

等価線形要素のシミュレーションツール

EQHyst

使用説明書

Version 1.0

はじめに

microSHAKE/3D や SuperFLUSH/2D プログラムにおいて、地盤要素の非線形性を考慮する場合、等価線形化法が用いられています。

等価線形化法によって、各要素の発生歪に応じた等価剛性および等価減衰が設定されますが、この等価減衰は履歴減衰として表現されます。通常これらの要素の τ - γ 関係は線形として表現されることが多いですが、実際には複素応答法によって、減衰を考慮した複素剛性から算出された τ^* - γ 関係は楕円形の履歴を有します。

本プログラムは、この τ^* - γ 関係を任意歪においてシミュレートするプログラムであり、任意歪間の補間関係も視覚的に見ることが出来ます。

2014年10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>

2014 年 11 月		・ EQHyst ver.1.0 のリリース
-------------	--	------------------------

目 次 構 成

1	機能概要	1-1
2	プログラムのインストール	2-1
3	EQHyst の操作	3-2
3.1	起動	3-2
3.2	歪依存特性データの読み込み	3-3
3.3	歪依存特性の図化	3-4
3.4	$\tau/G_0-\gamma$ 関係	3-5
3.5	$G/G_0-\gamma$ 関係	3-7
3.6	グラフツール	3-8
3.7	内挿補間、外挿補間	3-9
3.8	出力	3-16

1 機能概要

EQHyst は、microSHAKE/3D(ver2.0 以降)および SuperFLUSH/2D(ver6.1 以降)の補助ツールであり、これらのプログラムで指定されている地盤の歪依存特性データを読み込んで、複素剛性から算定された任意歪における $\tau^* - \gamma$ 関係を図化することができます。

また、指定された歪値間の補間関係も図化することも可能です。

2 プログラムのインストール

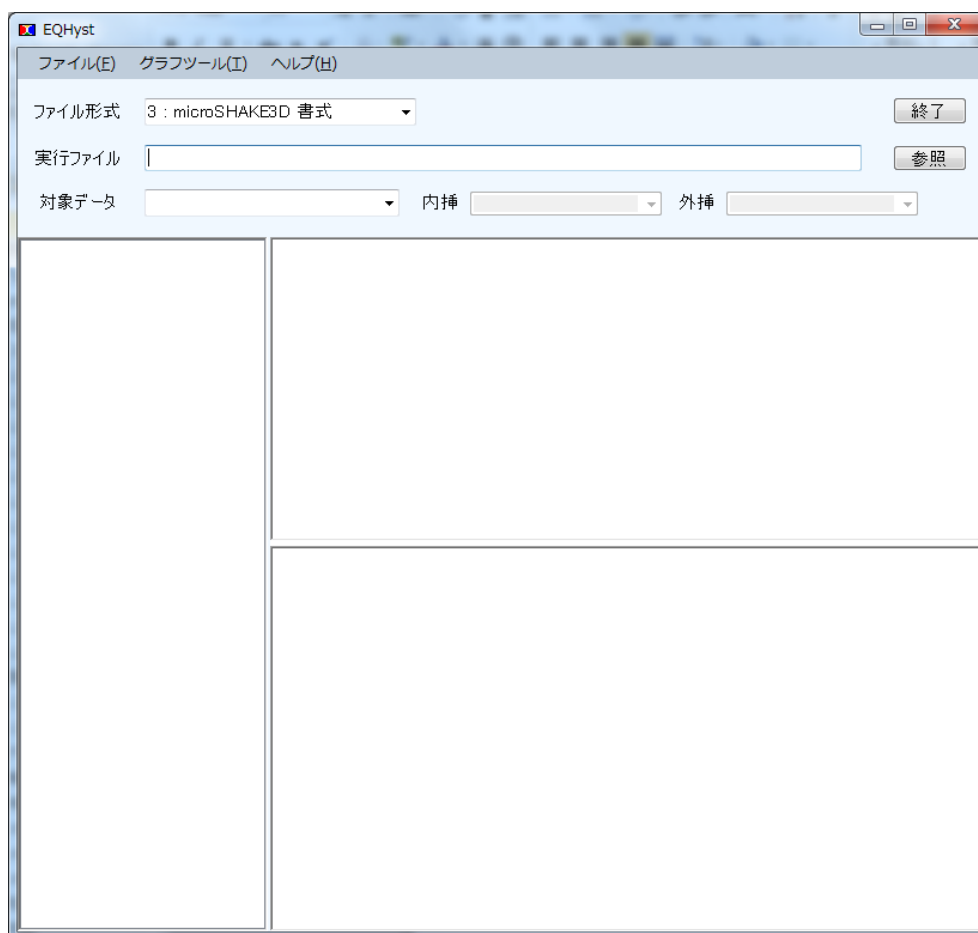
本プログラムは、microSHAKE/3D(ver2.0 以降)または SuperFLUSH/2D(ver6.1 以降)をインストールすることにより利用できます。

3 EQHyst の操作

microSHAKE/3D をインストールした場合の、操作手順を示します。(SuperFLUSH/2D をご利用のユーザーも起動動作以降は同様です。)

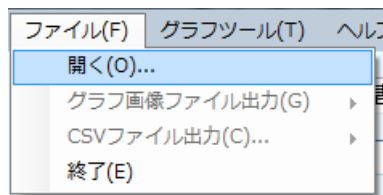
3.1 起動

Windows スタート ボタン → [すべてのプログラム] → [microSHAKE3D] → [EQHyst] を選択します。



3.2 歪依存特性データの読み込み

歪依存特性データを読み込むには、メニューの [ファイル(F)] → [開く(O)] を選択してください。microSHAKE/3D または SuperFLUSH/2D の入力データを指定することにより、データにある歪依存特性値を読み込むことができます。

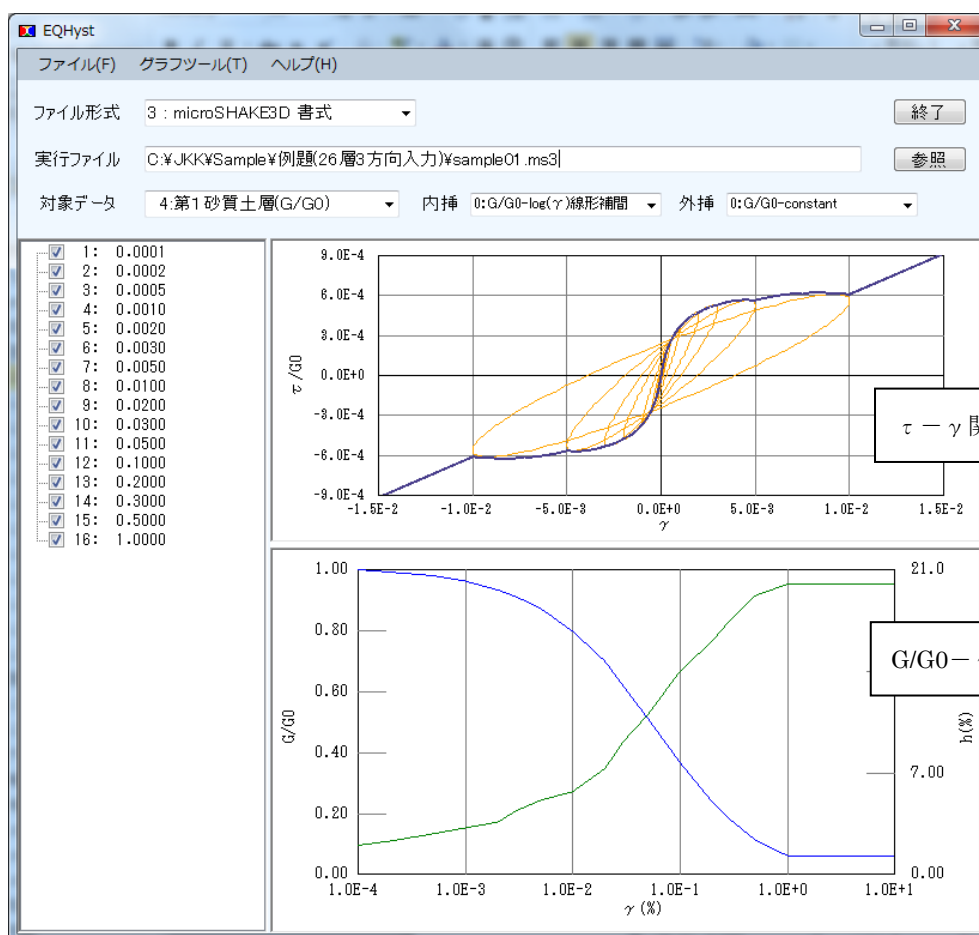
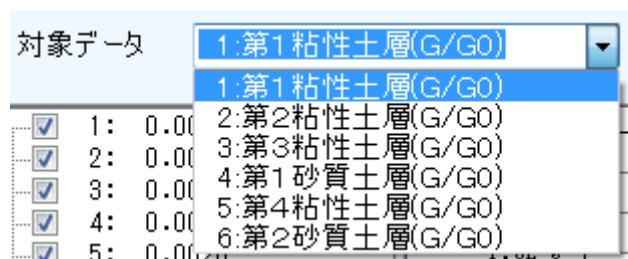


または、ファイル形式を指定して、参照ボタンによって入力データを指定することにより、データにある歪依存特性値を読み込むことができます。

ファイル形式	3 : microSHAKE3D 書式	終了
実行ファイル	<input type="text"/>	参照

3.3 歪依存特性の図化

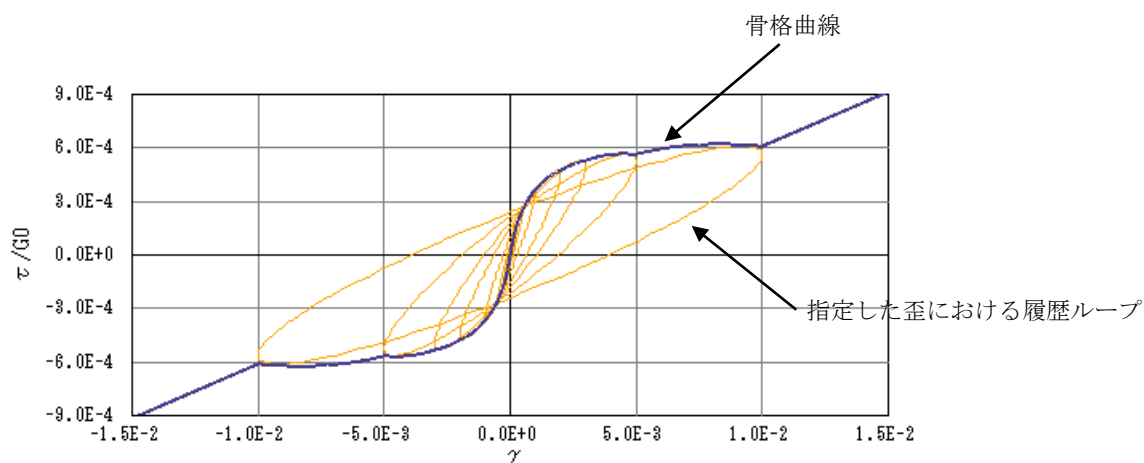
データを読み込みが完了しますと、[対象データ]に読込んだ歪依存特性が表示されますので、表示したいデータを選択すると、歪依存特性が図化されます。



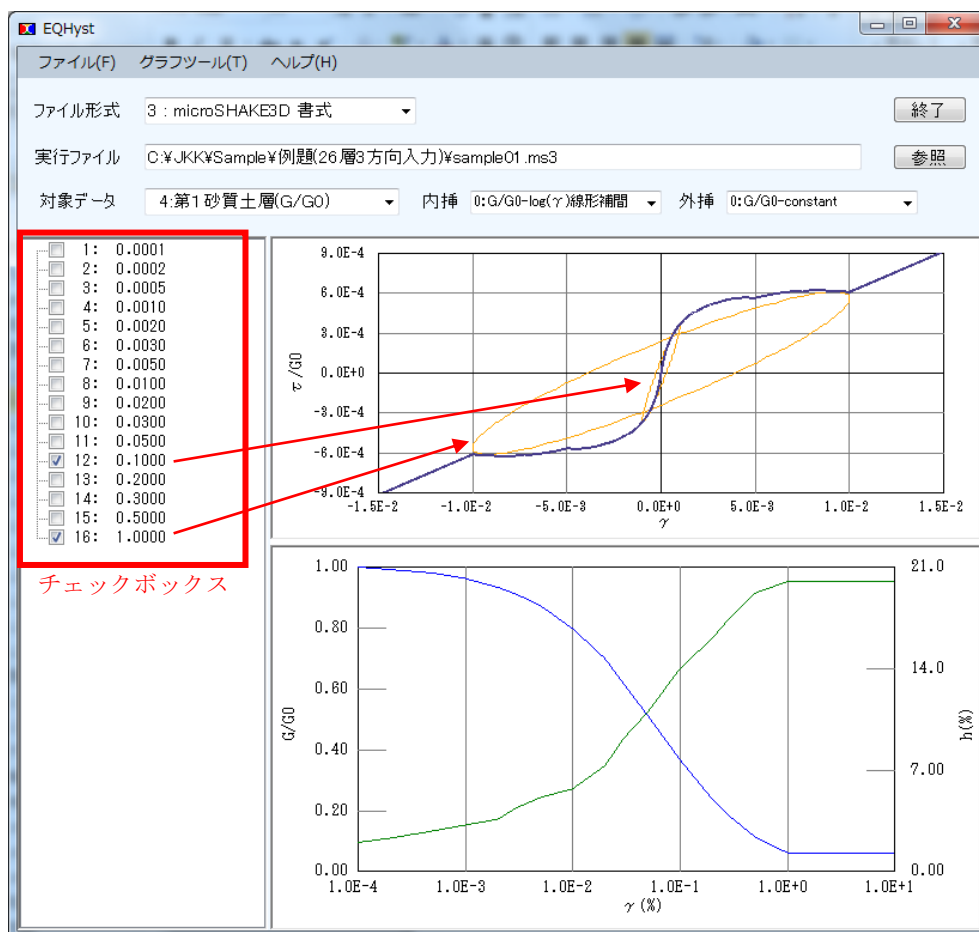
3.4 $\tau/G_0 - \gamma$ 関係

画面の右上には縦軸を τ/G_0 で基準化した $\tau - \gamma$ 関係と骨格曲線が図化されます。 $\tau - \gamma$ 関係は減衰により位相のずれを考慮したものとなっていますので、指定した任意歪における各要素の履歴ループが見ることが出来ます。

また、任意歪の値を補間することにより骨格曲線が得られます。

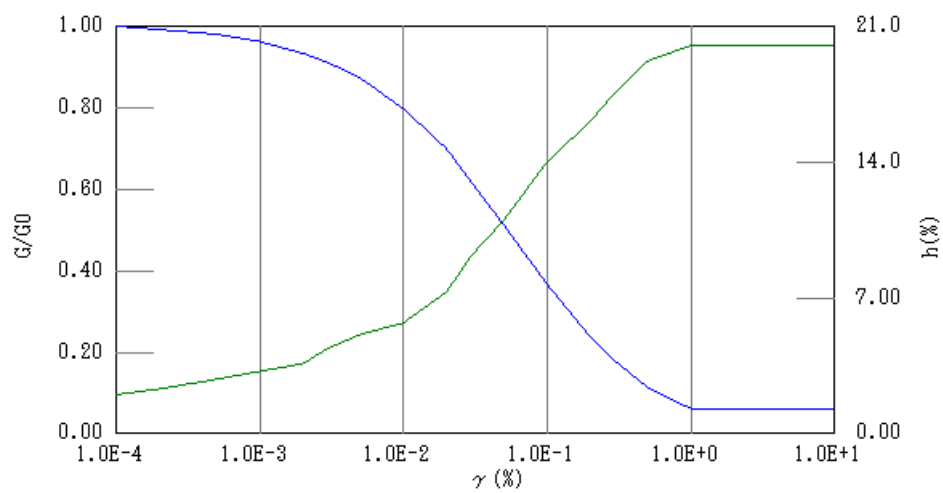


また、履歴ループは左のチェックボックスにより、チェックをいれた歪だけを表示することが出来ます。



3.5 $G/G_0-\gamma$ 関係

画面の右上には $G/G_0-\gamma$ 、 $h-\gamma$ 関係が図化されます。図は指定した歪値を補間して描かれます。



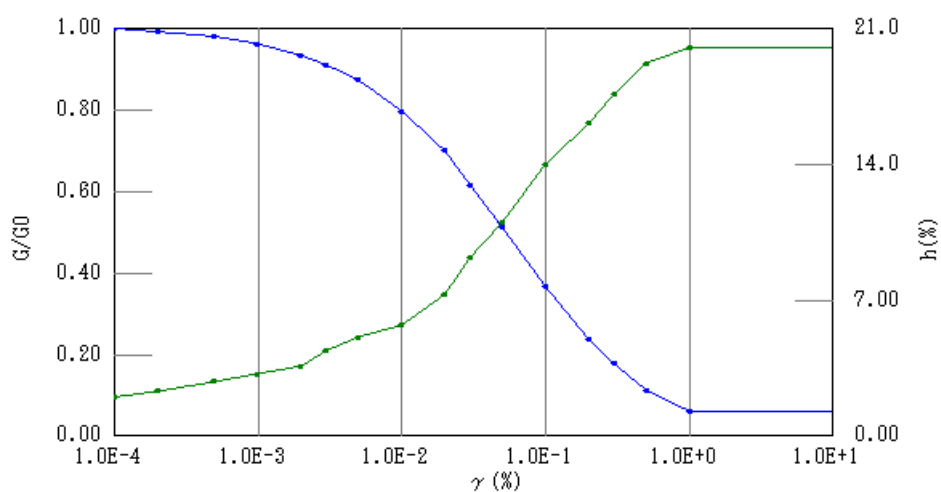
3.6 グラフツール

メニューの [グラフツール] で $\tau - \gamma$ 関係および $G/G_0 - \gamma$ 、 $h - \gamma$ 関係の軸の設定を行うことが出来ます。

< $\tau - \gamma$ 関係 >

< $G/G_0 - \gamma$ 、 $h - \gamma$ 関係 >

メニューの [グラフツール] → [G/G₀ - γ 、 $h - \gamma$ グラフ元データ] をチェックすることにより、 $G/G_0 - \gamma$ 、 $h - \gamma$ 関係の指定歪値での値にマーカーが表示できます。



3.7 内挿補間、外挿補間

指定した任意歪値の間の補間関数を変更することが出来ます。これによって解析で使用する補間関数をシミュレートすることが可能です。

内挿 0:G/G0-log(γ)線形補間 ▼ 外挿 0:G/G0-constant ▼

(1)G/G0 $\sim\gamma$ 曲線

<内挿補間> (表 3-1)

- ・ G/G0- γ における直線補間 (G/G0 : 実数軸、 γ : 対数軸)
- ・ τ - γ における直線補間 (τ : 実数軸、 γ : 実数軸)
- ・ τ - γ におけるペジエ関数補間 (τ : 実数軸、 γ : 実数軸)

<大歪領域の外挿補間> (表 3-2)

- ・ G/G0 一定 (G/G0- γ の最大有効歪値一定)
- ・ τ - γ の傾き一定 (τ - γ の最大有効歪での傾き一定)
- ・ τ 一定 (τ - γ の最大有効歪値一定)
- ・ τ - γ における双曲線関数補間 (τ : 実数軸、 γ : 実数軸)

(2)h $\sim\gamma$ 曲線

<内挿補間>

- ・ h- γ における直線補間 (h : 実数軸、 γ : 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- γ 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 3-1 $G/G_0 \sim \gamma$ 曲線の内挿補間

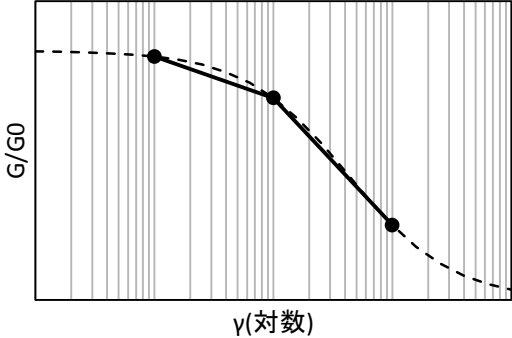
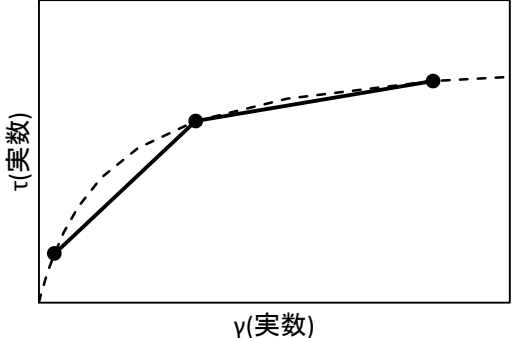
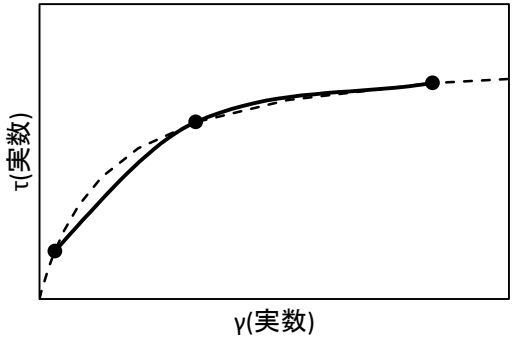
<p>$G/G_0 \sim \gamma$ における直線補間 (G/G_0 : 実数軸、γ : 対数軸)</p> <p><$G/G_0 \sim \gamma$ 関係></p>  <p>The graph shows a coordinate system with the vertical axis labeled G/G_0 and the horizontal axis labeled $\gamma(\text{対数})$. A dashed curve represents the relationship. Three points are marked on the curve, and a solid line segment connects the first two points, representing linear interpolation on the logarithmic scale.</p>	<p>$G/G_0 \sim \gamma$ 関係曲線上において、直線的に補間を行う。</p>
<p>$\tau \sim \gamma$ における直線補間 (τ : 実数軸、γ : 実数軸)</p> <p><$\tau \sim \gamma$ 関係></p>  <p>The graph shows a coordinate system with the vertical axis labeled $\tau(\text{実数})$ and the horizontal axis labeled $\gamma(\text{実数})$. A dashed curve represents the relationship. Three points are marked on the curve, and a solid line segment connects the first two points, representing linear interpolation on the linear scale.</p>	<p>$\tau \sim \gamma$ 関係曲線上において、直線的に補間を行う。</p>
<p>$\tau \sim \gamma$ におけるペジエ関数補間 (τ : 実数軸、γ : 実数軸)</p> <p><$\tau \sim \gamma$ 関係></p>  <p>The graph shows a coordinate system with the vertical axis labeled $\tau(\text{実数})$ and the horizontal axis labeled $\gamma(\text{実数})$. A dashed curve represents the relationship. Three points are marked on the curve, and a solid curve segment connects them, representing cubic spline interpolation.</p>	<p>$\tau \sim \gamma$ 関係曲線上において、ペジエ曲線(3次)による補間を行う。 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 3-2 $G/G_0 \sim \gamma$ 曲線の外挿補間

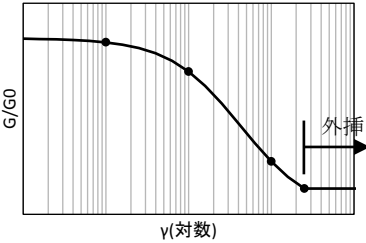
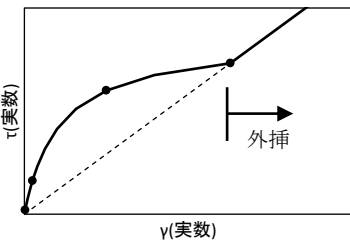
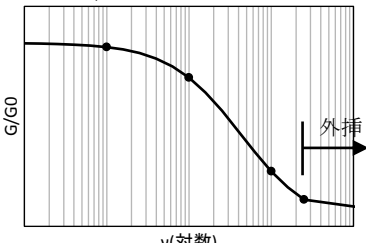
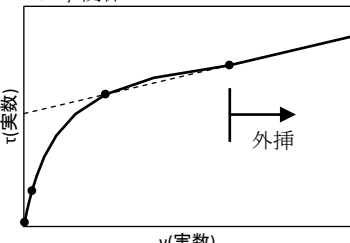
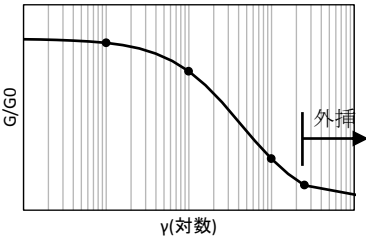
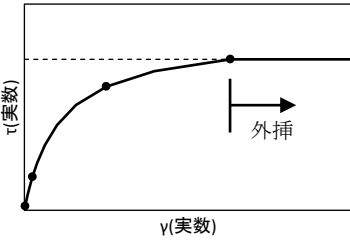
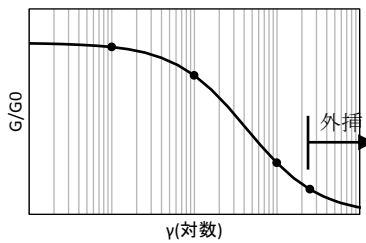
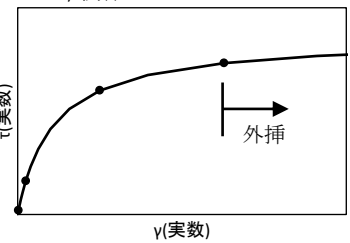
G/G_0 一定 ($G/G_0 \sim \gamma$ の最大有効歪値一定)		
<p><$G/G_0 \sim \gamma$ 関係></p>  <p>G/G_0</p> <p>γ(対数)</p>	<p><$\tau \sim \gamma$ 関係></p>  <p>τ(実数)</p> <p>γ(実数)</p>	<p>定義された最大の有効歪値より大きな歪領域において、G/G_0=一定値で外挿補間を行う。</p>
$\tau \sim \gamma$ の傾き一定 ($\tau \sim \gamma$ の最大有効歪での傾き一定)		
<p><$G/G_0 \sim \gamma$ 関係></p>  <p>G/G_0</p> <p>γ(対数)</p>	<p><$\tau \sim \gamma$ 関係></p>  <p>τ(実数)</p> <p>γ(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、$\tau \sim \gamma$ 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>
τ 一定 ($\tau \sim \gamma$ の最大有効歪値一定)		
<p><$G/G_0 \sim \gamma$ 関係></p>  <p>G/G_0</p> <p>γ(対数)</p>	<p><$\tau \sim \gamma$ 関係></p>  <p>τ(実数)</p> <p>γ(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、$\tau \sim \gamma$ 関係における τ=一定値で外挿補間を行う。</p>
$\tau \sim \gamma$ における双曲線関数補間 (τ : 実数軸、 γ : 実数軸)		
<p><$G/G_0 \sim \gamma$ 関係></p>  <p>G/G_0</p> <p>γ(対数)</p>	<p><$\tau \sim \gamma$ 関係></p>  <p>τ(実数)</p> <p>γ(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>*注意 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 3-3 プログラムにおける歪依存曲線の補間組み合わせ

◇G/G0～ γ 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- γ における直線補間 G/G0:実数軸 γ :対数軸	0	G/G0 一定 (G/G0～ γ の最大有効歪値一定)
				1	τ - γ の傾き一定 (τ ～ γ の最大有効歪での傾き一定)
				2	τ -一定 (τ ～ γ の最大有効歪値一定)
		1	τ - γ における直線補間 τ :実数軸 γ :実数軸	0	G/G0 一定 (G/G0～ γ の最大歪での値一定)
				1	τ - γ の傾き一定 (τ ～ γ の最大有効歪での傾き一定)
				2	τ -一定 (τ ～ γ の最大有効歪値一定)
		2	τ - γ におけるベジェ関数補間 τ :実数軸 γ :実数軸	-	τ - γ における双曲線関数補間 τ :実数軸 γ :実数軸

◇h～ γ 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- γ における直線補間 h:実数軸 γ :対数軸	0	h 一定 (h～ γ 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～ γ 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 $h=h_c+h_0(1-G/G_0)$

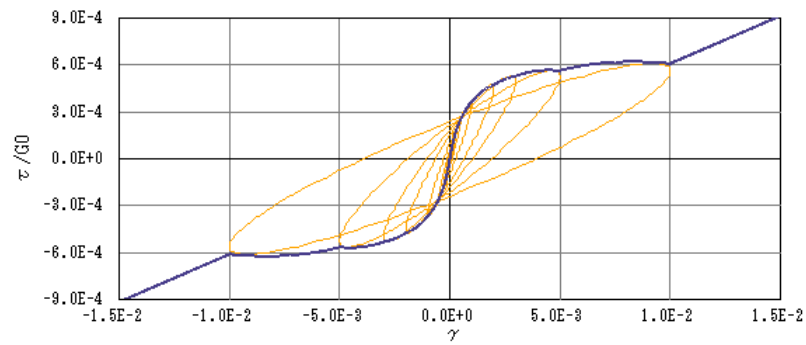
* h_c, h_0 : 前後の入力点の値から求まる変数

○補間例 1

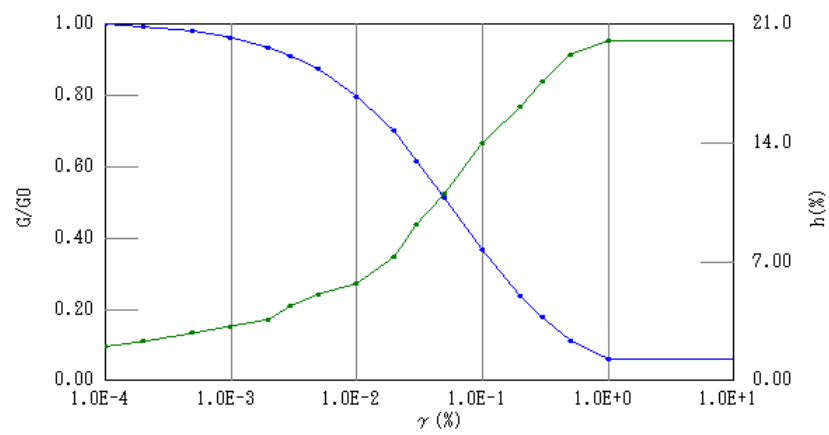
<内挿補間> G/G_0 - γ における直線補間

<外挿補間> G/G_0 一定

- τ - γ 関係



- G/G_0 - γ 、 h - γ 関係

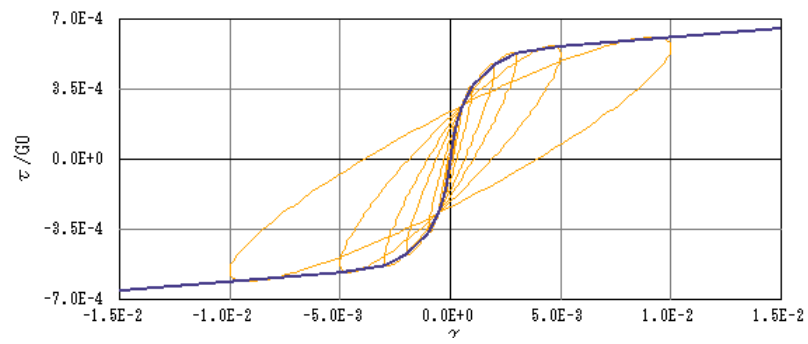


○補間例 2

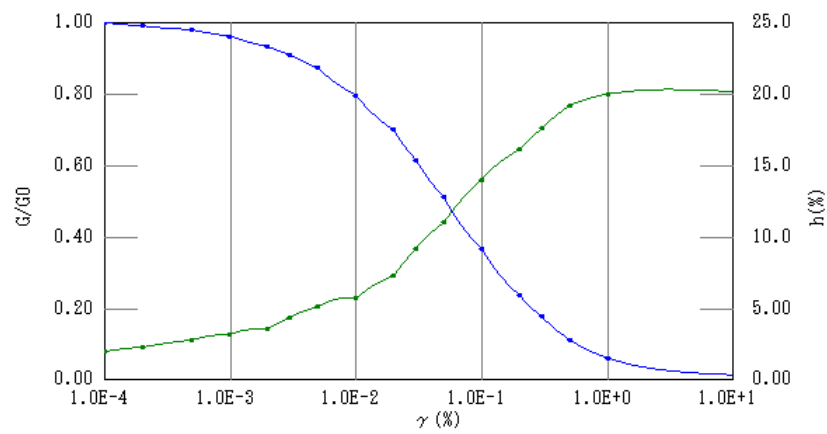
<内挿補間> τ - γ における直線補間

<外挿補間> τ - γ の傾き一定

- τ - γ 関係



- G/G_0 - γ 、 h - γ 関係

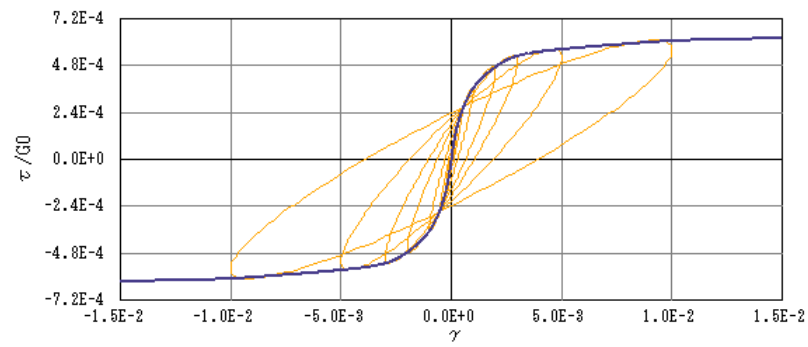


○補間例 3

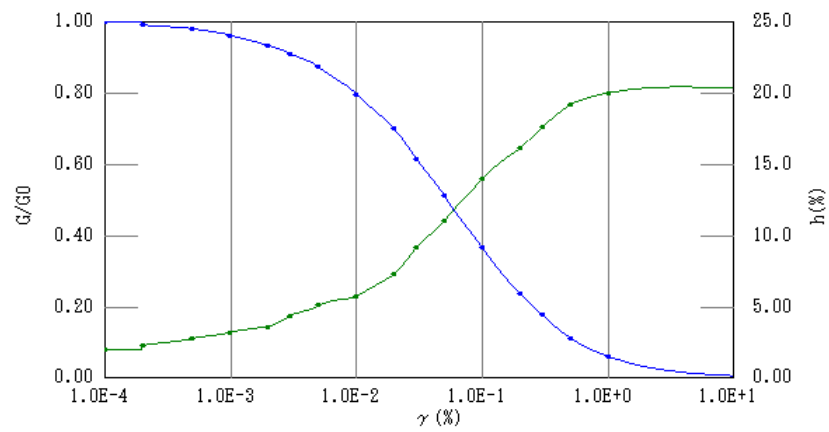
<内挿補間> τ - γ におけるペジエ関数補間

<外挿補間> τ - γ における双曲線関数補間

• τ - γ 関係



• G/G_0 - γ 、 h - γ 関係



3.8 出力

表示しているグラフの画像ファイルおよび CSV 形式のデータ値を保存することが出来ます。

- ・ 画像ファイル

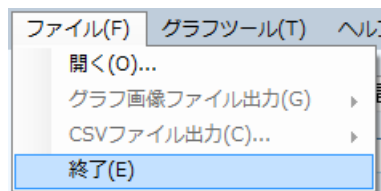
メニューの [ファイル(F)] → [グラフ画像ファイル出力(G)] → [$\tau - \gamma$ グラフ]または [G/G0- γ 、h- γ グラフ] を選択します。

- ・ CSV ファイル

メニューの [ファイル(F)] → [CSV ファイル出力(G)] → [$\tau - \gamma$ グラフ(履歴ループ)], [$\tau - \gamma$ グラフ(骨格曲線)] または [G/G0- γ 、h- γ グラフ]を選択します。

3.9 終了

プログラムを終了するには、メニューの [ファイル(F)] → [終了(E)] を選択してください。



または、終了ボタンを押してください。

ファイル形式	3 : microSHAKE3D 書式	終了
実行ファイル	<input type="text"/>	参照

4 動作環境および制限事項

<動作環境>

- ・ OS
Windows XP
Windows Vista
Windows 7

<制限事項>

対応するインプット入力データ

- ・ SuperFLUSH/2D ver6.0 以降の入力フォーマットデータ
- ・ SuperFLUSH/2D ver5.3 以前の入力フォーマットデータ
- ・ microSHAKE/3D の入力フォーマットデータ

なお、実行プログラムで歪依存特性の補間オプションに対応するものは、SuperFLUSH/2D ver6.1 以降および microSHAKE/3D ver2.0 以降になります。