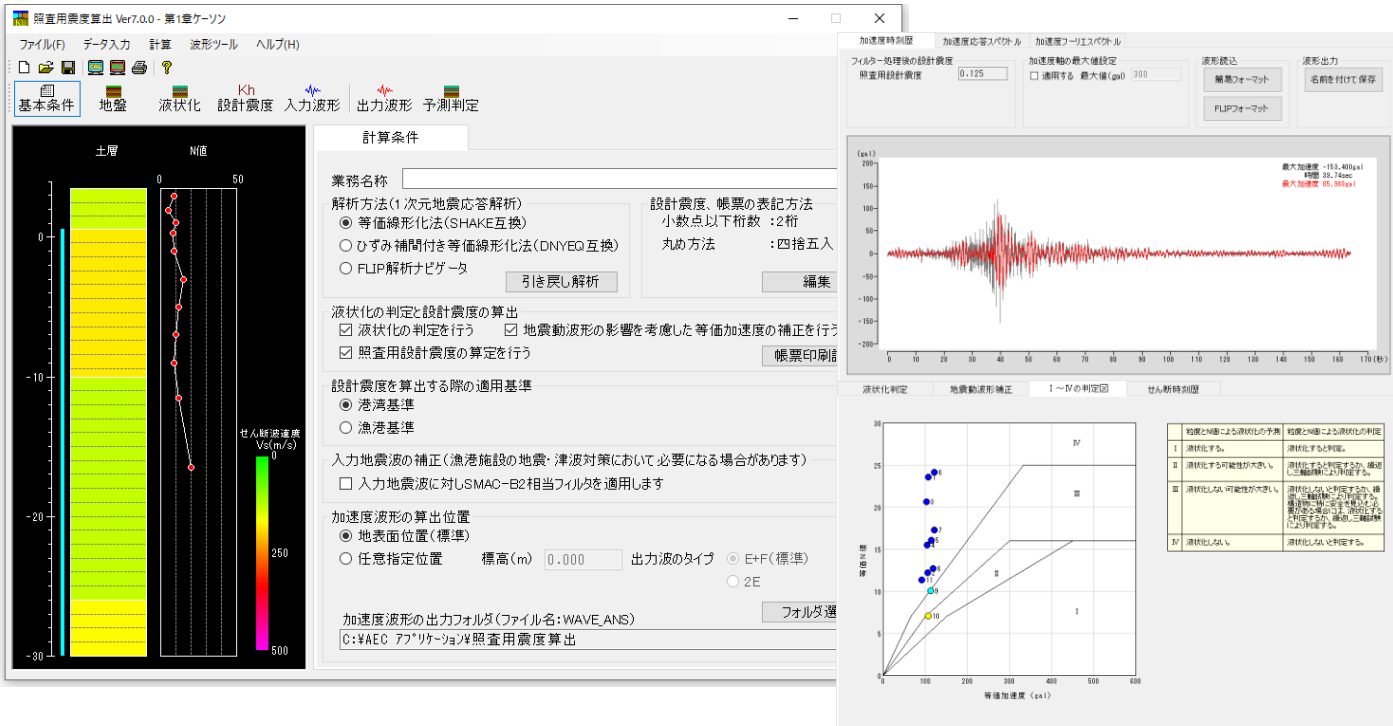


# 照査用震度算出 (1次元地震応答解析／液状化の判定)



## システム概要

- 本システムは港湾基準、漁港基準に準拠しています。
- 工学基盤に入射した加速度時刻歴波形をもとに、地表面位置の加速度時刻歴波形を1次元地震応答解析(等価線形化法)により求めます。
- 地表面の加速度時刻歴波形に港湾構造物に対応したフィルター処理を行い、照査用設計震度を算出します。
- 等価N値と等価加速度を用いて液状化の予測・判定を行います。また、地震動波形の影響を考慮した等価加速度の補正を行う事ができます。
- 地震動に対してSMAC-B2相当フィルタを適用できます。
- 計算結果は報告書形式で印刷されますのでそのまま報告書として利用できます。

### オプション機能：FLIP解析ナビゲータ

- FLIP解析による液状化の予測・判定、照査用設計震度の算出が可能です。



FLIP解析ナビゲータ  
入力地震波の設定  
FLIP解析の実行  
液状化の予測・判定  
照査用設計震度の算出  
報告書の作成

- FLIP(Ver3.3以降)は別途ご用意下さい。  
※2

## システムの機能

### 《入力条件》

- ①1次元地震応答解析のアルゴリズムは通常の等価線形化法(SHAKE互換)とひずみ補間付き等価線形化法(DYNEQ互換)から選択します。※1
- ②構造物に対応したフィルター条件を選択します。対象構造物として重力式係船岸・防波堤、矢板式係船岸(控え直杭・控え組杭)、自立矢板式係船岸(C・S型地盤)、深層混合処理(CDM工法)、横棧橋、二重矢板式係船岸があります。漁港基準に準拠した震度算出方法も選択可能です。
- ③1次元地震応答解析を行う箇所の地盤条件を設定します。材料特性(土質の動的変形特性)は塑性指数(IP)による分類として3種類内蔵し、任意のせん断耐力-ひずみモデルを10種類設定可能です。
- ④液状化の判定に必要な地盤条件を設定します。地震応答解析と実測N値の地表面が異なる場合も考慮できます。
- ⑤工学基盤に入射する加速度時刻歴波形を外部インポートにより設定します。最大値指定による波形の補正が可能です。八戸波、大船渡波、ポートアイランド基盤波形の地震波形を本システムに標準添付しています。
- ⑥地表面の加速度時刻歴波形を外部インポートにより設定することが可能です。読込んだ波形とフィルター条件から照査用設計震度を求める場合に使用します。

### 《計算機能》

- ①1次元地震応答解析により地表面の加速度時刻歴波形を求めます。レーレー減衰、散乱減衰等が考慮できます。任意位置の加速度時刻歴波形の算出は標高指定によって行います。その際、2E波の出力選択が可能です。また、地表面から基盤面への引き戻し解析も可能です。
- ②Nigam法(直接積分法)による加速度応答スペクトルの計算を行います。
- ③等価N値と等価加速度を用いた液状化の予測・判定を行います。等価加速度は1次元地震応答解析により求める最大せん断応力を用いて算出します。
- ④1次元地震応答解析により求めた地表面の加速度時刻歴波形、または外部インポートによる波形に対してフィルター処理を行い、照査用設計震度を算出します。

### 《帳票印刷の主な機能》

- ①印刷イメージを画面表示します。
- ②印刷内容の編集が可能です。
- ③一括印刷、章別印刷、指定ページの印刷が可能です。
- ④用紙サイズや印刷フォントは、お好みのものを自由に選択できます。  
※A4縦、12Pフォントで最適になるように設定されています。

※1 DYNEQ：吉田望・末富若男(1996)：等価線形化に基づく水平成層地盤の地震応答解析プログラム、佐藤工業㈱ 技術研究所年報(P61-70)  
※2 FLIP：有効応力法を用いた地震時の液状化による構造物被害予測プログラム。 財団法人 沿岸技術研究センター

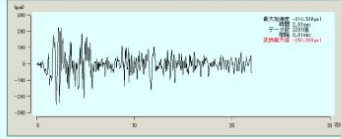
## 1 計算条件

### 1-1 計算条件

業務名称 等価線形化法 (SHAKE互換)  
 解析方法 地表面の加速度波形を求め  
 出力する加速度波形  
 地下水位標高 0.600(m)  
 土重荷重 0.000(kN/m<sup>2</sup>)  
 基礎の減衰定数 0.000

### 1-2 基礎に入力する加速度波形

波形名称 EL Centro 1940 NS  
 最大加速度 -314.500(gal)  
 時間 2.010(s)  
 データ数 2201(個)  
 時間間隔 0.010(s)  
 入力波のタイプ 開放基礎波 (2E)  
 補間用最大値 250.000(gal)を最大とする波形に変換します



### 1-3 地盤条件

No	土層上層 (m)	土層下層 (m)	空中重量 (kN/m <sup>3</sup> )	水中重量 (kN/m <sup>3</sup> )	せん断弾性係数 VS (m/sec)	レイ減衰		土圧定数	分別層厚 (m)
						α	β		
1	3.500	18.000	18.000	10.000	200.000	0	0.0000	0.500	1.000
2	0.600	18.000	10.000	190.000	0	0.0000	0.0000	0.500	1.000
3	-10.000	16.000	6.000	127.000	1	0.0000	0.0000	0.500	1.000
4	-26.000	17.000	7.000	169.000	1	0.0000	0.0000	0.500	1.000
5	-30.000	18.000	10.000	300.000	0	0.0000	0.0000	0.500	1.000

0: 粘性指数 IP<NP<9, 4未満  
 1: 粘性指数 IP=9, 4~30未満  
 2: 粘性指数 IP>30以上  
 3: オリジナル1  
 4: オリジナル2  
 5: オリジナル3  
 6: オリジナル4  
 7: オリジナル5

## 1-4 液状化条件

地下水位 (m)	地盤標高 (m)	空中重量 (kN/m <sup>3</sup> )	水中重量 (kN/m <sup>3</sup> )	No	深度 (m)	N値	細粒分含有率 (%)	塑性指数 IP	液状化の判定
-0.600	3.500	18.000	10.000	1	0.550	9	14.000	0.000	する
				2	1.550	9	14.000	0.000	する
				3	2.450	9	14.000	0.000	する
				4	3.200	9	14.000	0.000	する
				5	4.500	9	14.000	0.000	する
				6	6.500	9	14.000	0.000	する
				7	8.500	9	14.000	0.000	する
				8	10.500	9	14.000	0.000	する
				9	12.500	9	14.000	0.000	する

## 2 液状化の予測・判定

### 2-1 等価N値の算出と補正

No	深度 (m)	N値	有効上載圧 (kN/m <sup>2</sup> )	等価N値	細粒分含有率 (%)	塑性指数 IP	補正係数	補正後の等価N値	補正方法
1	0.550	9	9.900	12.979	14.000	0.000	0.550	23.598	細粒分補正
2	1.550	9	27.900	11.446	14.000	0.000	0.550	20.811	細粒分補正
3	2.450	9	44.100	10.278	14.000	0.000	0.550	18.687	細粒分補正
4	3.200	9	55.200	9.571	14.000	0.000	0.550	17.401	細粒分補正
5	4.500	9	68.200	8.823	14.000	0.000	0.550	16.043	細粒分補正
6	6.500	9	88.200	7.816	14.000	0.000	0.550	14.210	細粒分補正
7	8.500	9	108.200	6.948	14.000	0.000	0.550	12.534	細粒分補正
8	10.500	9	128.200	6.194	14.000	0.000	0.550	11.262	細粒分補正
9	12.500	9	148.200	5.532	14.000	0.000	0.550	10.058	細粒分補正

### 2-2 等価加速度の算出と液状化の予測

No	深度 (m)	有効上載圧 (kN/m <sup>2</sup> )	最大加速度 (gal)	最大ひずみ (%)	最大せん断応力 (kN/m <sup>2</sup> )	等価加速度 (gal)	液状化の予測
1	0.550	9.900	94.033	0.001	0.959	66.470	IV
2	1.550	27.900	93.850	0.004	2.702	66.429	IV
3	2.450	44.100	93.521	0.007	4.266	66.354	IV
4	3.200	55.200	93.097	0.011	5.564	69.144	IV
5	4.500	68.200	91.974	0.017	7.796	78.417	IV
6	6.500	88.200	89.238	0.028	11.162	86.818	IV
7	8.500	108.200	85.279	0.041	14.403	91.318	IV
8	10.500	128.200	80.372	0.054	17.468	93.472	IV
9	12.500	148.200	79.545	0.067	20.327	94.091	IV

## 4 照査用設計震度

### 4-1 フィルター処理

周波数特性を勘案したフィルター

$$a(f) = \frac{b}{1 - (f/0.134)^2} \quad 0 < f \leq 1.0 \text{ Hz}$$

$$a(f) = \frac{b}{1 - (f/1.0)^2 + 6(f/1.0)^4} \quad 1.0 \text{ Hz} < f$$

$$b = 1.05 \frac{H}{H_g} - 0.88 \frac{L_v}{L_w} + 0.96 \frac{L_v}{L_w} - 0.23$$

$$0.04H - 0.08 \leq b \leq 0.04H - 0.44$$

ただし、 $b \geq 0.28$

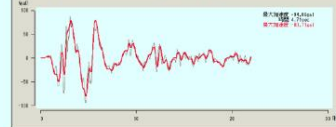
$b = \frac{18.300}{15.000} - 0.88 \times \frac{0.921}{0.800} + 0.96 \times \frac{0.441}{0.400} - 0.230 = 1.096300$

$H = 18.300$ とした場合  $0.812 \leq b \leq 1.172$  となるため、

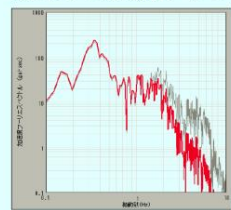
$b = 1.096$  となる。

### 4-2 フィルター処理後の加速度波形

最大加速度 80.709(gal)



### 4-3 フィルター処理後の加速度フーリエスペクトル



### 4-4 地震動の継続時間補正

補正に用いる低減係数

$$p = 0.36 \ln(1163.910/80.709) - 0.29 = 0.671$$

$p \leq 1.0$  となるため、

$p = 0.671$  となり、最大加速度補正値は

$$a_s = 0.671 \times 80.709 = 54.134 \text{ (gal)}$$

ここに、

- S: 低減率 ( $p \leq 1.0$ )
- P: フィルター処理後の加速度時刻歴の二乗和平方根
- a: フィルター処理後の加速度最大値
- a<sub>s</sub>: 補正した地表面最大加速度

### 4-5 照査用震度の特性値

地盤改良効果により、地表面最大加速度の低減を行う

$$a_g = 0.750 \times 54.134 = 40.600 \text{ (gal)}$$

照査用震度の特性値

$$k_g = 1.78 \times \left( \frac{D_v}{D_s} \right)^{-0.55} \times \frac{a_g}{g} + 0.04$$

$$= 1.78 \times \left( \frac{10.000}{10} \right)^{-0.55} \times \frac{40.600}{980} + 0.04 = 0.114$$

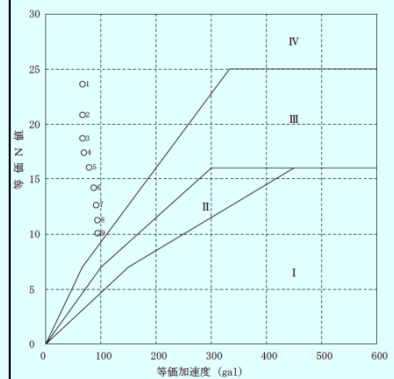
$0.05 \leq k_g \leq 0.25$  となるため、

$k_g = 0.114$  となる

ここに、

- k<sub>g</sub>: 照査用震度の特性値
- a<sub>g</sub>: 地表面における地盤の最大加速度補正値 (cm/s<sup>2</sup>)
- g: 重力加速度 (=980cm/s<sup>2</sup>)
- D<sub>v</sub>: 許容される変形量 (cm)
- D<sub>s</sub>: 基準変形量 (=10cm)

### 2-3 液状化の予測・判定図



範囲	加速度とN値による液状化の予測	加速度とN値による液状化の判定
I	液状化する	液状化すると判定
II	液状化する可能性が大きい。	液状化すると判定するか、繰返し三軸試験により判定する。
III	液状化しない可能性が大きい。	液状化しないと判定するか、繰返し三軸試験により判定する。 構造物に特に安全を見込む必要がある場合には、液状化すると判定するか、繰返し三軸試験により判定する。
IV	液状化しない。	液状化しないと判定する。

お問い合わせは弊社または下記販売店へ