



第 4 章 波形解析

4.1 はじめに

本章では、SPACE に組み込まれた波形解析システムによって、地震加速度波形を分析する方法を説明する。この波形解析システムでは、フーリエスペクトルと応答スペクトルを求めることができる。さらに、アニメーション機能を用いることで、応答スペクトルの時刻歴が図形として表示され、ランニングスペクトルの代わりとして利用される。

キーワード

波形解析 フーリエスペクトル 応答スペクトル 応答スペクトル時刻歴

4.2 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」→「波形解析」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。

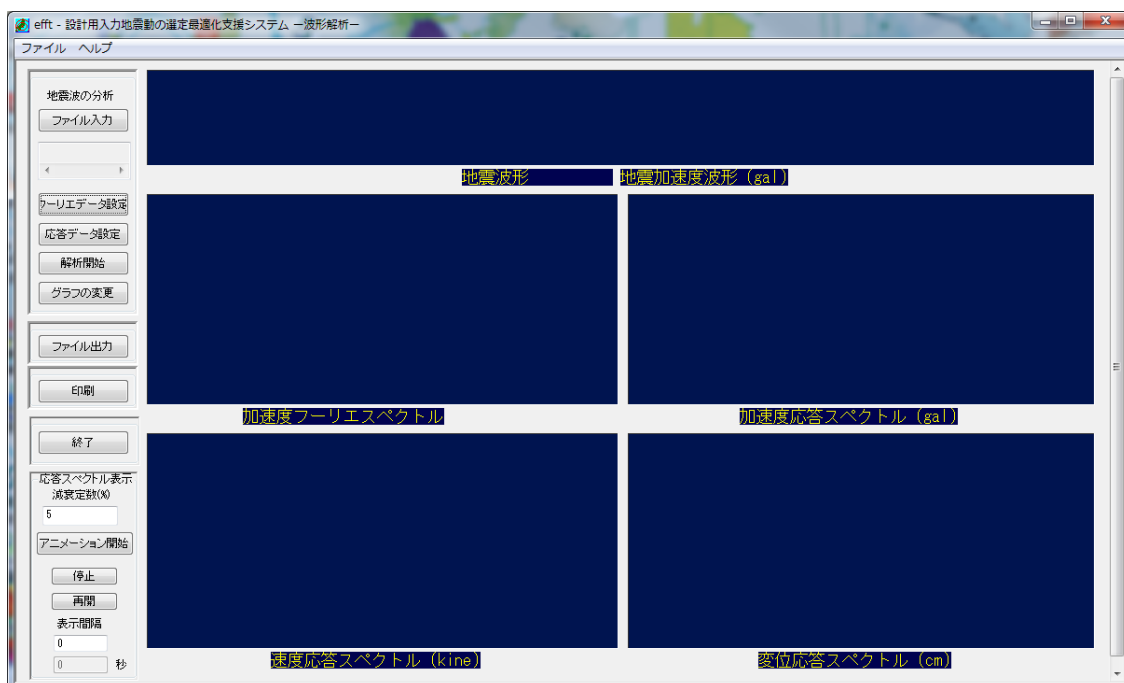


図 4-1 波形解析システムの画面

上の画面左の制御パネルを用いて解析を進めるが、まず、パネル上部の「ファイル入力」ボタンから利用することになる。「ファイル入力」

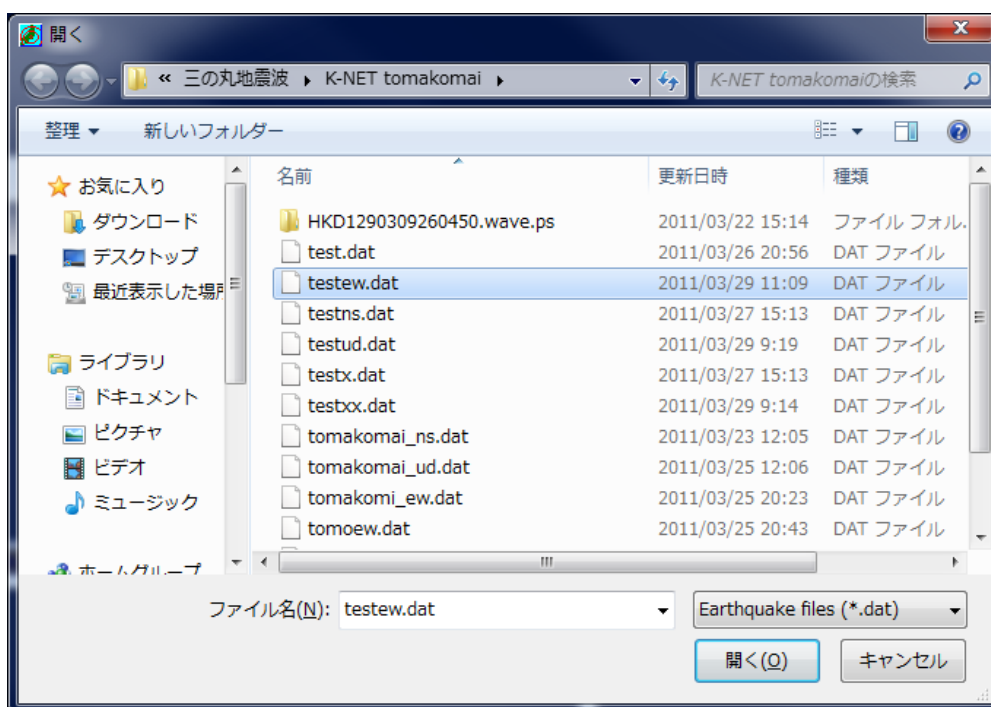


図 4-2 波形入力画面

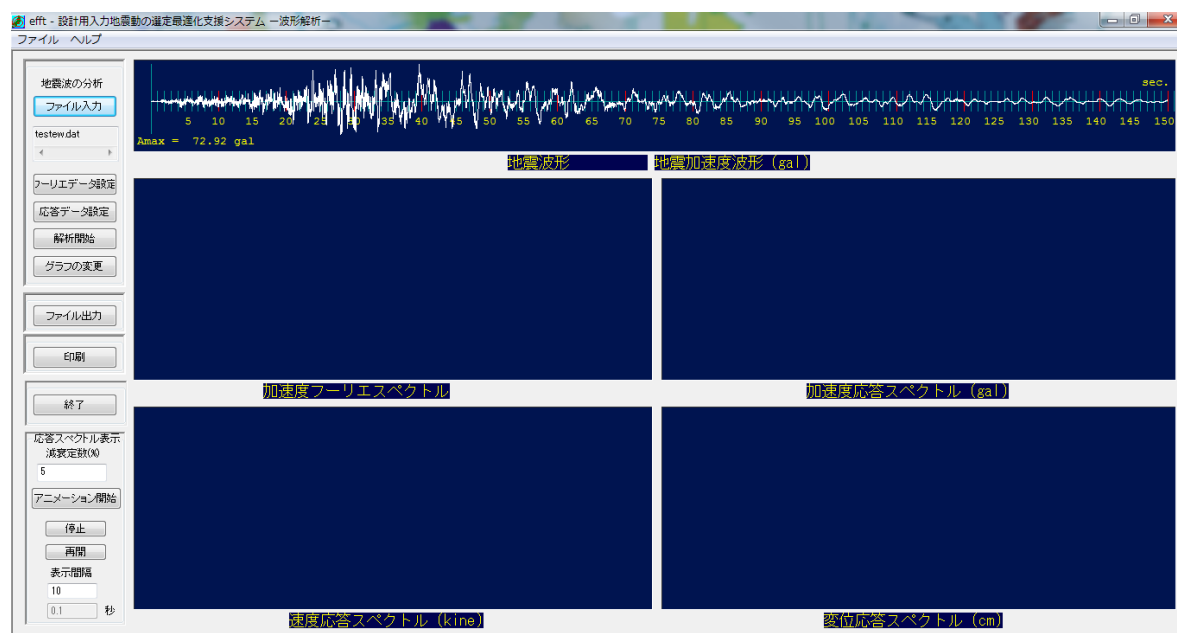


図 4-3 地震加速度の表示

ボタンを押すと、図 4-2 に示すファイル入力画面が表示される。

図 4-2 において、波形が収納されているファイルを選択し、ファイル名が記述されていることを確認した後、右下の「開く」ボタンを押す。この操作によって、図 4-3 に示されるように指定したファイルより地震加速度が入力され、その波形がダイアログ上部に図形として表示される。

次に、解析用のパラメータを設定する。まず、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 4-4 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刻を設定する。次に、スペクトルウィンドウを使用するか否かを選択し、使用する場合は、そのウィ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。一般的には、規定値をそのまま使用すれば良い。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。

図 4-4 フーリエデータ設定ダイアログ

図 4-5 応答スペクトルデータ設定ダイアログ

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 4-5 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

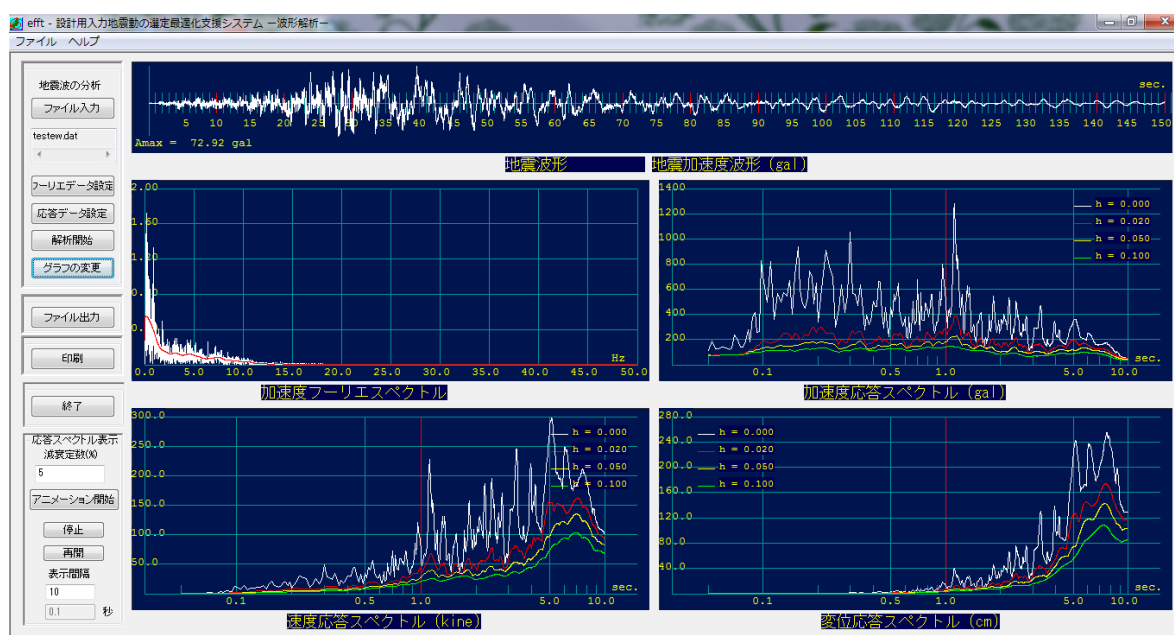


図 4-6 地震波の分析結果画面

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。最後に、「長周期用に変更」チェックボタンにチェックを入れると、応答スペクトルの周期分解幅における間隔が長周期部分で変更され、分解能が詳細となる。全ての設定が終了すると、「OK」ボタンを押して、次に進むことになる。

次に、制御パネルの「解析実行」ボタンを押すと、解析が実施され、図 4-6 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の数に対応する。

波形解析システムには、グラフの表示方法を変更するためのオプションが用意されてい

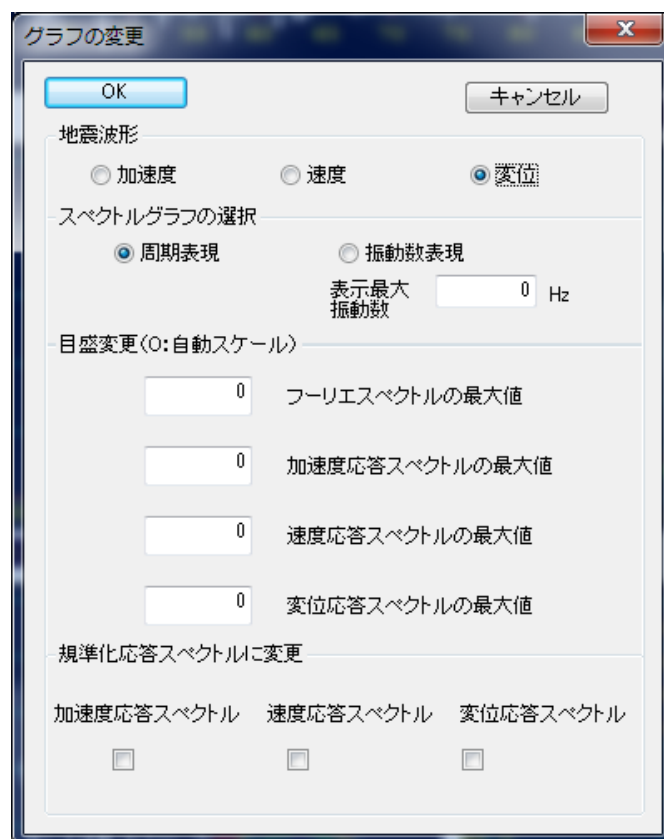


図 4-7 グラフの変更ダイアログ

る。制御パネルの「グラフ変更」ボタンを押すと、図 4-7 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には、加速度、速度、変位を選択する項目があり、この選択した波形データが図 4-8 の上部に表示され、また、この選択した波形に対するフーリエスペクトルが表示される。

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 とした場合は、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」の項目では、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ことができる。

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 4-8 のように変更されて表示される。

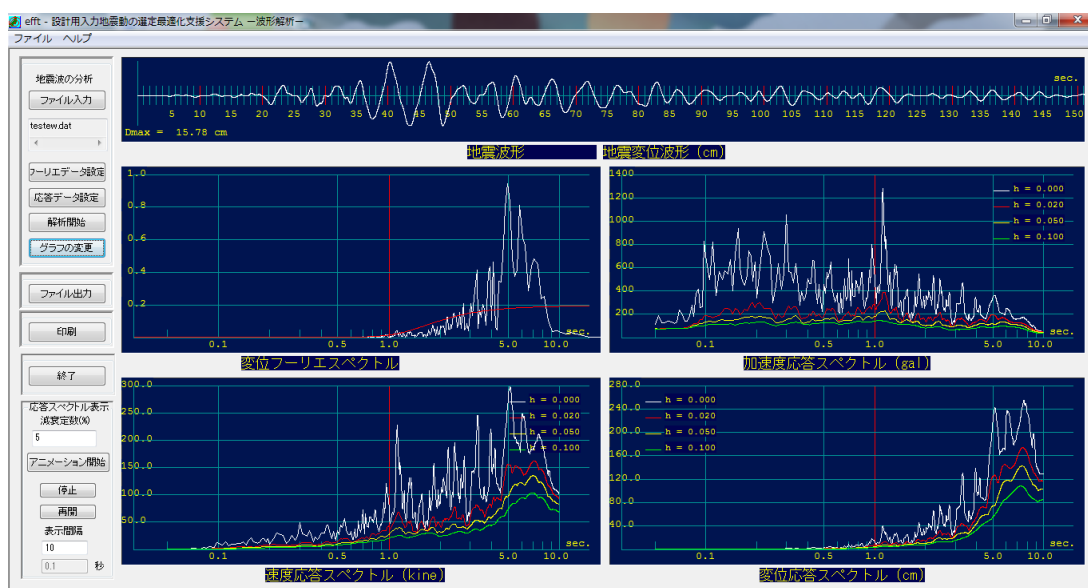


図 4-8 グラフ変更により表示が変わった解析結果

次に、制御パネルの「ファイル出力」ボタンを押すと、図 4-9 に示す「ファイル出力データセット」ダイアログが表示される。ここでは、新たにコメントを入力し、「OK」ボタンを押す。続けて、図 4-10 に示す「名前を付けて保存」ダイアログが表示されるので、ファイ

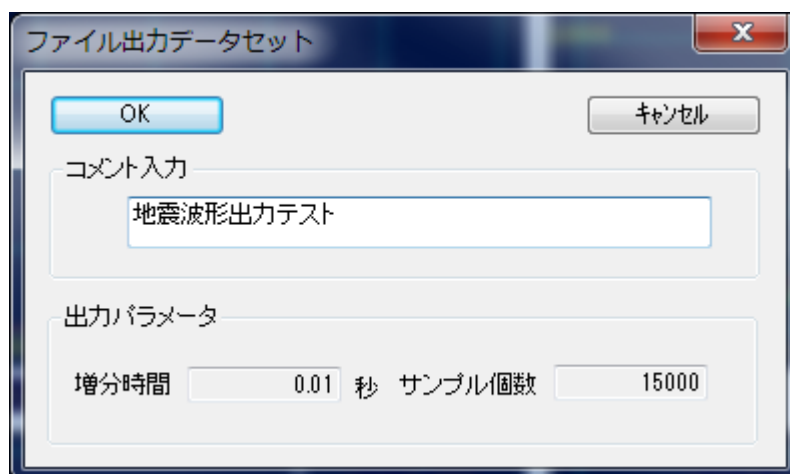


図 4-9 ファイル出力データセットダイアログ

ル名を入力した後、「保存」ボタンを押し、ファイルにデータを保存する。

この画面の表示を印刷出力するためには、制御パネルの「印刷」ボタンを押す。図 4-11 に示すダイアログ中で、出力プリンターを選択し、「OK」ボタンを押す。この一連の操作で、解析結果がプリンターに出力されることになる。

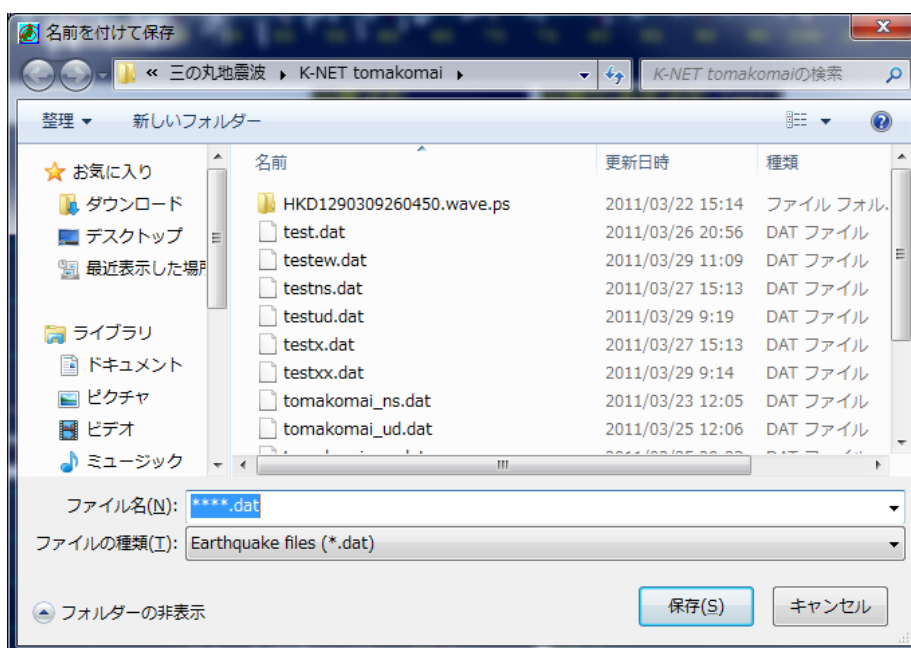


図 4-10 地震波の保存ダイアログ

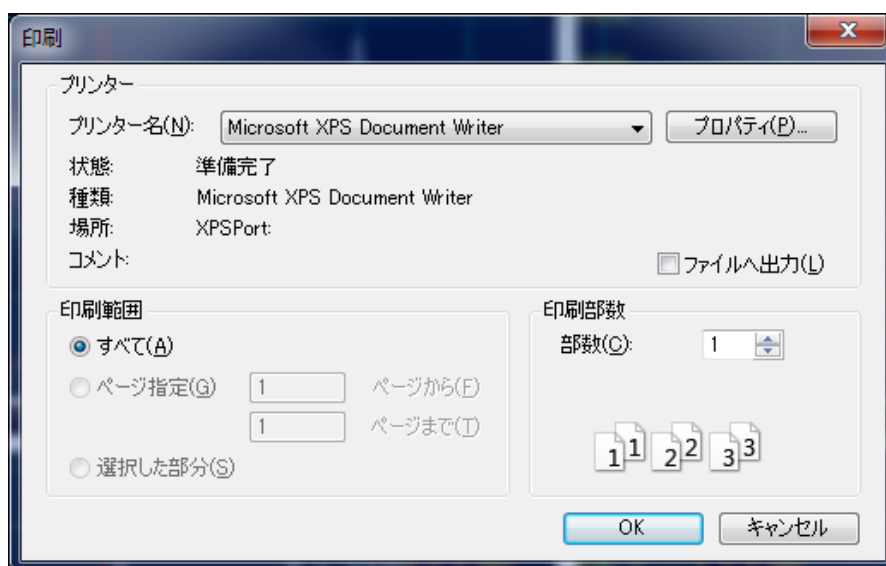


図 4-11 地震波の印刷ダイアログ

応答スペクトルのアニメーション機能を用いて、地震波形のより詳細な特徴を理解しよう。アニメーションを始める前に、減衰定数と表示間隔を設定する。規定値として、図 4-12 に示されるように減衰定数は 5% に、また表示間隔は 10 に設定されている。表示間隔を 1 とすると、波形の増分時間と同じ秒数で表示される。規定値の 10 は、下の欄に示されている増分時間の 10 倍の時間間隔で表示されることになる。従って、

4.3 応答スペクトルのアニメーション

早く解析を進めたい場合は、この表示間隔を大きくすることで実施されることになる。また、減衰定数の変更は、計算を最初から行うため、アニメーション開始ボタンを押す必要がある。

減衰定数と表示間隔を設定した後、「アニメーション開始」ボタンを押すと、開始を知らせる図 4-13 が表示される。

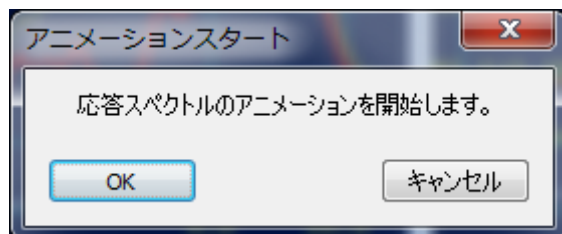


図 4-13 応答スペクトル開始メッセージ

次に、[OK] ボタン押すことで、図 4-14 のように、応答スペクトルのアニメーションが実施される。アニメーション開始後、図 4-12 の「停止」ボタンと「再開」ボタンは、いつでも有効である。停止ボタンを押して、解析を停止させると、表示間隔を変更することができ、その後は設定間隔で表示される。ただし、減衰定数の変更は「アニメーション開始」ボタンを押して、計算を最初からやり直す必要が生じる。

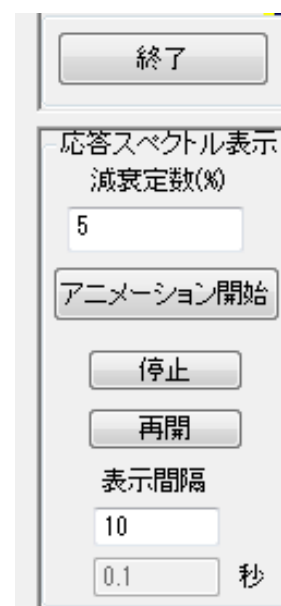


図 4-12 アニメーション操作パネル

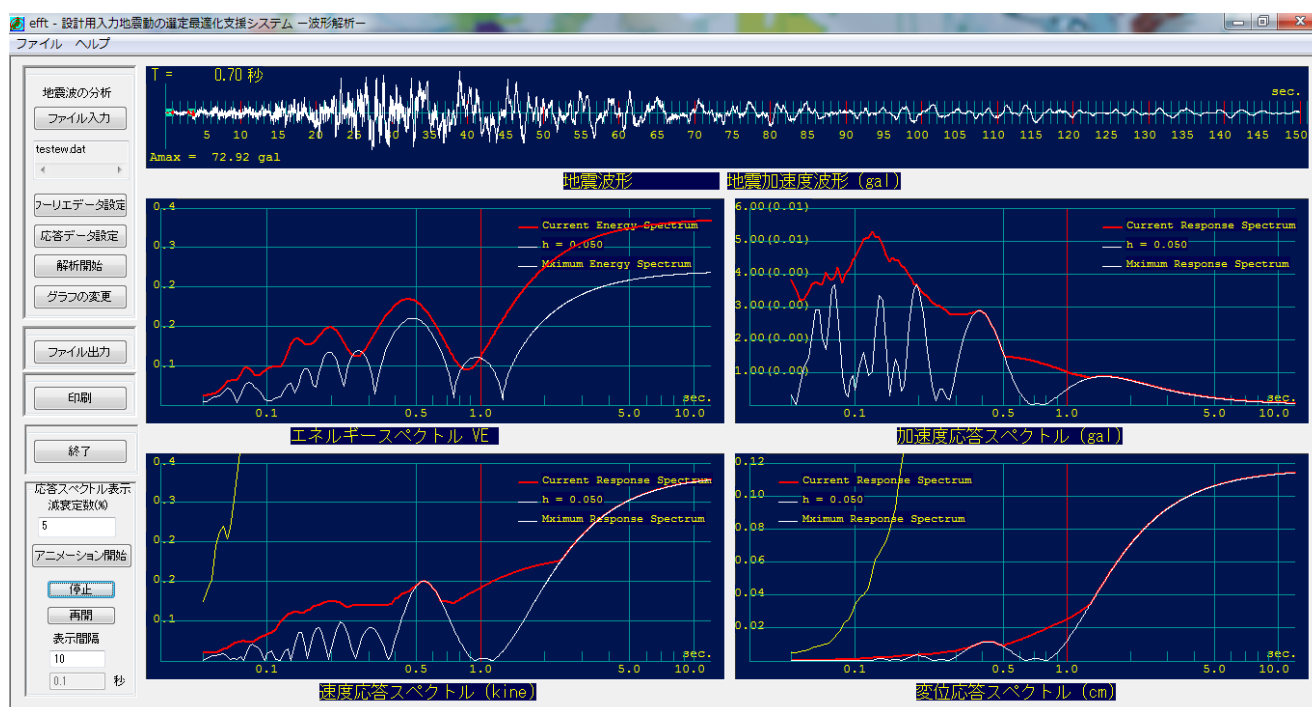


図 4-14 エネルギースペクトル応答スペクトルの履歴表示のアニメーション

図 4-14 の最上位の波形では、表示時点での時刻が示されており、また、波形上に移動ポイントが示されている。ダイアログ中の下の 4 つのグラフにおいて、左上は以下に示すエネルギースペクトルが、また他の

3 つの応答スペクトルが時刻歴で表示されている。(以下の式で、 M は全質量、 V_d は速度スペクトル、 E_d は地震波形のエネルギー、 V_E はエネルギーの速度換算値、 $\ddot{y}_0(t)$ は地震加速度、 $v(T, t)$ は固有周期 T の速度)

$$E_d = \frac{1}{2} M \cdot V_d^2; \quad V_E = \sqrt{2 \frac{E_d}{M}}$$

$$V_E = \sqrt{2 \int \ddot{y}_0(t) v(T, t) dt}$$

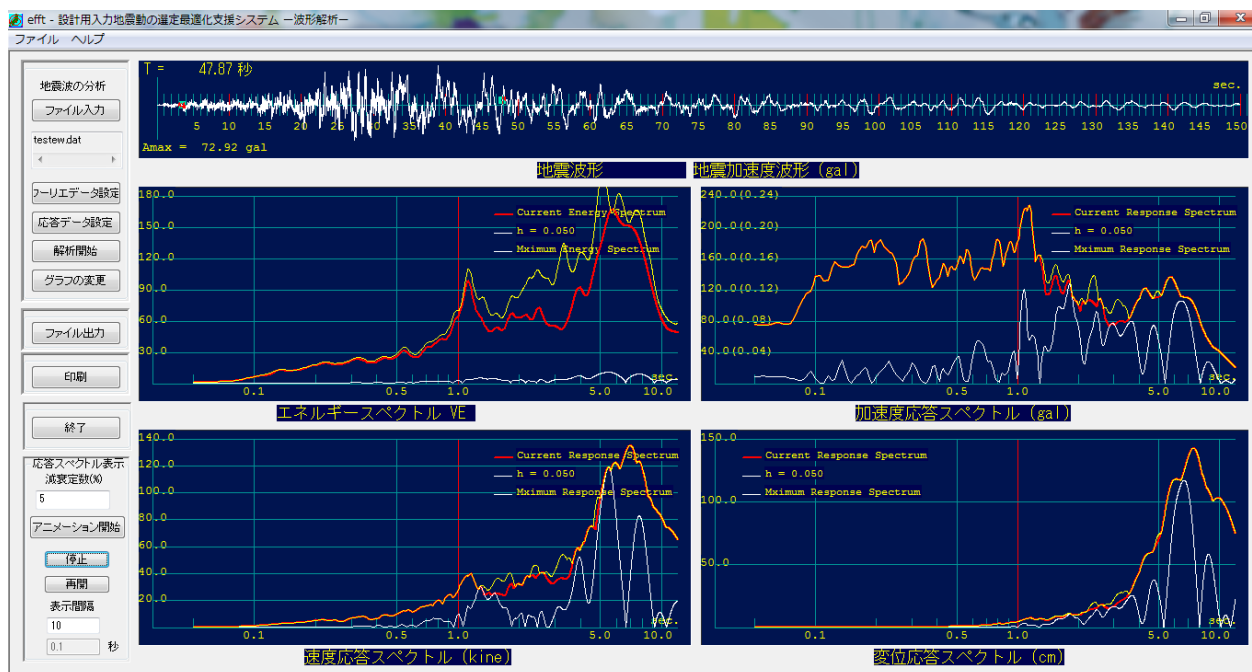


図 4-15 エネルギースペクトルと応答スペクトルのより進んだ時刻における表示

エネルギースペクトルと応答スペクトルは 3 つの曲線で表示され、白は現在時刻におけるエネルギー（表示間隔間におけるエネルギーの和をスペクトルで表す）、加速度、速度、変位の絶対値を、赤は現在時刻までの最大値を示す。また、黄色のグラフは各々の応答の最大値を示し、それらはエネルギースペクトルと応答スペクトルと呼ばれている。

応答スペクトルの時刻歴を分析することで、地震波形の特徴をより深く理解できることとなる。

4.4 まとめ

本章では、地震加速度波形を分析する方法を解説した。この波形解析システムでは、フーリエスペクトルと応答スペクトルを求めることができる。さらに、アニメーション機能を用いることで、エネルギースペクトルと応答スペクトルの時刻歴が図形として表示され、ここでは、その操作方法を示した。