

3 方向入力に対応した水平成層地盤解析プログラム

# microSHAKE/3D

## 使用説明書

Version 2.4



はじめに

microSHAKE/3D は、水平方向に半無限に広がりのある地層からなる地盤（水平成層地盤）を対象として、3 方向成分の鉛直上昇波に対する地震応答計算を行います。プログラムでは、過渡応答を高速フーリエ変換のアルゴリズム（Cooley and Tukey, 1965）を適用することにより波動方程式（金井, 1951）の連続解を求めています。弾性係数及び減衰の非線形性を等価線形法（Idriss and Seed, 1968）の適用により考慮することができます。

本使用説明書は、microSHAKE/3D の機能、解析手法、入力データ作成法および解析理論について説明したものです。

2020年1月  
株式会社 地震工学研究所

本説明書の供覧、複製、転載、引用等については、  
株式会社 地震工学研究所の許可が必要です。



株式会社 地震工学研究所  
〒160-0004 東京都新宿区四谷 4-27-2 新宿 Y ビル 3 階  
TEL: 03-3226-8733 FAX: 03-3226-8735  
Mail: jkk@flush.co.jp  
<http://www.flush.co.jp/>

<開 発 履 歴>

2000 年		<ul style="list-style-type: none"> <li>microSHAKE の開発</li> </ul>
2001 年 8 月		<ul style="list-style-type: none"> <li>microSHAKE ver.1.0 のリリース</li> </ul>
2001 年 11 月		<ul style="list-style-type: none"> <li>microSHAKE ver.1.1 のリリース</li> </ul>
2002 年 7 月		<ul style="list-style-type: none"> <li>microSHAKE ver.2.0 のリリース</li> </ul>
2003 年 1 月		<ul style="list-style-type: none"> <li>microSHAKE ver2.1 のリリース</li> </ul>
2008 年 5 月		<ul style="list-style-type: none"> <li>microSHAKE ver2.2 のリリース</li> </ul>
2008 年 11 月		<ul style="list-style-type: none"> <li>microSHAKE ver4.0 のリリース</li> </ul>
2011 年 6 月	ver 1.0.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>microSHAKE/3D パッチ版 リリース</li> </ul>
2011 年 11 月	ver 1.0.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>microSHAKE/3D リリース</li> </ul>
2014 年 11 月	ver 2.0.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>microSHAKE/3D ver 2.0.0 リリース</li> <li>複素剛性係数を用いた応力の計算オプションの追加。</li> <li>歪依存曲線の補間関数の指定オプション追加。※1</li> <li>計算を単精度から倍精度に変更。※2</li> <li>縦波の減衰定数指定オプション追加。</li> <li>画面（GUI）での数値入力に関して、実行時に桁落ちしないように変更。</li> <li>最大応答値深度分布の表示機能を追加。</li> </ul> <p>※1※2 これらの修正により、<u>従来の解と異なる</u>場合があります。</p>
2015 年 1 月	ver 2.0.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>入力データの読み込み、保存における不具合の修正。</li> <li>既存データの編集における不具合の修正。</li> </ul>
2015 年 11 月	ver 2.1.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>microSHAKE/3D ver 2.1.0 リリース</li> <li>画面（GUI）に言語切替機能追加。</li> <li>0Hz の取り扱い変更※1</li> </ul> <p>従来、入力地震動の持つ 0Hz 成分は無視していましたが、結果における入力地震動の再現性を考慮し、0Hz 成分を反映させるように仕様変更いたしました。</p> <p>※1 これらの変更により、絶対応答（絶対加速度・絶対速度・絶対変位 etc）は<u>従来の解と異なる</u>場合があります。相対応答（相対変位・応力・歪 etc）や物性値については理論上変わりませんが、解析上の差異を生じる可能性があります。</p>

2016 年 5 月	ver 2.2.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ microSHAKE/3D ver 2.2.0 リリース</li> <li>・ 相対速度、相対加速度の出力機能追加</li> <li>・ 地表面上載圧の入力機能追加</li> <li>・ Excel へ出力する数値の有効桁数変更</li> </ul>
2016 年 9 月	ver 2.2.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ microSHAKE/3D ver2.2.3 リリース</li> <li>・ T07 ファイルへの出力における不具合の修正</li> <li>・ 歪依存特性指定の編集における不具合の修正</li> <li>・ 入力データの保存における不具合の修正</li> </ul>
2017 年 3 月	ver 2.3.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ microSHAKE/3D ver2.3.0 リリース</li> <li>・ 層上端および下端の応力の出力機能を追加</li> </ul>
2018 年 4 月	ver 2.3.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ microSHAKE/3D ver2.3.1 リリース</li> <li>・ 歪依存特性の内挿・外挿補間機能における不具合の修正</li> <li>・ 画面(GUI)の不具合修正</li> </ul>
2018 年 11 月	ver 2.3.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ microSHAKE/3D ver2.3.2 リリース</li> <li>・ U07、T07 ファイルへの出力における不具合の修正</li> <li>・ OUT、T07 ファイル（テキスト）における一部出力事項の有効桁を 7 桁に変更</li> </ul>
2019 年 3 月	Ver 2.3.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ microSHAKE/3D ver2.3.3 リリース</li> <li>・ 地震動の最大ステップを 65536 に変更</li> <li>・ 歪依存特性のリスト出力形式の変更</li> <li>・ 64bit 版をリリース（ソルバーのみ）</li> </ul>
2021 年 1 月	Ver 2.4.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ microSHAKE/3D ver2.4.0 リリース</li> <li>・ 入力動のフィルターカット機能を追加</li> <li>・ <math>\gamma_{yz}</math>、<math>\gamma_{zx}</math> を用いて等価線形解析を行うオプションを追加</li> </ul>

## 目次構成

1	microSHAKE/3D について.....	1-1
2	機能概要 .....	2-1
3	プログラムのインストール .....	3-1
3.1	microSHAKE/3D のインストール .....	3-2
3.2	セキュリティデバイスドライバのインストール.....	3-4
4	microSHAKE/3D の操作.....	4-1
4.1	起動.....	4-1
4.2	入力データの作成 .....	4-3
4.2.1	層物性指定 (OPTION 2) .....	4-4
4.2.2	歪依存特性指定 (OPTION 8) .....	4-6
4.2.3	入力動指定 (OPTION 1, 3) .....	4-8
4.2.4	解析条件指定 (初期設定, OPTION 4) .....	4-12
4.2.5	計算/出力の指定 [加速度] (OPTION 5) .....	4-14
4.2.6	計算/出力の指定 [速度] (OPTION 18) .....	4-15
4.2.7	計算/出力の指定 [変位] (OPTION 19) .....	4-16
4.2.8	計算/出力の指定 [歪/応力・複素応力] (OPTION 16, OPTION 21) .....	4-17
4.2.9	計算/出力の指定 [応答スペクトル] (OPTION 9) .....	4-18
4.2.10	計算/出力の指定 [伝達関数] (OPTION 15) .....	4-20
4.2.11	計算/出力の指定 [テキストファイル] (OPTION 20) .....	4-22
4.3	既存データの読み込み .....	4-23
4.3.1	SHAKE/3D データの読み込み .....	4-23
4.3.2	旧 SHAKE データの読み込み.....	4-23
4.4	データ保存 .....	4-24
4.5	解析実行.....	4-25
4.6	結果出力.....	4-26
4.6.1	結果一覧 .....	4-27
4.6.2	Excel 図化 .....	4-28
4.6.3	最大応答値深度分布 (Maximum Response Distribution) .....	4-31
5	バッチ処理ツールの操作.....	5-1
5.1	起動.....	5-1
5.2	解析実行するファイルの選択.....	5-1
5.3	実行リストの編集, 出力.....	5-2
5.4	解析実行.....	5-2

5.5	実行結果.....	5-3
5.6	終了.....	5-3
6	解析の基本手法.....	6-1
6.1	複素応答解析 .....	6-1
6.2	振動数領域での計算.....	6-3
6.3	複素剛性係数 .....	6-4
6.3.1	複素剛性係数 .....	6-4
6.3.2	複素剛性係数を用いた応力の出力 .....	6-5
6.4	等価線形解析 .....	6-6
6.4.1	等価線形解析の手順.....	6-6
6.4.2	最大せん断歪の算定.....	6-8
6.4.3	体積弾性係数一定 .....	6-9
6.4.4	歪依存曲線の補間 .....	6-10
7	動作環境および制約事項.....	7-1
8	入力データ書式.....	8-1
9	ファイル出力 .....	9-1
9.1	プリンタ出力 (*.T07) .....	9-1
9.2	バイナリファイル (*.U07) .....	9-15
10	例題 .....	10-1
10.1	解析モデル .....	10-1
10.2	入力地震動 .....	10-6
10.3	解析条件.....	10-7
10.4	検討結果.....	10-8
10.4.1	地表面伝達関数.....	10-8
10.4.2	最大応答 .....	10-9
10.4.3	地表面加速度応答 .....	10-11
10.5	インプットデータ .....	10-13
11	SHAKE の理論 .....	11-1
11.1	序章 .....	11-1
11.2	解析理論.....	11-3
11.2.1	1次元系における調和せん断波の伝播.....	11-3
11.2.2	露頭岩盤波と基礎岩盤波の比 .....	11-7
11.2.3	過渡応答 .....	11-10
11.2.4	地表面上載圧を想定した場合の理論的背景 .....	11-11

## 1 microSHAKE/3D について

microSHAKE/3D は、米国カリフォルニア大学バークレイ校(UCB)で Schnabel と Lysmer らにより開発された SHAKE を基本に開発したプログラムです。特に、弊社代表の宇高が Lysmer 教授のもとで SHAKE のメンテナンスをしていたころは、コンピュータ性能の制限の為、解析モデルの規模や解析出力結果等を最小限にしていました。

しかしながら、近年コンピュータが高性能になったことから、解析モデルの大規模化や入力動条件の多様化の対応が可能な状況にあります。また、土木建築系ではこれまでの仕様規定型設計から性能規定型設計へと移行しており、その中で SHAKE が幅広く利用され、今後 SHAKE の需要は益々高まるものと思われます。これらの背景のもとに、microSHAKE/3D を開発しました。

なお、microSHAKE/3D は、すでに弊社が開発販売した microSHAKE ver4.0 を基本ベースに 3 方向成分の同時入力に対応したプログラムです。

microSHAKE/3D は、水平方向に半無限に広がりのある地層からなる地盤(水平成層地盤)を対象として、3 方向成分の鉛直上昇波に対する地震応答計算を行います。プログラムでは、過渡応答を高速フーリエ変換のアルゴリズム (Cooley and Tukey, 1965) を適用することにより波動方程式 (金井, 1951) の連続解を求めています。弾性係数及び減衰の非線形性を等価線形法 (Idriss and Seed, 1968) の適用により考慮することができます。

### <解析仮定条件>

- ・地盤は、水平方向に半無限に広がっているものとします (水平成層地盤)。
- ・応答は、地震動が解析基盤からの鉛直伝播により起こるものとします。
- ・地盤物性は、各層の単位体積重量、せん断波速度 (またはせん断弾性係数)、ポアソン比、減衰定数を入力することで定義します。
- ・剛性及び減衰の歪依存性は、各層毎で求められた平均有効歪レベルから等価線形法により評価します。



## 2 機能概要

microSHAKE/3D は、従来の SHAKE 同様に、水平成層地盤における等価線形解析プログラムですが、水平 1 方向しか入力を考慮できなかったものを、水平 2 方向、鉛直 1 方向の計 3 方向同時に入力できるように機能を拡張いたしました。

地盤モデルは水平成層地盤を仮定しているため、各方向の応答は連成せず独立して算出されますが、地盤の等方性を仮定することにより、等価線形解析時に連成した最大応力・歪が 3 次元場で算出できます。この地盤の最大せん断歪により求められる非線形特性によって、水平成層地盤における 3 次元等価線形解析を模擬することが可能となります。

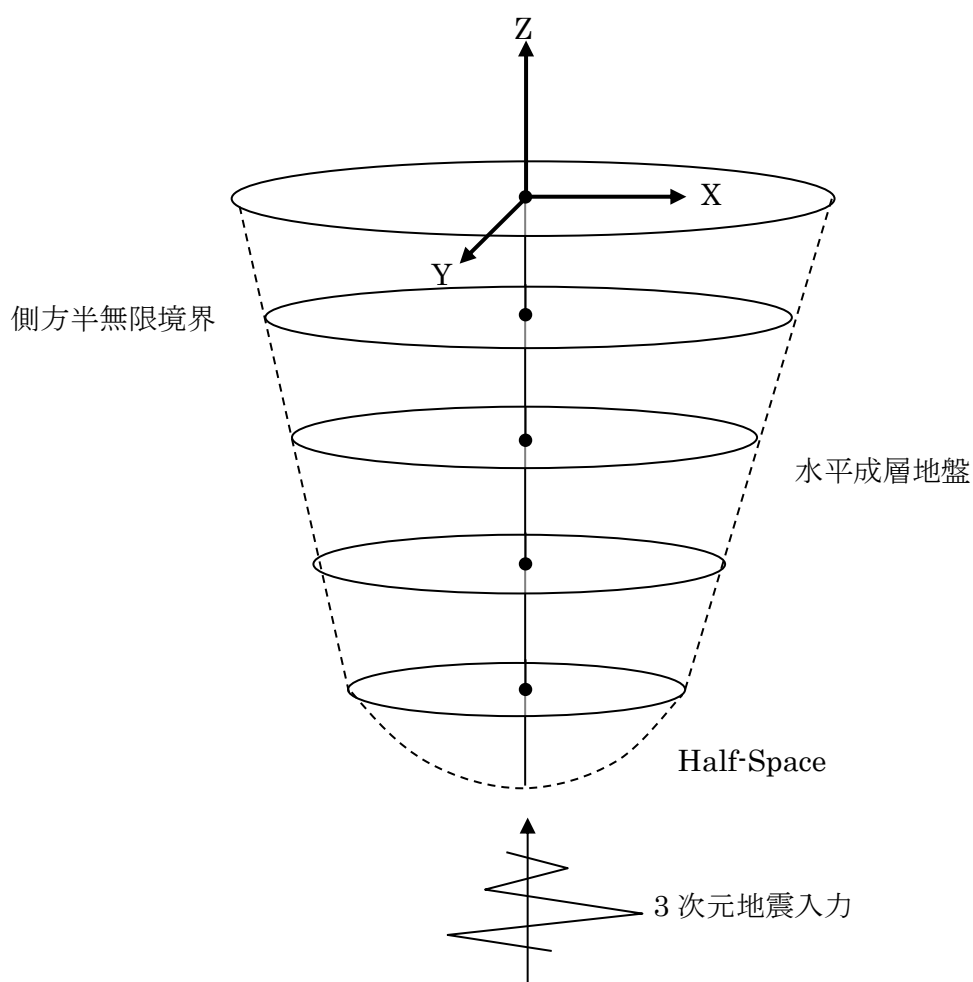


図 2.1 解析モデル概念図

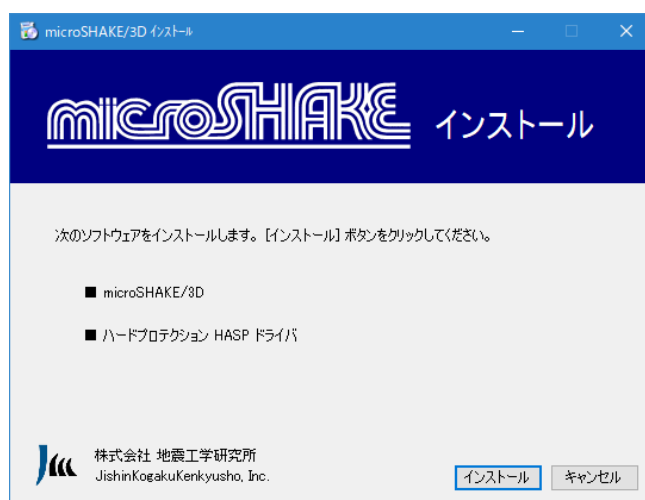
### 3 プログラムのインストール

① microSHAKE/3D の CD-ROM を挿入します。

※ セキュリティデバイスドライバのインストールが終了するまで、セキュリティデバイス (HASP) は接続しないでください。

※ インストールプログラムが起動しない場合は、エクスプローラーから開き、ms3setup.exe を実行してください。

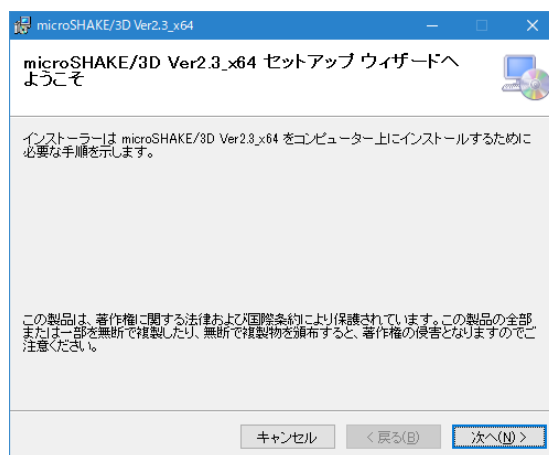
② [インストール] をクリックします。



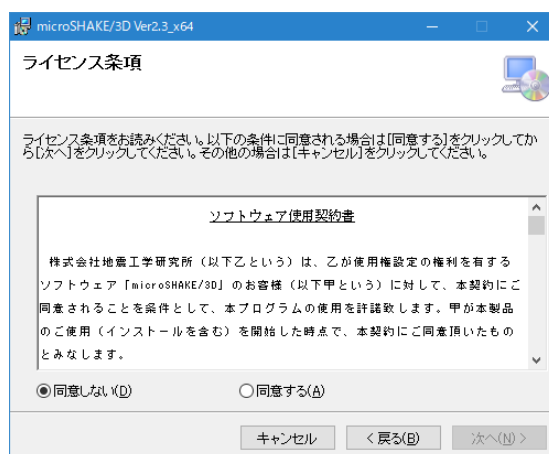
microSHAKE/3D のセットアッププログラムが起動します。

### 3.1 microSHAKE/3D のインストール

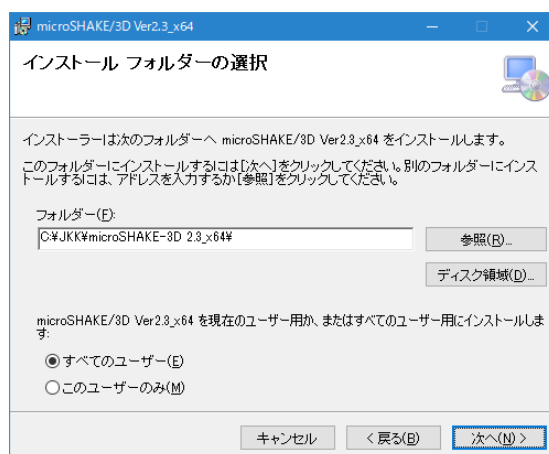
- ① [次へ(N)] をクリックします。



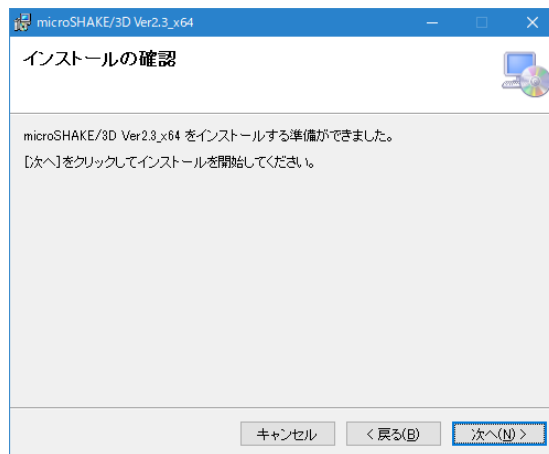
- ② ライセンス条項を確認の上、[同意する(A)] を選択し、[次へ(N)] をクリックします。



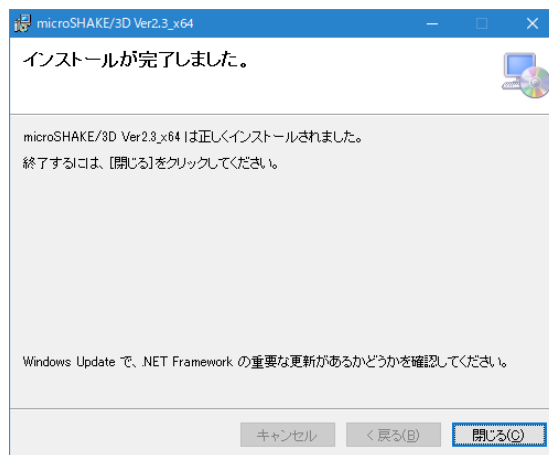
- ③ インストールフォルダを設定し、[次へ(N)] をクリックします。



- ④ [次へ(N)] をクリックすると、インストールが開始します。



⑤ 【閉じる(C)】 をクリックします。



続いてセキュリティデバイスドライバのセットアッププログラムが起動します。

### 3.2 セキュリティデバイスドライバのインストール

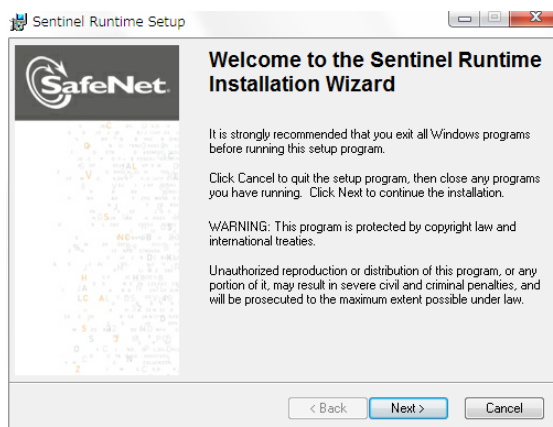
本プログラムではセキュリティデバイスに、下に示す USB ポート用 HASP を使用します。



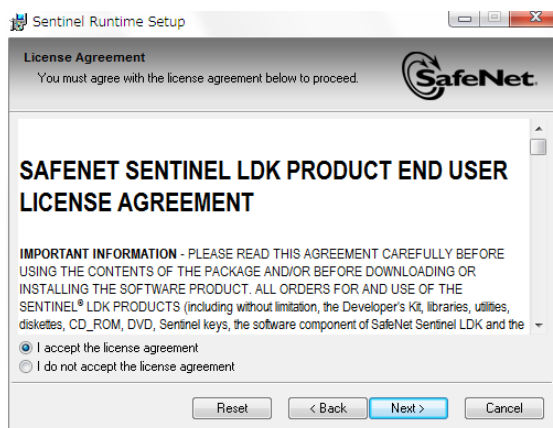
USB ポート用 HASP

※ セキュリティデバイスドライバのインストールが終了するまで、セキュリティデバイス (HASP) は接続しないでください。

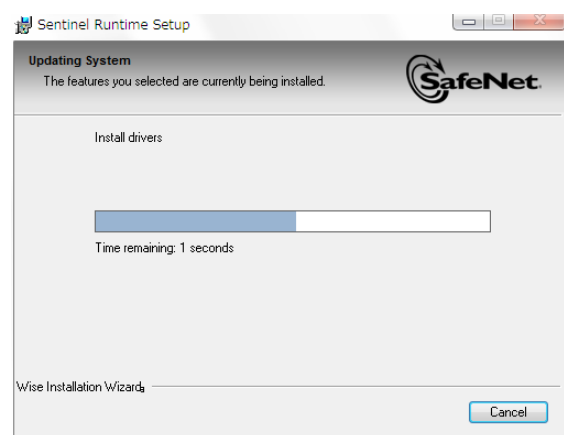
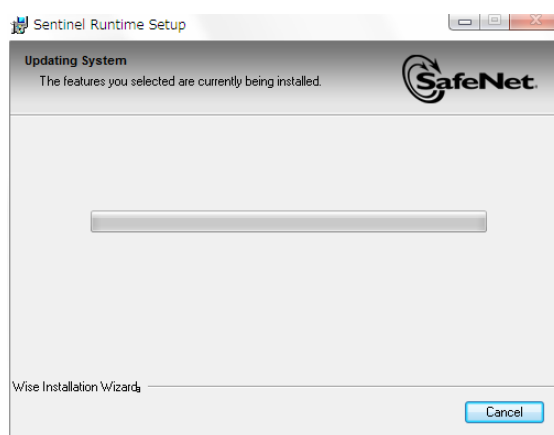
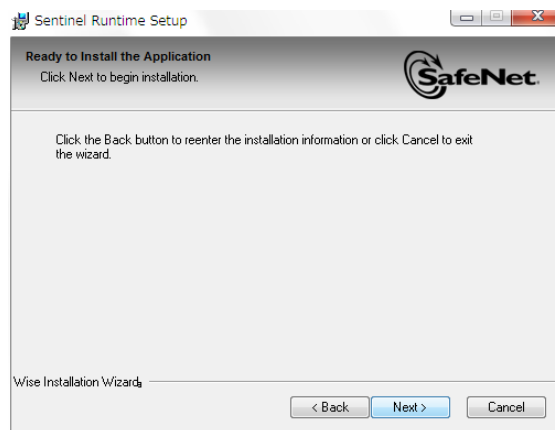
① [Next >] をクリックします。



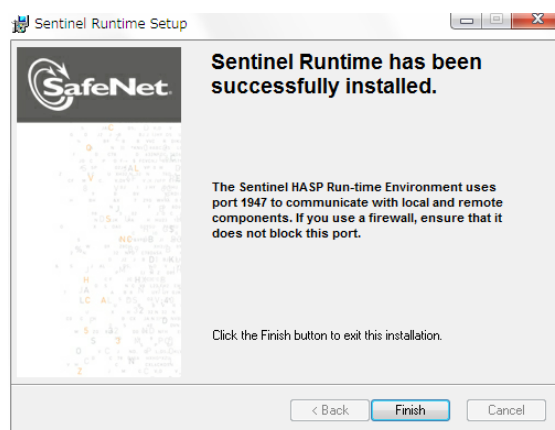
② [I accept the liscence agreement] を選択し、[Next >] をクリックします。



③ [Next >] をクリックすると、インストールが開始します。



④ **[Finish]** をクリックします。

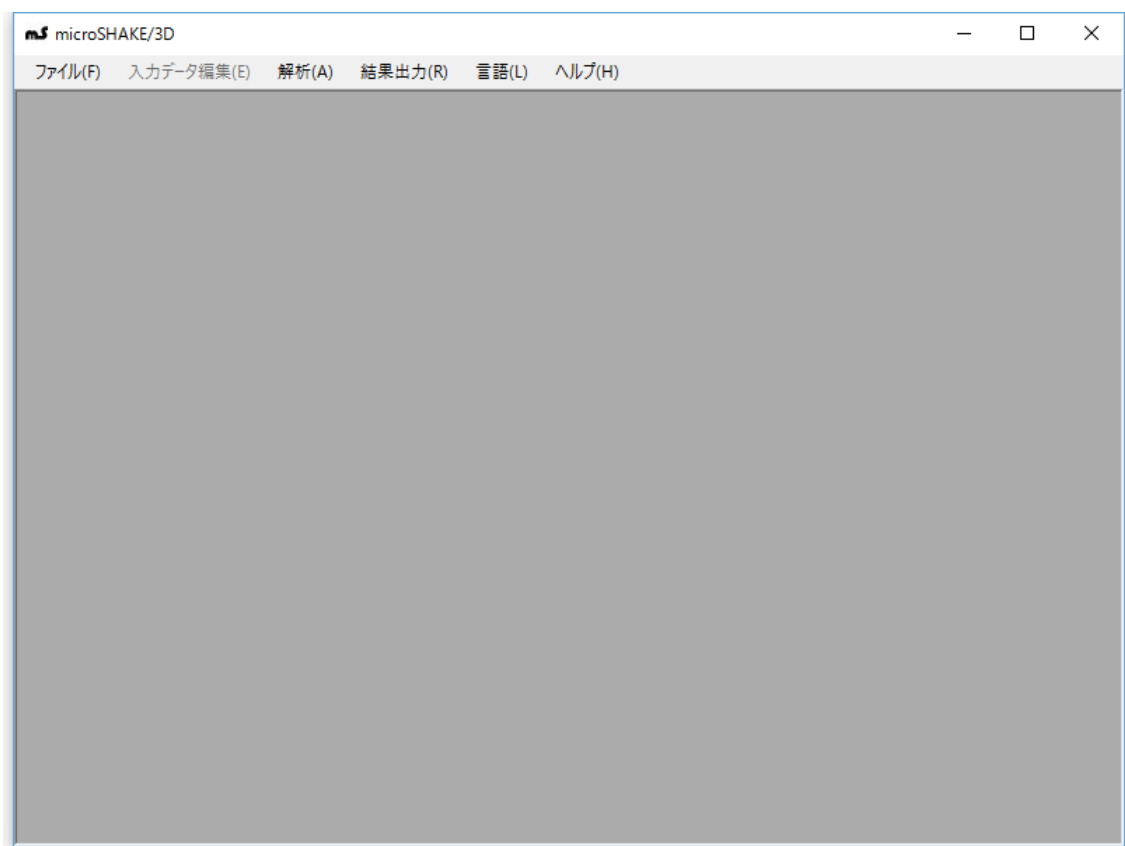


以上で、インストールは終了です。

## 4 microSHAKE/3D の操作

### 4.1 起動

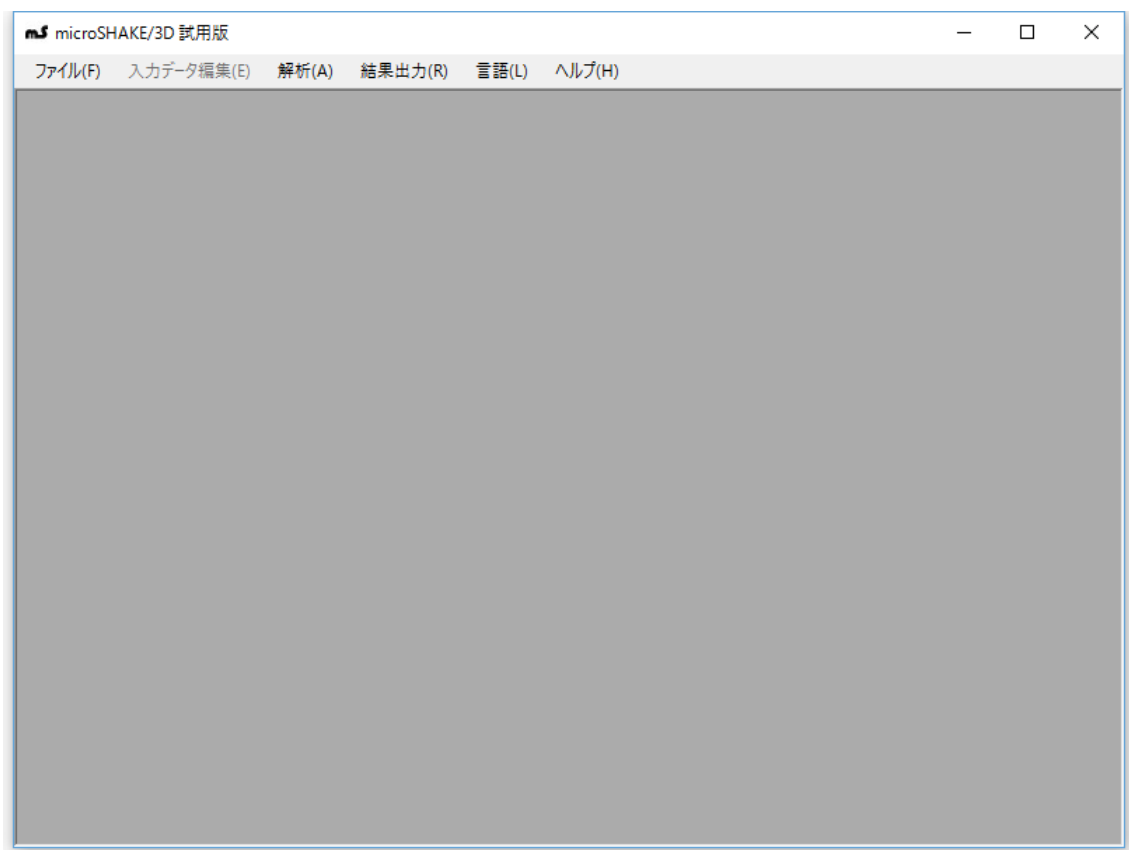
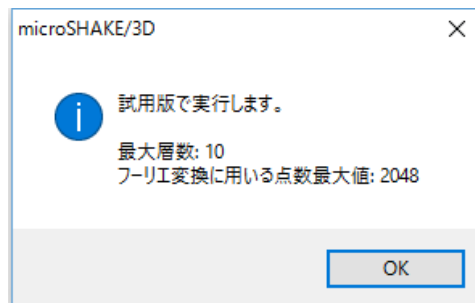
Windows スタート ボタン → [すべてのプログラム] → [microSHAKE-3D Ver2.3] → [microSHAKE-3D Ver2.3] を選択します。



※ セキュリティデバイス（HASP）の接続がない場合は、試用版として起動します。

＜試用版 制限値＞

- ・ 層数最大値：10
- ・ フーリエ変換に用いる点数の最大値：2048





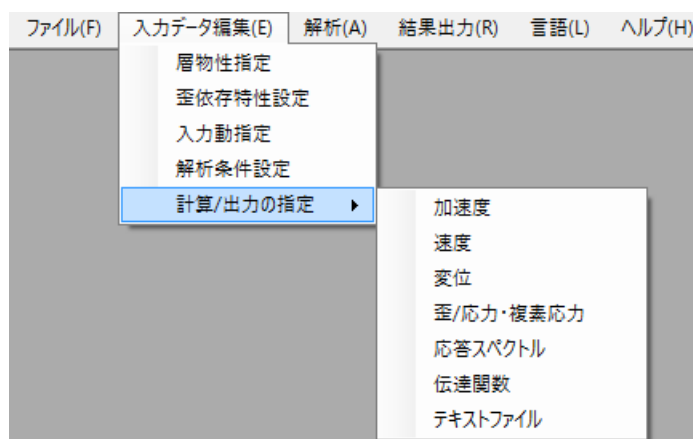
## 4.2 入力データの作成

新規データを作成するには、メニューの【ファイル(F)】→【新規入力データ作成(N)】を選択してください。



【層物性指定画面】が表示されますのでデータ入力を行ってください。

※ 他の項目に関しては、メニューの【入力データ編集(E)】から選択してください。



※ 入力データの各項目については、**8 入力データ書式** を参照ください。

#### 4.2.1 層物性指定 (OPTION 2)

メニューの [入力データ編集(E)] → [層物性指定] を選択します。

層物性指定

タイトル

地表面上載圧  ☒ X方向 ☒ Y方向 ☒ Z方向

☒ せん断弾性係数 + ポアソン比  
☐ S波速度 + P波速度

※ P波の減衰定数は歪依存性を考慮できません

層番号	層厚	単位体積重量 (または質量)	初期せん断 弾性係数	初期S波速度	初期ポアソン比	初期P波速度	初期減衰定数 (S波)	歪依存 特性番号	体積弾性率 一定	初期減衰定数 (P波)	P波の減衰定数 を指定
1									<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
2									<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
3									<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
4									<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
5									<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
6									<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
7									<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
8									<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
9									<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
10									<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
11									<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
12									<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

設定 キャンセル

**タイトル：**

任意入力。

**地表面上載圧：**

地表面上載圧（単位面積あたりの重量または質量）を入力し、上載圧を考慮する方向にチェックを入れる。

※ 重量で入力する場合は、必ず重力加速度（4.2.4 解析条件指定（初期設定, OPTION 4））を設定してください。

**単位体積重量（または質量）：**

重力加速度＝1.0 の場合は質量密度。

※ 重量で入力する場合は、必ず重力加速度（4.2.4 解析条件指定（初期設定, OPTION 4））を設定してください。

**初期せん断弾性係数，初期 S 波速度，初期ポアソン比，初期 P 波速度：**

「せん断弾性係数 + ポアソン比」または「S 波 + P 波」を選択し、それぞれの値を入力。

※ 鉛直動を入力しない場合は、ポアソン比および P 波速度は水平応答に影響しませんが、値を設定する必要があります。その際、ポアソン比が 0～0.5 の間となるような値を設定してください。

$$V_P = \sqrt{\frac{2(1-\nu)}{1-2\nu}} V_S$$

$V_S$  : S 波速度  
 $V_P$  : P 波速度  
 $\nu$  : ポアソン比

**初期減衰定数 :**

実数で入力。(3%の場合は、0.03 と入力)

**歪依存特性番号 :**

線形解析の場合は 0 を、等価線形解析の場合は【歪依存特性指定】で設定するカーブ番号を入力。

**体積弾性率一定 :**

等価線形解析で体積弾性率を一定にする場合はチェック。

**減衰定数 (P 波) :**

P 波に S 波と異なる減衰定数を指定する場合に、入力します。その場合は、本項目に減衰定数を入力し、事項目でチェックをいれてください。

減衰定数 (P 波) には実数で入力。(3%の場合は、0.03 と入力)

P 波の減衰定数は歪依存特性を考慮できません。(歪によらず一定値となります。)

**P 波の減衰定数を指定 :**

指定した P 波減衰定数を有効にする場合にはチェックを入れる。チェックが入っていない場合は、S 波の減衰定数が P 波にも適用されます。


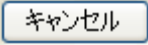
※ 最下層は半無限基盤層となるので、

層厚 = 0 (または空白)

歪依存特性番号 = 0 (線形)

とします。

※ 剛体基盤の応答を模擬する場合は、ダミーの基盤層を設け、その基盤層上面に E+F で入力を規定します。

各項目の入力が終了したら、 をクリックし、入力内容を確定させます。入力、編集内容を反映させない場合は、 をクリックします。

#### 4.2.2 歪依存特性指定 (OPTION 8)

メニューの [入力データ編集(E)] → [歪依存特性指定] を選択します。

歪依存特性設定

タイトル |

No	カーブ名称
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

カーブ名称

	有効歪(%)	剛性低下率	減衰定数(%)
▶ 1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

設定保存  
カーブ図

内挿補間:   
外挿補間:   
カーブ追加  
カーブ削除  
設定  
キャンセル

**タイトル：**

任意入力。

**カーブ名称：**

任意入力。

**有効歪，剛性低下率 (G/G0)，減衰定数：**

等価線形解析に用いる歪依存特性を入力。

最大 40 個まで入力可。有効歪、減衰定数はそれぞれ % で入力。

**内挿補間，外挿補間：**

入力した任意歪間の補間手法をコンボボックスから選択。内挿補間によって選べる外挿補間が変わります。(6.4.4 歪依存曲線の補間 を参照)

各カーブ、各項目の入力が終了したら、**設定** をクリックし、入力内容を確定させます。入力、編集内容を反映させない場合は、**キャンセル** をクリックします。

### カーブデータ追加

**カーブ追加** をクリックし、カーブ名称、有効歪、剛性低下率、減衰定数を入力してください。

入力が終わったら、**設定保存** をクリックしてください。リスト内に追加され、入力した順に昇順で番号付されます。

### カーブデータ変更

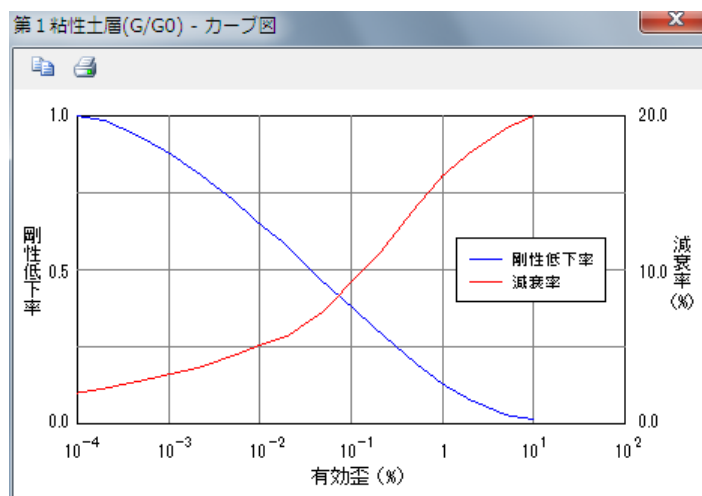
リスト内の該当するデータを選択すると、テーブル内にカーブ名称、有効歪、剛性低下率、減衰定数が表示されます。データ変更後、**設定保存** をクリックしてください。

### カーブデータ削除

リスト内の該当するデータを選択し、**カーブ削除** をクリックします。

### カーブ図表示

リスト内の該当するデータを選択し、**カーブ図** をクリックします。



図のコピー、印刷ができます。

#### 4.2.3 入力動指定 (OPTION 1, 3, 30)

メニューの [入力データ編集(E)] → [入力動指定] を選択します。

※ 必ず [層物性指定] を行ってから設定してください。

##### 入力動を与える層番号：

入力動を与える地表面からの層境界の番号を入力。(地表面に規定する場合：1)  
新規データ作成時は、[層物性指定] から最下層を自動的に入力。変更可。

##### 層タイプ：

いずれかを選択。

2E：解放基盤面の応答 (Outcropping sublayer)

E+F：地中振動応答 (Sublayer within profile)

※ 剛体基盤の応答を模擬する場合は、ダミーの基盤層を設け、その基盤層上面に  
E+F で入力を規定します。

##### タイトル：

任意入力。

##### データ点数：

読み込む地震動のデータ点数を入力します。

##### フーリエ変換に用いる点数：

データ点数以上の  $2^n$  の値をコンボボックスから選択。データ点数とフーリエ変換に  
用いる点数が等しくない場合は入力動の後部にゼロ詰めがなされます。

**時刻間隔  $\Delta t$  :**

地震動のサンプリング時間(sec)を入力します。

**振動数最大値 :**

計算に用いる振動数(Hz)の最大値 ( $\leq$  上限振動数  $f_{\max}$ ) を入力します。指定した以上の振動数に対する応答計算は行いません。

なお、地震動のサンプリング時間  $\Delta t$  によって地震動の持つ上限振動数  $f_{\max}$  は下記で与えられます。

$$\text{スペクトル振幅成分の上限振動数 } f_{\max} = \frac{1}{2\Delta t}$$

**X 方向, Y 方向, Z 方向 :**

入力動を設定したい方向をチェック。(X, Y : 水平成分、Z : 鉛直成分)

**ファイル名 :**

入力動のファイル名を入力。 参照 から選択可。

**倍率, 最大値 :**

どちらか一方を入力。

**倍率 :**

入力動の値に乗じる倍率。

**最大値 :**

入力動が指定の最大値となるように振幅調整されます。

※ 倍率および最大値で設定する地震動の単位は解析に用いる単位と同じにする必要があります。

例) 地震動単位  $\rightarrow$  GAL[cm/sec<sup>2</sup>]

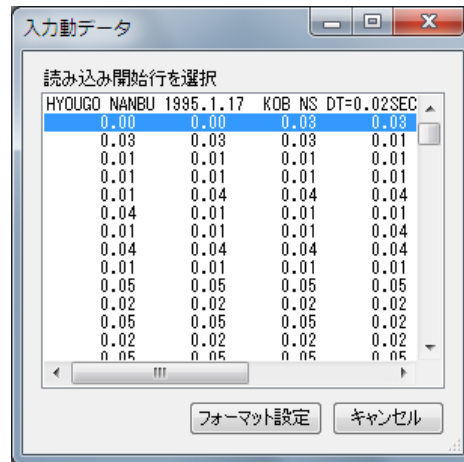
解析単位  $\rightarrow$  m

の場合、倍率は 0.01 として、地震動単位が m/sec<sup>2</sup> となるようにしてください。また、最大値で指定する場合には、m/sec<sup>2</sup> での最大値を指定してください。

読み飛ばし行数, フォーマット :

入力動ファイル名を設定後、**入力動データ** から設定可。

フォーマットは Fortran 形式で括弧 ( ) 付きで入力。



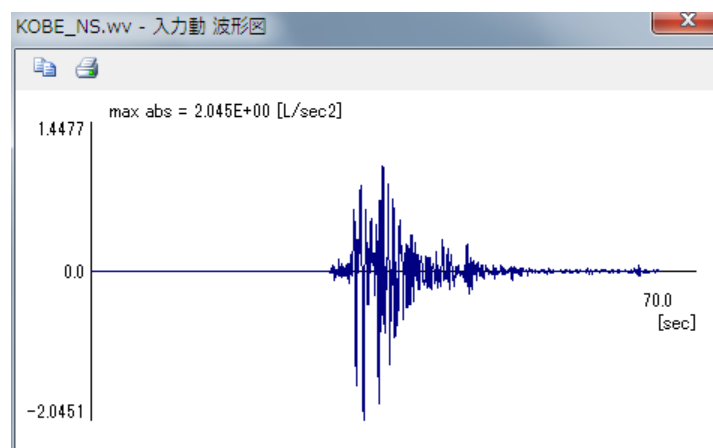
データの読み込み開始行を選択し、**フォーマット設定** をクリックすると、[読み飛ばし行数] 及び [フォーマット] が自動的に設定されます。

各項目の入力が終了したら、**設定** をクリックし、入力内容を確定させます。入力、編集内容を反映させない場合は、**キャンセル** をクリックします。

### 波形図の表示

入力動ファイル名、倍率または最大値、読み飛ばし行数、フォーマットの入力後、

**波形図** をクリックします。



図のコピー、印刷ができます。



### フィルター設定：

下図に示すような、入力動にかける台形フィルターの  $F1 \sim F4$  にあたる振動数を指定します。

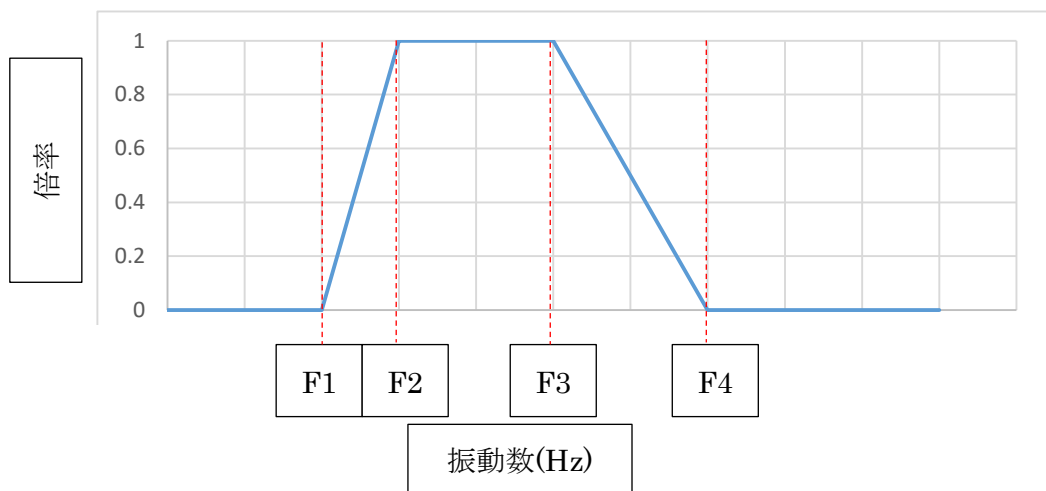
振動数値は、 $F1 < F2 < F3 < F4$  となるように指定します。このとき、 $F3$  および  $F4$  は振動数最大値よりも小さい値を指定してください。

$F3$  または  $F4$  が振動数最大値より大きい場合、振動数最大値で設定した値が優先され、その振動数以降の成分はカットされます。

長方形フィルターとする場合は  $F2$  および  $F4$  をブランクにします。

長方形フィルターの場合、解析振動数  $f < F1$  および  $F4 < f$  の領域がフィルターカットの対象となります。

フィルター処理を行わない場合は、全てブランクにします。



#### 4.2.4 解析条件指定（初期設定, OPTION 4）

メニューの【入力データ編集(E)】→【解析条件指定】を選択します。

※ 必ず【層物性指定】、【入力動指定】を行ってから設定してください。

解析条件設定

**初期設定**

重力加速度

複素せん断弾性係数 ☐  $G(1-2\beta^2+2i\beta(1-\beta^2)^{1/2})$  ☒  $G(1+2i\beta)$

複素せん断弾性係数を用いた応力の算出 ☒ しない ☐ する

応力出力位置 ☒ 層中央 ☐ 層上端 ☐ 層下端

**等価線形解析設定**

最終物性をU07ファイルへ出力 ☐ しない ☒ する

最大繰返し計算回数

等価線形解析の繰返し計算における許容誤差(%)

有効歪と最大歪の比

等価線形解析に用いる最大歪値: ☒  $\gamma_{max}$  ☐  $\gamma_{zx}$  ☐  $\gamma_{yz}$

新規データ作成時は、自動的にデフォルト値が入力されます。

##### 重力加速度：

材料の重さを重量で規定する場合は、重力加速度値を入力。

質量で規定する場合は、1.0 を入力。

##### 複素せん断弾性係数：

複素剛性を規定する式を選択。（6.3 複素剛性係数 を参照）

##### 応力出力位置：

応力を出力する位置を選択。（歪は層中央のみの出力になります。等価線形解析に用いる有効歪は必ず層中央位置に関して算定されます。）

##### 複素せん断弾性係数を用いた応力の算出：

「する」を選択した場合、複素応力を算出します。（6.3 複素剛性係数 を参照）

##### 最終物性を U07 ファイルへ出力：

「する」を選択した場合、U07（バイナリファイル）に最終イタレーションの計算に用いた物性値が出力されます。

**最大繰返し計算回数：**

等価線形解析における最大の繰返し回数を入力。

**等価線形解析の繰返し計算における許容誤差(%)：**

等価線形解析における許容収束誤差を入力。

収束誤差が許容値以下となった場合、最大繰返し回数に達していなくても計算を終了します。

**有効歪と最大歪の比：**

等価線形解析における有効歪を算出する際に用いる係数 $\alpha$ を入力。

$$\gamma_{\text{eff}} = \alpha \times \gamma_{\text{max}}$$

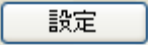
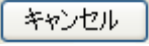
**等価線形解析に用いる最大歪値：**

上記計算式における  $\gamma_{\text{max}}$  を指定した最大歪値で置き換え  $\gamma_{\text{eff}}$  を計算し、等価線形解析を行います。

$\gamma_{\text{max}}$ ：3方向地震入力を考慮した最大せん断歪（デフォルト）

$\gamma_{\text{zx}}$ ：X方向入力により算出される最大せん断歪

$\gamma_{\text{yz}}$ ：Y方向入力により算出される最大せん断歪

各項目の入力が終了したら、 をクリックし、入力内容を確定させます。入力、編集内容を反映させない場合は、 をクリックします。

#### 4.2.5 計算/出力の指定 [加速度] (OPTION 5)

メニューの [入力データ編集(E)] → [計算/出力の指定] → [加速度] を選択します。

※ 必ず [層物性指定] を行ってから設定してください。

層番号	2E	E+F
1	-	-
2	-	-
3	-	-
4	-	-
5	-	-

基準層

☒ 2E ☐ E+F

加速度を出力したい層番号、層タイプの欄のコンボボックスから、出力内容を選択します。

入力が終了したら、 をクリックし、入力内容を確定させます。入力、編集内容を反映させない場合は、 をクリックします。

#### 基準層

基準とする層番号を入力。絶対加速度を出力したい場合 0 とする。

#### 一括クリア

テーブル内を一括でクリアしたい場合は、 をクリックします。

#### デフォルト値設定

をクリックすると、全層に対して

- ・出力層タイプ : E+F
- ・基準層 : 0 (絶対加速度)
- ・最大値のみの出力

として一括設定します。

#### 4.2.6 計算/出力の指定 [速度] (OPTION 18)

メニューの [入力データ編集(E)] → [計算/出力の指定] → [速度] を選択します。

※ 必ず [層物性指定] を行ってから設定してください。

層番号	2E	E+F
1	-	-
2	-	-
3	-	-
4	-	-
5	-	-

基準層

☒ 2E ☐ E+F

速度を出力したい層番号、層タイプの欄のコンボボックスから、出力内容を選択します。

入力終了したら、 をクリックし、入力内容を確定させます。入力、編集内容を反映させない場合は、 をクリックします。

#### 基準層

基準とする層番号を入力。絶対速度を出力したい場合 0 とする。

#### 一括クリア

テーブル内を一括でクリアしたい場合は、 をクリックします。

#### デフォルト値設定

をクリックすると、全層に対して

- ・出力層タイプ : E+F
- ・基準層 : 0 (絶対速度)
- ・最大値のみの出力

として一括設定します。

#### 4.2.7 計算/出力の指定 [変位] (OPTION 19)

メニューの [入力データ編集(E)] → [計算/出力の指定] → [変位] を選択します。

※ 必ず [層物性指定] を行ってから設定してください。

層番号	2E	E+F
1	-	-
2	-	-
3	-	-
4	-	-
5	-	-

基準層 26

☐ 2E ☒ E+F

クリア デフォルト

設定 キャンセル

変位を出力したい層番号、層タイプの欄のコンボボックスから、出力内容を選択します。

入力終了したら、**設定** をクリックし、入力内容を確定させます。入力、編集内容を反映させない場合は、**キャンセル** をクリックします。

#### 基準層

基準とする層番号を入力。絶対変位を出力したい場合 0 とする。

#### 一括クリア

テーブル内を一括でクリアしたい場合は、**クリア** をクリックします。

#### デフォルト値設定

**デフォルト** をクリックすると、全層に対して

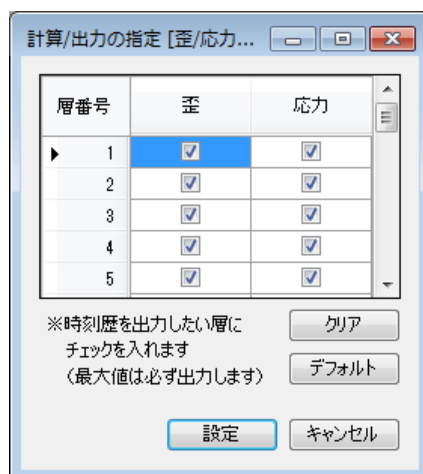
- ・出力層タイプ : E+F
- ・基準層 : 最下層
- ・基準層タイプ : E+F
- ・最大値のみの出力

として一括設定します。

#### 4.2.8 計算/出力の指定 [歪/応力・複素応力] (OPTION 16, OPTION 21)

メニューの [入力データ編集(E)] → [計算/出力の指定] → [歪/応力・複素応力] を選択します。

※ 必ず [層物性指定] を行ってから設定してください。



出力したい層番号の歪または応力の欄にチェックを入れます。

入力が終了したら、**設定** をクリックし、入力内容を確定させます。入力、編集内容を反映させない場合は、**キャンセル** をクリックします。

#### 一括クリア

テーブル内を一括でクリアしたい場合は、**クリア** をクリックします。

#### デフォルト値設定

**デフォルト** をクリックすると、全層に対して、

- ・歪、応力ともに出力

として一括設定します。

#### 4.2.9 計算/出力の指定 [応答スペクトル] (OPTION 9)

メニューの [入力データ編集(E)] → [計算/出力の指定] → [応答スペクトル] を選択します。

※ 必ず [層物性指定] を行ってから設定してください。

層番号	層タイプ (2E)	(E+F)	加速度 スペクトル	速度 スペクトル	変位 スペクトル	ステップ 点数	ログステップ 開始周期	ログステップ 終了周期	減衰定数 (1)	(2)
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	300	0.01	10	0.05	
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

Buttons: クリア, デフォルト, 設定, キャンセル

層タイプ (2E), (E+F) :

どちらかひとつ、または両方選択可。

加速度スペクトル, 速度スペクトル, 変位スペクトル :

出力したい項目にチェック。複数選択可。

ステップ点数 :

最大値は 400。

各項目の入力が終了したら、**設定** をクリックし、入力内容を確定させます。入力、編集内容を反映させない場合は、**キャンセル** をクリックします。

#### 一括クリア

テーブル内を一括でクリアしたい場合は、**クリア** をクリックします。



### デフォルト値設定

デフォルト

をクリックすると、1 層目のみに対して、

- ・層タイプ：E+F
- ・加速度スペクトル、速度スペクトル、変位スペクトル全て出力
- ・ステップ点数：300
- ・ログステップ開始周期値：0.02 (s)
- ・ログステップ終了周期値：10.0 (s)
- ・減衰定数：0.05

として設定します。

#### 4.2.10 計算/出力の指定 [伝達関数] (OPTION 15)

メニューの [入力データ編集(E)] → [計算/出力の指定] → [伝達関数] を選択します。

※ 必ず [層物性指定] を行ってから設定してください。

出力層 番号 / 層タイプ	基準層 番号	基準層 (2E)	基準層 (E+F)	振動数刻み (Hz)	タイトル
▶ 1 / 2E		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
E+F	26	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	
2 / 2E		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
E+F		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3 / 2E		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
E+F		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4 / 2E		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
E+F		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5 / 2E		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
E+F		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
6 / 2E		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
E+F		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
7 / 2E		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

※ 振動数刻み=0 と設定すると  
振動数刻み = 1/継続時間  
で計算されます

クリア      デフォルト

設定      キャンセル

**基準層タイプ (2E), (E+F) :**

どちらかひとつ、または両方選択可。

**振動数刻み (Hz) :**

0 と設定した場合は下式で計算されます。

$$\text{振動数刻み} = 1 / \text{継続時間}$$

**タイトル :**

任意入力。

各項目の入力が終了したら、**設定** をクリックし、入力内容を確定させます。入力、編集内容を反映させない場合は、**キャンセル** をクリックします。

#### 一括クリア

テーブル内を一括でクリアしたい場合は、**クリア** をクリックします。

### デフォルト値設定

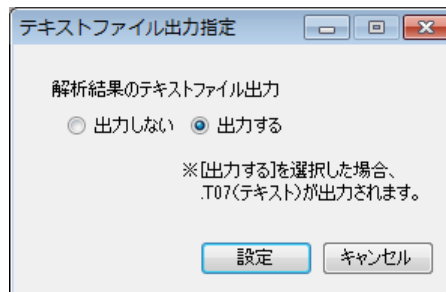
デフォルト をクリックすると、全層に対して、

- ・出力層タイプ：E+F
- ・基準層：最下層
- ・基準層タイプ：2E
- ・振動数刻み：0

として一括設定します。

#### 4.2.11 計算/出力の指定 [テキストファイル] (OPTION 20)

メニューの [入力データ編集(E)] → [計算/出力の指定] → [テキストファイル] を選択します。

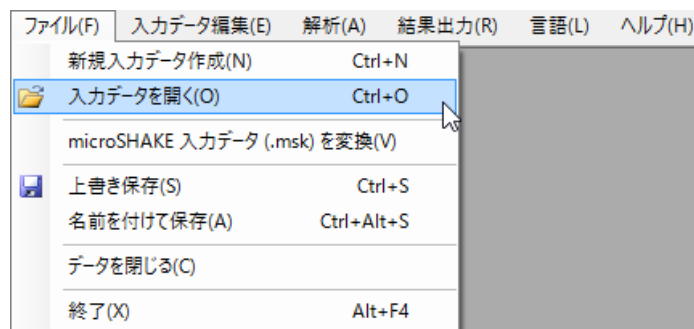


項目の入力が終了したら、**設定** をクリックし、入力内容を確定させます。入力、編集内容を反映させない場合は、**キャンセル** をクリックします。

## 4.3 既存データの読み込み

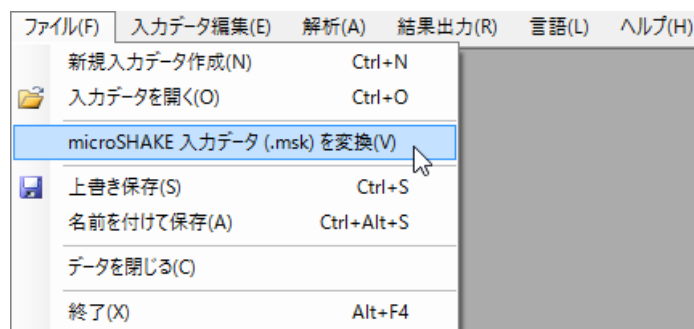
### 4.3.1 SHAKE/3D データの読み込み

既存の SHAKE/3D データ（ver2.0 以降）を読み込むには、メニューの [ファイル(F)] → [入力データを開く(O)] を選択してください。



### 4.3.2 旧 SHAKE データの読み込み

microSHAKE データ (.msk) など旧 SHAKE データを読み込むには、メニューの [ファイル(F)] → [microSHAKE 入力データ (.msk) を変換(R)] を選択してください。

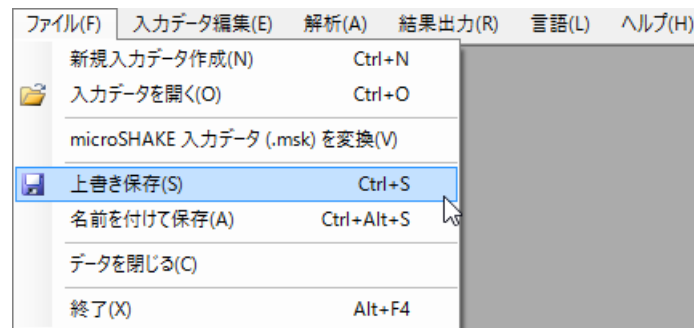


※ 旧データでは、ポアソン比または P 波速度が設定されていないため、  
ポアソン比 = 0.4375

が自動で設定されます。（4.2.1 層物性指定（OPTION 2）で変更可。）

#### 4.4 データ保存

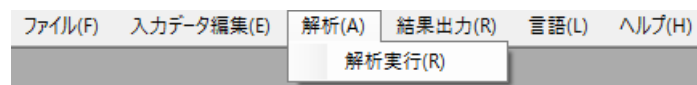
メニューの [ファイル(F)] → [上書き保存(E)] または [名前を付けて保存(A)] を選択してください。



※ 解析実行の前には必ずデータを保存してください。

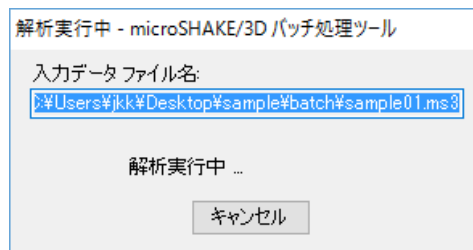
## 4.5 解析実行

メニューの【解析(A)】→【解析実行(R)】を選択してください。



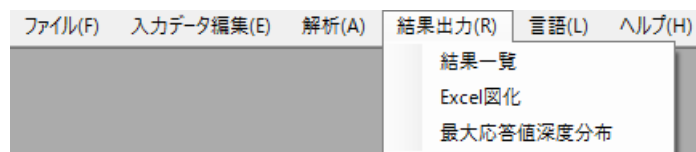
### 解析を中断する (※試用版では不可)

解析を中断したい場合は、【解析実行中】画面内の **キャンセル** をクリックします。



※ 中断した続きから実行することはできません。

## 4.6 結果出力



結果出力には、リスト出力（結果一覧）と図化出力（Excel 図化）、最大応答値深度分布図の表示の 3 通りがあります。

※ 図化出力（Excel 図化）には、Microsoft Excel が必要です。

Microsoft Excel がインストールされていない場合は、Excel 図化機能をご利用になれません。

※ 本プログラムは倍精度形式で計算を行いますが、結果のバイナリファイルには倍精度の数値を単精度に変換した数値が出力されます。プログラム内部において、数値は有限数のビットで表現されるため、64 ビットの倍精度数値を 32 ビットの単精度数値に変換する際に誤差が生じます。このため、一般に単精度数値は 10 進数で 7 桁までの精度を持ちますが、リストファイルに 7 桁まで出力している倍精度数値と必ずしも一致するとは限りません。



#### 4.6.1 結果一覧

メニューの [結果出力(O)] → [結果一覧(L)] を選択してください。

sample01.U07 - 結果一覧

層No	層厚 (L)	深さ (L)	単位体積重量(W/L <sup>3</sup> ) / 質量(MASS/L <sup>3</sup> )	歪依存No	初期Vs (L/sec)	収束Vs (L/sec)	初期h	収束h	最大せん断歪 (%)	最大せん断応力 (W/L <sup>2</sup> )	G収束誤差 (%)	h収束誤差 (%)
1	1.00	0.00	17.00	1	110.06	85.18	0.03	0.06	2.508E-02	3.155E+00	-0.05	0.05
2	1.00	1.00	17.00	1	110.06	71.90	0.03	0.08	1.047E-01	9.381E+00	-0.57	0.73
3	1.00	2.00	17.00	1	110.06	65.06	0.03	0.10	2.098E-01	1.539E+01	-1.34	1.03
4	1.00	3.00	17.00	-1	110.06	59.89	0.03	0.11	3.388E-01	2.107E+01	-2.37	1.78
5	1.20	4.00	16.00	-2	123.79	81.21	0.02	0.10	2.486E-01	2.675E+01	-0.88	0.61
6	1.20	5.20	16.00	-2	123.79	77.09	0.02	0.11	3.315E-01	3.214E+01	-1.26	0.96
7	1.20	6.40	16.00	-2	123.79	73.83	0.02	0.12	4.146E-01	3.688E+01	-1.63	1.06
8	1.20	7.60	16.00	-2	123.79	71.16	0.02	0.12	4.945E-01	4.085E+01	-1.95	1.12

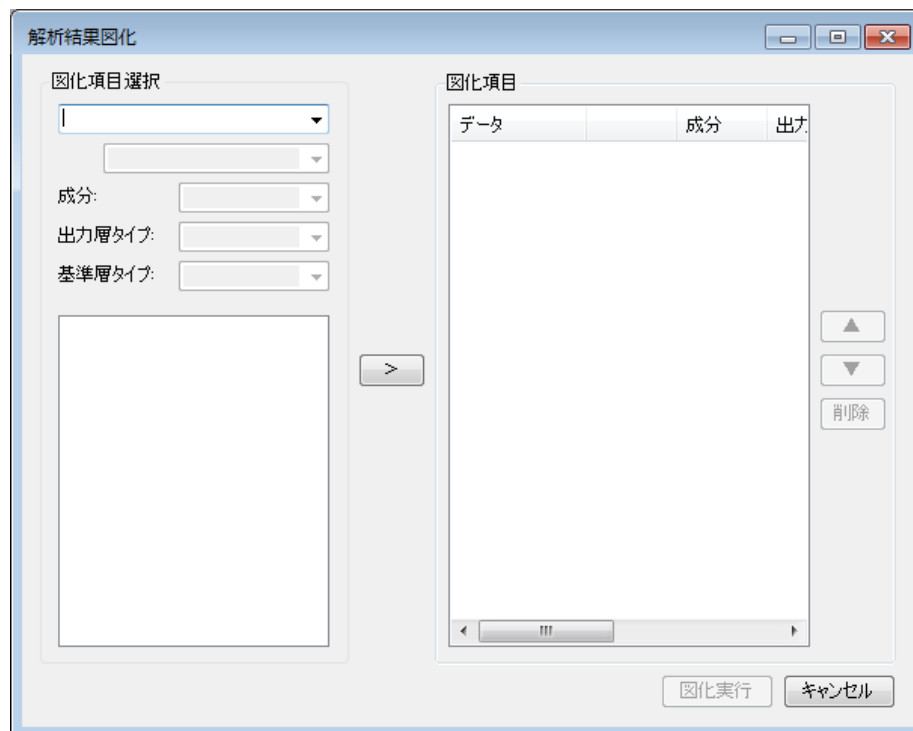
※ 負の歪依存 No は、体積弾性率が一定であることを示します。

#### 4.6.2 Excel 図化

※ 結果の図化出力には Microsoft Excel が必要です。

Microsoft Excel がインストールされていない場合は、Excel 図化機能をご利用になれません。

メニューの [結果出力(O)] → [Excel 図化(G)] を選択してください。

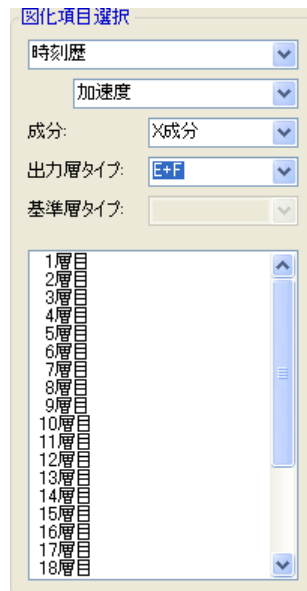


画面を閉じるには **キャンセル** をクリックします。

### [図化項目選択]

[図化項目選択] エリアにあるコンボボックスを上から順に選択していくと、図化が可能な層番号や項目がリスト内に表示されます。

※ 出力指定されていない項目は表示されません。



図化項目選択

時刻歴

加速度

成分:

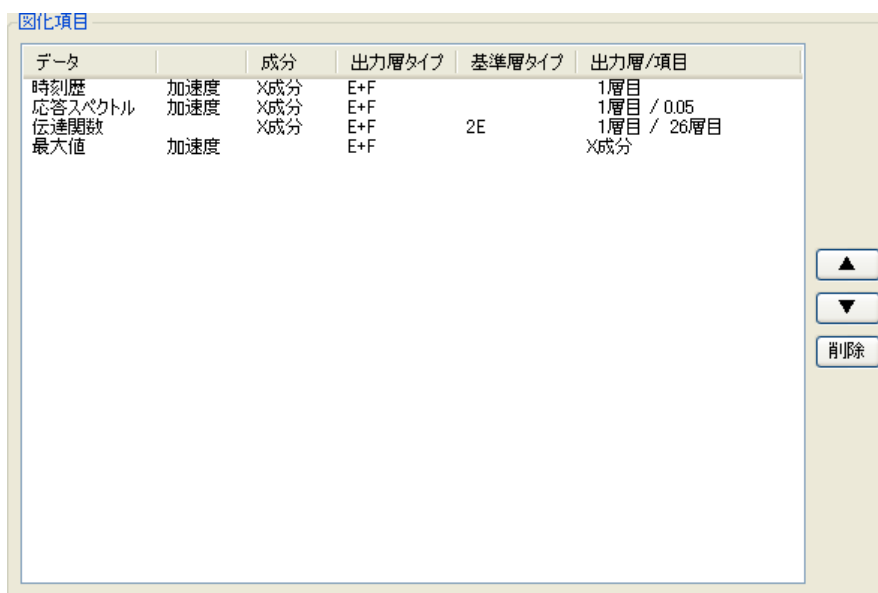
出力層タイプ:

基準層タイプ:

1層目  
2層目  
3層目  
4層目  
5層目  
6層目  
7層目  
8層目  
9層目  
10層目  
11層目  
12層目  
13層目  
14層目  
15層目  
16層目  
17層目  
18層目

出力したい項目をリスト内でクリックし、 をクリックすると [図化項目] エリア内のリストに追加されます。

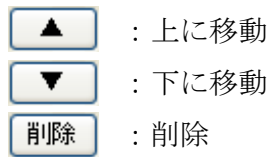
### [図化項目] 順序変更, 削除



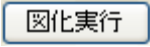
図化項目

データ	加速度	成分	出力層タイプ	基準層タイプ	出力層/項目
時刻歴	加速度	X成分	E+F		1層目
応答スペクトル	加速度	X成分	E+F		1層目 / 0.05
伝達関数		X成分	E+F	2E	1層目 / 26層目
最大値	加速度		E+F		X成分

[図化項目] エリアのリストにある項目を選択すると、順序変更や項目削除ができます。



### 図化実行

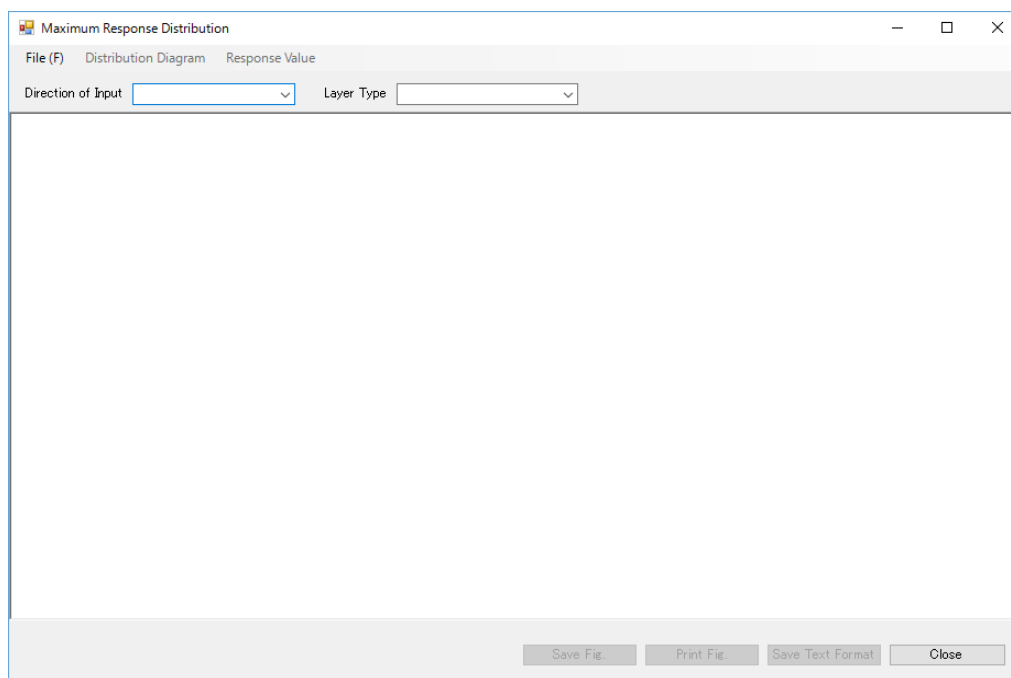
図化したい項目の選択や順番を設定後、 をクリックすると、図化処理が始まります。

※ 図化実行中は、Excel の操作を行わないようにしてください。

#### 4.6.3 最大応答値深度分布（Maximum Response Distribution）

加速度、速度、変位、せん断応力、せん断歪、せん断波速度（初期値、収束値）、減衰定数（初期値、収束値）の各最大値の深度分布図を表示します。なお、最大応答深度分布を出力させるには、4.2.5～4.2.8 章の最大値を出力指定しておく必要があります。

メニューの【結果出力(O)】→【最大応答値震度分布(D)】を選択してください。

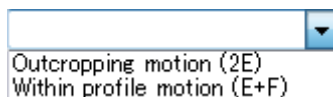


Direction of Input（入力動の方向）：



【Direction of Input】コンボボックスから選択します。X 方向、Y 方向、Z 方向のうち入力動指定にて設定した方向、そして 3 方向合成の選択が可能です。

Layer Type（層タイプ）：



【Layer Type】コンボボックスから選択します。2E または E+F の選択が可能です。

※ 入力動の方向、層タイプがどちらも選択されると分布図が表示されます。

## Settings (表示設定)

分布図の図化の順序、スケーリング、数値の表示の有無、表示する単位について設定ができます。

メニューの [Distribution Diagram] → [Settings] を選択します。

The figure shows four screenshots of the 'Settings' dialog box, each with a different tab selected:

- Order Tab:** The 'Order' tab is selected. It contains a list of parameters with input boxes for their order. The instruction says: '\* Input the order of each figure. (0: Undisplayed)'. The parameters and their values are: Acceleration: 1, Velocity: 2, Displacement: 3, Stress: 4, Strain: 5, Vs: 6, Damping: 7.
- Range Tab:** The 'Range' tab is selected. It contains radio buttons for 'Auto' and 'Manual' for each parameter. For 'Acceleration', 'Velocity', 'Displacement', 'Stress', 'Strain', 'Vs', and 'Damping', 'Auto' is selected. For 'Depth', 'Auto' is also selected. There are input boxes for 'Minimum' and 'Maximum' values for each parameter, and 'Top' and 'Bottom' values for 'Depth'.
- Display value Tab:** The 'Display value' tab is selected. It contains checkboxes for each parameter. All checkboxes are checked. The instruction says: '\* Check into the item which displays a numerical value.'.
- Unit Tab:** The 'Unit' tab is selected. It contains input boxes for the unit of each parameter. The units are: Altitude: (L), Acceleration: (L/sec^2), Velocity: (L/sec), Displacement: (L), Stress: (W/L^2), Strain: (%), Vs: (L/sec), Damping: (%).

## 分布図 画像保存

表示している深度分布図を画像ファイルとして保存します。

メニューの [Distribution Diagram] → [Save Fig.] を選択、または

Save Fig.

をクリックします。

## 分布図 画像印刷

表示している深度分布図を印刷します。

メニューの [Distribution Diagram] → [Print Fig.] を選択、または  
をクリックします。

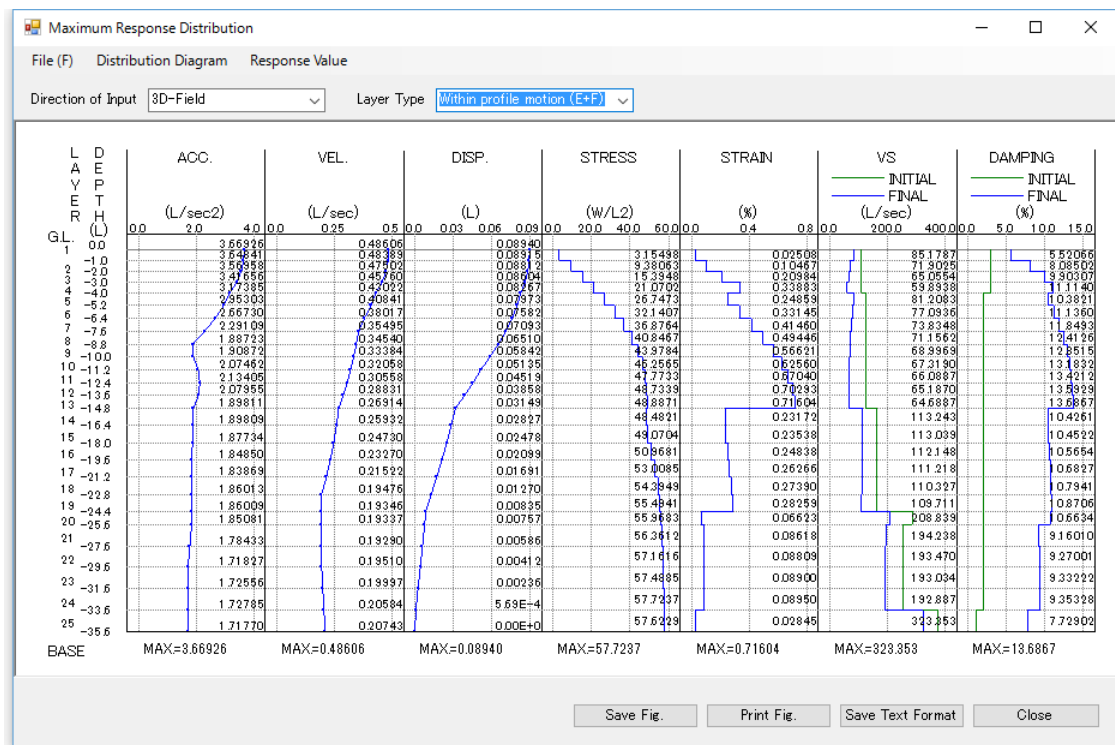
Print Fig.

## テキスト保存

表示している深度分布図のデータを CSV 形式で出力します。

メニューの [Response Value] → [Save Value in Text Format] を選択、または  
をクリックします。

Save Text Format



## 表示内容の一覧表

ACC. / VEL. / DISP. (層境界出力項目) :

	Outcropping motion (2E)	Within profile motion (E+F)
X-Direction	X 方向成分最大値 (2E)	X 方向成分最大値 (E+F)
Y-Direction	Y 方向成分最大値 (2E)	Y 方向成分最大値 (E+F)
Z-Direction	Z 方向成分最大値 (2E)	Z 方向成分最大値 (E+F)
3D-Field	3 方向合成最大値 (2E)	3 方向合成最大値 (E+F)

STRESS / STRAIN / VS / DAMPING (層出力項目) :

	STRESS	STRAIN	VS	DAMPING
X-Direction	$\tau_{zx}$	$\gamma_{zx}$	$V_s$	減衰定数
Y-Direction	$\tau_{yz}$	$\gamma_{yz}$		
Z-Direction	$\sigma_z$	$\epsilon_z$		
3D-Field	$\tau_{\max}$	$\gamma_{\max}$		

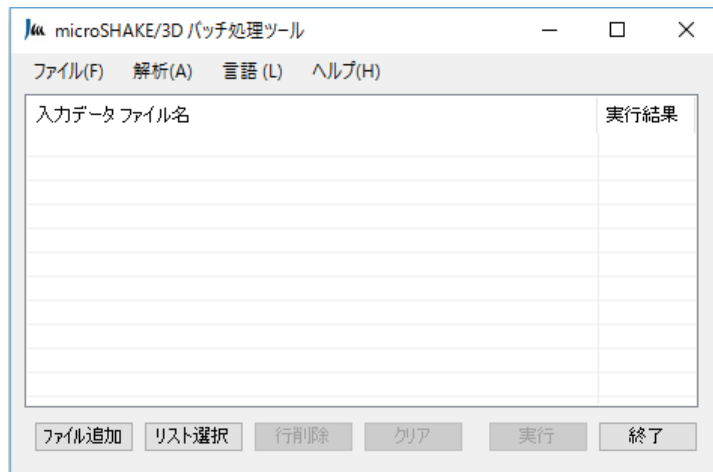
※ 水平方向が X または Y、深さ方向が Z になります。



## 5 バッチ処理ツールの操作

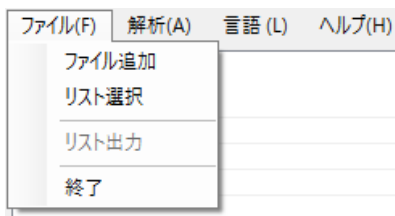
### 5.1 起動

Windows スタート ボタン → [すべてのプログラム] → [microSHAKE-3D Ver2.2] → [バッチ処理ツール Ver2.2] を選択します。



### 5.2 解析実行するファイルの選択

[ファイルを選択して追加] と [リストを選択して追加] の 2 通りあります。



ファイルを選択して追加：

microSHAKE/3D の入力データファイルを追加します。

**ファイル追加** をクリック、または、メニューの [ファイル(F)] → [ファイル追加] を選択してください。

リストを選択して追加：

microSHAKE/3D の入力データファイル名が記述されているテキストファイル（1 ファイル記述ごとに改行）を読み込むことで、実行リストに追加することができます。

**リスト選択** をクリック、または、メニューの [ファイル(F)] → [リスト選択] を選択してください。

### 5.3 実行リストの編集, 出力

#### 選択行を削除：

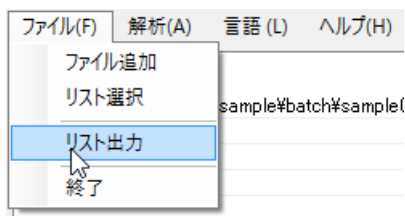
削除したい行を選択し（1行または複数行）、**行削除** をクリックします。

#### 全項目を削除：

**クリア** をクリックします。

#### 実行リストを出力：

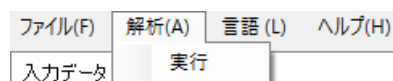
実行リスト内にある入力データファイル名のリストをファイル出力することができます。  
[ファイル(F)] → [リスト出力] を選択してください。



### 5.4 解析実行

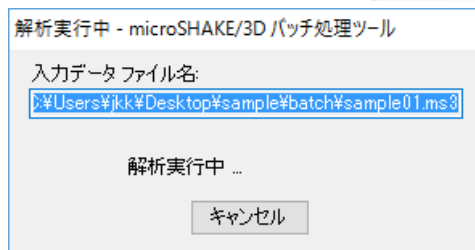
#### 解析を実行する：

解析実行したい入力データファイルの選択が終わったら、**実行** をクリック、または、メニューの [解析(A)] → [実行] を選択してください。



#### 解析を中断する：

解析を中断したい場合は、[解析実行中] 画面内の **キャンセル** をクリックします。



※ 中断した続きから実行することはできません。

#### 再実行する：

同じ実行リストで再度解析を実行する場合は、**再実行** をクリック、または、メニューの [解析(A)] → [再実行] を選択してください。

## 5.5 実行結果

解析が終了すると、実行リストの【実行結果】欄に解析の実行結果が表示されます。

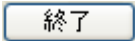
OK: 正常終了

Error: 異常終了

File Not Found: 入力データファイルが存在しない

※ Error の場合、出力されている(入力データファイル名).OUT、(入力データファイル名).err をテキストエディタ（notepad 等）で開き、エラー内容をご確認ください。

## 5.6 終了

microSHAKE/3D バッチ処理ツール を終了するには、をクリック、または、メニューの【ファイル(F)】→【終了】を選択します。

## 6 解析の基本手法

### 6.1 複素応答解析

動的応答解析の手法としては、直接積分法やモード合成法などがありますが、本プログラムでは複素応答解析法を用いて応答解析を行います。

複素応答解析法は、以下に示す手順により振動数領域で解析を行います（図 6.1）。

- (i) 複素フーリエ変換により入力動  $F(t)$  のフーリエスペクトル  $F(f)$  を求めます。
- (ii) 解析モデルの剛性等を評価した波動方程式を解き、地盤の伝達関数  $A(f)$  を求めます。
- (iii) 入力動のフーリエスペクトル  $F(f)$  と伝達関数  $A(f)$  を乗じ、応答のフーリエスペクトル  $R(f)$  を求めます。
- (iv) 複素フーリエ逆変換を用い、応答のフーリエスペクトル  $R(f)$  から応答の時刻歴  $R(t)$  を求めます。

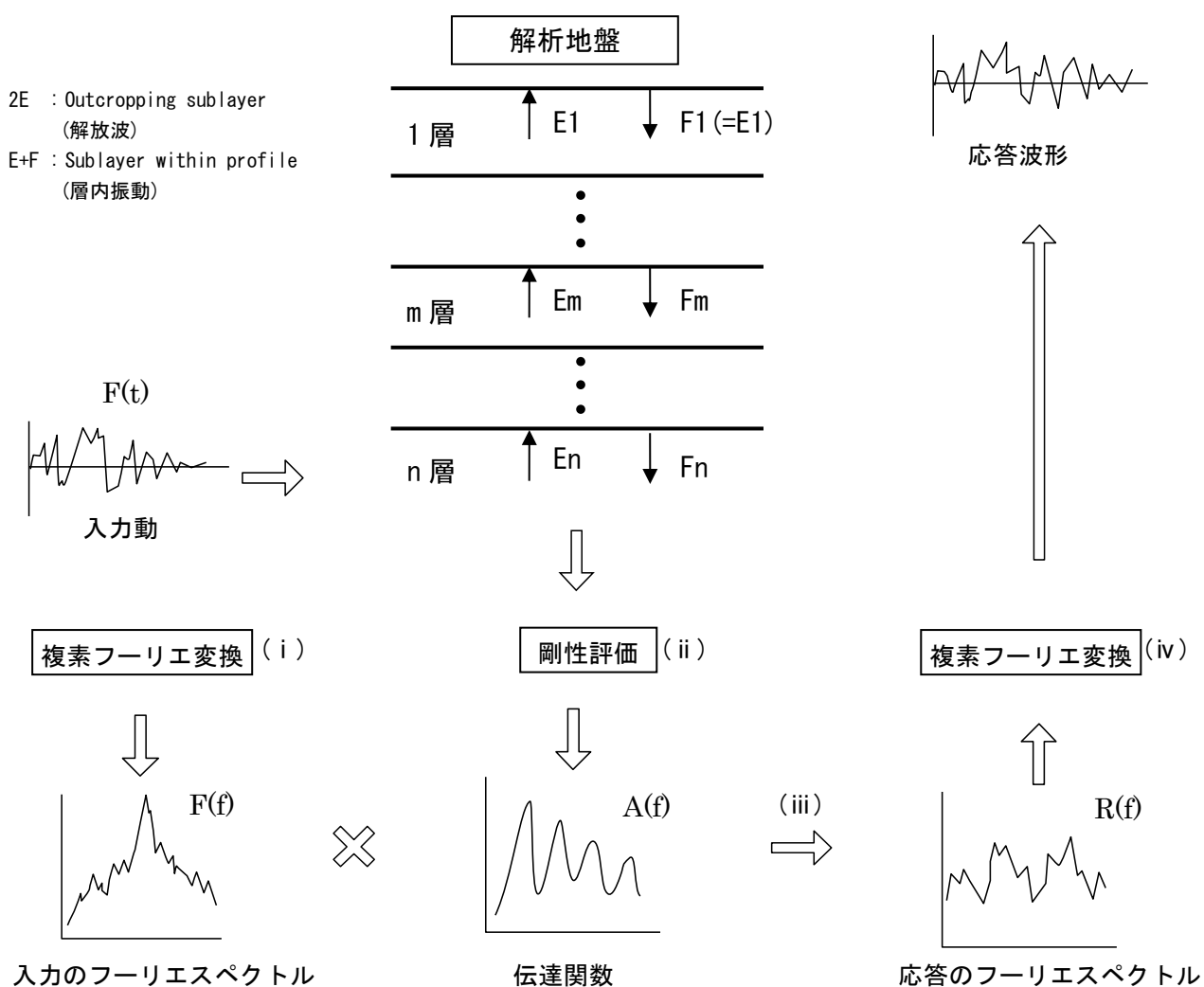


図 6.1 複素応答解析

この複素応答解析法には、以下のような利点があります。

- (a) 解析が無条件安定となります。直接積分法では時間刻みの大きさにより解析が不安定になる場合があります。
- (b) 減衰を複素剛性係数として評価することができるため、要素ごとに減衰を定義することができます。

しかしながら、複素応答解析法はフーリエ変換という重ね合せの原理を用いているため、線形問題にしか適用できないという欠点があります。

## 6.2 振動数領域での計算

前述の如く、複素応答解析法は振動数領域で応答解析を行います。以下では振動数領域での計算法について説明します。

入力動  $F(t)$  として時間間隔  $\Delta t$  の  $N$  点の振幅値から成る波形 (図 6.2 a) を考えます。この  $F(t)$  の継続時間  $T$  は  $T=N\Delta t$  となります。 $F(t)$  を複素フーリエ変換して得られる複素フーリエスペクトル  $F(f)$  の特性は次式のようにになります (図 6.2 b)。

$$\text{振動数間隔 } \Delta f = \frac{1}{T}$$

$$\text{スペクトル振幅値を与える点数 } M = \frac{N}{2} + 1$$

$$\text{スペクトル振幅成分の上限振動数 } f_{\max} = \frac{1}{2\Delta t}$$

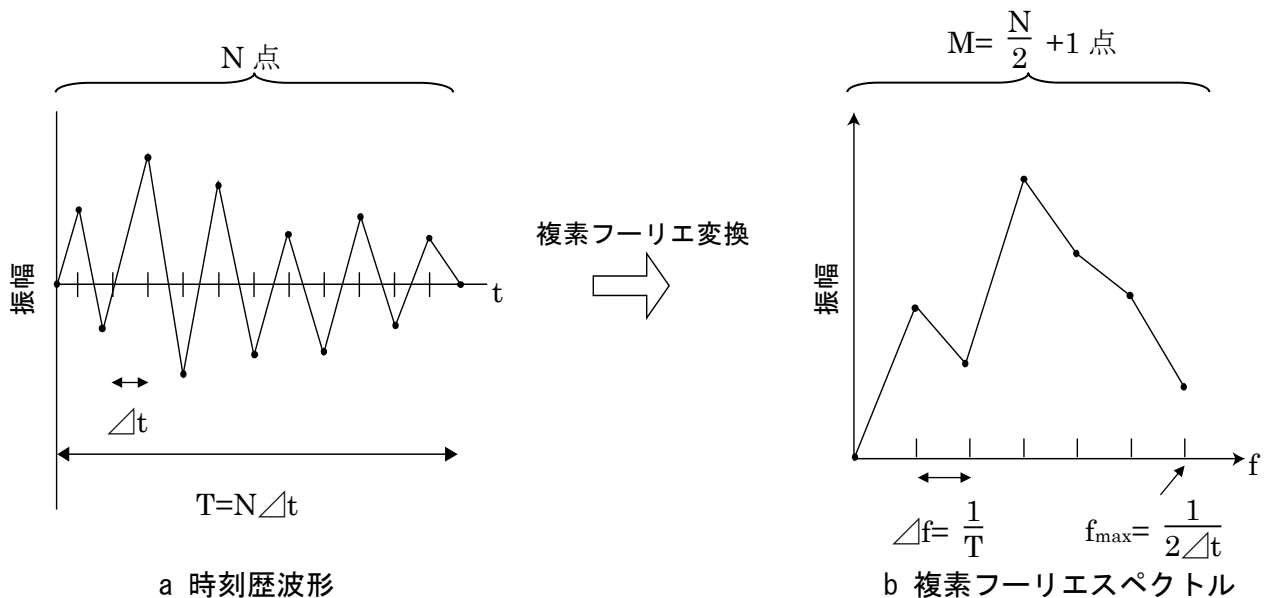


図 6.2 時刻歴とフーリエスペクトル

解析モデルの伝達関数  $A(f)$  は、入力動のフーリエスペクトル  $F(f)$  の振幅値が得られている振動数に対して計算します。すなわち、伝達関数  $A(f)$  は、振動数間隔  $\Delta f$  の  $M$  点について計算されます。例えば、 $\Delta t = 0.01$  秒、 $N = 2048$  点の入力動を考えた場合、そのフーリエスペクトルは、 $\Delta f = \frac{1}{20.48} = 0.0488\text{Hz}$ 、 $M = \frac{2048}{2} + 1 = 1025$  点、 $f_{\max} = \frac{1}{2 \times 0.01} = 50\text{Hz}$  のスペクトル値から成り、伝達関数の計算点数は 1025 点となります。

## 6.3 複素剛性係数

### 6.3.1 複素剛性係数

複素剛性係数とは、減衰定数を剛性の虚数部として表現したものです。土に関する実験データによれば、耐震工学で対象とする振動数範囲においては、土の物性に関して次式が成り立ちます。

$$\frac{\omega\eta}{G} \equiv 2\beta \quad 6.1$$

$\omega$  : 角振動数、 $\eta$  : 粘性係数  
 $G$  : 剛性係数、 $\beta$  : 減衰定数

土の粘弾性モデルとして Kelvin-Voight モデルを仮定し、(6.1) 式を用いると、

$$G^* = (1 + 2i\beta)G \quad 6.2$$

が得られます。ここに  $G^*$  が複素剛性であり、その虚数部に減衰定数を含む形になっています。本プログラムでは、(6.2) 式を改善した次式で定義される複素剛性係数も用いることが出来ます。

$$G^* = (1 - 2\beta^2 + 2i\beta\sqrt{1 - \beta^2})G \quad 6.3$$

### 6.3.2 複素剛性係数を用いた応力の出力

従来の SHAKE では、計算で求めた歪値に実剛性を乗じることによって応力を定義していました。

本プログラムでは応力を定義する際に、実剛性だけでなく複素剛性を用いた応力を定義することができます。(図 6.3)

複素剛性による応力を定義した場合、以下のような特徴があります。

- ・最大歪は変わらない。
- ・最大応力は実剛性の場合と若干異なる。
- ・歪の最大値と応力の最大値に位相差が生じる。

<実数剛性による応力>

$$\tau(t) = G\gamma(t) \quad 6.4$$

<複素剛性による応力>

$$\tau^*(t) = \sum G^*\gamma^*(f)e^{i\omega t} \quad 6.5$$

$\tau$  : せん断応力、  $\tau^*$  : 複素せん断応力

$\gamma$  : せん断歪、  $\gamma^*$  : 複素せん断歪

$G$  : 実剛性係数、  $G^*$  : 複素剛性係数

$t$  : 時間、  $f$  : 振動数

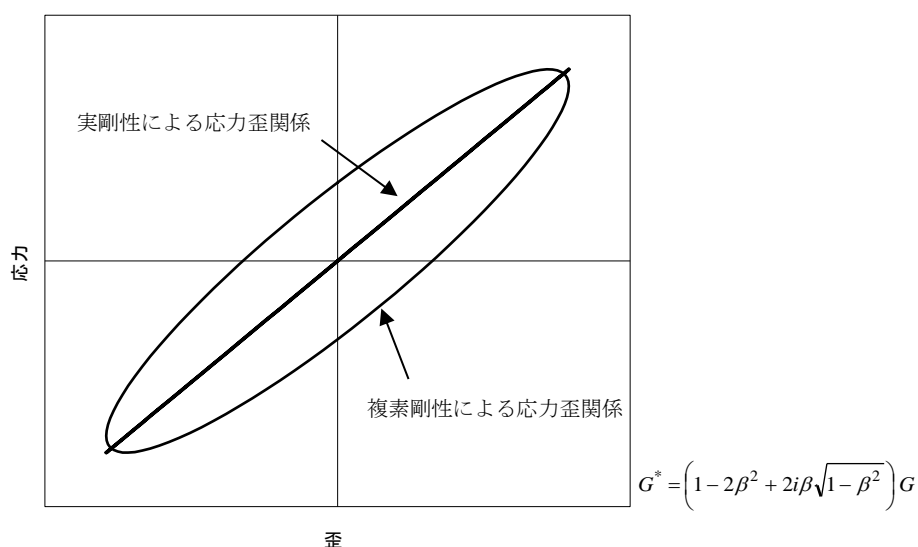


図 6.3 応力－歪関係

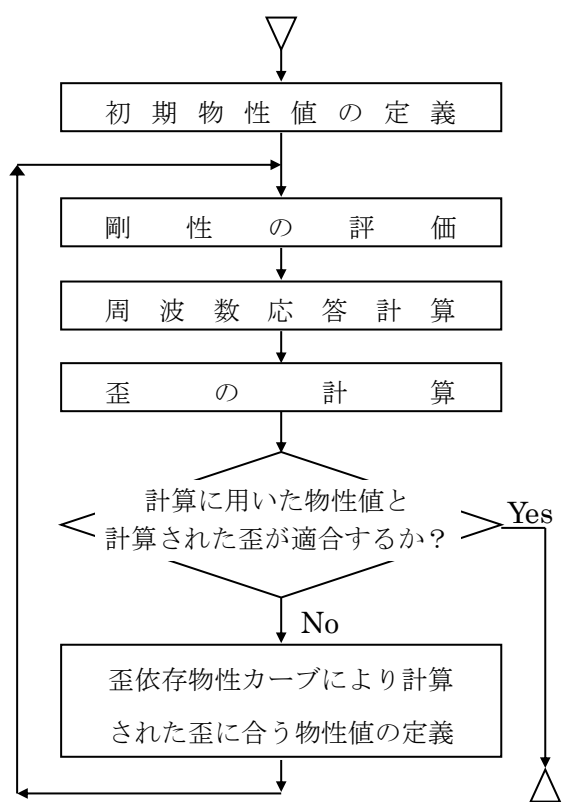


## 6.4 等価線形解析

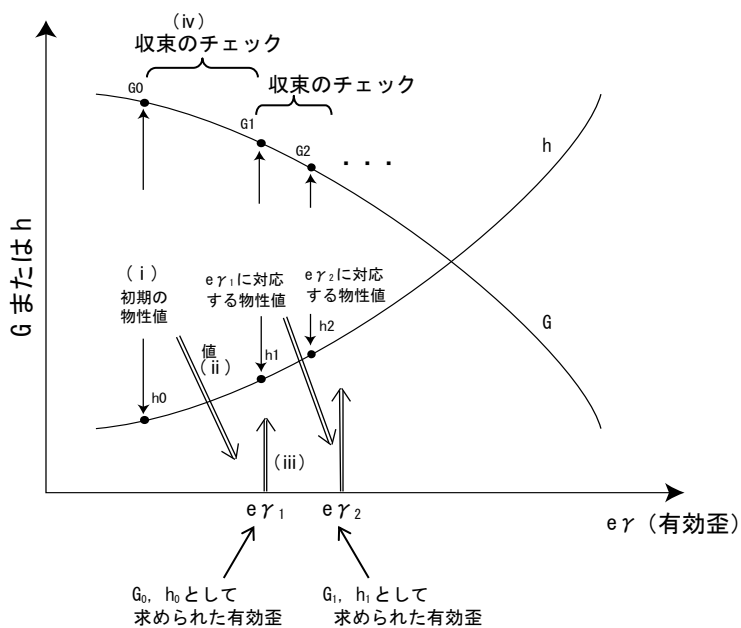
前述の如く複素応答解析法は非線形問題には適用できません。しかしながら土の非線形材料特性は動的解析において無視することはできません。そのような観点から、本プログラムでは土の非線形特性を考慮するために等価線形解析を行います。

### 6.4.1 等価線形解析の手順

等価線形解析とは、歪に依存するせん断剛性  $G$  及び減衰定数  $h$  を定義しておき (図 6.4b) 計算の結果として得られる歪と、計算に用いられた物性値が適合するまで繰り返し計算を行う手法です。(図 6.4 a)。解析の手順を以下に示します (図 6.4 b)。



a 解析のフロー



b 物性値の歪依存曲線

図 6.4 等価線形解析

- (i) 初期の物性値としてせん断剛性  $G_0$  及び減衰定数  $h_0$  を定義します。
- (ii) 応答解析を行い要素の有効歪  $e_{\gamma 1}$  を求めます。ここに有効歪は要素の最大せん断歪  $\gamma_{\max}$  の時刻歴における最大値の 65% (デフォルト値) として計算します (図 6.5)。
- (iii) 物性値の歪依存カーブより  $e_{\gamma 1}$  に対応する  $G_1$  及び  $h_1$  を求めます。
- (iv)  $G_0$  と  $G_1$  及び  $h_0$  と  $h_1$  の収束性をチェックします。収束している場合には解析を終了し、収束していない場合には  $G_1$ 、 $h_1$  を物性値として(ii)、(iii)、(iv)を繰り返します。

ここで、

$$\text{せん断剛性の収束誤差 } G_{\text{ERROR}} = (G_{\text{NEW}} - G_{\text{USED}})/G_{\text{NEW}}$$

$$\text{減衰定数の収束誤差 } h_{\text{ERROR}} = (h_{\text{NEW}} - h_{\text{USED}})/h_{\text{NEW}}$$

等価線形解析は繰り返し計算の 1 ステップごとには線形解析を行うので、重ね合せの原理に基づく複素応答解析法はそのまま利用できます。

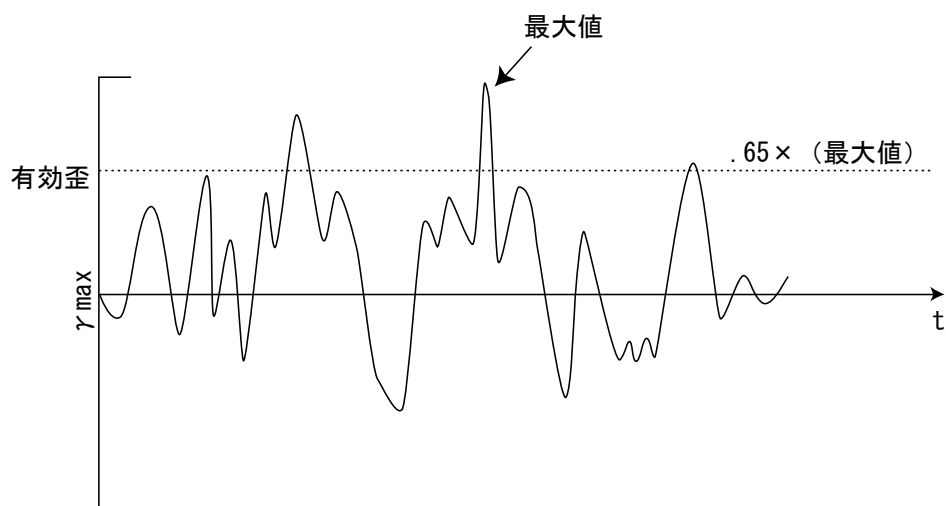


図 6.5 有効歪

### 6.4.2 最大せん断歪の算定

本プログラムにおいて等価線形解析を実施する際には、地盤の等方性を仮定し、3 方向地震入力を考慮した最大有効せん断歪によって、せん断剛性と減衰定数の歪依存特性を考慮することが出来ます。

X 方向入力により算出される応力：  $\tau_{zx}$

Y 方向入力により算出される応力：  $\tau_{yz}$

Z 方向入力により算出される応力：  $\sigma_x (= \sigma_y)$ 、 $\sigma_z$

とすると、水平成層条件により、 $\tau_{xy}=0$  となります。

また、3 次元における主応力 ( $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ ) は、以下の 3 次方程式から得られます。

$$\sigma^3 - C_1\sigma^2 + C_2\sigma - C_3 = 0 \quad 6.5$$

ここで、

$$C_1 = \sigma_x + \sigma_y + \sigma_z$$

$$C_2 = \sigma_y\sigma_z + \sigma_z\sigma_x + \sigma_x\sigma_y - \tau_{yz}^2 - \tau_{zx}^2 - \tau_{xy}^2$$

$$C_3 = \sigma_x\sigma_y\sigma_z + 2\tau_{yz}\tau_{zx}\tau_{xy} - \sigma_x\tau_{yz}^2 - \sigma_y\tau_{zx}^2 - \sigma_z\tau_{xy}^2$$

主応力 ( $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ ) を最大主応力，中間主応力，最小主応力とすると、3 次元の最大せん断応力は (6.7) 式で求められます。

$$\tau_{\max} = \frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_3) \quad 6.6$$

よって、最大せん断歪は、(6.8) 式で求められます。

$$\gamma_{\max} = \frac{1}{G}\tau_{\max} \quad 6.7$$

等価線形解析時には、上記により求められた  $\gamma_{\max}$  から有効せん断歪を算定します。

### 6.4.3 体積弾性係数一定

本プログラムでは、等価線形解析時にポアソン比を一定とする手法と体積弾性係数を一定とする手法を選択できます。体積弾性係数は（6.9）式により定義されます。

$$K = \frac{2(1+\nu_0)}{3(1-2\nu_0)} G_0 \quad 6.8$$

$K$  : 体積弾性係数、  $G_0$  : 初期せん断弾性係数、  $\nu_0$  : 初期ポアソン比

#### 6.4.4 歪依存曲線の補間

歪依存曲線は、任意歪値における  $G/G_0$  および  $h$  を離散的に定義することにより与えることになります。

定義された歪値間は、通常、内挿補間では  $\gamma$  を対数とした線形補間が用いられ、大歪領域の外挿補間では一定値が用いられますが、本プログラムでは下記に示すような補間を利用することができます。

##### (1) $G/G_0 \sim \gamma$ 曲線

<内挿補間> (表 6.1)

- ・  $G/G_0 \sim \gamma$  における直線補間 ( $G/G_0$  : 実数軸、 $\gamma$  : 対数軸)
- ・  $\tau \sim \gamma$  における直線補間 ( $\tau$  : 実数軸、 $\gamma$  : 実数軸)
- ・  $\tau \sim \gamma$  におけるペジエ関数補間 ( $\tau$  : 実数軸、 $\gamma$  : 実数軸)

<大歪領域の外挿補間> (表 6.2)

- ・  $G/G_0$  一定 ( $G/G_0 \sim \gamma$  の最大有効歪値一定)
- ・  $\tau \sim \gamma$  の傾き一定 ( $\tau \sim \gamma$  の最大有効歪での傾き一定)
- ・  $\tau$  一定 ( $\tau \sim \gamma$  の最大有効歪値一定)
- ・  $\tau \sim \gamma$  における双曲線関数補間 ( $\tau$  : 実数軸、 $\gamma$  : 実数軸)

##### (2) $h \sim \gamma$ 曲線

<内挿補間>

- ・  $h \sim \gamma$  における直線補間 ( $h$  : 実数軸、 $\gamma$  : 対数軸)
- ・ 関数 :  $h = h_c + h_0(1 - G/G_0)$  による補間  
( $h_c, h_0$  : 前後の入力点の値から求まる変数)

<大歪領域の外挿補間>

- ・  $h$  一定 ( $h \sim \gamma$  の最大有効歪値一定)
- ・ 関数 :  $h = h_c + h_0(1 - G/G_0)$  による補間  
( $h_c, h_0$  : 前後の入力点の値から求まる変数)

表 6.1  $G/G_0 \sim \gamma$  曲線の内挿補間

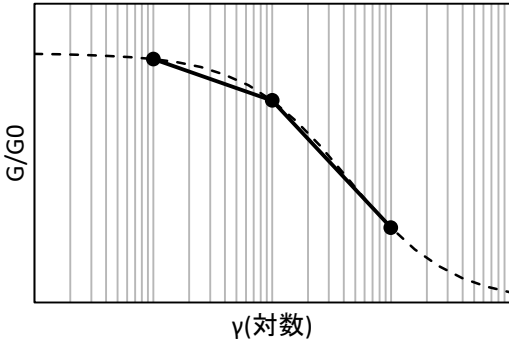
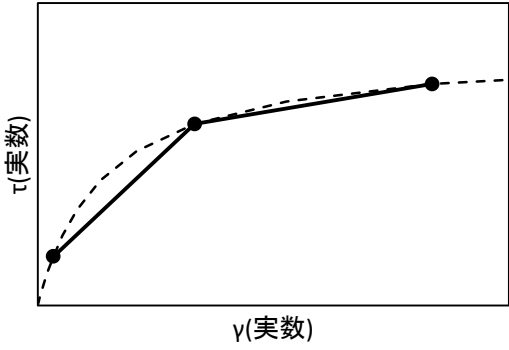
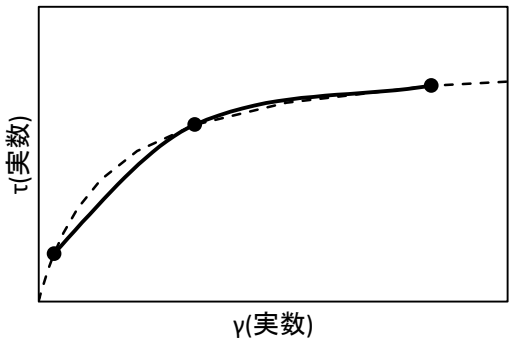
$G/G_0 \sim \gamma$ における直線補間 ( $G/G_0$ : 実数軸、 $\gamma$ : 対数軸)	
<p>&lt;<math>G/G_0 \sim \gamma</math> 関係&gt;</p>  <p>The graph shows a coordinate system with the vertical axis labeled <math>G/G_0</math> and the horizontal axis labeled <math>\gamma(\text{対数})</math>. A dashed curve represents the relationship. Two points are marked on the curve. A solid straight line segment connects these two points, representing linear interpolation on the logarithmic scale of <math>\gamma</math>.</p>	<p><math>G/G_0 \sim \gamma</math> 関係曲線上において、直線的に補間を行う。</p>
$\tau \sim \gamma$ における直線補間 ( $\tau$ : 実数軸、 $\gamma$ : 実数軸)	
<p>&lt;<math>\tau \sim \gamma</math> 関係&gt;</p>  <p>The graph shows a coordinate system with the vertical axis labeled <math>\tau(\text{実数})</math> and the horizontal axis labeled <math>\gamma(\text{実数})</math>. A dashed curve represents the relationship. Two points are marked on the curve. A solid straight line segment connects these two points, representing linear interpolation on the linear scale of both axes.</p>	<p><math>\tau \sim \gamma</math> 関係曲線上において、直線的に補間を行う。</p>
$\tau \sim \gamma$ におけるペジエ関数補間 ( $\tau$ : 実数軸、 $\gamma$ : 実数軸)	
<p>&lt;<math>\tau \sim \gamma</math> 関係&gt;</p>  <p>The graph shows a coordinate system with the vertical axis labeled <math>\tau(\text{実数})</math> and the horizontal axis labeled <math>\gamma(\text{実数})</math>. A dashed curve represents the relationship. Two points are marked on the curve. A solid curve segment connects these two points, representing cubic spline interpolation on the linear scale of both axes.</p>	<p><math>\tau \sim \gamma</math> 関係曲線上において、ペジエ曲線(3 次)による補間を行う。</p> <p>定義された 2 点間を 2 点の座標とその点における勾配を用いて曲線補間を行う。</p>

表 6.2  $G/G_0 \sim \gamma$  曲線の外挿補間

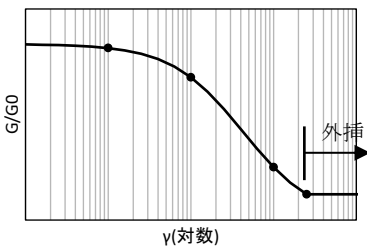
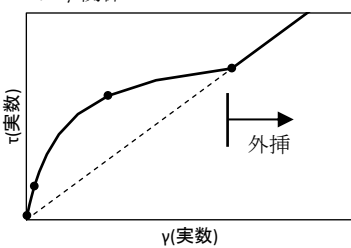
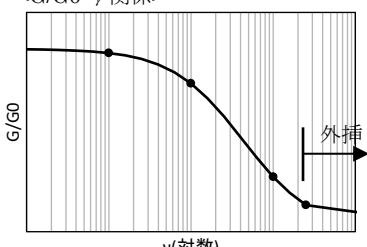
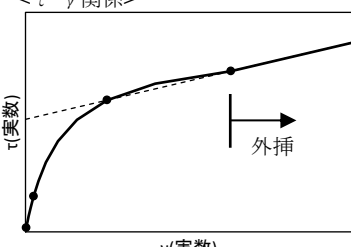
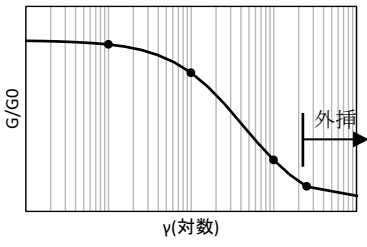
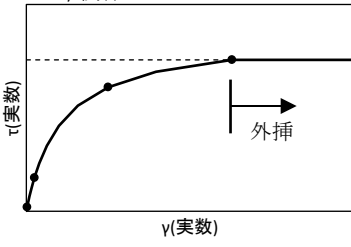
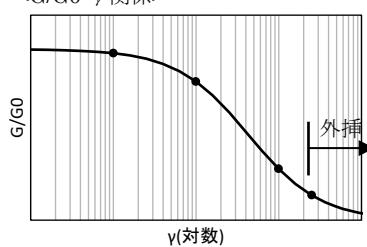
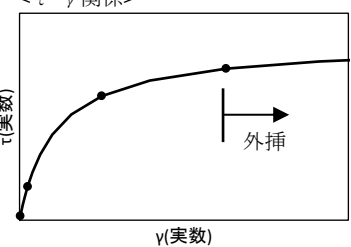
G/G <sub>0</sub> 一定 (G/G <sub>0</sub> - $\gamma$ の最大有効歪値一定)		
<p>&lt;G/G<sub>0</sub>-<math>\gamma</math> 関係&gt;</p>  <p><math>\gamma</math>(対数)</p>	<p>&lt;<math>\tau</math>-<math>\gamma</math> 関係&gt;</p>  <p><math>\gamma</math>(実数)</p>	<p>定義された最大の有効歪値より大きな歪領域において、<math>G/G_0</math>=一定値で外挿補間を行う。</p>
$\tau$ - $\gamma$ の傾き一定 ( $\tau$ - $\gamma$ の最大有効歪での傾き一定)		
<p>&lt;G/G<sub>0</sub>-<math>\gamma</math> 関係&gt;</p>  <p><math>\gamma</math>(対数)</p>	<p>&lt;<math>\tau</math>-<math>\gamma</math> 関係&gt;</p>  <p><math>\gamma</math>(実数)</p>	<p>定義された最大の有効歪値より大きな歪領域において、<math>\tau</math>-<math>\gamma</math> 関係における 1 つ前の値との傾きを一定として外挿補間を行う。</p> <p><b>*注意</b> 入力する <math>G/G_0</math> の値によっては精度を保てない場合があります。</p>
$\tau$ 一定 ( $\tau$ - $\gamma$ の最大有効歪値一定)		
<p>&lt;G/G<sub>0</sub>-<math>\gamma</math> 関係&gt;</p>  <p><math>\gamma</math>(対数)</p>	<p>&lt;<math>\tau</math>-<math>\gamma</math> 関係&gt;</p>  <p><math>\gamma</math>(実数)</p>	<p>定義された最大の有効歪値より大きな歪領域において、<math>\tau</math>-<math>\gamma</math> 関係における <math>\tau</math>=一定値で外挿補間を行う。</p>
$\tau$ - $\gamma$ における双曲線関数補間 ( $\tau$ : 実数軸、 $\gamma$ : 実数軸)		
<p>&lt;G/G<sub>0</sub>-<math>\gamma</math> 関係&gt;</p>  <p><math>\gamma</math>(対数)</p>	<p>&lt;<math>\tau</math>-<math>\gamma</math> 関係&gt;</p>  <p><math>\gamma</math>(実数)</p>	<p>定義された最大の有効歪値から設定した基準歪を用いて双曲線関数を定義し、外挿補間を行う。</p> <p><b>*注意</b> 入力する歪値の値によっては精度を保てない場合があります。</p>

表 6.3 プログラムにおける歪依存曲線の補間組み合わせ

◇G/G0～ $\gamma$  関係

小歪領域の 外挿補間		内挿補間		大歪領域の 外挿補間	
-	最小有効歪値における値で一定	0	G/G0- $\gamma$ における直線補間 G/G0 : 実数軸 $\gamma$ : 対数軸	0	G/G0 一定 (G/G0～ $\gamma$ の最大有効歪値一定)
				1	$\tau$ - $\gamma$ の傾き一定 ( $\tau$ ～ $\gamma$ の最大有効歪での傾き一定)
				2	$\tau$ 一定 ( $\tau$ ～ $\gamma$ の最大有効歪値一定)
		1	$\tau$ - $\gamma$ における直線補間 $\tau$ : 実数軸 $\gamma$ : 実数軸	0	G/G0 一定 (G/G0～ $\gamma$ の最大歪での値一定)
				1	$\tau$ - $\gamma$ の傾き一定 ( $\tau$ ～ $\gamma$ の最大有効歪での傾き一定)
				2	$\tau$ 一定 ( $\tau$ ～ $\gamma$ の最大有効歪値一定)
		2	$\tau$ - $\gamma$ におけるベジエ関数補間 $\tau$ : 実数軸 $\gamma$ : 実数軸	-	$\tau$ - $\gamma$ における双曲線関数補間 $\tau$ : 実数軸 $\gamma$ : 実数軸

◇h～ $\gamma$  関係

小歪領域の 外挿補間		内挿補間		大歪領域の 外挿補間	
-	最小有効歪値における値で一定	0	h- $\gamma$ における直線補間 h : 実数軸 $\gamma$ : 対数軸	0	h 一定 (h～ $\gamma$ の最大有効歪値一定)
				1,2	関数による補間 $h=h_c+h_0(1-G/G_0)$
		1	関数による補間 $h=h_c+h_0(1-G/G_0)$	0	h 一定 (h～ $\gamma$ の最大歪での値一定)
				1,2	関数による補間 $h=h_c+h_0(1-G/G_0)$
		2	関数による補間 $h=h_c+h_0(1-G/G_0)$	-	関数による補間 $h=h_c+h_0(1-G/G_0)$

\* $h_c$ ,  $h_0$  : 前後の入力点の値から求まる変数



## 7 動作環境および制約事項

### <動作環境>

- ・ OS Windows XP, Windows Vista,  
Windows 7, Windows 8, Windows 8.1,  
Windows 10
- ・ CPU Pentium II 以上
- ・ メモリ 64MB 以上
- ・ ハードディスク システムインストールに 10MB  
一つの解析に必要なディスクスペースは、解析モデルや結果出力数により異なりますが、概算 50MB と考えられます。
- ・ ポート 本プログラムは、USB ポートに接続するプロテクション (HASP※) を使用します。これらのポートがないパソコンは使用できません。  
※ HASP は、SafeNet 社が開発したプロテクションシステムです。
- ・ 関連ソフトウェア Microsoft Excel 2000, 2003, 2007, 2010, 2013  
※ Microsoft Excel は、Microsoft 社が開発したソフトウェアです。

### <制限事項>

- ・ 解析層数 最大 200 層
- ・ 入力地震動のデータ点数 65536 以下
- ・ 解析振動数の最大計算点数 65536 以下
- ・ 解析振動数の上限  $1/(2 \times \text{時間刻み})\text{Hz}$
- ・ 解析振動数の下限  $1/(\text{時間刻み} \times \text{計算点数})\text{Hz}$
- ・ 解析結果出力項目 応答スペクトル、伝達関数、時刻歴、最大値  
最終物性値 (せん断波速度、減衰)

解析振動数の計算点数は、以下で定義されます。

(解析振動数の計算点数)

$$=(\text{最大解析振動数 } F_{\max}) \times (\text{時間刻み } \Delta t) \times (\text{地震動データ点数 } N) + 1$$

## 8 入力データ書式

入力データ項目を表 8.1 に示し、入力データをデータシート形式で以下に説明します。

なお、単位系は重量および長さについては任意単位系、時間は sec となります。デフォルトでは重力加速度が 9.80 (8-2 頁参照) となっておりますので、使用する単位系に合わせて変更してください。

表 8.1 入力データ項目

	頁
初期設定 .....	8-2
OPTION 1 : 入力動指定 .....	8-3
OPTION 2 : 層物性指定 .....	8-5
OPTION 3 : 入力動既定位置指定 .....	8-6
OPTION 4 : 等価線形解析設定 .....	8-7
OPTION 5 : 加速度の計算 (複数回指定可能) .....	8-8
OPTION 8 : 歪依存特性設定 .....	8-9
OPTION 9 : 応答スペクトルの計算 (複数回指定可能) .....	8-12
OPTION 15 : 指定振動数による 2 層間の伝達関数の計算 (複数回指定可能) ....	8-14
OPTION 16 : 歪・応力の計算 (複数回指定可能) .....	8-15
OPTION 18 : 速度の計算 (複数回指定可能) .....	8-16
OPTION 19 : 変位の計算 (複数回指定可能) .....	8-17
OPTION 20 : テキストファイル (*.T07) 出力指定 .....	8-18
OPTION 21 : 複素弾性係数を用いた応力・歪の計算 .....	8-19
OPTION 30 : 入力動にかけるフィルターの指定 .....	8-20

\*各オプションで入力順序の指定はありません。

12

23

34

45

67

78

89

910

1112

1314

1516

1718

1920

2122

2324

2526

2728

2930

3132

3334

3536

3738

3940

4142

4344

4546

4748

4950

5152

5354

5556

5758

5960

6162

6364

6566

6768

6970

7172

7374

7576

7778

7980

フーリエ変換に  
用いる点数の  
最大値

重力加速度

複素剛性係  
数

MAMAX

GTT

KEYDAMPR

(15)

(10X)

(10X)

(5X)

(F10.0)

(15)

MAMAX

フーリエ変換に用いる値の最大数。32以上、32768以下の2<sup>n</sup>の値(例 512,1024,2048)を入力します。

GTT

重力加速度。ブランクの場合、9.8。

KEYDAMPR

複素剛性係数、 $0:G(1-2\beta^2+2i\beta(1-\beta^2)^{1/2}) / 1:G(1+2i\beta)$

※ 1カラム目に‘\*’を入力することにより、データにコメントを入れることができます。  
コメントは、データの途中でも構いません。

12

23

34

45

67

78

89

910

1112

1314

1516

1718

1920

2122

2324

2526

2728

2930

3132

3334

3536

3738

3940

4142

4344

4546

4748

4950

5152

5354

5556

5758

5960

6162

6364

6566

6768

6970

7172

7374

7576

7778

7980

オプション  
番号

OPT

KK

(A3)

(I2)

KK

1:入力動指定

2:層物性指定

3:入力動規定位置指定

4:等価線形解析設定

5:加速度の計算(複数回指定可能)

8:歪依存特性設定

9:応答スペクトルの計算(複数回指定可能)

15:指定振動数による2層間の伝達関数の計算(複数回指定可能)

16:歪・応力の計算(複数回指定可能)

17:絶対変位の計算(複数回指定可能)

18:絶対速度の計算(複数回指定可能)

19:相対変位の計算(複数回指定可能)

20:テキストファイル(\*.T07)出力指定

21:複素弾性係数を用いた応力・歪の計算(複数回指定可能)

このデータを先頭に、各オプションの入力データを設定して下さい。入力順序の指定はありません。

線形の場合、OPTION 1.2.3が必須、非線形の場合、OPTION 1.2.3.4.8が必須オプションとなります。

OPTION 5.9.15.16.17.18.19.21はデータを複数回指定することができます。



《OPTION1》[3]Y方向入力動指定																																																																															
Y方向 入力動の指 定	Y方向入力動ファイル名																																																																														
INWFLG(2)	FNAME(2)																																																																														
(I5)	(A240)																																																																														
Y方向 入力動に対する倍率	Y方向入力動最大値	読み飛ばし 行数	フォーマット																																																																												
XF(2)	XMAX(2)	NSKIP(2)	FMT(2)																																																																												
(F10.0)	(F10.0)	(I5)	(5A4)																																																																												

《OPTION1》[4]Z方向入力動指定																																																																															
Z方向 入力動の指 定	Z方向入力動ファイル名																																																																														
INWFLG(3)	FNAME(3)																																																																														
(I5)	(A240)																																																																														
Z方向 入力動に対する倍率	Z方向入力動最大値	読み飛ばし 行数	フォーマット																																																																												
XF(3)	XMAX(3)	NSKIP(3)	FMT(3)																																																																												
(F10.0)	(F10.0)	(I5)	(5A4)																																																																												

《OPTION2》[1]層物性指定・層数設定

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
					層の数										層のプロファイル名																														地表面上載圧 (W/L2)							フラグ																											
					ML										IDNT																														OBP							NFLG																											
(5X)					(15)					(5X)					(6A4)																														(F10.0)					(2X)		(311)																											

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

ML

:

層の数。最大200層。

IDNT

:

層のプロファイル名。

OBP

:

地表面上載圧(W/L<sup>2</sup>)。

NFLG

:

地表面上載圧入力フラグ。      1カラム目: X方向上載圧の入力フラグ    0: 無し    1: 有り  
2カラム目: Y方向上載圧の入力フラグ    0: 無し    1: 有り  
3カラム目: Z方向上載圧の入力フラグ    0: 無し    1: 有り

《OPTION2》[2]層物性指定・詳細設定 ※層の数ML回繰返します。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
層番号	歪依存特性 番号	層の厚さ	単位体積重量	初期せん断弾性 係数	初期S波速度	初期 ポアソン比もしくは P波速度	初期せん断方向 減衰定数	縦波(Vp)の 初期減衰定数	フラ グ																																																																						
K	JCARV0	HL	W	GMOD	VS	POM	B	BO	KBO																																																																						
(15)	(15)	(F10.0)	(F10.0)	(F10.0)	(F10.0)	(F10.0)	(F10.0)	(F8.0)	(12)																																																																						

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

K

:

層番号。1から連番、昇順。飛び番不可となります。

JCARV0

:

0:歪依存特性を有しない、線形解析をする。 / 1以上:等価線形解析の歪依存特性番号。  
/ -1以下:体積弾性率を一定にする場合の等価線形解析、－(負)を付けた歪依存特性番号。  
歪依存特性番号は、OPTION8で指定した順序が番号の値となります。

HL

:

層の厚さ。

W

:

単位体積重量(重力加速度=1の場合、質量密度となります。)

GMOD

:

初期せん断弾性係数。  
入力は「せん断弾性係数+ポアソン比」か「S波速度+P波速度」のどちらかとなります。  
せん断弾性係数、S波速度の両方が入力された場合、「せん断弾性係数 + ポアソン比」のデータが優先されます。

Vs

:

初期S波速度。

POM

:

ポアソン比もしくはP波速度。初期せん断弾性係数を入力した場合はポアソン比、  
初期S波速度を入力した場合は、初期P波速度を計算する。

B

:

初期せん断方向減衰係数。(例 3.0%の場合、0.03と入力)

BO

:

縦波(Vp)の初期減衰定数。※歪依存性を考慮できません。

KBO

:

縦波(Vp)の減衰定数入力フラグ。                      0:VpもVsと同じ減衰定数を用いる。(BO=B)  
1:VpとVsで別々の減衰を用いる。

《OPTION3》入力動規定位置指定

入力動を与える層番号	層タイプ	
IN	INT	
(15)	(15)	

IN

:

入力動を与える層番号。

INT

:

層タイプ。0:Outcropping sublayer (2E) / 1:sublayer within profile (E+F)

《OPTION4》等価線形解析設定							
最終物性出力フラグ	最大繰返し計算回数	等価線形解析の繰返し計算における許容誤差(%)	有効歪と最大歪の比	応力出力フラグ	応力出力位置指定フラグ	繰返し計算に用いる最大歪	
KS	ITMAX	ERR	PRMUL	KSIG	NOUT	NFLG_IT	
(I5)	(I5)	(f10.0)	(f10.0)	(I5)	(I5)	(I5)	
<div> <div> <div>KS</div> <div>最終物性出力フラグ。0:最終物性をU07ファイルへ出力しない / 1:出力する</div> </div> <div> <div>ITMAX</div> <div>最大繰返し計算回数。デフォルト 1。</div> </div> <div> <div>ERR</div> <div>等価線形解析の繰返し計算における許容誤差(%)。デフォルト 5%。</div> </div> <div> <div>PRMUL</div> <div>有効歪と最大歪の比。デフォルト 0.65。</div> </div> <div> <div>KSIG</div> <div>           応力出力フラグ。結果ファイルに出力する応力タイプを選択します。            0:τ =Gγ で算出            1:τ =G*γ で算出 G*:複素せん断弾性係数         </div> </div> <div> <div>NOUT</div> <div>           応力出力位置指定フラグ。            0:層中央(デフォルト)            1:層上端            2:層下端            ※歪は層中央のみの出力になります。等価線形解析に用いる有効歪は必ず層中央位置に関して算定されます。         </div> </div> <div> <div>NFLG_IT</div> <div>           繰返し計算に用いる最大歪の選択            =0:γ max(デフォルト)、=1:γ yz、=2:γ zx         </div> </div> </div>							



## 《OPTION5》[1]加速度の計算・層数設定

[illegible]

MAXDATA	:	加速度を出力する層の数。最大200層。
KIJUNL	:	基準とする層番号。(0のとき絶対加速度)
KIJUNT	:	基準とする層の層タイプ。0:Outcropping sublayer (2E) / 1:sublayer within profile (E+F)

## 《OPTION5》[2]加速度の計算・詳細設定

[illegible]

LL5A : 加速度を計算する層番号。  
LT5A : 層タイプ。0:Outcropping sublayer (2E) / 1:sublayer within profile (E+F)  
LP5A : 出力フラグ。0:最大値のみの出力 / 1:最大値、時刻歴(U07)の出力

《OPTION8》〔1〕歪依存特性設定																																																																															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
歪依存特性データ数																																																																															
NSOILT																																																																															
(15)																																																																															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
<div>NSOILT        ;    歪依存特性データ数。最大200。</div>																																																																															
<div>OPTION8カード〔2〕〔3〕を1セットで指定した順序に歪依存特性番号が設定されます。</div>																																																																															

《OPTION8》[2]歪依存特性・剛性低下率設定 ※カード[2][3]を1セットとしてNSOILT回繰返します。

歪のデータ数		剛性低下率カーブのプロファイル名		内挿補間フラグ	外挿補間フラグ
NV1(L)		ID1(L)		INTERP	MEXTR
(15)	(5X)	(11A4)		(15)	(15)

歪(%) (1行8データ、以降NV1(L)まで改行繰返し)

X1(L1)	X1(L2)	X1(L3)	X1(L4)	X1(L5)	X1(L6)	X1(L7)	X1(L8)
(F10.0)	(F10.0)	(F10.0)	(F10.0)	(F10.0)	(F10.0)	(F10.0)	(F10.0)

剛性低下率 (1行8データ、以降NV1(L)まで改行繰返し)

Y1(L1)	Y1(L2)	Y1(L3)	Y1(L4)	Y1(L5)	Y1(L6)	Y1(L7)	Y1(L8)
(F10.0)	(F10.0)	(F10.0)	(F10.0)	(F10.0)	(F10.0)	(F10.0)	(F10.0)

NV1 : 歪、剛性低下率のデータ数、最大40

ID1 : カーブプロファイル名。

X1 : 歪値(%)

Y1 : 剛性低下率

INTERP : 内挿補間フラグ。内挿補間に用いる補間関数を選択します。

0:  $G/G_0 - \log(\gamma)$  および  $\beta = \log(\gamma)$  の線形補間

1:  $\tau - \gamma$  における線形補間、 $\beta = \beta_0(1 - G/G_0)$

2:  $\tau - \gamma$  におけるベジェ補間、 $\beta = \beta_0(1 - G/G_0)$  (外挿補間は双曲線補間)

MEXTR : 外挿補間フラグ。外挿補間に用いる補間関数を選択します。

但し、INTERP=2の場合、外挿補間はこの値に寄らず双曲線補間となります。

0:  $G/G_0 = \text{constant}$ 、 $\beta = \text{constant}$

1:  $\tau = \text{constant}$ 、 $\beta = \beta_0(1 - G/G_0)$

2:  $\tau = \text{constant}$ 、 $\beta = \beta_0(1 - G/G_0)$

	小歪領域の外挿補間	内挿補間	大歪領域の外挿補間	
G/G <sub>0</sub> ~ $\gamma$ 関係	最小有効歪値における値で一定	0	G/G <sub>0</sub> - $\gamma$ における直線補間 G/G <sub>0</sub> : 実数軸 $\gamma$ : 対数軸	
			0	G/G <sub>0</sub> 一定 (G/G <sub>0</sub> ~ $\gamma$ の最大有効歪値一定)
			1	$\tau - \gamma$ の傾き一定 ( $\tau - \gamma$ の最大有効歪での傾き一定)
		1	$\tau - \gamma$ における直線補間 $\tau$ : 実数軸 $\gamma$ : 実数軸	
			0	G/G <sub>0</sub> 一定 (G/G <sub>0</sub> ~ $\gamma$ の最大歪での値一定)
			1	$\tau - \gamma$ の傾き一定 ( $\tau - \gamma$ の最大有効歪での傾き一定)
2	$\tau - \gamma$ におけるベジェ関数補間 $\tau$ : 実数軸 $\gamma$ : 実数軸			
	-	$\tau - \gamma$ における双曲線関数補間 $\tau$ : 実数軸 $\gamma$ : 実数軸		
	h ~ $\gamma$ 関係	最小有効歪値における値で一定	0	h - $\gamma$ における直線補間 h: 実数軸 $\gamma$ : 対数軸
0				h一定 (h ~ $\gamma$ の最大有効歪値一定)
1.2				関数による補間 $h = h_C + h_0(1 - G/G_0)$
1			関数による補間 $h = h_C + h_0(1 - G/G_0)$	
			0	h一定 (h ~ $\gamma$ の最大歪での値一定)
			1.2	関数による補間 $h = h_C + h_0(1 - G/G_0)$
2	関数による補間 $h = h_C + h_0(1 - G/G_0)$			
	-	関数による補間 $h = h_C + h_0(1 - G/G_0)$		

《OPTION8》〔3〕歪依存特性・減衰設定																																																																															
歪のデータ数	減衰カーブのプロファイル名																																																																														
NV2(L)	ID2(L)																																																																														
(I5)	(5X)	(11A4)																																																																													
歪(%) (1行8データ、以降NV2(L)まで改行繰返し)																																																																															
X2(L1)										X2(L2)										X2(L3)										X2(L4)										X2(L5)										X2(L6)										X2(L7)										X2(L8)									
(F10.0)										(F10.0)										(F10.0)										(F10.0)										(F10.0)										(F10.0)										(F10.0)										(F10.0)									
減衰定数(%) (1行8データ、以降NV2(L)まで改行繰返し)																																																																															
Y2(L1)										Y2(L2)										Y2(L3)										Y2(L4)										Y2(L5)										Y2(L6)										Y2(L7)										Y2(L8)									
(F10.0)										(F10.0)										(F10.0)										(F10.0)										(F10.0)										(F10.0)										(F10.0)										(F10.0)									
NV2       :   歪、減衰定数のデータ数、最大40  ID2       :   カーブプロファイル名。 X2       :   歪値(%) Y2       :   減衰定数(%)																																																																															



《OPTION9》[3]応答スペクトルの計算・減衰設定

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

減衰定数 (ND個)

ZLD(1)					ZLD(2)					ZLD(3)					ZLD(4)					ZLD(5)					ZLD(6)					ZLD(7)					ZLD(8)																																												
(F10.0)					(F10.0)					(F10.0)					(F10.0)					(F10.0)					(F10.0)					(F10.0)					(F10.0)																																												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80

ZLD            ;    応答スペクトル解析用減衰定数(例 3.0%の場合、0.03と入力)

[illegible]

LIN	:	基準層番号
LINT	:	基準層タイプ。0:Outcropping sublayer (2E) / 1:sublayer within profile (E+F)
LOUT	:	層番号
LOTP	:	層タイプ。0:Outcropping sublayer (2E) / 1:sublayer within profile (E+F)
KP	:	伝達関数周波数歴出力フラグ、0:周波数歴をU07ファイルへ出力しない / 1:出力する
DFA	:	振動数刻み
IDAMP	:	データのプロファイル名





《OPTION18》〔1〕速度の計算・層数設定

速度を出力する層の数	基準とする層番号	基準とする層タイプ	
MAXDATV	KIJUNL	KIJUNT	
(15)	(15)	(15)	

MAXDATV : 速度を出力する層の数。最大200層。

KIJUNL : 基準とする層番号。(0のとき絶対速度)

KIJUNT : 基準とする層の層タイプ。0:Outcropping sublayer (2E) / 1:sublayer within profile (E+F)

《OPTION18》〔2〕速度の計算・詳細設定

速度を計算する層番号(1行15データ、以降MAXDATVまで改行繰返し)															
LL5V	LL5V	LL5V	LL5V	LL5V	LL5V	LL5V	LL5V	LL5V	LL5V	LL5V	LL5V	LL5V	LL5V	LL5V	
(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	

層タイプ(1行15データ、以降MAXDATVまで改行繰返し)															
LT5V	LT5V	LT5V	LT5V	LT5V	LT5V	LT5V	LT5V	LT5V	LT5V	LT5V	LT5V	LT5V	LT5V	LT5V	
(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	

出力フラグ(1行15データ、以降MAXDATVまで改行繰返し)															
LP5V	LP5V	LP5V	LP5V	LP5V	LP5V	LP5V	LP5V	LP5V	LP5V	LP5V	LP5V	LP5V	LP5V	LP5V	
(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	

LL5V : 速度を計算する層番号。

LT5V : 層タイプ。0:Outcropping sublayer (2E) / 1:sublayer within profile (E+F)

LP5V : 出力フラグ。0:最大値のみの出力 / 1:最大値、時刻歴(U07)の出力

## 《OPTION19》[1]変位の計算・層数設定

[illegible]

MAXDATR	:	変位を出力する層の数。最大200層。
KIJUNL	:	基準とする層番号。(0のとき絶対変位)
KIJUNT	:	基準とする層の層タイプ。0:Outcropping sublayer (2E) / 1:sublayer within profile (E+F)

## 《OPTION19》[2]変位の計算・詳細設定

[illegible]

LL5R : 変位を計算する層番号。  
LT5R : 層タイプ。0:Outcropping sublayer (2E) / 1:sublayer within profile (E+F)  
LP5R : 出力フラグ。0:最大値のみの出力 / 1:最大値、時刻歴(U07)の出力

《OPTION20》テキストファイル(*.T07)出力指定																																																																															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
テキストファイル 出力フラグ																																																																															
IFLGT7																																																																															
(15)																																																																															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
<p>IFLGT7            ;        時刻歴テキストファイル出力フラグ。0:テキストファイルを出力しない / 1:出力する</p>																																																																															



# 《OPTION30》[1]入力動にけるフィルターの指定

低振動数側 フィルター指 定	指定振動数1	指定振動数2	
NSCL	F1	F2	
(15)	(F100)	(F10.0)	

NSCL ; 低振動数側のフィルター指定  
 =0 : フィルターカットしない(デフォルト)  
 =1 : ローカットフィルター  
 =2 : 台形フィルター

F1 ; 指定振動数F1(Hz)  
 F2 ; 指定振動数F2(Hz)

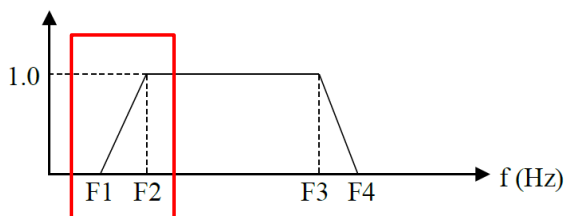


図 台形フィルター

※フィルター処理を行わない場合、このオプションは省略可能です。  
 ※高振動数側にのみフィルターを適用したい場合は、NSCL=0の入力が必要です。  
 ※NSCL=0の場合、F1、F2は指定する必要はありません。  
 ※NSCL=1の場合、F2は指定する必要はありません。(F1(Hz)より小さい振動数をカット)  
 ※全方向の入力波形に対して同じフィルターが適用されます。

# 《OPTION30》[2]入力動にけるフィルターの指定

高振動数側 フィルター指 定	指定振動数3	指定振動数4	
NSCH	F3	F4	
(15)	(F100)	(F10.0)	

NSCH ; 高振動数側のフィルター指定  
 =0 : フィルターカットしない(デフォルト)  
 =1 : ローカットフィルター  
 =2 : 台形フィルター

F1 ; 指定振動数F3(Hz)  
 F2 ; 指定振動数F4(Hz)

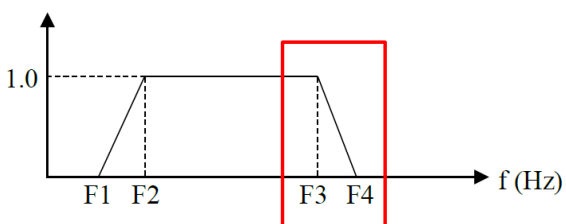


図 台形フィルター

※低振動数側にのみフィルターを適用する場合、NSCH=0の入力が必要です。  
 ※NSCH=0の場合、F3、F4は指定する必要はありません。  
 ※NSCH=1の場合、F4は指定する必要はありません。(F3(Hz)より大きい振動数をカット)

## 9 ファイル出力

出力は結果リストファイル（\*.OUT）、プリンタ出力ファイル（\*.T07）およびバイナリ出力ファイル（\*.U07）が出力されます。

なお、各ファイルに出力される時刻は（出力ステップ×時間刻み）で計算されています。

### 9.1 プリンタ出力（\*.T07）

プリンタ出力ファイルには、出力指定層の伝達関数、時刻歴および応答スペクトルが出力されます。

出力データをデータシート形式で以下に説明します。

《MATデータ》[1]																																																																															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
最終物性データ	次に続くデータ行数																																																																														
MAT	-																																																																														
(A4)	(I5)																																																																														
《MATデータ》[2]																																																																															
タ	層の数	タ	層のプロファイル名																				入力動タイトル																																																								
タ	ML	タ	IDNT																				TITLE(1.4)																																																								
(I5)	(I5)	(I5)	(6A4)																				(4A4)																																																								
《MATデータ》[3] ※層の数ML回繰り返します。																																																																															
層番号	歪依存特性番号※1	層の厚さ	単位体積重量	最終せん断弾性係数	最終せん断方向減衰定数	ポアソン比※2																																																																									
K	JCARV0	HL	W	-	-	-																																																																									
(I5)	(I5)	(1PE13.5)	(1PE13.5)	(1PE13.5)	(1PE13.5)	(1PE13.5)																																																																									
767777878798081828384858687888990919293949596979899101121314151617181920212223242526272829303132333435363738394041424344454647484950515253545556575859606162636465666768697071727374757677787980																																																																															
最大歪(%)	最大応力	最終S波速度	最終P波速度	体積弾性率	※1 体積弾性率一定の場合、負(-)となります。																																																																										
-	-	-	-	-	※2 体積弾性率一定の場合、最終ポアソン比となります。																																																																										
(1PE13.5)	(1PE13.5)	(1PE13.5)	(1PE13.5)	(1PE13.5)																																																																											

《AMPLデータ》[1]

伝達関数データ	次に続くデータ行数	基準層番号※1	層番号※1	基準層の座標	層の座標	方向
AMPL	-	LIN	LOUT	-	-	※2
(A4)	(I5)	(I5)	(I5)	(1PE10.3)	(1PE10.3)	(4X)

※1 Outcropping sublayerの場合、負(-)となります。  
 ※2 入力動の方向“X”“Y”“Z”いずれかとなります。

《AMPLデータ》[2]

振動数刻み	データのプロファイル名	データ点数	開始振動数	終了振動数
DFA	IDAMP(1:7)	-	-	-
(1PE12.5)	(7A4)	(I5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)

《AMPLデータ》[3] ※“データ点数”まで繰り返します。

伝達関数絶対値(1行6データ、以降“データ点数”まで改行繰返し)					
-	-	-	-	-	-
(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)

《AMPLデータ》[4] ※“データ点数”まで繰り返します。

伝達関数位相(degree)(1行6データ、以降“データ点数”まで改行繰返し)					
-	-	-	-	-	-
(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)

《WAVEデータ》[1]																																																																																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	
加速度データ	次に続くデータ行数	層番号※1	層番号※1	層の座標	方向		※1 Outcropping sublayerの場合、負(-)となります。																																																																									
WAVE	-	LL5A(I)	LL5A(I)	-			※2 入力動の方向“X”“Y”“Z”いずれかとなります。																																																																									
(A4)	(I5)	(I5)	(I5)	(1PE10.3)	(4X)		(A)																																																																									

《WAVEデータ》[2]																																																																															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
																														(固定文字列)										最大加速度										フーリエ変換に用いる点数										入力動の時間刻み(sec)																			
																														XMA X=										-																				MA										DT									
(21X)																														(A6)										(1PE12.5)										∞										(I5)										(1PE12.5)									

《WAVEデータ》[3]																																																																																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80		
(固定文字列)																																																							層番号	(固定文字列)	層のプロファイル名																								
ACCELERATION VALUES AT OUTCROPPING IN LAYER																																																							LL5A(I)	-	IDNT																								
(A48)																																																							(I3)	(A3)	(6A4)																								

《WAVEデータ》[4] ※フーリエ変換に用いる点数MAまで繰り返します。																																																																																																								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80																									
加速度時刻歴(1行6データ、以降フーリエ変換に用いる点数MAまで改行繰返し)																																																																	行番号																																							
-															-															-															-															-															-															-														
(1PE12.5)															(1PE12.5)															(1PE12.5)															(1PE12.5)															(1PE12.5)															(1PE12.5)															(18)														



《WVELデータ》〔1〕

速度データ	次に続くデータ行数	層番号※1	層番号※1	層の座標	方向	※1 Outcropping sublayerの場合、負(-)となります。 ※2 入力動の方向“X”“Y”“Z”いずれかとなります。
WVEL	-	LL5V(I)	LL5V(I)	-	※2	
(A4)	(I5)	(I5)	(I5)	(1PE10.3)	(4X)	(A)

《WVELデータ》〔2〕

	(固定文字列)	最大速度	フーリエ変換に用いる点数	入力動の時間刻み(sec)	
XMA X=		-	MA	DT	
(21X)	(A6)	(1PE12.5)	(I5)	(1PE12.5)	

《WVELデータ》〔3〕

(固定文字列)	層番号	(固定文字列)	層のプロファイル名	
VELOCITY VALUES AT OUTCROPPING IN MOTION IN LAYER	LL5V(I)	-	IDNT	
(A44)	(I3)	(A3)	(6A4)	

《WVELデータ》〔4〕 ※フーリエ変換に用いる点数MAまで繰り返します。

速度時刻歴(1行6データ、以降フーリエ変換に用いる点数MAまで改行繰返し)						行番号
-	-	-	-	-	-	-
(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(I8)

《WDSPデータ》[1]

変位データ	次に続くデータ行数	層番号※1	層番号※1	層の座標	方向	※1 Outcropping sublayerの場合、負(-)となります。
WDSP	-	LL5D(I)	LL5D(I)	-	※2	※2 入力動の方向“X”“Y”“Z”いずれかとなります。
(A4)	(I5)	(I5)	(I5)	(1PE10.3)	(4X)	(A)

《WDSPデータ》[2]

	(固定文字列)	最大変位	フーリエ変換に用いる点数	入力動の時間刻み(sec)
XMA X=	-	MA	DT	
(21X)	(A6)	(1PE12.5)	(I5)	(1PE12.5)

《WDSPデータ》[3]

(固定文字列)	層番号	(固定文字列)	層のプロファイル名
DISPLACEMENT VALUES AT OUTCROPPING IN LAYER	LL5D(I)	-	IDNT
(A48)	(I3)	(A3)	(6A4)

《WDSPデータ》[4] ※フーリエ変換に用いる点数MAまで繰り返します。

変位時刻歴(1行6データ、以降フーリエ変換に用いる点数MAまで改行繰り返し)						行番号
-	-	-	-	-	-	-
(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(I8)

《RACCデータ》〔4〕 ※フーリエ変換に用いる点数MAまで繰り返します。																																																																																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	
相対加速度時刻歴(1行6データ、以降フーリエ変換に用いる点数MAまで改行繰返し)																																																																															行番号	
-																-																-																-																-																-
(1PE12.5)																(1PE12.5)																(1PE12.5)																(1PE12.5)																(1PE12.5)																(18)

《RVELデータ》[1]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
<table border="1"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td><td>40</td><td>41</td><td>42</td><td>43</td><td>44</td><td>45</td><td>46</td><td>47</td><td>48</td><td>49</td><td>50</td><td>51</td><td>52</td><td>53</td><td>54</td><td>55</td><td>56</td><td>57</td><td>58</td><td>59</td><td>60</td><td>61</td><td>62</td><td>63</td><td>64</td><td>65</td><td>66</td><td>67</td><td>68</td><td>69</td><td>70</td><td>71</td><td>72</td><td>73</td><td>74</td><td>75</td><td>76</td><td>77</td><td>78</td><td>79</td><td>80</td> </tr> <tr> <td colspan="10">相対速度データ</td> <td colspan="10">次に続くデータ行数</td> <td colspan="10">基準層番号※1</td> <td colspan="10">層番号※1</td> <td colspan="10">層の座標</td> <td colspan="10"> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin-right: 5px;"> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(45deg);"></div> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(-45deg);"></div> </div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">方向</div> </div> </td> <td colspan="10">※1 Outcropping sublayerの場合、負(-)となります。</td> </tr> <tr> <td colspan="10">RVEL</td> <td colspan="10">-</td> <td colspan="10">LL5R(1)</td> <td colspan="10">LL5R(1)</td> <td colspan="10">-</td> <td colspan="10"> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin-right: 5px;"> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(45deg);"></div> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(-45deg);"></div> </div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">※2</div> </div> </td> <td colspan="10"></td> </tr> <tr> <td colspan="10">(A4)</td> <td colspan="10">(I5)</td> <td colspan="10">(I5)</td> <td colspan="10">(I5)</td> <td colspan="10">(1PE10.3)</td> <td colspan="10">(4X)</td> <td colspan="10">(A)</td> <td colspan="10"></td> </tr> </table>																																								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	相対速度データ										次に続くデータ行数										基準層番号※1										層番号※1										層の座標										<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin-right: 5px;"> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(45deg);"></div> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(-45deg);"></div> </div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">方向</div> </div>										※1 Outcropping sublayerの場合、負(-)となります。										RVEL										-										LL5R(1)										LL5R(1)										-										<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin-right: 5px;"> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(45deg);"></div> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(-45deg);"></div> </div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">※2</div> </div>																				(A4)										(I5)										(I5)										(I5)										(1PE10.3)										(4X)										(A)																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80																																																																																																																																																																																																																																																																				
相対速度データ										次に続くデータ行数										基準層番号※1										層番号※1										層の座標										<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin-right: 5px;"> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(45deg);"></div> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(-45deg);"></div> </div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">方向</div> </div>										※1 Outcropping sublayerの場合、負(-)となります。																																																																																																																																																																																																																																																																																							
RVEL										-										LL5R(1)										LL5R(1)										-										<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin-right: 5px;"> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(45deg);"></div> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(-45deg);"></div> </div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">※2</div> </div>																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
(A4)										(I5)										(I5)										(I5)										(1PE10.3)										(4X)										(A)																																																																																																																																																																																																																																																																																							
《RVELデータ》[2]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
<table border="1"> <tr> <td colspan="10"> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin-right: 5px;"> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(45deg);"></div> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(-45deg);"></div> </div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">(固定文字列)</div> </div> </td> <td colspan="10">最大相対速度</td> <td colspan="10"> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin-right: 5px;"> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(45deg);"></div> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(-45deg);"></div> </div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">フーリエ変換に用いる点数</div> </div> </td> <td colspan="10">入力動の時間刻み(sec)</td> <td colspan="10"></td> </tr> <tr> <td colspan="10"> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin-right: 5px;"> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(45deg);"></div> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(-45deg);"></div> </div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">X MA X </div> </div> </td> <td colspan="10">-</td> <td colspan="10"> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin-right: 5px;"> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(45deg);"></div> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(-45deg);"></div> </div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">MA</div> </div> </td> <td colspan="10">DT</td> <td colspan="10"></td> </tr> <tr> <td colspan="10">(21X)</td> <td colspan="10">(A6)</td> <td colspan="10">(1PE12.5)</td> <td colspan="10">(X)</td> <td colspan="10">(I5)</td> <td colspan="10">(1PE12.5)</td> <td colspan="10"></td> </tr> </table>																																								<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin-right: 5px;"> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(45deg);"></div> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(-45deg);"></div> </div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">(固定文字列)</div> </div>										最大相対速度										<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin-right: 5px;"> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(45deg);"></div> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(-45deg);"></div> </div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">フーリエ変換に用いる点数</div> </div>										入力動の時間刻み(sec)																				<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin-right: 5px;"> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(45deg);"></div> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(-45deg);"></div> </div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">X MA X </div> </div>										-										<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin-right: 5px;"> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(45deg);"></div> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(-45deg);"></div> </div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">MA</div> </div>										DT																				(21X)										(A6)										(1PE12.5)										(X)										(I5)										(1PE12.5)																																																																																																																																																					
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin-right: 5px;"> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(45deg);"></div> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(-45deg);"></div> </div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">(固定文字列)</div> </div>										最大相対速度										<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin-right: 5px;"> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(45deg);"></div> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(-45deg);"></div> </div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">フーリエ変換に用いる点数</div> </div>										入力動の時間刻み(sec)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin-right: 5px;"> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(45deg);"></div> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(-45deg);"></div> </div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">X MA X </div> </div>										-										<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin-right: 5px;"> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(45deg);"></div> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; bottom: 0; left: 0; border: 1px solid black; transform: rotate(-45deg);"></div> </div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">MA</div> </div>										DT																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
(21X)										(A6)										(1PE12.5)										(X)										(I5)										(1PE12.5)																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
《RVELデータ》[3]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
<table border="1"> <tr> <td colspan="30">(固定文字列)</td> <td colspan="5">層番号</td> <td colspan="5">(固定文字列)</td> <td colspan="10">層のプロファイル名</td> </tr> <tr> <td colspan="30">RELATIVE VEL. VALUES AT OUTCROPPING ON IN LAYER</td> <td colspan="5">LL5R(1)</td> <td colspan="5">-</td> <td colspan="10">IDNT</td> </tr> <tr> <td colspan="30">(A50)</td> <td colspan="5">(I3)</td> <td colspan="5">(A3)</td> <td colspan="10">(6A4)</td> </tr> </table>																																								(固定文字列)																														層番号					(固定文字列)					層のプロファイル名										RELATIVE VEL. VALUES AT OUTCROPPING ON IN LAYER																														LL5R(1)					-					IDNT										(A50)																														(I3)					(A3)					(6A4)																																																																																																																																																															
(固定文字列)																														層番号					(固定文字列)					層のプロファイル名																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
RELATIVE VEL. VALUES AT OUTCROPPING ON IN LAYER																														LL5R(1)					-					IDNT																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
(A50)																														(I3)					(A3)					(6A4)																																																																																																																																																																																																																																																																																																											



《STRAデータ》[1]																																																																															
歪データ	次に続くデータ行数	層番号	層番号	層の座標	成分	※1 "GZX","GYZ","E-Z"いずれかとなります。 X方向入力 :Y ZX、 Y方向入力 :Y YZ、 Z方向入力 :E Z																																																																									
S T R A	-	LLL(I)	LLL(I)	-	※1																																																																										
(A4)	(I5)	(I5)	(I5)	(1PE10.3)	(2X) (A3)																																																																										
《STRAデータ》[2]																																																																															
																								(固定文字列)	最大歪	フーリエ変換に用いる点数	入力動の時間刻み(sec)																																																				
																								XMA X=	-	MA	DT																																																				
																								(21X)	(A6)	(1PE12.5)	(I5)	(1PE12.5)																																																			
《STRAデータ》[3] ※フーリエ変換に用いる点数MAまで繰り返します。																																																																															
歪時刻歴(1行6データ、以降フーリエ変換に用いる点数MAまで改行繰返し)																																																																行番号															
-	-	-	-	-	-	-																																																																									
(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(17)																																																																								

《STREデータ》[1]																																																																															
<div> <div>1234567891011121314151617181920212223242526272829303132333435363738394041424344454647484950515253545556575859606162636465666768697071727374757677787980</div> <div> <div>応力データ</div> <div>次に続くデータ行数</div> <div>層番号</div> <div>層番号</div> <div>層の座標</div> <div>成分</div> </div> </div>																																																																															
<div> <div>※1 "S-X","S-Y","S-Z","TZX","TYZ"いずれかとなります。</div> <div>X方向入力 :T xZ Y方向入力 :T yZ Z方向入力 :Q xQ yQ z</div> </div>																																																																															
<div> <div>S T R E</div> <div>-</div> <div>LLL(I)</div> <div>LLL(I)</div> <div>-</div> <div>※1</div> </div>																																																																															
<div> <div>(A4)</div> <div>(I5)</div> <div>(I5)</div> <div>(I5)</div> <div>(1PE10.3)</div> <div>(2X)</div> <div>(A3)</div> </div>																																																																															
《STREデータ》[2]																																																																															
<div> <div>1234567891011121314151617181920212223242526272829303132333435363738394041424344454647484950515253545556575859606162636465666768697071727374757677787980</div> <div> <div> <div></div> <div>(固定文字列)</div> <div>最大応力</div> <div>フーリエ変換に用いる点数</div> <div>入力動の時間刻み(sec)</div> </div> <div> <div>X M A X =</div> <div>-</div> <div>MA</div> <div>DT</div> </div> </div> </div>																																																																															
<div> <div>(21X)</div> <div>(A6)</div> <div>(1PE12.5)</div> <div>∞</div> <div>(I5)</div> <div>(1PE12.5)</div> </div>																																																																															
《STREデータ》[3] ※フーリエ変換に用いる点数MAまで繰り返します。																																																																															
<div> <div>1234567891011121314151617181920212223242526272829303132333435363738394041424344454647484950515253545556575859606162636465666768697071727374757677787980</div> <div> <div> <div>応力時刻歴(1行6データ、以降フーリエ変換に用いる点数MAまで改行繰返し)</div> <div>行番号</div> </div> <div> <div>-</div> <div>-</div> <div>-</div> <div>-</div> <div>-</div> <div>-</div> <div>-</div> </div> </div> </div>																																																																															
<div> <div>(1PE12.5)</div> <div>(1PE12.5)</div> <div>(1PE12.5)</div> <div>(1PE12.5)</div> <div>(1PE12.5)</div> <div>(1PE12.5)</div> <div>(I7)</div> </div>																																																																															

《ACCデータ》[1]																																																																															
<div> <div>1234567891011121314151617181920212223242526272829303132333435363738394041424344454647484950515253545556575859606162636465666768697071727374757677787980</div> <div> <div>加速度応答スペクトルデータ</div> <div>次に続くデータ行数</div> <div>層番号※1</div> <div>減衰定数番号</div> <div>層の座標</div> <div> <div>方</div> <div>向</div> </div> </div> <div> <div>※1 Outcropping sublayerの場合、負(-)となります。</div> <div>※2 入力動の方向“X”“Y”“Z”いずれかとなります。</div> </div> </div>																																																																															
A	C	C	✓	-	LL1	-	-	方	向																																																																						
(A4)	(I5)	(I5)	(I5)	(F10.3)	(4X)	A																																																																									

《ACCデータ》[2]																																																																																									
<div> <div>1234567891011121314151617181920212223242526272829303132333435363738394041424344454647484950515253545556575859606162636465666768697071727374757677787980</div> <div> <div>ステップ数</div> <div>(固定文字列)</div> <div>入力動タイトル</div> <div>層のプロファイル名</div> </div> </div>																																																																																									
N																																								TITLE(1:4)																				IDNT(1:3)																													
(I5)	A	C	C	.	R	E	S	P	O	N	S	E	.	V	A	L	U	E	S	.	F	O	R	(4A4)																	(3A4)																																																

《ACCデータ》[3] ※ステップ数Nまで繰り返します。																																																																															
<div> <div>1234567891011121314151617181920212223242526272829303132333435363738394041424344454647484950515253545556575859606162636465666768697071727374757677787980</div> <div> <div>周期データ(1行6データ、以降ステップ数Nまで改行繰返し)</div> </div> </div>																																																																															
-	-	-	-	-	-																																																																										
(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)																																																																										

《ACCデータ》[4] ※ステップ数Nまで繰り返します。																																																																															
<div> <div>1234567891011121314151617181920212223242526272829303132333435363738394041424344454647484950515253545556575859606162636465666768697071727374757677787980</div> <div> <div>加速度応答スペクトル(1行6データ、以降ステップ数Nまで改行繰返し)</div> </div> </div>																																																																															
-	-	-	-	-	-																																																																										
(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)																																																																										



[illegible]

《VELデータ》〔4〕 ※ステップ数Nまで繰り返します。																																																																															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
速度応答スペクトル(1行6データ、以降ステップ数Nまで改行繰返し)																																																																															
-		-		-		-		-		-																																																																					
(1PE12.5)		(1PE12.5)		(1PE12.5)		(1PE12.5)		(1PE12.5)		(1PE12.5)																																																																					

《DISデータ》[1]																																																																															
<div>変位応答スペクトルデータ</div> <div>次に続くデータ行数</div> <div>層番号※1</div> <div>減衰定数番号</div> <div>層の座標</div> <div> <div>方</div> <div>向</div> </div> <div>※1 Outcropping sublayerの場合、負(-)となります。</div> <div>※2 入力動の方向“X”“Y”“Z”いずれかとなります。</div>																																																																															
<div>DIS</div> <div>-</div> <div>LL1</div> <div>-</div> <div>-</div> <div> <div>※2</div> <div>方</div> <div>向</div> </div>																																																																															
<div>(A4)</div> <div>(I5)</div> <div>(I5)</div> <div>(I5)</div> <div>(F10.3)</div> <div>(4X)</div> <div>A</div>																																																																															
《DISデータ》[2]																																																																															
<div>ステップ数</div> <div>(固定文字列)</div> <div>入力動タイトル</div> <div>層のプロファイル名</div>																																																																															
<div>N</div> <div></div> <div>TITLE(1:4)</div> <div>IDNT(1:3)</div>																																																																															
<div>(I5)</div> <div>DISRESPONSEVALUESFOR</div> <div>(4A4)</div> <div>(3A4)</div>																																																																															
《DISデータ》[3] ※ステップ数Nまで繰り返します。																																																																															
<div>周期データ(1行6データ、以降ステップ数Nまで改行繰返し)</div>																																																																															
<div>-</div> <div>-</div> <div>-</div> <div>-</div> <div>-</div> <div>-</div>																																																																															
<div>(1PE12.5)</div> <div>(1PE12.5)</div> <div>(1PE12.5)</div> <div>(1PE12.5)</div> <div>(1PE12.5)</div> <div>(1PE12.5)</div>																																																																															

《DISデータ》[4] ※ステップ数Nまで繰り返します。																																																																															
<div>変位応答スペクトル(1行6データ、以降ステップ数Nまで改行繰返し)</div>																																																																															
<div>-</div> <div>-</div> <div>-</div> <div>-</div> <div>-</div> <div>-</div>																																																																															
<div>(1PE12.5)</div> <div>(1PE12.5)</div> <div>(1PE12.5)</div> <div>(1PE12.5)</div> <div>(1PE12.5)</div> <div>(1PE12.5)</div>																																																																															

《CSTRデータ》[1]																																																																																		
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80																																																																																		
応力データ	次に続くデータ行数	層番号	層番号	層の座標	成分	※1 "S-X", "S-Y", "S-Z", "TZX", "TYZ"いずれかとなります。 X方向入力 :T xZ, Y方向入力 :T yZ, Z方向入力 :Q xQ yQ z																																																																												
CSTR	-	LLL(I)	LLL(I)	-	※1																																																																													
(A4)	(I5)	(I5)	(I5)	(1PE10.3)	(2X) (A3)																																																																													
《CSTRデータ》[2]																																																																																		
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80																																																																																		
																														(固定文字列)	最大複素応力	フーリエ変換に用いる点数	入力動の時間刻み(sec)																																																	
																														XMA X=	-	MA	DT																																																	
																														(21X)	(A6)	(1PE12.5)	(I5)	(1PE12.5)																																																
《CSTRデータ》[3] ※フーリエ変換に用いる点数MAまで繰り返します。																																																																																		
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80																																																																																		
複素応力時刻歴(1行6データ、以降フーリエ変換に用いる点数MAまで改行繰返し)																																																																	行番号																	
-	-	-	-	-	-	-																																																																												
(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(1PE12.5)	(17)																																																																											

## 9.2 バイナリファイル（\*.U07）

バイナリ出力ファイルには、出力指定層の伝達関数、時刻歴、応答スペクトルおよび最大値が出力されます。

出力項目を以下に説明します。

### U07バイナリファイルフォーマット（指定出力項目）

ファイル レコード	U07		出力データ	
	長さ	項目（長さ）	属性	説明
1	8	name	CHAR	="MAT "：最終物性データ
		lrec	INT	以下に続くレコード数
2	52	idum	INT	ダミー
		ml	INT	層数
		idum	INT	ダミー
		ident(6)	CHAR	層のプロファイル名
		title(4)	CHAR	入力動タイトル名
3 ～ 3+lrec-1	44	i	INT	層番号
		jcarv	INT	歪依存特性番号（体積弾性率一定の場合、負。）
		h	REAL4	層の厚さ
		wl	REAL4	単位体積重量
		gl	REAL4	繰返し最終回せん断弾性係数
		bl	REAL4	繰返し最終回せん断方向減衰定数
		po	REAL4	繰返し最終回ポアソン比
		emx	REAL4	繰返し最終回最大歪(%)
		stra	REAL4	繰返し最終回最大応力
		vs	REAL4	繰返し最終回S波速度
		vp	REAL4	繰返し最終回P波速度
		ger	REAL4	せん断弾性係数最終収束誤差(%)
		ber	REAL4	せん断方向減衰定数最終収束誤差(%)

## U07バイナリファイルフォーマット(指定出力項目)

ファイル レコード	U07		出力データ	
	長さ	項目(長さ)	属性	説明
1	40	name	CHAR	= "WAVE" : 時刻歴データ = "SPEC" : 応答スペクトルデータ = "AMPL" : 伝達関数データ
		nc1	INT	=1 : 時刻歴 (加速度) =2 : 時刻歴 (速度) =3 : 時刻歴 (変位) =4 : 時刻歴 (相対変位) =5 : 時刻歴 (相対加速度) =6 : 時刻歴 (相対速度) =11 : 応答スペクトル (加速度) =12 : 応答スペクトル (速度) =13 : 応答スペクトル (変位) =31 : 伝達関数 =41 : 時刻歴 (応力) =42 : 時刻歴 (複素応力) =51 : 時刻歴 (歪)
		nc2	INT	=1 : X成分, =2 : Y成分, =3 : Z成分 応力の場合<nc1=41> =1 : $\sigma_x$ , =2 : $\sigma_y$ , =3 : $\sigma_z$ , =5 : $\tau_{yz}$ , =6 : $\tau_{zx}$ 歪の場合<nc1=51> =3 : $\varepsilon_z$ , =5 : $\gamma_{yz}$ , =6 : $\gamma_{zx}$
		nc3	INT	=1 : X方向入力動に対して (伝達関数の場合) =2 : Y方向入力動に対して (伝達関数の場合) =3 : Z方向入力動に対して (伝達関数の場合)
		nc4	INT	=1 : 主断面 (FEM部) のデータ
		nc5	INT	出力層番号 OUTCROPPING SUBLAYERの場合、負記号 (-)。
		nc6	INT	基準層番号 OUTCROPPING SUBLAYERの場合、負記号 (-)。 (伝達関数、相対変位・加速度・速度の場合)
		dump	REAL8	減衰定数 (応答スペクトルデータのみ用いる)
		lrec	INT	以下に続くレコード数
2	28	nsize	INT	サンプル数
		dt	REAL8	波形データ時間間隔または振動数間隔
		ymin(1)	REAL4	縦軸の最大値
		ymin(2)	REAL4	縦軸の最大値の発生時刻または発生振動数
		ymin(1)	REAL4	縦軸の最小値 (時刻歴、伝達関数の場合)
		ymin(2)	REAL4	縦軸の最小値の発生時刻または発生振動数

U07バイナリファイルフォーマット(指定出力項目)

ファイル	U07		出力データ	
レコード	長さ	項目(長さ)	属性	説明
3	nsize*4	x(nsize)	REAL4	横軸値(振動数値) "WAVE":このレコードは存在しない "SPEC":周期 "AMPL":このレコードは存在しない
4	nsize*4	y(nsize)	REAL4	縦軸値(その1) "WAVE":時刻歴 "SPEC":応答スペクトル値 "AMPL":伝達関数の絶対値 "AMPL"の場合、最初のステップは0.0Hzの値
5	nsize*4	z(nsize)	REAL4	縦軸値(その2) "WAVE":このレコードは存在しない "SPEC":このレコードは存在しない "AMPL":伝達関数の位相(degree) "AMPL"の場合、最初のステップは0.0Hzの値

U07バイナリファイルフォーマット(必須出力項目)

ファイル レコード	U07		出力データ	
	長さ	項目(長さ)	属性	説明
1	16	name	CHAR	= "MAXR" : 最大値データ
		nc1	INT	=201 : 最大加速度 =202 : 最大速度 =203 : 最大変位 =204 : 最大相対変位 =205 : 最大応力 =206 : 最大複素応力 =207 : 最大応力(層上端) =208 : 最大応力(層下端) =209 : 最大複素応力(層上端) =210 : 最大複素応力(層下端) =213 : 最大歪 =214 : 最大相対加速度 =215 : 最大相対速度
		nc2	INT	=1 : 主断面 (FEM部) のデータ
		lrec	INT	以下に続くレコード数
2				以下に続くレコードはNC1の指示に応じて次のようになる  NC1=201の場合 : 2. 1に記すレコード NC1=202の場合 : 2. 2に記すレコード NC1=203の場合 : 2. 3に記すレコード NC1=204の場合 : 2. 4に記すレコード NC1=205の場合 : 2. 5に記すレコード NC1=206の場合 : 2. 6に記すレコード NC1=207の場合 : 2. 5に記すレコード NC1=208の場合 : 2. 5に記すレコード NC1=209の場合 : 2. 6に記すレコード NC1=210の場合 : 2. 6に記すレコード NC1=213の場合 : 2. 13に記すレコード NC1=214の場合 : 2. 14に記すレコード NC1=215の場合 : 2. 15に記すレコード

U07バイナリファイルフォーマット(必須出力項目)

ファイル レコード	U07		出力データ	
	長さ	項目(長さ)	属性	説明
2.1	4+ (4+4+8*4) *na	na	INT	出力点数 (最大加速度レコード)
		ia1 (na)	INT	層番号 OUTCROPPING SUBLAYERの場合、負記号(-)。
		ia2 (na)	INT	ダミー
		ac1 (8, na)	REAL4	(1) 最大加速度 (X成分) (2) 発生時刻 (3) 最大加速度 (Y成分) (4) 発生時刻 (5) 最大加速度 (Z成分) (6) 発生時刻 (7) 最大加速度 (3Dベクトル) (8) 発生時刻
2.2	4+ (4+4+8*4) *nv	nv	INT	出力点数 (最大速度レコード)
		iv1 (nv)	INT	層番号 OUTCROPPING SUBLAYERの場合、負記号(-)。
		iv2 (nv)	INT	ダミー
		vel (8, nv)	REAL4	(1) 最大速度 (X成分) (2) 発生時刻 (3) 最大速度 (Y成分) (4) 発生時刻 (5) 最大速度 (Z成分) (6) 発生時刻 (7) 最大速度 (3Dベクトル) (8) 発生時刻
2.3	4+ (4+4+8*4) *nd	nd	INT	出力点数 (最大変位レコード)
		id1 (nd)	INT	層番号 OUTCROPPING SUBLAYERの場合、負記号(-)。
		id2 (nd)	INT	ダミー
		dis (8, nd)	REAL4	(1) 最大変位 (X成分) (2) 発生時刻 (3) 最大変位 (Y成分) (4) 発生時刻 (5) 最大変位 (Z成分) (6) 発生時刻 (7) 最大変位 (3Dベクトル) (8) 発生時刻



U07バイナリファイルフォーマット(必須出力項目)

ファイル レコード	U07		出力データ	
	長さ	項目(長さ)	属性	説明
2. 4	4+ (4+4+8*4) *nf	nf	INT	出力点数 (最大相対変位レコード)
		if1 (nf)	INT	層番号 OUTCROPPING SUBLAYERの場合、負記号(-)。
		if2 (nf)	INT	基準層番号 OUTCROPPING SUBLAYERの場合、負記号(-)。
		for (8, nf)	REAL4	(1) 最大加速度 (X成分) (2) 発生時刻 (3) 最大加速度 (Y成分) (4) 発生時刻 (5) 最大加速度 (Z成分) (6) 発生時刻 (7) 最大加速度 (3Dベクトル) (8) 発生時刻
2. 5	4+ (4+4+12*4) *ns	ns	INT	出力要素数 (最大応力レコード)
		is1 (ns)	INT	層番号 OUTCROPPING SUBLAYERの場合、負記号(-)。
		is2 (ns)	INT	ダミー
		sol (12, ns)	REAL4	(1) 最大応力 ( $\sigma_x$ 成分) (2) 発生時刻 (3) 最大応力 ( $\sigma_y$ 成分) (4) 発生時刻 (5) 最大応力 ( $\sigma_z$ 成分) (6) 発生時刻 (7) 最大応力 ( $\tau_{yz}$ 成分) (8) 発生時刻 (9) 最大応力 ( $\tau_{zx}$ 成分) (10) 発生時刻 (11) 最大応力 ( $\tau_{max}$ 成分) (12) 発生時刻
2. 6	4+ (4+4+12*4) *nsc	nsc	INT	出力要素数 (最大複素応力レコード)
		is1 (nsc)	INT	層番号 OUTCROPPING SUBLAYERの場合、負記号(-)。
		is2 (nsc)	INT	ダミー
		solc (12, nsc)	REAL4	(1) 最大複素応力 ( $\sigma_x$ 成分) (2) 発生時刻 (3) 最大複素応力 ( $\sigma_y$ 成分) (4) 発生時刻 (5) 最大複素応力 ( $\sigma_z$ 成分) (6) 発生時刻 (7) 最大複素応力 ( $\tau_{yz}$ 成分) (8) 発生時刻 (9) 最大複素応力 ( $\tau_{zx}$ 成分) (10) 発生時刻 (11) 最大複素応力 ( $\tau_{max}$ 成分) (12) 発生時刻

## U07バイナリファイルフォーマット(必須出力項目)

ファイル レコード	U07		出力データ	
	長さ	項目(長さ)	属性	説明
2.13	4+ (4+4+8*4) *nsn	nsn	INT	出力要素数 (最大歪レコード)
		isn1(nsn)	INT	層番号 OUTCROPPING SUBLAYERの場合、負記号(-)。
		isn2(nsn)	INT	ダミー
		srn(8, nsn)	REAL4	(1) 最大歪(%) ( $\varepsilon_z$ 成分) (2) 発生時刻 (3) 最大歪(%) ( $\gamma_{yz}$ 成分) (4) 発生時刻 (5) 最大歪(%) ( $\gamma_{zx}$ 成分) (6) 発生時刻 (7) 最大歪(%) ( $\gamma_{max}$ 成分) (8) 発生時刻
2.14	4+ (4+4+8*4) *nf	nra	INT	出力点数 (最大相対加速度レコード)
		ira1(nra)	INT	層番号 OUTCROPPING SUBLAYERの場合、負記号(-)。
		ira2(nra)	INT	基準層番号 OUTCROPPING SUBLAYERの場合、負記号(-)。
		rac1(8, nra)	REAL4	(1) 最大相対加速度 (X成分) (2) 発生時刻 (3) 最大相対加速度 (Y成分) (4) 発生時刻 (5) 最大相対加速度 (Z成分) (6) 発生時刻 (7) 最大相対加速度 (3Dベクトル) (8) 発生時刻
2.15	4+ (4+4+8*4) *nf	nrv	INT	出力点数 (最大相対速度レコード)
		irv1(nrv)	INT	層番号 OUTCROPPING SUBLAYERの場合、負記号(-)。
		irv2(nrv)	INT	基準層番号 OUTCROPPING SUBLAYERの場合、負記号(-)。
		rvel(8, nrv)	REAL4	(1) 最大相対速度 (X成分) (2) 発生時刻 (3) 最大相対速度 (Y成分) (4) 発生時刻 (5) 最大相対速度 (Z成分) (6) 発生時刻 (7) 最大相対速度 (3Dベクトル) (8) 発生時刻

## 10 例題

### 10.1 解析モデル

ここに示すような 1 次元地盤をモデル化し、解析を行います。

#### ○地層構成

第 1 粘性土層	<hr/>	$h=4\text{m}$ 、 $D=17\text{kN}$ 、 $PO=0.498$ 、 $V_s=110$ 、 $h=3\%$	<hr/>
第 2 粘性土層		$h=10.8\text{m}$ 、 $D=16\text{kN}$ 、 $PO=0.497$ 、 $V_s=124$ 、 $h=2\%$	
	<hr/>		
第 3 粘性土層		$h=9.6\text{m}$ 、 $D=16\text{kN}$ 、 $PO=0.494$ 、 $V_s=162$ 、 $h=2\%$	
第 1 砂質土層	<hr/>	$h=1.2\text{m}$ 、 $D=19\text{kN}$ 、 $PO=0.481$ 、 $V_s=286$ 、 $h=2\%$	<hr/>
第 4 粘性土層		$h=8\text{m}$ 、 $D=17\text{kN}$ 、 $PO=0.489$ 、 $V_s=252$ 、 $h=2\%$	
第 2 砂質土層	<hr/>	$h=2\text{m}$ 、 $D=19\text{kN}$ 、 $PO=0.466$ 、 $V_s=375$ 、 $h=1\%$	<hr/>
砂礫		HalfSpace、 $D=20\text{kN}$ 、 $PO=0.452$ 、 $V_s=442$ 、 $h=1\%$	

\* 地下水位 G.L.-3.0m

ここに、

$h$  : 層厚

$D$  : 単位体積重量

$PO$  : ポアソン比

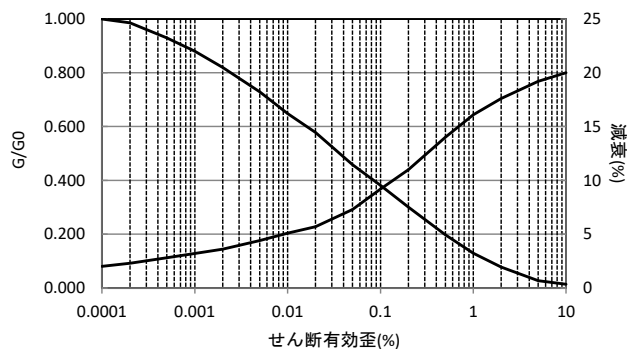
$V_s$  : せん断波速度

$h$  : 減衰定数

# ○歪依存特性

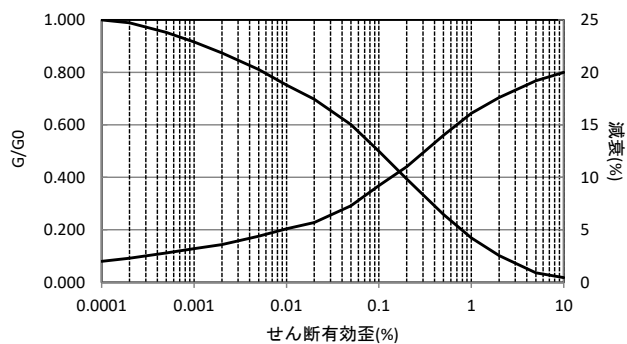
## < 第 1 粘性土層 >

せん断 有効歪 (%)	G/G0	減衰 (%)
0.0001	1.000	2.00
0.0002	0.985	2.30
0.0005	0.930	2.80
0.001	0.880	3.20
0.002	0.819	3.60
0.005	0.729	4.40
0.01	0.648	5.10
0.02	0.578	5.70
0.05	0.459	7.30
0.1	0.381	9.20
0.2	0.300	11.00
0.5	0.198	14.00
1	0.129	16.10
2	0.078	17.60
5	0.028	19.20
10	0.014	20.00



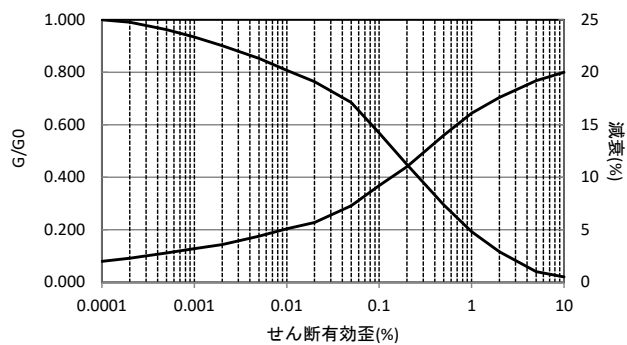
## < 第 2 粘性土層 >

せん断 有効歪 (%)	G/G0	減衰 (%)
0.0001	1.000	2.00
0.0002	0.989	2.30
0.0005	0.952	2.80
0.001	0.916	3.20
0.002	0.874	3.60
0.005	0.811	4.40
0.01	0.752	5.10
0.02	0.698	5.70
0.05	0.601	7.30
0.1	0.500	9.20
0.2	0.394	11.00
0.5	0.259	14.00
1	0.170	16.10
2	0.102	17.60
5	0.036	19.20
10	0.018	20.00



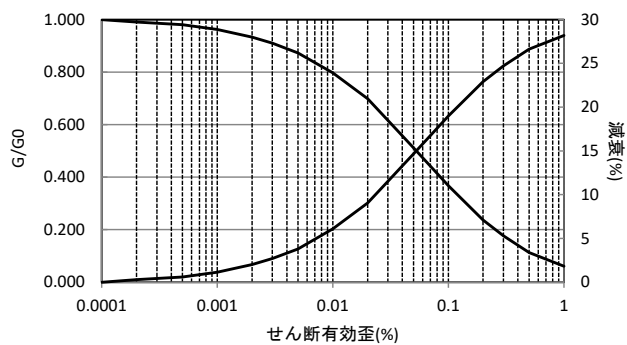
< 第3 粘性土層 >

せん断 有効歪 (%)	G/G0	減衰 (%)
0.0001	1.000	2.00
0.0002	0.991	2.30
0.0005	0.963	2.80
0.001	0.934	3.20
0.002	0.902	3.60
0.005	0.853	4.40
0.01	0.807	5.10
0.02	0.764	5.70
0.05	0.684	7.30
0.1	0.569	9.20
0.2	0.448	11.00
0.5	0.295	14.00
1	0.193	16.10
2	0.116	17.60
5	0.041	19.20
10	0.021	20.00



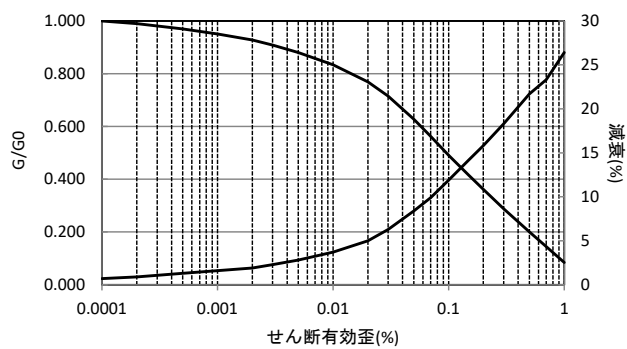
< 第1 砂質土層 >

せん断 有効歪 (%)	G/G0	減衰 (%)
0.0001	1.000	0.00
0.0002	0.991	0.28
0.0005	0.980	0.59
0.001	0.962	1.13
0.002	0.933	2.02
0.003	0.910	2.70
0.005	0.873	3.81
0.01	0.797	6.09
0.02	0.699	9.04
0.03	0.616	11.51
0.05	0.512	14.65
0.1	0.367	18.99
0.2	0.237	22.90
0.3	0.177	24.69
0.5	0.113	26.62
1	0.061	28.18



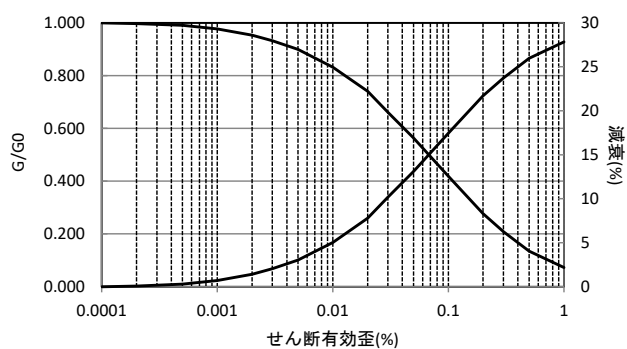
< 第4 粘性土層 >

せん断 有効歪 (%)	G/G0	減衰 (%)
0.0001	1.000	0.700
0.0002	0.990	0.900
0.0005	0.970	1.300
0.001	0.950	1.600
0.002	0.928	1.900
0.003	0.908	2.300
0.005	0.880	2.800
0.01	0.834	3.700
0.02	0.769	5.000
0.03	0.715	6.300
0.05	0.627	8.400
0.07	0.563	9.900
0.1	0.491	11.900
0.15	0.415	14.200
0.2	0.362	15.800
0.3	0.288	18.300
0.5	0.200	21.700
0.7	0.145	23.300
1	0.085	26.400



< 第2 砂質土層 >

せん断 有効歪 (%)	G/G0	減衰 (%)
0.0001	1.000	0.00
0.0002	0.997	0.08
0.0005	0.991	0.28
0.001	0.977	0.70
0.002	0.953	1.41
0.003	0.932	2.04
0.005	0.899	3.02
0.01	0.832	5.03
0.02	0.740	7.79
0.03	0.661	10.16
0.05	0.563	13.10
0.1	0.418	17.46
0.2	0.277	21.70
0.3	0.209	23.73
0.5	0.134	25.97
1	0.072	27.83



○地盤分割

区分	層厚 (m)	分割 (m)	深度 (m)	湿潤単位 体積重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>2</sup> )	動的せん断 弾性係数 Gd (kN/m <sup>2</sup> )	動的ポアソン比 $\nu_d$	せん断波速度 Vs (m/s)	減衰定数 h
第1粘性土層	4.00	1.00	1.00	17	21000	0.498	110	0.030
		1.00	2.00	17	21000	0.498	110	0.030
		1.00	3.00	17	21000	0.498	110	0.030
		1.00	4.00	17	21000	0.498	110	0.030
第2粘性土層	10.80	1.20	5.20	16	25000	0.497	124	0.020
		1.20	6.40	16	25000	0.497	124	0.020
		1.20	7.60	16	25000	0.497	124	0.020
		1.20	8.80	16	25000	0.497	124	0.020
		1.20	10.00	16	25000	0.497	124	0.020
		1.20	11.20	16	25000	0.497	124	0.020
		1.20	12.40	16	25000	0.497	124	0.020
		1.20	13.60	16	25000	0.497	124	0.020
第3粘性土層	9.60	1.20	14.80	16	25000	0.497	124	0.020
		1.60	16.40	16	43000	0.494	162	0.020
		1.60	18.00	16	43000	0.494	162	0.020
		1.60	19.60	16	43000	0.494	162	0.020
		1.60	21.20	16	43000	0.494	162	0.020
		1.60	22.80	16	43000	0.494	162	0.020
第1砂質土層	1.20	1.60	24.40	16	43000	0.494	162	0.020
		1.20	25.60	19	159000	0.481	286	0.020
		2.00	27.60	17	110000	0.489	252	0.020
		2.00	29.60	17	110000	0.489	252	0.020
		2.00	31.60	17	110000	0.489	252	0.020
第4粘性土層	8.00	2.00	33.60	17	110000	0.489	252	0.020
		2.00	35.60	19	273000	0.466	375	0.010
第2砂質土層	2.00	2.00	35.60	19	273000	0.466	375	0.010
礫層(基盤)				20	398000	0.452	442	0.010

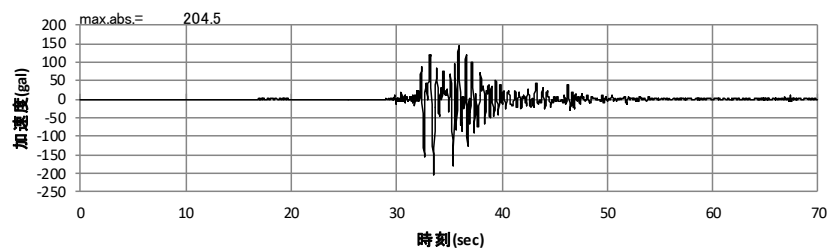
▽地下水位

## 10.2入力地震動

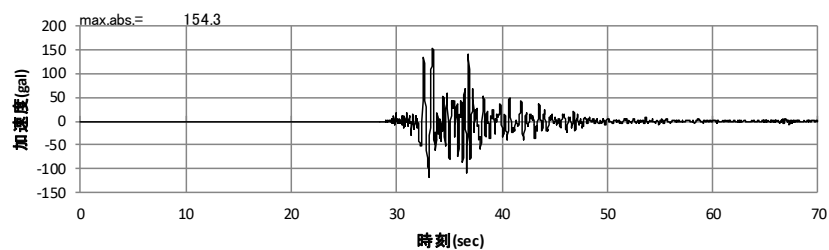
ここに示すような地震動を入力します。

地震動点数  $N=3500$ 、時間刻み  $DT=0.02\text{sec}$

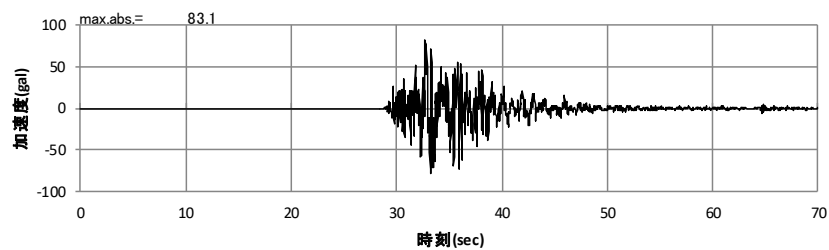
### ○加速度時刻歴＜NS(X)方向成分＞



### ○加速度時刻歴＜EW(Y)方向成分＞



### ○加速度時刻歴＜UD(Z)方向成分＞





### 10.3解析条件

以下に解析条件を示します。

- ・等価線形解析とします。
- ・フーリエ変換に用いる級数は 4096 とします。
- ・最大解析振動数は、20Hz とします。
- ・地下水位以深は、体積弾性係数一定とします。
- ・G.L.-35.6m に 2E で規定します。
- ・有効せん断歪の算出に用いる係数は 0.65 とします。
- ・重力加速度は、9.80665m/s<sup>2</sup> とします。
- ・複素剛性係数は、 $G^* = (1 - 2\beta^2 + 2i\beta\sqrt{1 - \beta^2})G$  を用います。

## 10.4検討結果

解析結果を示します。

### 10.4.1 地表面伝達関数

入力 2E に対する地表面の伝達関数を示します。

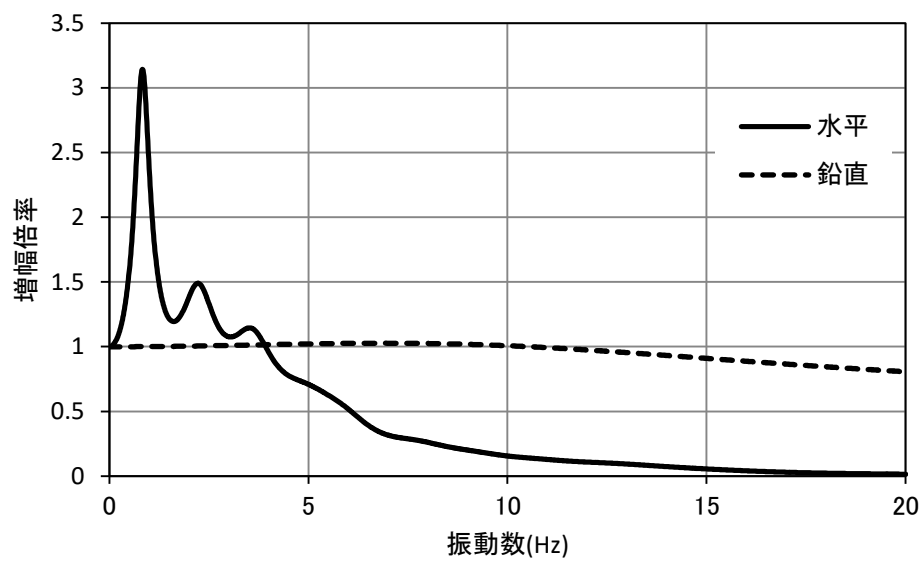


図 10.1 地表面伝達関数（加速度／加速度 2E）

#### 10.4.2 最大応答

各層の最大応答分布を示します。

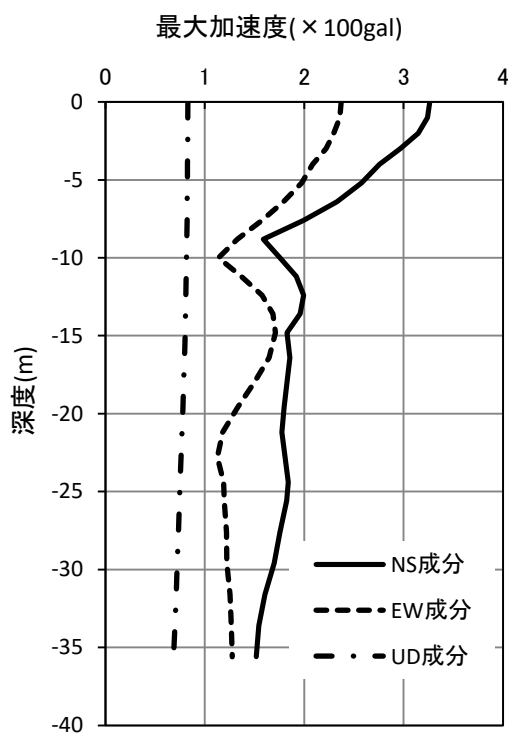


図 10.2 最大加速度分布

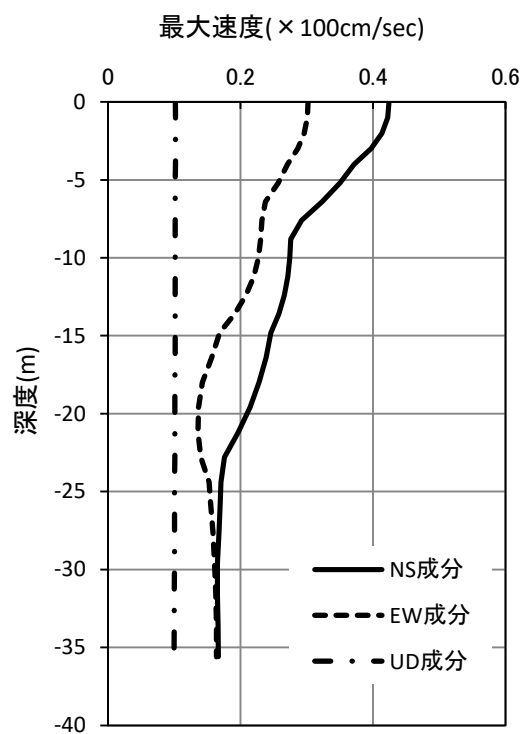


図 10.3 最大速度分布

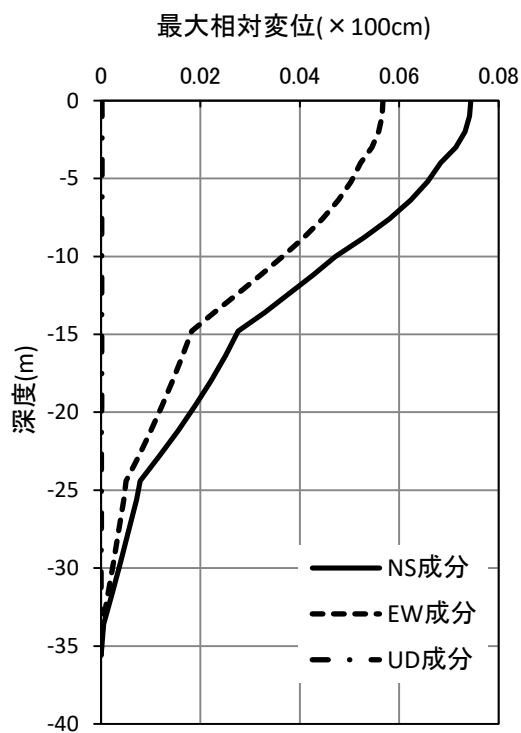


図 10.4 最大相対変位分布

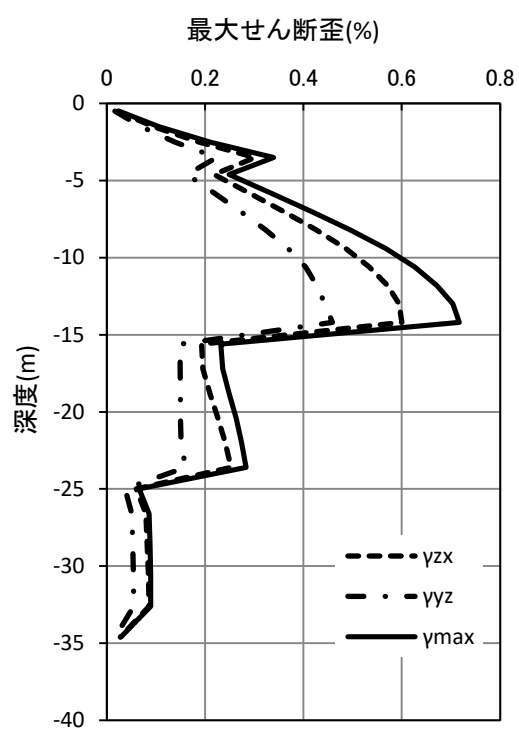


図 10.5 最大せん断歪分布

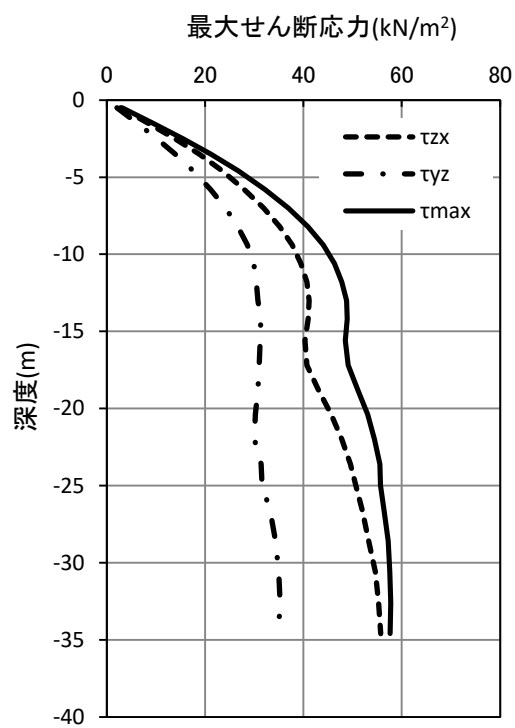


図 10.6 最大せん断応力分布

### 10.4.3 地表面加速度応答

地表面の加速度時刻歴および加速度応答スペクトルを示します。

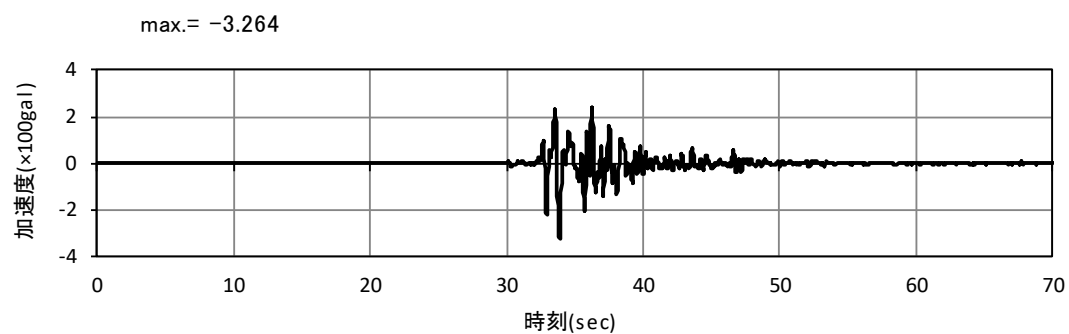


図 10.7 地表面加速度時刻歴 (NS 成分)

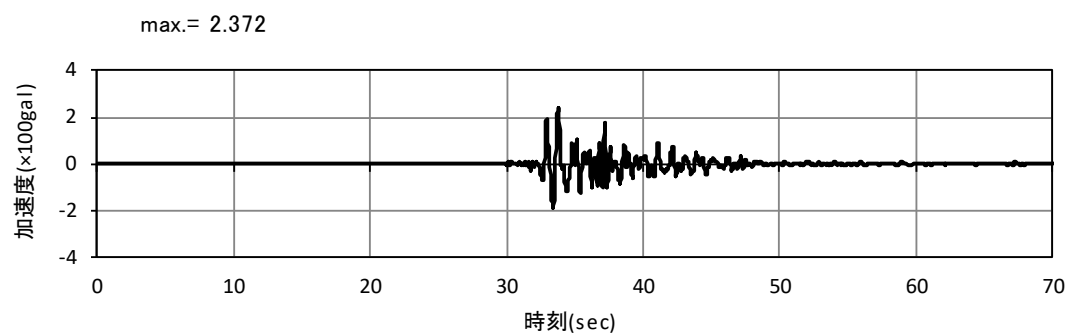


図 10.8 地表面加速度時刻歴 (EW 成分)

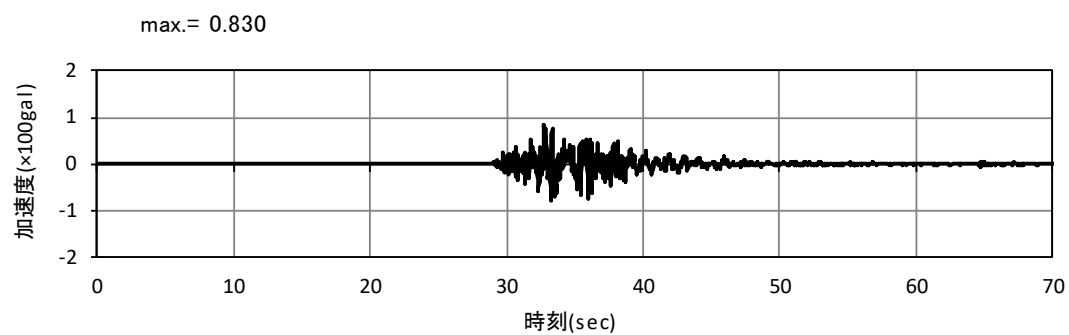


図 10.9 地表面加速度時刻歴 (UD 成分)

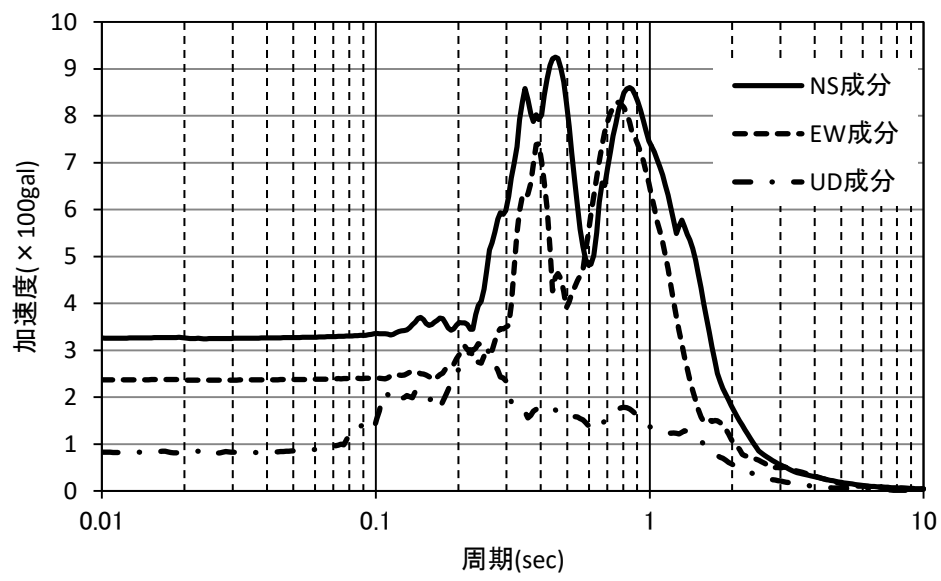


図 10.10 地表面加速度応答スペクトル ( $h=5\%$ )

以下に、例題で用いた解析のインプットデータを示します。

10-13

	7.30	9.20	11.00	14.00	16.10	17.60	19.20	20.00
16	第1砂質土層 (G/G0)							0 0
	0.0001	0.0002	0.0005	0.001	0.002	0.003	0.005	0.01
	0.02	0.03	0.05	0.1	0.2	0.3	0.5	1.0
	1.000	0.991	0.980	0.962	0.933	0.910	0.873	0.797
	0.699	0.616	0.512	0.367	0.237	0.177	0.113	0.061
16	第1砂質土層 (h)							
	0.0001	0.0002	0.0005	0.001	0.002	0.005	0.01	0.02
	0.05	0.1	0.2	0.5	1.0	2.0	5.0	10.0
	2.00	2.30	2.80	3.20	3.60	4.40	5.10	5.70
	7.30	9.20	11.00	14.00	16.10	17.60	19.20	20.00
19	第4粘性土層 (G/G0)							0 0
	0.0001	0.0002	0.0005	0.001	0.002	0.003	0.005	0.01
	0.02	0.03	0.05	0.07	0.1	0.15	0.2	0.3
	0.5	0.7	1.0					
	1.000	0.990	0.970	0.950	0.928	0.908	0.880	0.834
	0.769	0.715	0.627	0.563	0.491	0.415	0.362	0.288
	0.200	0.145	0.085					
19	第4粘性土層 (h)							
	0.0001	0.0002	0.0005	0.001	0.002	0.003	0.005	0.01
	0.02	0.03	0.05	0.07	0.1	0.15	0.2	0.3
	0.5	0.7	1.0					
	0.70	0.90	1.30	1.60	1.90	2.30	2.80	3.70
	5.00	6.30	8.40	9.90	11.90	14.20	15.80	18.30
	21.70	23.30	26.40					
16	第2砂質土層 (G/G0)							0 0
	0.0001	0.0002	0.0005	0.001	0.002	0.003	0.005	0.01
	0.02	0.03	0.05	0.1	0.2	0.3	0.5	1
	1.000	0.997	0.991	0.977	0.953	0.932	0.899	0.832
	0.740	0.661	0.563	0.418	0.277	0.209	0.134	0.072
16	第2砂質土層 (h)							
	0.0001	0.0002	0.0005	0.001	0.002	0.003	0.005	0.01
	0.02	0.03	0.05	0.1	0.2	0.3	0.5	1
	0.00	0.08	0.28	0.70	1.41	2.04	3.02	5.03
	7.79	10.16	13.10	17.46	21.70	23.73	25.97	27.83
*----- OPTION 2 -----*								
OPT 2								
	*-----1-----*	*-----2-----*	*-----3-----*	*-----4-----*	*-----5-----*	*-----6-----*	*-----7-----*	*-----8-----*
	26	サンプル地層構造						
1	1	1.00	17.0	21000	0	0.498	0.030	0
2	1	1.00	17.0	21000	0	0.498	0.030	0
3	1	1.00	17.0	21000	0	0.498	0.030	0
4	-1	1.00	17.0	21000	0	0.498	0.030	0
5	-2	1.20	16.0	25000	0	0.497	0.020	0
6	-2	1.20	16.0	25000	0	0.497	0.020	0
7	-2	1.20	16.0	25000	0	0.497	0.020	0
8	-2	1.20	16.0	25000	0	0.497	0.020	0
9	-2	1.20	16.0	25000	0	0.497	0.020	0
10	-2	1.20	16.0	25000	0	0.497	0.020	0
11	-2	1.20	16.0	25000	0	0.497	0.020	0
12	-2	1.20	16.0	25000	0	0.497	0.020	0
13	-2	1.20	16.0	25000	0	0.497	0.020	0
14	-3	1.60	16.0	43000	0	0.494	0.020	0
15	-3	1.60	16.0	43000	0	0.494	0.020	0
16	-3	1.60	16.0	43000	0	0.494	0.020	0
17	-3	1.60	16.0	43000	0	0.494	0.020	0
18	-3	1.60	16.0	43000	0	0.494	0.020	0
19	-3	1.60	16.0	43000	0	0.494	0.020	0
20	-4	1.20	19.0	159000	0	0.481	0.020	0
21	-5	2.00	17.0	110000	0	0.489	0.020	0
22	-5	2.00	17.0	110000	0	0.489	0.020	0





16	17	18	19	20	21	22	23	24	25						
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
*----- OPTION 16 -----															
OPT16															
*--*	1	*--	2	*--	3	*--	4	*--	5	*--	6	*--	7	*--	8
25	0														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25						
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
*----- OPTION 19 -----															
OPT19															
*--*	1	*--	2	*--	3	*--	4	*--	5	*--	6	*--	7	*--	8
26	26	1													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26					
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
*----- OPTION 9 -----															
OPT 9															
*--*	1	*--	2	*--	3	*--	4	*--	5	*--	6	*--	7	*--	8
1	1														
1		1	1	1	300		0.01		10.0						
	0.05														
*----- END -----															

## 11 SHAKE の理論

### 11.1 序章

地震時の地盤応答において、局所的な土質状態の影響を評価する方法は、現在いくつか知られている。これらの方法のほとんどは、ある仮定に基づいている。それは、地層における応答は主に、基盤からのせん断波の情報伝播によって起こるというものである。非線形地盤動を取り入れたこの考え方に基づく解析方法は、いくつかの屋外観測の結果と一致するというよい結果が得られている。従って、地層内の応答及び地表動の特性を予想する地震工学においては、これらの考え方を取り入れる傾向にある。

一般に、解析は次のステップにより実行される。

1) 敷地の地震基盤において増幅しそうな地震動の特性を把握し、これらの特性に基づく加速度波形から解析に用いる地震動を選定する。最大加速度、卓越周期及び有効継続時間は地震動の最も重要なパラメータである。これらのパラメータと地震の原因となる断層から敷地迄の距離との関係は、様々な規模の地震について明らかにされている。(Gutenberg and Richter, 1956 ; Seed et al., 1969 ; Schnabel and Seed, 1972) 必要とする特性を持つ設計地震動は、以前の地震で記録されている強震加速度波 (Seed and Idriss, 1969) 或いは、人工地震波等 (Housner and Jennings, 1964) から選定する。

2) 地層の動的特性を定める。

土の平均的な動的せん断弾性率及び減衰定数の関係は、せん断歪と静的物性値の関数として、様々な土質について定められている。(Hardin and Drnevich, 1970 ; Seed and Idriss, 1970) しかし、特殊な問題や静的物性値に関する経験的な関係が充分確立されていない土質タイプを含む場合には、より精巧な動的試験方法により定める必要がある。

3) 基盤動に対する地層の応答計算

地層構造が実質的に水平であれば、1次元解析手法を用いることができる。この種の解析を行うことができるプログラムは普通、波動方程式の解 (金井, 1951 ; Matthiesen et al., 1964 ; Roesset and Whitman, 1969 ; Lysmer et al., 1971) 或いは集中質点系のシミュレーション (Idriss and Seed, 1968) のどちらかに基づいて構成されている。もっと複雑な地層に対しては、有限要素解析が必要とされる。

次の章では、1次元波動伝播法に基づいた理論とプログラムの使用について述べる。地層のいかなる場所に与えられた設計地震動に対しても応答計算ができる。この様に、地層上の計測器から得られた加速度記録を用いて新しい岩盤動の作成を行うことも出来る。

そして今度はその岩盤動を他の地層の設計地震動とすることが出来る。またこのプログラムは土の非線形挙動、基礎岩盤の弾性効果、及び減衰を可變的に扱うことが出来る。

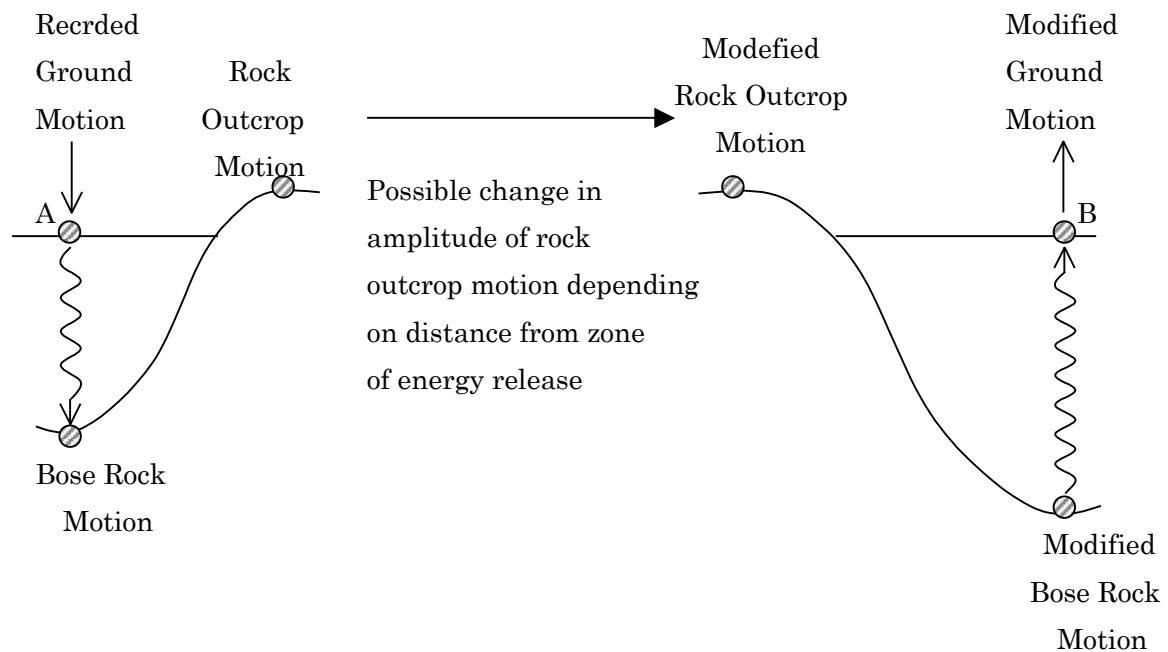


Fig.1 SCHEMATIC REPRESENTATION OF PROCEDURE FOR COMPUTING EFFECTS OF LOCAL SOIL CONDITIONS ON GROUND MOTIONS

## 11.2 解析理論

ここでは、Fig.2 に示す線形粘弾性系を通過するせん断波の縦方向伝播による応答を考えている。

線形粘弾性系は、水平方向に半無限大に広がる  $N$  個の水平層からなり、基盤層として **halfspace** を有するものである。

各層は、均質、等方性であり、厚さ  $h$ 、密度、せん断弾性係数  $G$  及び臨界減衰比  $\beta$  で定義されるものとする。

### 11.2.1 1次元系における調和せん断波の伝播

Fig.2 で示される系を通過するせん断波の伝播は、水平変位のみによる。

$$u = u(x, t) \quad 11.1$$

これは、次の波動方程式を満足しなければならない。

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = G \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \eta \frac{\partial^3 u}{\partial x^2 \partial t} \quad 11.2$$

振動数  $\omega$  に対し、調和変位は、次の様に表せる。

$$u(x, t) = U(x) \cdot e^{i\omega t} \quad 11.3$$

(11.3) 式を (11.2) 式に代入し、次の方程式を得る。

$$(G + i\omega\eta) \frac{d^2 U}{dx^2} = \rho\omega^2 U \quad 11.4$$

(11.4) 式の一般解は

$$U(x) = Ee^{ikx} + Fe^{-ikx} \quad 11.5$$

ここに、

$$k^2 = \frac{\rho\omega^2}{G + i\omega\eta} = \frac{\rho\omega^2}{G^*} \quad 11.6$$

$k$  は複素波の番号であり、 $G^*$  は複素せん断係数である。

臨界減衰比  $\beta$  は、粘断係数  $\eta$  と次の様に関係づけられる。

$$\omega\eta = 2G\beta$$

解析上重要な周波数領域において、 $G$  と  $\beta$  はほぼ一定であることが、多くの土質材料について判っている。故に、複素せん断弾性係数を表すのに、粘性係数の代わりに臨界減衰比  $\beta$  を用いることができる。

$$G^* = G + i\omega\eta = G(1 + 2i\beta) \quad 11.7$$

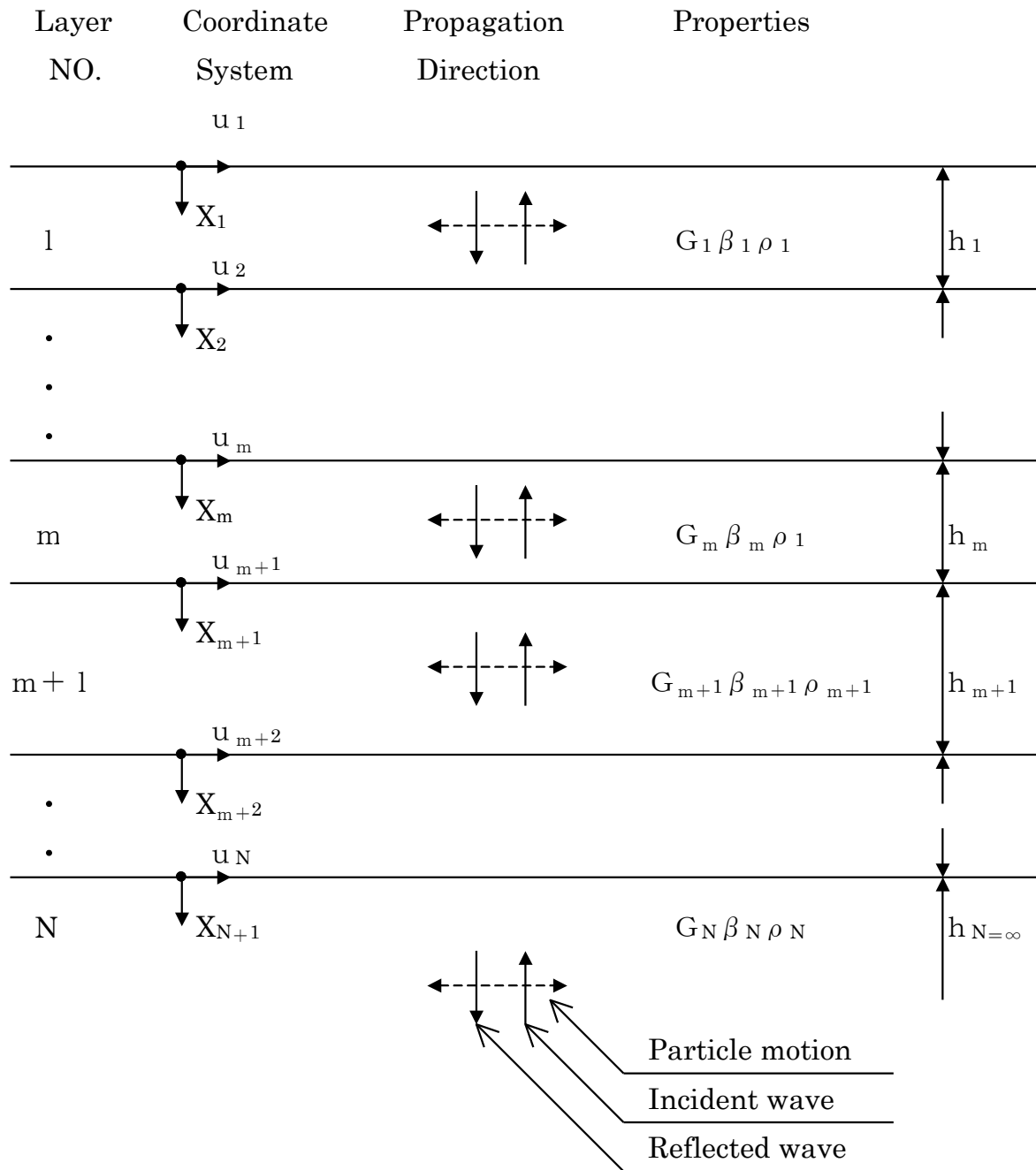


Fig.2 ONE-DIMENSIONAL SYSTEM

ここで  $G^*$  は振動数に対し独立であると仮定できる。

(11.3) 式及び (11.5) 式は、振動数  $\omega$  の調和振動に対する波動方程式の解として与えられる。

$$u(x, t) = Ee^{i(kx + \omega t)} + Fe^{-i(kx - \omega t)} \quad 11.8$$

第1項は、 $X$  のマイナス方向（上向き）に伝わる入射波を示し、第2項は  $X$  のプラス方向（下向き）に伝わる反射波を示している。

(11.8) 式は Fig-2 の各層に成り立つ。各層の局所座標系  $X$  で表される  $m$  層の最上部と最下部における変位は、

$$u_m(x=0) = (E_m + F_m)e^{i\omega t} \quad 11.9$$

$$u_m(x=h_m) = (E_m \cdot e^{ik_m h_m} + F_m \cdot e^{-ik_m h_m})e^{i\omega t} \quad 11.10$$

となり水平面におけるせん断応力度は

$$\tau(x, t) = G \frac{\partial u}{\partial x} + \eta \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial t} = G^* \frac{\partial u}{\partial x} \quad 11.11$$

となる。或いは (11.8) 式により、

$$\tau(x, t) = ikG^*(Ee^{i k x} - Fe^{-i k x})e^{i\omega t} \quad 11.12$$

そして、 $m$  層の最上部でのせん断応力度は各々、

$$\tau_m(x=0) = ik_m G^*(E_m - F_m)e^{i\omega t} \quad 11.13$$

$$\tau_m(x=h_m) = ik_m G^*(E_m \cdot e^{ik_m h_m} - F_m \cdot e^{-ik_m h_m})e^{i\omega t} \quad 11.14$$

全ての境界面において、応力と変位は連続であることから、

従って、(11.9), (11.10), (11.13) 及び (11.14) 式より、

$$E_{m+1} + F_{m+1} = E_m e^{ik_m h_m} + F_m e^{-ik_m h_m} \quad 11.15$$

$$E_{m+1} - F_{m+1} = \frac{k_m G_m^*}{k_{m+1} G_{m+1}^*} (E_m \cdot e^{ik_m h_m} - F_m \cdot e^{-ik_m h_m}) \quad 11.16$$

(11.15), (11.16) 式の加減により、次に示す振幅  $E_{m+1}$  及び  $F_{m+1}$  に関する循環公式を得る。

それは、 $m+1$  層における入射波と反射波の振幅であり、 $m$  層の振幅より表される。

$$E_{m+1} = \frac{1}{2} E_m (1 + \alpha_m) e^{ik_m h_m} + \frac{1}{2} F_m (1 - \alpha_m) e^{-ik_m h_m} \quad 11.17$$

$$F_{m+1} = \frac{1}{2} E_m (1 - \alpha_m) e^{ik_m h_m} + \frac{1}{2} F_m (1 + \alpha_m) e^{-ik_m h_m} \quad 11.18$$

ここに、 $\alpha_m$  は複素インピーダンス比であり、

$$\alpha_m = \frac{k_m G_m^*}{k_{m+1} G_{m+1}^*} = \left( \frac{\rho_m G_m^*}{\rho_{m+1} G_{m+1}^*} \right)^{\frac{1}{2}} \quad 11.19$$

周期に対しては独立である。

自由面においては、 $\tau=0$  であることから、(11.12) 式より  $E_1 = F_1$  即ち入射波と反射波の振幅は、自由面では常に等しい。自由面から初めて、(11.17), (11.18) の循環公式を繰返し用い

て、次の様な  $m$  層と表層の振幅の関係を導き出すことが出来る。

$$E_m = e_m(\omega)E_1 \quad 11.20$$

$$F_m = f_m(\omega)F_1 \quad 11.21$$

伝達関数  $e_m$  及び  $f_m$  は、単に、 $E_1 = F_1 = 1$  に対する倍率であり、 $E_1 = F_1 = 1$  を上式に代入すれば決まるものである。

他の伝達関数は、 $e_m$ 、 $f_m$  から簡単に得られる。 $n$  層及び  $m$  層表面での変位を関係づける伝達関数  $A_{n,m}$  を次の様に、定義する。

$$A_{n,m}(\omega) = u_m / u_n$$

(11.19), (11.20) 及び (11.21) 式を代入して、

$$A_{n,m}(\omega) = \frac{e_m(\omega) + f_m(\omega)}{e_n(\omega) + f_n(\omega)} \quad 11.22$$

となる。これらの式より、伝達関数  $A(\omega)$  は、系のいかなる 2 つの層の間においても定められる。故に、任意の層の motion が判れば、他の層の motion も計算できる。

この様に、振幅  $E$  及び  $F$  は、系全ての層において計算でき、歪及び加速度も変位から求めることが出来る。加速度は次式で表される。

$$\ddot{u}(x,t) = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = -\omega^2 (Ee^{i(kx+\omega t)} + Fe^{-i(kx-\omega t)}) \quad 11.23$$

歪は次式により表される。

$$r = \frac{\partial u}{\partial x} = ik(Ee^{i(kx+\omega t)} - Fe^{-i(kx-\omega t)}) \quad 11.24$$



### 11.2.2 露頭岩盤波と基礎岩盤波の比

Fig.3 に示すような **halfspace** の表面での地震動は、せん断応力度が自由表面においては 0 であり（即ち  $F_N = E_N$ ）入射波が全反射することから、その振幅は、 $2E_N$  となる。**halfspace** において、反射波は完全に吸収され、入射波に対しては何ら影響を与えない。従って、**halfspace** における入射波の振幅は、それより上の系の特性に依存しない。それ故、Fig-3 に示す全ての系において、入射波成分  $E_N$  は全て同じである。

基盤動  $U_N$  と自由表面動  $U'_N$  の比は伝達関数から求められる。

$$A'_N(\omega) = \frac{U_N}{U'_N} = \frac{e_N(\omega) + f_N(\omega)}{2e_N(\omega)} \quad 11.25$$

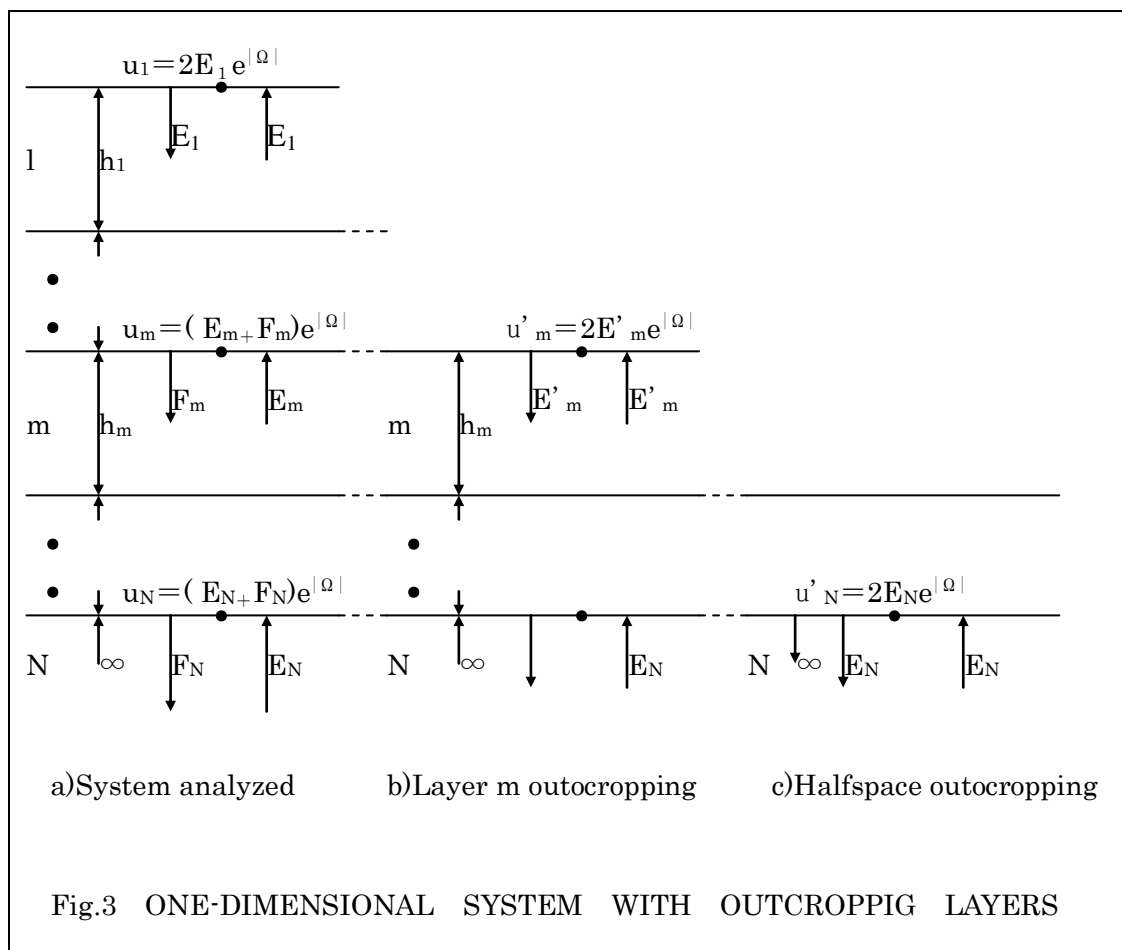
地層表面での motion  $U_1$  と **halfspace** 自由面での地震動の伝達関数は、

$$A'_{N,1}(\omega) = \frac{1}{e_N(\omega)} \quad 11.26$$

として与えられる。もし **halfspace** が地層の下にある岩構造であれば (11.25) 式は、基盤における地震動と露頭岩盤における地震動の比である。基盤動の振幅と露頭岩盤動の振幅の比は、必ず 1 より小さくて、地層の共振振動数で最小値になる。ある例題で求められた地層の伝達関数を参考に Fig.4 に示す。基盤動の振幅は、地層の低次固有振動数において、表層岩盤動の振幅の 65% にすぎない。この違いは、地層と岩盤のインピーダンス比及び地層内の減衰の関数として表される。

剛体基盤を用いた場合と弾性基盤を用いた場合の応答計算結果の相違は、岩盤動に含まれる卓越振動数に依存する。地層の共振振動数をもつ岩盤動は、共振振動数の間の卓越振動数をもつ岩盤動より影響が大きいことが考えられる。(Fig.4 参照) それ故、弾性基盤は、地層と岩盤のインピーダンス比と、地層内の減衰ばかりでなく、地層の共振振動数と関係のある岩盤動に含まれるエネルギーの周波数分布にも影響を与える。

系の中のある 1 つの層 (Fig.3b 参照) に対する地表動の近似値は **halfspace** の場合と同様に求められる。ただし、表層及び系内のある層の入射波成分が等しい ( $E_m = E'_m$ ) 場合である。これは、 $m$  層及びその下にある全ての層の特性が 2 つの系内で等しい場合であり、インピーダンス  $\zeta_m$ ,  $V_m$  が **halfspace** 同様に同じオーダーの場合である。これは、例えば、堆積岩盤層が結晶基礎岩盤の上にあるような場合である。もっと正確な解を得る為には、表層の振動を **halfspace** での振動系から分離した系で計算する必要がある。



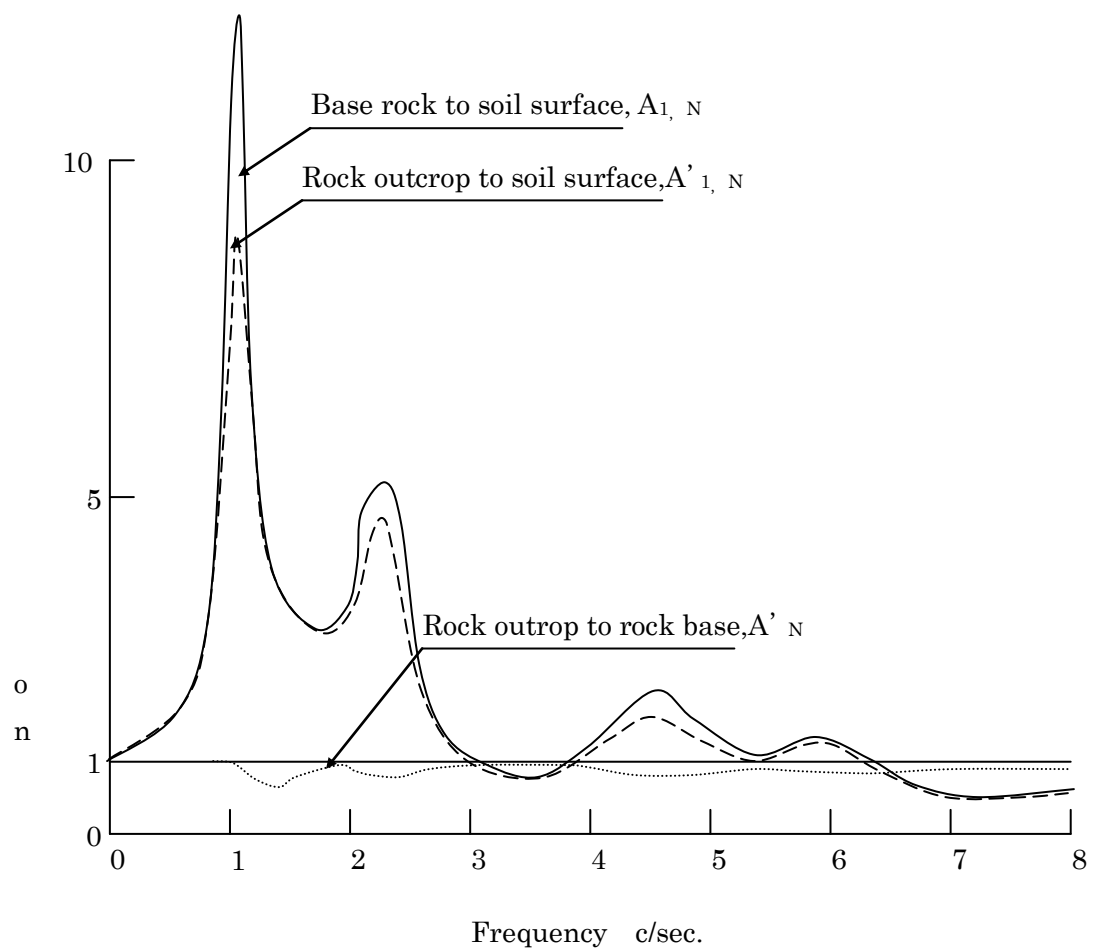


Fig.4 TRANSFER FUNCTIONS

### 11.2.3 過渡応答

今まで述べたことは、定常状態の調和振動に対しても有効である。フーリエ変換により、過渡応答に対しても理論を拡張できる。

$n$  個の等間隔加速度値 ( $U_j(j, \Delta t)$ ,  $j=0,1,\dots,n-1$ ) に離散化した波形は、有限調和動の和として表せる。

$$\ddot{u}(t) = \sum_{s=0}^{n/2} (a_s e^{i\omega_s t} + b_s e^{-i\omega_s t}) \quad 11.27$$

ここで、 $W_s, s=0,\dots,n/2$  は等間隔の振動数である。

$$W_s = \frac{2\pi}{n \cdot \Delta t} \cdot s \quad 11.28$$

$a_s$  及び  $b_s$  は、複素フーリエ係数を示す。

$$a_s = \frac{1}{n} \sum_{j=0}^{n-1} \ddot{u}(t) e^{-i\omega_s t}, \quad b_s = \frac{1}{n} \sum_{j=0}^{n-1} \ddot{u}(t) e^{i\omega_s t} \quad 11.29$$

(11.27) 式の各項は、振動数  $\omega_n$  を有する調和振動を示している。

(11.27) 式の級数が  $m$  層の motion を示していることになり、それは、級数の各項に対し、(11.22) 式より適当な増幅率をかけることにより得られる。

$$U_n(t) = \sum_{s=0}^{n/2} A_{m,n}(\omega_s) \cdot (a_{m,s} e^{i\omega_s t} + b_{m,s} e^{-i\omega_s t}) \quad 11.30$$

フーリエ変換を有する任意運動は、任意点 ( $t = j\Delta t$ ,  $j=0,\dots,n-1$ ) での motion を厳密に表示する。周期  $T = n \cdot \Delta t$  を持つ周期的な振動の解も与えられる。従って、解は、一定の加速度波形が与えられている場合よりむしろ、同一の加速度波が無限に連続している場合に適用される。減衰を持つ系に対し、このことは、それ程重要な影響は与えない。従って、個々の加速度波は、0 領域を設けて分離できる。それは次の周期が始まる前に、応答は減衰する為である。

フーリエ変換にはいくつかの方法がある。SHAKE では Cooley and Tukey (1965) が開発した高速フーリエ変換を利用している。高速フーリエ変換は従来の方法より  $n/\log n$  倍速い。この手法は、連続する全ての値を同時に計算するものであり、数列は、2 のべき乗でなければならない。時刻刻み  $\Delta t = 0.02 \text{ sec}$  の 800 個の加速度記録を用いて解析する場合、高速フーリエ変換では 1024 個必要であり、この場合 800~1024 迄は全て 0 にセットする。このことにより加速度記録の後の '0' づめの必要性和、計算点数が 2 のべき乗であることの両方を満足することが出来る。

#### 11.2.4 地表面上載圧を想定した場合の理論的背景

ver 2.2.0 で追加された地表面上載圧の取り扱いに関する理論的背景について説明する。

地表面上載圧  $M$  が設定された場合、Fig.5 に示すように地表面に架空の層を仮定して 0 番目の層とする。層番号 0 については以下のような諸元と物性特性を持つものとする。

- 1) 層番号 0 について、地表面上載圧  $M$  と等価となるような単位体積重量を仮定する。
- 2) 層境界 0 と層境界 1 の距離は非常に短いものとする。
- 3) 層番号 0 の剛性は空気に近いものとする。

ここで、層境界での変位と応力の連続性から以下のように考えられる。

- 1) 地表面の  $E_0$  は  $E_0=1$
- 2) 層番号 0 と層番号 1 での層境界の  $E_1$  と  $F_1$  は未知数と考える。
- 3) 故に、層境界 1 での応力は質量に層境界の加速度を乗じて  $-(E_1 + F_1) \cdot M \cdot \omega^2$  と考えられる。剛性が 0 に近い為、層番号 0 による応力は無視できる。
- 4) ここで、 $(E_1+F_1)$  は層境界 1 の変位で、加速度は  $-(E_1 + F_1) \cdot \omega^2$  となる。

層番号 1 は実モデル上 1 層目であるので、この層の物性を  $G_1$ 、 $K_1$ 、 $E_1$ 、 $F_1$  とすると、層境界 1 では以下の(11.31)式の関係が成り立つ。

$$\tau_1(X=0)=iK_1G_1(E_1-F_1)e^{i\omega t} = -(E_1 + F_1)\omega^2 M e^{i\omega t} \quad 11.31$$

ここで、 $E_1=1$  として  $F_1$  を(11.31)式から求めることができる。

これまでの SHAKE では自由面において  $\tau=0$  であることから、 $E_1=F_1=1$  として計算をしていたが、この機能では自由面において  $E_1=1$  として(11.31)式から求められた  $F_1$  を用いて計算をスタートする。

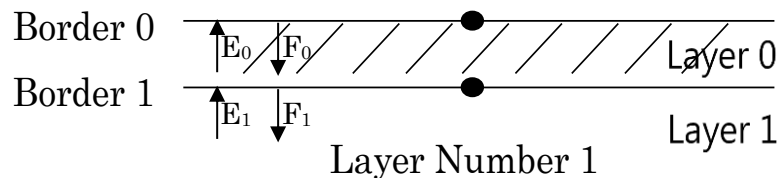


Fig.5 Example of analysis model