 (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 (解析ケース②)  
(S s - F 2, 鉛直方向)

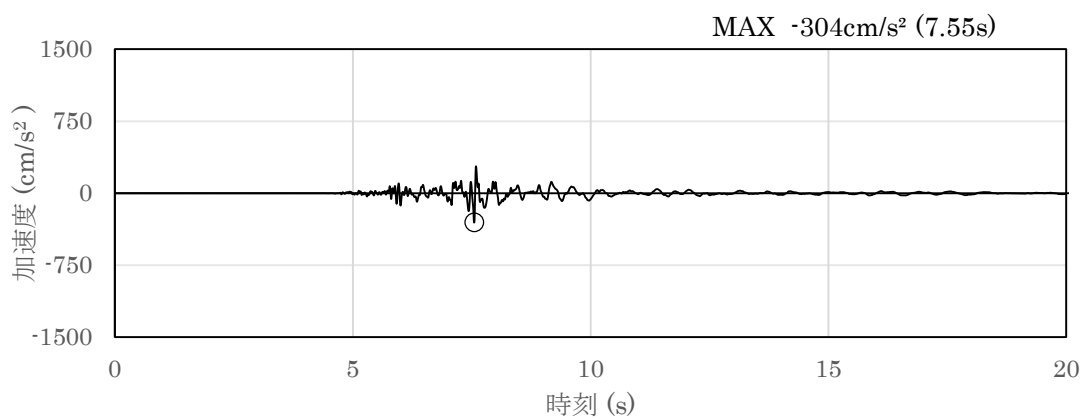


(a) 加速度時刻歴波形

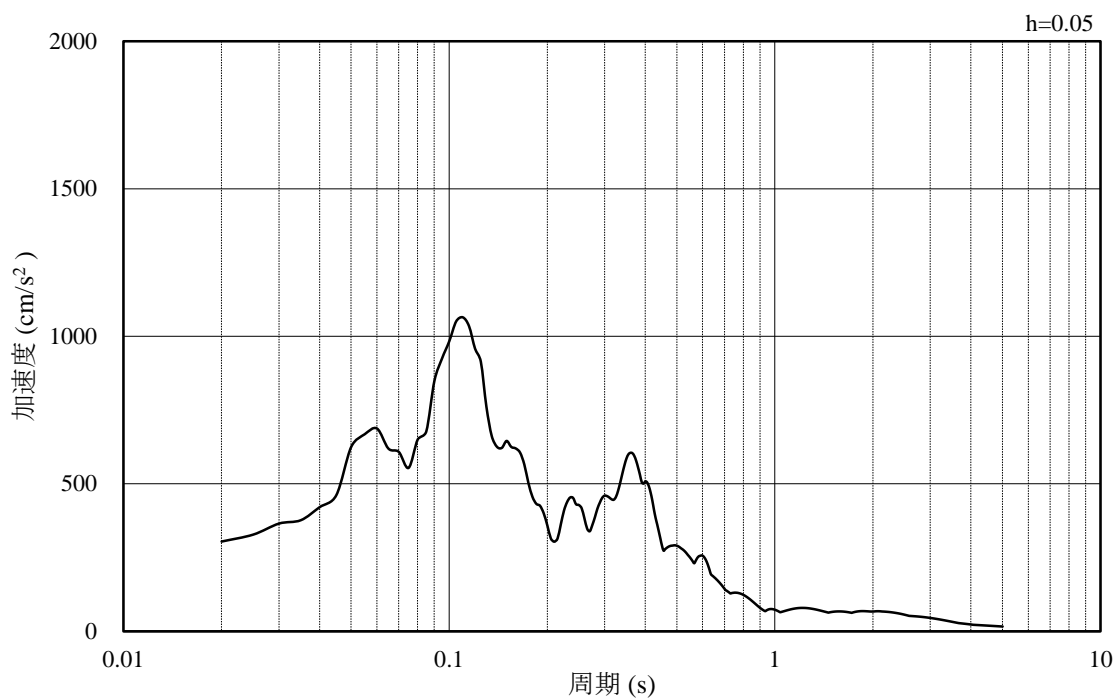


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-6 (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 (解析ケース②)  
(S s - N 1, 水平方向)

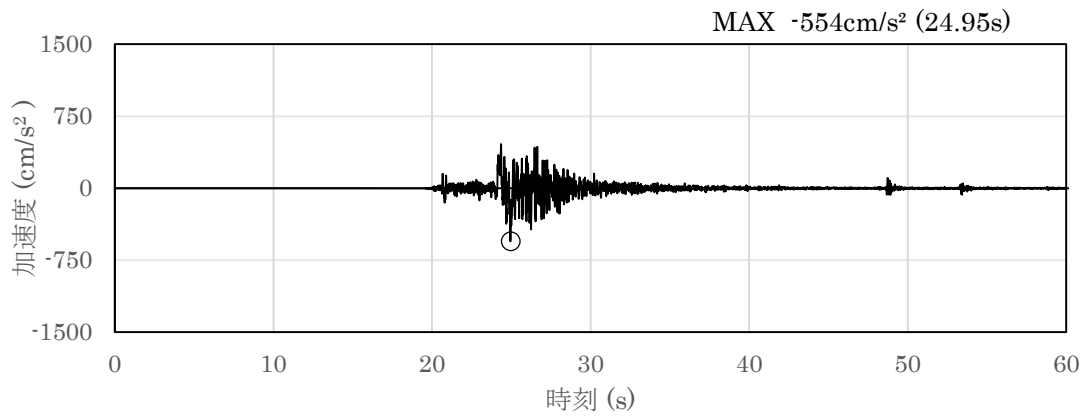


(a) 加速度時刻歴波形

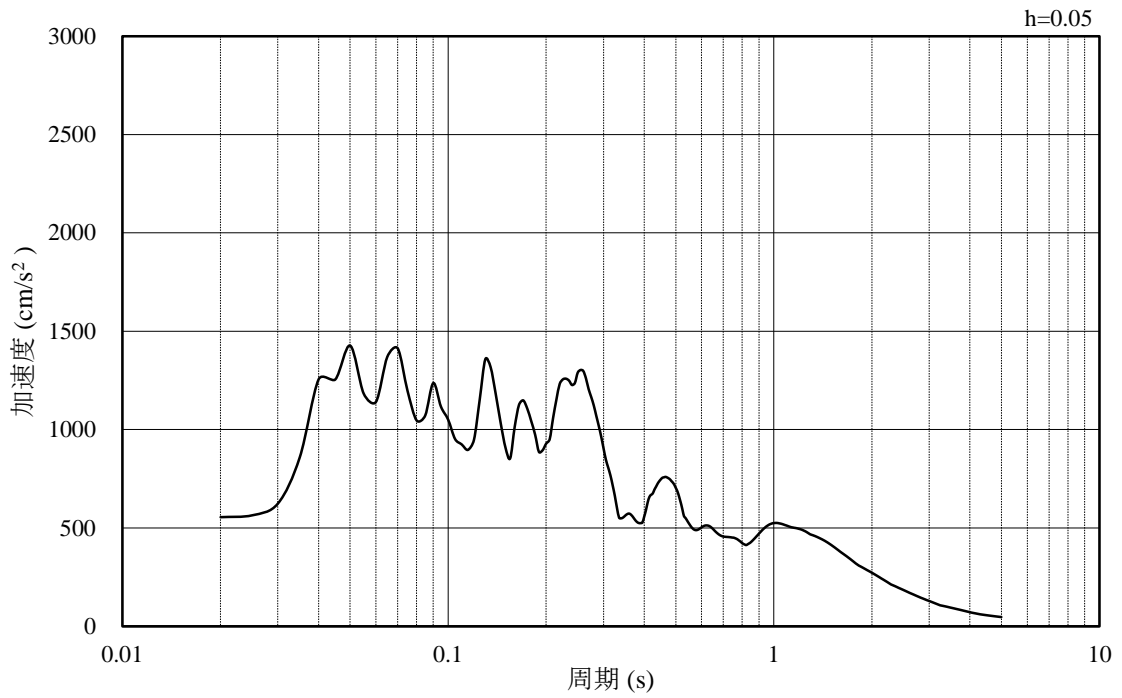


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-6 (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 (解析ケース②)  
(S s - N 1, 鉛直方向)

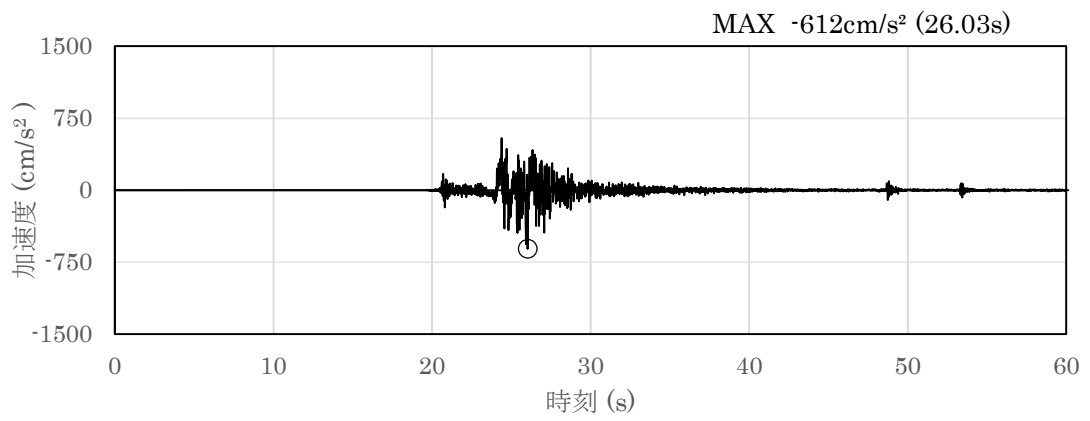


(a) 加速度時刻歴波形

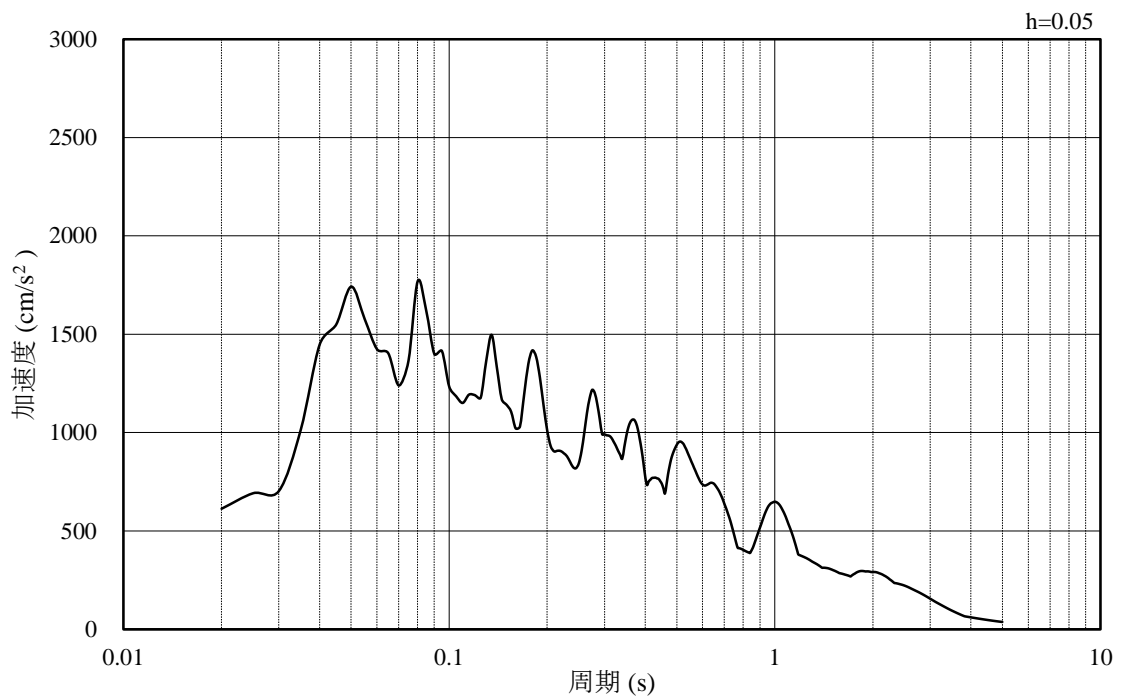


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-6 (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 (解析ケース②)  
( $S_s - N2$ , 水平方向 (NS))



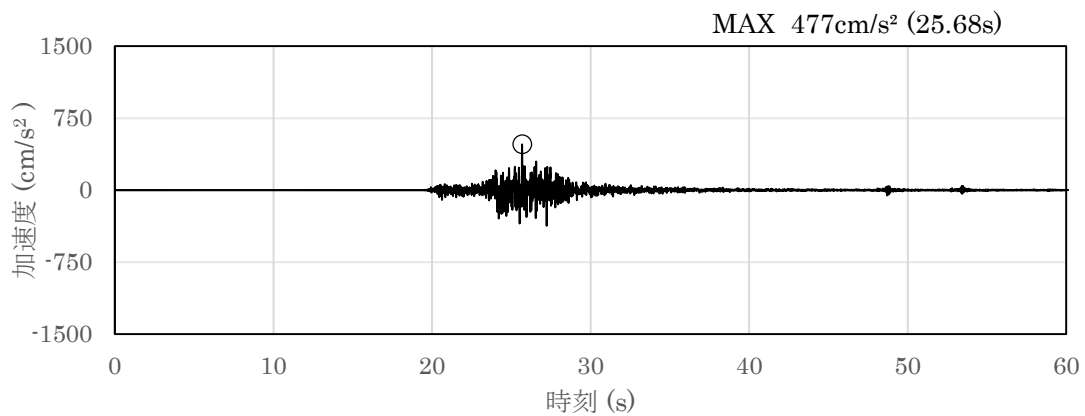
(a) 加速度時刻歴波形



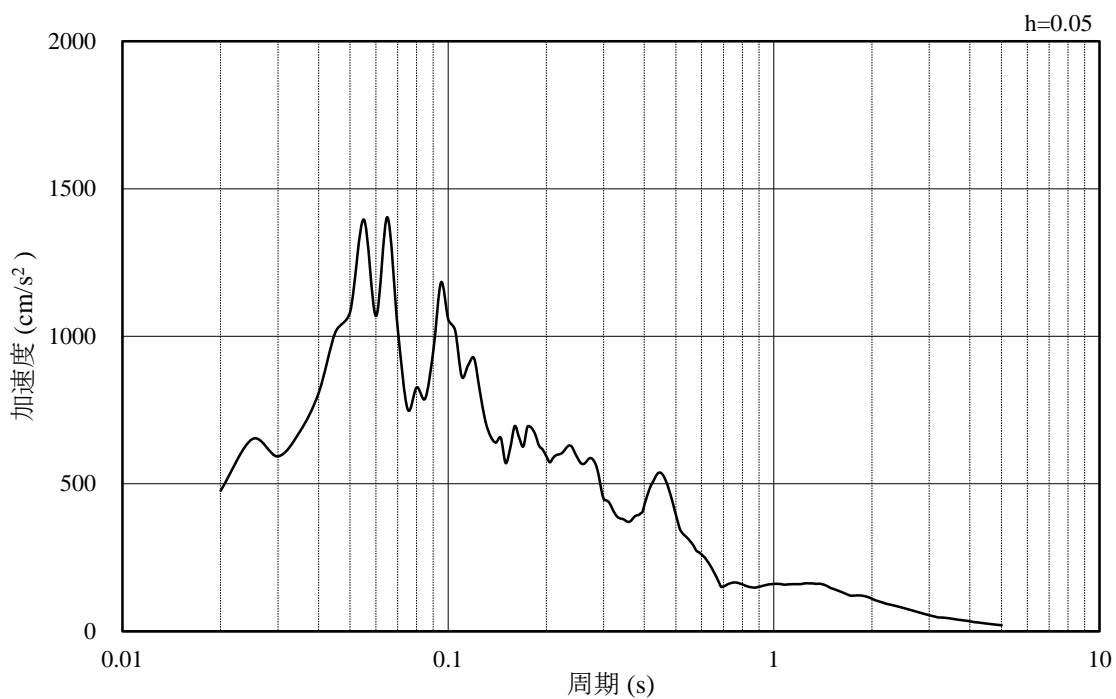
(b) 加速度応答スペクトル

図 3-6 (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 (解析ケース②)  
(S<sub>s</sub>-N2, 水平方向 (EW))



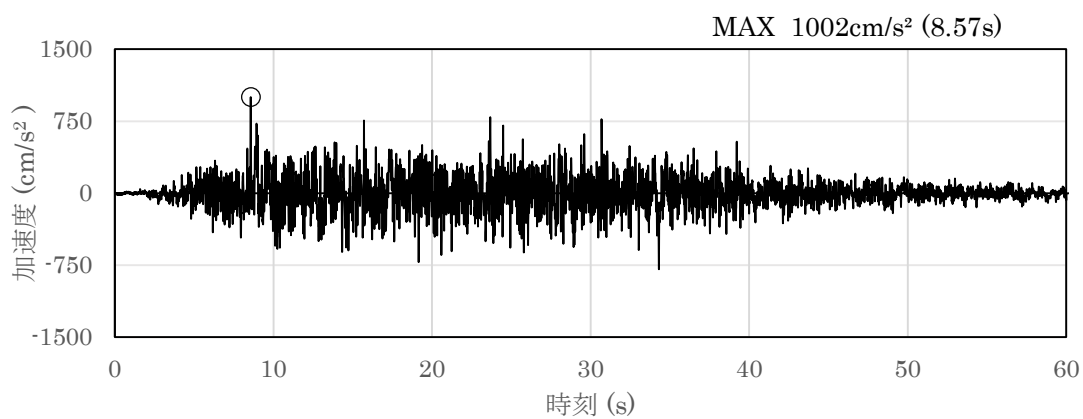


(a) 加速度時刻歴波形

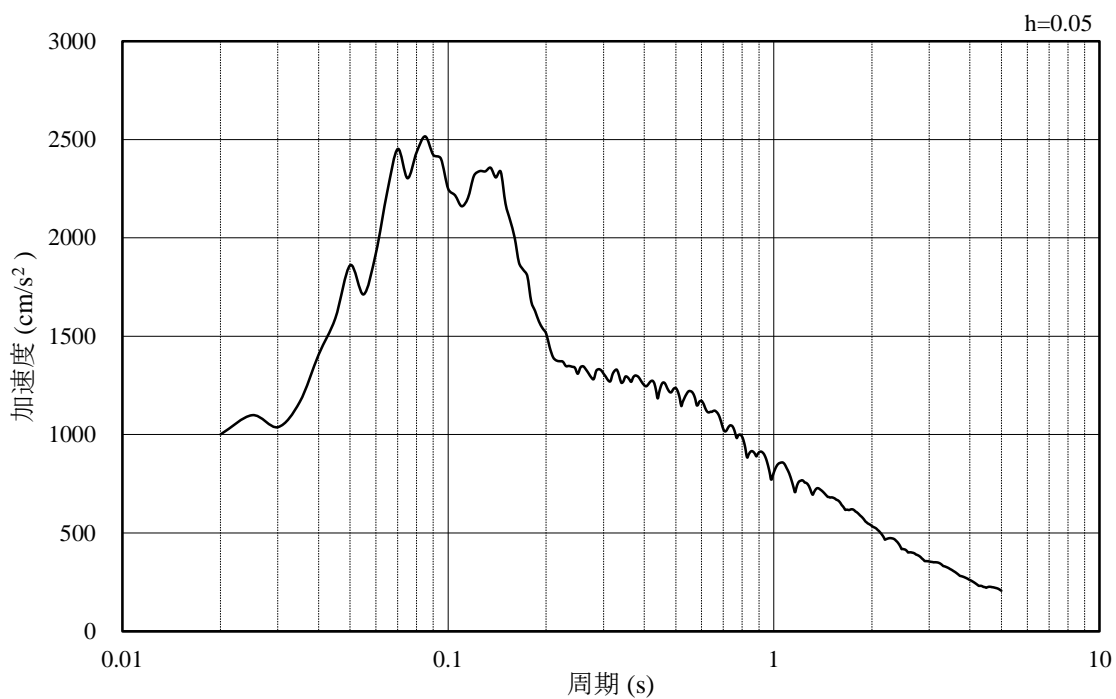


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-6 (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 (解析ケース②)  
(S s - N 2, 鉛直方向)

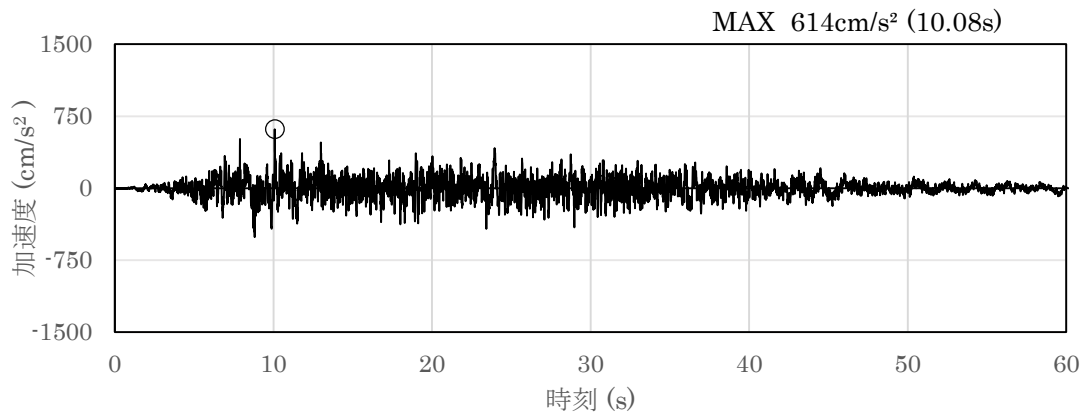


(a) 加速度時刻歴波形

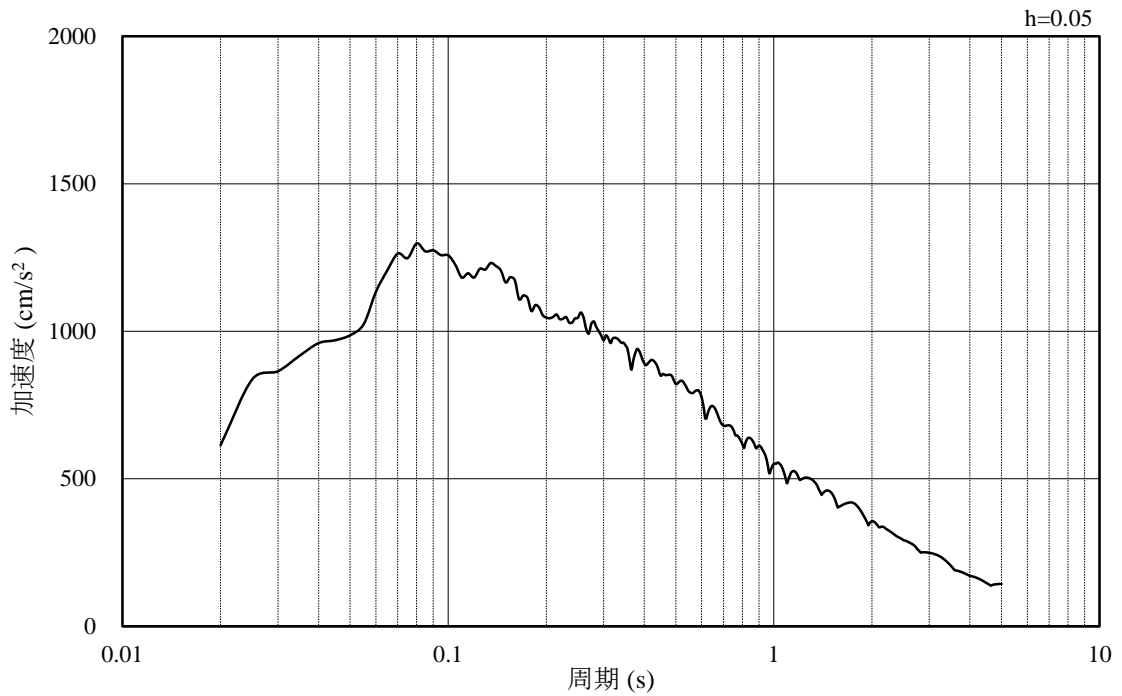


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-7 (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 (解析ケース③)  
(S s - D, 水平方向)

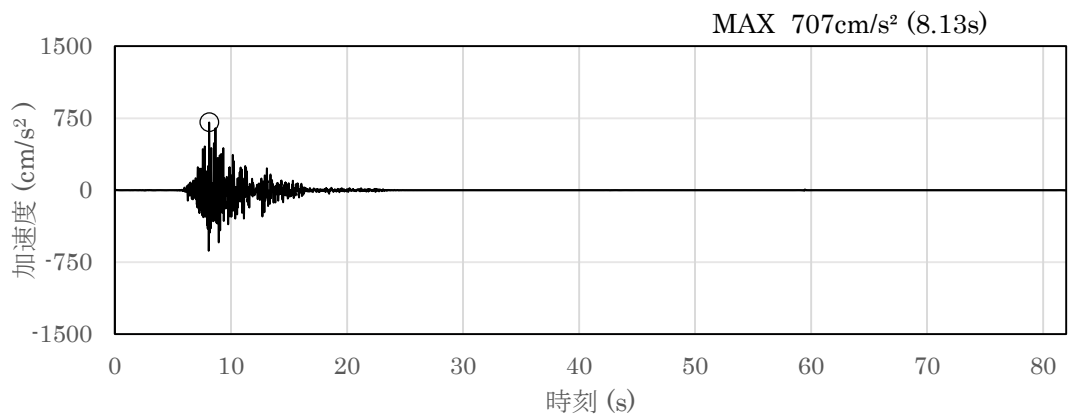


(a) 加速度時刻歴波形

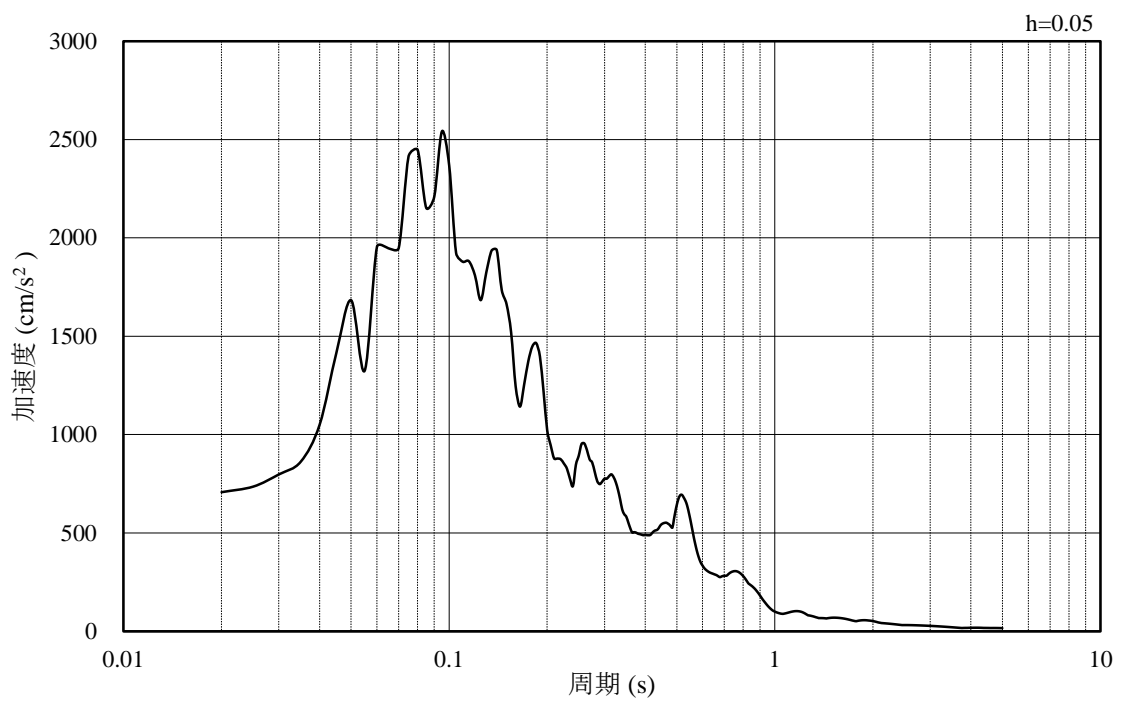


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-7 (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 (解析ケース③)  
(S s - D, 鉛直方向)

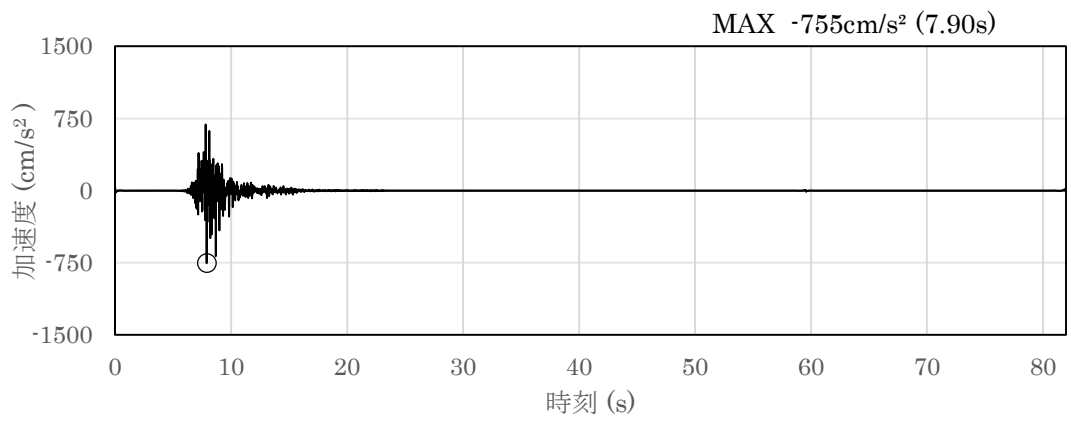


(a) 加速度時刻歴波形

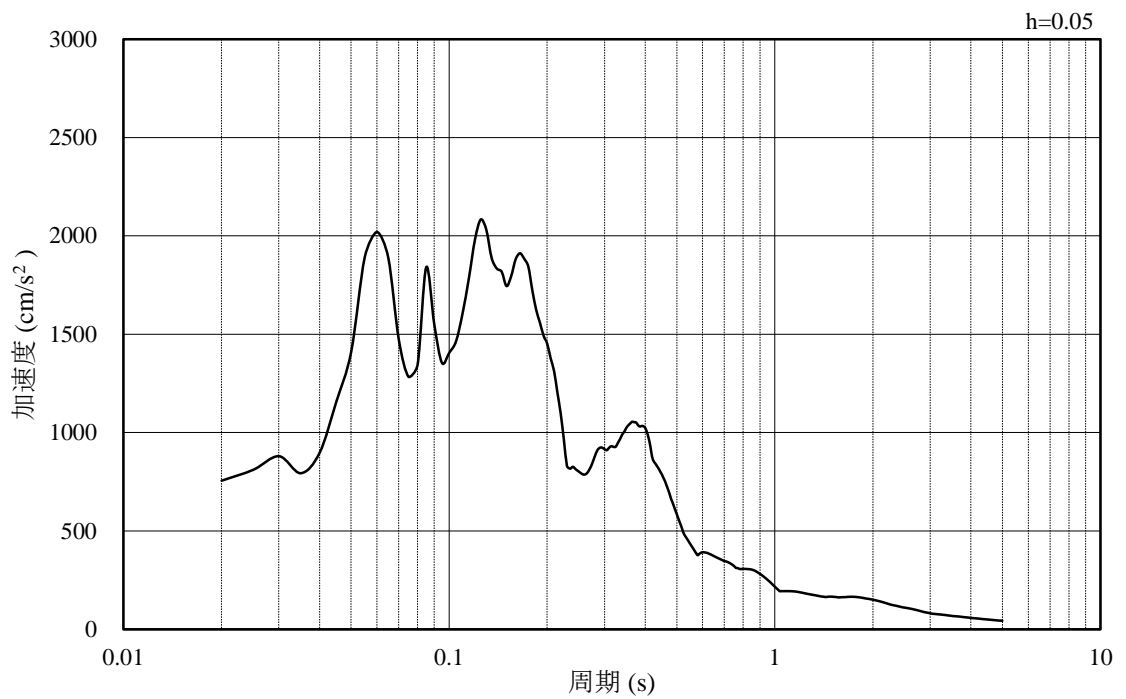


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-7 (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 (解析ケース③)  
(S<sub>s</sub>-F1, 水平方向 (NS))

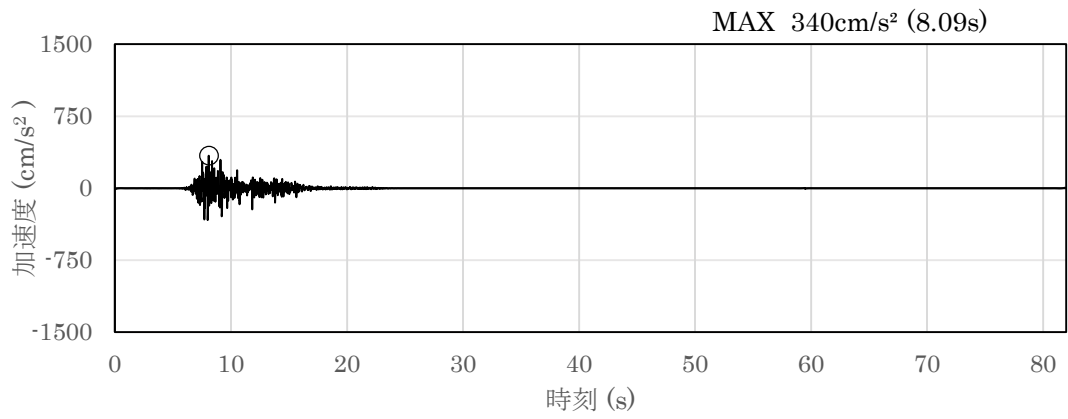


(a) 加速度時刻歴波形

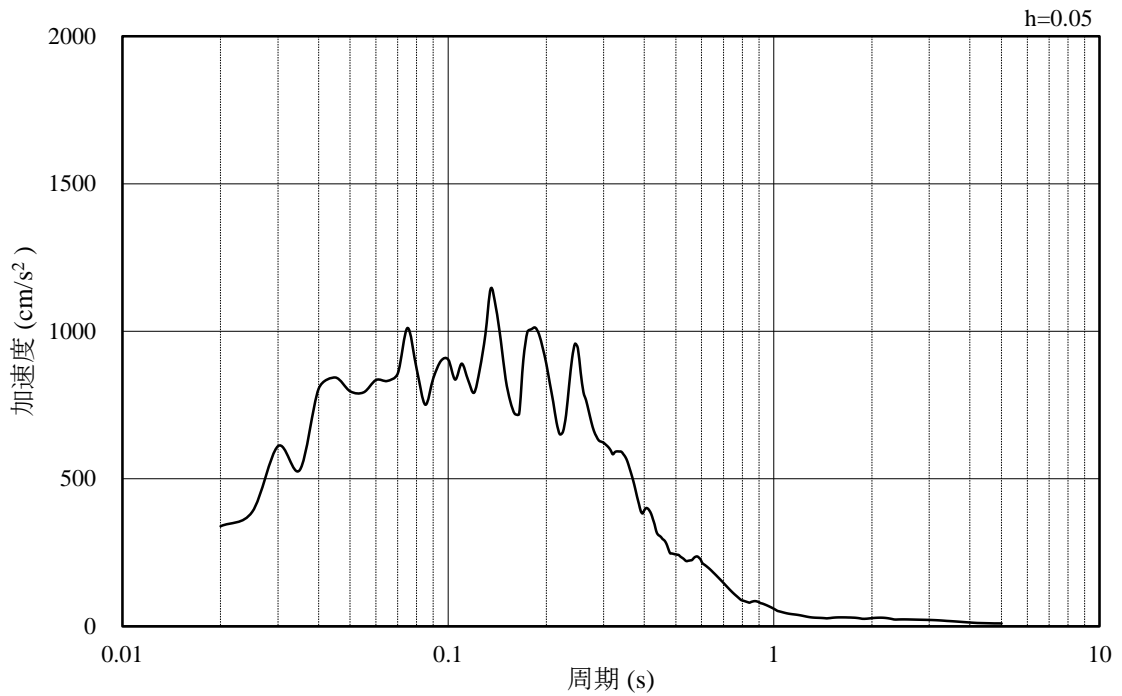


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-7 (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 (解析ケース③)  
(S s - F 1, 水平方向 (EW))

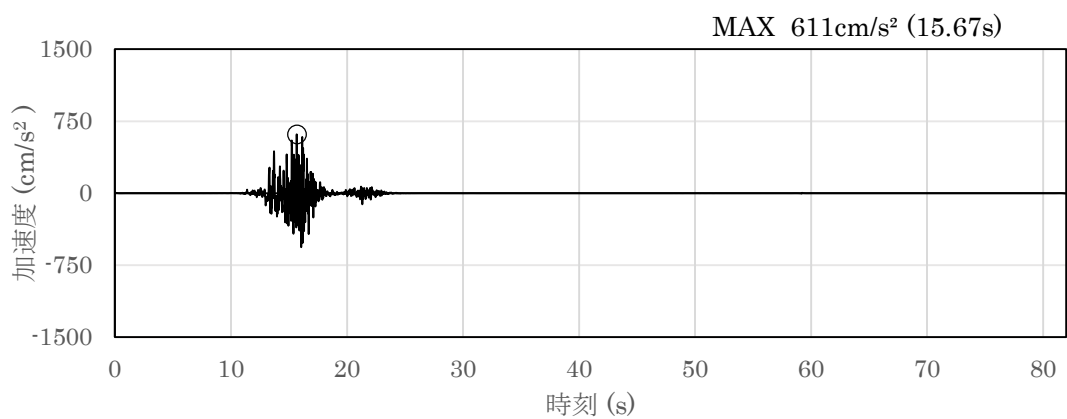


(a) 加速度時刻歴波形

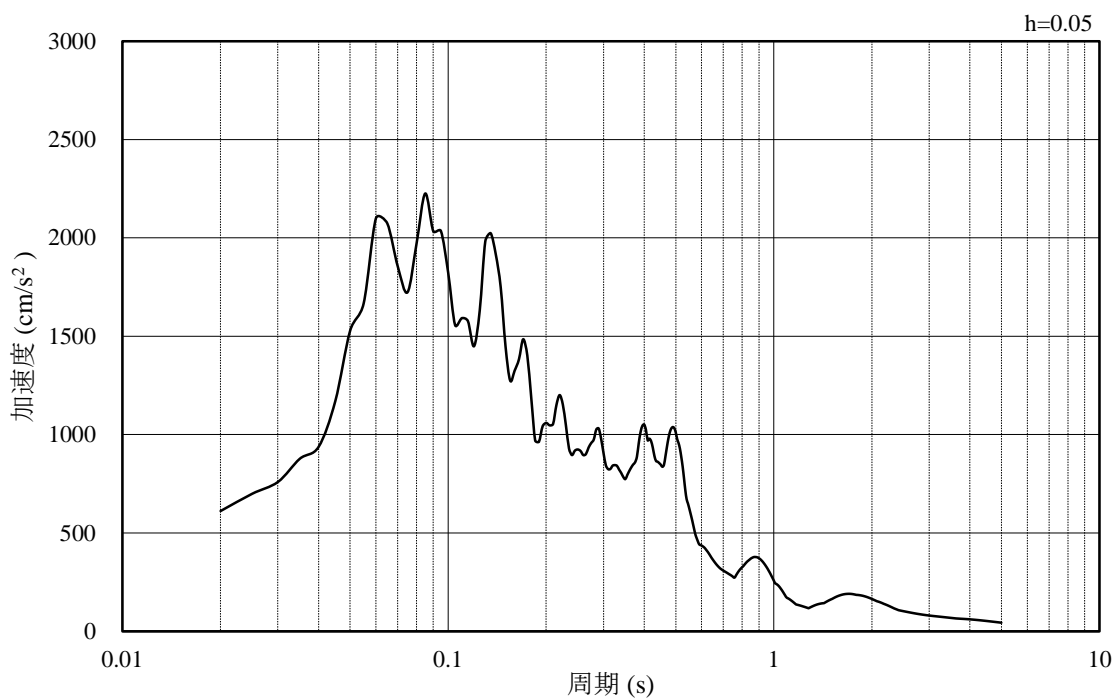


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-7 (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 (解析ケース③)  
(S s - F 1, 鉛直方向)

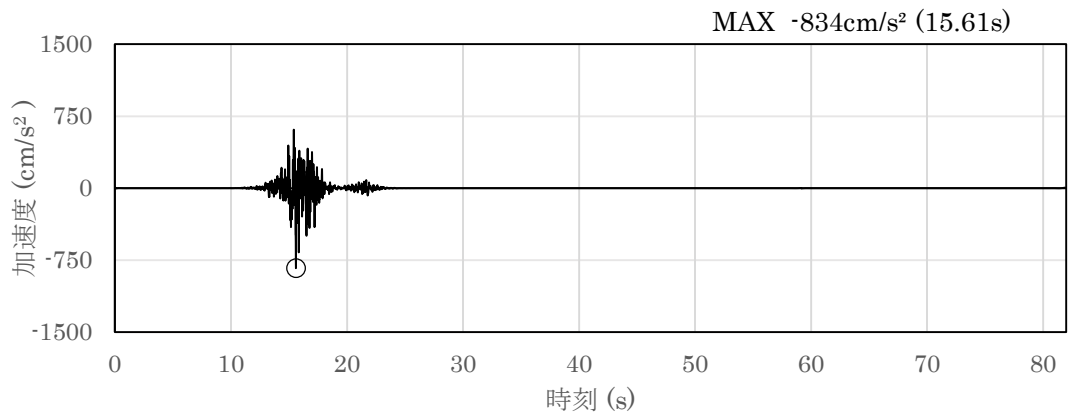


(a) 加速度時刻歴波形

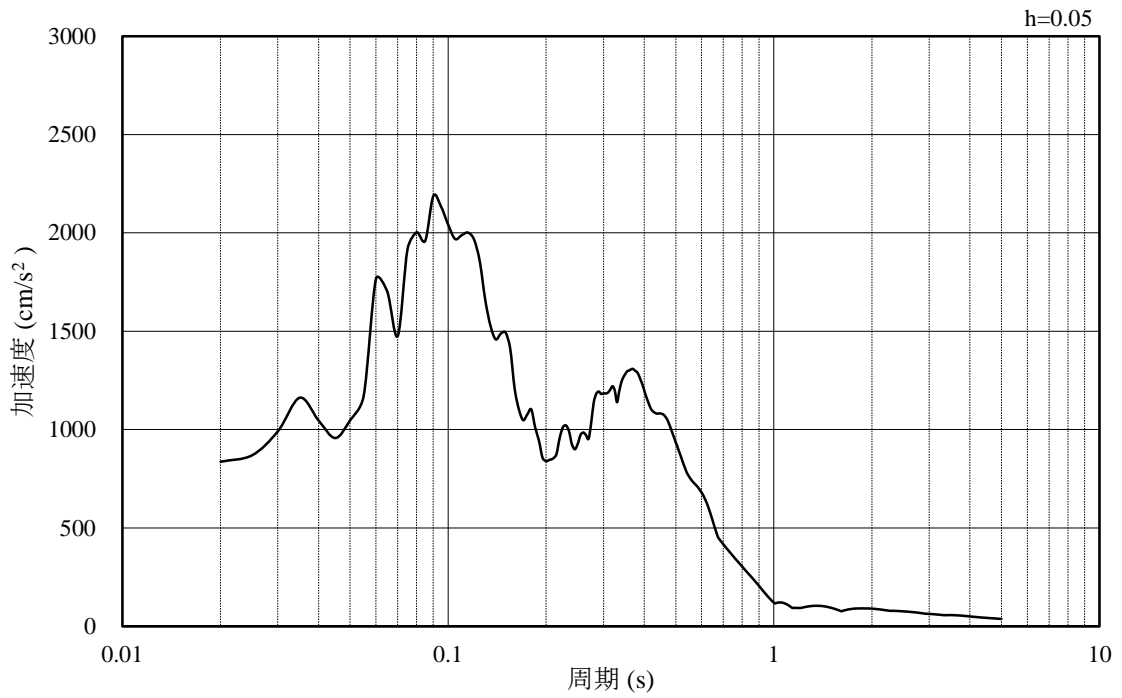


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-7 (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 (解析ケース③)  
(S<sub>s</sub>-F2, 水平方向 (NS))



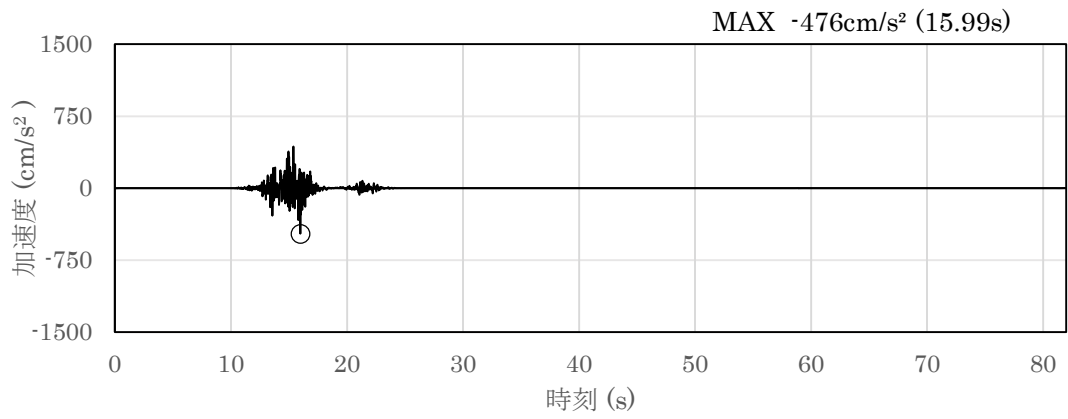
(a) 加速度時刻歴波形



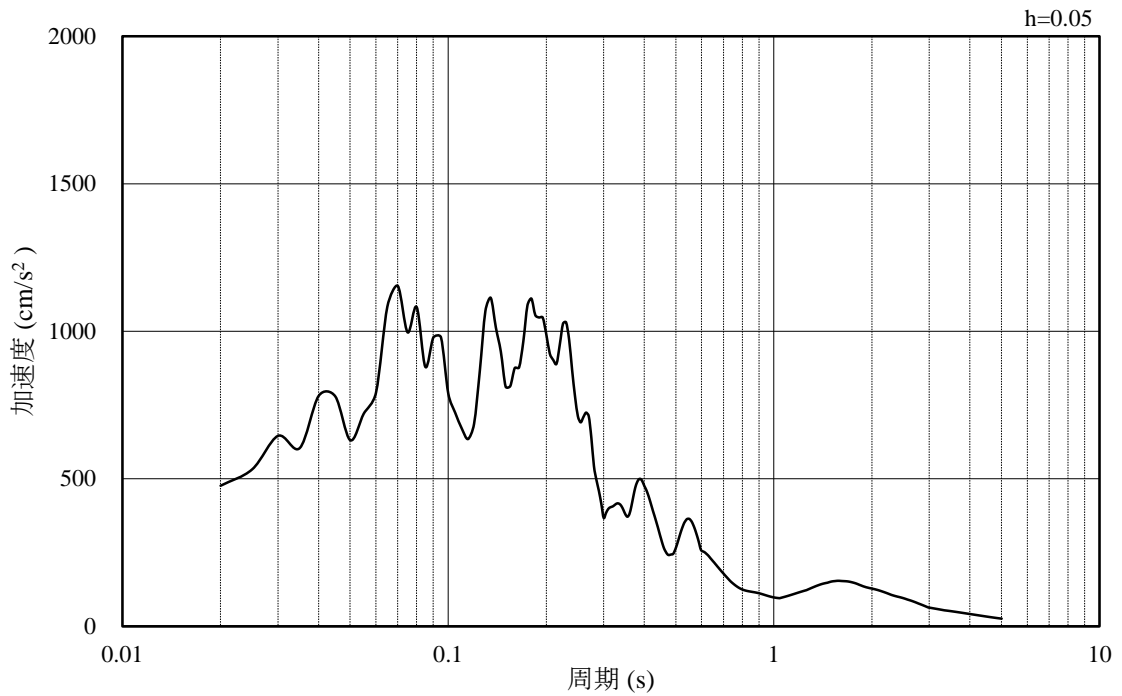
(b) 加速度応答スペクトル

図 3-7 (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 (解析ケース③)  
( $S_s - F2$ , 水平方向 (EW))



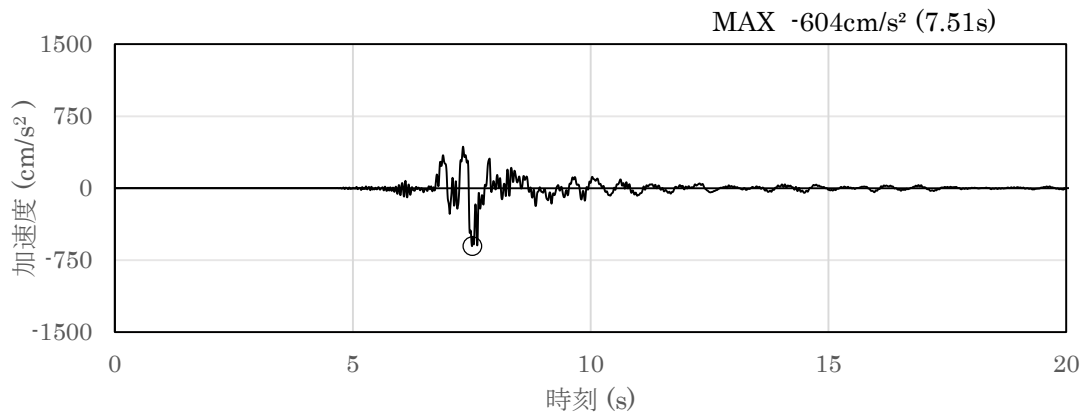


(a) 加速度時刻歴波形

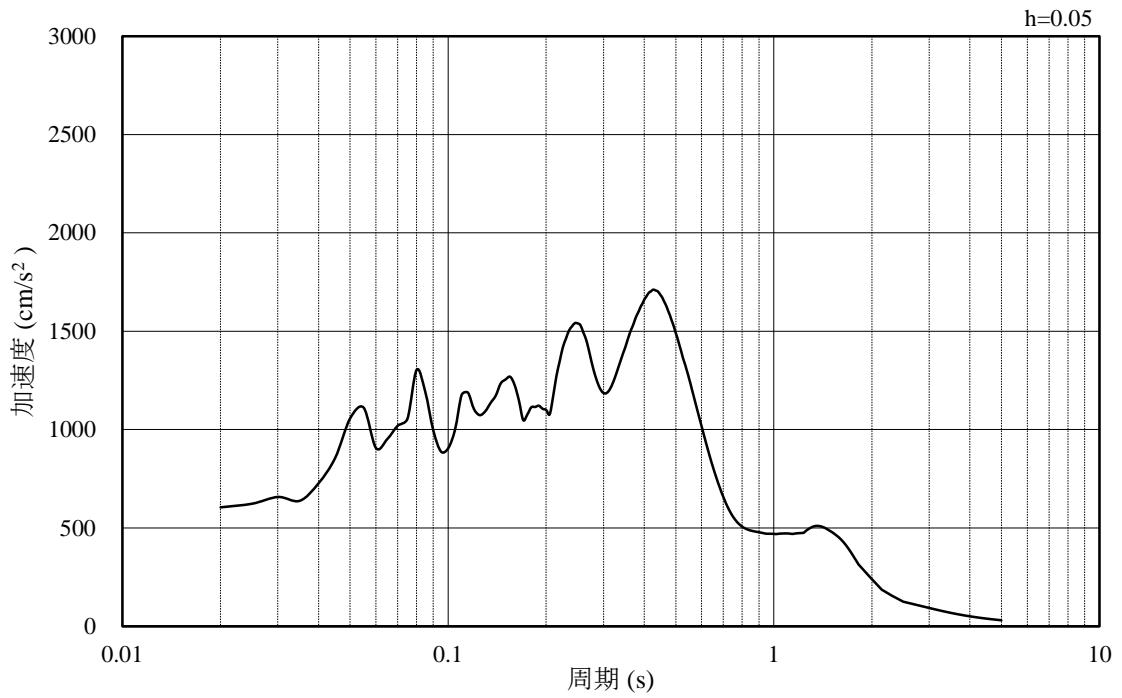


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-7 (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 (解析ケース③)  
(S s - F 2, 鉛直方向)

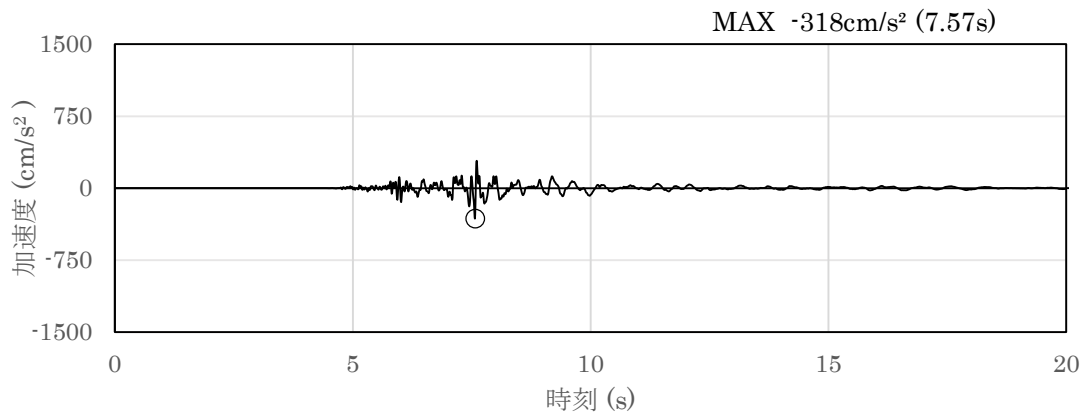


(a) 加速度時刻歴波形

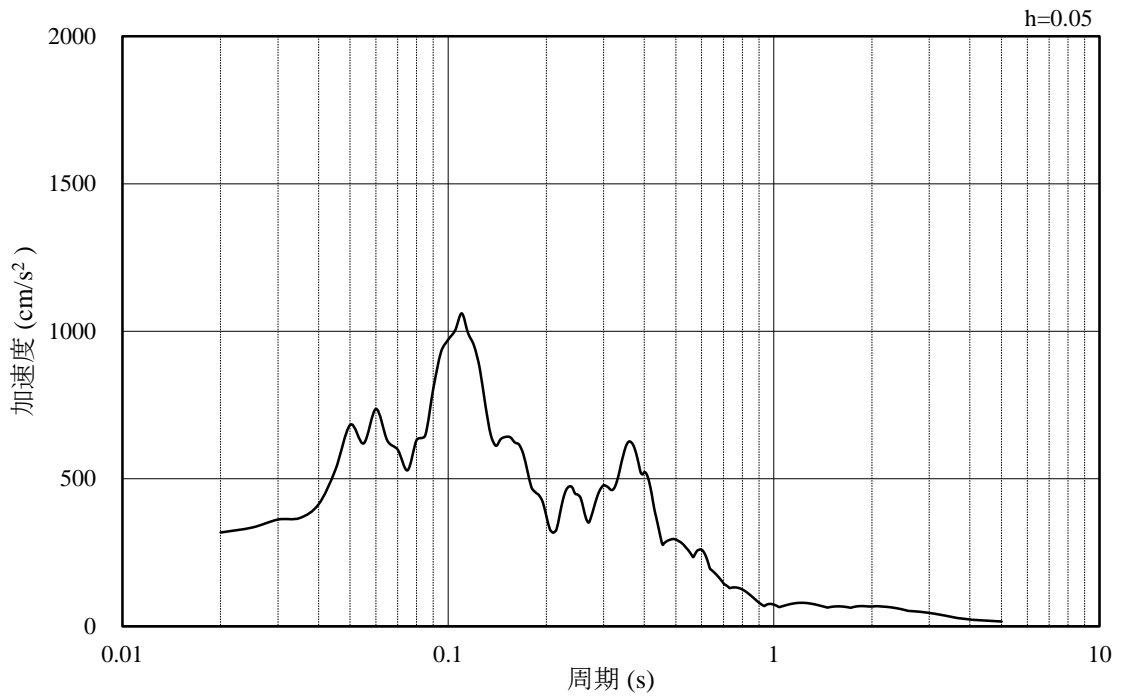


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-7 (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 (解析ケース③)  
(S s - N 1, 水平方向)

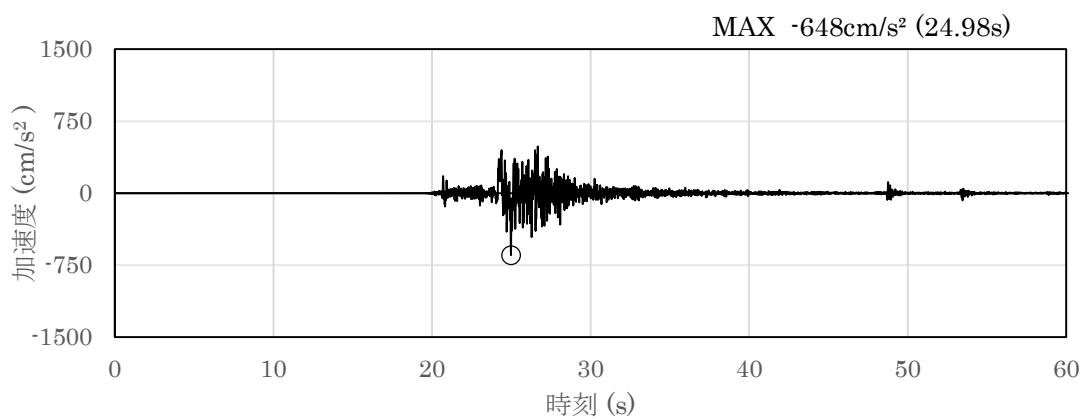


(a) 加速度時刻歴波形

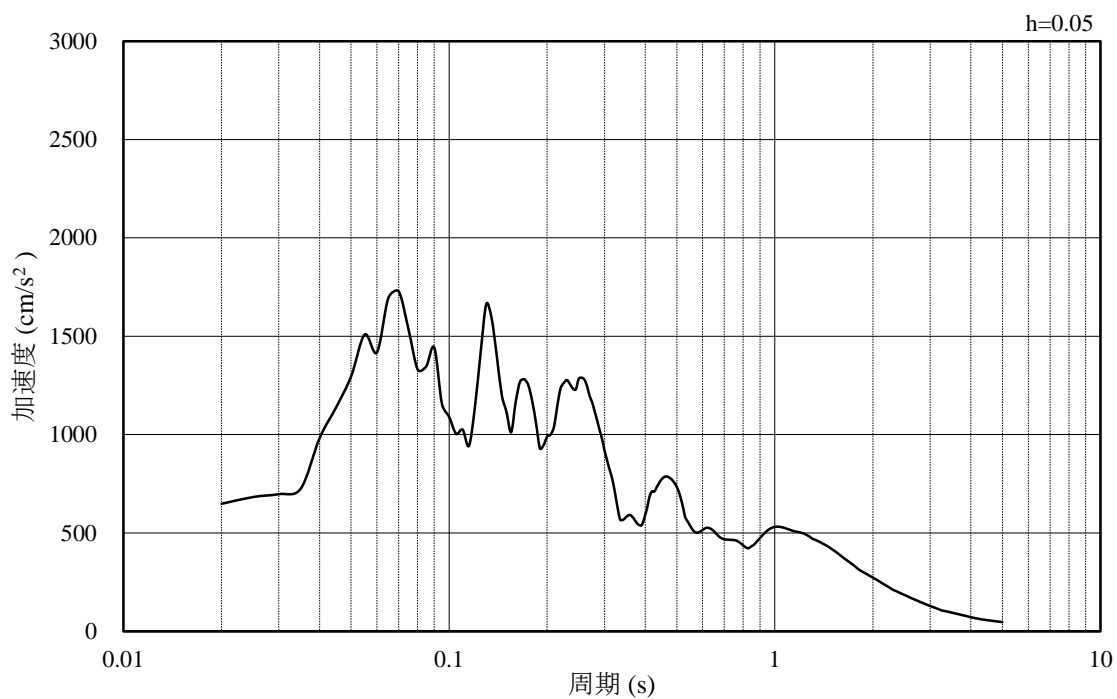


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-7 (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 (解析ケース③)  
(S s - N 1, 鉛直方向)

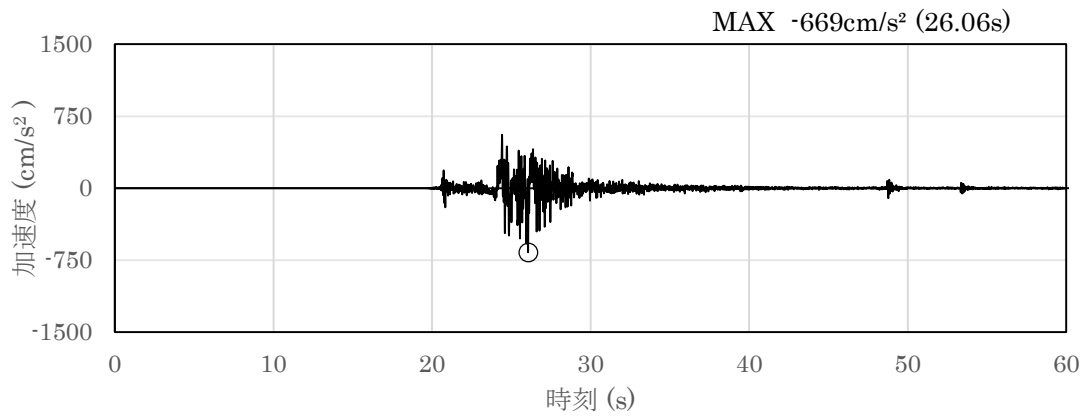


(a) 加速度時刻歴波形

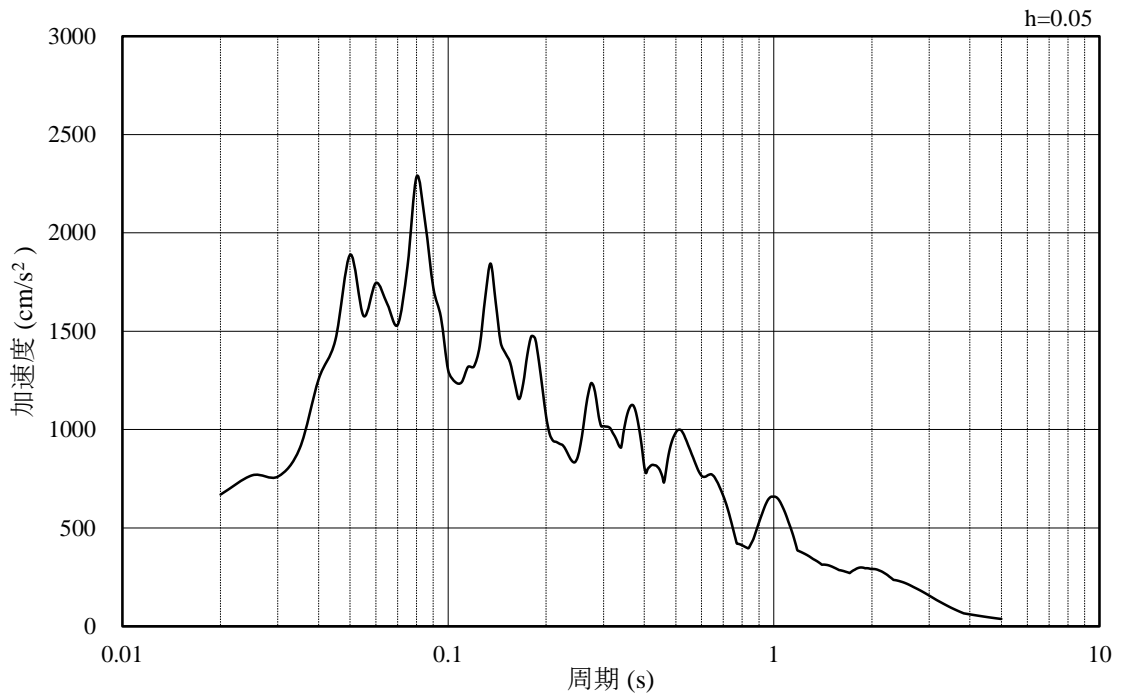


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-7 (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 (解析ケース③)  
( $S_s - N2$ , 水平方向 (NS))

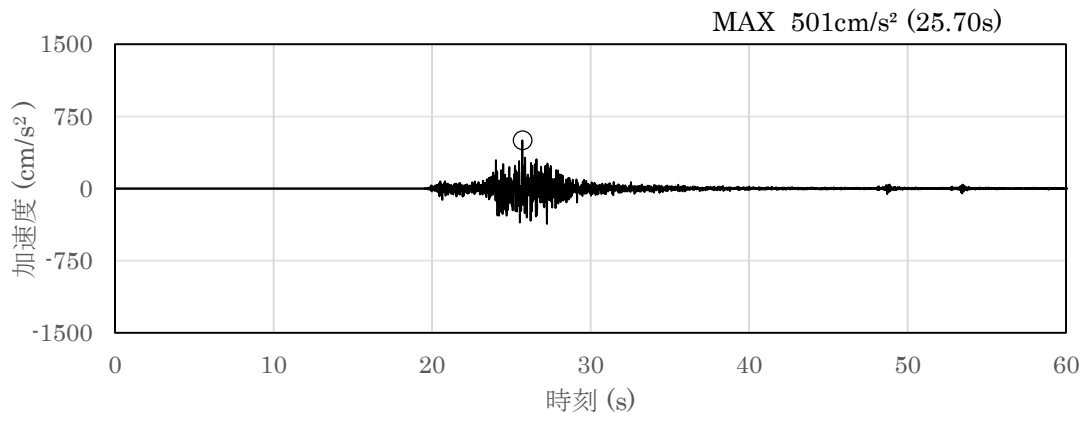


(a) 加速度時刻歴波形

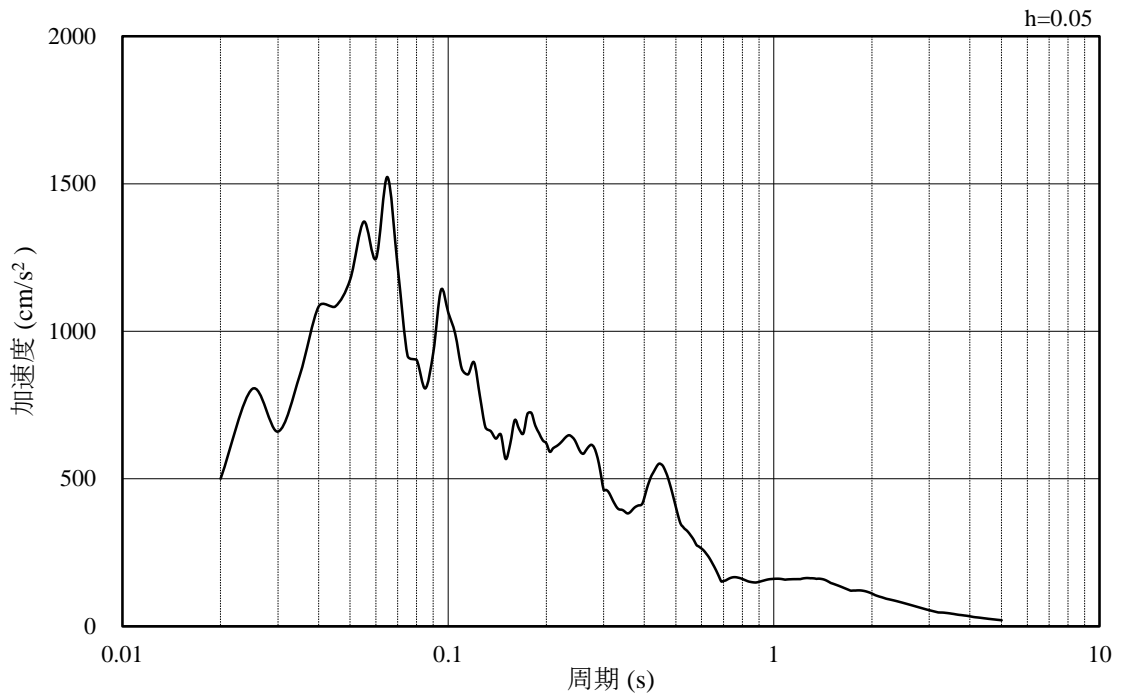


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-7 (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 (解析ケース③)  
(S<sub>s</sub>-N2, 水平方向 (EW))



(a) 加速度時刻歴波形



(b) 加速度応答スペクトル

図 3-7 (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 (解析ケース③)  
(S s - N 2, 鉛直方向)

### 3.4 地震応答解析モデル

ガスタービン発電機用軽油タンク基礎及び防油堤の地震応答解析モデルは、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の解析モデルの設定方針に基づき、水平方向及び鉛直方向についてそれぞれ設定する。地震応答解析モデルの設定に用いた使用材料の物性値を表3-3に示す。

表 3-3 使用材料の物性値

使用材料	ヤング係数 E (N/mm <sup>2</sup> )	せん断 弾性係数 G (N/mm <sup>2</sup> )	減衰定数 h (%)	備考
軽油タンク (鋼材)	2.000×10 <sup>5</sup>	7.710×10 <sup>4</sup>	1	—
軽油タンク基礎・防油堤 (鉄筋コンクリート) コンクリート： Fc=24.0 (N/mm <sup>2</sup> ) 鉄筋：SD345	2.500×10 <sup>4</sup>	1.042×10 <sup>4</sup>	5	—

### 3.4.1 水平方向

#### (1) 地震応答解析モデル

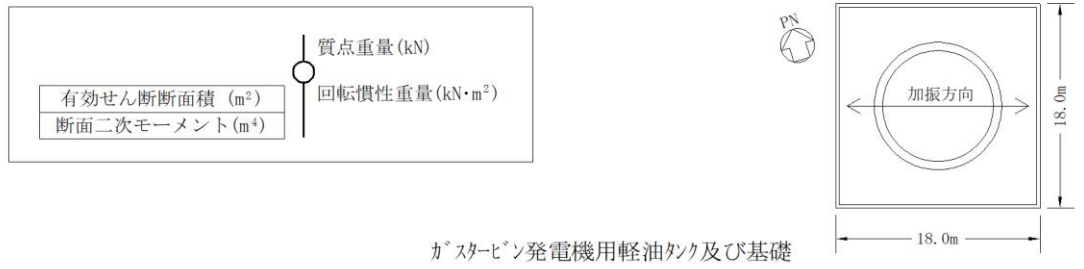
水平方向の地震応答解析モデルは、地盤との相互作用を考慮し、曲げ及びせん断剛性を考慮した質点系モデルとする。モデル化は、NS方向とEW方向で同一のため、EW方向のみ行っている。

水平方向の地震応答解析モデルを図3-8示す。

#### (2) 地盤ばね

基礎底面の地盤ばねについては、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)」(以下「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」という。)により、成層補正を行ったのち、振動アドミタンス理論に基づき求めたスウェイ及びロッキングの地盤ばねを、近似法により定数化して用いる。このうち、基礎底面のロッキング地盤ばねには、基礎浮上りによる幾何学的非線形性を考慮する。地盤ばねの定数化の概要を図3-9に、地盤ばね定数及び減衰係数を表3-4に示す。基礎底面ばねの評価には解析コード「d m a i n 2」を用いる。評価に用いる解析コードの検証、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。





カスタービン発電機用軽油タンク及び基礎

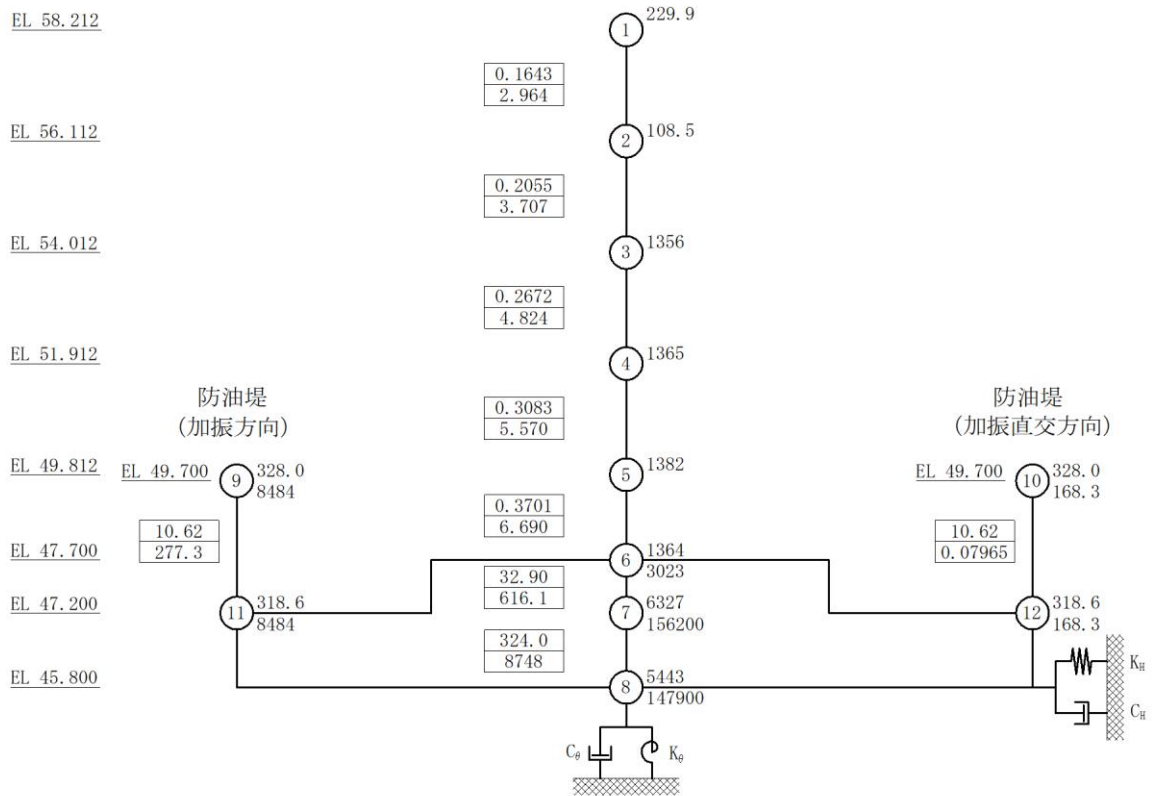
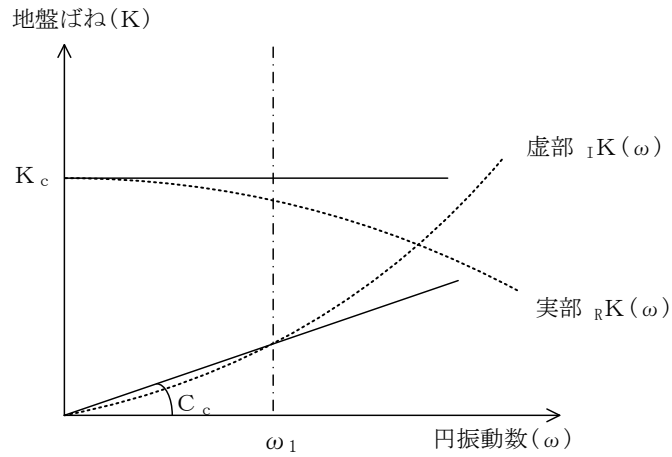


図 3-8 地震応答解析モデル (水平方向)



ばね定数 : 0Hz のばね定数  $K_c$  で定数化

減衰係数 : 地盤-建物連成系の 1 次固有円振動数  $\omega_1$  に対応する虚部の値と原点とを結ぶ直線の傾き  $C_c$  で定数化

図 3-9 地盤ばねの定数化の概要

表 3-4 地盤ばね定数と減衰係数 (水平方向)

ケース	ばね番号	地盤ばね成分	ばね定数 $K_c$	減衰係数 $C_c$
解析 ケース①	$K_H, C_H$	底面・水平	$1.136 \times 10^8$ (kN/m)	$6.231 \times 10^5$ (kN・s/m)
	$K_\theta, C_\theta$	底面・回転	$9.754 \times 10^9$ (kN・m/rad)	$1.252 \times 10^7$ (kN・m・s/rad)
解析 ケース②	$K_H, C_H$	底面・水平	$1.607 \times 10^8$ (kN/m)	$7.367 \times 10^5$ (kN・s/m)
	$K_\theta, C_\theta$	底面・回転	$1.382 \times 10^{10}$ (kN・m/rad)	$1.204 \times 10^7$ (kN・m・s/rad)
解析 ケース③	$K_H, C_H$	底面・水平	$7.418 \times 10^7$ (kN/m)	$5.090 \times 10^5$ (kN・s/m)
	$K_\theta, C_\theta$	底面・回転	$6.358 \times 10^9$ (kN・m/rad)	$1.263 \times 10^7$ (kN・m・s/rad)

### 3.4.2 鉛直方向

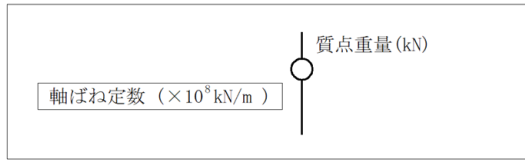
#### (1) 地震応答解析モデル

鉛直方向の地震応答解析モデルは、地盤との相互作用を考慮し、軸剛性を考慮した質点系モデルとする。

鉛直方向の地震応答解析モデルを図 3-10 に示す。

#### (2) 地盤ばね

基礎底面の地盤ばねについては、スウェイ及びロッキングばね定数の評価法と同様、成層補正を行ったのち、振動アドミタンス理論に基づき求めた鉛直ばねを近似法により定数化して用いる。地盤ばね定数及び減衰係数を表 3-5 に示す。基礎底面ばねの評価には解析コード「d m a i n 2」を用いる。評価に用いる解析コードの検証、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。



カスタービン発電機用軽油タンク及び基礎

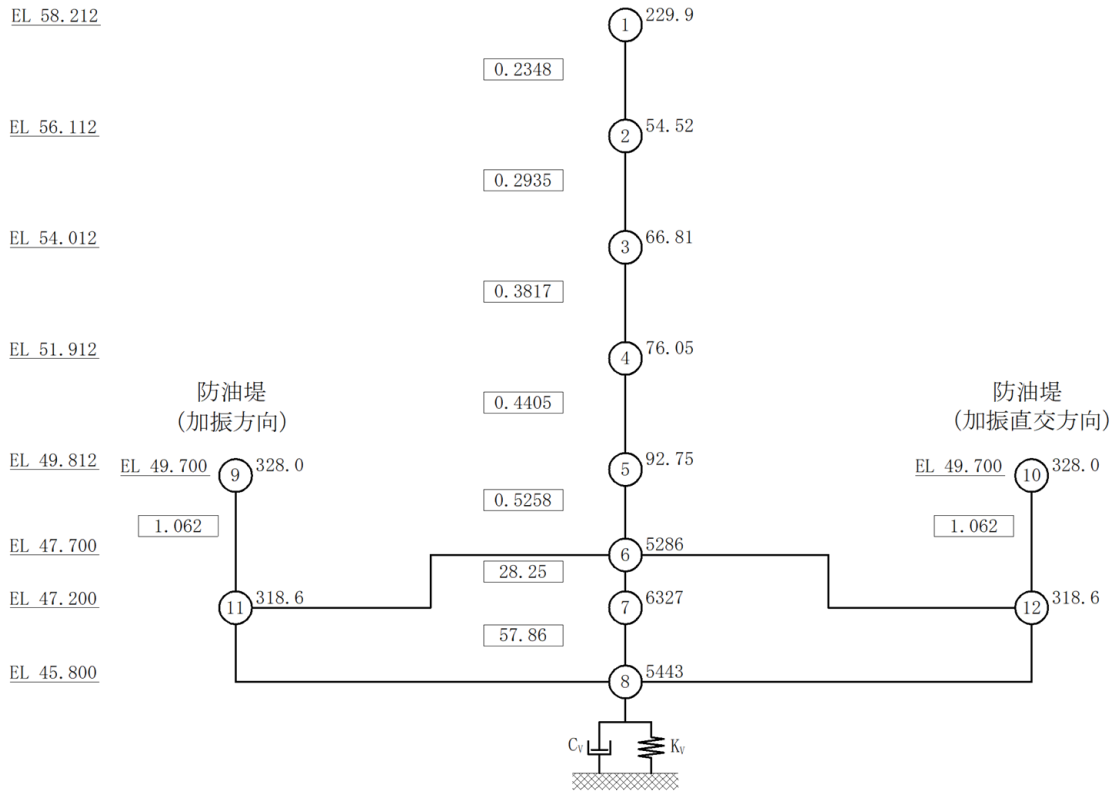


図 3-10 地震応答解析モデル (鉛直方向)

表 3-5 地盤ばね定数と減衰係数（鉛直方向）

ケース	ばね 番号	地盤ばね 成分	ばね定数 $K_c$	減衰係数 $C_c$
解析 ケース①	$K_v, C_v$	底面・鉛直	$2.140 \times 10^8$ (kN/m)	$1.778 \times 10^6$ (kN・s/m)
解析 ケース②	$K_v, C_v$	底面・鉛直	$2.927 \times 10^8$ (kN/m)	$2.056 \times 10^6$ (kN・s/m)
解析 ケース③	$K_v, C_v$	底面・鉛直	$1.454 \times 10^8$ (kN/m)	$1.477 \times 10^6$ (kN・s/m)

### 3.5 解析方法

ガスタービン発電機用軽油タンク基礎及び防油堤について、動的解析により応答加速度、応答変位、応答せん断力、応答曲げモーメント、応答軸力及び接地圧を算定する。

ガスタービン発電機用軽油タンク基礎及び防油堤の地震応答解析には、解析コード「D Y N A 2 E」を用いる。評価に用いる解析コードの検証、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

#### 3.5.1 動的解析

ガスタービン発電機用軽油タンク基礎の動的解析は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の解析方法に基づき、時刻歴応答解析により実施する。

### 3.6 解析条件

#### 3.6.1 地盤の回転ばねの復元力特性

地盤の回転ばねに関する曲げモーメントー回転角の関係は「J E A G 4 6 0 1 - 1991 追補版」に基づき、基礎の浮き上がりを考慮する非線形ばねとし、浮き上がり非線形地震応答解析（接地率に応じて誘発上下動を考慮）とする。モデルの概念図を図3-11に、評価式を表3-6に示す。

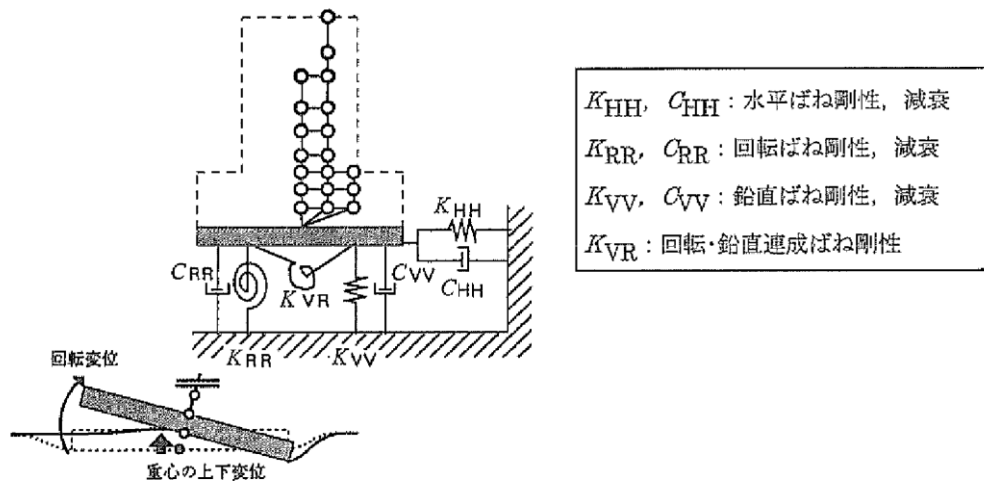


図3-11 誘発上下動を考慮した多質点系モデルの概念図

表3-6 誘発上下動モデルにおける基礎浮き上がり時の地盤ばね剛性と減衰

	水平ばね $K_{HH}, C_{HH}$	回転ばね $K_{RR}, C_{RR}$	回転・鉛直 連成ばね $K_{VR}, C_{VR}$	鉛直ばね $K_{VV}, C_{VV}$
地盤ばね の剛性 $K$	$K_{H0}$	$\frac{M - K_{VR} \cdot w_0}{\theta}$	$\frac{1-\eta}{2} \cdot L \cdot K_{VV}$	$\eta^\beta \cdot K_{V0}$
地盤ばね の減衰 $C$	$C_{H0}$	$C_{R0} \cdot \eta^{\frac{\alpha}{2}}$	0	$C_{V0} \cdot \eta^{\frac{\alpha}{2}}$
$\eta = \left( \frac{\theta_0}{\theta} \right)^{\frac{2}{\alpha-2}}$	$M$ : 転倒モーメント	$\beta$ : 0.46		
	$w_0$ : 基礎版中心の鉛直変位	$\alpha$ : 地反力分布に応じた値 (三角形分布 6.0)		
	$\theta$ : 回転角	$C_{H0}$ : 線形域の水平ばね減衰係数		
	$\theta_0$ : 浮き上がり限界回転角	$C_{V0}$ : 線形域の鉛直ばね減衰係数		
	$L$ : 構造物の基礎幅	$C_{R0}$ : 線形域の回転ばね減衰係数		
	$K_{H0}$ : 線形域の水平ばね剛性			
	$K_{V0}$ : 線形域の鉛直ばね剛性			

## 4. 解析結果

### 4.1 動的解析

#### 4.1.1 固有値解析結果

基本ケースの地震応答解析モデルの固有値解析結果（固有周期，固有振動数及び刺激係数）を表 4-7 に示す。刺激関数図を図 4-12 及び図 4-13 に示す。

なお，刺激係数は，モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示す。

#### 4.1.2 地震応答解析結果

耐震評価のために用いる応答加速度として，解析ケース①（基本ケース）について，すべての基準地震動  $S_s$  による最大応答値を図 4-14～図 4-20 及び表 4-8～表 4-14 に示す。また，機器・配管系の応答加速度抽出のため，地盤物性のばらつきを考慮した解析ケース②及び③の最大応答値を図 4-21～図 4-34 及び表 4-15 表 4-28 に示す。

接地率を表 4-29～表 4-31 に示す。接地率は，誘発上下動を考慮した地震応答解析を適用できる基準値(50%以上)を満足していることを確認した。



表 4-7 固有値解析結果（解析ケース①）

(a) 水平方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.065	15.48	1.359	防油堤（加振直交方向） 1次
2	0.061	16.51	1.779	タンク基礎1次
3	0.025	40.34	-2.690	防油堤（加振方向）1次
4	0.020	48.96	2.223	
5	0.016	64.06	-0.448	
6	0.013	74.13	-0.109	

(b) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.019	51.87	1.933	タンク基礎及び防油堤 1次
2	0.013	79.11	-0.950	
3	0.004	239.28	-0.049	
4	0.004	283.60	0.000	
5	0.003	287.10	-0.032	
6	0.002	407.28	0.075	

注記\*：モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

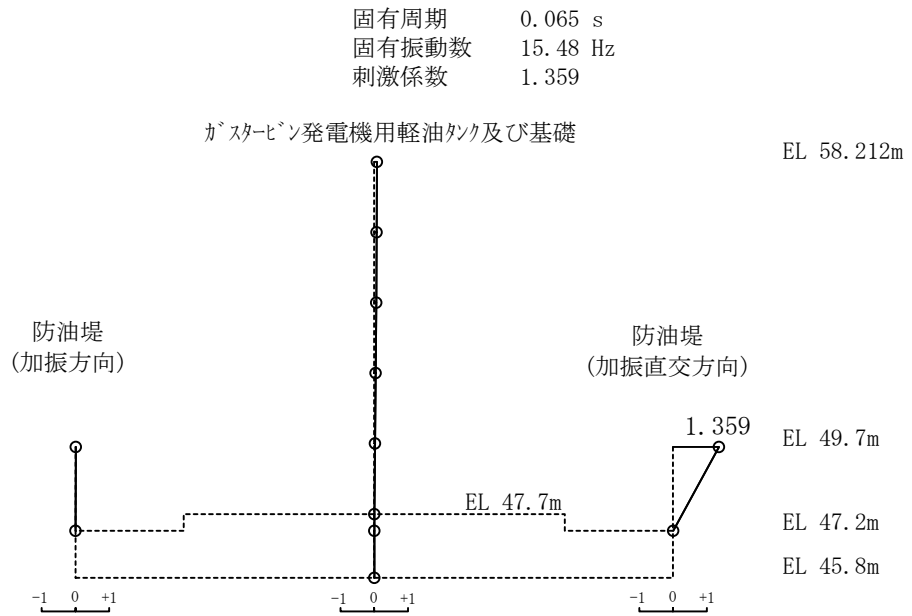


図 4-12 (1) 刺激関数図 (解析ケース①, 水平方向, 1 次モード)

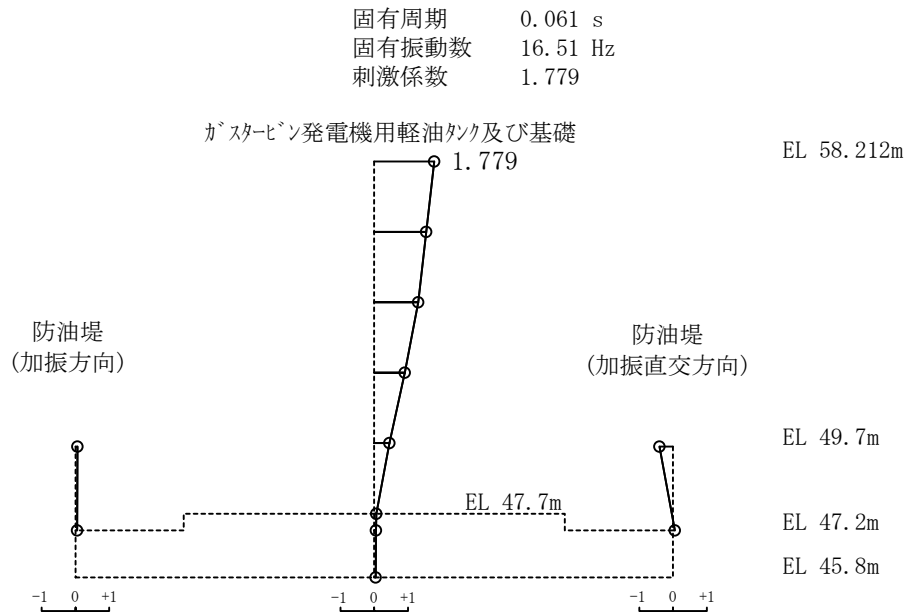


図 4-12 (2) 刺激関数図 (解析ケース①, 水平方向, 2 次モード)

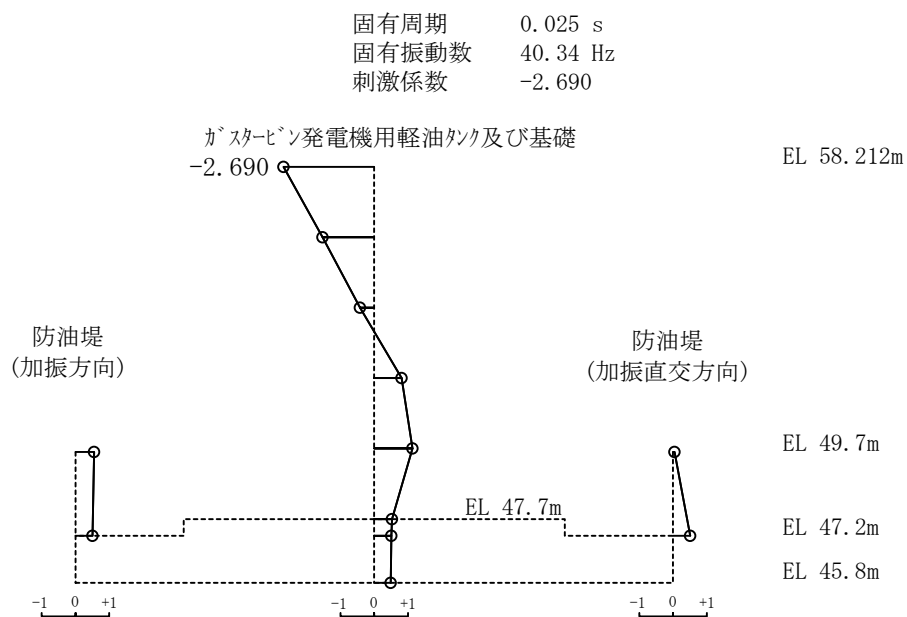


図 4-12 (3) 刺激関数図 (解析ケース①, 水平方向, 3 次モード)

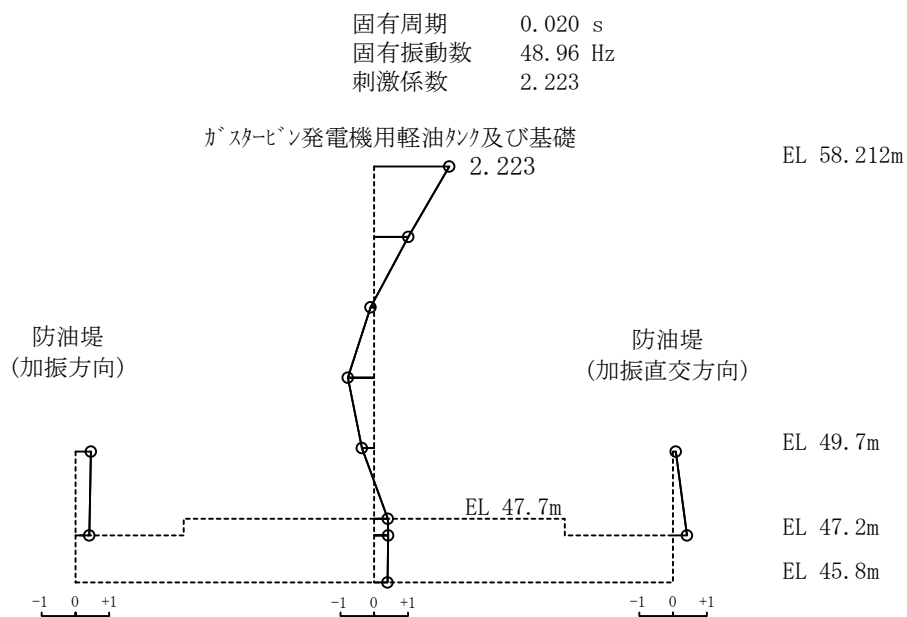


図 4-12 (4) 刺激関数図 (解析ケース①, 水平方向, 4 次モード)

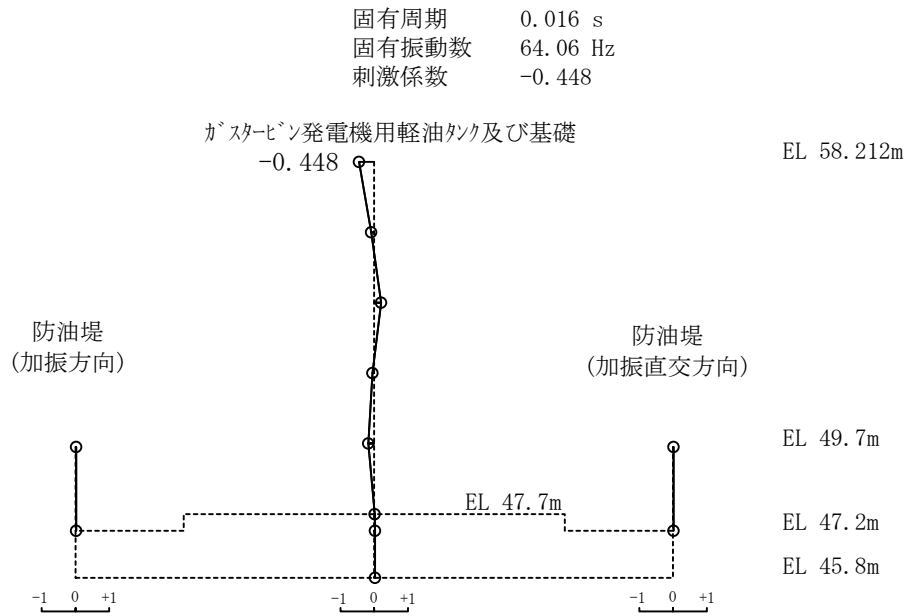


図 4-12 (5) 刺激関数図 (解析ケース①, 水平方向, 5 次モード)

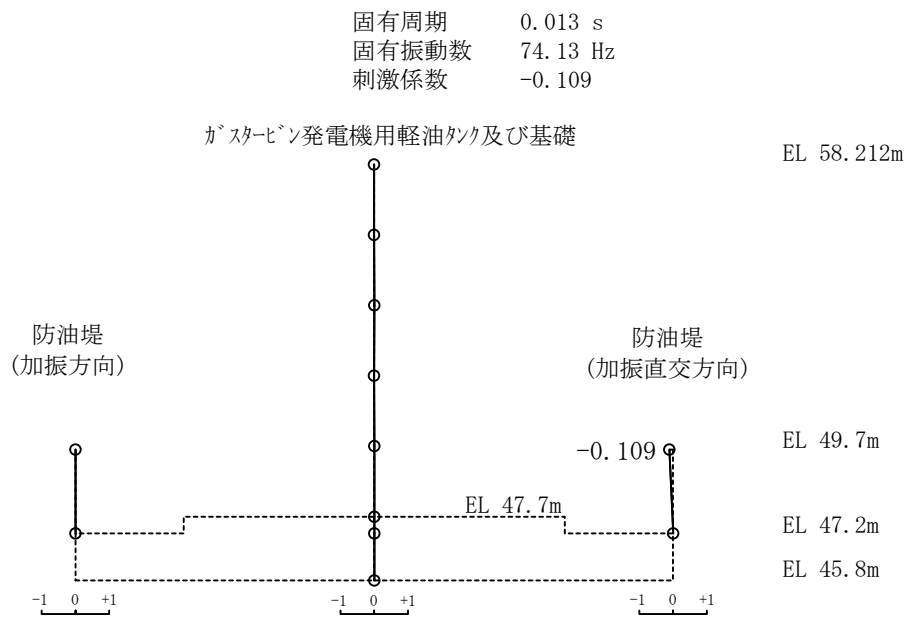


図 4-12 (6) 刺激関数図 (解析ケース①, 水平方向, 6 次モード)

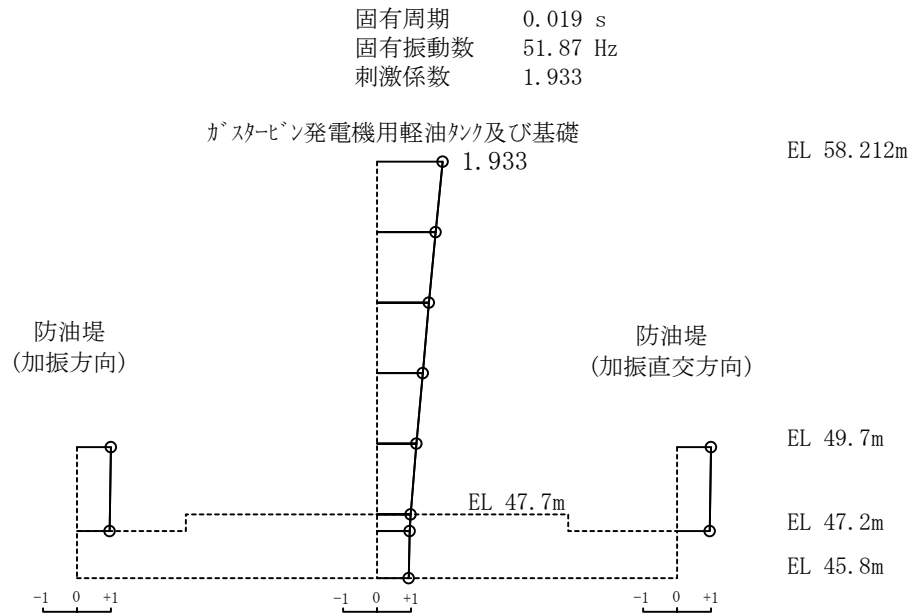


図 4-13 (1) 刺激関数図 (解析ケース①, 鉛直方向, 1 次モード)

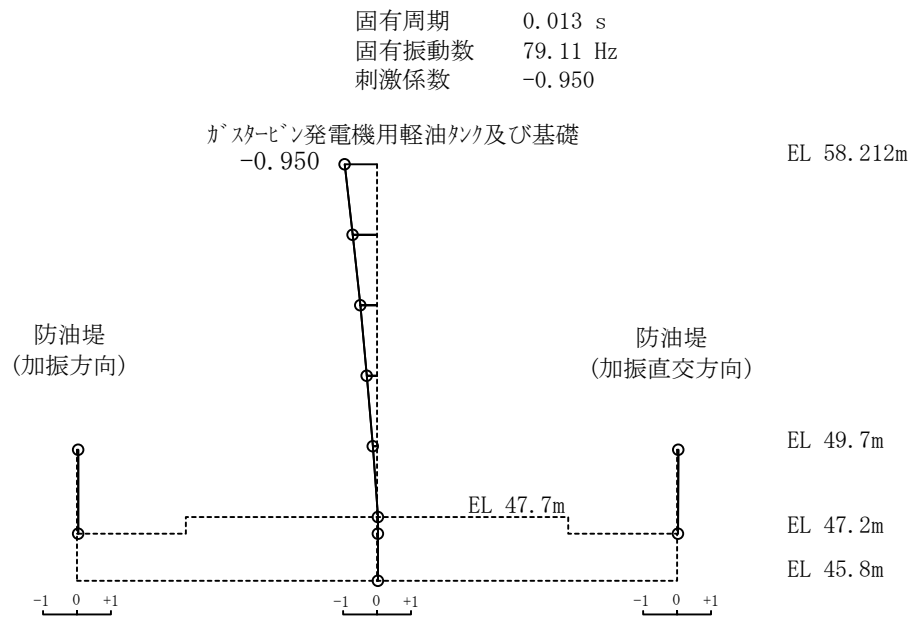


図 4-13 (2) 刺激関数図 (解析ケース①, 鉛直方向, 2 次モード)

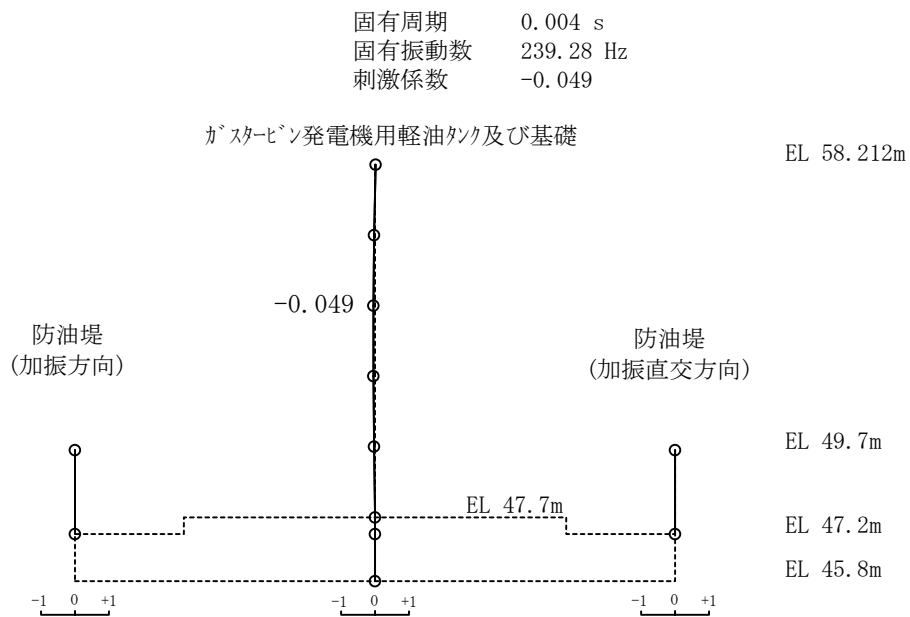


図 4-13 (3) 刺激関数図 (解析ケース①, 鉛直方向, 3 次モード)

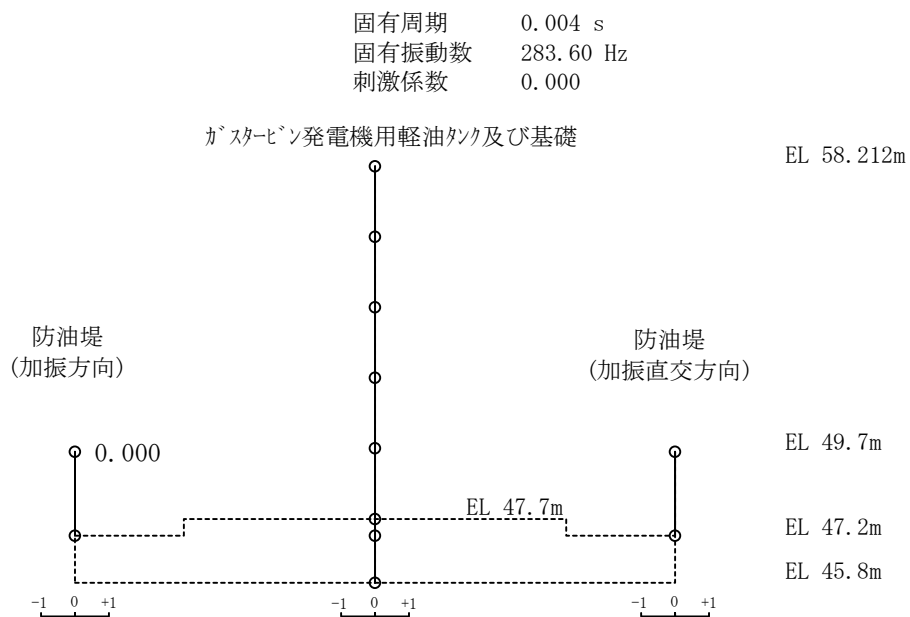


図 4-13 (4) 刺激関数図 (解析ケース①, 鉛直方向, 4 次モード)

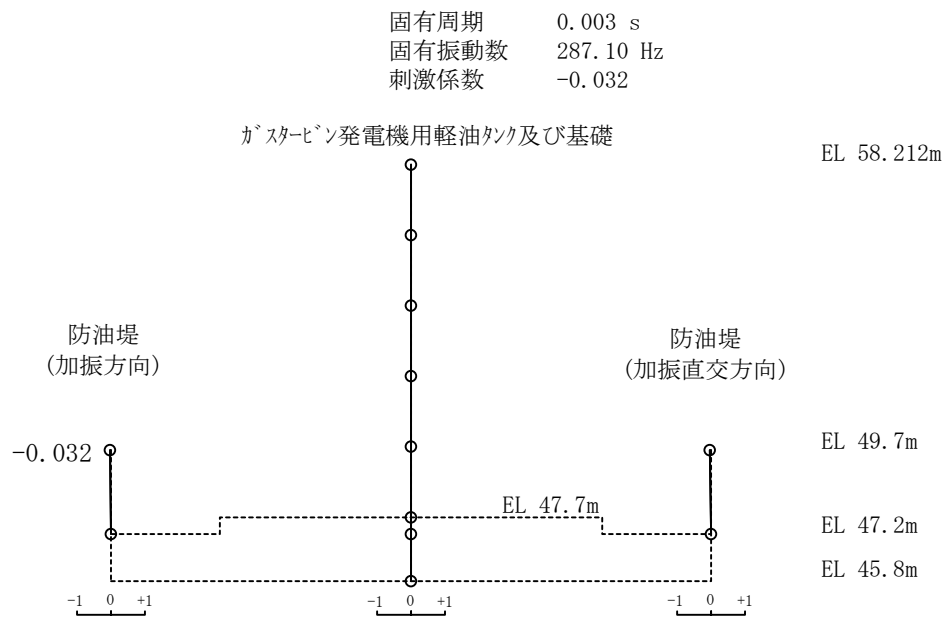


図 4-13 (5) 刺激関数図 (解析ケース①, 鉛直方向, 5 次モード)

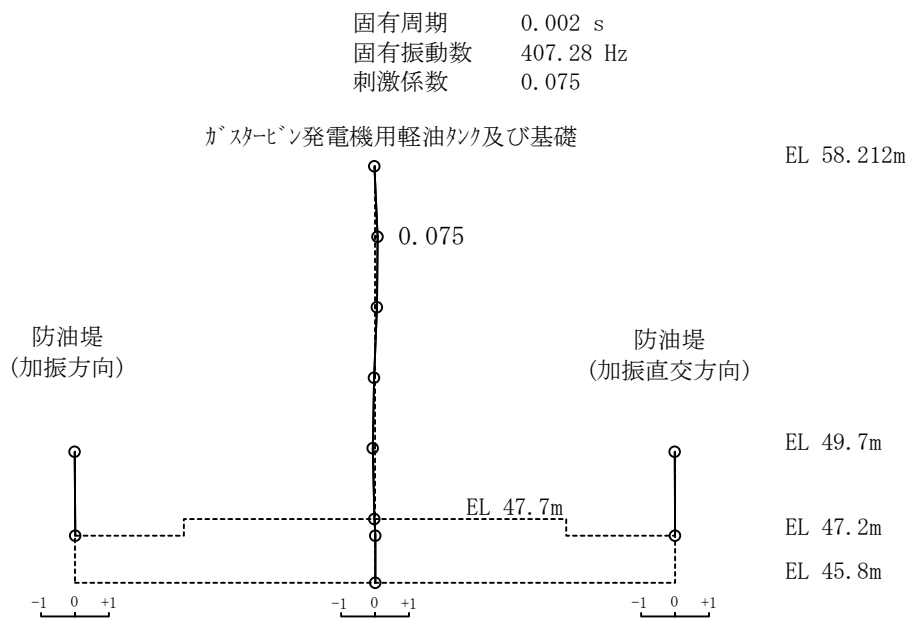


図 4-13 (6) 刺激関数図 (解析ケース①, 鉛直方向, 6 次モード)

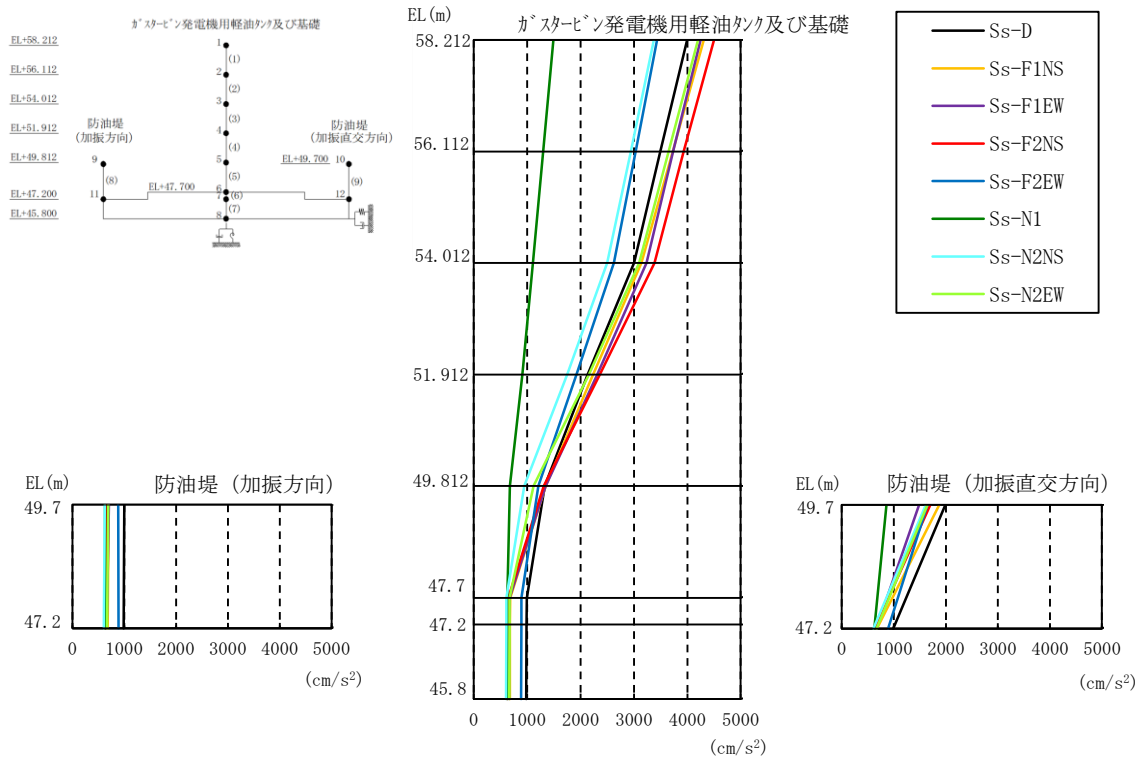


図 4-14 最大応答加速度（水平方向，解析ケース①）

表 4-8 最大応答加速度一覧（水平方向，解析ケース①）

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> ) *								最大値
			Ss-D	Ss-F1NS	Ss-F1EW	Ss-F2NS	Ss-F2EW	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
ガスタービン発電機用軽油タンク	58.212	1	3994	4306	4246	4498	3433	1487	3375	4198	4498
	56.112	2	3495	3724	3730	3930	3031	1296	2939	3648	3930
	54.012	3	2999	3141	3236	3383	2621	1107	2498	3094	3383
	51.912	4	2130	2234	2311	2359	1923	910	1748	2156	2359
	49.812	5	1329	1344	1344	1313	1209	672	942	1117	1344
	47.7	6	991	681	667	644	890	628	611	667	991
基礎	47.2	7	985	676	659	633	888	627	608	666	985
	45.8	8	977	674	658	621	883	626	604	663	977
防油堤 (加振方向)	49.7	9	999	700	704	646	883	627	621	689	999
	47.2	11	985	676	659	633	888	627	608	666	985
防油堤 (加振直交方向)	49.7	10	1992	1871	1487	1698	1646	861	1617	1643	1992
	47.2	12	985	676	659	633	888	627	608	666	985

注記\*：ハッチングはSs-D～Ss-N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を示す。



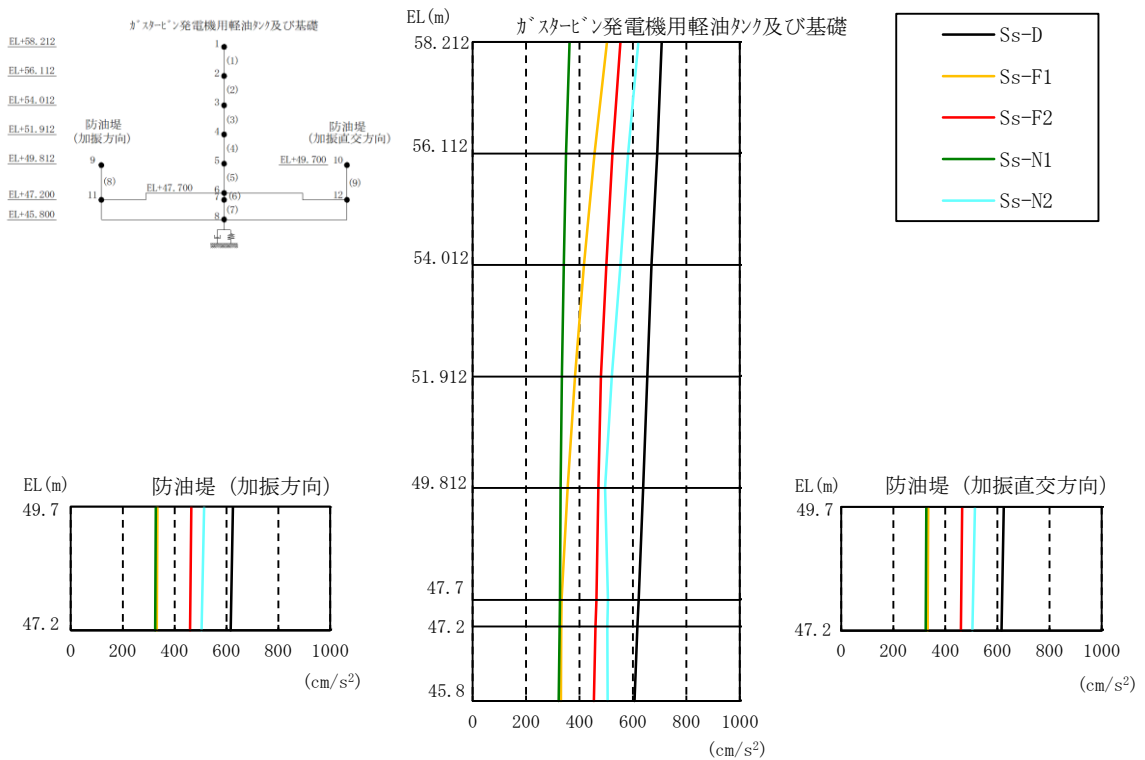


図 4-15 最大応答加速度（鉛直方向，解析ケース①）

表 4-9 最大応答加速度一覧（鉛直方向，解析ケース①）

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> ) *					最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2	
ガスタービン発電機用軽油タンク	58.212	1	708	503	553	362	621	708
	56.112	2	691	456	522	350	582	691
	54.012	3	669	416	500	341	553	669
	51.912	4	653	382	480	333	521	653
	49.812	5	638	356	470	329	495	638
	47.7	6	621	333	463	327	506	621
基礎	47.2	7	616	332	459	325	504	616
	45.8	8	606	330	453	322	504	606
防油堤 (加振方向)	49.7	9	625	334	464	328	514	625
	47.2	11	616	332	459	325	504	616
防油堤 (加振直交方向)	49.7	10	625	334	464	328	514	625
	47.2	12	616	332	459	325	504	616

注記\* : ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 の最大応答値のうち最も大きい値を示す。

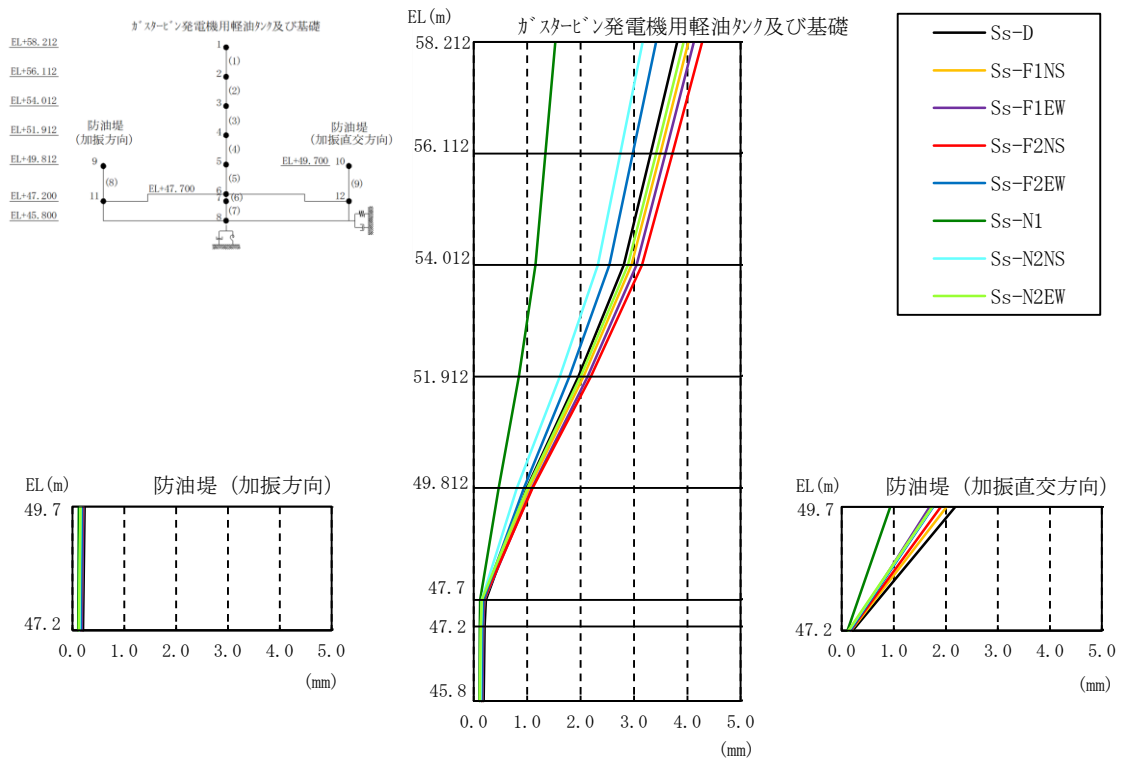


図 4-16 最大応答変位（水平方向，解析ケース①）

表 4-10 最大応答変位一覧（水平方向，解析ケース①）

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm) *								最大値
			Ss-D	Ss-F1NS	Ss-F1EW	Ss-F2NS	Ss-F2EW	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
ガスタービン 発電機用 軽油タンク	58.212	1	3.81	4.02	4.12	4.28	3.41	1.52	3.16	3.93	4.28
	56.112	2	3.31	3.49	3.59	3.72	2.98	1.34	2.74	3.41	3.72
	54.012	3	2.81	2.96	3.05	3.15	2.54	1.16	2.32	2.89	3.15
	51.912	4	1.95	2.05	2.13	2.19	1.79	0.84	1.61	2.00	2.19
	49.812	5	0.99	1.03	1.09	1.10	0.94	0.47	0.81	1.00	1.10
	47.7	6	0.22	0.19	0.20	0.18	0.18	0.12	0.15	0.15	0.22
基礎	47.2	7	0.20	0.17	0.18	0.16	0.16	0.11	0.13	0.13	0.20
	45.8	8	0.19	0.15	0.16	0.14	0.14	0.10	0.12	0.11	0.19
防油堤 (加振方向)	49.7	9	0.23	0.20	0.21	0.19	0.19	0.12	0.15	0.15	0.23
	47.2	11	0.20	0.17	0.18	0.16	0.16	0.11	0.13	0.13	0.20
防油堤 (加振直交方向)	49.7	10	2.18	2.02	1.69	1.90	1.76	0.93	1.74	1.74	2.18
	47.2	12	0.20	0.17	0.18	0.16	0.16	0.11	0.13	0.13	0.20

注記\*：ハッチングはS s - D ~ S s - N 2 E Wの最大応答値のうち最も大きい値を示す。

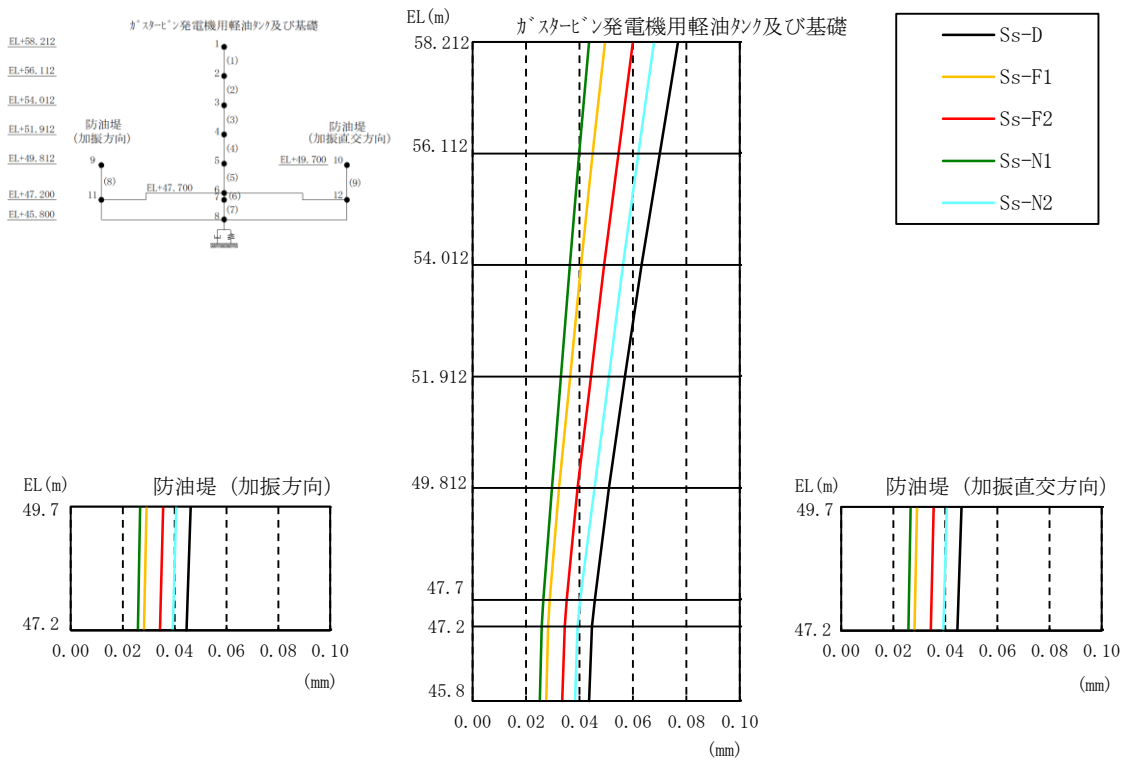


図 4-17 最大応答変位（鉛直方向，解析ケース①）

表 4-11 最大応答変位一覧（鉛直方向，解析ケース①）

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm) *					最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2	
ガスタービン発電機用軽油タンク	58.212	1	0.08	0.05	0.06	0.04	0.07	0.08
	56.112	2	0.07	0.04	0.05	0.04	0.06	0.07
	54.012	3	0.06	0.04	0.05	0.04	0.06	0.06
	51.912	4	0.06	0.04	0.04	0.03	0.05	0.06
	49.812	5	0.05	0.03	0.04	0.03	0.05	0.05
	47.7	6	0.05	0.03	0.04	0.03	0.04	0.05
基礎	47.2	7	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
	45.8	8	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
防油堤 (加振方向)	49.7	9	0.05	0.03	0.04	0.03	0.04	0.05
	47.2	11	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
防油堤 (加振直交方向)	49.7	10	0.05	0.03	0.04	0.03	0.04	0.05
	47.2	12	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04

注記\* : ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 の最大応答値のうち最も大きい値を示す。

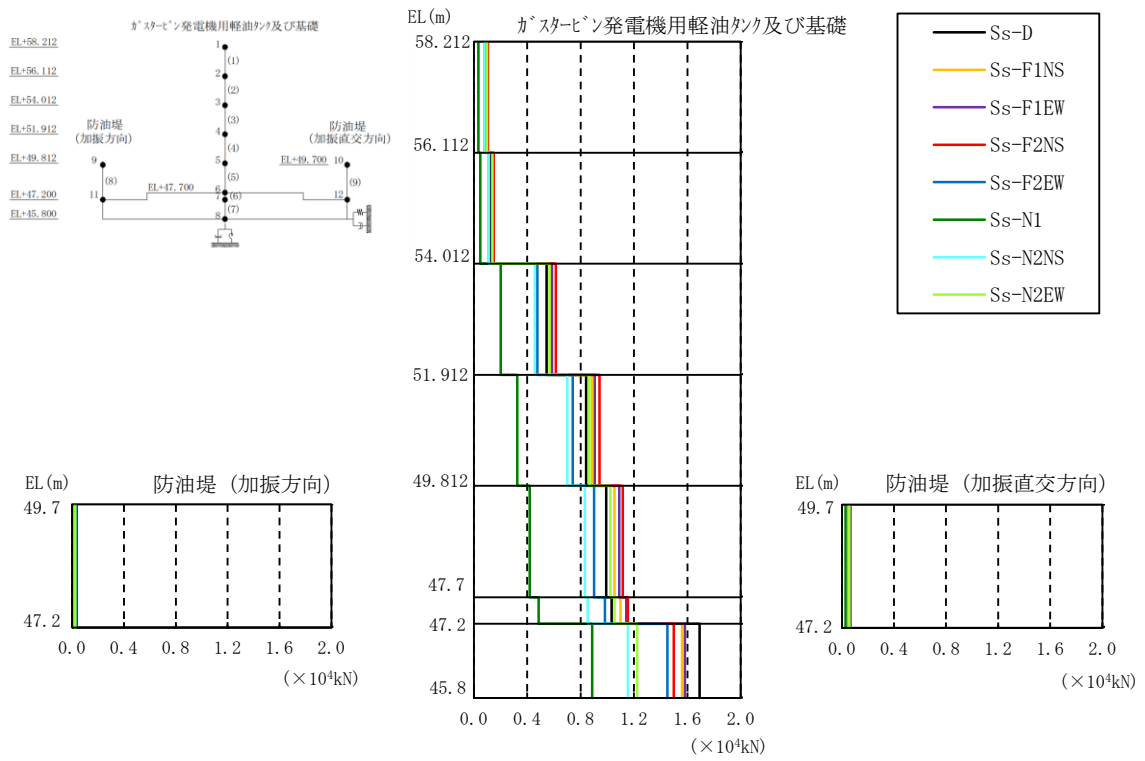


図 4-18 最大応答せん断力 (解析ケース①)

表 4-12 最大応答せん断力一覧 (解析ケース①)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 (×10 <sup>4</sup> kN) *								最大値
			Ss-D	Ss-F1 NS	Ss-F1 EW	Ss-F2 NS	Ss-F2 EW	Ss-N1	Ss-N2 NS	Ss-N2 EW	
ガスタービン発電機用軽油タンク	58.212～56.112	1	0.09	0.10	0.10	0.11	0.08	0.03	0.08	0.10	0.11
	56.112～54.012	2	0.13	0.14	0.14	0.15	0.11	0.05	0.11	0.14	0.15
	54.012～51.912	3	0.55	0.58	0.59	0.61	0.48	0.20	0.46	0.57	0.61
	51.912～49.812	4	0.84	0.89	0.90	0.94	0.74	0.33	0.70	0.87	0.94
基礎	49.812～47.7	5	0.99	1.05	1.09	1.12	0.90	0.42	0.83	1.02	1.12
	47.7～47.2	6	1.03	1.10	1.14	1.15	0.98	0.49	0.85	1.05	1.15
防油堤 (加振方向)	47.2～45.8	7	1.69	1.56	1.58	1.50	1.45	0.89	1.15	1.22	1.69
	49.7～47.2	8	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03
防油堤 (加振直交方向)	49.7～47.2	9	0.07	0.06	0.05	0.06	0.06	0.03	0.05	0.06	0.07

注記\* : ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を示す。

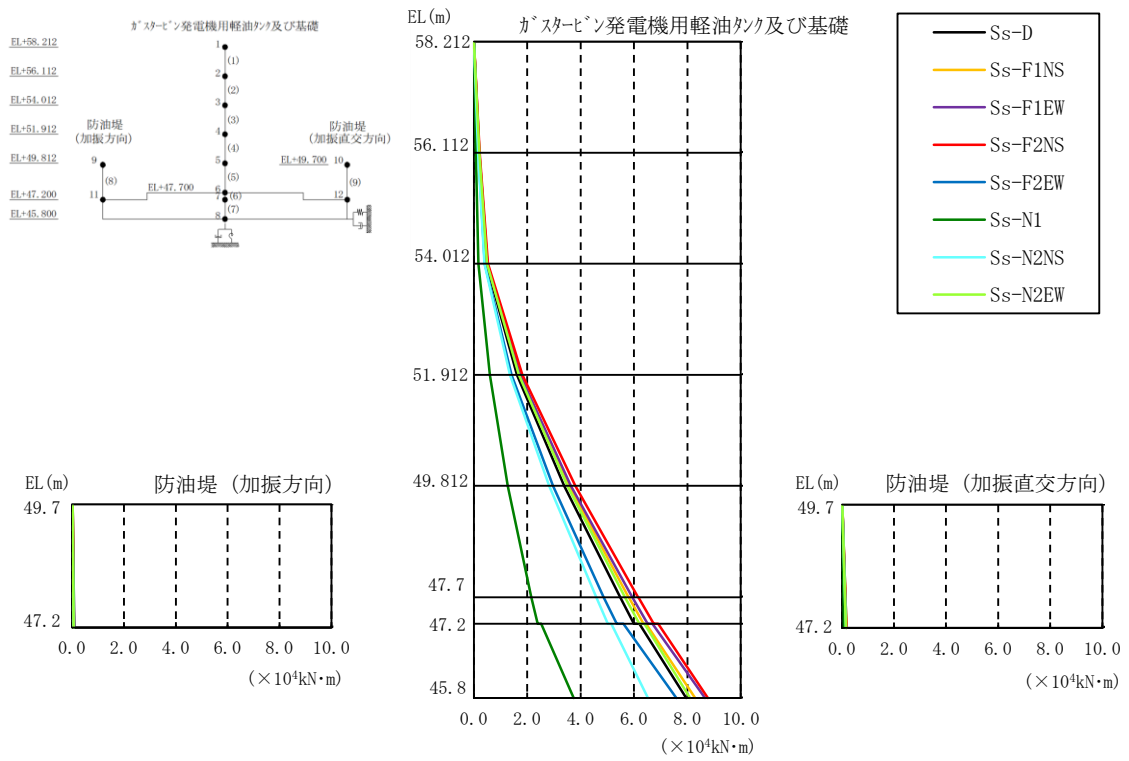


図 4-19 最大応答曲げモーメント (解析ケース①)

表 4-13 最大応答曲げモーメント一覧 (解析ケース①)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>4</sup> kN·m) *								最大値
			Ss-D	Ss-F1 NS	Ss-F1 EW	Ss-F2 NS	Ss-F2 EW	Ss-N1	Ss-N2 NS	Ss-N2 EW	
ガスタービン発電機用軽油タンク	58.212~56.112	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			0.20	0.21	0.21	0.22	0.17	0.07	0.17	0.21	0.22
	56.112~54.012	2	0.20	0.21	0.21	0.22	0.17	0.07	0.17	0.21	0.22
			0.47	0.51	0.50	0.53	0.41	0.18	0.40	0.50	0.53
	54.012~51.912	3	0.47	0.51	0.50	0.53	0.41	0.18	0.40	0.50	0.53
1.62			1.72	1.73	1.82	1.41	0.60	1.36	1.69	1.82	
51.912~49.812	4	1.62	1.72	1.73	1.82	1.41	0.60	1.36	1.69	1.82	
		3.38	3.58	3.63	3.80	2.96	1.27	2.83	3.51	3.80	
49.812~47.7	5	3.38	3.58	3.63	3.80	2.96	1.27	2.83	3.51	3.80	
		5.48	5.80	5.93	6.16	4.86	2.15	4.58	5.66	6.16	
基礎	47.7~47.2	6	5.48	5.80	5.94	6.16	4.87	2.15	4.59	5.67	6.16
			6.00	6.35	6.51	6.74	5.35	2.40	5.01	6.19	6.74
	47.2~45.8	7	6.20	6.45	6.69	6.91	5.61	2.52	5.15	6.39	6.91
			7.96	8.29	8.66	8.76	7.58	3.74	6.52	8.10	8.76
防油堤 (加振方向)	49.7~47.2	8	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.00	0.01	0.02	0.03
			0.08	0.07	0.07	0.06	0.07	0.05	0.05	0.06	0.08
防油堤 (加振直交方向)	49.7~47.2	9	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
			0.18	0.18	0.14	0.16	0.15	0.08	0.15	0.15	0.18

注記\* : ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を示す。

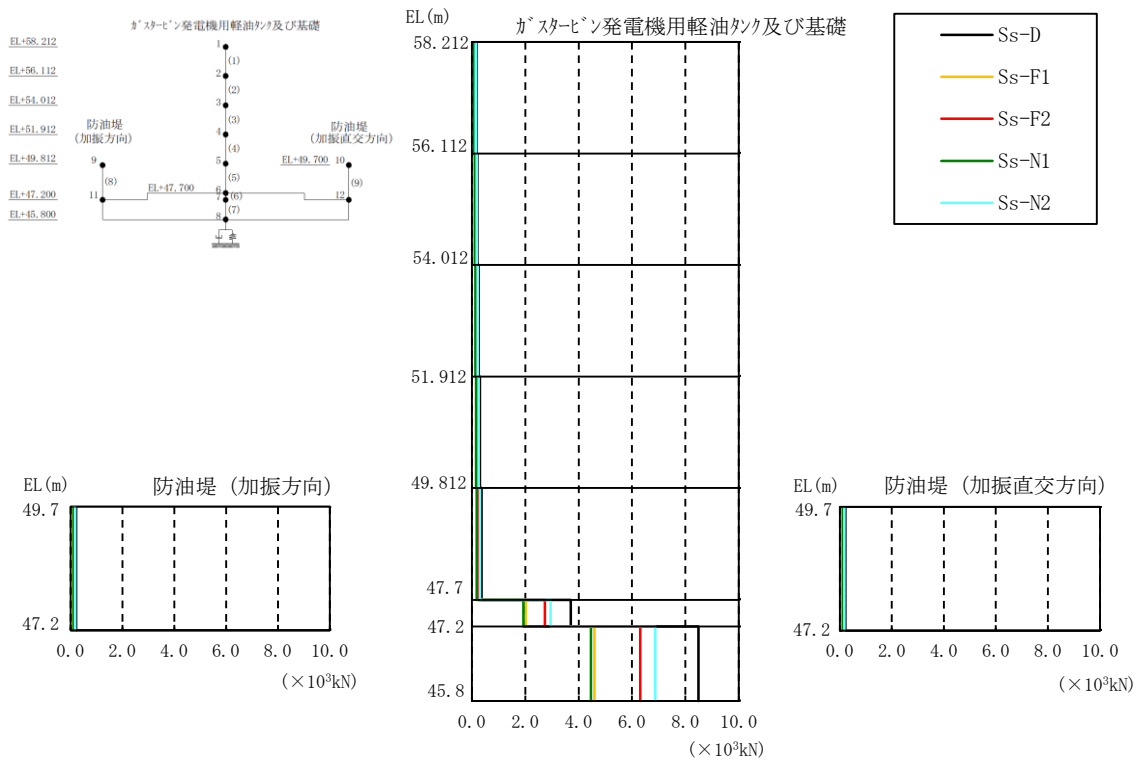


図 4-20 最大応答軸力（解析ケース①）

表 4-14 最大応答軸力一覧（解析ケース①）

部位	EL (m)	要素番号	最大応答軸力 (×10 <sup>3</sup> kN) *					最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2	
ガスタービン 発電機用 軽油タンク	58.212～56.112	1	0.17	0.12	0.13	0.09	0.15	0.17
	56.112～54.012	2	0.20	0.14	0.16	0.10	0.18	0.20
	54.012～51.912	3	0.25	0.17	0.19	0.13	0.22	0.25
	51.912～49.812	4	0.30	0.20	0.23	0.15	0.26	0.30
	49.812～47.7	5	0.36	0.23	0.27	0.18	0.30	0.36
基礎	47.7～47.2	6	3.70	2.01	2.74	1.93	2.94	3.70
	47.2～45.8	7	8.49	4.59	6.31	4.46	6.87	8.49
防油堤 (加振方向)	49.7～47.2	8	0.21	0.11	0.16	0.11	0.17	0.21
防油堤 (加振直交方向)	49.7～47.2	9	0.21	0.11	0.16	0.11	0.17	0.21

注記\*：ハッチングは S s - D ～ S s - N 2 の最大応答値のうち最も大きい値を示す。

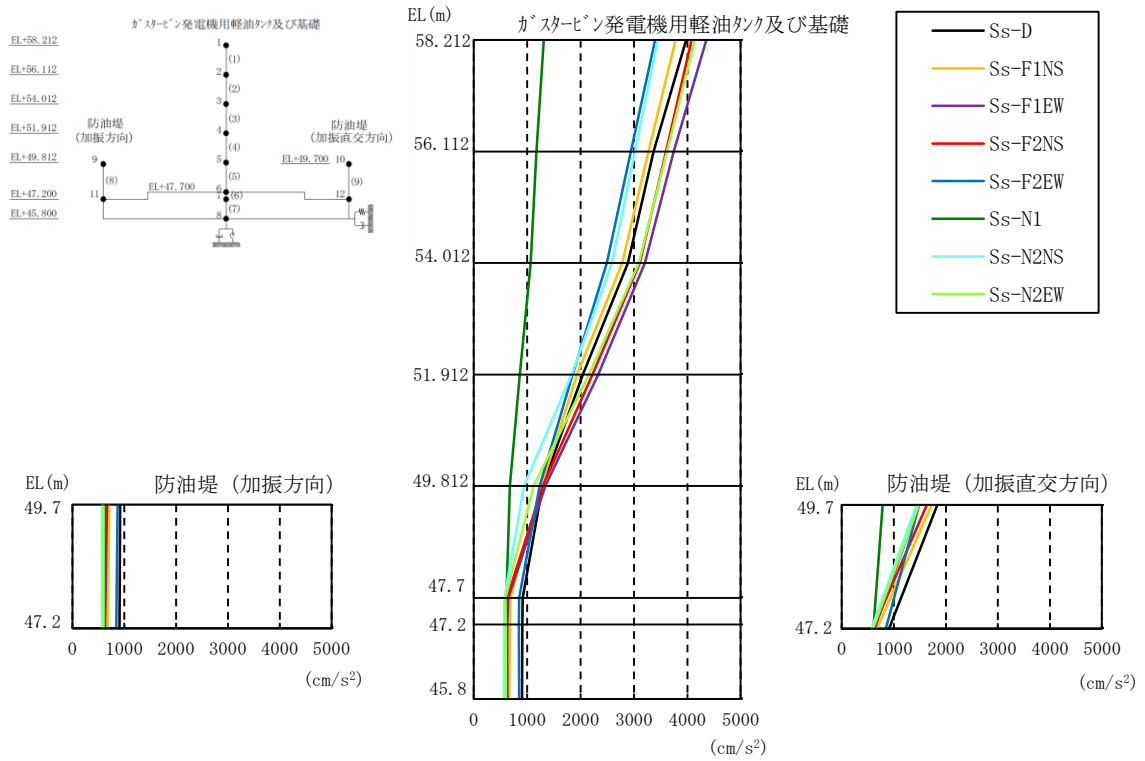


図 4-21 最大応答加速度（水平方向，解析ケース②）

表 4-15 最大応答加速度一覧（水平方向，解析ケース②）

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> ) *								
			Ss-D	Ss-F1NS	Ss-F1EW	Ss-F2NS	Ss-F2EW	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	最大値
ガスタービン発電機用軽油タンク	58.212	1	3980	3780	4353	4083	3399	1309	3446	4141	4353
	56.112	2	3369	3270	3747	3601	2943	1171	3019	3620	3747
	54.012	3	2888	2778	3205	3106	2490	1067	2585	3092	3205
	51.912	4	2043	1936	2328	2220	1847	862	1829	2154	2328
	49.812	5	1286	1265	1341	1294	1234	672	935	1116	1341
	47.7	6	916	689	645	618	849	608	571	593	916
基礎	47.2	7	908	677	629	603	845	607	566	598	908
	45.8	8	904	665	625	589	846	607	562	595	904
防油堤 (加振方向)	49.7	9	920	712	665	634	870	616	571	599	920
	47.2	11	908	677	629	603	845	607	566	598	908
防油堤 (加振直交方向)	49.7	10	1839	1731	1472	1636	1488	786	1439	1478	1839
	47.2	12	908	677	629	603	845	607	566	598	908

注記\*：ハッチングはS s - D ~ S s - N 2 E Wの最大応答値のうち最も大きい値を示す。

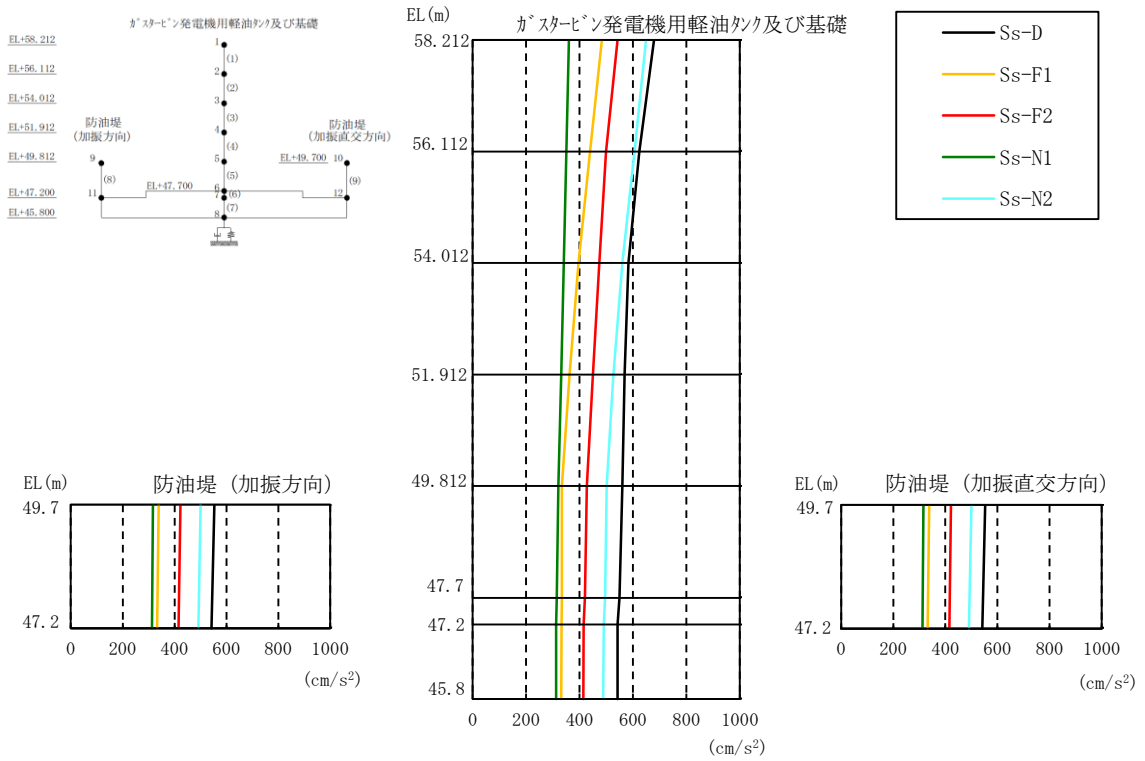


図 4-22 最大応答加速度（鉛直方向，解析ケース②）

表 4-16 最大応答加速度一覧（鉛直方向，解析ケース②）

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> ) *					最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2	
ガスタービン発電機用軽油タンク	58.212	1	679	483	542	361	649	679
	56.112	2	624	440	498	350	605	624
	54.012	3	583	396	473	340	560	583
	51.912	4	569	362	449	331	527	569
	49.812	5	560	333	427	320	501	560
	47.7	6	550	334	420	315	495	550
基礎	47.2	7	542	332	416	312	491	542
	45.8	8	542	331	414	312	488	542
防油堤 (加振方向)	49.7	9	553	338	422	316	500	553
	47.2	11	542	332	416	312	491	542
防油堤 (加振直交方向)	49.7	10	553	338	422	316	500	553
	47.2	12	542	332	416	312	491	542

注記\* : ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 の最大応答値のうち最も大きい値を示す。



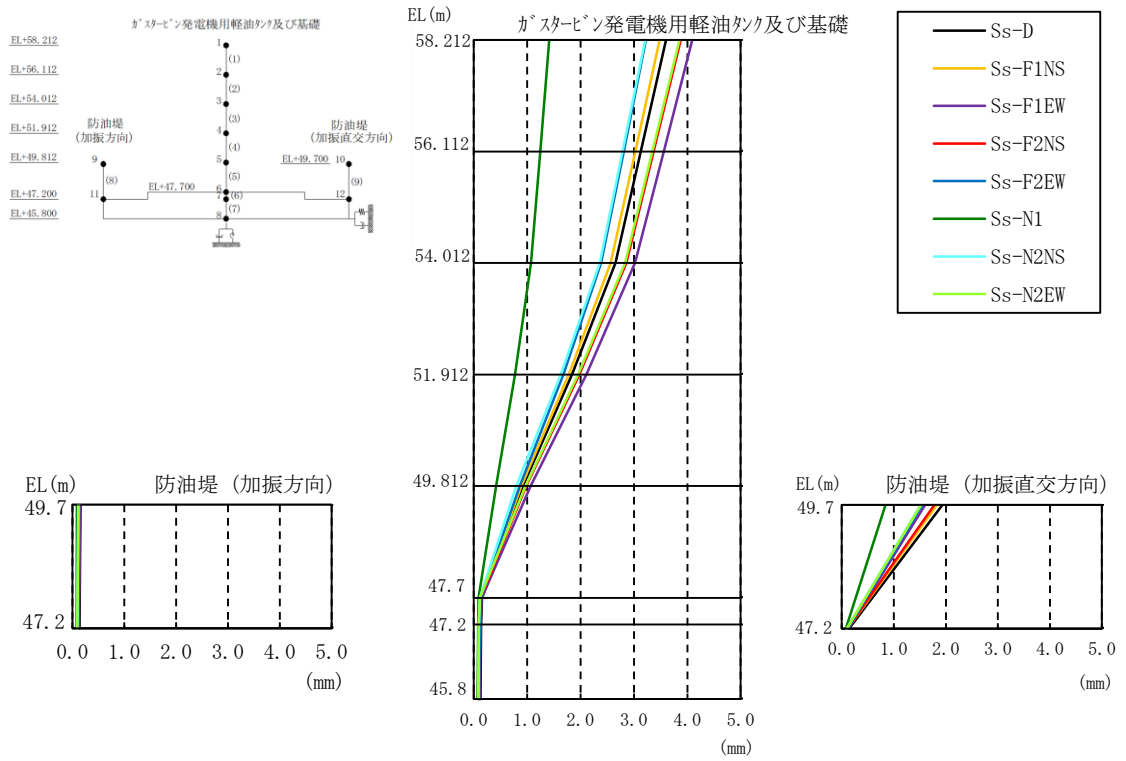


図 4-23 最大応答変位（水平方向，解析ケース②）

表 4-17 最大応答変位一覧（水平方向，解析ケース②）

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm) *								最大値
			Ss-D	Ss-F1NS	Ss-F1EW	Ss-F2NS	Ss-F2EW	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
ガスタービン発電機用軽油タンク	58.212	1	3.60	3.48	4.09	3.87	3.22	1.41	3.21	3.85	4.09
	56.112	2	3.13	3.02	3.56	3.37	2.81	1.24	2.79	3.35	3.56
	54.012	3	2.65	2.56	3.02	2.85	2.39	1.07	2.36	2.83	3.02
	51.912	4	1.84	1.78	2.11	1.98	1.67	0.77	1.63	1.95	2.11
	49.812	5	0.92	0.89	1.07	0.98	0.86	0.42	0.80	0.97	1.07
	47.7	6	0.15	0.13	0.15	0.13	0.13	0.09	0.11	0.11	0.15
基礎	47.2	7	0.14	0.12	0.13	0.11	0.11	0.08	0.10	0.09	0.14
	45.8	8	0.12	0.10	0.11	0.10	0.10	0.07	0.08	0.08	0.12
防油堤 (加振方向)	49.7	9	0.16	0.13	0.15	0.13	0.13	0.09	0.11	0.11	0.16
	47.2	11	0.14	0.12	0.13	0.11	0.11	0.08	0.10	0.09	0.14
防油堤 (加振直交方向)	49.7	10	1.94	1.83	1.60	1.78	1.55	0.84	1.52	1.52	1.94
	47.2	12	0.14	0.12	0.13	0.11	0.11	0.08	0.10	0.09	0.14

注記\*：ハッチングはS s - D ~ S s - N 2 E Wの最大応答値のうち最も大きい値を示す。

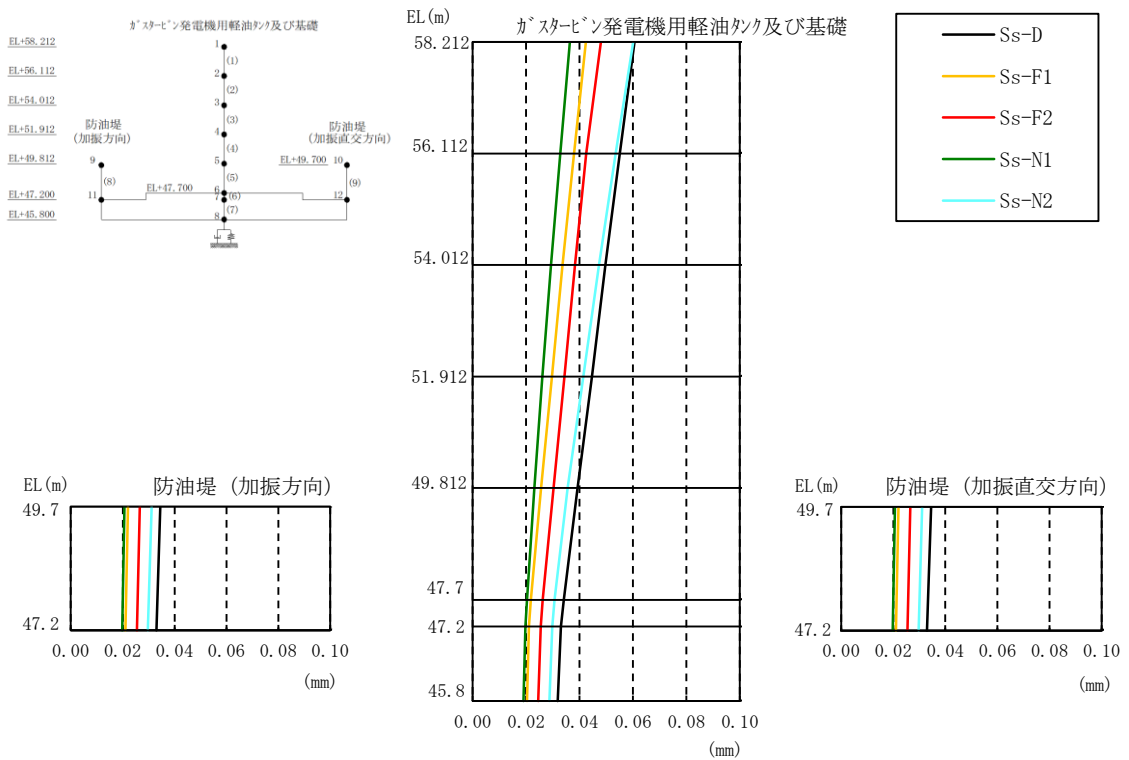


図 4-24 最大応答変位（鉛直方向，解析ケース②）

表 4-18 最大応答変位一覧（鉛直方向，解析ケース②）

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm) *					最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2	
ガスタービン発電機用軽油タンク	58.212	1	0.06	0.04	0.05	0.04	0.06	0.06
	56.112	2	0.06	0.04	0.04	0.03	0.05	0.06
	54.012	3	0.05	0.03	0.04	0.03	0.05	0.05
	51.912	4	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
	49.812	5	0.04	0.03	0.03	0.02	0.04	0.04
	47.7	6	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03
基礎	47.2	7	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03
	45.8	8	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
防油堤 (加振方向)	49.7	9	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03
	47.2	11	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03
防油堤 (加振直交方向)	49.7	10	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03
	47.2	12	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03

注記\* : ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 の最大応答値のうち最も大きい値を示す。

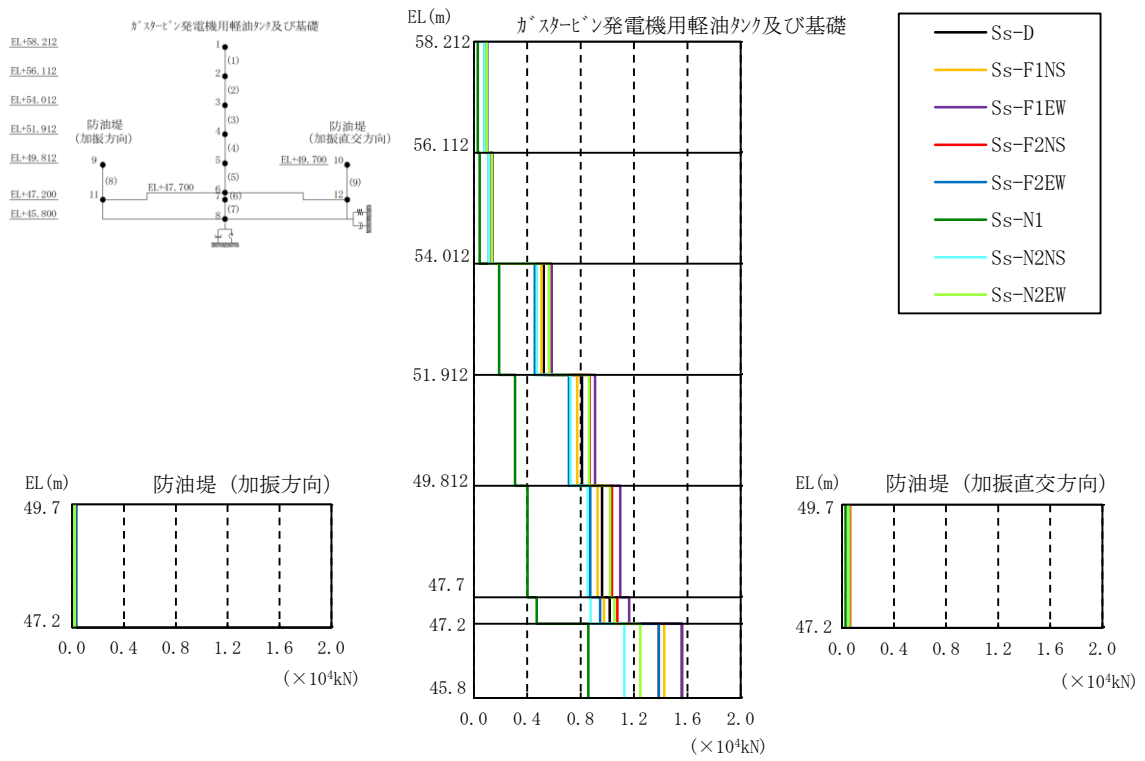


図 4-25 最大応答せん断力 (解析ケース②)

表 4-19 最大応答せん断力一覧 (解析ケース②)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 (×10 <sup>4</sup> kN) *								最大値
			Ss-D	Ss-F1 NS	Ss-F1 EW	Ss-F2 NS	Ss-F2 EW	Ss-N1	Ss-N2 NS	Ss-N2 EW	
ガスタービン発電機用軽油タンク	58.212~56.112	1	0.09	0.09	0.10	0.10	0.08	0.03	0.08	0.10	0.10
	56.112~54.012	2	0.13	0.12	0.14	0.14	0.11	0.04	0.11	0.14	0.14
	54.012~51.912	3	0.52	0.51	0.58	0.56	0.46	0.19	0.47	0.56	0.58
	51.912~49.812	4	0.81	0.78	0.91	0.87	0.71	0.31	0.73	0.86	0.91
基礎	49.812~47.7	5	0.96	0.93	1.10	1.04	0.87	0.40	0.85	1.02	1.10
	47.7~47.2	6	1.02	0.98	1.16	1.08	0.95	0.47	0.87	1.05	1.16
防油堤 (加振方向)	49.7~47.2	8	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03
	49.7~47.2	9	0.06	0.06	0.05	0.06	0.05	0.03	0.05	0.05	0.06

注記\* : ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を示す。

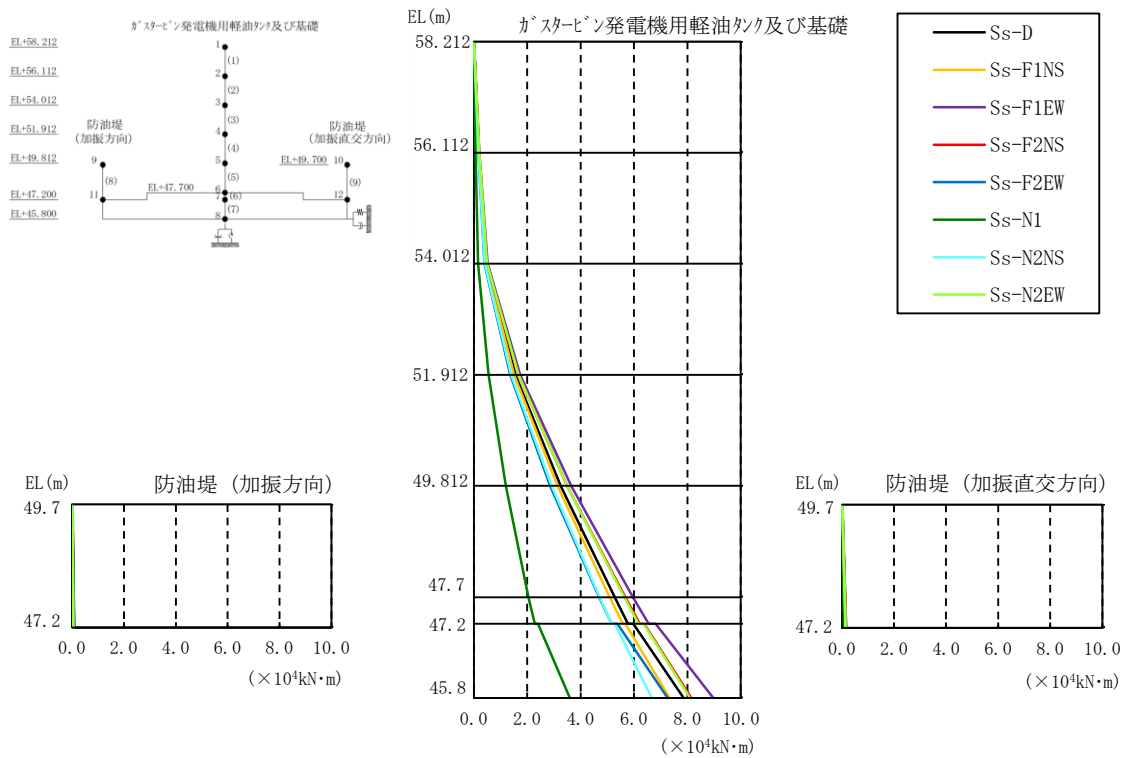


図 4-26 最大応答曲げモーメント（解析ケース②）

表 4-20 最大応答曲げモーメント一覧（解析ケース②）

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>4</sup> kN・m) *									
			Ss-D	Ss-F1 NS	Ss-F1 EW	Ss-F2 NS	Ss-F2 EW	Ss-N1	Ss-N2 NS	Ss-N2 EW	最大値	
ガスタービン 発電機用 軽油タンク	58.212～56.112	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			0.20	0.19	0.21	0.20	0.17	0.06	0.17	0.20	0.21	
	56.112～54.012	2	0.20	0.19	0.21	0.20	0.17	0.06	0.17	0.20	0.21	
			0.47	0.45	0.51	0.49	0.40	0.16	0.41	0.49	0.51	
	54.012～51.912	3	0.47	0.45	0.51	0.49	0.40	0.16	0.41	0.49	0.51	
1.56			1.51	1.74	1.67	1.36	0.55	1.40	1.68	1.74		
51.912～49.812	4	1.56	1.51	1.74	1.67	1.36	0.55	1.40	1.68	1.74		
		3.25	3.14	3.65	3.49	2.86	1.20	2.92	3.49	3.65		
49.812～47.7	5	3.25	3.14	3.65	3.49	2.86	1.20	2.92	3.49	3.65		
		5.28	5.09	5.96	5.67	4.69	2.05	4.72	5.64	5.96		
基礎	47.7～47.2	6	5.28	5.10	5.96	5.68	4.70	2.05	4.72	5.64	5.96	
			5.78	5.58	6.55	6.21	5.17	2.29	5.16	6.17	6.55	
	47.2～45.8	7	5.97	5.67	6.81	6.38	5.37	2.41	5.28	6.35	6.81	
			7.86	7.33	8.97	8.14	7.26	3.60	6.67	8.10	8.97	
防油堤 (加振方向)	49.7～47.2	8	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	
			0.08	0.06	0.07	0.06	0.07	0.05	0.05	0.05	0.08	
防油堤 (加振直交方向)	49.7～47.2	9	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	
			0.16	0.16	0.14	0.15	0.13	0.07	0.13	0.13	0.16	

注記\*：ハッチングはSs-D～Ss-N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を示す。

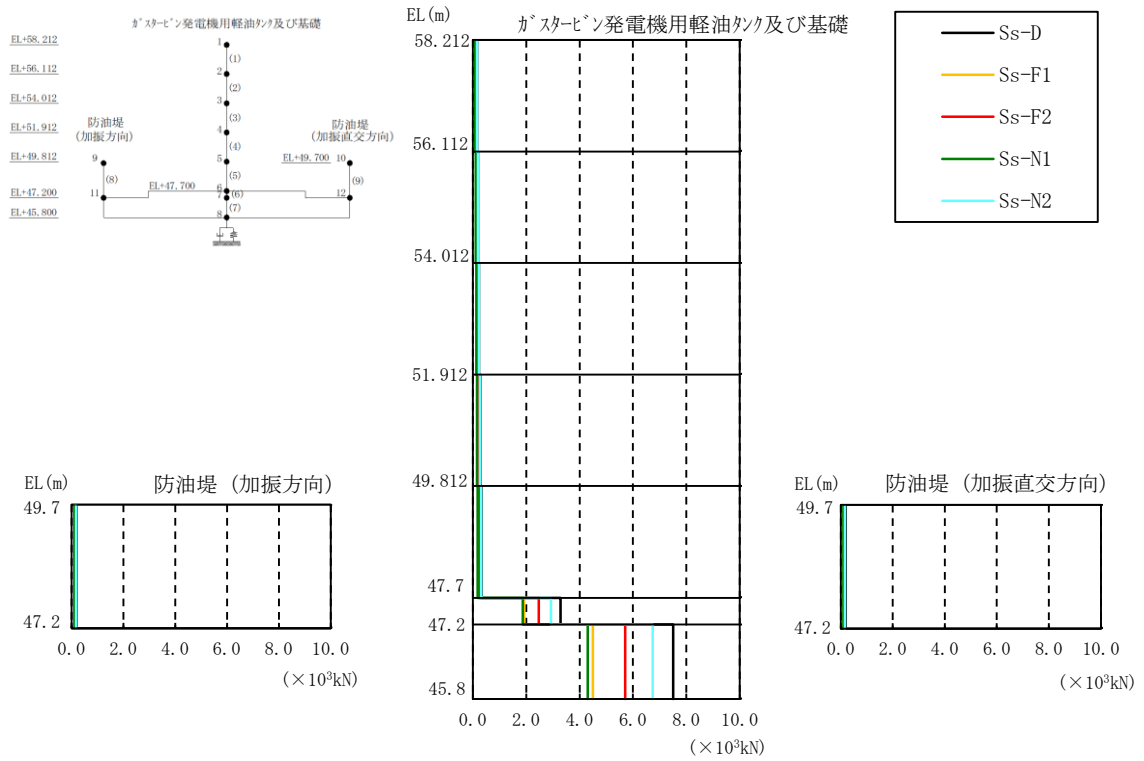


図 4-27 最大応答軸力（解析ケース②）

表 4-21 最大応答軸力一覧（解析ケース②）

部位	EL (m)	要素番号	最大応答軸力 (×10 <sup>3</sup> kN) *					最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2	
ガスタービン 発電機用 軽油タンク	58.212~56.112	1	0.16	0.11	0.13	0.08	0.15	0.16
	56.112~54.012	2	0.19	0.14	0.15	0.10	0.19	0.19
	54.012~51.912	3	0.23	0.16	0.18	0.13	0.22	0.23
	51.912~49.812	4	0.27	0.19	0.22	0.15	0.26	0.27
	49.812~47.7	5	0.32	0.22	0.26	0.18	0.31	0.32
基礎	47.7~47.2	6	3.28	1.92	2.47	1.87	2.92	3.28
	47.2~45.8	7	7.50	4.50	5.71	4.30	6.74	7.50
防油堤 (加振方向)	49.7~47.2	8	0.19	0.11	0.14	0.11	0.17	0.19
防油堤 (加振直交方向)	49.7~47.2	9	0.19	0.11	0.14	0.11	0.17	0.19

注記\* : ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 の最大応答値のうち最も大きい値を示す。

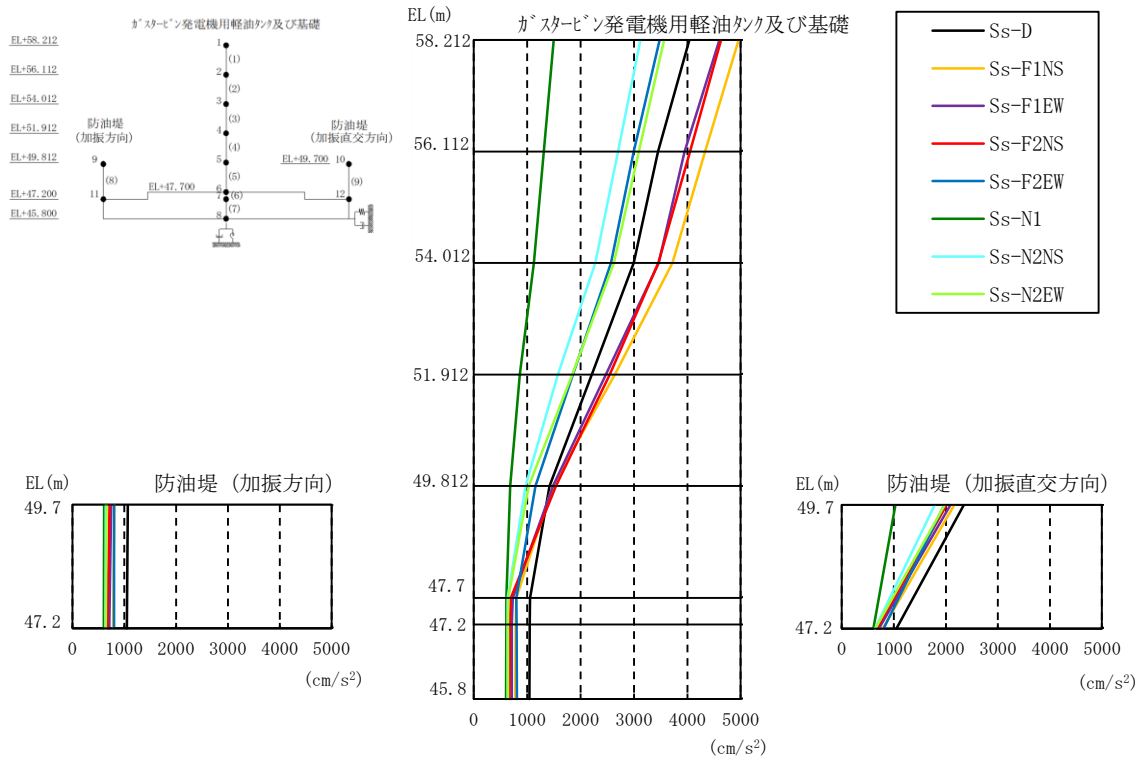


図 4-28 最大応答加速度（水平方向，解析ケース③）

表 4-22 最大応答加速度一覧（水平方向，解析ケース③）

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> ) *								
			Ss-D	Ss-F1NS	Ss-F1EW	Ss-F2NS	Ss-F2EW	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	最大値
ガスタービン発電機用軽油タンク	58.212	1	4038	4963	4604	4634	3482	1496	3121	3564	4963
	56.112	2	3450	4330	3950	4051	2995	1310	2699	3092	4330
	54.012	3	2997	3718	3465	3459	2569	1124	2274	2622	3718
	51.912	4	2207	2643	2475	2542	1854	860	1577	1846	2643
	49.812	5	1416	1479	1487	1539	1152	680	968	1027	1539
	47.7	6	1055	792	728	693	797	610	636	647	1055
基礎	47.2	7	1048	782	711	673	801	608	635	642	1048
	45.8	8	1039	776	709	667	807	604	634	636	1039
防油堤 (加振方向)	49.7	9	1066	811	747	714	803	613	639	660	1066
	47.2	11	1048	782	711	673	801	608	635	642	1048
防油堤 (加振直交方向)	49.7	10	2345	2164	2091	2015	1971	1029	1785	1977	2345
	47.2	12	1048	782	711	673	801	608	635	642	1048

注記\*：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を示す。

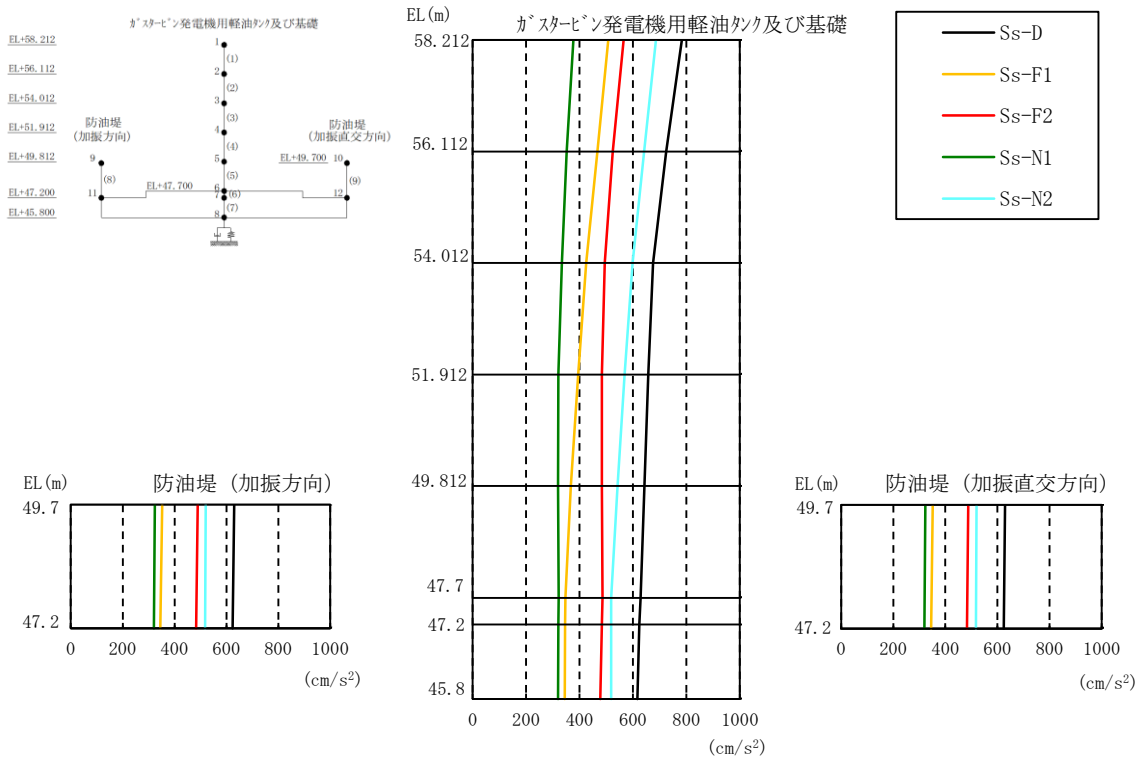


図 4-29 最大応答加速度（鉛直方向，解析ケース③）

表 4-23 最大応答加速度一覧（鉛直方向，解析ケース③）

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> ) *					最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2	
ガスタービン発電機用軽油タンク	58.212	1	782	508	564	377	686	782
	56.112	2	724	467	524	352	641	724
	54.012	3	675	425	494	334	599	675
	51.912	4	657	394	483	320	569	657
	49.812	5	643	367	484	320	542	643
	47.7	6	629	347	486	322	518	629
基礎	47.2	7	624	345	483	320	518	624
	45.8	8	616	344	477	319	518	616
防油堤 (加振方向)	49.7	9	630	352	489	324	520	630
	47.2	11	624	345	483	320	518	624
防油堤 (加振直交方向)	49.7	10	630	352	489	324	520	630
	47.2	12	624	345	483	320	518	624

注記\* : ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 の最大応答値のうち最も大きい値を示す。

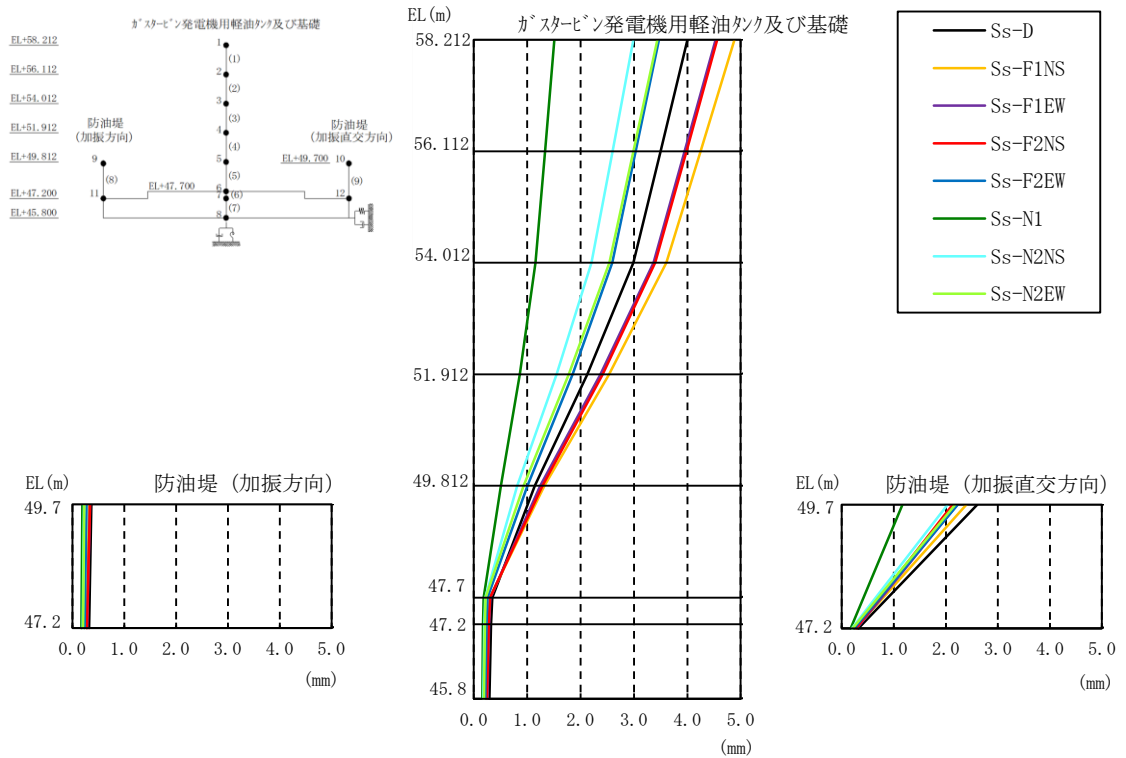


図 4-30 最大応答変位（水平方向，解析ケース③）

表 4-24 最大応答変位一覧（水平方向，解析ケース③）

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm) *								最大値
			Ss-D	Ss-F1NS	Ss-F1EW	Ss-F2NS	Ss-F2EW	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
ガスタービン発電機用軽油タンク	58.212	1	4.00	4.88	4.53	4.56	3.47	1.51	2.99	3.44	4.88
	56.112	2	3.50	4.25	3.95	3.98	3.03	1.33	2.60	2.99	4.25
	54.012	3	2.99	3.61	3.37	3.40	2.59	1.16	2.21	2.54	3.61
	51.912	4	2.12	2.53	2.37	2.41	1.85	0.86	1.55	1.78	2.53
	49.812	5	1.14	1.32	1.25	1.29	1.01	0.51	0.81	0.93	1.32
	47.7	6	0.34	0.30	0.31	0.30	0.25	0.18	0.21	0.22	0.34
基礎	47.2	7	0.32	0.27	0.29	0.28	0.23	0.17	0.20	0.20	0.32
	45.8	8	0.29	0.24	0.25	0.24	0.21	0.16	0.18	0.19	0.29
防油堤 (加振方向)	49.7	9	0.36	0.32	0.34	0.34	0.27	0.19	0.22	0.23	0.36
	47.2	11	0.32	0.27	0.29	0.28	0.23	0.17	0.20	0.20	0.32
防油堤 (加振直交方向)	49.7	10	2.61	2.40	2.22	2.13	2.23	1.17	2.03	2.18	2.61
	47.2	12	0.32	0.27	0.29	0.28	0.23	0.17	0.20	0.20	0.32

注記\*：ハッチングはS s - D ~ S s - N 2 E Wの最大応答値のうち最も大きい値を示す。



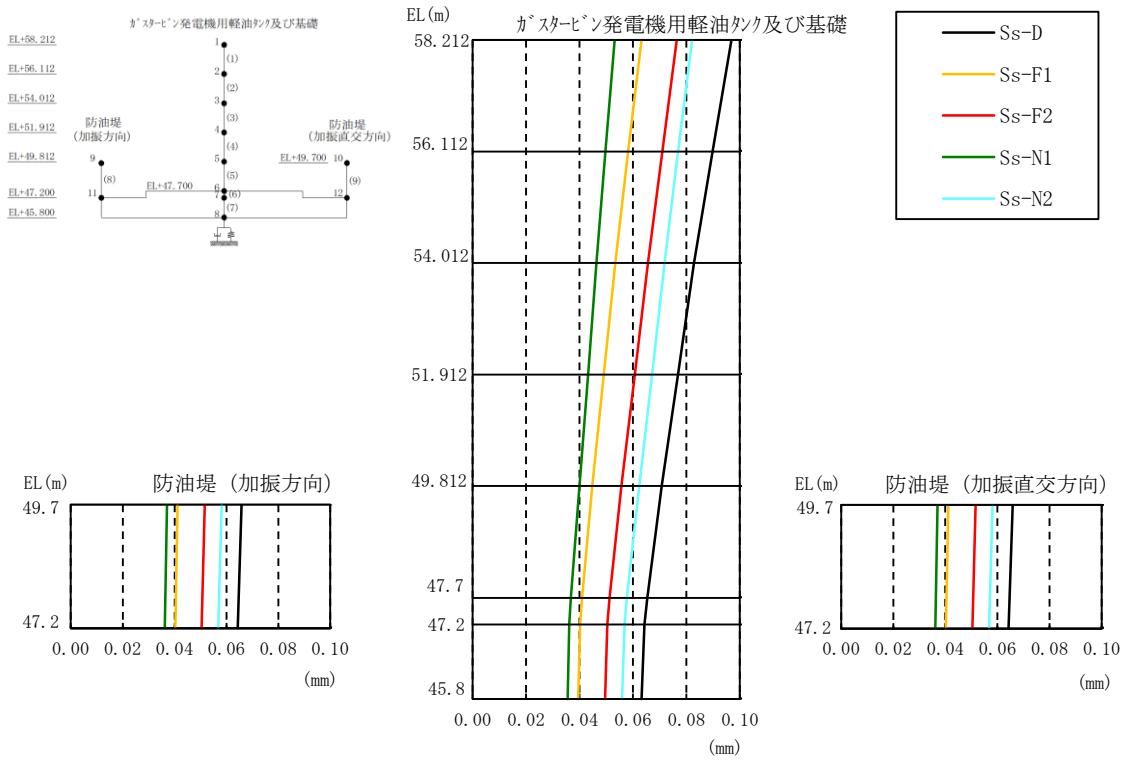


図 4-31 最大応答変位（鉛直方向，解析ケース③）

表 4-25 最大応答変位一覧（鉛直方向，解析ケース③）

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm) *					最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2	
ガスタービン発電機用軽油タンク	58.212	1	0.10	0.06	0.08	0.05	0.08	0.10
	56.112	2	0.09	0.06	0.07	0.05	0.08	0.09
	54.012	3	0.08	0.05	0.07	0.05	0.07	0.08
	51.912	4	0.08	0.05	0.06	0.04	0.07	0.08
	49.812	5	0.07	0.04	0.06	0.04	0.06	0.07
	47.7	6	0.07	0.04	0.05	0.04	0.06	0.07
基礎	47.2	7	0.06	0.04	0.05	0.04	0.06	0.06
	45.8	8	0.06	0.04	0.05	0.04	0.06	0.06
防油堤 (加振方向)	49.7	9	0.07	0.04	0.05	0.04	0.06	0.07
	47.2	11	0.06	0.04	0.05	0.04	0.06	0.06
防油堤 (加振直交方向)	49.7	10	0.07	0.04	0.05	0.04	0.06	0.07
	47.2	12	0.06	0.04	0.05	0.04	0.06	0.06

注記\*：ハッチングはS s - D ~ S s - N 2 の最大応答値のうち最も大きい値を示す。

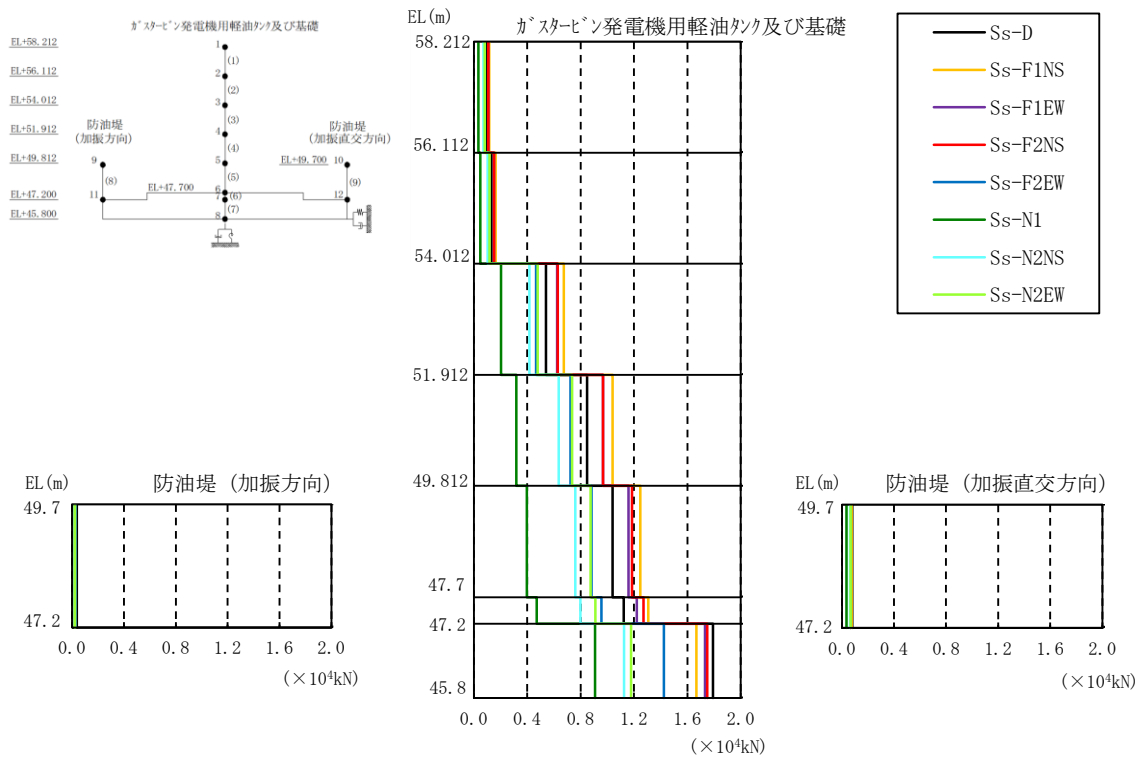


図 4-32 最大応答せん断力（解析ケース③）

表 4-26 最大応答せん断力一覧（解析ケース③）

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 (×10 <sup>4</sup> kN) *								最大値
			Ss-D	Ss-F1 NS	Ss-F1 EW	Ss-F2 NS	Ss-F2 EW	Ss-N1	Ss-N2 NS	Ss-N2 EW	
ガスタービン発電機用軽油タンク	58.212～56.112	1	0.09	0.12	0.11	0.11	0.08	0.03	0.07	0.08	0.12
	56.112～54.012	2	0.13	0.16	0.15	0.15	0.11	0.05	0.10	0.12	0.16
	54.012～51.912	3	0.54	0.67	0.62	0.63	0.47	0.20	0.42	0.48	0.67
	51.912～49.812	4	0.85	1.04	0.97	0.97	0.73	0.32	0.64	0.74	1.04
基礎	49.812～47.7	5	1.04	1.25	1.16	1.18	0.88	0.40	0.76	0.87	1.25
	47.7～47.2	6	1.12	1.31	1.22	1.27	0.96	0.47	0.80	0.91	1.31
防油堤 (加振直交方向)	47.2～45.8	7	1.79	1.67	1.73	1.75	1.42	0.91	1.13	1.18	1.79
	49.7～47.2	8	0.04	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.04
防油堤 (加振方向)	49.7～47.2	9	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.03	0.06	0.07	0.08

注記\*：ハッチングはS s - D ～ S s - N 2 E Wの最大応答値のうち最も大きい値を示す。

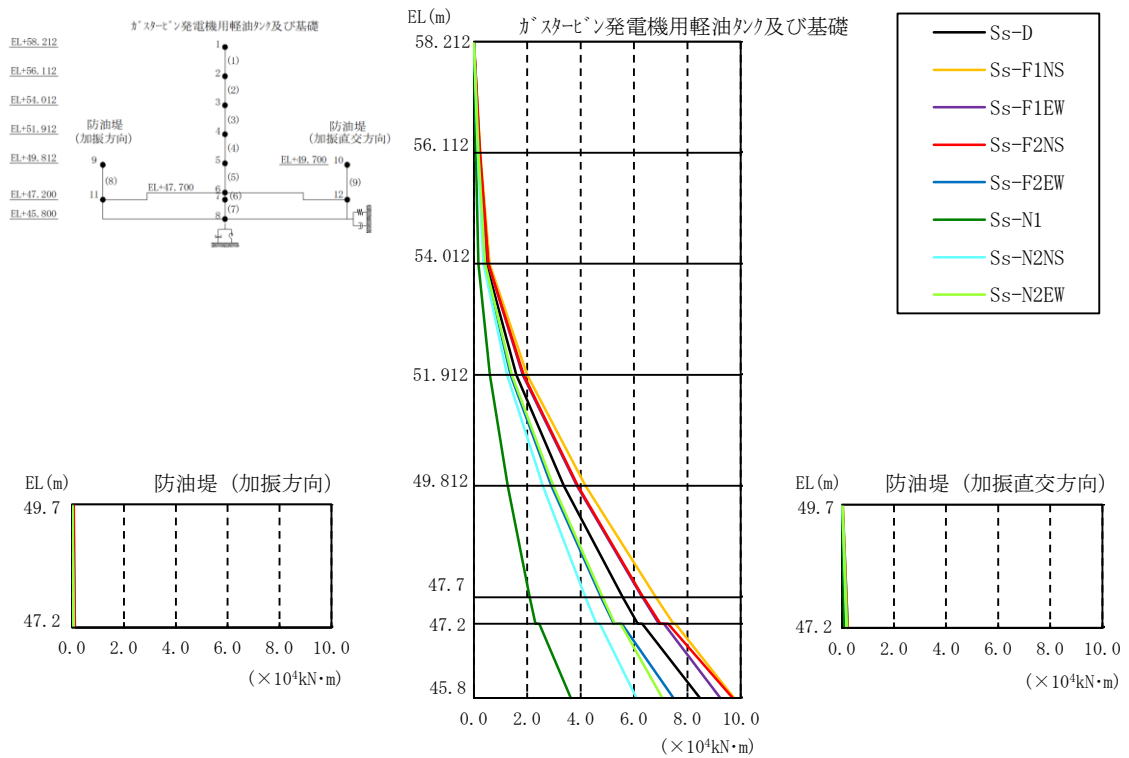


図 4-33 最大応答曲げモーメント (解析ケース③)

表 4-27 最大応答曲げモーメント一覧 (解析ケース③)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>4</sup> kN·m) *								最大値	
			Ss-D	Ss-F1 NS	Ss-F1 EW	Ss-F2 NS	Ss-F2 EW	Ss-N1	Ss-N2 NS	Ss-N2 EW		
ガスタービン発電機用軽油タンク	58.212~56.112	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			0.20	0.24	0.23	0.23	0.17	0.07	0.15	0.18	0.24	
	56.112~54.012	2	0.20	0.24	0.23	0.23	0.17	0.07	0.15	0.18	0.24	
			0.48	0.59	0.54	0.55	0.41	0.18	0.37	0.42	0.59	
	54.012~51.912	3	0.48	0.59	0.54	0.55	0.41	0.18	0.37	0.42	0.59	
1.60			2.00	1.83	1.87	1.38	0.61	1.25	1.43	2.00		
51.912~49.812	4	1.60	2.00	1.83	1.87	1.38	0.61	1.25	1.43	2.00		
		3.38	4.19	3.86	3.89	2.91	1.28	2.58	2.98	4.19		
49.812~47.7	5	3.38	4.19	3.86	3.89	2.91	1.28	2.58	2.98	4.19		
		5.57	6.82	6.31	6.35	4.77	2.09	4.19	4.82	6.82		
基礎	47.7~47.2	6	5.58	6.83	6.32	6.35	4.77	2.10	4.19	4.83	6.83	
			6.14	7.48	6.93	6.99	5.25	2.30	4.59	5.28	7.48	
基礎	47.2~45.8	7	6.31	7.55	7.12	7.27	5.55	2.45	4.72	5.50	7.55	
			8.47	9.75	9.23	9.70	7.47	3.63	6.10	7.06	9.75	
防油堤 (加振方向)	49.7~47.2	8	0.03	0.07	0.04	0.06	0.02	0.00	0.01	0.01	0.07	
			0.09	0.09	0.09	0.10	0.07	0.05	0.05	0.06	0.10	
防油堤 (加振直交方向)	49.7~47.2	9	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	
			0.22	0.21	0.19	0.19	0.18	0.09	0.17	0.18	0.22	

注記\* : ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を示す。

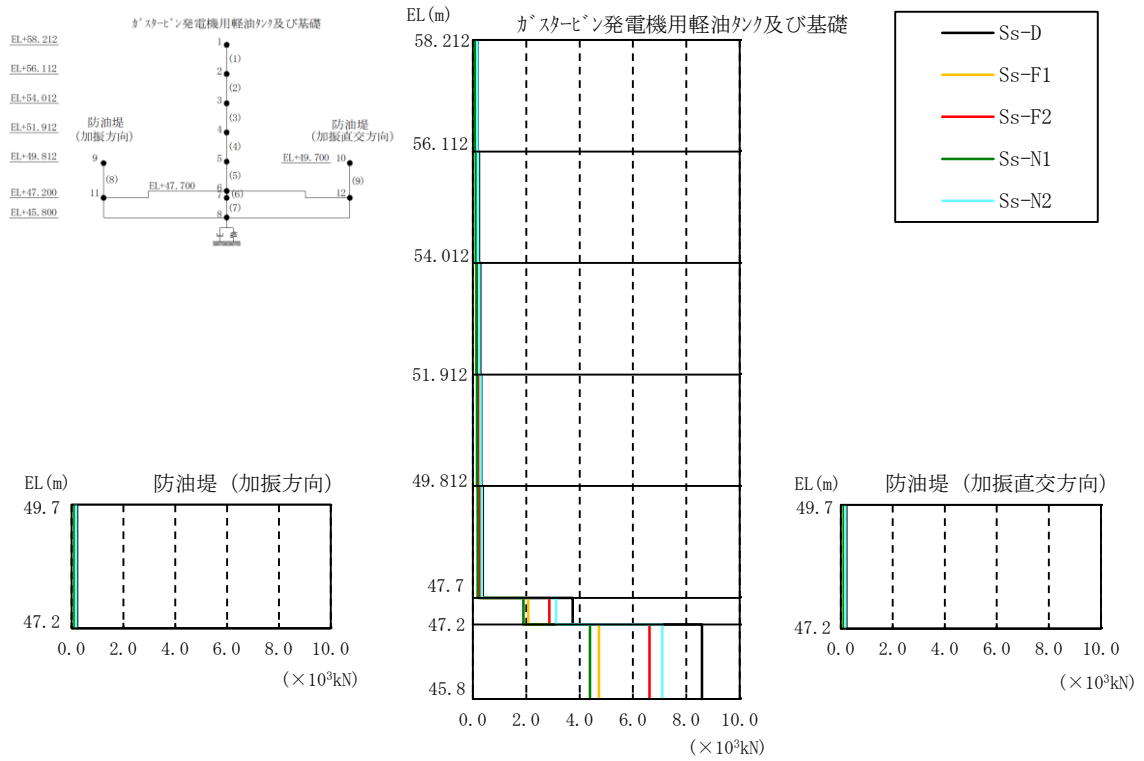


図 4-34 最大応答軸力（解析ケース③）

表 4-28 最大応答軸力一覧（解析ケース③）

部位	EL (m)	要素番号	最大応答軸力 (×10 <sup>3</sup> kN) *					最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2	
ガスタービン 発電機用 軽油タンク	58.212~56.112	1	0.18	0.12	0.13	0.09	0.16	0.18
	56.112~54.012	2	0.22	0.15	0.16	0.11	0.20	0.22
	54.012~51.912	3	0.27	0.17	0.19	0.13	0.24	0.27
	51.912~49.812	4	0.32	0.20	0.23	0.15	0.28	0.32
	49.812~47.7	5	0.37	0.24	0.27	0.18	0.33	0.37
基礎	47.7~47.2	6	3.74	2.07	2.86	1.90	3.11	3.74
	47.2~45.8	7	8.59	4.72	6.62	4.39	7.10	8.59
防油堤 (加振方向)	49.7~47.2	8	0.21	0.12	0.16	0.11	0.17	0.21
防油堤 (加振直交方向)	49.7~47.2	9	0.21	0.12	0.16	0.11	0.17	0.21

注記\*：ハッチングはS s - D ~ S s - N 2 の最大応答値のうち最も大きい値を示す。

表 4-29 地震応答解析に基づく接地率（解析ケース①）

基準地震動 S <sub>s</sub>	最大転倒モーメント ( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	最小接地率 (%)
S <sub>s</sub> -D	0.817	77.8
S <sub>s</sub> -F1, NS方向	0.852	74.7
S <sub>s</sub> -F1, EW方向	0.883	72.0
S <sub>s</sub> -F2, NS方向	0.905	70.1
S <sub>s</sub> -F2, EW方向	0.765	82.4
S <sub>s</sub> -N1	0.376	100.0
S <sub>s</sub> -N2, NS方向	0.660	91.7
S <sub>s</sub> -N2, EW方向	0.814	78.0

表 4-30 地震応答解析に基づく接地率（解析ケース②）

基準地震動 S <sub>s</sub>	最大転倒モーメント ( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	最小接地率 (%)
S <sub>s</sub> -D	0.786	80.5
S <sub>s</sub> -F1, NS方向	0.741	84.5
S <sub>s</sub> -F1, EW方向	0.890	71.3
S <sub>s</sub> -F2, NS方向	0.820	77.5
S <sub>s</sub> -F2, EW方向	0.730	85.5
S <sub>s</sub> -N1	0.362	100.0
S <sub>s</sub> -N2, NS方向	0.673	90.5
S <sub>s</sub> -N2, EW方向	0.814	78.1

表 4-31 地震応答解析に基づく接地率（解析ケース③）

基準地震動 S <sub>s</sub>	最大転倒モーメント ( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	最小接地率 (%)
S <sub>s</sub> -D	0.862	73.9
S <sub>s</sub> -F1, NS方向	1.020	59.8
S <sub>s</sub> -F1, EW方向	0.960	65.2
S <sub>s</sub> -F2, NS方向	0.972	64.1
S <sub>s</sub> -F2, EW方向	0.755	83.2
S <sub>s</sub> -N1	0.366	100.0
S <sub>s</sub> -N2, NS方向	0.620	95.2
S <sub>s</sub> -N2, EW方向	0.708	87.4