

正弦波合成法による基整促波作成手順の内容

本資料は、別に公開している技術資料〔国土交通省「長周期地震動への対策」における『基整促波』の作成〕に記載の基整促波を『SS21／正弦波合成法による地震波作成プログラム』と「補助ツール」を用いて作成する手順を示すものです。

「補助ツール」は『SS21／正弦波合成法による地震波作成プログラム』の結果から基整促波の目標応答スペクトルに用いる各震源断層からの応答スペクトルの二乗和平方根 $\div 1.1$ の計算や21ケース計算した長周期地震動から基整促波の位相を与える波形として速度最大値が中央値となる加速度波形の抽出を行います。最終的な基整促波の作成は、補助ツールの出力した結果を『SS21／正弦波合成法による地震波作成プログラム』の入力箇所に貼り付けることで簡単に行うことができます。

ぜひ、一度ご利用ください。

※「補助ツール」に関してのご質問などは、弊社サポートセンターでのサポート対象外となっております。

何かご不明な点などございましたら、担当営業までご連絡くださいますようお願い申し上げます。

§1 『SS21/正弦波合成法による地震波作成プログラム』で、各セグメントの 応答スペクトルと4連動長周期地震動を21ケース作成します

1.1 「国交省・長周期地震動の追加」を選択します。



1.2 「建設地点名」「建設地の北緯・東経」を入力します。

「対象地震」は南海トラフ4連動地震を想定し、下図のように6つの震源断層を選択します。

「対象地点」は資料本文¹⁾の計算例に倣い、「三大平野の任意地点を対象とする」を選択します。



1.3 「編集」ですべての「ケース名」を簡素化し、4 連動長周期地震動の破壊時間差として「合成 1」時間遅れと「合成 2」時間遅れを入力します。

「ケース名」は後で利用する補助ツールを便利に利用するために、簡単に震源断層名のみしておくことをお奨めします。

破壊時間差を指定する「合成 1」時間遅れと「合成 2」時間遅れについて、ここでは「合成 2」時間遅れは隣り合うセグメントの加速度符号を入れ替えて足し合わせるように指定することになります（下図参照）。資料本文¹⁾ P4 参照

SS21/正弦波合成法による地震波作成プログラム Seismic wave synthesis program

データ D:\USRdata\Ttsushima#01#01.swsd

No.	ケース名	T (s)	ΔT (s)	目標Sp (対象地震名)	位相Sp (対象地点名) (平野名)	包絡関数 (対象地点コード) (Tz)	状態	合成1 時間遅れ (s)	合成2 時間遅れ (s)	合成3 時間遅れ (s)
1	日向灘域	1310.72	0.02	日向灘域	濃尾平野	Tz=1.61s	非適合	+114.70	+114.70	しない
2	南海域(西側)	1310.72	0.02	南海域(西側)	濃尾平野	Tz=1.61s	適合	+50.80	-50.80	しない
3	南海域(東側)	1310.72	0.02	南海域(東側)	濃尾平野	Tz=1.61s	適合	+0.00	+0.00	しない
4	東海域(西側)	1310.72	0.02	東海域(西側)	濃尾平野	Tz=1.61s	適合	+7.40	-7.40	しない
5	東海域(東側)	1310.72	0.02	東海域(東側)	濃尾平野	Tz=1.61s	適合	+51.80	+51.80	しない
6	駿河湾域	1310.72	0.02	駿河湾域	濃尾平野	Tz=1.61s	適合	+94.40	-94.40	しない

国文省・長周期地震動の追加
追加
編集
削除
コピー
計算
表示
合成
乱数の一括更新
上へ↑
下へ↓

時間遅れを負値(-0も可)すると加速度符号を反転して合成します。時間遅れには絶対値を uses。 プログラムの終了

No.1: ケースデータの入力

ケース名 | T/ΔT/応答スペクトル/群遅延時間

ケース名 日向灘域

対象地震 日向灘域

モーメントマグニチュード Mw 8.4 地震モーメント Mo 4.3e+028 (dyne·cm)

	東経 (度)	北緯 (度)	深さ (km)
震源断層の四隅 (1)	131.097426	32.612558	35.3
(2)	132.111	33.173	35.3
(3)	133.064	31.872	10.6
(4)	132.049519	31.332415	10.6
破壊開始点	133.064	31.872	10.6

建設地点 愛知県津島 (AIC003) 136.7412 35.177

対象地点 (平野名) 濃尾平野 136.737503 35.174999

対象地点コード (Tz) Tz=1.61s 波形区分 工学的基準

震源距離 500.8772 (km) 断層長短距離 481.3202 (km)

OK キャンセル 適用(A)

1.4 「乱数の一括更新」を実行後「計算」します。

「乱数の一括更新」はこの後、多くの乱数パラメータを指定して計算するのに合わせて、ランダムな値にしておくために実行します（下図参照）。

SS21/正弦波合成法による地震波作成プログラム Seismic wave synthesis program

データ D:\USRdata\Tsushima#01#01.swsdl ヘルプ

No.	ケース名	T (s)	ΔT (s)	目標Sp (対象地震名)	位相Sp (対象地点名 (平野名))	包絡関数 (対象地点コード) (Tz)	状態	合成1 時間遅れ (s)	合成2 時間遅れ (s)	合成3 時間遅れ (s)
1	日向灘域	1310.72	0.02	日向灘域	濃尾平野	Tz=1.61s	非適合	+114.70	+114.70	しない
2	南海域(西側)	1310.72	0.02	南海域(西側)	濃尾平野	Tz=1.61s	適合	+50.30	-50.30	しない
3	南海域(東側)	1310.72	0.02	南海域(東側)	濃尾平野	Tz=1.61s	適合	+0.00	+0.00	しない
4	東海域(西側)	1310.72	0.02	東海域(西側)	濃尾平野	Tz=1.61s	適合	+7.40	-7.40	しない
5	東海域(東側)	1310.72	0.02	東海域(東側)	濃尾平野	Tz=1.61s	適合	+51.80	+51.80	しない
6	駿河湾域	1310.72	0.02	駿河湾域	濃尾平野	Tz=1.61s	適合	+94.40	-94.40	しない

追加
編集
削除
コピー
計算
表示
合成
乱数の一括更新
↑↑
↓↓

時間遅れを負値で入力(-0も可)すると加速度符号を反転して合成します。時間遅れには絶対値を用います。

プログラムの終了

乱数の一括更新

乱数発生パラメータの一括更新

ケース毎に異なる乱数パラメータを自動で与える

全ケースに共通の乱数パラメータを与える

乱数発生初期パラメータ 1 自動

OK キャンセル

1.5 「合成」を実行して4連動長周期地震動を計算します。

「時間遅れ」を入力した「合成1」「合成2」として、21ケースのうち2ケースの4連動長周期地震動が計算されます。

SS21/正弦波合成法による地震波作成プログラム Seismic wave synthesis program

データ D:\USRdata\Tsushima\01\01.swsd

No.	ケース名	T (s)	ΔT (s)	目標Sp (対象地震名)	位相Sp (対象地点名) (平野名)	包絡関数 (対象地点コード) (T_z)	状態	合成1 時間遅れ (s)	合成2 時間遅れ (s)	合成3 時間遅れ (s)
1	日向灘域	1310.72	0.02	日向灘域	濃尾平野	$T_z=1.61s$	非適合	+114.70	+114.70	しない
2	南海域(西側)	1310.72	0.02	南海域(西側)	濃尾平野	$T_z=1.61s$	適合	+50.30	-50.30	しない
3	南海域(東側)	1310.72	0.02	南海域(東側)	濃尾平野	$T_z=1.61s$	適合	+0.00	+0.00	しない
4	東海域(西側)	1310.72	0.02	東海域(西側)	濃尾平野	$T_z=1.61s$	適合	+7.40	-7.40	しない
5	東海域(東側)	1310.72	0.02	東海域(東側)	濃尾平野	$T_z=1.61s$	適合	+51.80	+51.80	しない
6	駿河湾域	1310.72	0.02	駿河湾域	濃尾平野	$T_z=1.61s$	適合	+94.40	-94.40	しない

時間遅れを負値で入力(-0も可)すると加速度符号を反転して合成します。時間遅れには絶対値を 사용합니다。

プログラムの終了

波形の合成

以下の条件で波形の合成処理を行います。

合成する波形の条件

継続時間 最長の継続時間とする
 直接指定
 継続時間 (s)

時間間隔 最短の時間間隔とする
 直接指定
 時間間隔 (s)

応答スペクトルの計算条件

固有周期の範囲 Tmin (s) ~ Tmax (s)

減衰定数

周期ポイント数

周期ポイントの分割方法 等間隔
 LOG値等間隔

加速度・速度応答スペクトル 直接計算する
 擬似応答スペクトルとする

規定値に設定 OK キャンセル

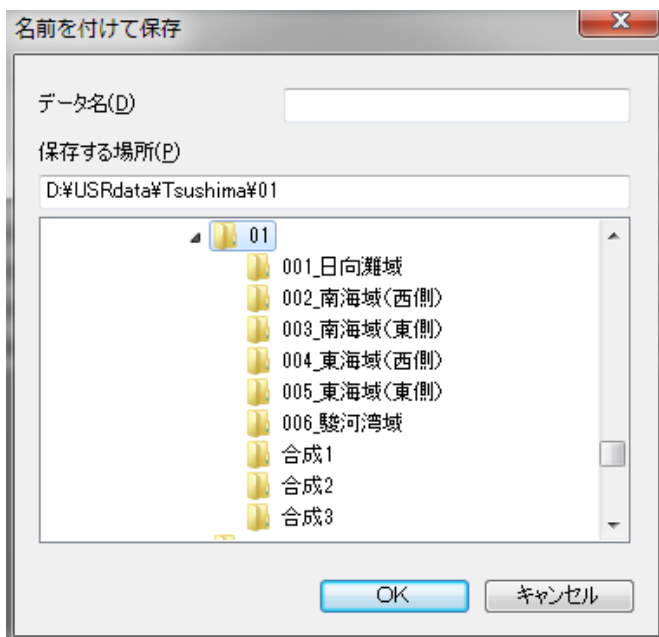
1.6 最初のデータの「保存」を実行します。

保存するデータ名やフォルダは、後で利用する補助ツールを便利に利用するために、あらかじめ親フォルダを作成しておき、その中に通し番号を付けたデータ名として、次のようにすることをお奨めします。

例えば 親フォルダを【¥Tsushima】、最初のデータ名を【¥01】とします。

(ここで、"01"は通し番号が 1 番目であることを表します)

保存実行後は【¥01】の中に『01.swsd』や幾つかのサブフォルダが作成されます。1.5 で作成した 2 ケースの 4 連動長周期地震動は ¥合成 1 と ¥合成 2 フォルダの中に保存されます (今の場合、保存するデータの中に 2 ケースずつ格納されます)。



1.7 「名前を付けて保存」を実行してデータを複製します。

データ名の通し番号を一つ加えた名前として親フォルダの中に複製（名前を付けて保存）することをお奨めします。【¥02】として保存します。



1.8 1.4 から 1.7 までの作業を 4 連動長周期地震動が 21 ケース作成されるまで繰り返します。

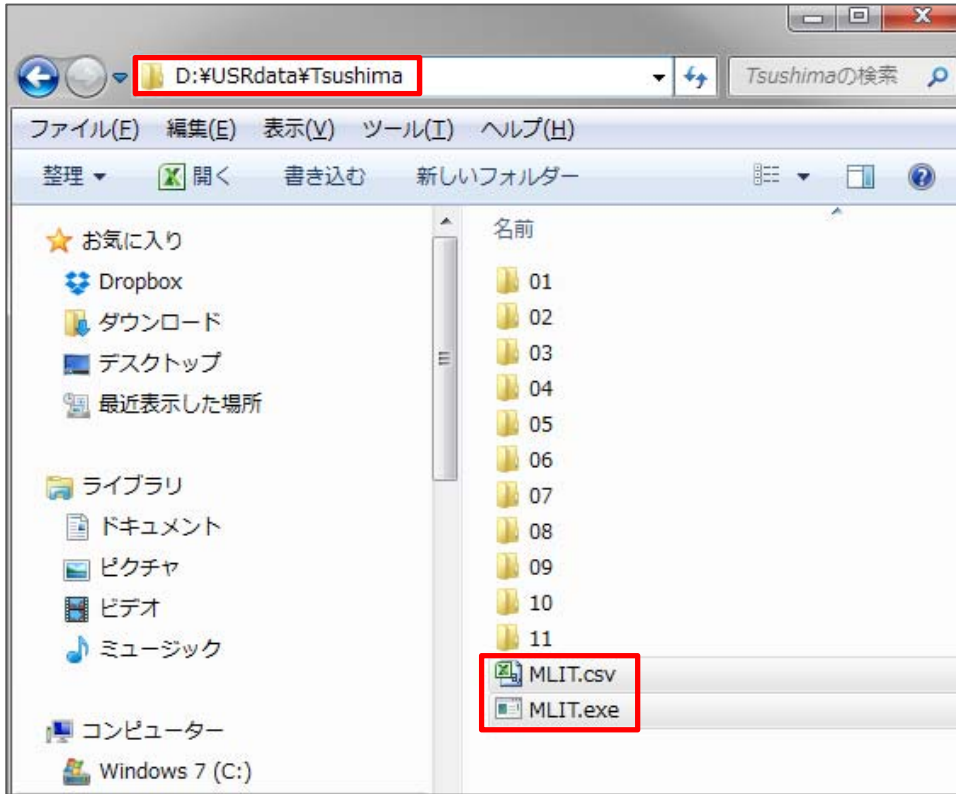
1.4 から 1.7 を 11 回（【¥11】まで）繰り返すと 22 ケースの 4 連動長周期地震動が作成され保存されます。最後のデータでは 1.7 は不要です。また、22 ケース目は使用しません。

§2 補助ツールを用いて、基整促波の目標応答スペクトルの計算と 21 ケースから位相を与える加速度波形の選択を行います

2.1 補助ツール（MLIT.exe と MLIT.csv）をデータの親フォルダにコピーします。

ここでは、D:\¥USRdata¥Tsushima に中になります。

MLIT.csv は特にファイル名の制限はありませんが、わかりやすく MLIT.csv とします。



2.2 【MLIT.csv】を開いてこれから処理を行うフォルダ名やファイル名を設定します。

まず、震源断層数とケース数と書かれた下行にそれぞれ、6 と 21 が設定されていることを確認します。震源断層数=6、ケース数=21 を表します。

次に、震源断層フォルダと書かれた下行から、A 列にはその番号、B 列には代表ケース（1 ケース目でもよい）の保存後に作成された震源断層フォルダ名（通し番号_ケース名、ここでのケース名は 1.3 で入力したもの）を順に設定します。

さらに、ケースフォルダと書かれた下行から、A 列にはその番号、B 列には 21 ケースの長周期地震動結果が保存されているフォルダ名を順に設定します。本例では 11 個のデータのそれぞれ“合成 1”と“合成 2”に 2 ケースずつ作成しましたので、下図のような設定内容になります（11 個目の“合成 2”は使いません）。

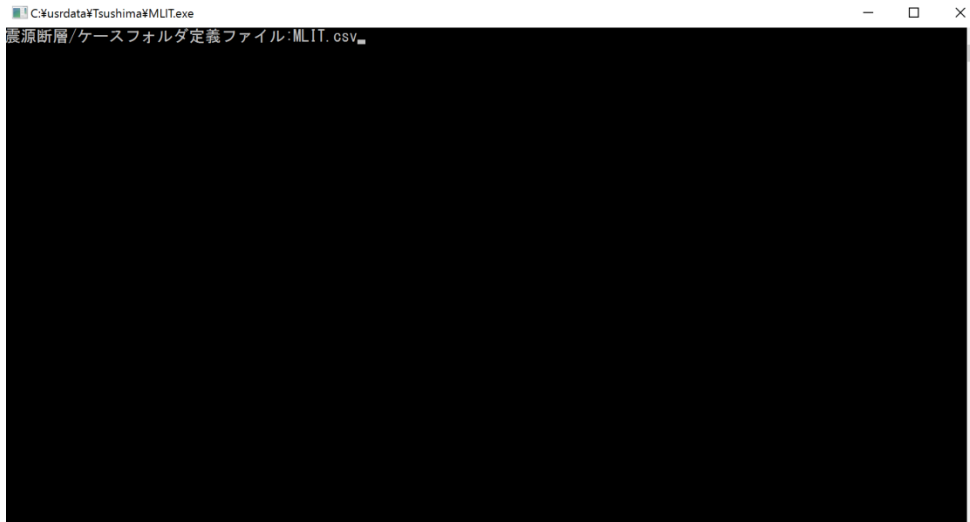
設定がすべて完了すれば保存して閉じます。

このように、データ名を統一して作成しておけば、親フォルダ内にコピーして利用することで、この書式を変更することなく利用することが出来ます。

	A	B	C	D
1	震源断層数	ケース数		
2		6	21	
3	震源断層フォルダ			
4		1 01¥001_日向灘域		
5		2 01¥002_南海域(西側)		
6		3 01¥003_南海域(東側)		
7		4 01¥004_東海域(西側)		
8		5 01¥005_東海域(東側)		
9		6 01¥006_駿河湾域		
10	ケースフォルダ			
11		1 01¥合成1		
12		2 01¥合成2		
13		3 02¥合成1		
14		4 02¥合成2		
15		5 03¥合成1		
16		6 03¥合成2		
17		7 04¥合成1		
18		8 04¥合成2		
19		9 05¥合成1		
20		10 05¥合成2		
21		11 06¥合成1		
22		12 06¥合成2		
23		13 07¥合成1		
24		14 07¥合成2		
25		15 08¥合成1		
26		16 08¥合成2		
27		17 09¥合成1		
28		18 09¥合成2		
29		19 10¥合成1		
30		20 10¥合成2		
31		21 11¥合成1		

2.3 【MLIT.exe】を実行します。

コンソール画面に“震源断層/ケースフォルダ定義ファイル：”が表示されますので、ファイル名（本例では“MLIT.csv”）を入力し [Enter] キーを押します。コンソール画面が閉じられる、整促波の目標応答スペクトルや 21 ケースから選択された位相を与える加速度波形がファイルに出力されます。

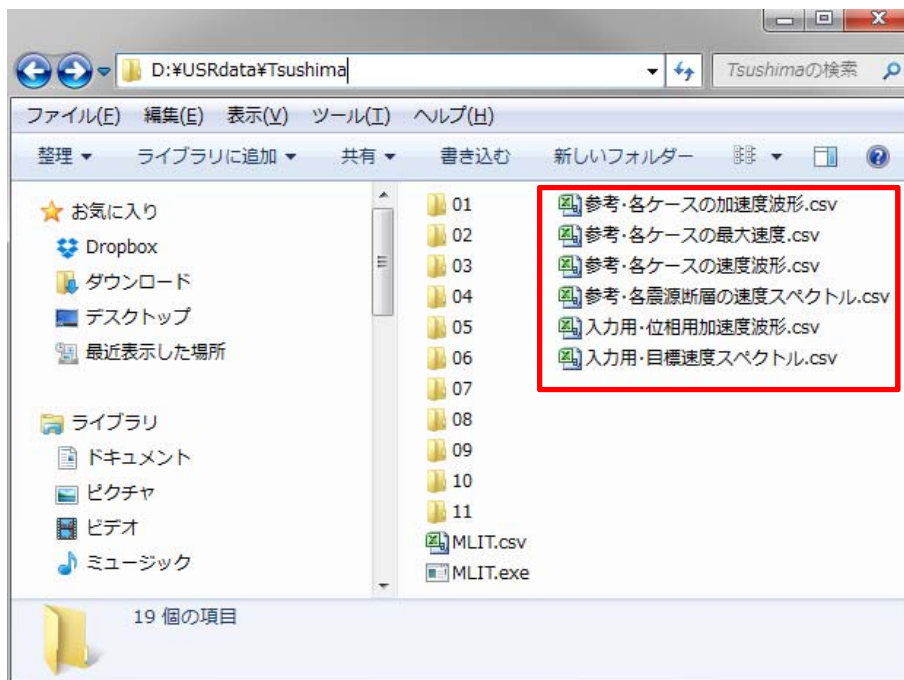


2.4 補助ツールによる結果ファイルを確認します。

データフォルダ内に以下のような 6 つのファイルが作成されます。そのうち、“入力用・目標応答スペクトル.csv”と“入力用・位相用加速度波形.csv”を用います。他の“参考・・・・.csv”は計算の途中結果です。

位相用を与える加速度波形の選択に関しては、“参考・各ケースの加速度波形.csv”には 21 ケースの加速度波形が、“参考・各ケースの速度波形.csv”には加速度波形を積分した 21 ケースの速度波形が、“参考・各ケースの最大速度.csv”には各ケースの速度最大値とその順位が出力されています。最大速度が中央値を示すケースとは順位が 11 番目のケースであり、本例では 5 ケース目であることがわかります。

※ここでの結果は資料本文¹⁾ P5 で説明した結果とは乱数パターンが変わっているため各波形の数値や順位は異なります。



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1	ケース番号	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No.10	
2	最大速度(cm/s)	68.80482	57.11453	56.09571	65.22093	63.48791	68.34486	54.47279	66.57355	76.02173	66.47524	
3	最大速度順位	3	18	20	8	11	4	21	6	1	7	
	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	
	No.11	No.12	No.13	No.14	No.15	No.16	No.17	No.18	No.19	No.20	No.21	
	59.00605	56.14852	65.08667	66.71462	58.68531	61.00455	74.35335	57.87035	60.91175	60.12539	63.75185	
	7	15	19	9	5	16	12	2	17	13	14	10

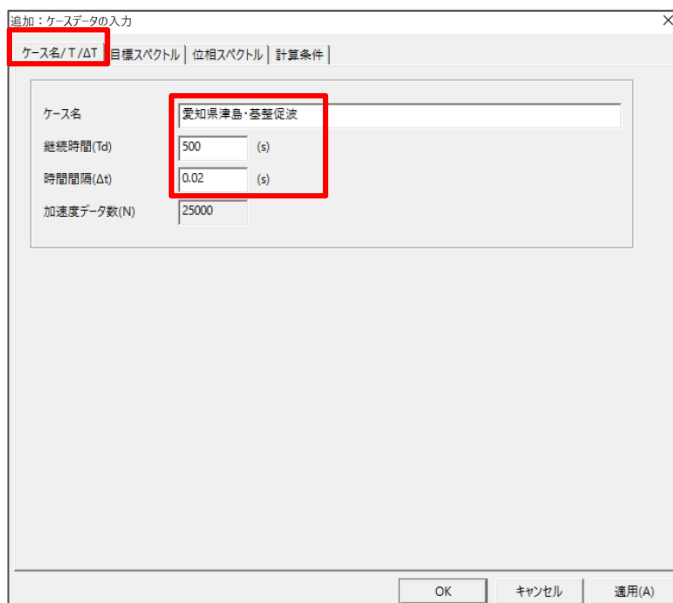
§ 3 『SS21/正弦波合成法による地震波作成プログラム』で、目標応答スペクトルと位相用加速度波形を指定して基整促波（求める4連動長周期地震動）を作成します

3.1 『SS21/正弦波合成法による地震波作成プログラム』を用いて、基整促波を作成します。「追加」をクリックし入力を行います。



3.2 [ケース名/T/ΔT] タブをクリックします。

「ケース名」に（愛知県津島・基整促波）、「継続時間」に（500s）、「時間間隔」に（0.02s）を入力します。ただし、継続時間の500sは基整促波で決められている最短の継続時間です。



3.3 次に、[目標スペクトル] のタブをクリックします。

データフォルダ内の“入力用・目標速度スペクトル. csv”のデータを利用します。

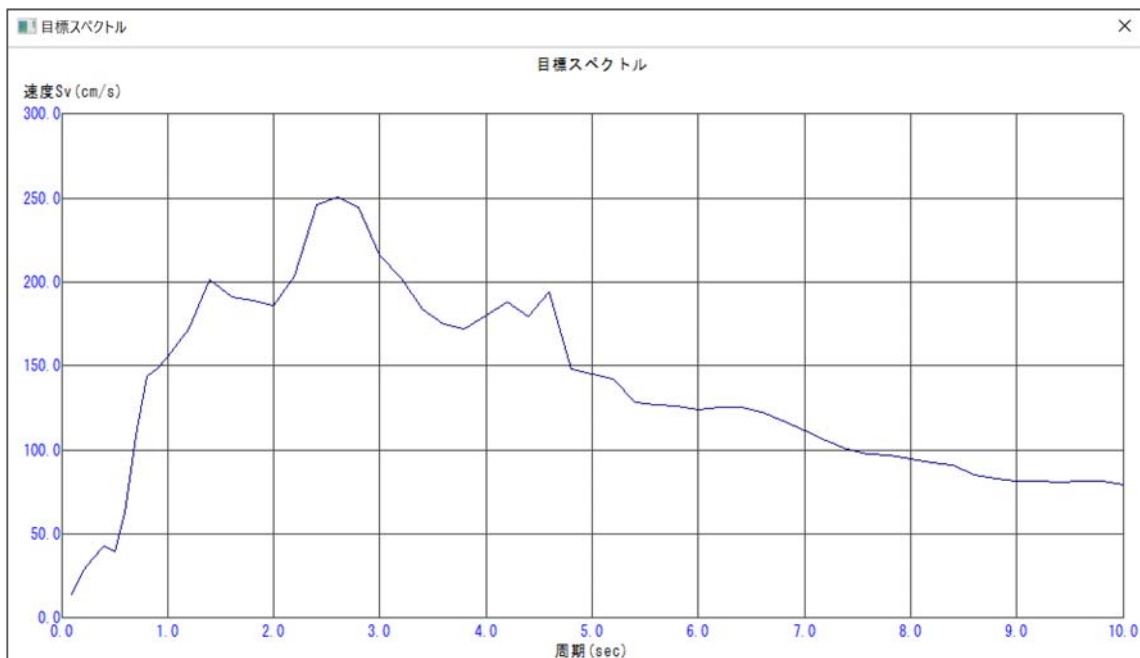
「目標スペクトルの周期範囲」を (0.1s~10s) とし、「目標スペクトルの判定」を (直接指定する) とし、「データ」を選択します。

3.4 「目標スペクトルの直接指定」を入力します。

「応答スペクトルの種類」を[速度 Sv (cm/s)]とし、“入力用・目標速度スペクトル. csv”のデータからコピーし貼り付けを行います。

	A	B
1	周期(s)	速度Sv(cm/s)
2	0.1	14.42915
3	0.2	28.34078
4	0.3	35.37872
5	0.4	42.76419
6	0.5	40.20137
7	0.6	62.53309
8	0.7	108.597
9	0.8	143.4528
10	0.9	148.3765
11	1	155.3863
12	1.2	172.5007
13	1.4	201.5133
14	1.6	191.0698
15	1.8	188.9853
16	2	186.0231
17	2.2	203.9219
18	2.4	246.1258
19	2.6	250.6031
20	2.8	244.8942
21	3	216.4477
22	3.2	202.2944

No.	周期(s)	応答スペクトル
1	0.1000	14.429
2	0.2000	28.341
3	0.3000	35.379
4	0.4000	42.764
5	0.5000	40.201
6	0.6000	62.533
7	0.7000	108.597
8	0.8000	143.453
9	0.9000	148.376
10	1.0000	155.386
11	1.2000	172.501
12	1.4000	201.513



- 3.5 [位相スペクトル] のタブをクリックします。
「位相用波形を指定する」の「データ」をクリックします。

3.6 「位相用波形の直接指定」を入力します。

「時間間隔」を[0.02]とし、“入力用・位相用加速度波形. csv”のデータからコピー貼り付けを行います。

	A	B
1	時刻(s)	加速度(cm/s ²)
2	0	4.092
3	0.02	4.58
4	0.04	5.241
5	0.06	5.127
6	0.08	4.218
7	0.1	3.43
8	0.12	3.424
9	0.14	3.767
10	0.16	3.532
11	0.18	2.5
12	0.2	1.377
13	0.22	0.796
14	0.24	0.503
15	0.26	-0.126
16	0.28	-1
17	0.3	-1.243
18	0.32	-0.372
19	0.34	0.809
20	0.36	0.916
21	0.38	-0.454
22	0.4	-2.221

位相用波形の直接指定

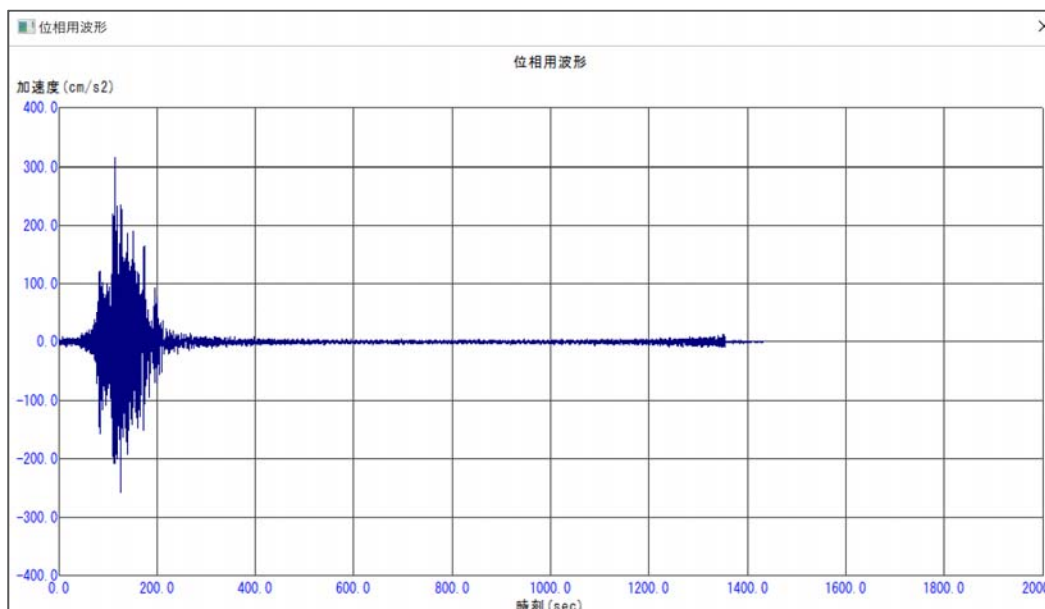
データ名: 愛知県津島(位相用波形)

時間間隔: 0.02 (s)

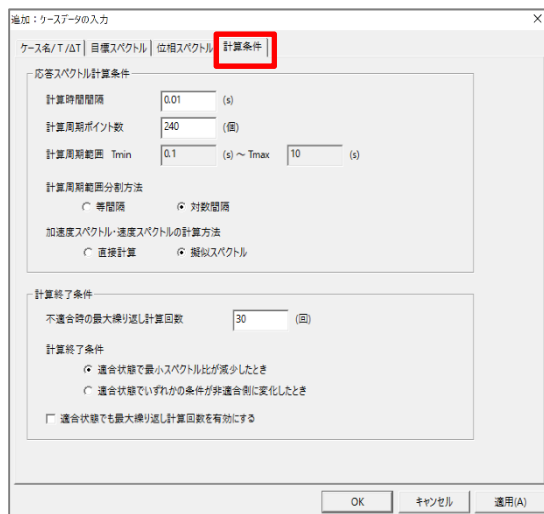
No.	時刻(s)	加速度(cm/s ²)
1	0.000	4.092
2	0.020	4.580
3	0.040	5.241
4	0.060	5.127
5	0.080	4.218
6	0.100	3.430
7	0.120	3.424
8	0.140	3.767
9	0.160	3.532
10	0.180	2.500
11	0.200	1.377
12	0.220	0.796
13	0.240	0.503
14	0.260	-0.126
15	0.280	-1.000
16	0.300	-1.243
17	0.320	-0.372
18	0.340	0.809
19	0.360	0.916
20	0.380	-0.454
21	0.400	-2.221

現在のデータ数: 71662 ファイルから読み込み... 図化表示

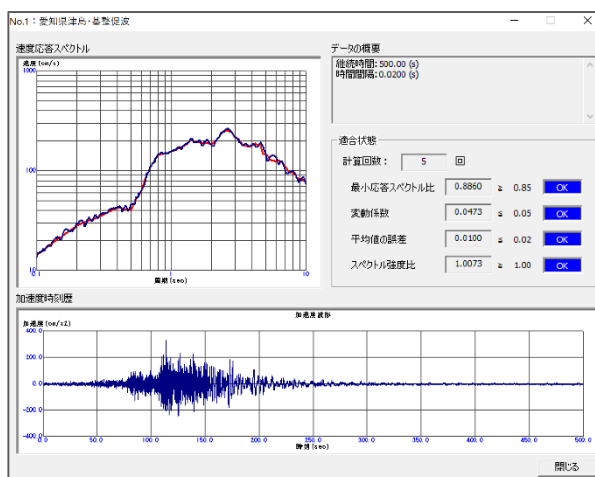
継続時間: 1433.24 (s) OK キャンセル



3.7 「計算条件」のタブをクリックし内容を確認します。



3.8 「計算」を実行します。



3.9 データを保存して、基整促波の作成が完了です。

参考資料

- 1) 国土交通省「長周期地震動への対策」における『基整促波』の作成



<http://www.unions.co.jp>

東京支店 〒160-0022 東京都新宿区新宿 1-23-1 新宿マルネビル 8F Tel.03-3352-6121
大阪支店 〒542-0012 大阪市中央区谷町 6-1-16 ナルカワビル 3F Tel.06-6768-9338
名古屋支店 〒460-0007 名古屋市中区新栄 2-1-9 豊電フレックスビル西館 9F Tel.052-269-3311

170712A

©UNION SYSTEM Inc. All rights reserved. 本カタログに記載されている社名および製品名は、各社の商標または登録商標です。情報は、2017年7月現在のものです。また、内容は予告なしに変更する場合がありますので、あらかじめご了承ください。