

大型廃棄物保管庫の揚重設備及び架台設置に係る実施計画の変更について

2021年3月5日（第9回面談）



TEPCO

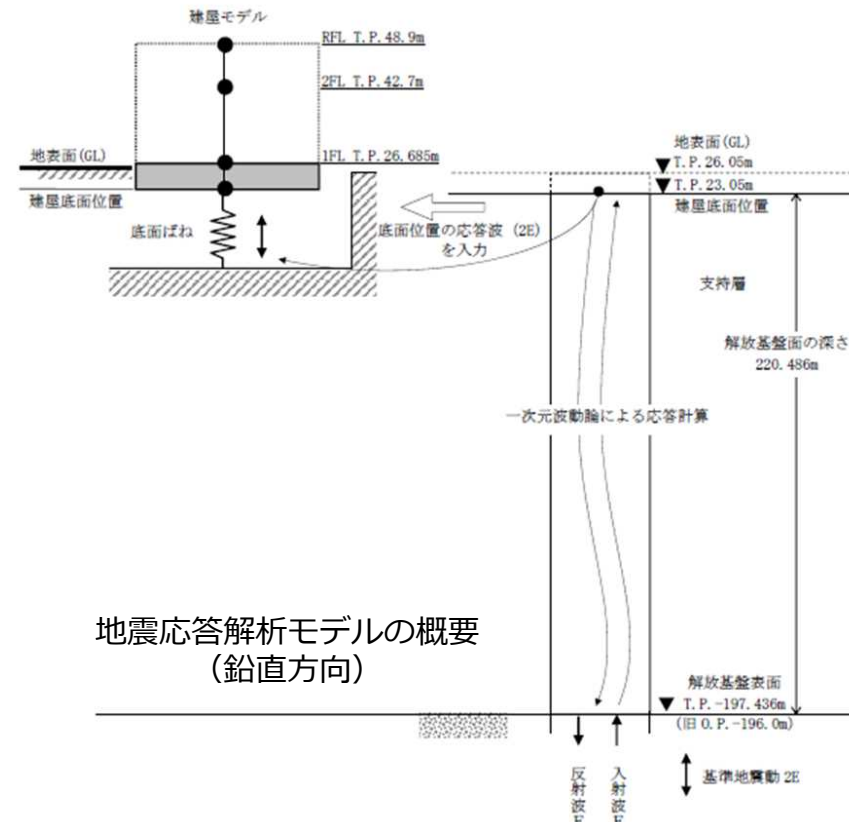
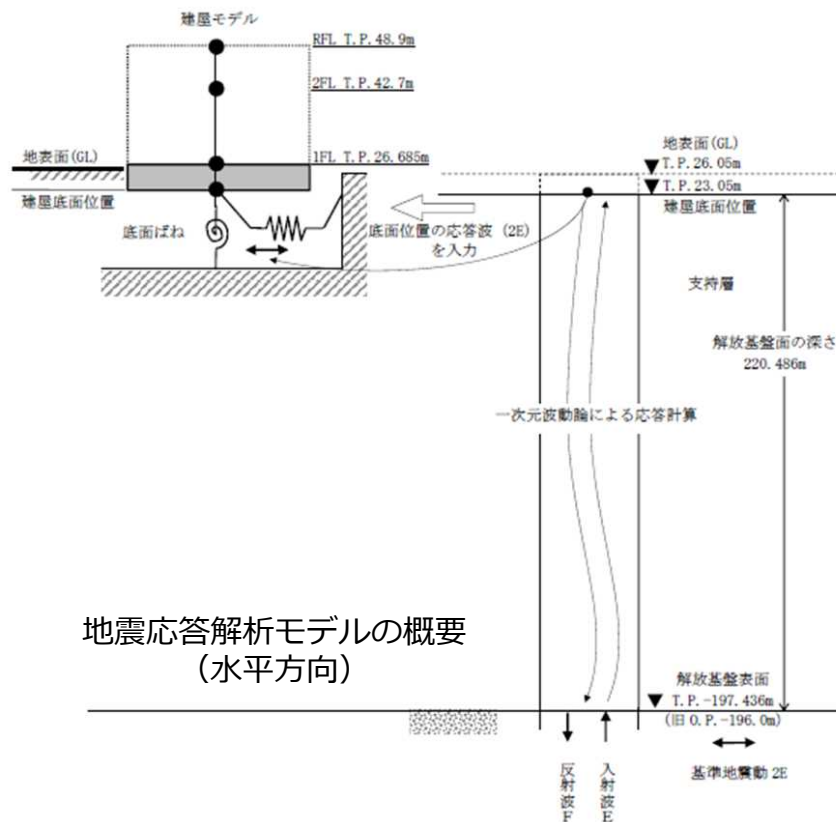
東京電力ホールディングス株式会社

-
- 大型廃棄物保管庫における揚重設備及び架台設置に係る実施計画の変更に伴い、第4回（2020年10月25日）及び第6回（2020年11月26日）の面談において、建屋の動的解析に関するご指摘を頂いた内容について、中間状況を報告するものです。
 - 本中間報告では、基礎底面への入力地震動までの考え方を速報版としてお示ししたものであり、解析結果については確定したものではありません。なお、建屋（揚重設備及び架台設置レベル）の応答解析結果については、次回の面談で提示する予定です。

15-1. 大型廃棄物保管庫の動的解析について (1/9) <変更なし>

■ 解析方法

- 動的解析に用いる建屋-地盤連成地震応答解析モデルは、水平動は建屋と地盤相互作用を評価したスウェイ・ロッキングモデルとし、鉛直動は上下バネマスモデルを使用。
- 建屋は、形状及び構造特性等を考慮し、水平モデルは質点とはり要素からなる集中質点系に置換した解析モデルとし、鉛直モデルは質点とばね要素とした集中質点系解析モデルを設定。
- 地盤は、建屋の埋込み効果を無視し、建屋底面位置で地盤を剥ぎ取り底面ばねによってモデル化する。また、入力地震動は、自由地盤の一次元波動論による解析より求められる建屋底面位置での応答波(2E波)とする。



1 5 – 2 . 大型廃棄物保管庫の動的解析について (2/9) <変更なし>

■ 検討に用いる地震動

- 1 F 耐震安全性評価にて用いる基準地震動 S_s を影響する断層等を考慮し3波として算出し, 基準地震動 S_s に対する弾性設計用地震動 $S_d \times 1/2$ を設定する。
- 解放基盤面をT.P.約-197mと定義する。

	地震動名	方向	地震波名	最大加速度 (Gal)	備考
弾性 設計用 地震動 1/2Sd	1/2Sd-1	水平	1/2Sd-1H	112.5	鉛直動は水平動の 2/3になるよう設定。
		鉛直	1/2Sd-1V	75.0	
	1/2Sd-2	水平	1/2Sd-2H	150.0	鉛直動は水平動の 2/3になるよう設定。
		鉛直	1/2Sd-2V	100.0	
	1/2Sd-3	水平	1/2Sd-3H	112.5	
		鉛直	1/2Sd-3V	75.0	

15-3. 大型廃棄物保管庫の動的解析について (3/9) <変更なし>

■ 地震応答解析を行うにあたり以下の条件を設定。

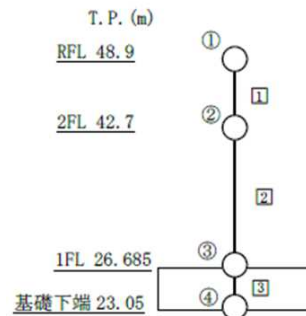
➤ 建屋の振動諸元

(1) 水平動モデル

- 建屋は、曲げとせん断変形を考慮した集中質点系モデルとする。
- 重量は原則として各床上端の位置に集中させ、かつ回転慣性重量を考慮する。
- 剛性は、曲げ及びせん断剛性をもつ無質量のばね要素とする。なお、上屋（鉄骨部）は、フレーム解析によるQ- δ 曲線結果より求める等価せん断剛性とする。
- 建屋は、NS方向及びEW方向の2方向について各々モデル化する。

(2) 鉛直動モデル

- 建屋は、鉛直方向軸変形を考慮した集中質点系モデルとする。
- 重量は、原則として各床上端の位置に集中させる。
- 剛性は、軸剛性をもつ無質量のばね要素とする。



建屋の振動諸元
(水平方向)

質点番号	質点重量 W (kN)	回転慣性重量 I_G (kN·m ²)	部材番号	せん断断面積 A_s (m ²)	断面二次モーメント I (m ⁴)
①	3400	5.560×10^4	—	—	—
②	67870	2.102×10^7	①	1.371×10^{-2}	∞
③	745100	2.170×10^9	②	1.572×10^{-1}	∞
④	105510	3.068×10^8	③	4.455×10^3	1.296×10^7
④	105510	3.068×10^8	—	—	—

・総重量：921880 kN
 ・基礎形状：186.8m(NS)×23.85m(EW)×2.9m(厚さ)
 ・鉄骨部 (①, ②)：E=2.05×10⁸kN/m², G=7.90×10⁷kN/m², h=2%
 ・基礎部 (③)：E=2.27×10⁷kN/m², G=9.45×10⁶kN/m², h=5%
 ・鉄骨部 (①, ②)の A_s はフレーム解析による等価せん断剛性

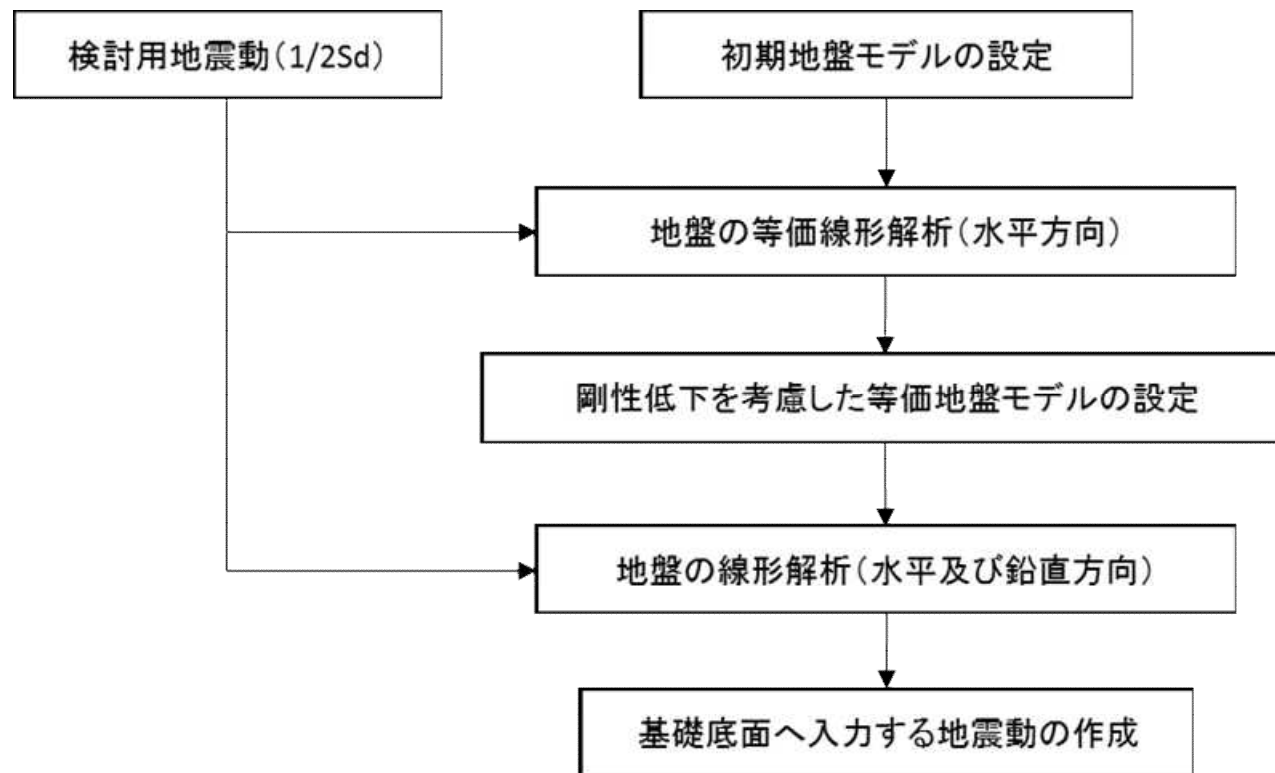
建屋の振動諸元
(鉛直方向)

質点番号	質点重量 W (kN)	部材番号	軸断面積 A (m ²)
①	3400	—	—
②	67870	①	5.554×10^{-1}
③	745100	②	5.210
④	105510	③	4.455×10^3
④	105510	—	—

・総重量：921880 kN
 ・基礎形状：186.8m(NS)×23.85m(EW)×2.9m(厚さ)
 ・鉄骨部 (①, ②)：E=2.05×10⁸kN/m², G=7.90×10⁷kN/m², h=2%
 ・基礎部 (③)：E=2.27×10⁷kN/m², G=9.45×10⁶kN/m², h=5%

1 5 - 4 . 大型廃棄物保管庫の動的解析について (4/9) <変更なし>

- 基礎底面へ入力する地震動は、以下に示す算定フローに従い、一次元波動論により地盤の等価線形解析を行い、剛性低下を考慮した等価地盤モデルを設定。
- これらの等価地盤モデルを用いて、水平及び鉛直方向の地盤応答解析（線形解析）により建屋基礎底面における入力地震動を求める。



基礎底面へ入力する地震動の算定フロー

1 5 – 5 . 大型廃棄物保管庫の動的解析について (5/9)

<変更>

- 初期地盤モデル (案) は、以下の条件により設定する。
- 改良地盤については、改良地盤の物性値及び設計基準一軸圧縮強度により設定する。
上記については、柏崎刈羽7号機の「地盤の支持性能についての参考資料 (K-7工認図書補足説明資料)」設定方法と同様の考え方である。
 - 泥岩 (富岡層) については、1F5~6-R/Bの地質層及び地盤物性により設定する。
大型廃棄物保管庫の建設エリアと同様の地質構成であることから、上記物性を採用する。

大型廃棄物保管庫 初期地盤モデル (案)

標高 T.P. (m)	地質	せん断波 速度 Vs (m/s)	単位体積 重量 γ (kN/m ³)	ポアソン比 ν	初期せん断 弾性係数 G ₀ (×10 ⁵ kN/m ²)	G/G ₀ ~ γ (γ :%)	h~ γ (h, γ :%)	層厚
23.05	(基礎下端)							
15.40	改良 地盤	450	17.2	0.260	3.57	$\frac{1}{1+\gamma/0.368}$	$19.7-\frac{17.7}{1+\gamma/0.368}$	7.65
-74.436 (-73.0)	泥岩	470	17.0	0.459	3.83	$\frac{1}{1+2.818\gamma^{0.813}}$	$12.542\gamma^{0.568}$	89.836
-100.436 (-99.0)		530	17.4	0.447	4.98			26.0
-182.436 (-181.0)		580	17.4	0.443	5.97			82.0
-197.436 (-196.0)		750	17.6	0.410	10.10			15.0
-197.436 (-196.0)	(解放基盤)	750	17.6	0.410	10.10	—	—	—

15-6. 大型廃棄物保管庫の動的解析について (6/9)

<変更>

➤ 等価地盤モデル（案）の設定は、以下の条件により設定する。

a.改良地盤

- 現在、柏崎刈羽7号機の「地盤の支持性能についての参考資料（K-7工認図書補足説明資料）」に基づき検討中である。

b.泥岩（富岡層）

- 泥岩（富岡層）のばらつきは、「福島第一原子力発電所 新耐震指針に照らした耐震安全性評価（中間報告）に関する補足説明資料（コメント回答資料）平成21年5月15日、東京電力（株）」を元に設定する。

泥岩（富岡層） O.P.4.5m～O.P.-73.0m : ±15%

泥岩（富岡層） O.P.-73.0m以深 : ±20%

大型廃棄物保管庫 等価地盤モデル（案）

標高 T.P. (m)	地質	せん断波 速度 Vs (m/s)	単位体積 重量 γ (kN/m ³)	ポアソン比 ν	検討パラメー タ剛性G ₀ の 変動率	初期せん断 弾性係数 G ₀ (×10 ⁹ kN/m ²)			剛性低下率 G/G ₀			せん断弾性係数 G (kN/m ²)			剛性低下後 P波速度 V _p (m/s)			減衰定数 h(%)		
						基本 ケース	マイナス	プラス	基本 ケース	マイナス	プラス	基本 ケース	マイナス	プラス	基本 ケース	マイナス	プラス	基本 ケース	マイナス	プラス
23.05	(基礎下端)																			
15.40	改良 地盤	450	17.2	0.260	0.5	357,000	178,500	535,500	1.00	0.99	1.00	357,000	177,000	536,000	790	560	970	2	2	2
-74.436 (-73.0)	泥岩	470	17.0	0.459	0.15	383,000	325,550	440,450	0.92	0.91	0.93	352,000	296,000	410,000	1640	1500	1770	2	2	2
-100.436 (-99.0)		530	17.4	0.447	0.2	498,000	398,400	597,000	0.91	0.90	0.92	453,000	359,000	550,000	1630	1450	1800	2	2	2
-182.436 (-181.0)		580	17.4	0.443	0.2	597,000	477,600	716,400	0.91	0.90	0.92	543,000	430,000	659,000	1730	1540	1910	2	2	2
-197.436 (-196.0)		750	17.6	0.410	0.2	1,010,000	808,000	1,212,000	0.92	0.92	0.95	949,000	743,000	1,151,000	1860	1650	2050	2	2	2
	(解放基盤)	750	17.6	0.410	0	1,010,000	1,010,000	1,010,000	1.00	1.00	1.00	1,010,000	1,010,000	1,010,000	1920	1920	1920	—	—	—

15-7. 大型廃棄物保管庫の動的解析について (7/9)

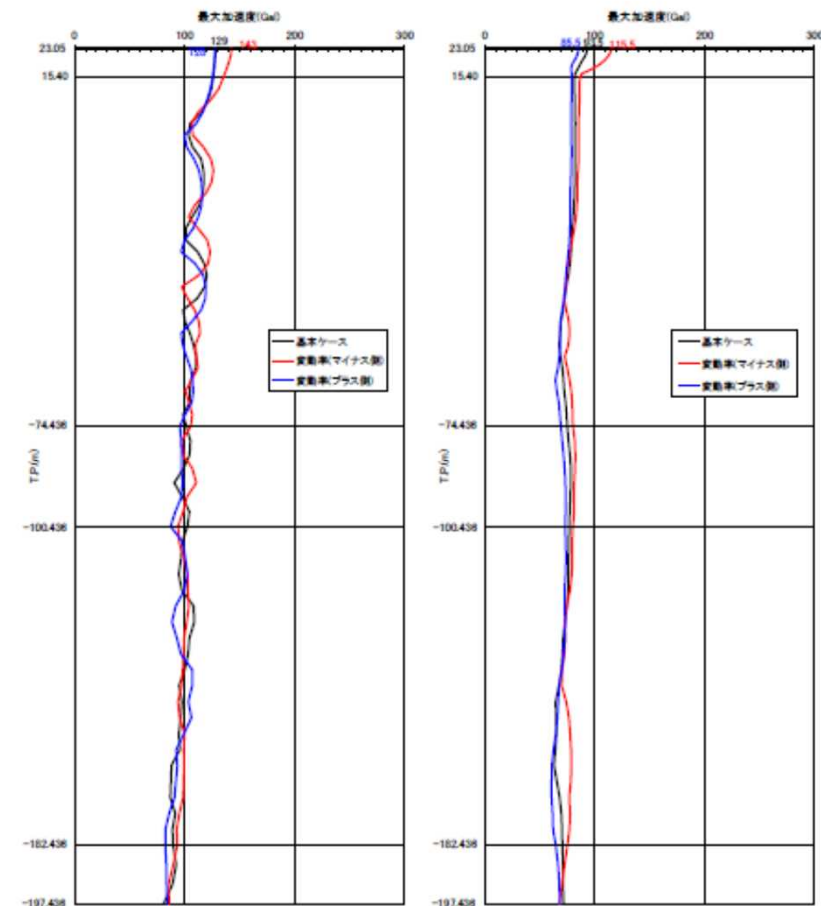
<変更>

- 線形解析による入力地震動は、以下の条件を基礎底面へ入力し算定する。
- 等価線形解析で得られた等価地盤モデルを用いて線形解析により基礎底面の応答 (2E) を求める。
 - 鉛直方向は、水平方向の等価線形解析で得られた等価地盤モデルを用い、P波の鉛直入射と仮定して、水平方向と同様に基礎底面の (2E) を求める。

基礎底面位置の最大応答加速度

地震動名	方向	ばらつき	最大加速度 (cm/s ²)	
			今回	前回※
1/2Sd-1	水平	基本ケース	129	133
		変動率(マイナス)	143	
		変動率(プラス)	128	
	鉛直	基本ケース	93.5	82
		変動率(マイナス)	115.5	
		変動率(プラス)	85.5	

※前回とは2020年10月25日の面談資料記載値を示す。



15-8. 大型廃棄物保管庫の動的解析について (8/9) <変更なし>

- 地盤ばねの算定は、以下の方針により行う。
- 基礎スラブの形状により、矩形基礎の算定式にて底面ばねを設定する。
 - 地層は水平層状と仮定し、次元波動論による解析を用いた地層構成と同一とし、多治見の方法による成層補正によって等価な半無限弾性地盤とする。

地盤ばね算定結果

X (m)	Y (m)	b (X/2) (m)	c (Y/2) (m)	c/b	A (m ²)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)
186.8	23.85	93.4	11.93	0.13	4455.18	12955010.0	211183.9

ポアソン比 ν	単体重量 γ (kN/m ³)	ρ
		$=\gamma/9.80665$
0.48	15.6	1.59

1F-OHB 1/2Sd-1		等価V _s (m/s)	等価G (kN/m ²)	等価V _p (m/s)	c/b	形状係数B		地盤ばね定数K		等価減衰係数C		
水平	長辺X	460	336800	-	0.13	B _x	0.464	6.04E+07	kN/m	3.26E+06	kN・s/m	Ch = $\rho \cdot V_s \cdot A$
	短辺Y						4.899	8.13E+07	kN/m			
回転	長辺X	481	368400	2454	0.13	B ϕ	0.484	4.39E+11	kN・m/rad	5.06E+10	kN・s・m/rad	C ϕ = $\rho \cdot V_p \cdot I_y$
	短辺Y	458	334000	2336	7.83	B ϕ	10.471	1.79E+10	kN・m/rad	7.85E+08	kN・s・m/rad	C ϕ = $\rho \cdot V_p \cdot I_x$
上下	UD	513	418500	2615	0.13	B _z	0.533	1.26E+08	kN/m	1.85E+07	kN・s/m	Ch = $\rho \cdot V_p \cdot A$

※記載の数値は、改良地盤前及びバラツキ考慮前の結果

15-9. 大型廃棄物保管庫の動的解析について (9/9) <変更なし>

- 地震応答解析手法は以下に基づき行うこととする。
- 固有値解析は減衰項を無視して行う。
 - 応答解析の条件は以下のとおりとする。
 - 時間刻み 0.01秒
 - 積分法 直接積分 Newmark β法 (β=1/4)
 - 材料減衰 歪みエネルギー比例型減衰
 - 線形解析
 - 解析プログラムは「DYNA2E Ver.7.2.18」を用いる。

※記載の数値は、
改良地盤前及びバラツキ考慮前の結果

1/2Sd-1(NS)	固有周期	振動数	刺激係数
次数	(秒)	(Hz)	
1	0.617	1.62	1.457
2	0.272	3.68	-1.005
3	0.237	4.22	0.979
4	0.151	6.60	0.004
1/2Sd-2(NS)	固有周期	振動数	刺激係数
次数	(秒)	(Hz)	
1	0.617	1.62	1.457
2	0.272	3.68	-1.005
3	0.237	4.22	0.979
4	0.151	6.60	0.004
1/2Sd-3(NS)	固有周期	振動数	刺激係数
次数	(秒)	(Hz)	
1	0.617	1.62	1.455
2	0.272	3.68	-0.985
3	0.236	4.23	0.979
4	0.151	6.63	0.004

固有値解析結果 (水平方向)

1/2Sd-1(UD)	固有周期	振動数	刺激係数
次数	(秒)	(Hz)	
1	0.173	5.78	1.180
2	0.063	15.90	-0.186
3	0.027	37.72	0.005
4	0.004	273.93	0.003
1/2Sd-2(UD)	固有周期	振動数	刺激係数
次数	(秒)	(Hz)	
1	0.173	5.78	1.180
2	0.063	15.90	-0.186
3	0.027	37.72	0.005
4	0.004	273.93	0.003
1/2Sd-3(UD)	固有周期	振動数	刺激係数
次数	(秒)	(Hz)	
1	0.172	5.80	1.182
2	0.063	15.90	-0.187
3	0.027	37.72	0.005
4	0.004	273.93	0.003

固有値解析結果 (鉛直方向)

- 建屋動的解析結果より求めた各質点の加速度時刻歴を基に、設計用減衰定数を用いて床応答スペクトルを作成。