



第13章 スペクトルフィティングによる人工地震波作成と波形解析

13.1 はじめに

本章では、SPACE に組み込まれたスペクトルフィティングによる人工地震波の作成方法、使用法、並びに地震波の波形解析の使用法について解説する。ここで作成した人工地震波は、SPACE の振動解析に直接使用することができる。さらに、各種の地震波形を分析するために、応答スペクトル並びにフーリエスペクトルを求めることができる。これらの人工地震波作成と波形解析システムは、SPACE システムから直接呼び出され、使用される。

人工地震波を作る過程において収束計算が必要となる。そのため初期値によっては収束しない場合もあるが、初期値を再設定し、計算をやり直すことで良い結果が得られる場合がある。目標スペクトルや位相の与え方によって、収束状況が異なるため、後節で解説している特徴を良く理解して、システムを使用されたい。

人工地震波作成システムを呼び出すためには、SPACE のメニューより、モデラー>人工地震波作成と分析>人工地震波作成を選択する。

13.2 人工地震波作成システムの操作法

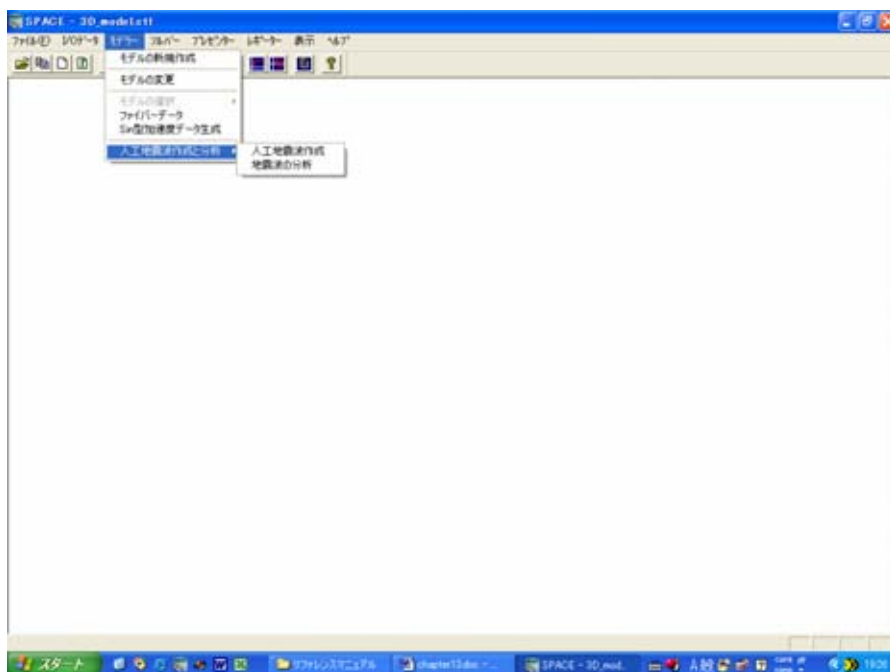


図 13-1 人工地震波作成システム起動のメニュー

メニューから人工地震波作成システムが起動されると、以下の起動画面が表示される。このシステムは、シングルウィンドウで設計されているため、このウィンドウ中で解析が行われることになる。

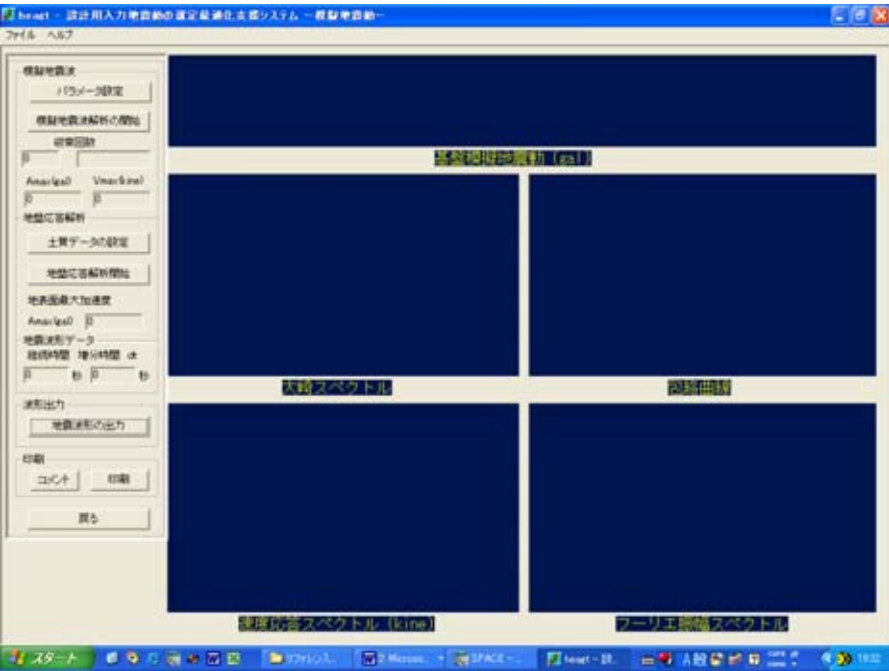


図 13-2 人工地震波作成用画面

最初に、画面左にある制御パネルの「パラメータ設定」ボタンを押してダイアログを表示させ、人工地震波作成するためのパラメータを設定する。ダイアログ中では、まず目標スペクトルを選択する。この選択によって、各々入力すべきデータ項目がダイアログの中で変化する。この入力項目に従ってデータを入力することになる。

ここで使用できる目標スペクトルは、

1. 建築基準法による加速度応答スペクトル
2. 建築センターによる速度応答スペクトル

であり、どちらかを選択する。

最初に、建築基準法による加速度応答スペクトルの設定項目について説明する。設定すべきデータは、次の 5 項目である（図 13-3 参照）。

1. 解析パラメータ
2. 設計用速度スペクトルの補正

目標スペクトルとして、ファイルから設定する任意スペクトルについて述べる。ただし、SPACE では現在使用不可である。任意スペクトルを選択するとシステムは、目標スペクトルを設定したファイルを読みこく。そのファイルの仕様を以下に示す。

- 1 行目
タイトル (a20),
コメント (a150)
 2 行目
目標スペクトル個数 (i),
目標スペクトル種別 (i)
 1 : 加速度
 2 : 速度

個数分繰り返す
周期 (sec) (f),
スペクトル値 (f)

目標スペクトルの例

テスト速度スペクトル		
7	2	
0.02	0.38	
0.04	1.02	
0.10	4.77	
0.20	9.55	
0.5236	25.	
5.	25.	
10.	17.7	

目標スペクトル値の補間は 13-15 ページの補間を行う関数を用いる。

建築基準法による加速度応答スペクトル

3. 位相の設定
4. 地震波に関するデータ
5. 判定条件の設定

解析パラメータでは、地震波の包絡関数や解析個数、増分時間を設定する。まず、解析個数と増分時間を設定するために、以下の3つから選択する。

個数優先
増分時間優先
両者考慮

上のいずれかを選択すると、解析データ個数と増分時間のいずれか、もしくは2項目をダイアログに従って入力する。後から説明するパラメータによって地震継続時間 T_d は決定されるが、この継続時間 T_d と入力データとを考慮して、上記の解析パラメータが決定される。最初の**個数優先**を選択すると増分時間が自動的に計算される。ただし、個数 N は、入力した数値より上の2の n 乗になるように自動的に設定し直される。その個数 N を用いて増分時間 dt が T_d/N より求められる。

そのため、増分時間は、一般的に良く使用される値とはならない。先に述べたようにこのシステムでは、解析個数は高速フーリエ変換 (FFT) を利用するため自動的に2の n 乗とする。

次に、**増分時間優先**を選択すると、システムが設定した継続時間 T_d を用いて解析個数を計算する。ただし、解析個数はこの個数を超える2の n 乗を用いるため継続時間 T_{dd} は $N \cdot dt$ となり、 T_d より長い継続時間となる。ただし、包絡関数を決めるパラメータとしては T_d を用いる。

最後に、**両者を考慮**では、解析個数と増分時間を入力し、解析個数を2の n 乗の個数 N に設定し直した後、この値と入力した増分時間を掛けて継続時間 T_{dd} を求める。もちろん、包絡関数を決めるパラメータ T_d は、他のパラメータより決定する。

次に、マグニチュードを入力する。これは包絡関数を決めるために必要となり、この包絡関数は次に示す Jennings による方法を用いる。使用する時間記号は、地震継続時間は T_d 、主要動までの時間は T_b 、主要動の終わりまでの時間は T_c とする。

地震の包絡関数

図 13-3 パラメータ設定用ダイアログ

地震継続時間 T_d は、マグニチュード m より次式で与える。

$$T_d = 10^{(0.31 \cdot m - 0.774)}$$

他の時間は、

$$T_b = (0.12 - (m - 7) \cdot 0.04) \cdot T_d$$

$$T_c = (0.50 - (m - 7) \cdot 0.04) \cdot T_d$$

で与える。また、包絡関数を決めるパラメータ a は、

$$a = -\log(0.1) / (T_d - T_c)$$

である。次に、各時間における包絡関数 $e(t)$ は、

$$\begin{aligned} 0 < t < T_b & \quad e(t) = (t/T_b)^2 \\ T_b < t < T_c & \quad e(t) = 1. \\ T_c < t < T_d & \quad e(t) = \exp(-a \cdot (t - T_c)) \end{aligned}$$

で与える。

次に、目標スペクトルの設定であるが、スペクトル設定パラメータは、次の2つであり、そのうちのひとつを選択する。

1 : 損傷限界 2 : 安全限界

目標加速度スペクトル

なお、安全限界は損傷限界の目標スペクトルの5倍に設定されている。次に、地域係数 Z を入力する。この値は通常1とするが、システムではこの値をスペクトルに掛けて目標スペクトルとしている。損傷限界の目標加速度スペクトル $S_a(T)$ は、以下のようなものである。ここで、 T は周期を表す。

$$\begin{aligned} T < 0.16 & \quad S_a(T) = (0.64 + 6 \cdot T) \cdot Z \cdot 100 \cdot F_h \\ 0.16 < T < 0.6 & \quad S_a(T) = 1.6 \cdot Z \cdot 100 \cdot F_h \\ 0.6 < T & \quad S_a(T) = (1.024/T) \cdot Z \cdot 100 \cdot F_h \end{aligned}$$

ただし、減衰定数が5%以外は、次式によって補正する。補正係数 F_h は次式で与えられている。なお減衰定数 h はデータ入力される。

$$F_h = 1.5 / (1 + 10 \cdot h)$$

減衰定数 h は、設計用スペクトルの補正項目で、以下の入力項目から選択する。

1 : 減衰 5%補正なし 2 : 補正 (減衰入力)

上記の入力項目で、補正を選択すると、減衰定数を設定する領域が入力可能となる。減衰定数をパーセントで入力すると、内部で100分の1と

し、上式に代入される。

目標スペクトルにフィティングさせるための初期値として、位相成分が必要となる。この位相成分は、次の項目から位相の設定法を選択する。ただし、位相差分については文献を参照されたい。

1：乱数 2：位相差分 3：地震位相

乱数を選択した場合は、次の2つのうちひとつを選択する。

1：自動生成 2：種入力

種入力した場合は、乱数生成のための初期値として整数を入力する。また、自動生成の場合は、システムが自動的に乱数の種を生成する。

位相差分を選択すると、包絡関数に関連する位相差分から位相成分を設定する。位相差分には地震の包絡形状が含まれているといわれており、それを利用して地震波形を作成する。他の2つを選択すると、先に得た包絡関数を掛けて地震波形を作成する。地震位相を選択した場合、実際の地震波形を入力するダイアログが自動的に表示される。そこで、地震波形を入力するわけであるが、そこでの増分時間を解析の増分時間に合わせるため、解析で使用する増分時間を通常使用する増分時間に設定されたい。

最後に、収束時における判定条件を設定する。判定条件は3つ用意されており、その3つを **OR** 条件で使用するか、**AND** 条件で使用するかを選択する。また、収束最大回数を入力する。判定条件は、次の3つである。

1. 最小スペクトル比 ($\alpha 1$)
2. 変動係数 ($\alpha 2$)
3. 平均値の誤差 ($\alpha 3$)

ここで、目標スペクトルを S_p 、設計用スペクトルを DS_p とし、また、誤差を判定する周期を T として、これらを用いて判定条件が次のように定義される。

$$\alpha 1 = \left\{ \frac{S_p(T, 0.05)}{DS_p(T, 0.05)} \right\}_{\min}$$

$$\alpha 2 = \sqrt{\frac{\sum (\varepsilon_i - 1.0)^2}{N}} \quad ; \quad \varepsilon_i = \frac{S_p(T_i, 0.05)}{DS_p(T_i, 0.05)}$$

$$\alpha 3 = \frac{\sum \varepsilon_i}{N}$$

次に、建築センターによる速度応答スペクトルの設定項目について説明する。スペクトルの選択で、**建築センター**を選択すると、図 13-4 の

加速度スペクトルの位相設定

地震位相を選択した場合、SPACE が仕様を設定している地震加速度ファイルでなければならない。

収束判定条件と収束最大回数

建築センターによる速度応答スペクトル

ダイアログに示すようなデータ入力となる。ここでは、包絡関数と目標速度応答スペクトルの設定に関するデータ入力異なるのみで他の解析個数と増分時間及び収束判定に関するデータ入力項目は同じである。包絡関数はレベル1 かレベル2 を選択することで決定される。

「レベル1」

地震継続時間 T_d は、マグニチュード m より次式で与える。

$$T_d = 60.0 \text{ 秒}$$

$$T_b = 5.0$$

$$T_c = 25.0$$

で与える。また包絡関数を決めるパラメータ a は、

$$a = 0.066$$

である。次に、各時間における包絡関数 $e(t)$ は、

$$\begin{aligned} 0 < t < T_b & \quad e(t) = (t/T_b)^{**2} \\ T_b < t < T_c & \quad e(t) = 1. \\ T_c < t < T_d & \quad e(t) = \exp(-a*(t-T_c)) \end{aligned}$$

で与える。

「レベル2」

$$T_d = 120.0 \text{ 秒}$$

$$T_b = 5.0$$

$$T_c = 35.0$$

で与える。また包絡関数を決めるパラメータ a は、

$$a = 0.027$$

である。各時間における包絡関数 $e(t)$ はレベル1と同じである。

次に、目標スペクトルの設定であるが、速度応答スペクトル設定パラメータは、まず地震波形が

1 : 水平動 2 : 上下動

であるかを選択する。次に、レベル1 かレベル2 かを選択、また、地域1、地域2、地域3を選択する。最後に活動度係数を入力する。これらの選択したパラメータより、 $S_v(T)$ は、以下のように設定される。ここで、 T は周期を表す。まず、水平動の $S_v(T)$ は

包絡関数の設定

図 13-4 パラメータ設定用ダイアログ

目標速度応答スペクトル

$T < 0.04$	$S_v(T) = 200 \cdot T / (2\pi)$
$0.04 < T < 0.18$	$S_v(T) = 200 \cdot T / (2\pi) \cdot (T/0.04)^{(\log(3)/\log(4.5))}$
$0.18 < T < \pi/6$	$S_v(T) = 600 \cdot T / (2\pi)$
$\pi/6 < T < 5.0$	$S_v(T) = 50.$
$5.0 < T$	$S_v(T) = 50 \cdot \sqrt{5./T}$

ただし、減衰定数が5%以外は次式によって補正する。補正係数 CD_i は次式である。減衰定数 h はデータ入力する。

$$CD_i = 1 \cdot (15.5h - 0.77) / (33h + 1) t_i$$

ここで、 t_i は、固有周期 T による補正係数であり、下式で表す。

$T < 0.05$	$t_i = 0$
$0.05 < T < 0.2$	$t_i = (\log T + 1.30) / 0.6$
$h > 5\%$ の場合	
$0.2 < T < 2.5$	$t_i = 1.$
$2.5 < T < 10.0$	$t_i = (1. - \log T) / 0.6$
$h < 5\%$ の場合	
$0.2 < T$	$t_i = 1.$

減衰定数は、設計用スペクトルの補正で、次の項目から選択する。

1 : 減衰 5%補正なし 2 : 補正 (減衰入力)

補正を選択すると減衰定数をデータ入力する。この減衰定数をパーセントで入力すると、内部で100分の1とし、上式に代入する。

目標速度応答スペクトルの長周期成分は、地域によって修正される。周期2から10秒の間のスペクトルに次の値 $L(T)$ が掛けられる。

$2 < T < 10$	
$L(T) = 1.0$	地域 1
$L(T) = 10^{(\log(0.8)/\log(5)) \log(T/2)}$	地域 2
$L(T) = 10^{(\log(0.6)/\log(5)) \log(T/2)}$	地域 3

地域による長周期成分の修正

上下動地震波に関する目標上下動応答速度スペクトルは、水平動目標応答速度スペクトルから作られる。以下の図で示される上下動成分係数 $V(T)$ を、先に説明した水平動目標応答速度スペクトルに掛けることによって、目標上下動応答速度スペクトルを得る。

上下動地震に関する目標応答速度スペクトル

地震動レベル	上下動成分係数 V(T)							
レベル 1	T	0.02	0.04	0.1	0.2	$\pi/6$	5	10
	V(T)	0.6	0.8	0.77	0.5	0.5	0.5	0.5
レベル 2	T	0.02	0.04	0.1	0.2	$\pi/5$	10	-
	V(T)	0.6	0.8	0.85	0.5	0.5	0.5	-

位相の設定と判定条件の設定は、建築基準法の項で説明した方法と同じである。

ダイアログでデータを設定した後、画面左の制御パネル内のボタン「**模擬地震波解析の開始**」を押す。これで、解析が開始し、収束過程が画面に表示される。最大収束回数内に収束条件を満足すると解析が停止し、その時のスペクトルや基盤の地震加速度が表示され、使用者は次のステップに移ることになる。また、収束しなかった場合は、未収束である旨のダイアログが表示される。使用者が再度同じ手続きを行うことで、初期値が変更となり、収束計算が再び行われることになる。

模擬地震波解析
の開始

データを設定し終わった後、操作パネルの「模擬地震波解析の開始」を押す。収束計算を開始させる。計算が開始されると収束過程がウインドウ上に図形として描画される。特に、操作パネルの最下段に判定条件である変動係数 α_2 の収束状況がグラフで示される。また、3つの判定

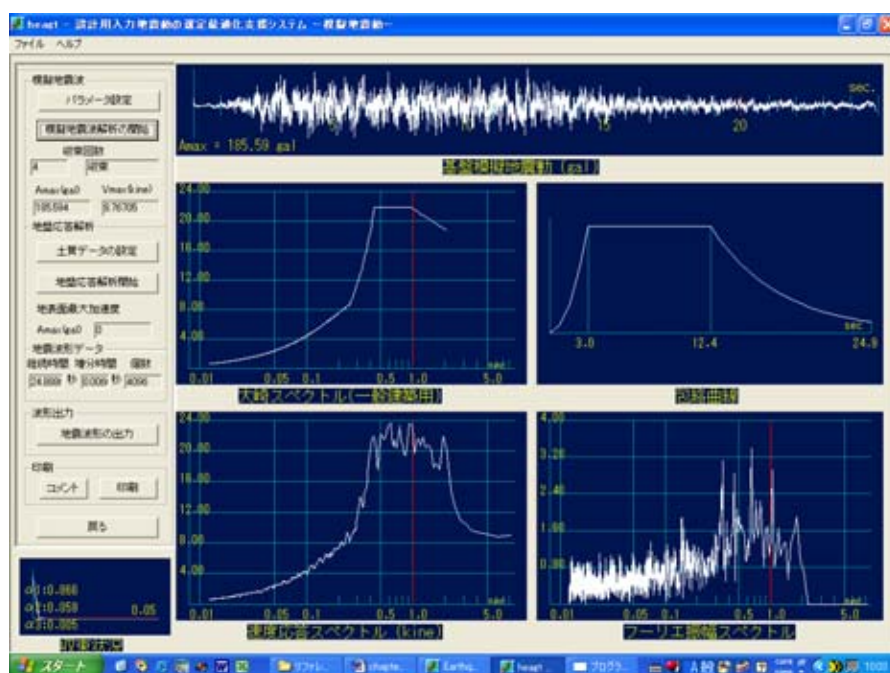


図 13-5 収束後の表示

条件で用いられている係数最小スペクトル比 $\alpha 1$ 、変動係数 $\alpha 2$ 、平均値の誤差 $\alpha 3$ も同時に数値で示される。

解析が終了すると図 13-5 に示すような結果が画面に表示され、また、画面左の操作パネル中には、収束回数と収束したか未収束かが表示される。その下には、基盤地震波の最大加速度と最大速度が、また地震波形データには、地震継続時間 Tdd、増分時間、解析個数が表示される。

図 13-5 に示す操作パネル以外のウインドウについて説明する。ウインドウ上の最上部には、基盤における人口地震波の加速度波形が描画されており、また、その下は 4 つの領域に分割され、右上は地震波の包絡形状、左上は目標応答スペクトル、左下は人口地震波の応答スペクトルであり、収束計算を重ねるごとに上の目標スペクトルに接近していく様子が見られる。最後に右下は地震波のフーリエ振幅スペクトルである。

13.3 地震波の伝播

本節では、先に計算した基盤での人工地震波を用いて、表層地盤の応答解析を行い、表層の加速度波形を求めるシステムについて、その操作法を解説する。まず、画面左の操作パネル中の「土質データの設定」ボタンを押し、地盤の土質特性を入力するダイアログを表示させる。

層番号	深さ(m)	単位重量 (t/m ³)	S波速度 (m/s)	地盤の減衰 数値減衰 α	材料減衰 β (1/sec)
No. 1	1.5	18.5	305	0.02	
2	3.8	18.7	130.5	0.02	
3	7	18.5	173.8	0.02	
4	10.9	18.5	501.3	0.02	
5	12	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
No. 11	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0

図 13-6 地盤の土質特性設定用ダイアログ

土質データとして、まず、層数を設定する。この層数は、基盤層を含めた数である。ダイアログの下段では、層数分、表層から順次、以下に

示す各層のデータを設定する。

1. 層深さ (m)
2. 単位体積重量 (kN/m³)
3. S波速度 (m/sec)
4. 散乱係数 α (参考文献参照)
5. 材料減衰 β

最後の層は、基盤に関するもので、従って、その層の最終深さを設定する必要がなく、ゼロをセットしても良い。

地盤の土質データを設定した後、操作パネルの「地震応答解析の開始」ボタンを押すと、解析が開始される。直ぐに解析が終了し、図 13-7 に示す結果が得られる。操作パネルの中には、地表面最大加速度がセットされる。画面上には、2つの地震波形が表示されており、上は基盤の加速度波形、下は地表面の加速度波形である。また画面の下段には、左から設定した地盤データ、中は応答解析で得られた各層の最大ひずみを示す。さらに、左上はフーリエ振幅スペクトルであり、赤は地表面、白は基盤のフーリエ振幅スペクトルを示す。このグラフによって表層地盤のフィルター効果が読み取れる。さらに、下段ではこの地盤における周波数応答関数が示されている。

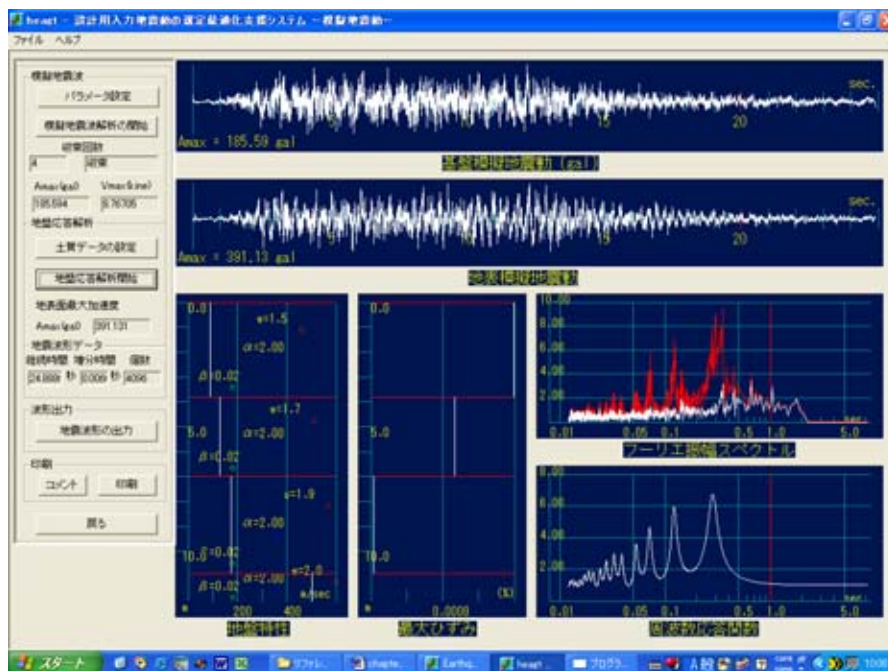


図 13-7 地盤の土質特性設定用ダイアログ

次に、地震波をファイルに出力するために、出力データ設定用ダイアログを、操作パネルの「地震波形の出力」ボタンを押して表示させる。

図 13-8 には出力データの設定を行うダイアログが表示されており、その中でデータを設定する。最初に、ファイル出力データとして、地表の地震波か基盤の地震波かを選択する。選択項目の横には各最大加速度が表示されている。次に、最大加速度の振幅を調節するかどうかを選択する。調節する場合は、その最大加速度を設定する。

ファイルの第一行目に出力するコメントを入力した後、ファイル出力のためのデータとして、増分時間とデータ個数を設定する。データ入力領域の上には、解析したデータの情報が示されている。このデータを参考にしてデータを設定することになる。データを設定し終わると、OK ボタンを押し、データ保存ダイアログを表示させる (図 13-9 参照)。ここでは、ファイル名をセットし、保存ボタンを押して、データを出力する。

次に、解析した結果をプリンターに出力する方法を示す。プリンターに出力する際、コメントを付けて出力することができる。そこで、まず、操作パネルの印刷部分にある「コメント」ボタンを押し、図 13-10 に示すダイアログを表示させる。この中で、この解析

出力データの設定

OK キャンセル

出力波形の選択 最大加速度

☐ 地表の地震波 391.131 gal

☒ 基盤の地震波 185.594 gal

振幅の調整

☒ なし ☐ あり 最大加速度 0 gal

ファイルの第一行目に出力されるコメント

解析データ

dt: 0.00607631 秒 NN: 4096

ファイル出力のためのデータ

dt: 0.00607631 秒 NN: 4096

図 13-8 地震波出力データ設定ダイアログ

名前を付けて保存

保存する場所(P): new_spectl

kobe.dat

test.dat

test_S.dat

ファイル名(N): test.dat

ファイルの種類(T): Earthquake files (*.dat)

保存(S) キャンセル

図 13-9 データ保存ダイアログ

印刷用コメント

OK キャンセル

テスト用コメント

図 13-10 プリンタ出力用コメントダイアログ

に関するコメントを入力し、設定し終わった後、OK ボタンを押して終了する。

コメントを設定した後、同じく操作パネルの「印刷」ボタンを押し、図 13-11 に示す印刷ダイアログを表示させる。

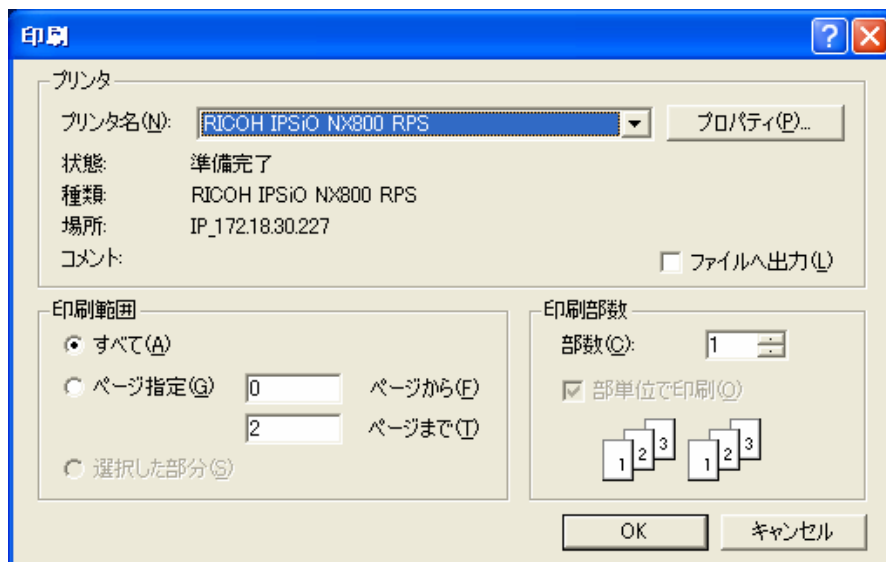


図 13-11 印刷ダイアログ

ここで、プリンターに関するパラメータを設定し、OK ボタンを押して解析結果を出力する。

人工地震波作成システムには、各種の特徴がある。それらを良く理解して使用されたい。SPACE では、目標スペクトルとして建築基準法による加速度スペクトルと建築センターによる速度スペクトルが利用できる。各々収束の状況が異なるので注意されたい。システムが設定する振動時間がかなり長いので、増分時間を短くすると解析個数がかなり大きくなるが、一般的には増分時間を短くし、振動時間をシステムが自動的に設定する時間より、少し長くすると良い結果が得られる。

図 13-12 に示されるように、目標スペクトルが加速度スペクトルの場合、高振動領域が急激に増大し、誤差が収束しないことがある。この現象を避けるには、増分時間を小さくするとよい。目安は、0.01 秒から 0.005 秒程度を選択することで、この現象を避けることができよう。

目標スペクトルが速度スペクトルの場合で、位相差分を選択し、システムが自動的に設定する地震継続時間を用いると、得られた加速度は、図 13-13 に見られるように、実際の加速度波形とは異なって、加速度波

13.4 システムの特徴 と使用法

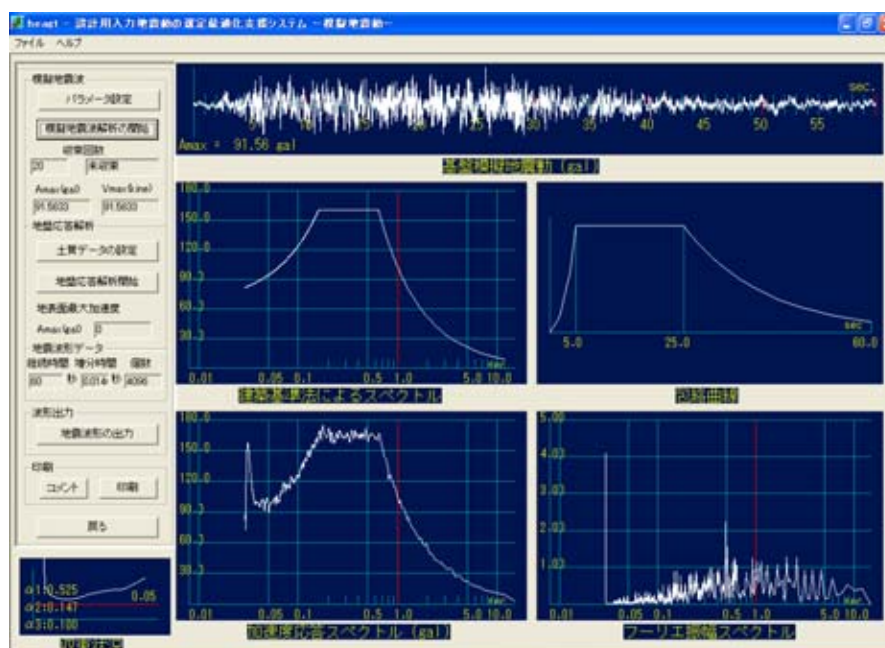


図 13-12 高振動領域が急激に増大する場合

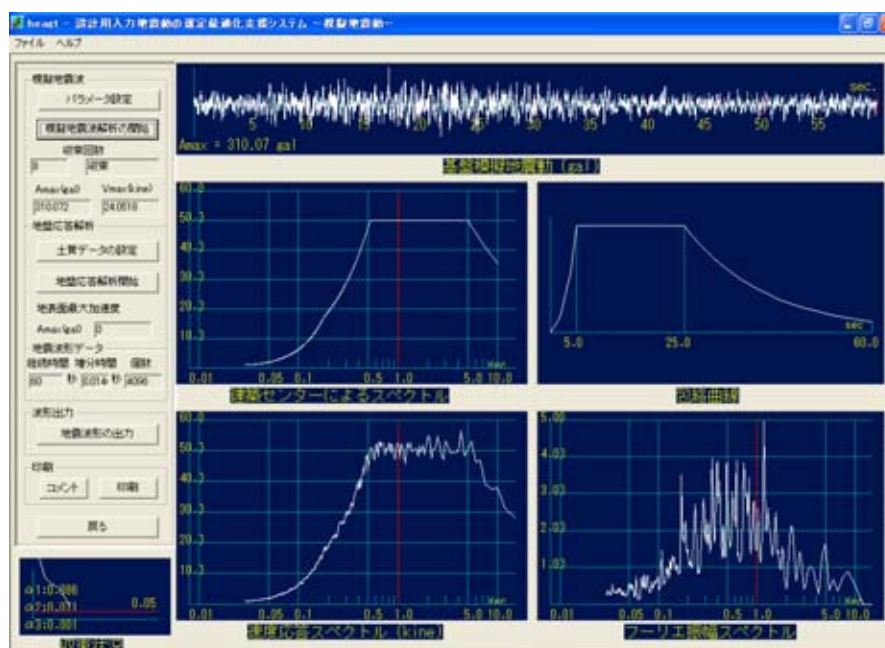


図 13-13 包絡形状が明確に得られない場合

形の包絡形状が顕著に見られないことがある。これを避けるために、地震継続時間を少し長めに取ると良い。解析パラメータ設定ダイアログで、増分時間優先か両者考慮を選択することで、増分時間を入力し、継続時間を長めに設定することができる。

本節では、人工地震波を作成するための解析システムの概略を説明する。どのように順序で解析されているかを理解されたい。

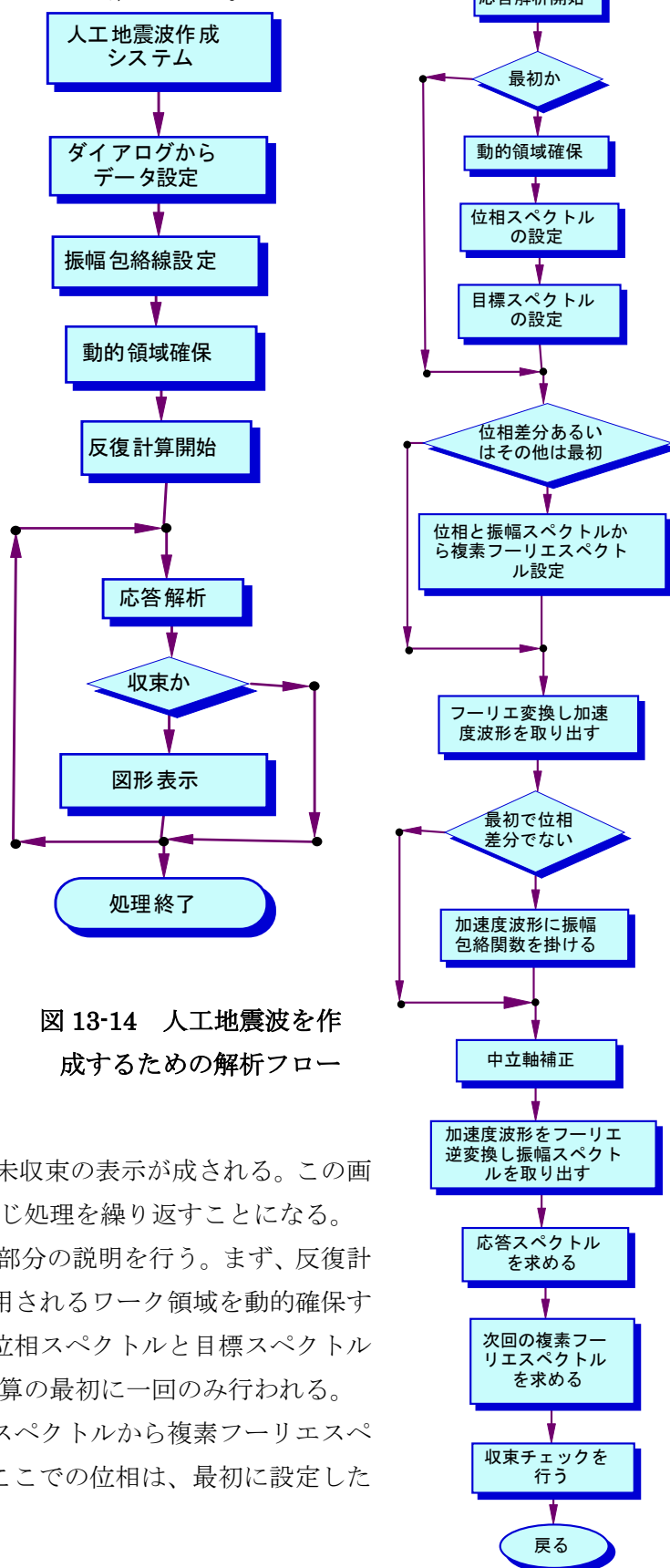
図 13-14 は、このシステムにおける解析フローの概略を示したものである。同図の左のフローを参照しながら、解析の流れを説明する。まず先に説明したように人工地震波に関するデータをダイアログによって入力する。次に、そのデータを用いて地震波の継続時間と地震波の振幅包絡形状を設定する。さらに、地震継続時間や増分時間によって解析に必要となるワーク領域を動的に確保する。この後、位相の選択で実際の地震波を使用する場合は、自動的にダイアログが表示され、地震波データファイル名を設定する。また、目標スペクトルを入力する場合も、同じく、自動的にダイアログが表示され、そこでその名前を設定する。これまでに予備計算が終了し、次に、反復計算に入る。

反復計算に入ると一連の応答解析に入る。この解析は後に図 13-14 の右を用いて詳細に説明する。この解析が終了すると解が収束したかどうかをチェックし、収束していない場合は、先に説明した画面に未収束の表示が成される。この画面表示が終了した後、元に戻って同じ処理を繰り返すことになる。

図 13-14 の右を用いて、反復計算部分の説明を行う。まず、反復計算の第 1 回目には、この計算の中で使用されるワーク領域を動的確保する。さらに、入力データに従って、位相スペクトルと目標スペクトルを設定する。上記の処理は、反復計算の最初に一回のみ行われる。

反復計算では、まず、位相と振幅スペクトルから複素フーリエスペクトルを、FFT を用いて求める。ここでの位相は、最初に設定した

13.5 人工地震波解析の流れ



ものであるため、位相差分以外は、最初の1回だけ実行される。位相が乱数あるいは実地震波を使用する場合は、後で計算するフーリエスペクトルを用いる。

次に、このフーリエスペクトルをフーリエ変換し、加速度波形を取り出す。さらに、この加速度波形に包絡関数を掛けるわけであるが、位相差分と実地震波には既にこの包絡形状が含まれているとしており、位相差分を使用する場合は、この処理を行わない。また実地震波の場合は、初期微動に大きな加速度が入るのを避けるために、初期微動部分にのみ、また一回だけ包絡形状を掛ける。乱數位相の場合は、最初の一回、この包絡関数を掛ける。得られた加速度波形は中心軸がずれている場合があるため、ここでは、この中立軸を補正する処理を行う。その後加速度波形からフーリエ逆変換して振幅スペクトルを求めておく。

得られた加速度波形とデータ入力した減衰定数を用いて、応答スペクトルを計算する。計算する応答スペクトルの周期は、フーリエスペクトルの振動数に適合する周期を用いている。得られた応答スペクトルと目標スペクトルを比較し、その比を求める。さらに、その比を用いて次の複素フーリエスペクトルを設定し、次の収束過程で用いる。

設定した誤差評価のデータに従って、収束チェックを行う。指定した項目の誤差評価を行い、AND か OR かでチェックする。これで一回の反復計算の処理が終了し、次のステップに進むことになる。

付 目標スペクトルの補間

目標スペクトルの補間は、次に示す関数を用いて行う。

```

C
C  ● 片対数線形スペクトル計算
C
function cal_spec_hokann1(t, spec1, spec2, t1, t2)
cal_spec_hokann1=spec1
dt=t2-t1
if(dt.eq.0.) return
sp=spec2-spec1
if(sp.eq.0.) return
t1log=log10(t1)
sp1log=log10(spec1)
sp2log=log10(spec2)
ak=(sp2log-sp1log)/
* (log10(t2)-t1log)
cal_spec_hokann1=10**(sp1log+ak*(log10(t)-t1log))
return
end

```

13.6 波形解析システムの使用法

本節では、地震波解析システムの操作法について説明する。SPACE に登録されている地震波形は、全てこのシステムを利用してフーリエ振幅スペクトル、応答スペクトルを求めることができる。

SPACE のメニューから、モデラー→人工地震波作成と分析→地震波の分析、を選択すると、次の画面が表示される。この画面を用いて、波形の分析が全て行われる。

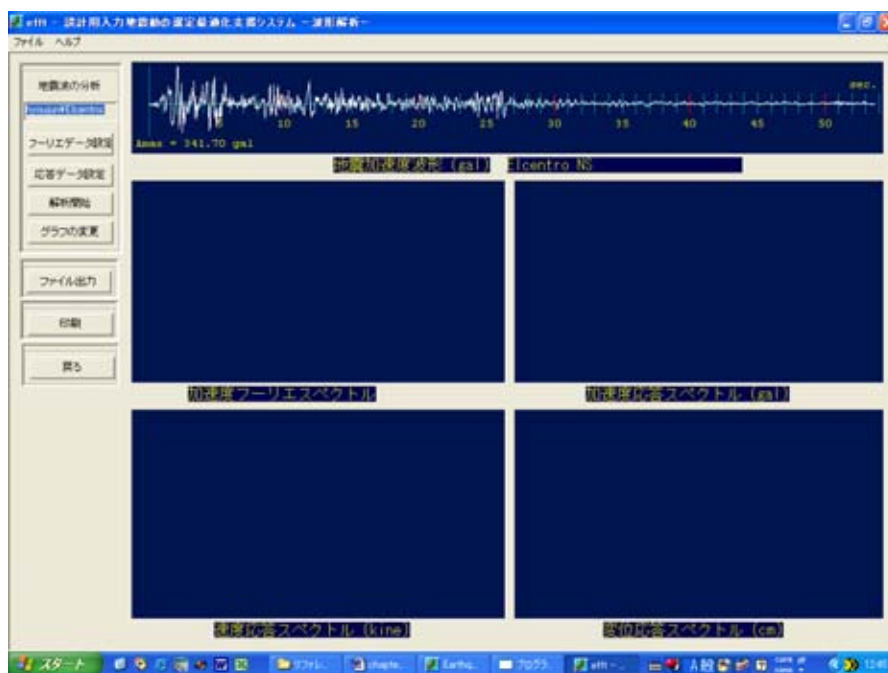


図 13-15 地震波の分析画面

画面左の制御パネルを用いて、解析を進めるわけであるが、パネル上部のボタンから利用することになる。まず、上の画面より自動的に解析すべき地震波が選択され、表示されている場合はこのまま解析を実行すればよいが、そうでない場合は、波形データを入力するために、メニューのファイル→データファイルの入力を選択し、解析する地震波を取り込む必要がある。

次に、制御パネル最上部のフーリエデータ設定ボタンを押すと、図 13-16 に示されるダイアログが表示される。このダイアログの上部には、この地震波のデータ個数、増分時間が示されている。このデータを元に、解析個数と解析開始時間を設定する。次に、スペクトルウインドウ

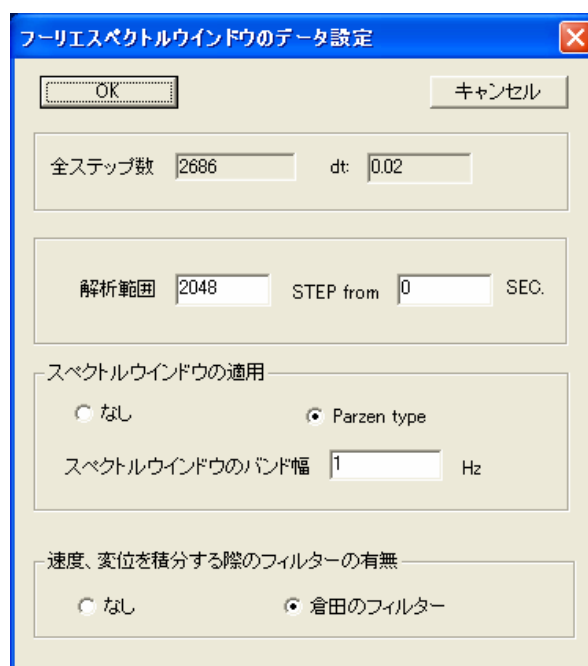


図 13-16 フーリエデータ設定ダイアログ

を使用するか否かを選択し、使用する場合は、そのウインドウバンド幅を設定する。最後に速度と変位を積分する際、フィルターを加えるか否かの選択を行う。これらのデータ入力を終え、OK ボタンを押すことで設定が終了する。

次に、制御パネル中の「応答データ設定」ボタンを押す。ボタンが押されると図 13-17 に示される応答スペクトルデータの設定ダイアログが表示される。ここには、既に標準データが設定されているため、このままで良ければ OK ボタンを押し、終了する。変更する場合は、適切にデータを変更する必要がある。ダイアログの左は、解析周期の分解幅に関するデータであり、例えば、図の中の 0.05 と 0.1 秒の間は、0.0025 毎に解析しなさいという意味を持つ。データを変更する場合は、注意して変更されたい。次に、ダイアログの右は、応答計算する際の減衰定数を表し、ここでは、0 %、2 %、5 %、10 % の 4 ケース行うことを意味する。変更もしくは追加したい場合は、% でデータを設定することになる。

図 13-17 応答スペクトルデータ設定ダイアログ

次に、制御パネルの「解析実行」ボタンを押すと、解析が実行され、図 13-18 のような結果が表示される。同図の上は、解析した地震波であり、下の 4 つは解析結果を示す。左の上はフーリエ振幅スペクトルを表し、その中の赤で示した曲線は、スペクトルウインドウを加えた結果を示す。右の上は、加速度応答スペクトルであり、数本の曲線で示されている。これらは、先のダイアログで設定した減衰定数



図 13-18 地震波の分析結果画面

の数に対応する。

解析を示すグラフの変更をするためのオプションが用意されている。制御パネルの「グラフ変更」ボタンを押すと、図 13-19 に示すダイアログが表示される。このダイアログの最上部では、加速度、速度、変位を選択する項目であり、この選択した波形データが図 13-18 の上部に表示される。

スペクトルグラフの選択では、フーリエスペクトルの横軸を周期表現にするか振動数表現にするかを選択する。また、振動数表現を選択した場合、表示の最大振動数を設定する。次の目盛変更は、4つのグラフの横軸メモリを変更する。そこで、0を設定した場合は、システムが自動的にスケール設定を行う。最後の基準化応答スペクトルに変更は、表示する各応答スペクトルを基準化して表示するか否かをチェックマークを入れることで選択する。

全ての選択、設定を終えた後、OK ボタンを押すと、これらの項目に従って、解析結果グラフが図 13-20 のように変更されて表示される。

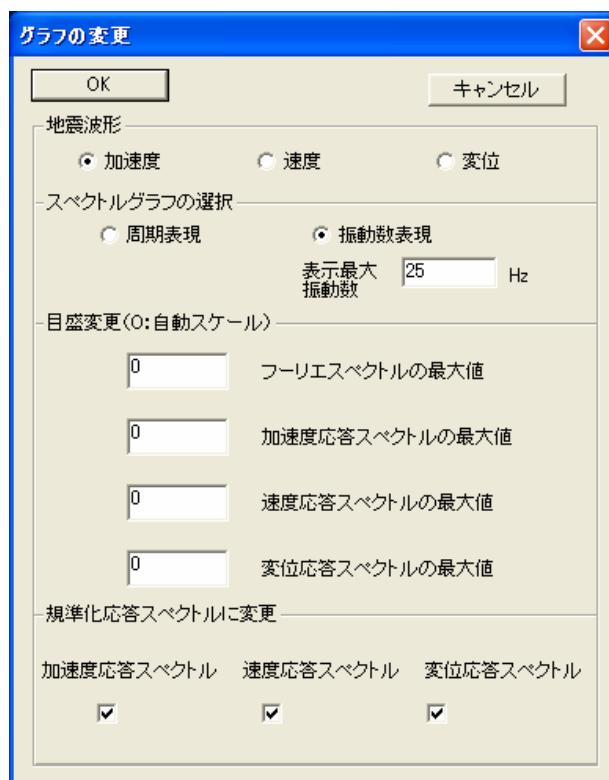


図 13-19 グラフの変更ダイアログ

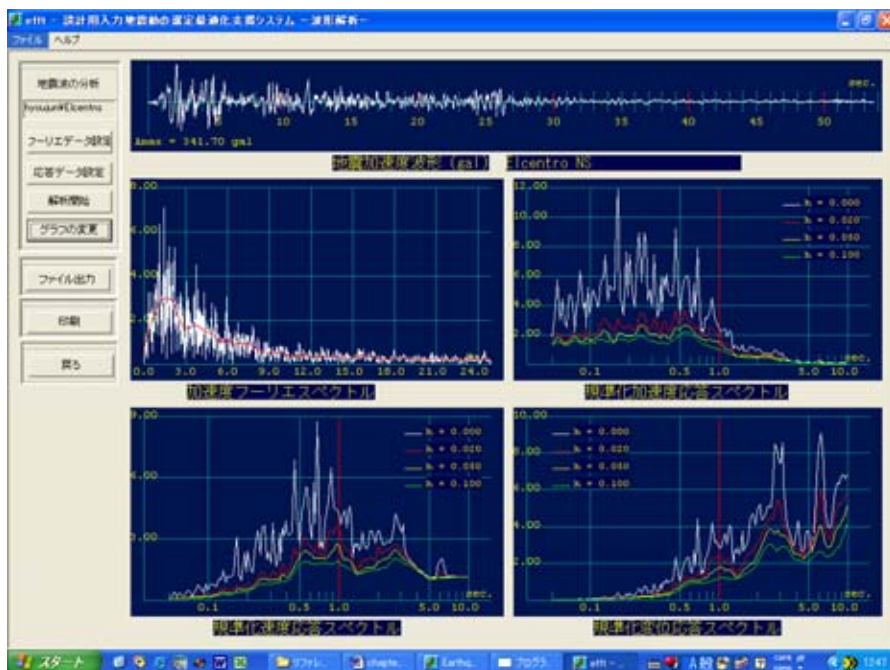


図 13-20 地震波の分析結果変更画面

次に、制御パネルの「ファイル出力」ボタンを押すと、図 13-21 に示すファイル出力データをセットするためのダイアログが表示される。ここでは、新たに、コメントを設定し、OK ボタンを押す。図 13-22 に示す名前を付けて保存ダイアログが表示されるので、ここで、ファイル名を設定し、保存ボタンを押し、ファイルにデータを保存する。

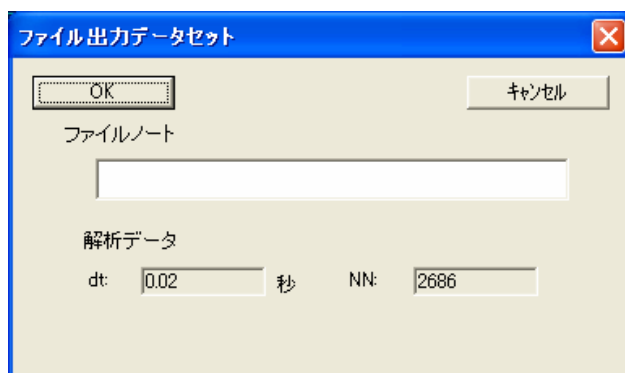


図 13-21 ファイル出力データセットダイアログ

最後に、この画面をプリンターに出力するために、制御パネルの「印刷」ボタンを押す。図 13-23 に示すダイアログが表示されるので、ここでプリンターを設定して、OK ボタンを押す。これで、解析結果がプリンターに出力される。

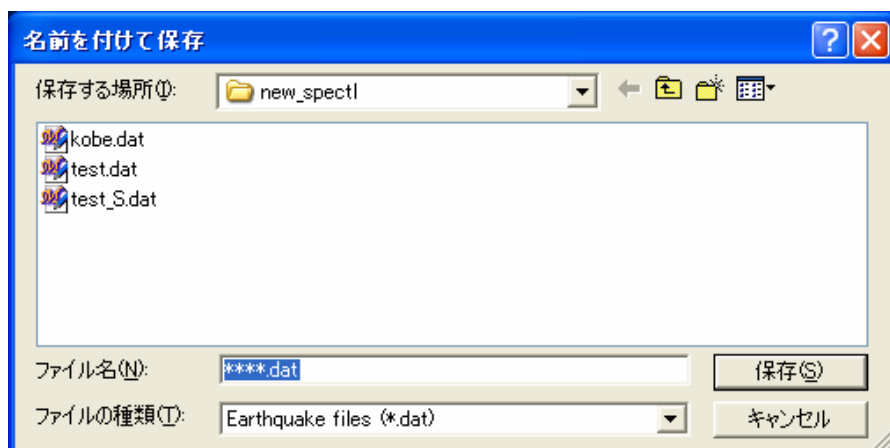


図 13-22 地震波の保存ダイアログ

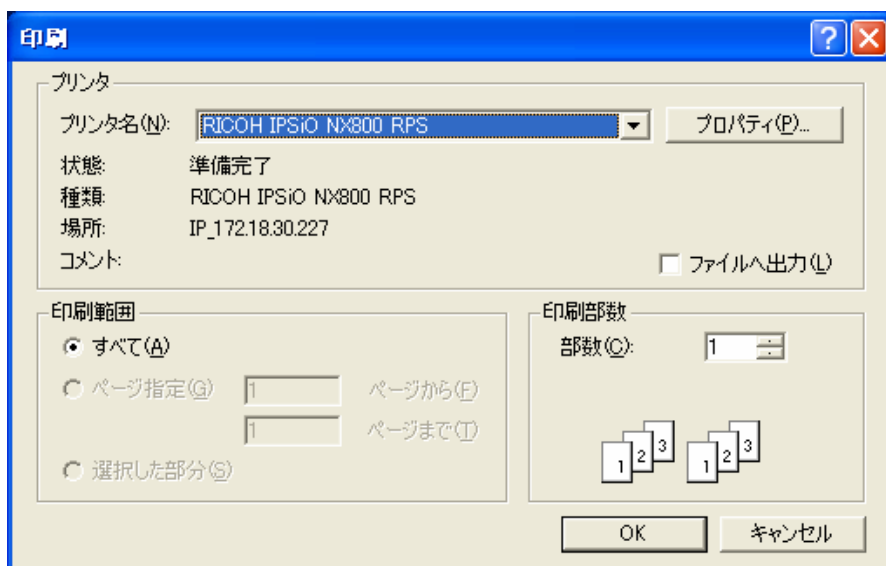


図 13-23 地震波の印刷ダイアログ