

# 衝撃波形振動制御システム

## **K2** **K2Sprint**

## **SHOCK** 取扱説明書

### K2Sprint/SHOCK による制約事項

- ・ 使用可能な入力チャンネルの最大数は、『2』チャンネルです。

文 書 名

取扱説明書

適合システム

K2/K2Sprint

ソフトウェア <SHOCK>

Version 20.1.0 以降

## 版 歴

版番号	年月日	内容
1.0.0	2004.02.27	初版
1.0.1	2004.04.02	誤植の訂正
1.1.0	2004.04.24	SRS 分析機能の追加
1.2.0	2004.06.22	SRS/SHOCK 機能の追加
2.0.0	2004.08.10	簡易定義、レベルスケジュール機能の追加
4.0.0	2005.03.31	タイミング信号及び動作設定の「伝達率表示単位」と「加振終了時にデータを自動で保存する」、操作関連補足の制御運転データ関連項目、バージョンアップ時の注意点の記述追加
4.1.0	2005.09.22	MEGA POINT オプション付の目標波形最大長の変更
4.1.1	2006.03.13	誤植の訂正
5.0.0	2006.03.25	Classical Shock 波形の補償波の形状に Type4 を追加
5.1.0	2007.01.25	チャンネル感度の csv 読み込み機能追加に伴う記述追加
5.1.1	2007.09.05	誤植の訂正
5.1.2	2008.01.18	誤植の訂正
5.1.3	2008.03.04	誤植の訂正
5.1.4	2008.12.04	ドライブ編集機能、タイマー停止機能の追加、繰り返し加振の記述追加
5.2.0	2009.12.10	Classical Shock 波形のトレランス種別に MIL-STD-810F と NDS-Y8113 を追加
5.2.1	2009.02.25	誤植の訂正
6.0.0	2010.10.21	Windows7 対応
10.0.0	2013.08.09	画面の刷新、制御ライン数の上限変更、テストファイルの記述変更、入力チャンネルの記述変更、クラシカルショックのトレランスに数値指定を追加、速度・変位の算出処理の自動設定の記述変更、動作設定（100%を超える加振レベルの指定を可能とする、実行時の画面配置）の記述追加
10.1.0	2014.01.18	レベルスケジュールに極性と繰り返し間隔を追加
10.2.0	2014.03.08	バージョンアップ時の注意点の追加
10.2.1	2015.10.30	誤植の訂正
10.3.0	2017.03.01	伝達関数を定義モードで取り込む方法を追加、誤植の訂正
10.4.0	2017.05.19	動作設定（誤差計算方法、ドライブ更新）の記述追加
14.0.0	2018.01.31	サインバーストのエッジ処理の記述追加
14.3.0	2019.04.19	セーフティチェックの記述追加、伝達関数測定時出力レベルの記述変更、誤植の訂正
20.1.0	2021.01.27	動作設定の「実行開始時に履歴をクリア」「データファイル名を自動設定」の記述追加

# 目次

第1章 システム概説.....	1-1
1.1 仕様 .....	1-1
1.1.1 SHOCK .....	1-1
1.1.2 SRS (オプション) .....	1-2
1.1.3 LONG WAVEFORM (オプション) .....	1-2
1.1.4 MEGA POINT (オプション) .....	1-2
1.2 バージョンアップ時の注意点 .....	1-3
1.2.1 バージョン 4.2.0.0 へのバージョンアップ .....	1-3
1.2.2 バージョン 5.0.3.0 へのバージョンアップ .....	1-3
1.2.3 バージョン 11.0.3.0 へのバージョンアップ .....	1-4
第2章 K2 アプリケーションの操作体系 .....	2-1
2.1 概要 .....	2-1
2.2 テストファイル .....	2-2
2.3 試験種別 .....	2-3
第3章 基本操作例.....	3-1
3.1 SHOCK テスト .....	3-1
3.2 簡易定義 .....	3-22
3.3 SRS SHOCK テスト.....	3-39
第4章 テストの定義.....	4-1
4.1 概要 .....	4-1
4.2 目標波形 .....	4-2
4.3 制御条件 .....	4-2
4.3.1 制御ライン数 .....	4-3
4.3.2 制御周波数 .....	4-3
4.3.3 最高観測周波数 .....	4-4
4.3.4 ループチェック .....	4-5
4.3.5 初期レベル .....	4-5
4.4 加振システム設定 .....	4-6
4.4.1 初期出力電圧を指定 .....	4-6
4.4.2 伝達関数 測定時出力レベル.....	4-6
4.5 入力チャネル .....	4-8
4.5.1 概要 .....	4-8
4.5.2 入力チャネル .....	4-8
4.5.3 入力感度読み込み .....	4-9
4.6 SRS 分析条件 (SRS オプション) .....	4-11
4.6.1 分析最大周波数.....	4-12
4.6.2 分析最小周波数 .....	4-12
4.6.3 分析周波数間隔 .....	4-12

4.6.4	SDOF 系減衰率	4-13
4.6.5	分析種別	4-13
4.6.6	初期/残留境界	4-13
4.6.7	分析精度	4-13
4.6.8	減衰率追加	4-14
4.7	レベルスケジュール	4-15
4.7.1	レベル	4-16
4.7.2	加振回数	4-16
4.7.3	加振間隔	4-17
4.7.4	極性	4-17
4.7.5	イタレーションを実施する	4-17
4.7.5.1	最大イタレーション回数	4-17
4.7.5.2	イタレーション処理失敗時にスケジュールを停止する	4-17
4.7.6	スケジュールを一時停止する	4-17
4.8	タイミング信号	4-18
4.8.1	概要	4-18
4.8.2	基本操作例	4-18
4.9	ドライブ更新	4-22
4.9.1	概要	4-22
4.9.2	基本操作例	4-22
4.10	伝達関数更新	4-23
4.10.1	概要	4-23
4.10.2	基本操作例	4-23
4.11	ドライブ編集	4-25
4.11.1	概要	4-25
4.11.2	周波数重み係数を指定する場合	4-25
4.11.3	PSD レベルを指定する場合	4-30
4.12	セーフティチェック	4-35
4.12.1	概要	4-35
第5章	目標波形の定義	5-1
5.1	目標波形	5-1
5.2	Classical Shock 波形	5-2
5.2.1	波形種別	5-5
5.2.2	ピーク振幅値	5-5
5.2.3	立上がり時間、立下がり時間	5-6
5.2.4	時間パラメータ	5-6
5.2.4.1	サンプリング周波数、およびデータポイント数を自動設定する	5-6
5.2.4.2	サンプリング周波数	5-6
5.2.4.3	データポイント数	5-7
5.2.4.4	パルス幅	5-7

5.2.4.5	補助時間パラメータ	5-7
5.2.4.5.1	パルス位置	5-8
5.2.4.5.2	レストタイム	5-8
5.2.5	トレランス	5-8
5.2.5.1	トレランス種別	5-8
5.2.6	補償波パラメータ	5-12
5.2.6.1	補償波の対称性	5-12
5.2.6.2	補償波の形状	5-13
5.2.6.3	最適化度	5-15
5.2.6.4	補償波のピークレベル	5-15
5.3	実測波形定義	5-17
5.3.1	データファイル形式	5-19
5.3.1.1	CSV データファイル	5-19
5.3.2	データの読み込み	5-20
5.3.2.1	データファイルの選択	5-20
5.3.2.2	データ単位とサンプリング周波数の指定	5-21
5.3.3	データの編集	5-22
5.3.3.1	フィルタ処理	5-22
5.3.3.1.1	フィルタ種別	5-22
5.3.3.1.2	フィルタ特性	5-23
5.3.3.1.3	周波数分解能	5-23
5.3.3.1.4	カットオフ周波数	5-23
5.3.3.1.5	フィルタの次数	5-23
5.3.3.1.6	フィルタの傾き	5-24
5.3.3.2	始端、終端処理	5-24
5.3.3.2.1	エッジ処理幅	5-24
5.3.3.2.2	ピークレベル	5-24
5.3.3.3	周波数変換	5-25
5.3.3.3.1	信号周波数の変換	5-25
5.3.3.3.1.1	信号周波数変換倍率	5-26
5.3.3.3.2	サンプリング周波数の変換	5-26
5.3.3.3.2.1	自動設定する	5-26
5.3.3.3.2.2	フィルタ処理を行わない	5-26
5.3.3.3.2.3	サンプリング周波数	5-27
5.3.3.4	数値間演算	5-29
5.3.3.4.1	演算種別	5-29
5.3.3.4.2	演算値	5-29
5.3.3.4.3	指定方法	5-29
5.3.3.5	データポイント数変更	5-31
5.3.3.5.1	処理種別	5-31

5.3.3.5.2	データポイント数	5-32
5.3.3.5.3	データ位置	5-32
5.3.3.5.4	対象領域指定	5-33
5.3.3.6	補償波付加	5-33
5.3.3.6.1	補償波種別	5-34
5.3.3.6.2	ハーフサインによる補償波付加	5-34
5.3.3.6.2.1	補償波付加前ゼロ区間	5-35
5.3.3.6.2.2	補償波付加方法	5-35
5.3.3.6.2.3	変位最大値	5-35
5.3.3.6.2.4	補償波レベル	5-35
5.3.3.6.2.5	補償波開始位置	5-36
5.3.3.6.2.6	補償波幅	5-36
5.3.3.6.3	OPTIMIZE による補償波付加	5-37
5.3.3.6.3.1	速度変化量拘束領域	5-38
5.3.3.6.3.2	変位最大値	5-38
5.4	サインビート波／サインバースト波	5-39
5.4.1	波形種別	5-41
5.4.2	物理量	5-42
5.4.3	振幅	5-42
5.4.4	サンプリング周波数／サンプリング周波数を自動設定する	5-42
5.4.5	周波数	5-42
5.4.6	波数	5-42
5.4.7	フレーム数	5-43
5.4.8	休止時間	5-43
5.4.9	エッジ処理	5-43
5.4.9.1	立ち上げ波数	5-44
5.4.9.2	立ち下げ波数	5-44
5.4.9.3	窓関数	5-44
5.5	対称補償型定義波形	5-45
5.5.1	波形の種類（波形種別）	5-48
5.5.2	ピーク振幅値	5-49
5.5.3	ピーク位置	5-49
5.5.4	サンプリング周波数／サンプリング周波数を自動設定する	5-49
5.5.5	パルス幅	5-50
5.5.6	パルス前ゼロ区間	5-50
5.5.7	パルス間ゼロ区間	5-50
5.5.8	パルス後ゼロ区間	5-50
5.5.9	補償波をメインパルスの前後に付加する	5-50
5.6	減衰正弦波	5-51
5.6.1	合成波種別	5-53

5.6.2	サンプリング周波数	5-55
5.6.3	データポイント数	5-55
5.6.4	補償波周波数	5-56
5.6.5	補償波減衰率	5-56
5.6.6	要素波（減衰正弦波）の登録	5-56
5.6.6.1	周波数	5-56
5.6.6.2	振幅	5-56
5.6.6.3	減衰率	5-57
5.6.6.4	変調正弦波波数	5-57
5.6.6.5	遅延時間	5-57
第6章	操作関連補足	6-1
6.1	Classical Shock 波形以外の SHOCK テストのトレランスチェック	6-1
6.2	加振レベルの変更	6-2
6.3	目標波形の極性の変更	6-4
6.4	繰返し加振の実行	6-6
6.4.1	繰返し加振の実施	6-6
6.4.2	最大値による監視の実施	6-8
6.5	動作設定	6-10
6.5.1	トレランス	6-11
6.5.2	速度・変位の算出処理	6-11
6.5.3	伝達率表示単位	6-12
6.5.4	加振終了時にデータを自動で保存する	6-12
6.5.5	100%を超える加振レベルの指定を可能とする	6-12
6.5.6	実行時のページ状態保持	6-12
6.5.7	誤差計算方法	6-13
6.5.8	ドライブ更新	6-13
6.5.9	履歴クリア	6-13
6.5.10	データ保存	6-13
6.6	目標波形種別の変更	6-14
6.7	システム定格チェック	6-16
6.8	誤差比率	6-17
6.9	レベルスケジュールの実行	6-18
6.10	制御運転データの取り込みと削除	6-22
6.10.1	制御運転データの取り込み	6-23
6.10.1.1	試験終了時に取り込む方法	6-23
6.10.1.2	定義モードで取り込む方法	6-25
6.10.2	制御運転データの削除	6-28
6.11	伝達関数測定スキップ（テストに取り込まれた伝達関数を使用する）	6-29
6.12	伝達関数の継続測定	6-32
6.13	テストに取り込まれたドライブ波形を使用する	6-36



6.14	SRS SHOCK テストのトレランスチェック	6-39
6.15	(本節は、空白です。)	6-40
6.16	(本節は、空白です。)	6-40
6.17	(本節は、空白です。)	6-40
6.18	加振停止タイマー	6-41
6.18.1	加振停止タイマーの概要	6-41
6.18.2	時間指定の手順	6-41
6.18.3	時刻指定の手順	6-44
第7章	SRS SHOCK (オプション) 理論編	7-1
7.1	衝撃応答スペクトル(SRS)	7-1
7.1.1	SRS の概念	7-1
7.1.2	SRS の用語	7-2
7.2	SDOF 系フィルタの構成	7-4
7.2.1	概要	7-4
7.2.2	SDOF 系の記述と SDOF 系フィルタの構成	7-4
7.2.3	Interpolation と Decimation	7-6
7.2.4	SDOF 系フィルタ群の配置	7-9
7.3	目標 SRS を有する波形の合成	7-10
7.3.1	概要	7-10
7.3.2	目標 SRS	7-10
7.3.3	合成要素波初期値の重要性	7-11
7.3.4	SRS マッチング演算	7-11
第8章	SRS SHOCK (オプション) 定義編	8-1
8.1	SRS SHOCK テストの定義の概要	8-1
8.2	目標 SRS	8-2
8.2.1	SRS 分析条件	8-6
8.2.1.1	サンプリング周波数	8-6
8.2.1.2	データポイント数	8-6
8.2.1.3	分析最大周波数	8-6
8.2.1.4	分析最小周波数	8-7
8.2.1.5	分析周波数間隔	8-7
8.2.1.6	SDOF 系減衰率	8-7
8.2.1.7	分析種別	8-7
8.2.1.8	初期/残留境界	8-7
8.2.1.9	分析精度	8-8
8.2.1.10	減衰率追加	8-8
8.2.2	目標 SRS 条件	8-9
8.2.2.1	ブレイクポイントの設定	8-10
8.2.2.2	CSV ファイルによるブレイクポイントの設定	8-12
8.2.3	波形合成条件	8-14

8.2.3.1	概要	8-14
8.2.3.2	サンプリング周波数 $f_s$	8-15
8.2.3.3	データポイント数 $N$	8-15
8.2.3.4	制御単位	8-15
8.2.3.5	合成波種別	8-15
8.2.3.6	補償波周波数	8-15
8.2.3.7	補償波減衰率	8-16
8.2.3.8	要素定義	8-16
8.2.3.8.1	要素指定方法	8-16
8.2.3.8.2	要素波の自動設定	8-17
8.2.3.8.2.1	要素波自動設定パラメータ	8-18
8.2.3.8.2.1.1	要素波最大周波数	8-18
8.2.3.8.2.1.2	要素波最小周波数	8-18
8.2.3.8.2.1.3	要素波スキップ数	8-18
8.2.3.8.2.1.4	振幅値極性パターン	8-19
8.2.3.8.2.1.5	減衰率 最小値/最大値	8-19
8.2.3.8.2.1.6	波数 最小値/最大値	8-19
8.2.3.8.2.1.7	要素波持続時間	8-20
8.2.3.8.2.1.8	遅延時間初期値	8-20
8.2.3.8.2.1.9	遅延時間増加率	8-20
8.2.3.8.3	要素波の手動設定	8-21
8.2.4	SRS マッチング演算の実施	8-23



### 1.1.2 SRS (オプション)

- (1) 機能： 試験の要求と評価とを、波形そのものによるのではなく、その波形の SRS (目標 SRS) に基づいて行う試験を実施することができます。  
また、通常の衝撃試験の加振後に得られる制御応答もしくはモニタ応答の加速度波形データの SRS 分析を採取直後に実施し、加振結果とは別に SRS 分析結果として表示することができます。
- (2) SDOF フィルタ数： 最大 256
- (3) 分析種別： 絶対加速度、相対変位
- (4) 分析、表示データ： 目標分析  
制御応答分析  
モニタ分析

### 1.1.3 LONG WAVEFORM (オプション)

- (1) 機能： 通常の SHOCK で扱うことが可能な目標波形長は最大 16K ポイントですが、本オプションを付加することで、より長い波形データを目標波形として使用することが可能になります。
- (2) 目標波形最大長： 200K ポイント

### 1.1.4 MEGA POINT (オプション)

- (1) 機能： LONG WAVEFORM オプション付の SHOCK で扱うことが可能な目標波形長は最大 200K ポイントですが、LONG WAVEFORM オプションに本オプションを付加することで、より長い波形データを目標波形として使用することが可能になります。  
MEGA POINT オプションには、LONG WAVEFORM オプションが必要です。
- (2) 目標波形最大長： 5000K ポイント

## 1.2 バージョンアップ時の注意点

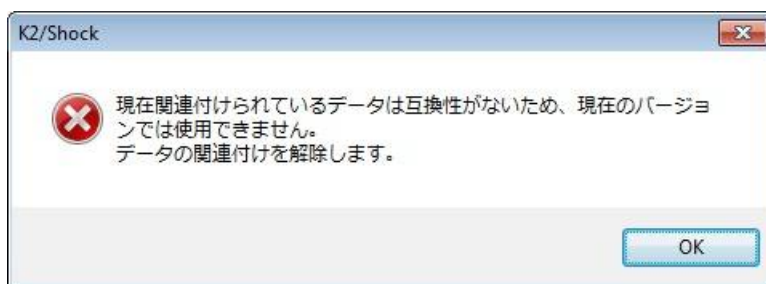
### 1.2.1 バージョン 4.2.0.0 へのバージョンアップ

バージョン 4.2.0.0 にバージョンアップすると、過去のバージョンで作成したテストで、制御運転データが付加されている場合、付加されている制御運転データ（伝達関数データおよびドライブデータ）が使えないことがあります。

下記の条件を満たす場合に制御運転データが使用できません。

- ・ サンプル周波数が 819.2.Hz 以下であること。（819.2.Hz を含む。）

上記の条件を満たす場合には、テストファイル読み込み時に、下図の確認メッセージを表示し、付加されている制御運転データを自動的に解除します。

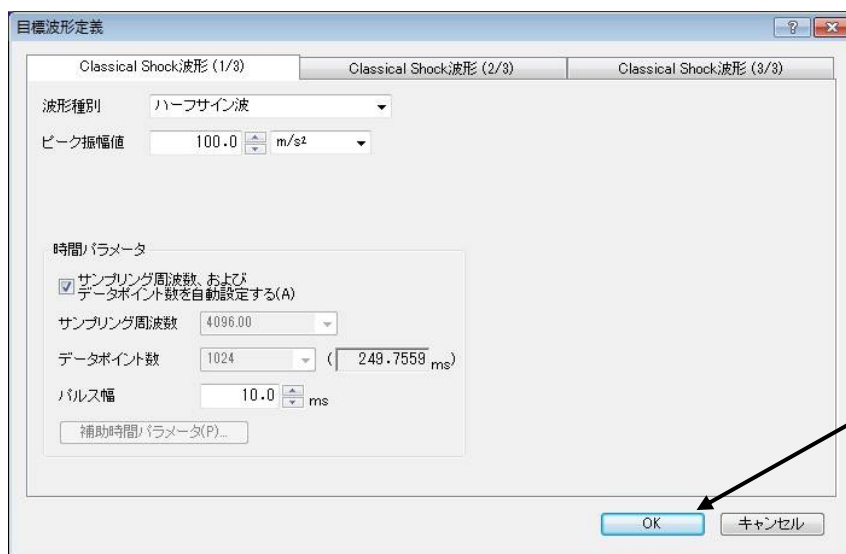


以降、制御運転データが付加されていないテストとして動作します。

### 1.2.2 バージョン 5.0.3.0 へのバージョンアップ

バージョン 5.0.3.0 では、Classical Shock 波形の時間パラメータの自動化の処理が過去のバージョンとは異なります。バージョン 5.0.3.0 にバージョンアップすると、過去のバージョンで作成したテストで、目標波形が Classical Shock 波形で且つサンプル周波数が自動設定されている場合は、以下の操作を行なうとサンプル周波数とデータポイント数に変更されてしまう可能性があります。

目標波形定義設定画面を開き、[OK] ボタンを押します。



[OK] ボタンを押すと、バージョン 5.0.3.0 での自動化の処理で波形が再計算されるためです。

### 1.2.3 バージョン 11.0.3.0 へのバージョンアップ

バージョン 10.0.0.0 から 11.0.2.0 の SHOCK からバージョン 11.0.3.0 以降の SHOCK にバージョンアップする場合、以前のバージョンで作成した伝達関数データおよびドライブデータが使えないことがあります。

下記の条件を満たす場合に制御運転データが使用できません。

- ・サンプリング周波数が 128Hz 以下で、制御ライン数が 100 であること。（128Hz を含む。）
- ・サンプリング周波数が 81.92Hz で、制御ライン数が 200 であること。

伝達関数データおよびドライブデータが付加されているテストで上記の条件を満たす場合、

“1.2.1 バージョン 4.2.0.0 へのバージョンアップ” と同じように処理されます。

## 第2章 K2 アプリケーションの操作体系

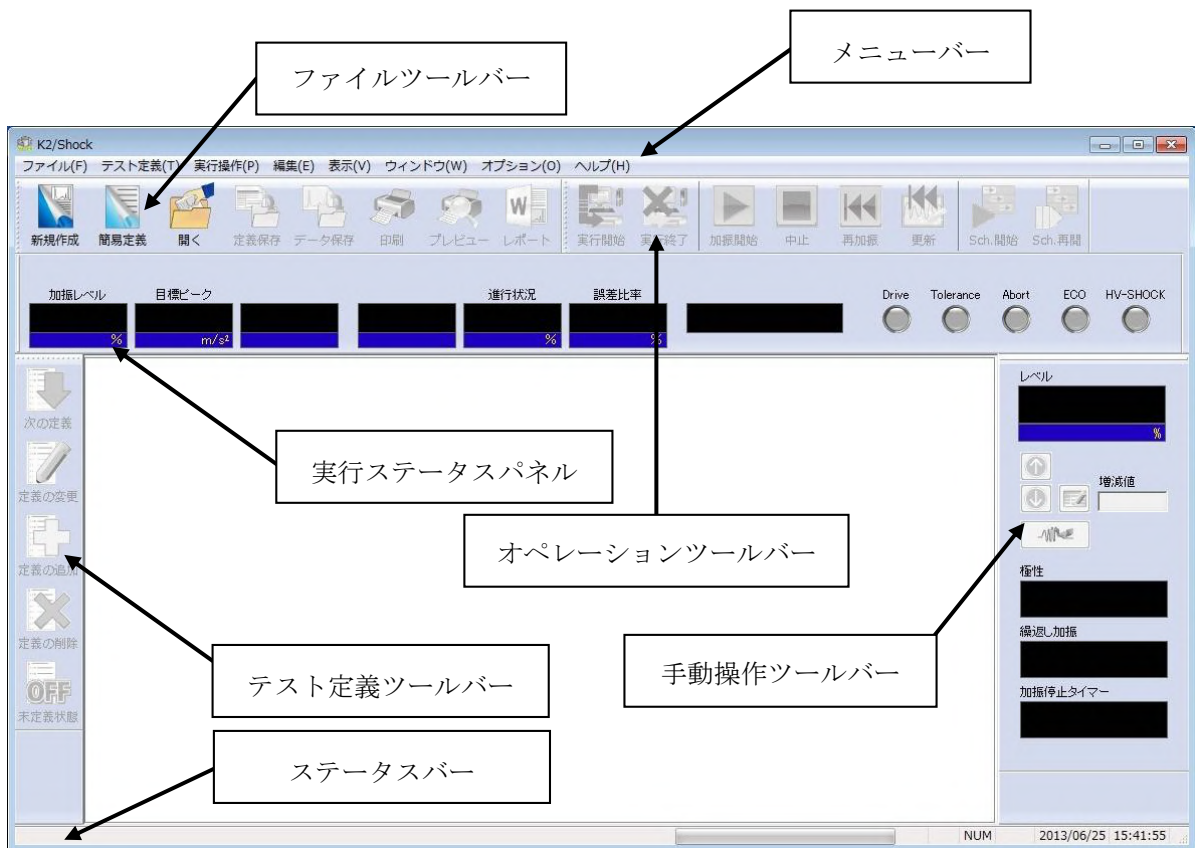
### 2.1 概要

K2 アプリケーションでは、起動後の操作は、キーボード、マウスを用いて行います。  
本アプリケーションを起動すると、下図のようなウィンドウが開きます。

メニューバーには、本アプリケーションのすべてのメニュー名が表示されています。  
各メニュー名をクリックするとメニューが開き、使用できるコマンドの一覧を表示します。

各ツールバーには、メニューの中のよく使うコマンドをアイコンで表示しています。  
アイコンをクリックすると対応するコマンドが実行するか、コマンドに対応したダイアログボックスが開きます。

ステータスバーには、K2 コントローラの動作状況を表示します。  
実行ステータスには、加振試験中の状況を表示します。



K2 アプリケーションのウィンドウ

## 2.2 テストファイル

K2 アプリケーションでは、テスト実施に必要な情報を、「テストファイル」と呼ばれる所定のファイルに格納します。

テストファイルの中には、次のような種類があります。

### 必ず使用するテストファイル

- ・テスト定義ファイル : Ver10.0.0.0 以降に作成されたファイル  
K2SHOCK (\*.sho2、\*.srs2)  
Ver10.0.0.0 以前に作成されたファイル  
K2SHOCK (\*.sho、\*.srs)
- ・グラフデータファイル : Ver10.0.0.0 以降に作成されたファイル (\*.vdf2)  
Ver10.0.0.0 以前に作成されたファイル (\*.vdf)
- ・環境設定ファイル  
(I/O モジュール構成情報, 加振システム情報, 入力チャンネル情報) : SystemInfo.Dat2

注 1) システムドライブの¥IMV¥K2\_2nd に保存されます。削除禁止

Ver10.0.0.0 以前の K2 ではシステムドライブの¥IMV¥K2 フォルダに保存されます。

Ver6.0.0.0 以前の K2 では Windows フォルダに保存されます。

注 2) Ver10.0.0.0 以前の K2 から Ver10.0.0.0 以降の K2 にバージョンアップする場合、インストール時に環境設定ファイルは Ver10.0.0.0 以降用のフォーマットに自動的に変換されます。



## 2.3 試験種別

K2SHOCK では、以下の試験を行うことができます。

- (1) デジタル形式で与えられる有限長の任意の目標波形を制御目標値とし、これを制御点において再現する衝撃試験。

例) クラシカルショック波形

サインビート波

実測波形再現試験

- (2) SRS ショック試験(要 SRS オプション)

与えられた目標 SRS を有する目標波形データを生成し、生成された波形の再現加振を実施し、その結果を SRS 分析により評価する衝撃試験

- (3) 上記の繰り返しによる耐久試験

## 第3章 基本操作例

### 3.1 SHOCK テスト

<例題>

下記のようなショック試験を行うことを考えます。

[目標波形]

- ・波形種別                      ハーフサイン
- ・ピーク振幅値                 $200\text{m/s}^2$
- ・パルス幅                      11ms
- ・トレランス                    IEC(JIS C) 60068-2-27
- ・(サンプリング周波数とデータポイント数は、自動設定)

[制御条件]

- ・制御ライン数                400 ライン
- ・初期加振レベル              30%
- ・伝達関数測定                自動設定

[使用するセンサ等の情報]

圧電型の加速度ピックアップを2つ使用し、片方を制御用、もう1つをモニタ用として使用します。

Ch1 : 感度  $3\text{pC}/(\text{m/s}^2)$       (制御用)

Ch2 : 感度  $3\text{pC}/(\text{m/s}^2)$       (モニタ用)

ただし、これらの情報はすでに入力チャンネル情報（この例では「SysInp1」）に登録されているものとします。

加振システムの定格等の情報もすでに加振システム情報（この例では「System1」）に登録されているものとします。

[供試品等の情報]

供試品質量 : 10[kg]

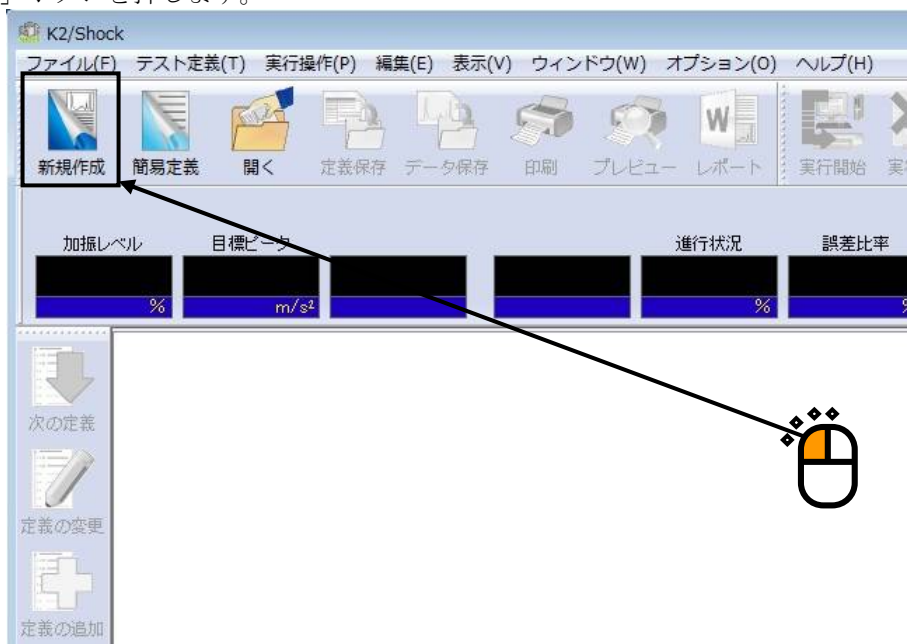
[加振手順]

- (1) 加振レベル=30%にて加振を行います。
- (2) ドライブ更新を実施します。
- (3) 加振レベル=100%にて加振を行います。

< 操作手順 >

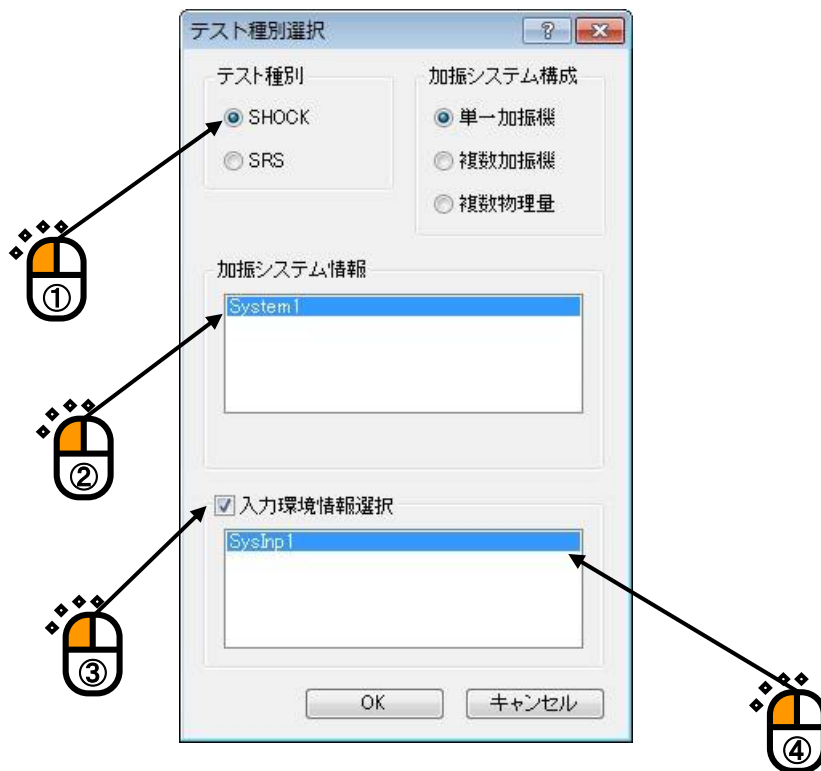
< Step1 >

[新規作成] ボタンを押します。



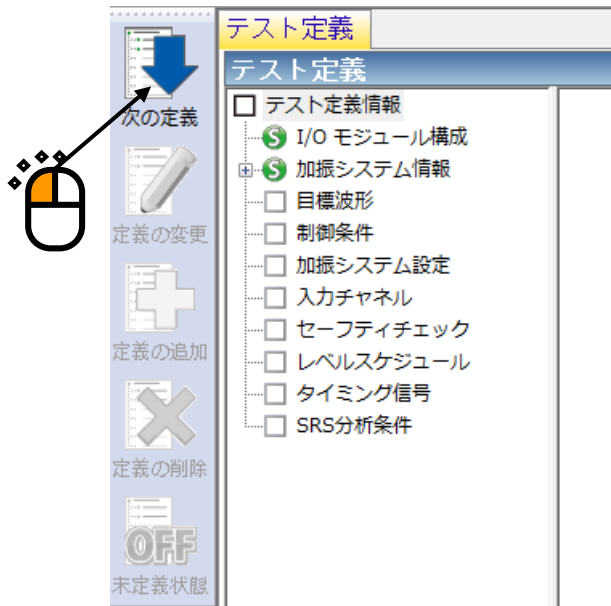
< Step2 >

テスト種別を「SHOCK」にし、「加振システム情報」と「入力環境情報」を選択します。



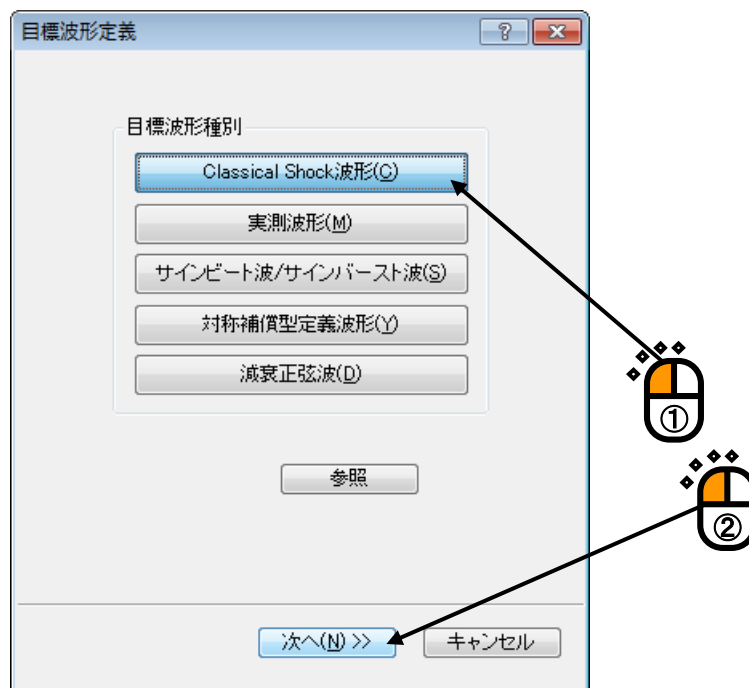
<Step3>

[次の定義] ボタンを押します。



<Step4>

「Classical Shock 波形」を選択し、[次へ] ボタンを押します。



< Step5 >

最初の設定画面では、「波形種別」、「ピーク振幅値」および「パルス幅」を入力します。  
入力が完了したら、[次へ] を押します。

The screenshot shows a dialog box titled "Classical Shock 波形 (1/3)". It contains the following fields and controls:

- 波形種別** (Waveform Type): A dropdown menu set to "ハーフサイン波" (Half Sine Wave).
- ピーク振幅値** (Peak Amplitude): A numeric input field set to "200.0" with a unit dropdown set to "m/s<sup>2</sup>".
- 時間パラメータ** (Time Parameters) section:
  - サンプル周波数、およびデータポイント数を自動設定する(A) (Automatically set sampling frequency and number of data points).
  - サンプリング周波数** (Sampling Frequency): A dropdown menu.
  - データポイント数** (Number of Data Points): A dropdown menu with a unit of "ms".
  - パルス幅** (Pulse Width): A numeric input field set to "11.0" with a unit of "ms".
  - 補助時間パラメータ(P)... (Auxiliary Time Parameters...)

At the bottom, there are three buttons: "<< 戻る(B)" (Back), "次へ(N) >>" (Next), and "キャンセル" (Cancel). A mouse cursor is pointing at the "次へ(N) >>" button.

<Step6>

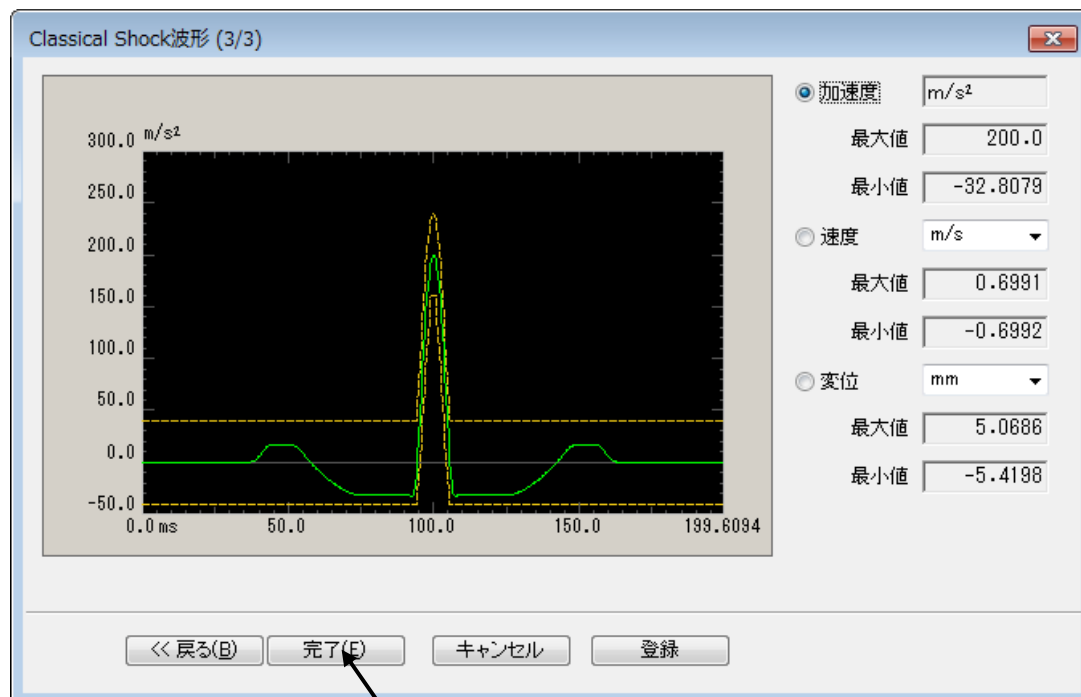
2枚目の目標波形設定画面にて、「トレランス」の設定を行います。  
入力が完了したら、「次へ」を押します。



### <Step7>

以上で、目標波形の定義が完了しました。

下図のように生成された目標波形が表示されますので、[完了] ボタンを押してください。



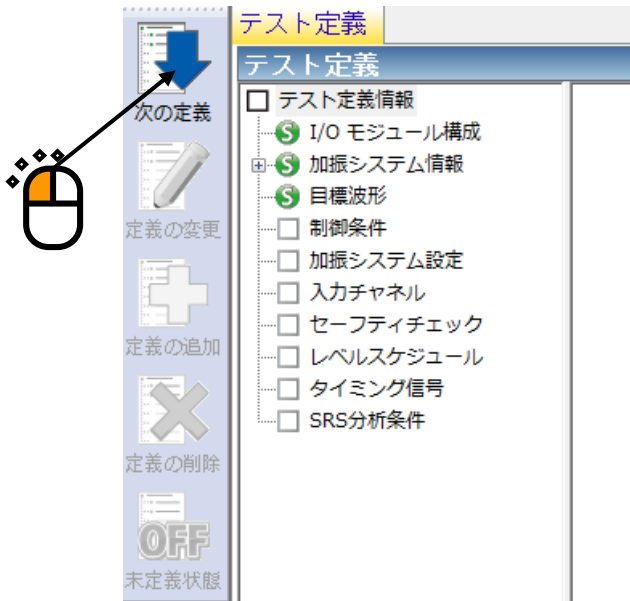
(収束しない場合 [目標波形がトレランス内に収まらない場合])

最初の設定画面 (1/3 ページ) に戻って、サンプリング周波数、データポイント数を任意設定にして、データポイント数やサンプリング周波数を変更してください。

目標波形の条件によっては収束しない場合もあり得ますのでご了承ください。

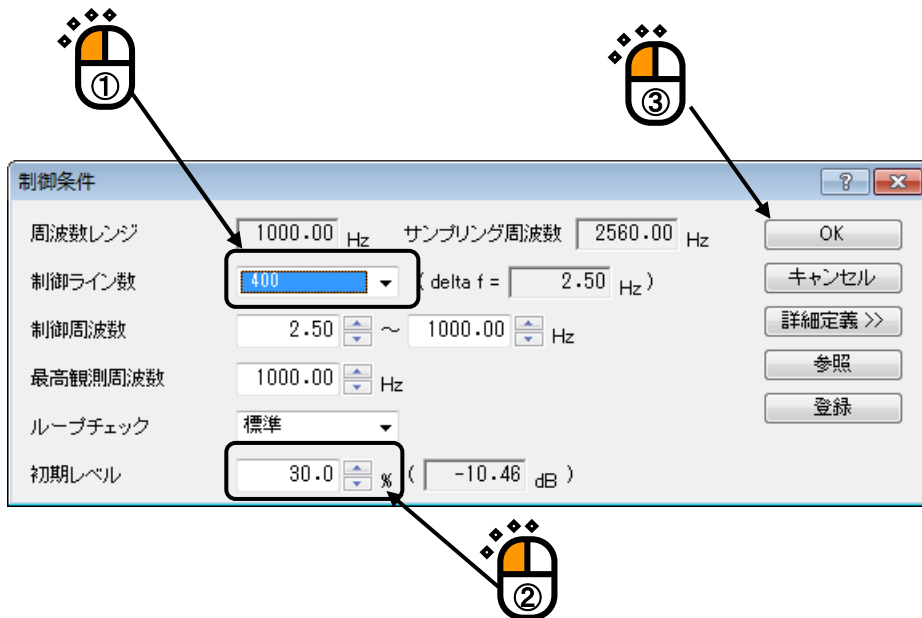
<Step8>

[次の定義] ボタンを押します。



<Step9>

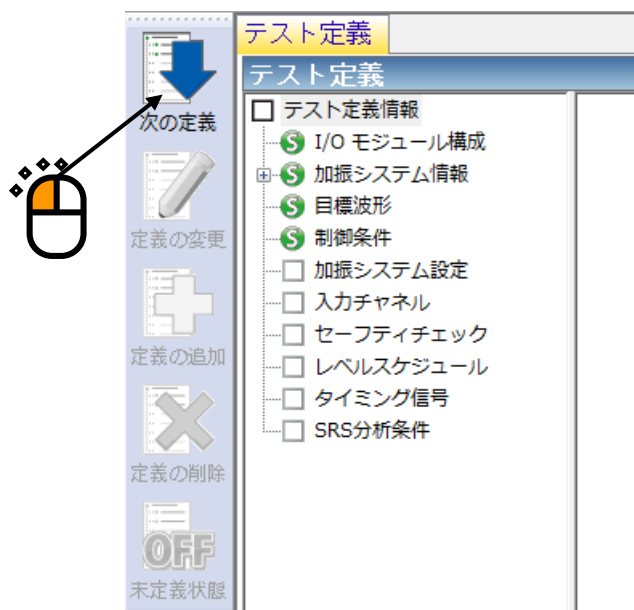
制御ライン数を「400」、初期レベルを「30%」にし、[OK] ボタンを押します。





<Step10>

[次の定義] ボタンを押します。



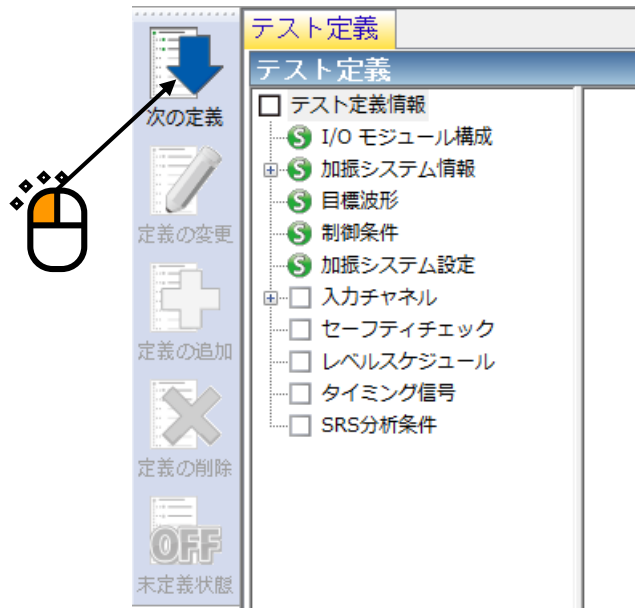
<Step11>

[OK] ボタンを押します。



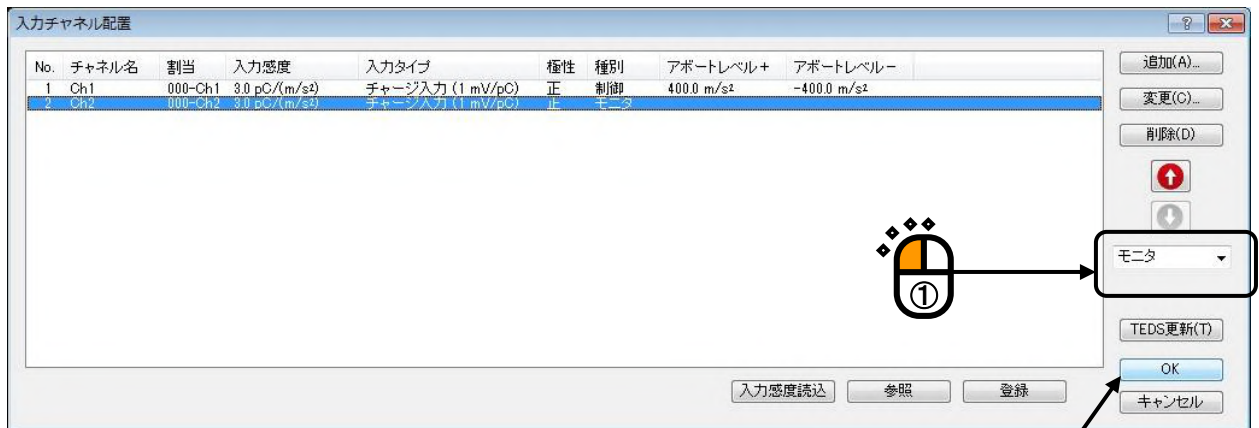
<Step12>

[次の定義] ボタンを押します。



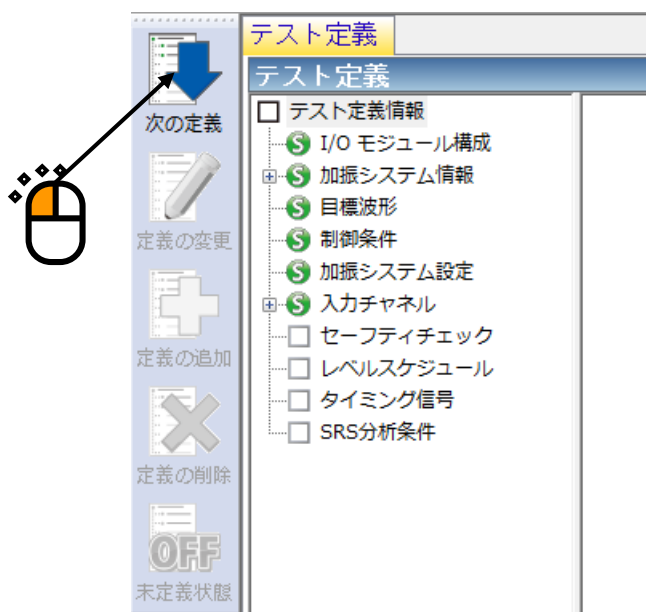
<Step13>

「Ch1」を選択して「制御」に設定し、「Ch2」を選択して「モニタ」に設定し、[OK] ボタンを押します。



<Step14>

[次の定義] ボタンを押します。



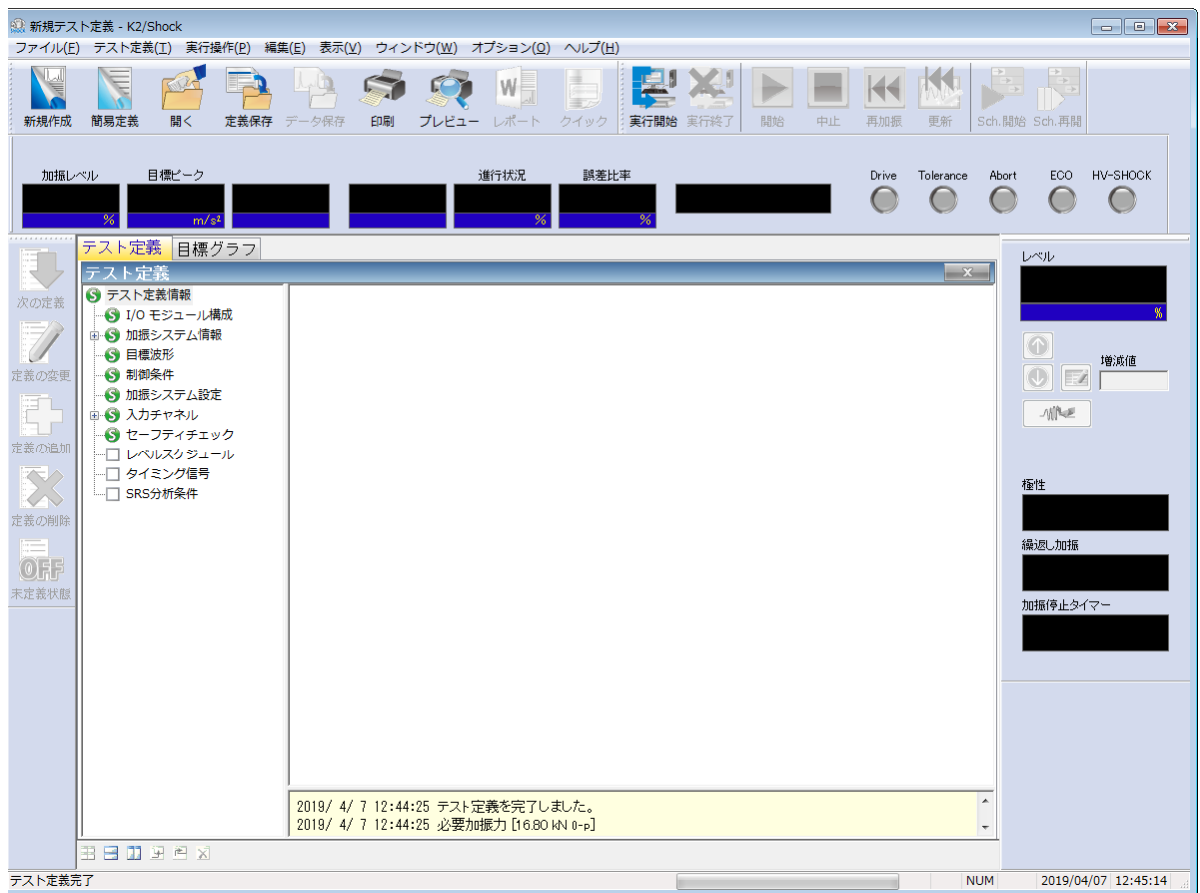
<Step15>

「加振力チェック」を選択し、「供試品質量：10[kg]」を入力し、「OK」ボタンを押します。



<Step16>

これで定義が完了です。



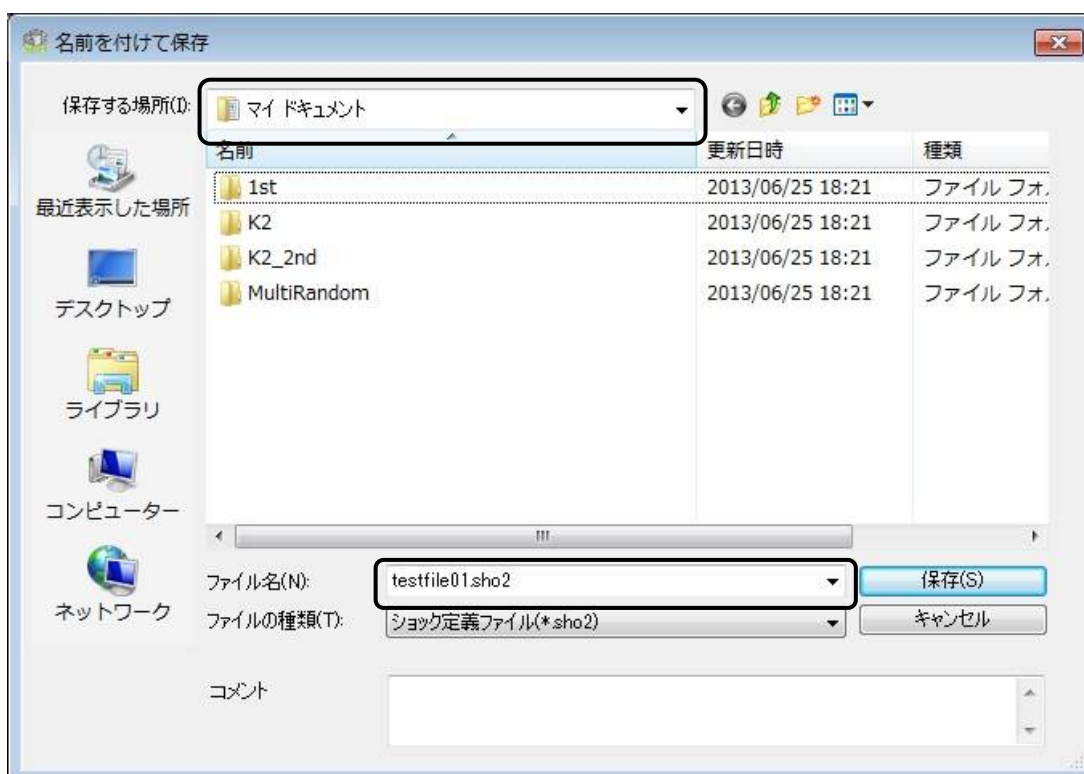
<Step17>

定義後のテスト情報を、テストファイルに保存します。



[定義保存] ボタンをクリックしてください。

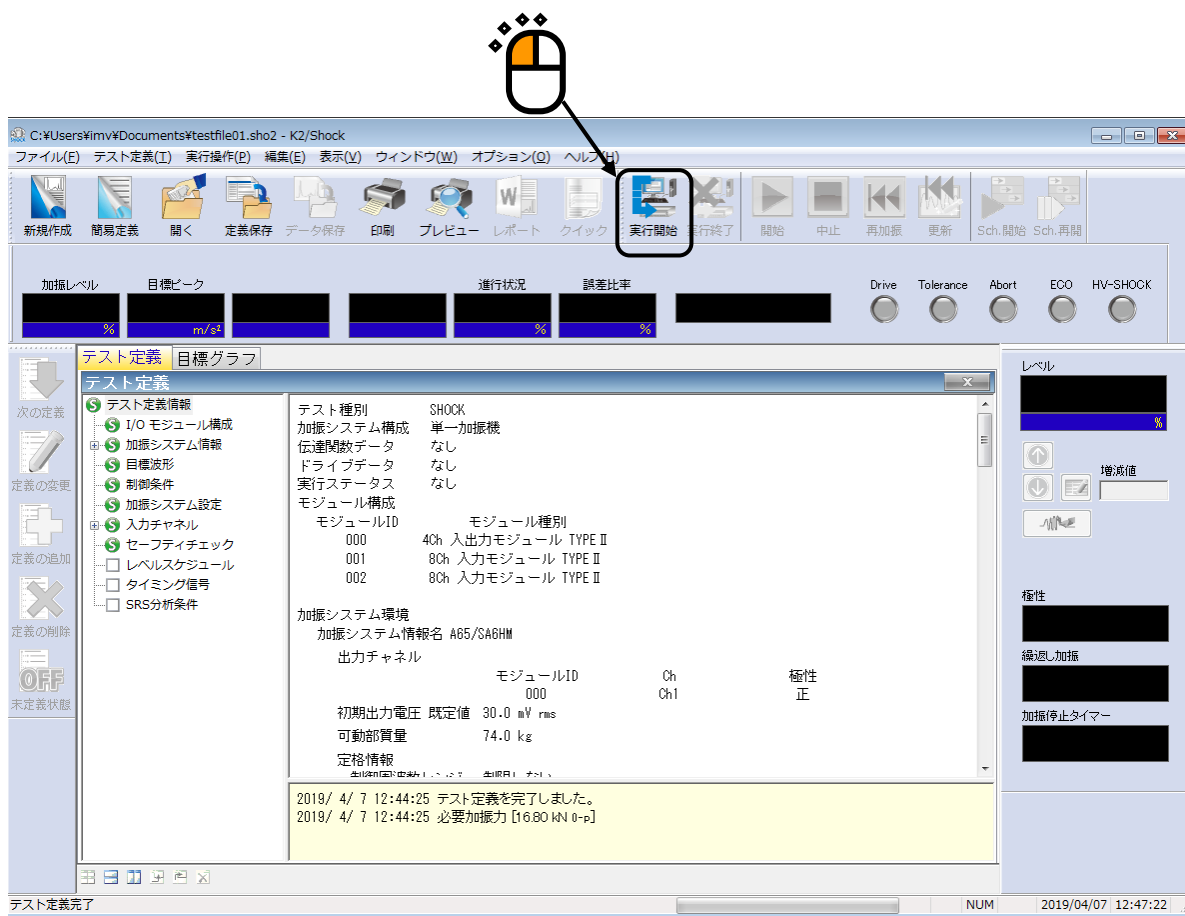
以下のダイアログボックスが表示されますので、任意の保存場所を指定してファイル名を入力してください。



<テストの実行>

<Step1>

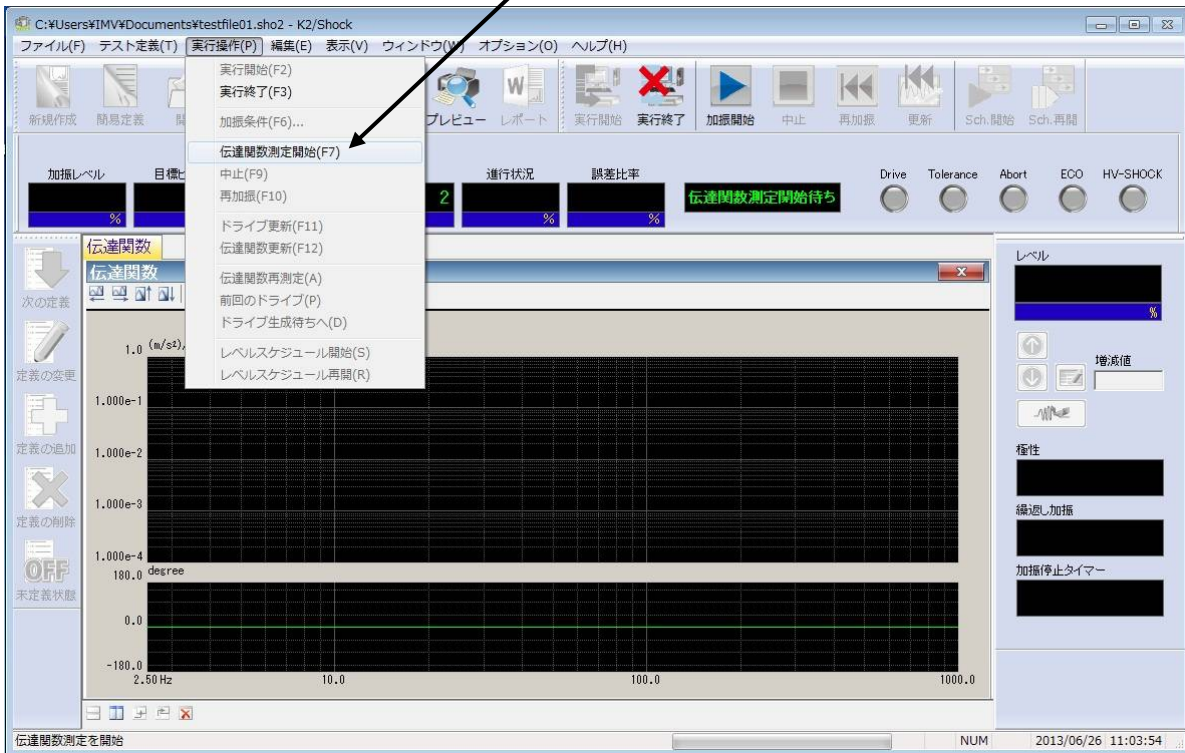
[実行開始] ボタンを押します。



< Step2 >

被制御系の伝達関数を測定します。

メニューバーの実行操作から [伝達関数測定開始] を選択します。

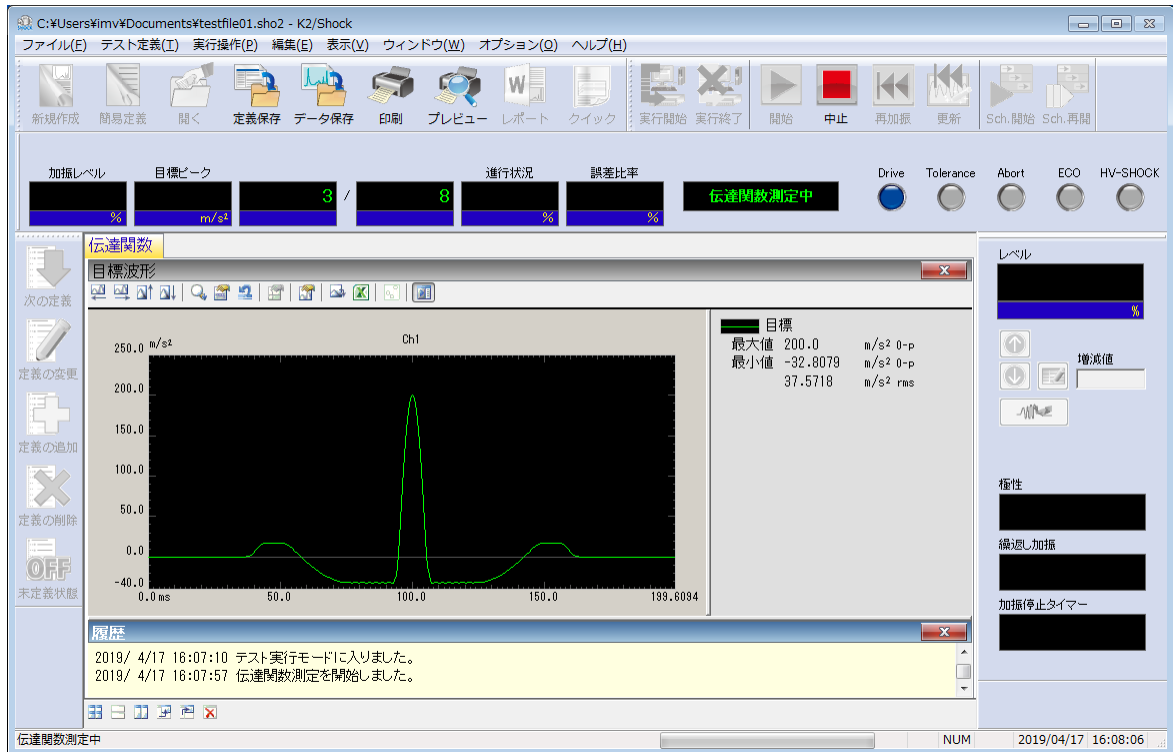


< Step3 >

ループチェックおよび伝達関数測定が行われます。

伝達関数測定が終了すると、自動的にドライブ生成待ち状態になります。

なお、伝達関数測定を途中で中止したい場合、[中止] ボタンを押してください。



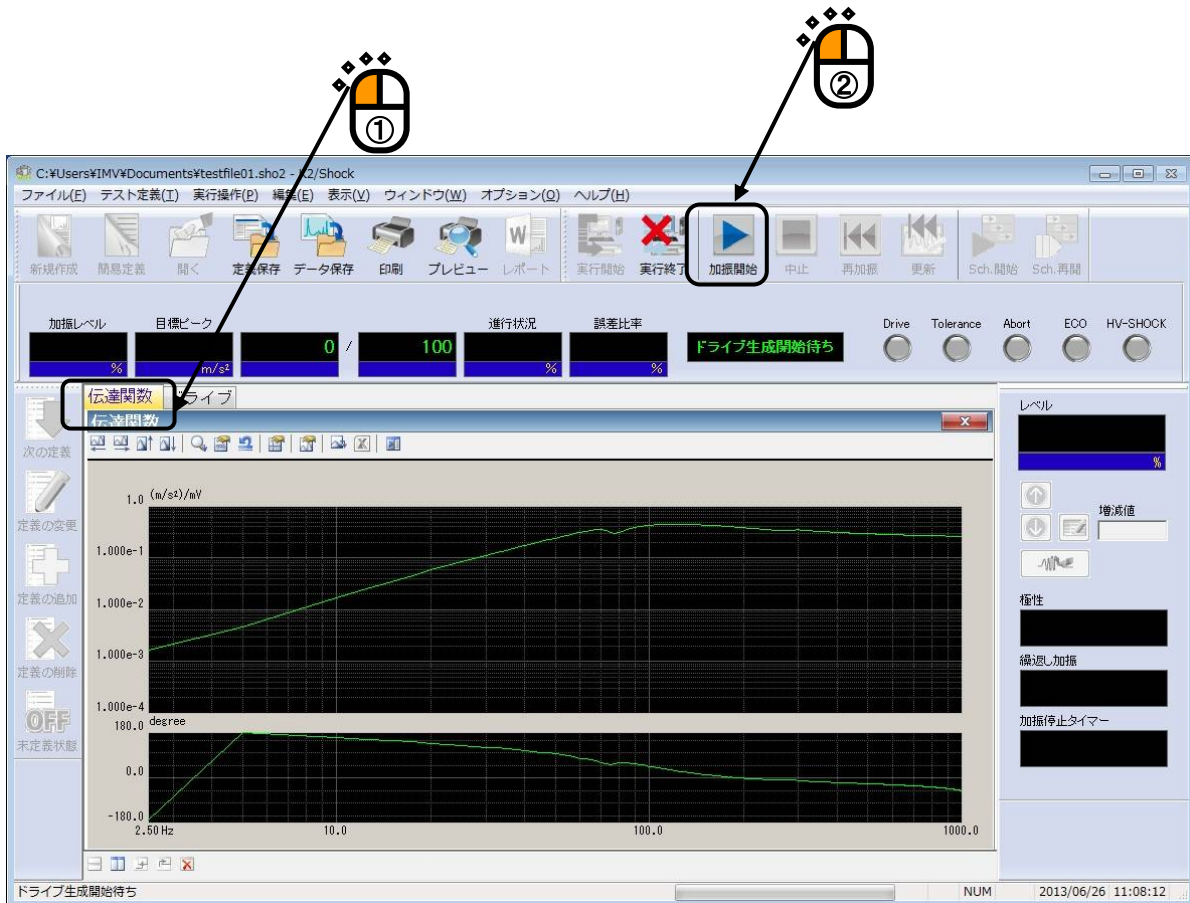


< Step4 >

伝達関数測定が終了すると、伝達関数グラフが表示されます。

伝達関数が正常であることを確認して、ドライブ電圧を生成します。

[ドライブ更新 (加振開始)] ボタンを押してください。



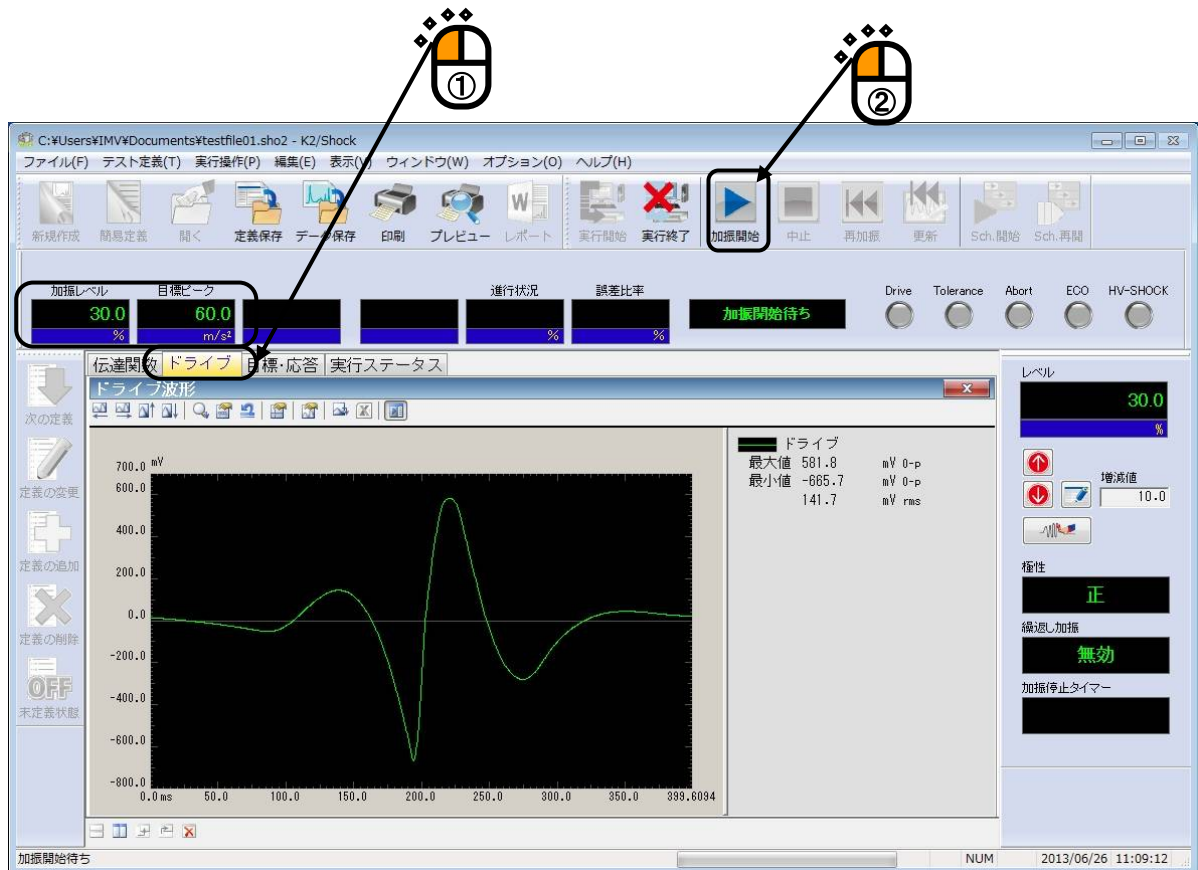
### <Step5>

ドライブ生成が完了すると、加振可能状態になります。

実行ステータスパネルには、加振レベルと目標波形のピークレベルが表示されます。

本例では、最初に 30%加振を行います。初期レベルを 30%に設定しているため、変更の必要はありません。

ドライブ波形や加振レベルを確認した後、[加振開始] ボタンを押して、加振を開始します。



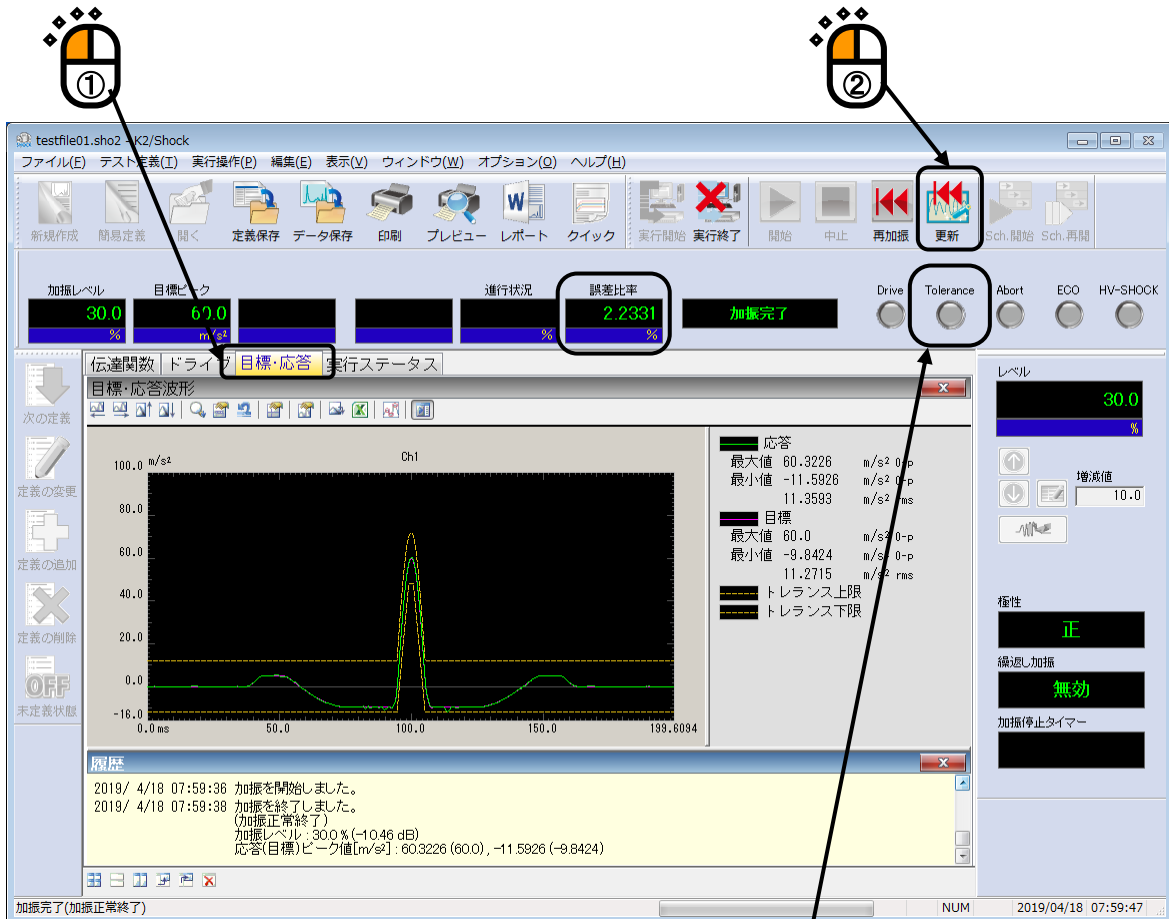
< Step6 >

加振が終了すると、加振完了状態になります。

実行ステータスパネルには、制御誤差とトレランスチェックの結果が表示されます。

応答波形の確認を行い、異常がなければ、加振結果よりドライブ電圧の補正を行います。

[ドライブ更新 (更新)] を押してください。

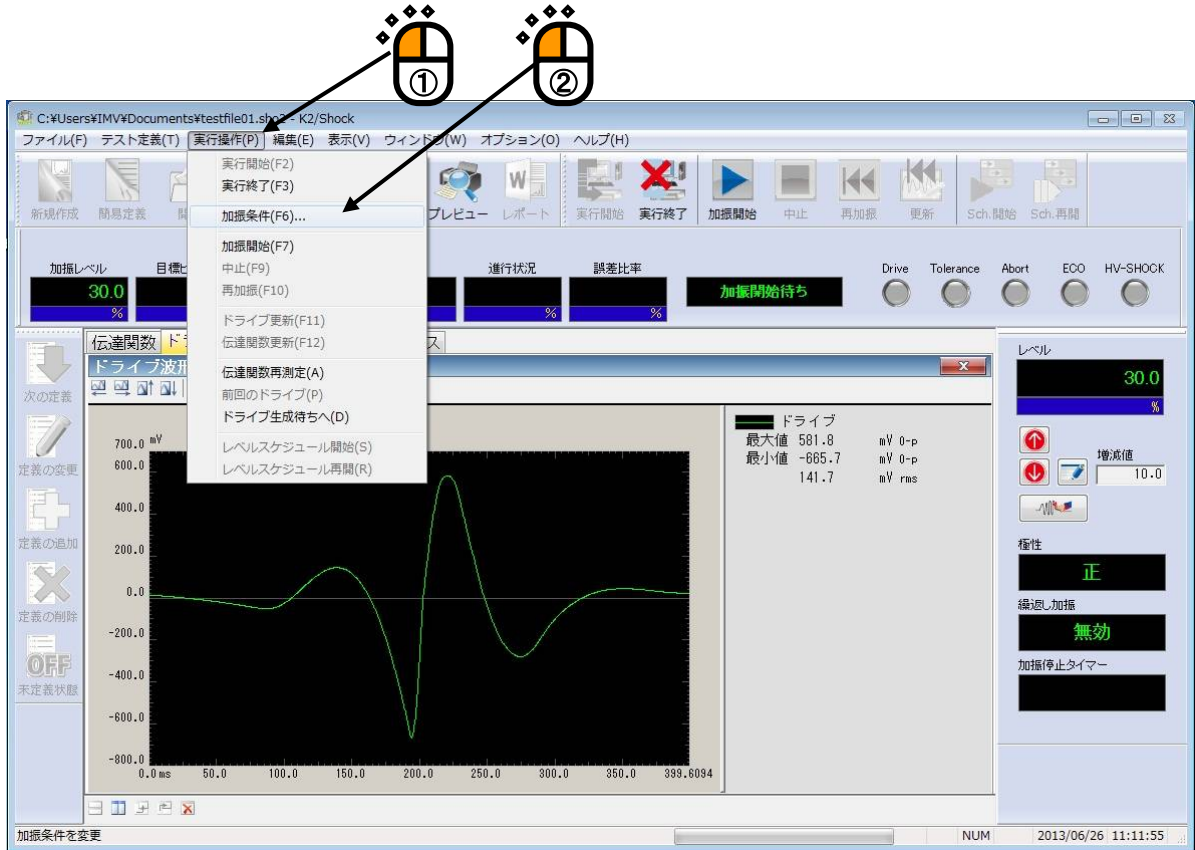


トレランスチェックの結果がNGの場合には、黄ランプが点灯します。

<Step7>

ドライブ波形を確認し、加振レベルを 100%に変更します。

メニューバーの実行操作から [加振条件] を選択してください。



<Step8>

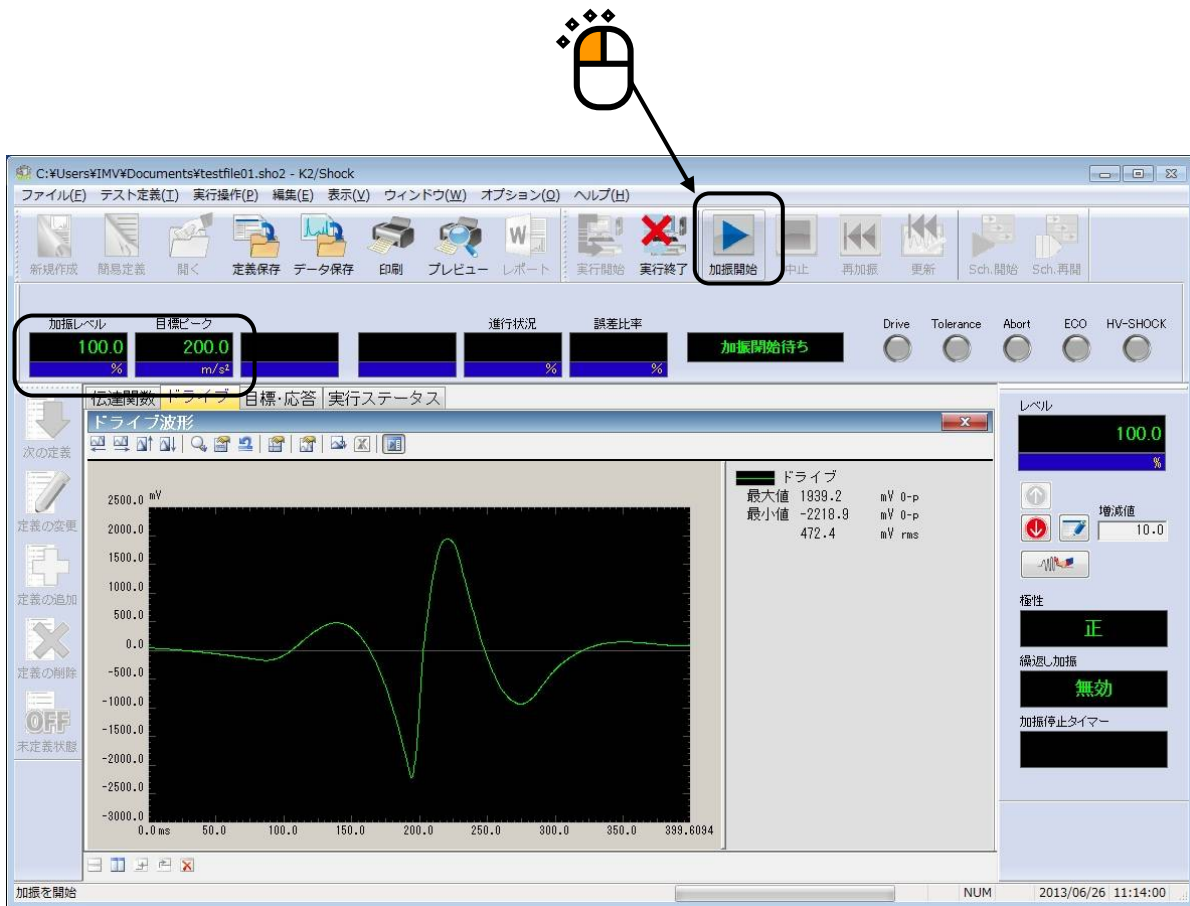
「加振レベル」を 100%に設定し、[OK] ボタンを押します。



< Step9 >

加振レベルの変更が終わると、実行ステータスパネルの加振レベルと目標波形のピークレベルが書き換わります。ドライブ波形もレベルに応じて、相似的に変更されます。

ドライブ波形や加振レベルを確認した後に [加振開始] ボタンを押し、加振を開始します。

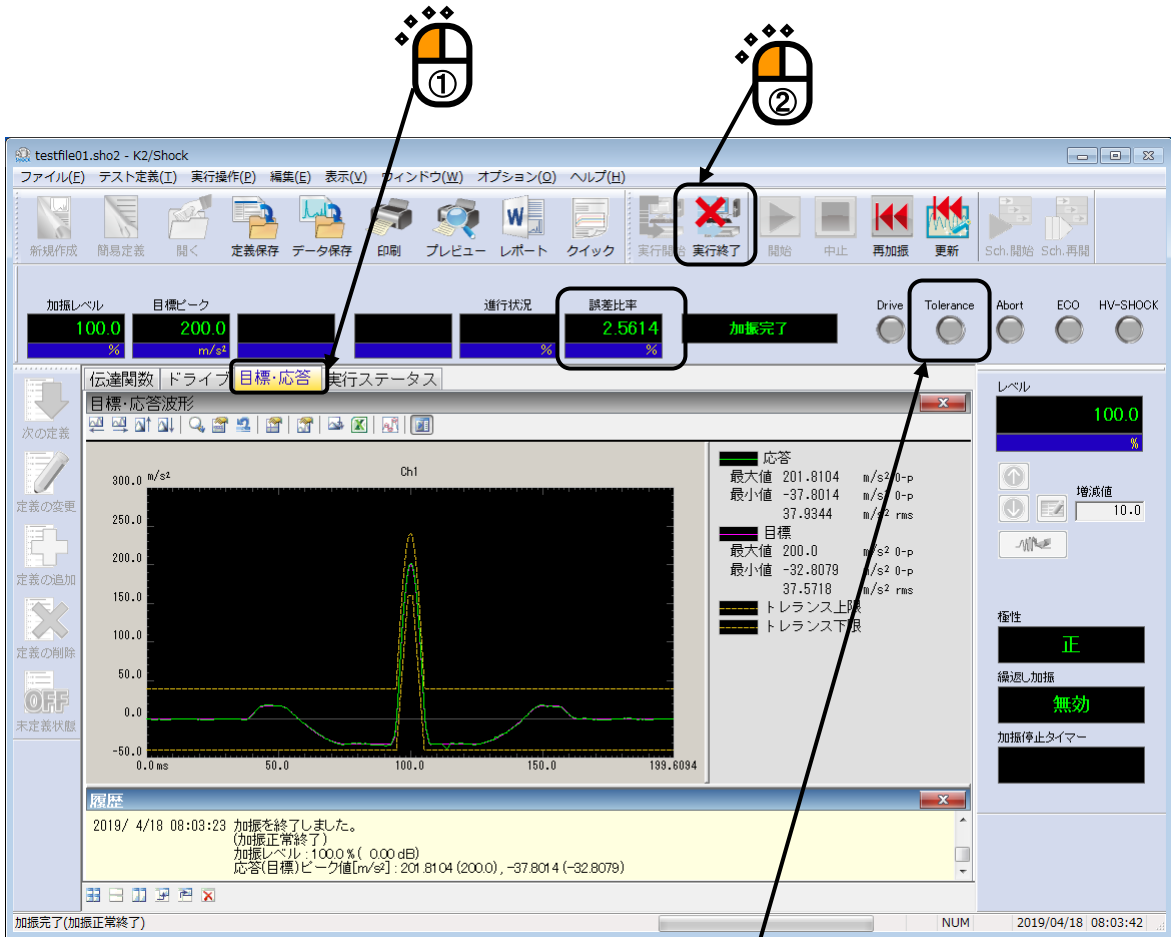


<Step10>

加振が完了するとテストが終了します。

実行ステータスパネルには、誤差比率とトレランスチェックの結果が表示されます。

[実行終了] ボタンを押すと、テスト定義モードに戻ります。



トレランスチェックの結果が OK の場合には、何も点灯しません。

## 3.2 簡易定義

簡易定義モードは、クラシカルショック試験をより簡単に定義するモードです。

<例題>

下記のようなショック試験を行うことを考えます。

[目標波形]

- ・ 波形種別                      ハーフサイン
- ・ ピーク振幅値                200m/s<sup>2</sup>
- ・ パルス幅                      11ms
- ・ トレランス                    IEC(JIS C) 60068-2-27
- ・ (サンプリング周波数とデータポイント数は、自動設定)

[制御条件]

- ・ 制御ライン数                400 ライン
- ・ 初期加振レベル              30%
- ・ 伝達関数測定                自動設定

[使用するセンサ等の情報]

圧電型の加速度ピックアップを 1 つ使用します。

使用する K2 ハードウェアの入力端子：モジュール ID 0 の Ch1

チャンネル名：ch1.、 感度：3pC/(m/s<sup>2</sup>)、

なお、加振システムの定格等の情報はすでに加振システム情報（この例では「System1」）に登録されているものとします。

[供試品等の情報]

供試品質量：10[kg]

[加振手順]

- (1) 加振レベル=30%にて加振を行います。
- (2) ドライブ更新を実施します。
- (3) 加振レベル=100%にて加振を行います。

<操作手順>

<Step1>

[簡易定義] ボタンを押します。



<Step2>

最初の設定画面では、「波形種別」、「ピーク振幅値」および「パルス幅」を入力します。  
入力が完了したら、[次へ]を押します。





<Step3>

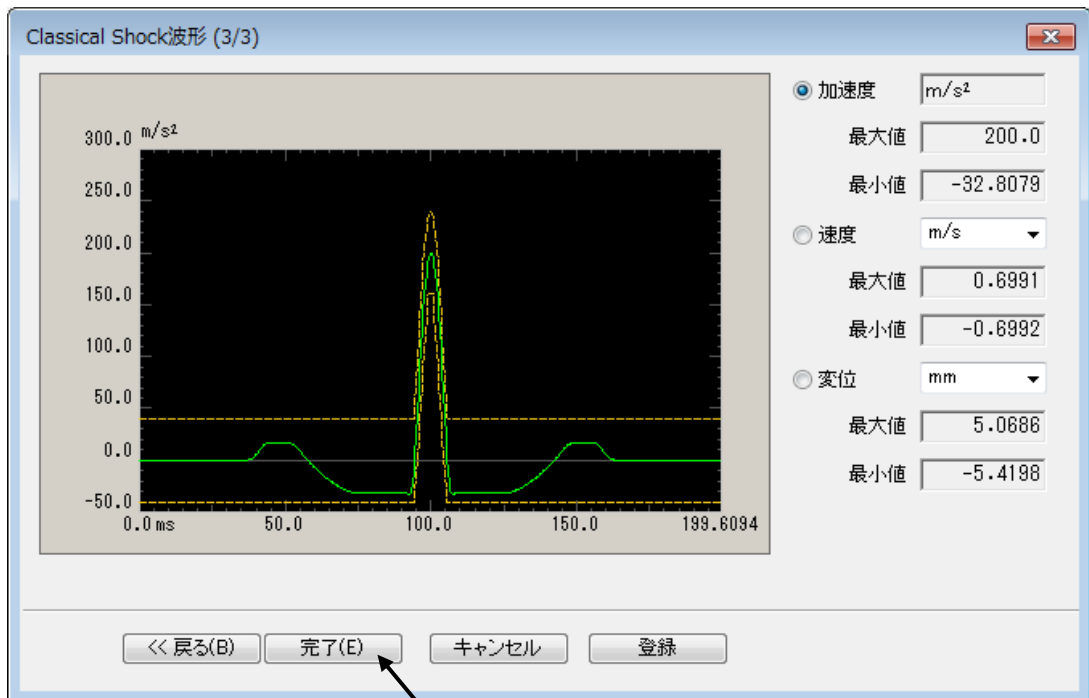
2 枚目の目標波形設定画面にて、「トレランス」の設定を行います。  
入力が完了したら、[次へ] を押します。



<Step4>

以上で、目標波形の定義が完了しました。

下図のように生成された目標波形が表示されますので、[完了] ボタンを押してください。



(収束しない場合 [目標波形がトレランス内に収まらない場合])

最初の設定画面 (1/3 ページ) に戻って、サンプリング周波数、データポイント数を任意設定にして、データポイント数やサンプリング周波数を変更してください。

目標波形の条件によっては収束しない場合もあり得ますのでご了承ください。

< Step5 >

「加振システム情報：System1」を選択し、入力チャンネルの「追加」ボタンを押します。

①

「制御ライン数：400」、「初期レベル：30%」、「伝達関数 測定時出力レベル：自動設定」になっていることを確認して下さい。

②

< Step6 >

以下のように設定し、「OK」ボタンを押します。

「チャンネル名：ch1」、「モジュールID：000」、「Ch：Ch1」、  
 「入力感度：3.0pC/(m/s<sup>2</sup>)」、「入力チャンネル種別：制御」

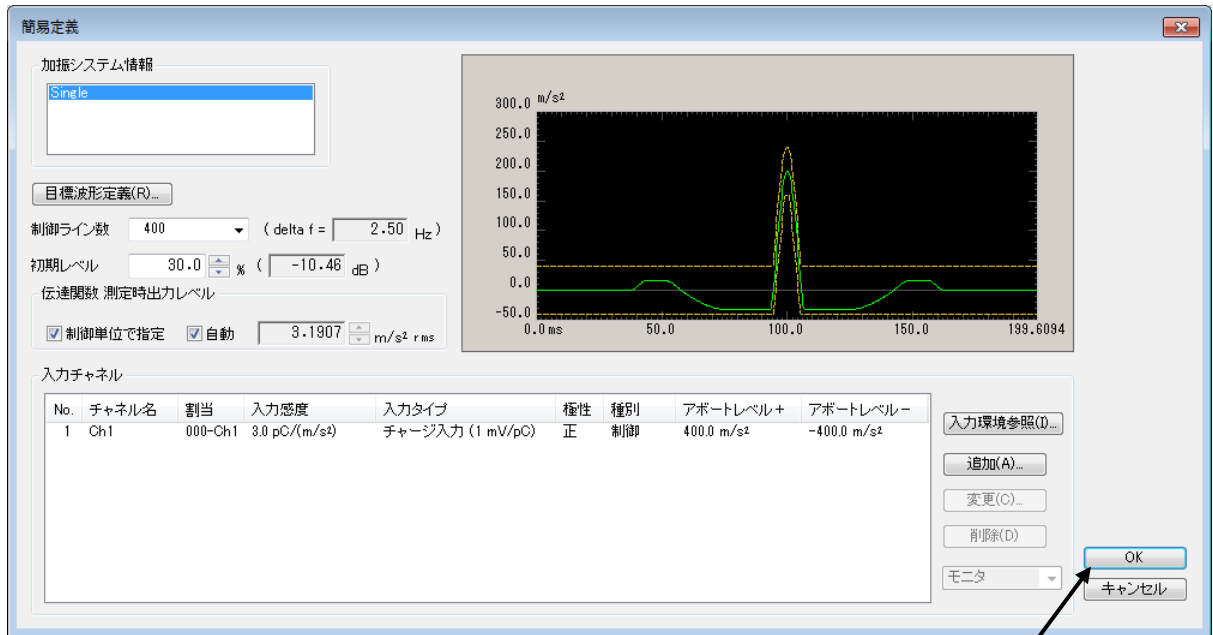
①

「入力タイプ：チャージ入力」になっていることを確認してください。

②

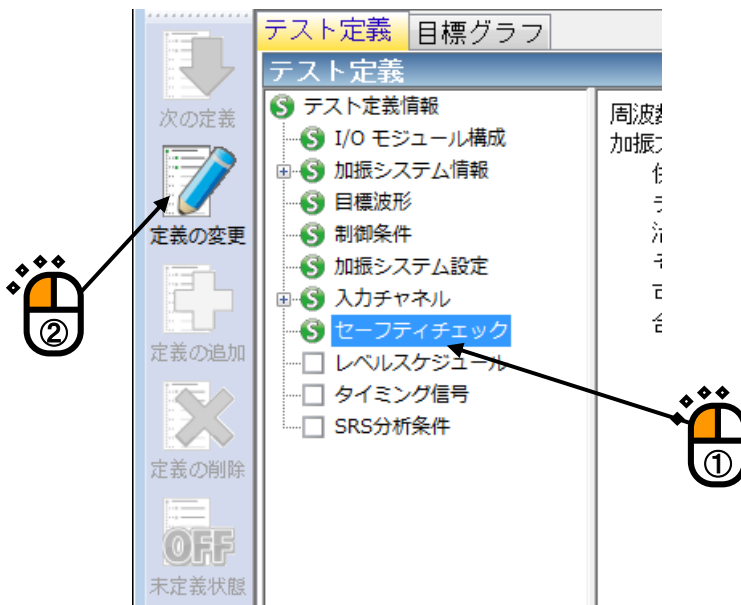
<Step7>

[OK] ボタンを押します。



<Step8>

[セーフティチェック] を選択し、[定義の変更] ボタンを押します。



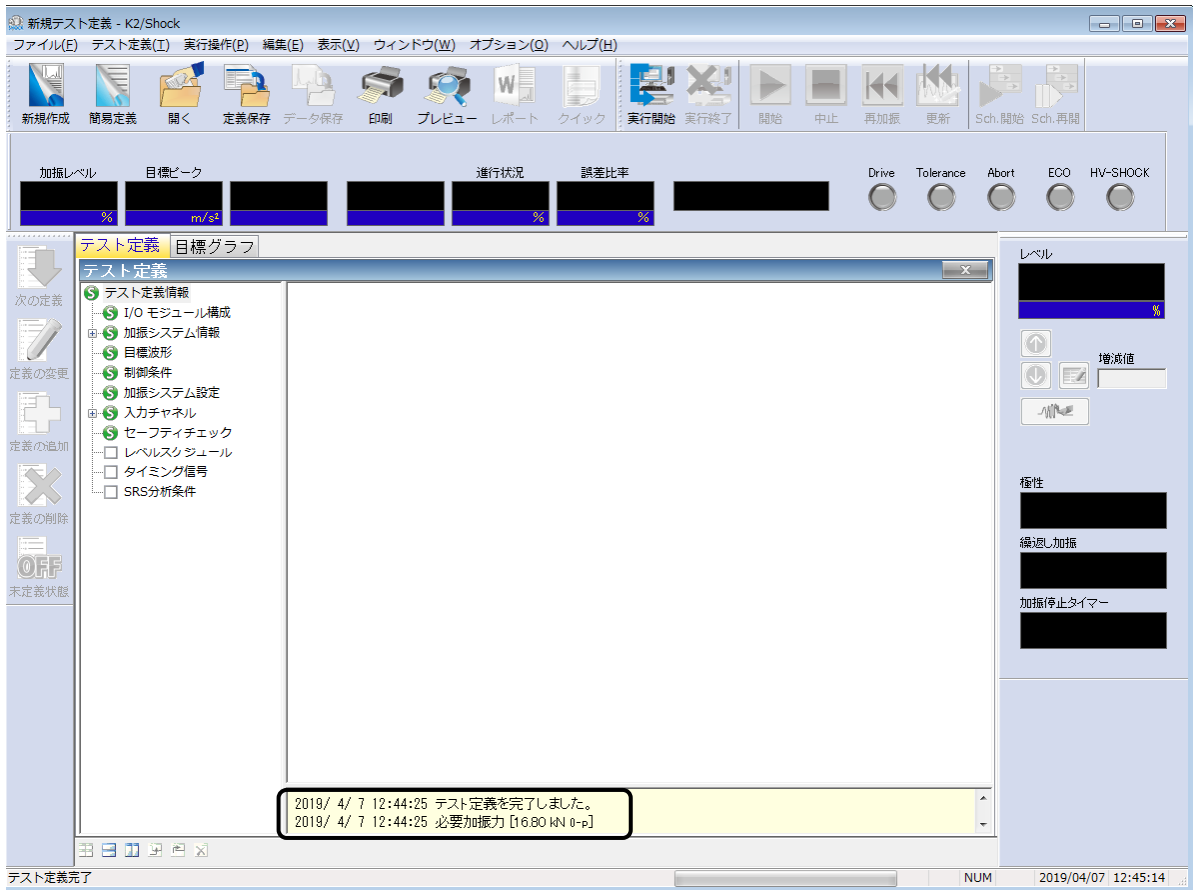
< Step9 >

「加振力チェック」を選択し、「供試品質量：10[kg]」を入力し、「OK」ボタンを押します。



< Step10 >

これで定義が完了です。



<Step11>

定義後のテスト情報を、テストファイルに保存します。



[定義保存] ボタンをクリックしてください。

以下のダイアログボックスが表示されますので、任意の保存場所を指定してファイル名を入力してください。



<テストの実行>

<Step1>

[実行開始] ボタンを押します。



The screenshot shows the software interface for test execution. The toolbar at the top contains various icons, with the '実行開始' (Execute) button highlighted by a red box and a mouse cursor. Below the toolbar, there are several control buttons: Drive, Tolerance, Abort, ECO, and HV-SHOCK. The main window is titled 'テスト定義' (Test Definition) and contains the following information:

**テスト定義**

テスト定義情報

- 1/0 モジュール構成
- 加振システム情報
- 自定義形状
- 制御条件
- 加振システム設定
- 入力チャンネル
- セーフティチェック
- レベルスケジュール
- タイミング番号
- SRS分析条件

テスト種別: SHOCK

加振システム構成: 単一加振機

伝達開放データ: なし

ドライブデータ: なし

実行ステータス: なし

モジュール構成

モジュールID	モジュール種別
000	4Ch 入出力モジュール TYPE II
001	8Ch 入力モジュール TYPE II
002	8Ch 入力モジュール TYPE II

加振システム環境

加振システム情報名: A65/SA6HM

出力チャンネル

モジュールID	Ch	極性
000	Ch1	正

初期出力電圧 既定値 30.0 mV rms

可動部質量 74.0 kg

定格情報

2019/ 4/ 7 12:44:25 テスト定義を完了しました。

2019/ 4/ 7 12:44:25 必要加振力 [16.80 kN 0-e]

レベル

増減値

極性

繰返し加振

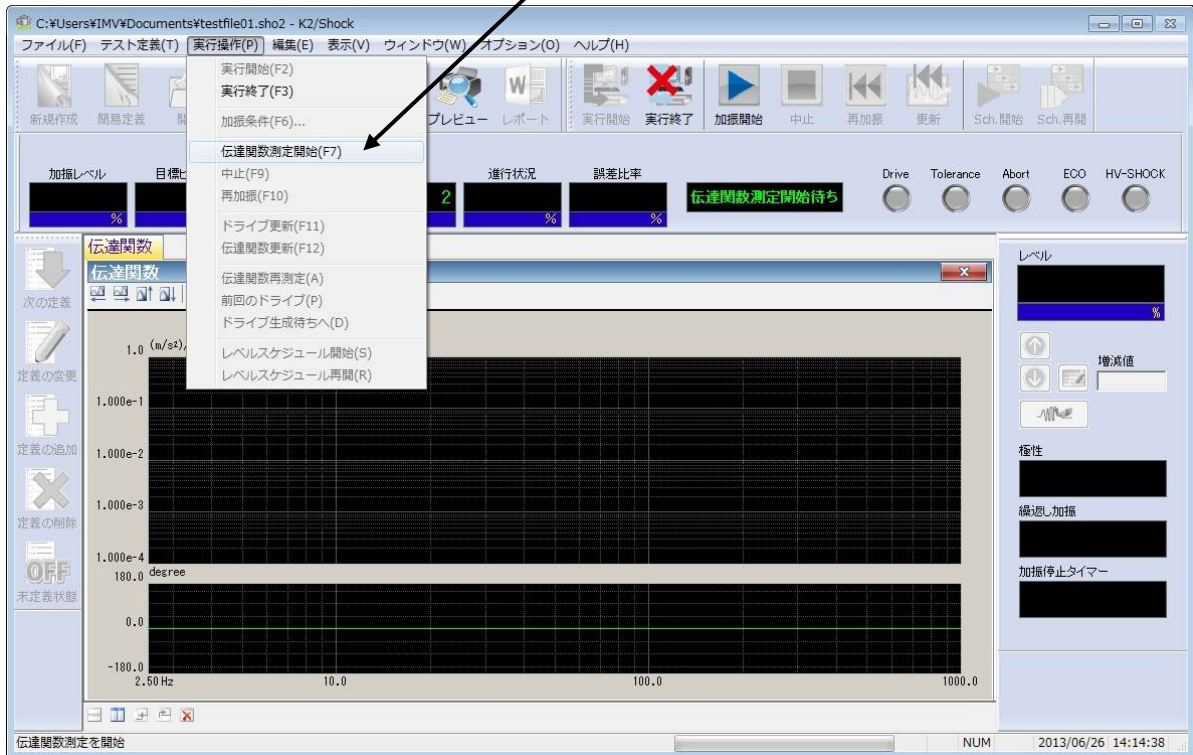
加振停止タイマー

テスト定義完了 NUM 2019/04/07 12:47:22

<Step2>

被制御系の伝達関数を測定します。

メニューバーの実行操作から「伝達関数測定開始」を選択します。



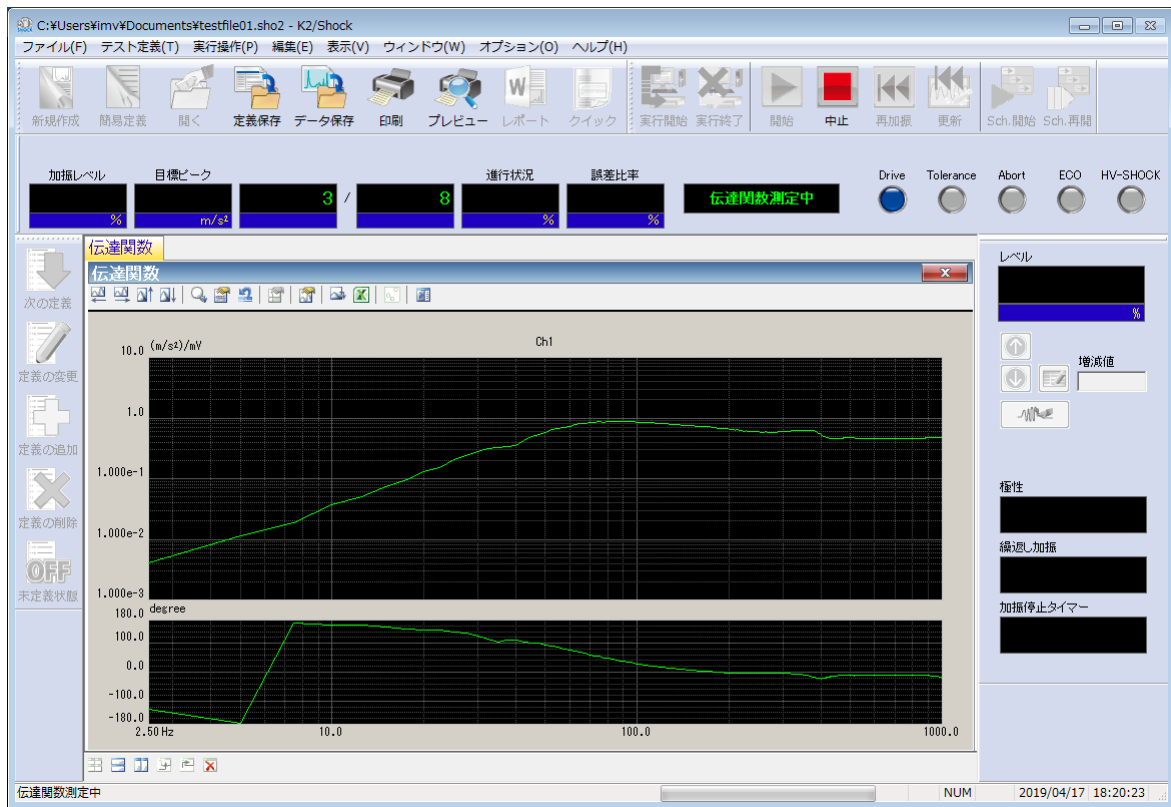


<Step3>

ループチェックおよび伝達関数測定が行われます。

伝達関数測定が終了すると、自動的にドライブ生成待ち状態になります。

なお、伝達関数測定を途中で中止したい場合、[中止] ボタンを押してください。

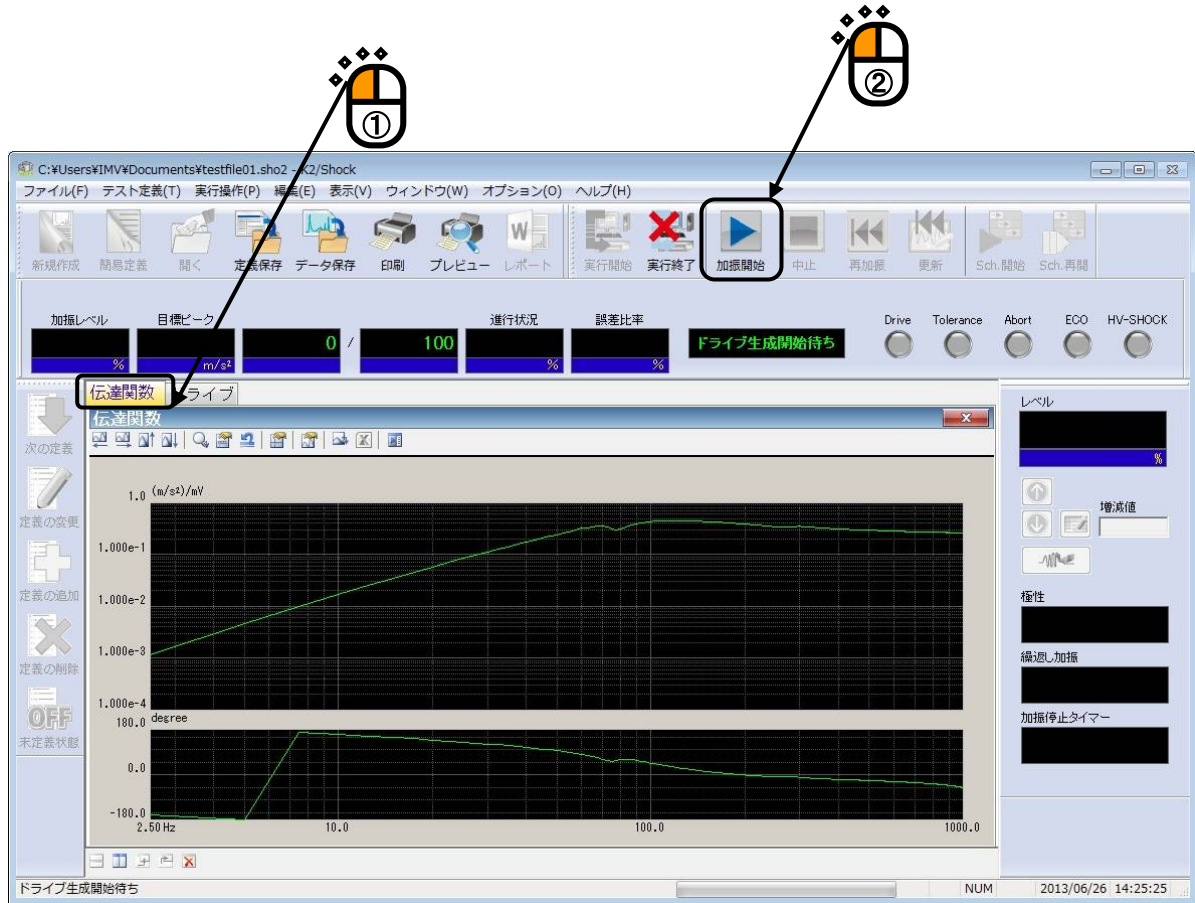


<Step4>

伝達関数測定が終了すると、伝達関数グラフが表示されます。

伝達関数が正常であることを確認して、ドライブ電圧を生成します。

[ドライブ生成 (加振開始)] ボタンを押してください。



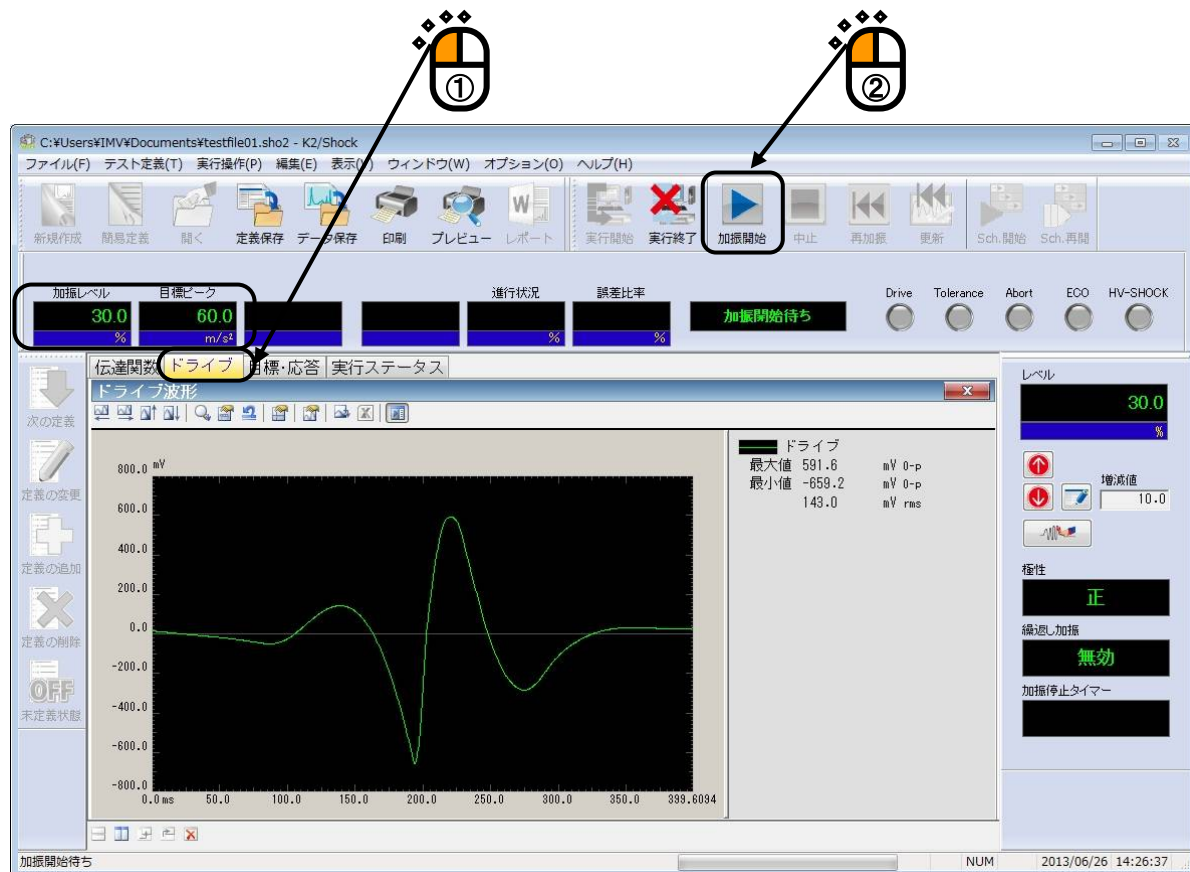
### < Step5 >

ドライブ生成が完了すると、加振可能状態になります。

実行ステータスパネルには、加振レベルと目標波形のピークレベルが表示されます。

本例では、最初に 30%加振を行います。初期レベルを 30%に設定しているため、変更の必要はありません。

ドライブ波形や加振レベルを確認した後、[加振開始] ボタンを押し、加振を開始します。



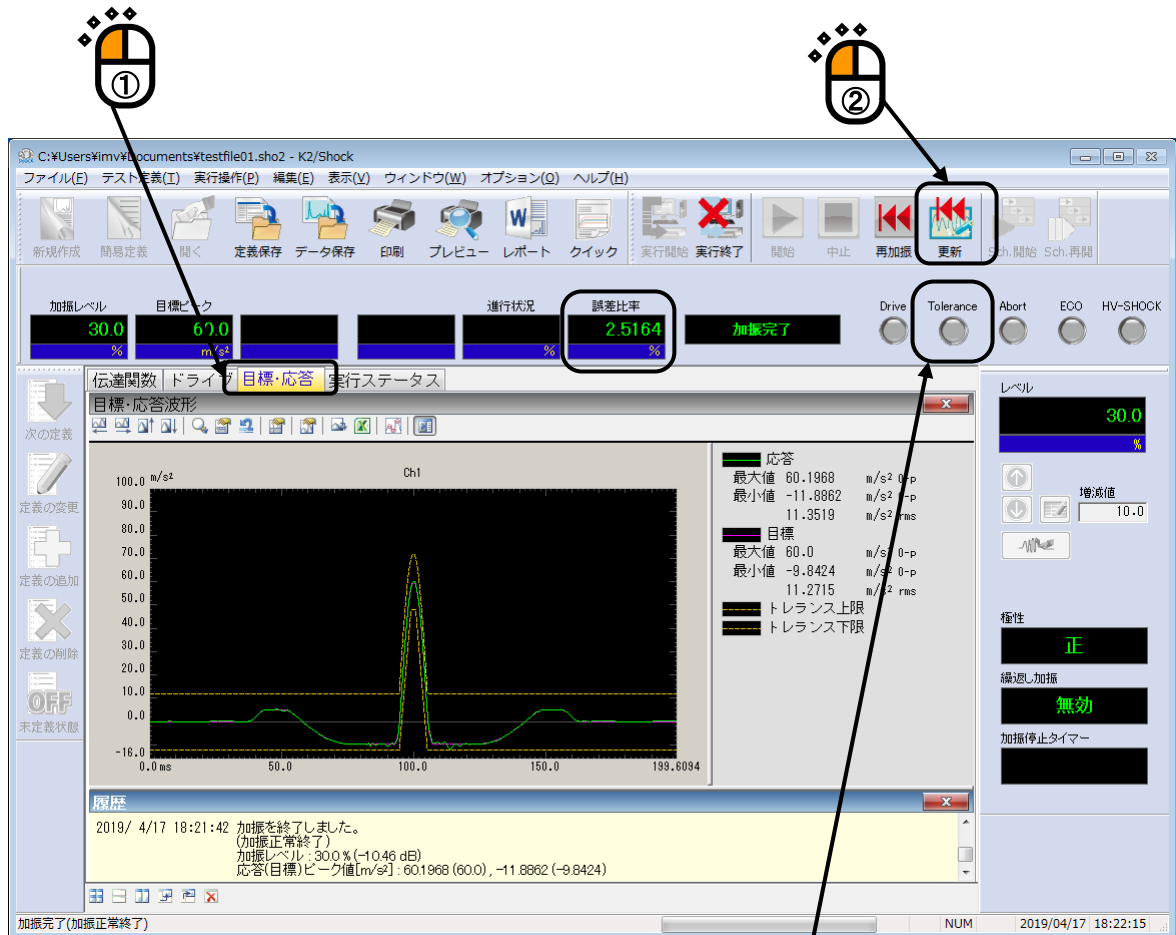
<Step6>

加振が終了すると、加振完了状態になります。

実行ステータスパネルには、制御誤差とトレランスチェックの結果が表示されます。

応答波形の確認を行い、異常がなければ、加振結果よりドライブ電圧の補正を行います。

[ドライブ更新 (更新)] を押してください。

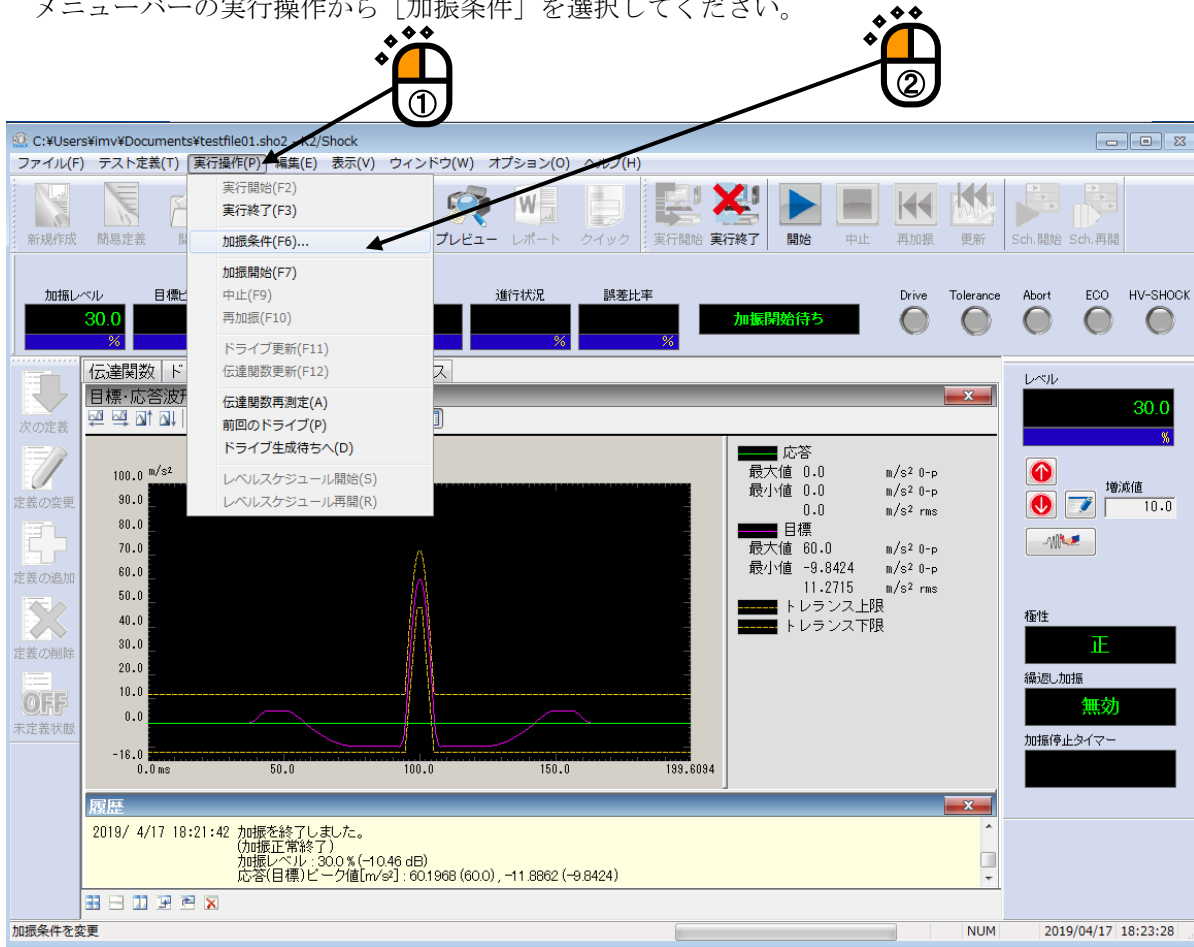


トレランスチェックの結果が NG の場合には、黄ランプが点灯します。

< Step7 >

ドライブ波形を確認し、加振レベルを 100%に変更します。

メニューバーの実行操作から [加振条件] を選択してください。



< Step8 >

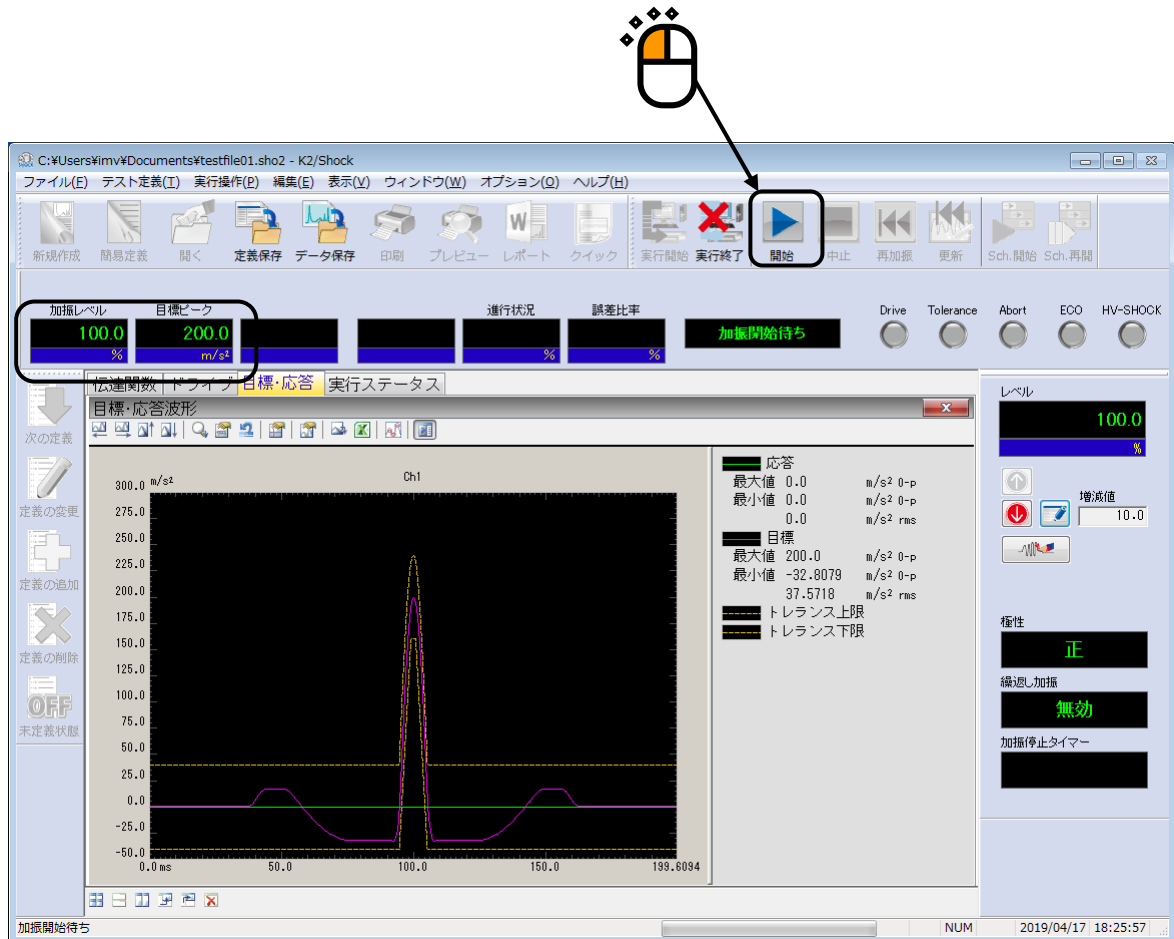
[加振レベル] を 100%に設定し、[OK] ボタンを押します。



### <Step9>

加振レベルの変更が終わると、実行ステータスパネルの加振レベルと目標波形のピークレベルが書き換わります。ドライブ波形もレベルに応じて、相似的に変更されます。

ドライブ波形や加振レベルを確認した後に「加振開始」ボタンを押し、加振を開始します。



The screenshot shows the software interface for shock testing. A mouse cursor points to the 'Start' button in the toolbar. The main panel displays the following information:

- 加振レベル (Vibration Level):** 100.0 %
- 目標ピーク (Target Peak):** 200.0 m/s<sup>2</sup>
- 進行状況 (Progress):** 加振開始待ち (Waiting for start of vibration)
- 誤差比率 (Error Ratio):** %
- Drive, Tolerance, Abort, ECO, HV-SHOCK:** Control buttons for the test.

The graph shows the '目標・応答波形' (Target/Response Waveform) for Channel 1. The y-axis is labeled 'm/s<sup>2</sup>' and ranges from -50.0 to 300.0. The x-axis is labeled 'ms' and ranges from 0.0 to 199.6094. The graph displays a target waveform (red) and a response waveform (blue) with a peak at 100.0 ms.

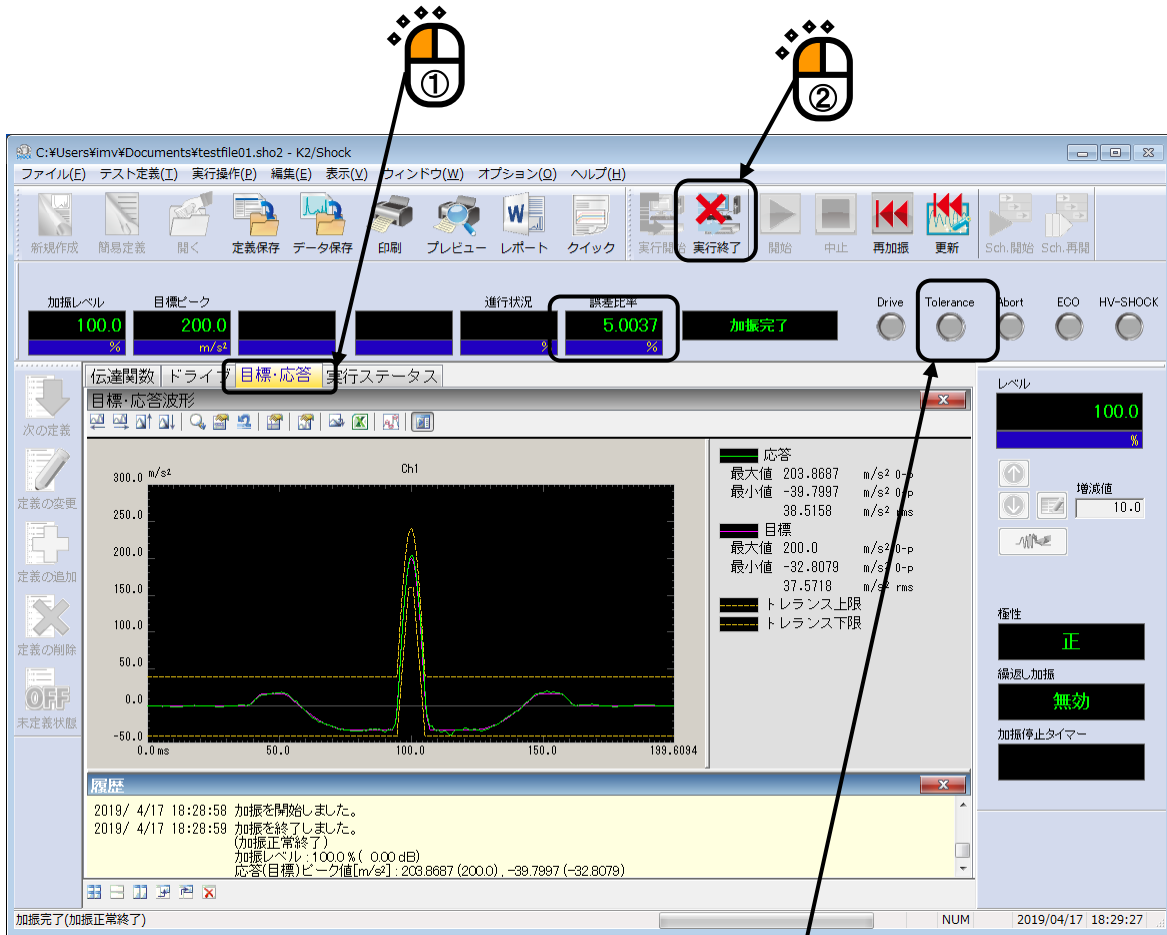
The status bar at the bottom indicates '加振開始待ち' (Waiting for start of vibration) and the date/time '2019/04/17 18:25:57'.

<Step10>

加振が完了するとテストが終了します。

実行ステータスパネルには、誤差比率とトレランスチェックの結果が表示されます。

[実行終了] ボタンを押すと、テスト定義モードに戻ります。



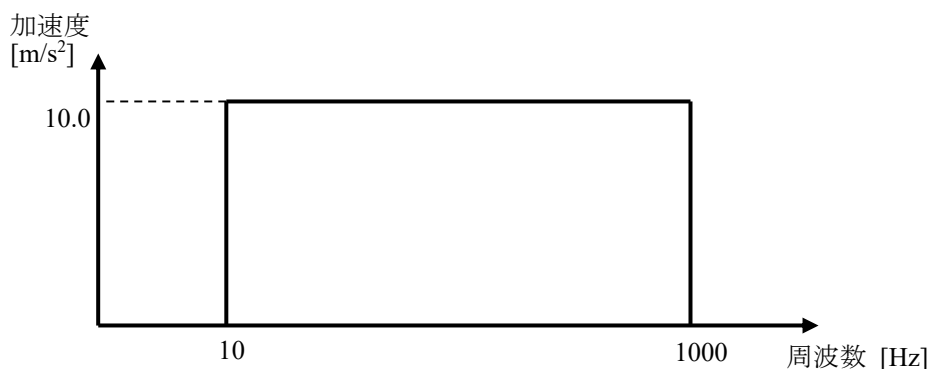
トレランスチェックの結果が OK の場合には、何も点灯しません。

### 3.3 SRS SHOCK テスト

<例題>

下記のような SRS SHOCK 試験を行うことを考えます。

[目標 SRS]



[SRS 分析条件]

- ・ サンプルング周波数      8192Hz
- ・ データポイント数      4096 ポイント

サンプルング周波数は SRS 分析を正確に行う為に高めの値に設定しています。

[波形合成条件]

- ・ 合成波種別      変調正弦波

[制御条件]

- ・ ライン数      800

[使用するセンサ等の情報]

圧電型の加速度ピックアップを2つ使用し、片方を制御用、もう1つをモニタ用として使用します。

ch1. : 感度 3pC/(m/s<sup>2</sup>)      (制御用)

ch2. : 感度 3pC/(m/s<sup>2</sup>)      (モニタ用)

ただし、これらの情報はすでに入力環境情報（この例では「入力チャンネル 01」）に登録されているものとします。

加振システムの定格等の情報もすでに加振システム情報（この例では「加振システム 01」）に登録されているものとします。

[供試品等の情報]

供試品質量 : 10[kg]

[加振手順]

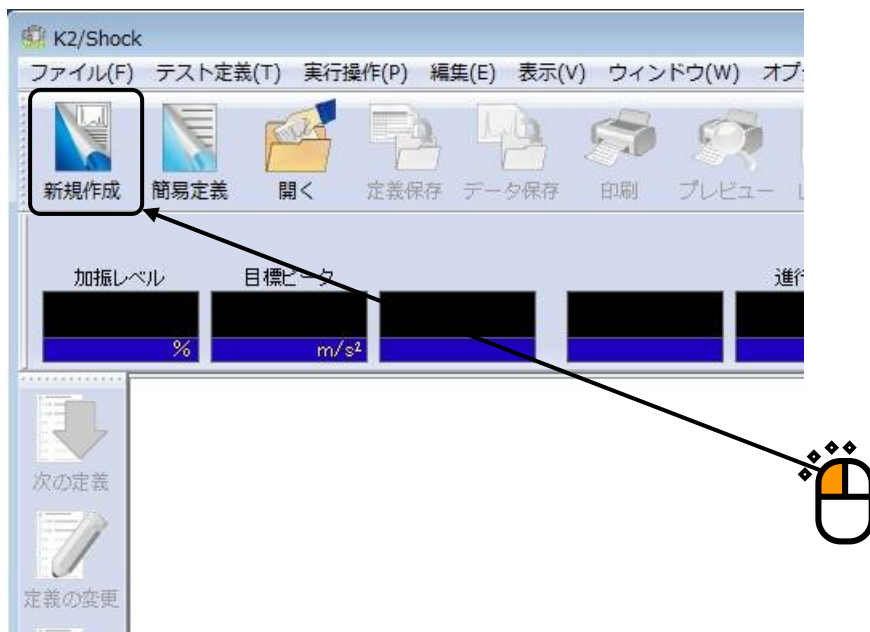
- (1) 加振レベル=30%にて加振を行います。
- (2) ドライブ更新を実施します。
- (3) 加振レベル=100%にて加振を行います。



< 操作手順 >

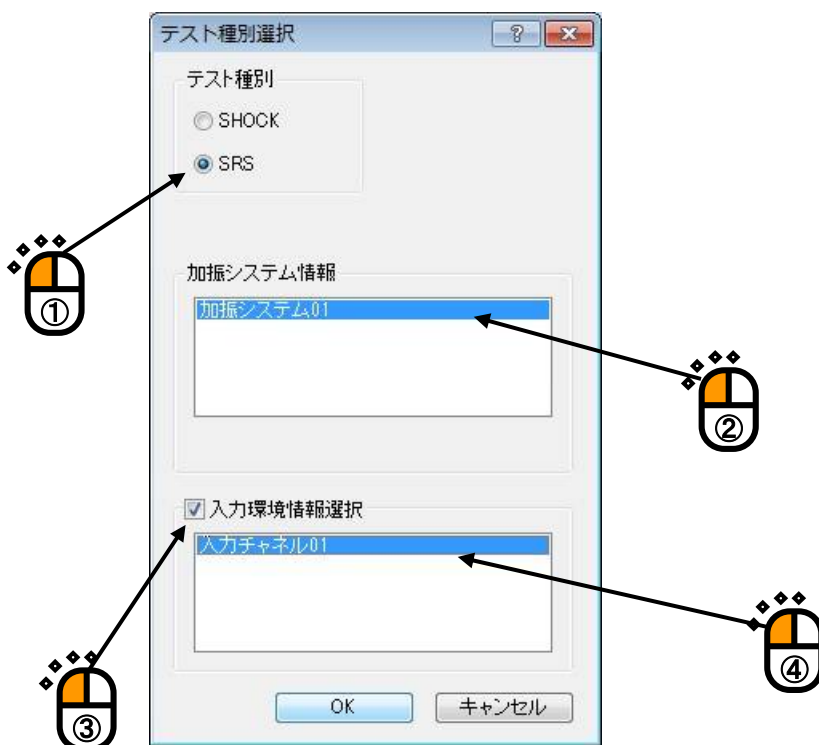
< Step1 >

[新規作成] ボタンを押します。



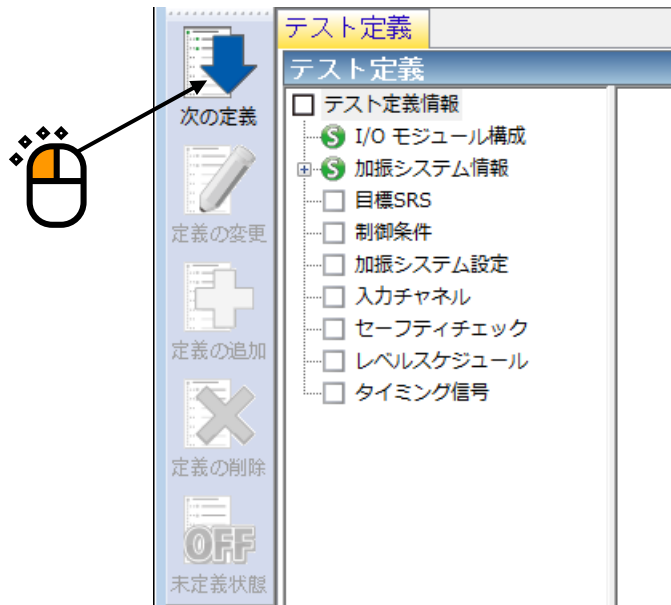
< Step2 >

テスト種別を「SRS」にし、「加振システム情報」と「入力環境情報」を選択します。



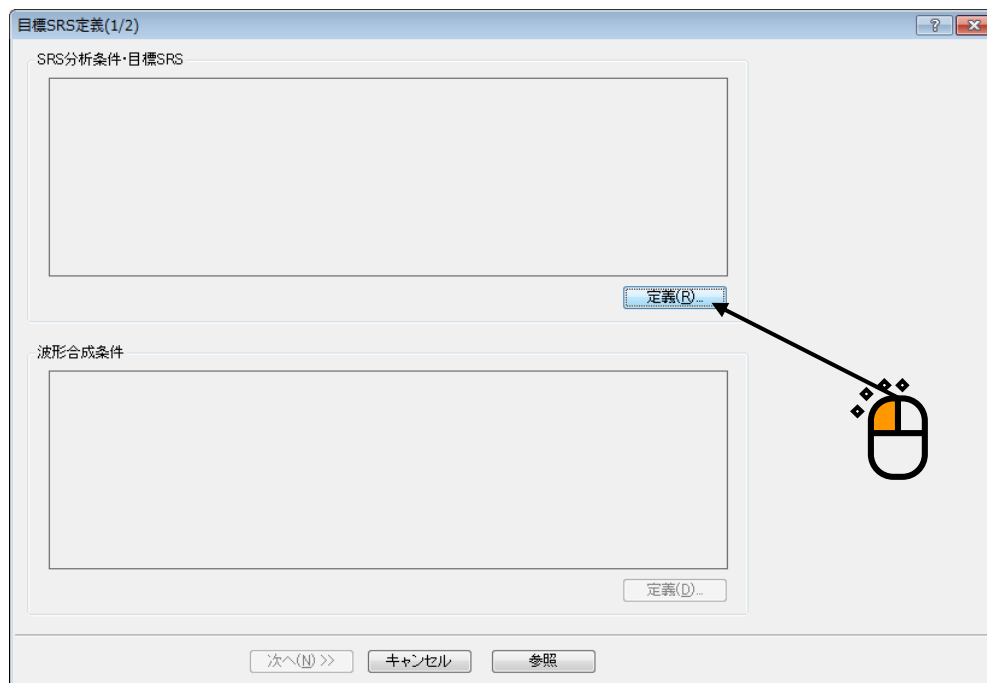
<Step3>

[次の定義] ボタンを押します。



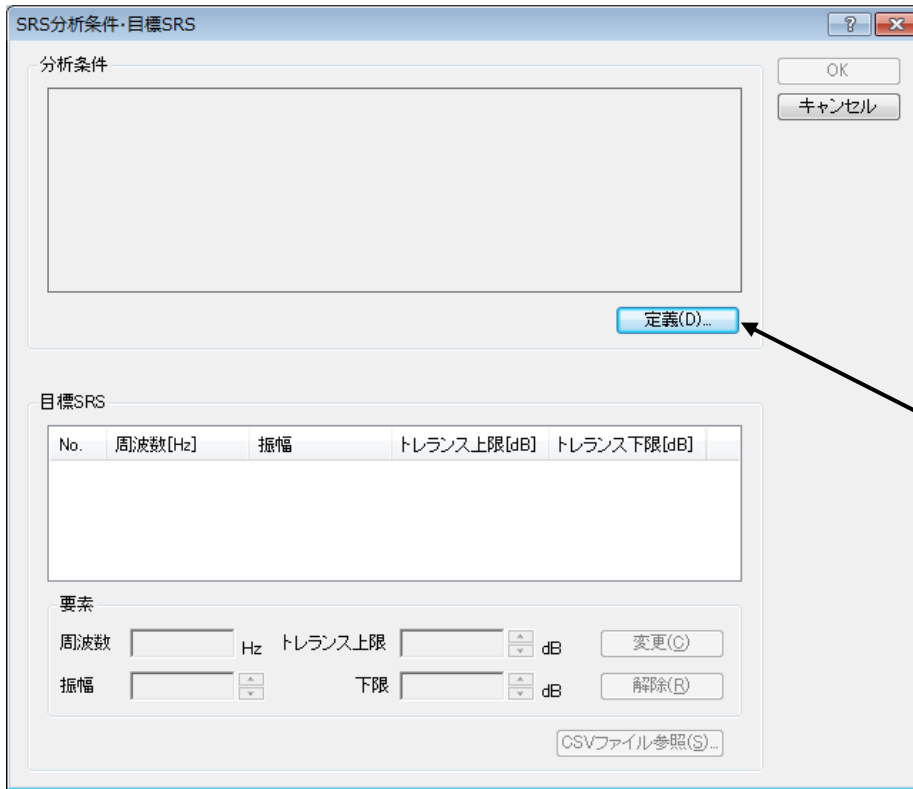
<Step4>

[定義] ボタンを押します。



< Step5 >

[定義] ボタンを押します。

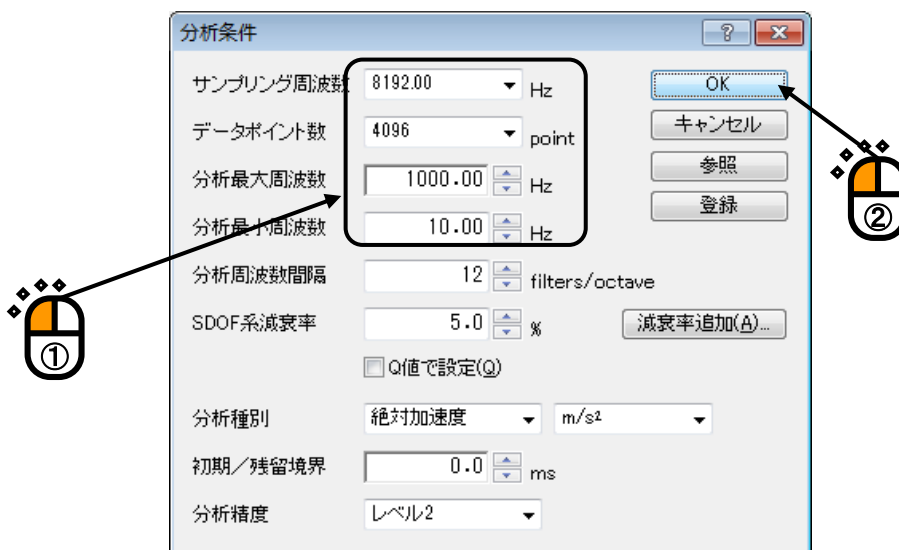


< Step6 >

SRS 分析条件を設定します。

下記の条件を設定し、[OK] ボタンを押します。

- ・ サンプル周波数 : 8192Hz
- ・ データポイント数 : 4096
- ・ 分析最大周波数 : 1000Hz
- ・ 分析最小周波数 : 10Hz



<Step7>

目標 SRS を設定します。

最初のブレイクポイントを設定します。

周波数リストの中から「10Hz」を選択し、振幅値に「10m/s<sup>2</sup>」を入力し、「変更」ボタンを押します。

**SRS分析条件・目標SRS**

分析条件

サンプリング周波数	8192.00 Hz
データポイント数	4096 points
分析最大周波数	1000.00 Hz
分析最小周波数	10.00 Hz
分析周波数間隔	12 filters/octave
SDOF系減衰率	5.0 %
分析種別	絶対加速度
初期条件境界	自由

定義(D)...

OK  
キャンセル

目標SRS

No.	周波数[Hz]	振幅[m/s <sup>2</sup> ]	トレランス上限[dB]	トレランス下限[dB]
1	10.00			
2	10.61			
3	11.25			
4	11.94			
5	12.66			
6	13.43			
7	14.25			

要素

周波数 10.00 Hz トレランス上限 3.00 dB 変更(C)

振幅 10.0 m/s<sup>2</sup> 下限 -3.00 dB 解除(R)

CSVファイル参照(S)...

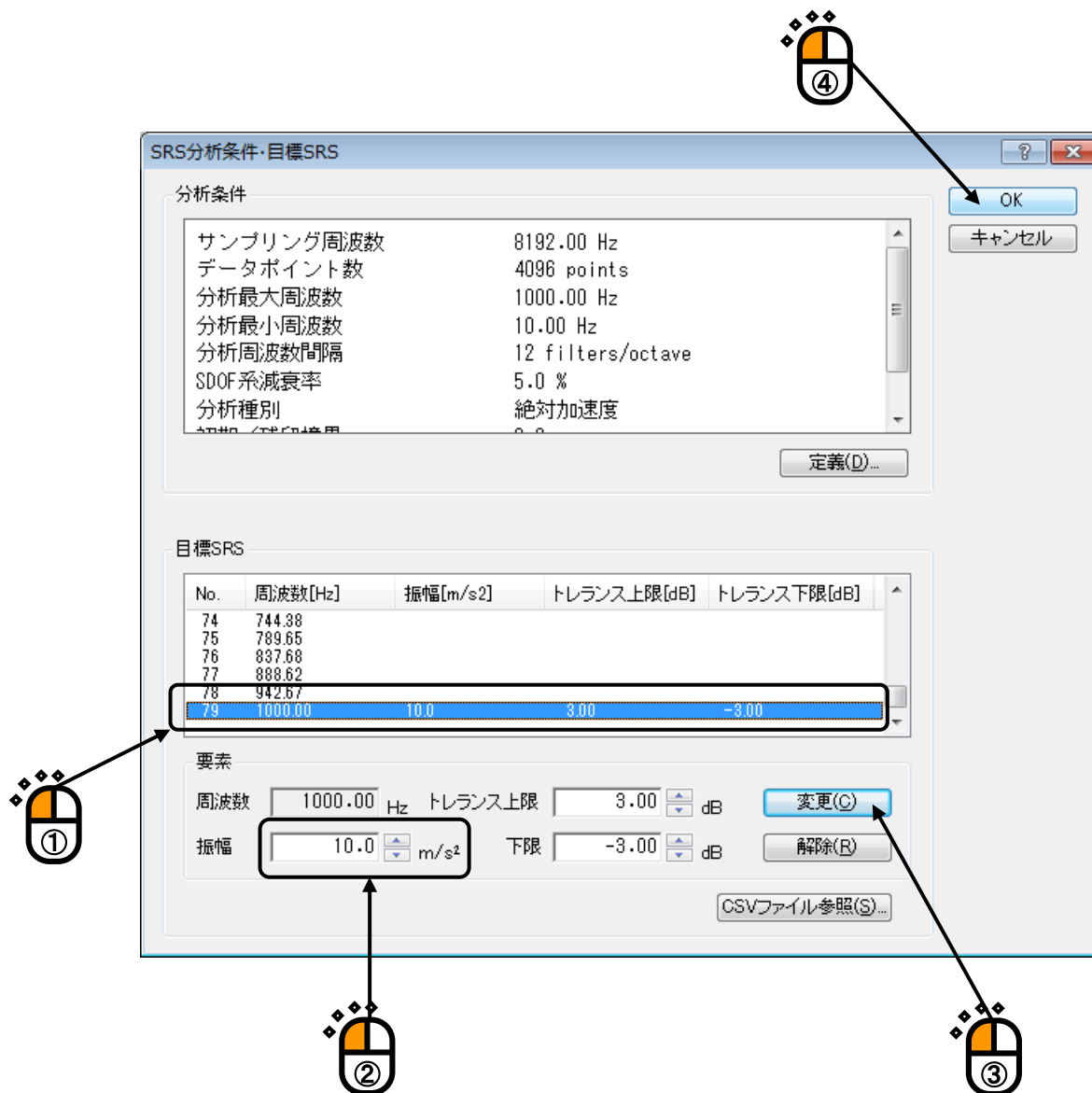
① ② ③

<Step8>

次のブレイクポイントを設定します。

周波数リストの中から「1000Hz」を選択し、振幅値に「10m/s<sup>2</sup>」を入力し、[変更] ボタンを押します。

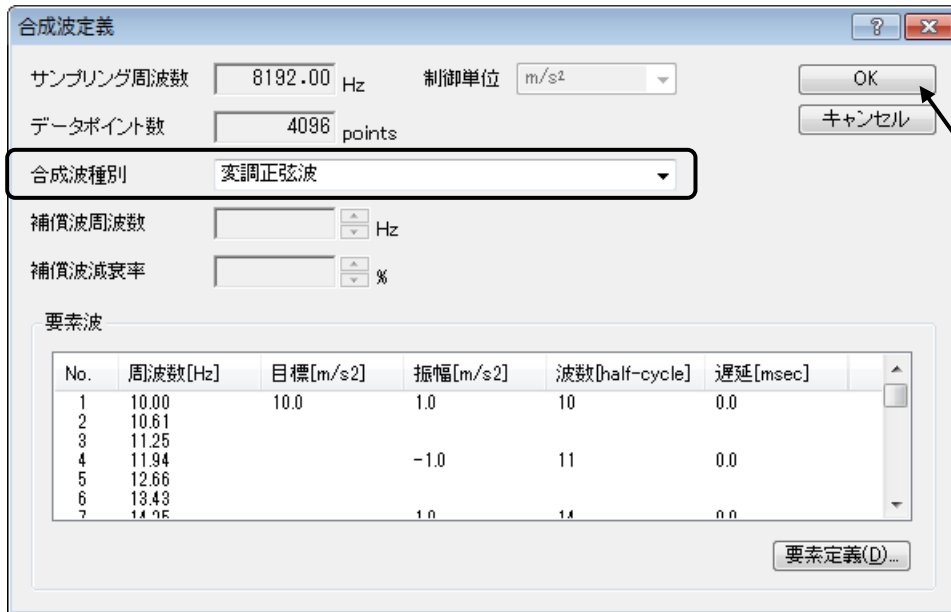
ブレイクポイントの設定が終われば、[OK] ボタンを押します。



<Step9>

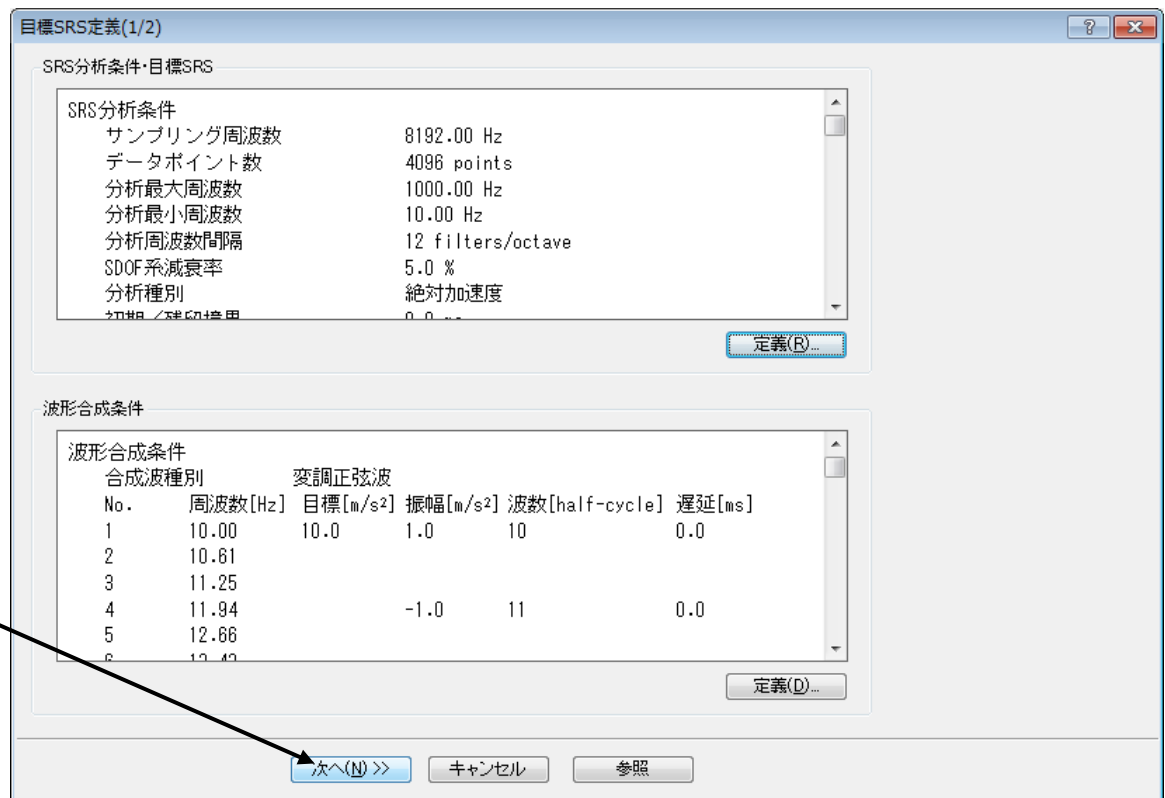
波形合成条件を設定します。

合成波種別が「変調正弦波」になっていることを確認し、[OK] ボタンを押します。



<Step10>

[次へ] ボタンを押します。

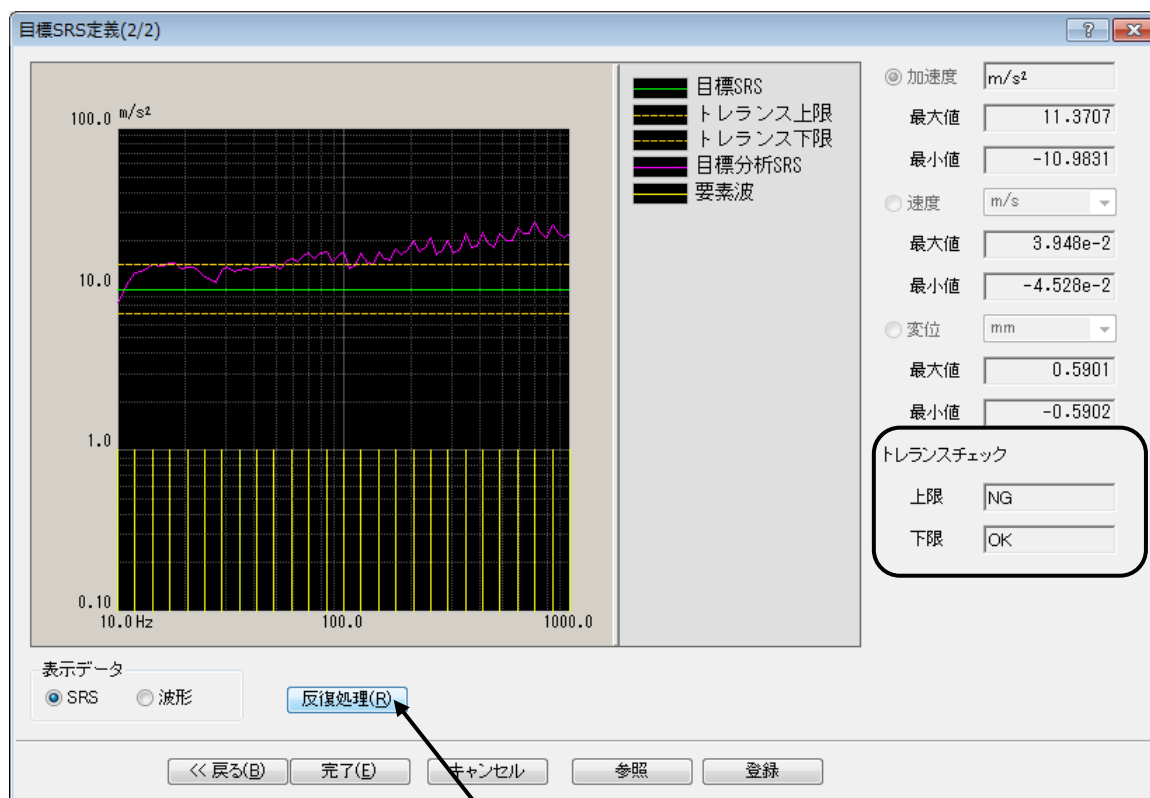


### <Step11>

以上で、目標 SRS の定義が完了しました。

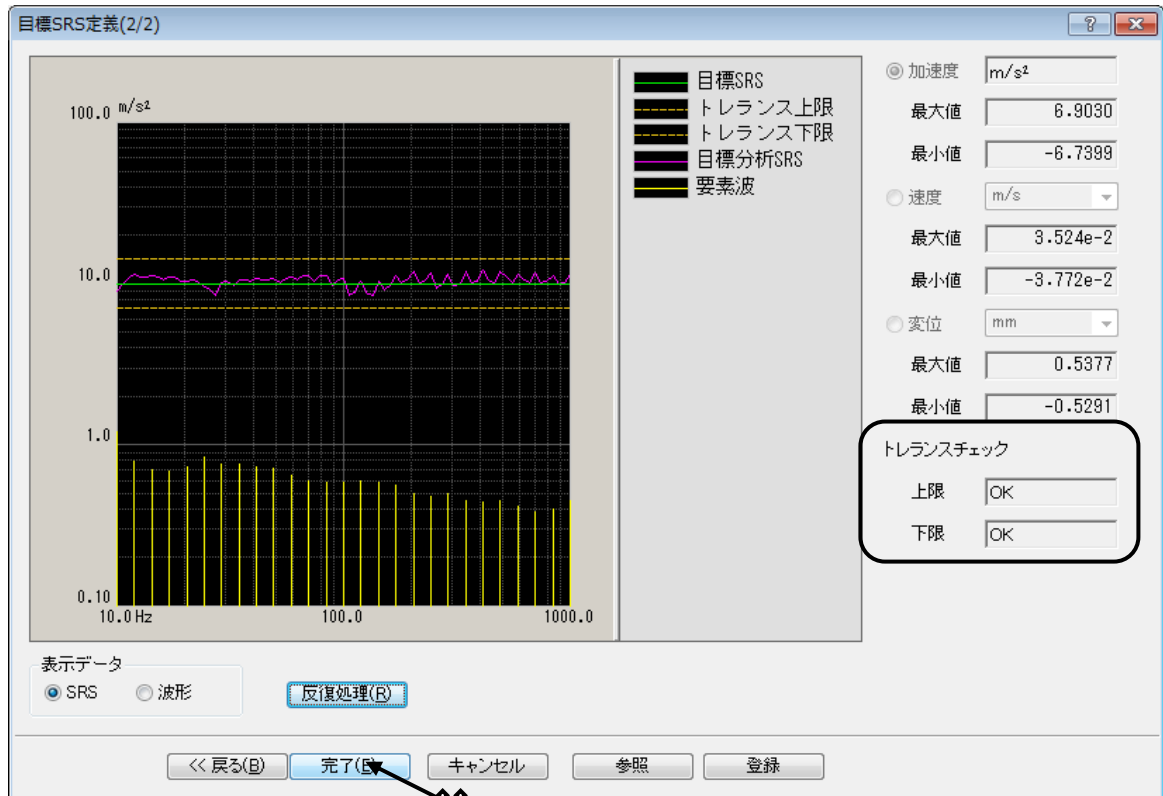
しかし、下図のように生成された目標波形を SRS 分析した結果（目標分析 SRS）が、指定されたトレランスに入っておらず、トレランスチェックがNGとなっています。

ここで、目標分析 SRS がトレランス内に収まるよう反復処理による SRS マッチング演算を行います。反復処理を実施する場合は、[反復処理] ボタンを押します。



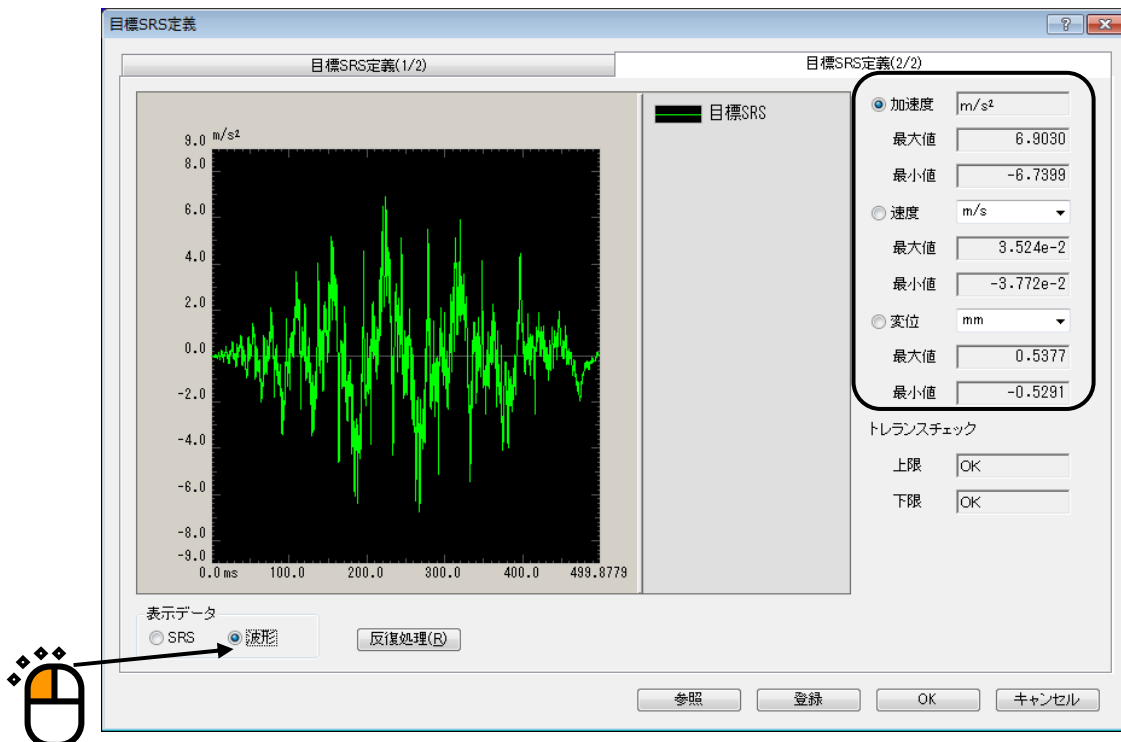
<Step12>

目標分析 SRS がトレランス内に収まり、トレランスチェックが OK となったので、[完了] ボタンを押し、目標 SRS の定義を完了します。



(補足)

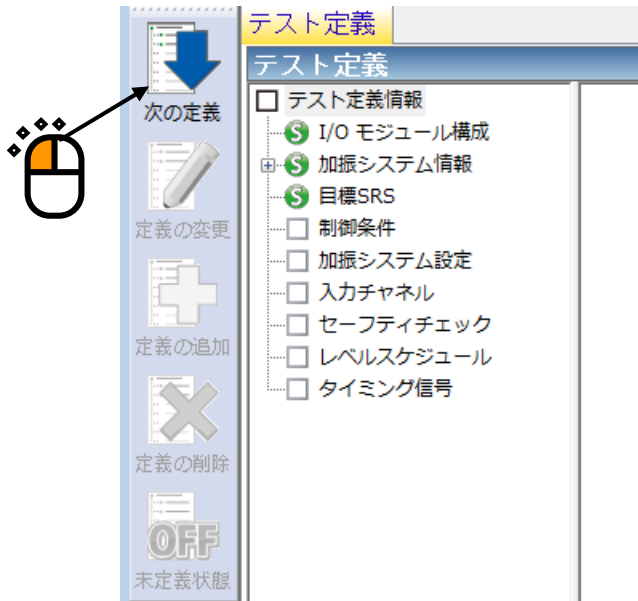
目標 SRS の定義画面には、目標波形の加速度、速度、変位の最大値と最小値が表示されます。表示データを「波形」に設定すると、目標波形が表示されます。





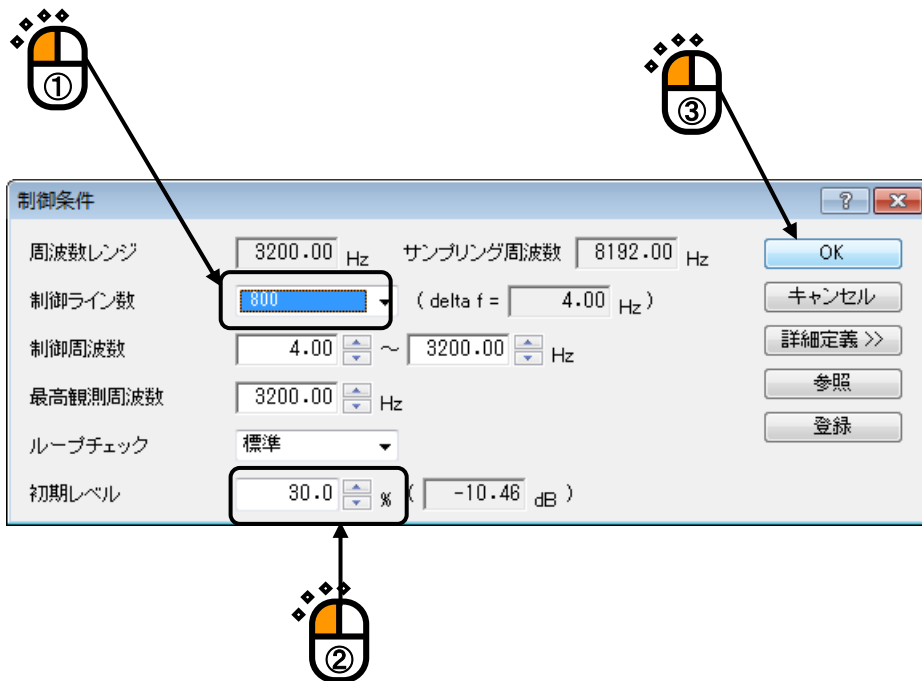
<Step13>

[次の定義] ボタンを押します。



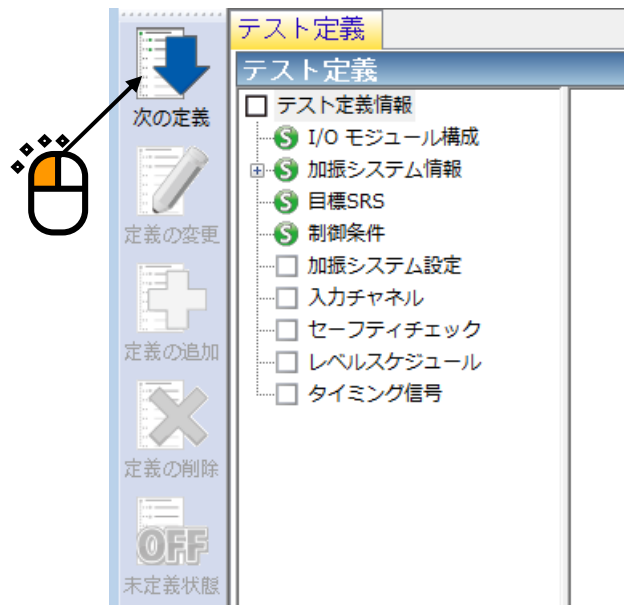
<Step14>

制御ライン数を「800」、初期レベルを「30%」にし、[OK] ボタンを押します。



<Step15>

[次の定義] ボタンを押します。



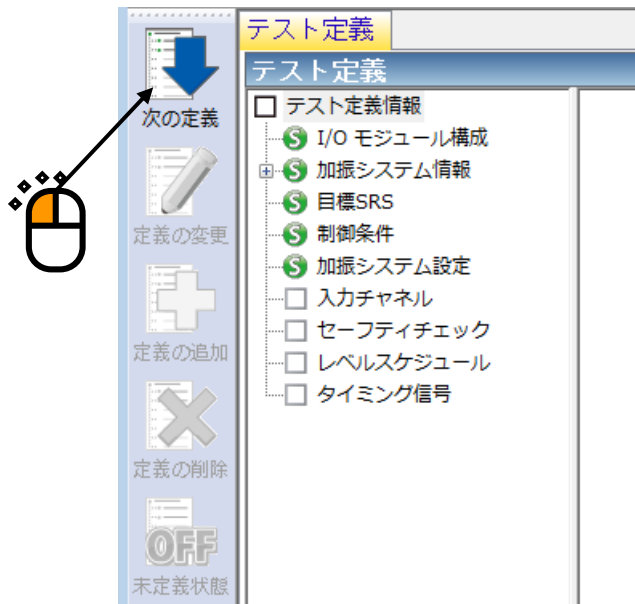
<Step16>

[OK] ボタンを押します。



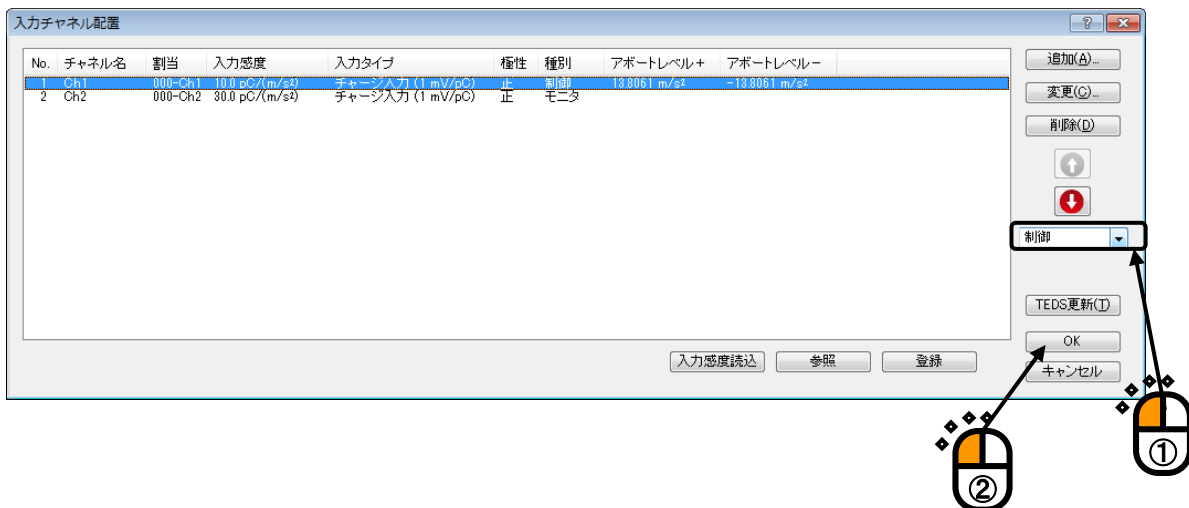
<Step17>

[次の定義] ボタンを押します。



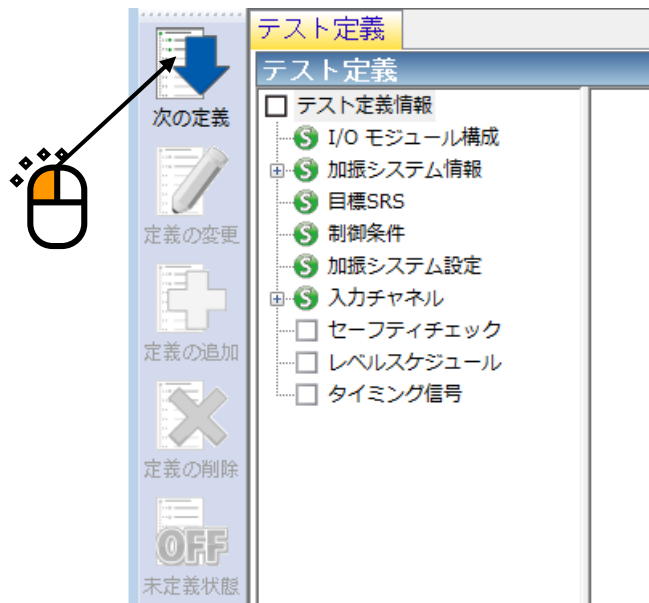
<Step18>

「ch1」を選択し、「制御」にチェックを入れ、「ch2」を選択し、「モニタ」にチェックを入れ、[OK] ボタンを押します。



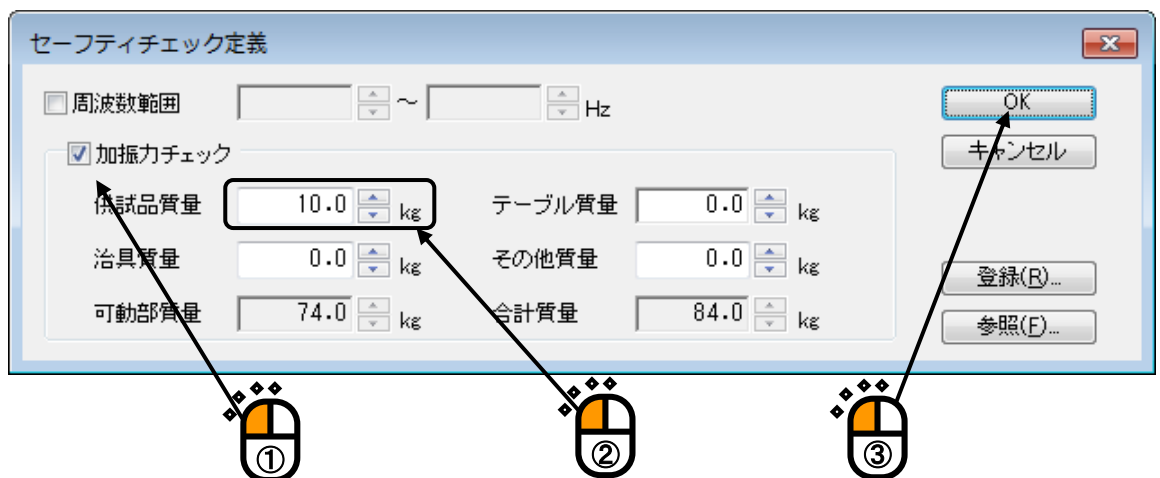
<Step19>

[次の定義] ボタンを押します。



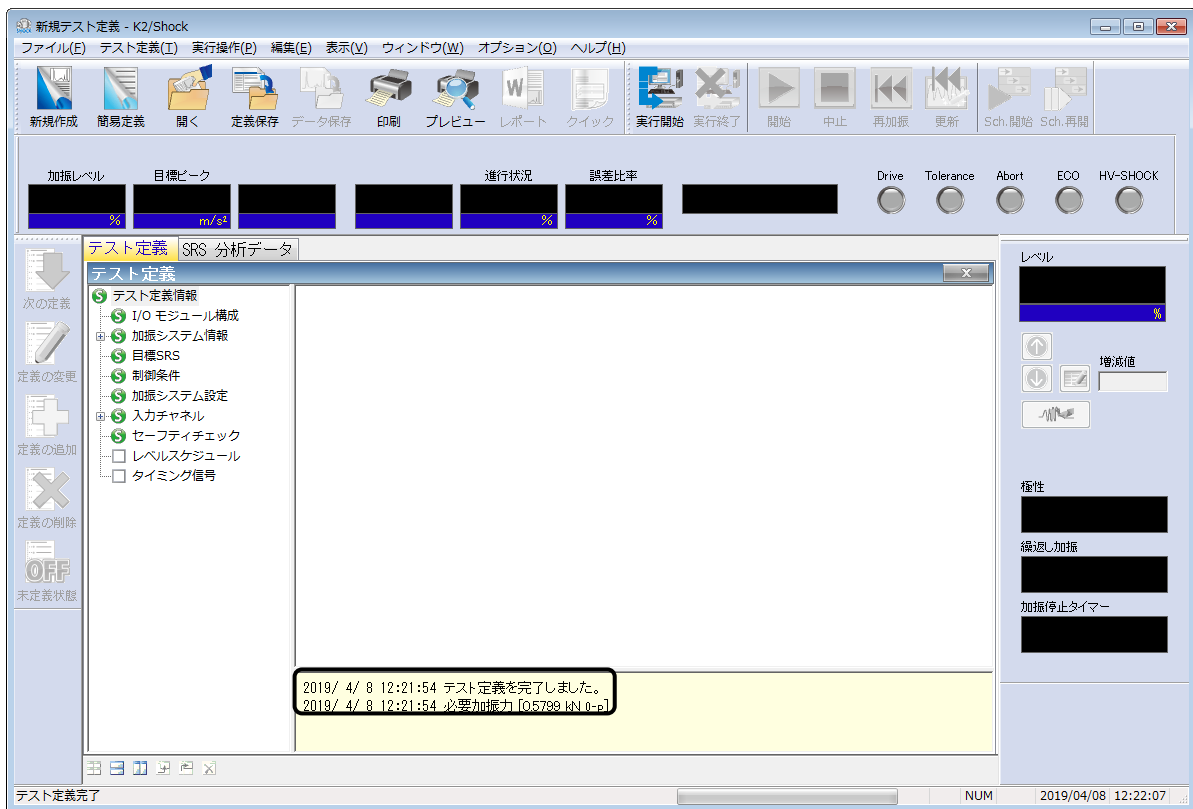
<Step20>

「加振力チェック」を選択し、「供試品質量：10[kg]」を入力し、[OK] ボタンを押します。



<Step21>

これで定義は完了です。



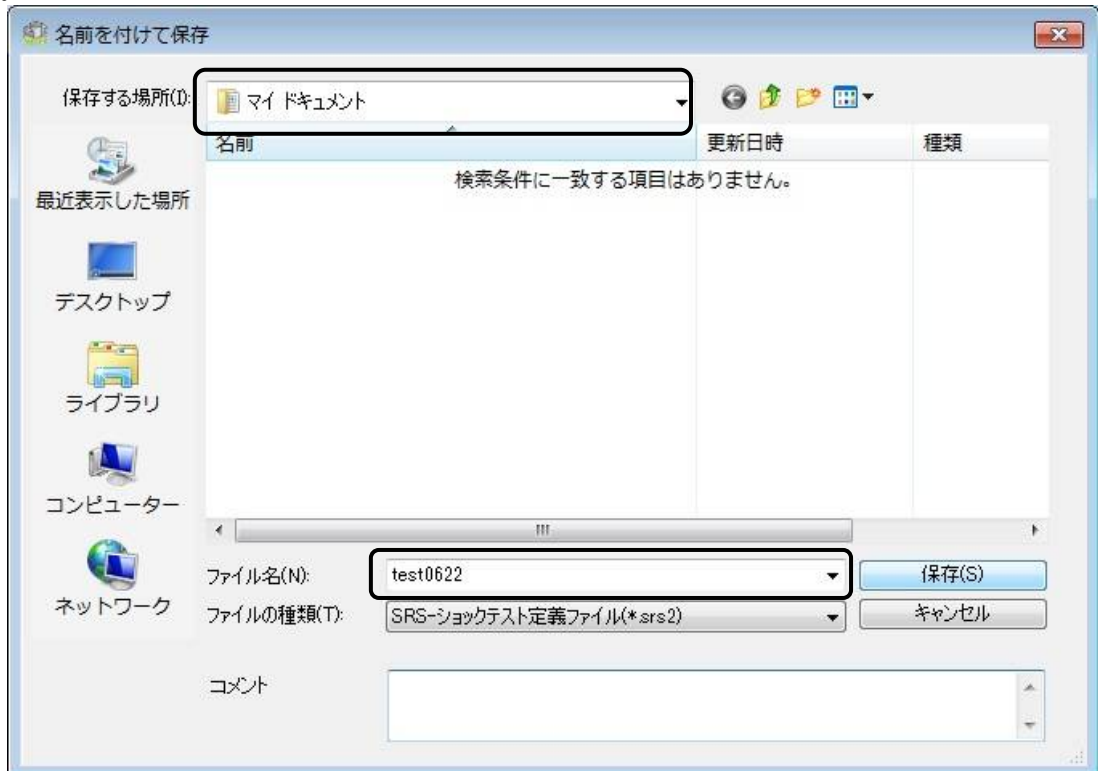
<Step22>

定義後のテスト情報を、テストファイルに保存します。



[テスト保存] ボタンをクリックしてください。

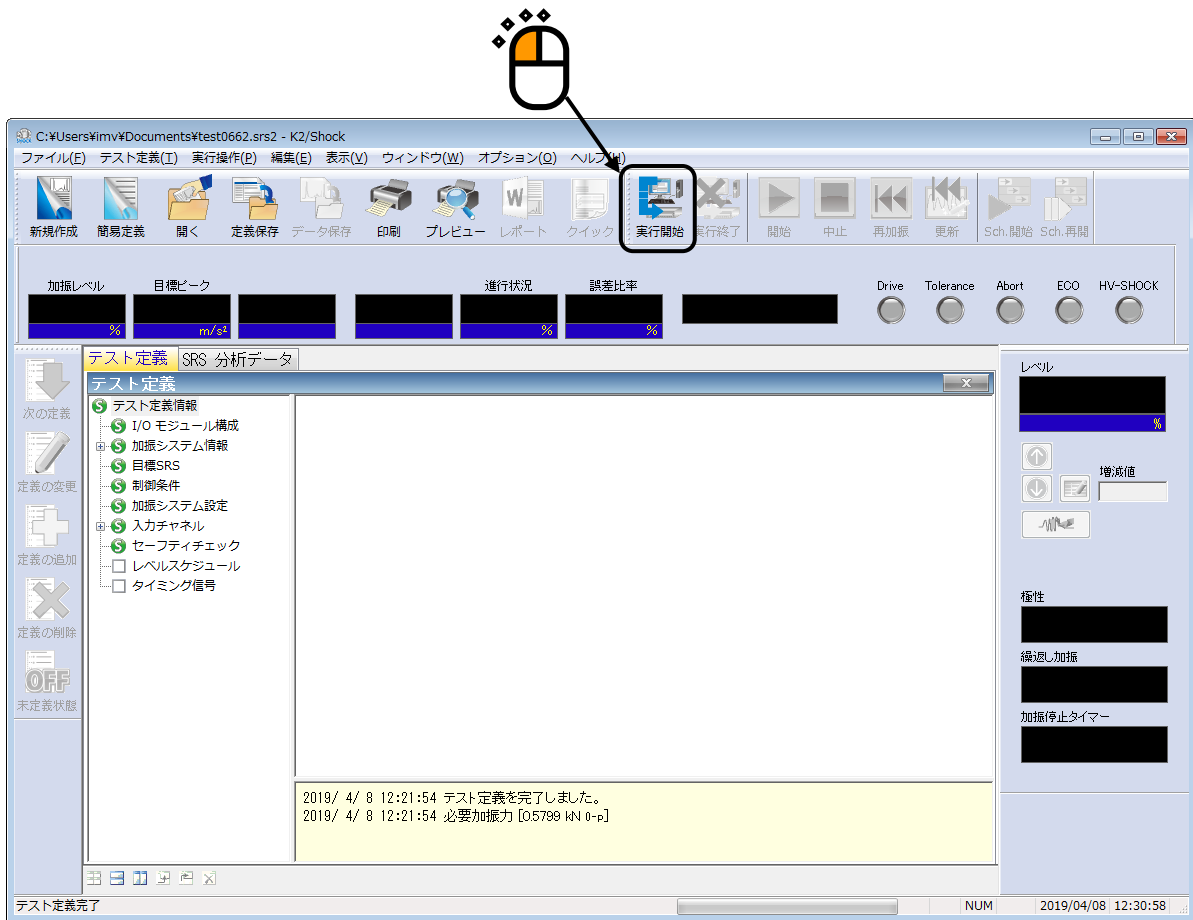
以下のダイアログボックスが表示されますので、任意の保存場所を指定してファイル名を入力してください。



<テストの実行>

<Step1>

[実行開始] ボタンを押します。



<Step2>

被制御系の伝達関数を測定します。

[伝達関数測定 (加振開始)] ボタンを押します。



test0622.srs2 - K2/Shock

ファイル(E) テスト定義(I) 実行操作(P) 編集(E) 表示(V) ウィンドウ(W) オプション(O) ヘルプ(H)

新規作成 簡易定義 開く 定義保存 データ保存 印刷 プレビュー レポート 実行開始 実行終了 加振開始 中止 再加振 更新 Sch.開始 Sch.再開

加振レベル 目標ピーク 進行状況 誤差比率 伝達関数測定開始待ち Drive Tolerance Abort ECO HV-SHOCK

伝達関数

次の定義 定義の変更 定義の追加 定義の削除 OFF 未定義状態

1.0 (m/s²)/mV

1.000e-1

1.000e-2

1.000e-3

1.000e-4

180.0 degree

0.0

-180.0

4.0 Hz 10.0 100.0 1000.0 3200.0

ch1 : (m/s²)/mV

レベル

増減値

極性

繰返し加振

加振停止タイマー

伝達関数測定を開始 NUM 2013/06/27 10:07:00

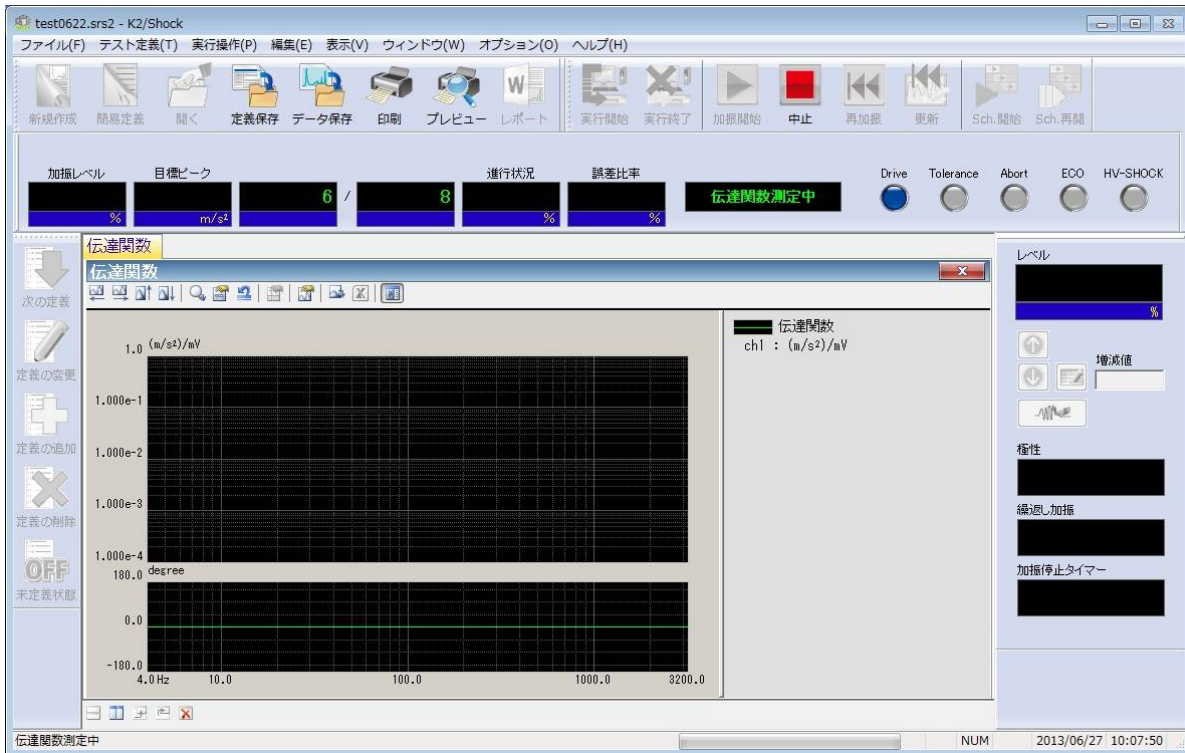


< Step3 >

ループチェックおよび伝達関数測定が行われます。

伝達関数測定が終了すると、自動的にドライブ生成待ち状態になります。

なお、伝達関数測定を途中で中止したい場合、[中止] ボタンを押してください。

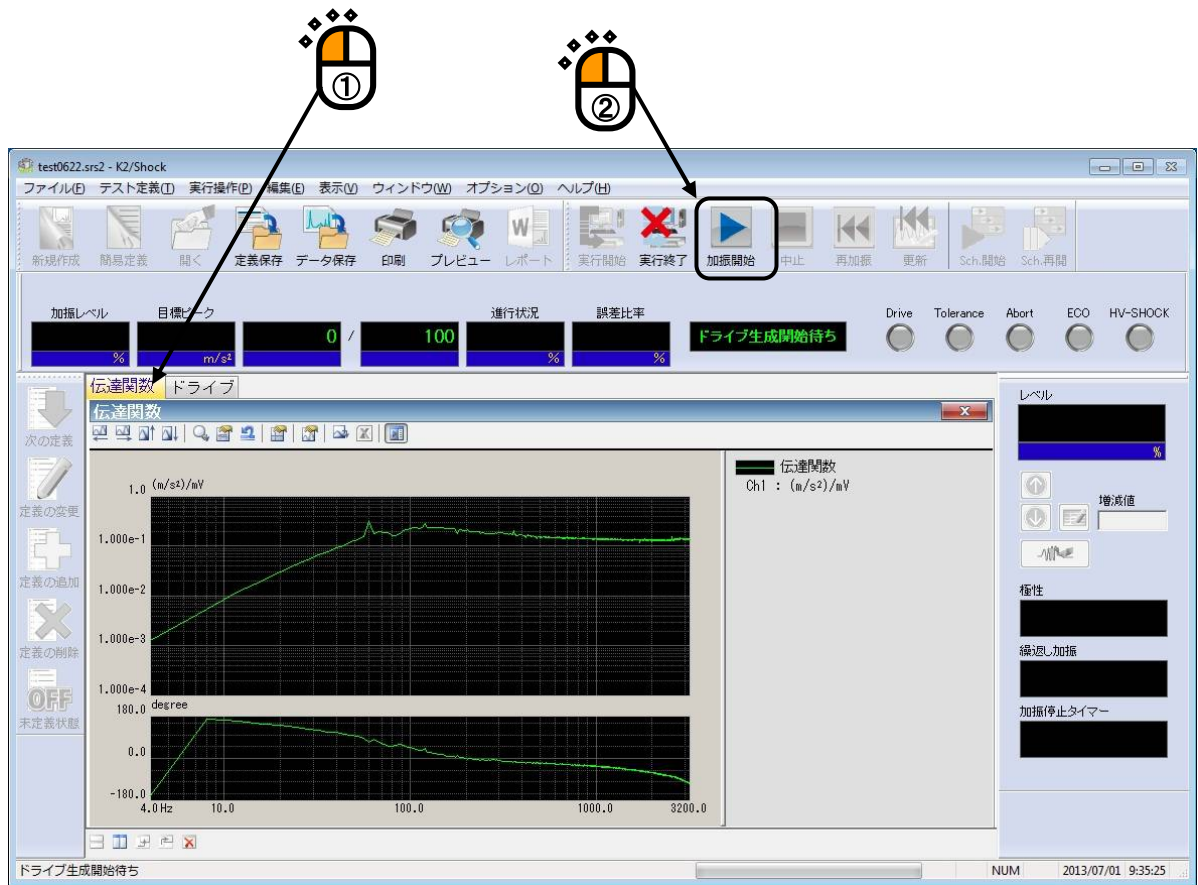


<Step4>

伝達関数測定が終了すると、伝達関数グラフが表示されます。

伝達関数が正常であることを確認して、ドライブ波形を生成します。

[ドライブ生成 (加振開始)] ボタンを押してください。



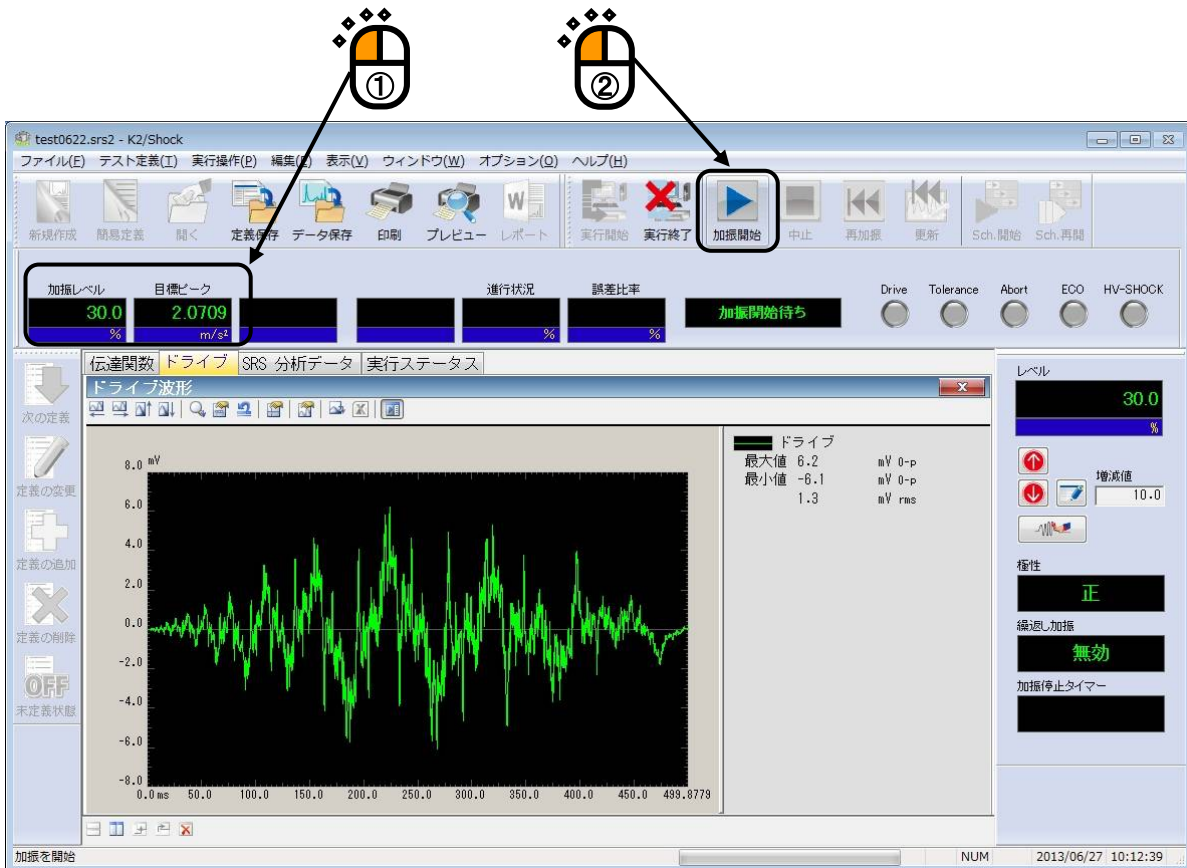
< Step5 >

ドライブ生成が完了すると、加振可能状態になります。

実行ステータスパネルには、加振レベルと目標波形のピークレベルが表示されます。

本例では、最初に 30%加振を行います。初期レベルを 30%に設定しているため、変更の必要はありません。

ドライブ波形や加振レベルを確認した後、[加振開始] ボタンを押して、加振を開始します。



<Step6>

加振が終了すると、加振完了状態になります。

実行ステータスパネルには、制御誤差 rms とトレランスチェックの結果が表示されます。

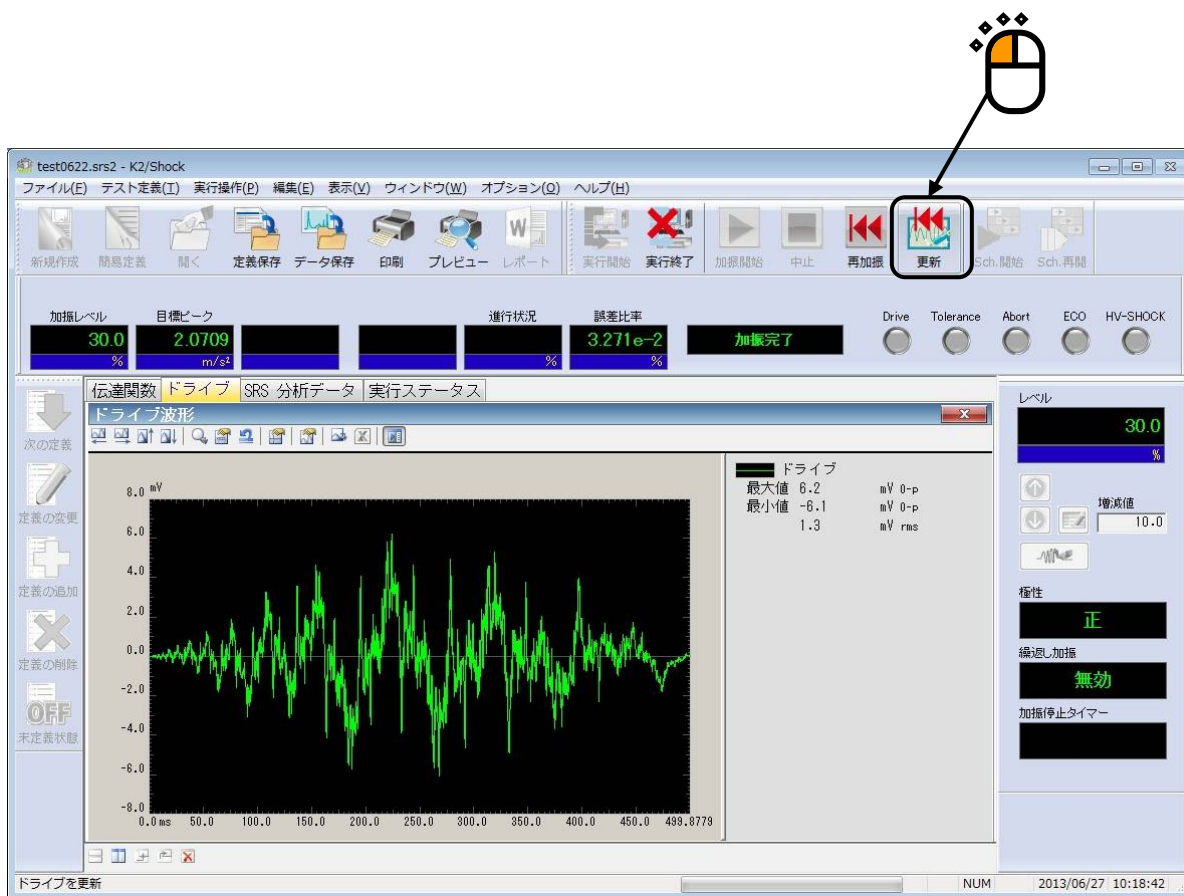
SRS SHOCK 試験ではトレランスチェックは、応答分析 SRS（制御応答波形を SRS 分析した結果）で判断します。

The screenshot displays the software interface for SRS SHOCK testing. At the top, a status bar shows '加振完了' (Vibration Complete) and a 'Tolerance' indicator that is lit yellow, signifying a failure. The '誤差比率' (Error Ratio) is shown as  $3.271e-2$  %.

The main window, titled 'SRS 分析データ' (SRS Analysis Data), contains a graph of the response waveform. The y-axis is labeled '10.0 m/s<sup>2</sup>' and the x-axis is '10.0 Hz'. The graph shows a complex waveform fluctuating around a mean value. A legend on the right side of the graph identifies the following series: 目標SRS (Target SRS), 目標分析SRS (Target Analysis SRS), 応答分析SRS (Response Analysis SRS), トレランス上限 (Tolerance Upper Limit), and トレランス下限 (Tolerance Lower Limit).

Annotations with arrows point to the yellow 'Tolerance' lamp and the 'SRS 分析データ' window title, with the text: 'トレランスチェックの結果が NG の場合には、黄ランプが点灯します。' (When the tolerance check result is NG, the yellow lamp will light up).

応答分析 SRS の確認を行い、異常がなければ、加振結果よりドライブ波形の補正を行います。  
[ドライブ更新] を押してください。



The screenshot shows a software window titled "test0622.srs2 - K2/Shock". The toolbar contains several icons, with the "更新" (Update) icon highlighted by a mouse cursor. Below the toolbar, there are several status indicators: "加振レベル" (30.0%), "目標ピーク" (2.0709 m/s²), "進行状況" (Progress), and "誤差比率" (3.271e-2%). A "加振完了" (Vibration Complete) button is also visible. The main display area is divided into several sections. On the left, there are icons for "次の定義" (Next Definition), "定義の変更" (Change Definition), "定義の追加" (Add Definition), "定義の削除" (Delete Definition), and "未定義状態" (Undefined State). The central part shows a "ドライブ波形" (Drive Waveform) plot with a green signal. To the right of the plot is a table of statistics:

ドライブ	
最大値	6.2 mV 0-p
最小値	-6.1 mV 0-p
	1.3 mV rms

On the far right, there are controls for "レベル" (Level) set to 30.0%, "増減値" (Increase/Decrease Value) set to 10.0, "極性" (Polarity) set to "正" (Positive), "繰返し加振" (Repeat Vibration) set to "無効" (Invalid), and "加振停止タイマー" (Vibration Stop Timer).

<Step7>

ドライブ波形を確認し、加振レベルを 100%に変更します。  
実行操作のメニューから加振条件を選択します。



<Step8>

「加振レベル」を 100%に設定し、[OK] ボタンを押します。



### < Step9 >

加振レベルの変更が終わると、実行ステータスパネルの加振レベルと目標波形のピークレベルが書き換わります。ドライブ波形もレベルに応じて、相似的に変更されます。

ドライブ波形や加振レベルを確認した後に [加振開始] ボタンを押し、加振を開始します。

The screenshot shows the software interface for shock testing. A mouse cursor points to the '加振開始' (Start Vibration) button in the top toolbar. The main panel displays the following information:

- 加振レベル: 100.0 %
- 目標ピーク: 6.9030 m/s<sup>2</sup>
- 加振開始待ち (Waiting for start)

The 'ドライブ波形' (Drive Waveform) window shows a green waveform with the following statistics:

項目	値	単位
最大値	20.7	mV 0-p
最小値	-20.3	mV 0-p
	4.3	mV rms

The status bar at the bottom indicates '加振を開始' (Start Vibration) and the date/time '2013/06/27 10:24:43'.

### <Step10>

加振が終了すると、加振完了状態になります。

実行ステータスパネルには、誤差比率とトレランスチェックの結果が表示されます。

[実行終了] ボタンを押すと、テストを終了し、テスト定義モードに戻ります。

The screenshot shows the software interface for a vibration test. The main window title is "test0622.srs2 - K2/Shock". The menu bar includes "ファイル(F)", "テスト定義(T)", "実行操作(P)", "編集(E)", "表示(V)", "ウィンドウ(W)", "オプション(O)", and "ヘルプ(H)". The toolbar contains icons for "新規作成", "簡易定義", "開く", "定義保存", "データ保存", "印刷", "プレビュー", "レポート", "実行開始", "実行終了", "加振開始", "中止", "再加振", "更新", "Sch.開始", and "Sch.再開".

The status panel at the top displays the following information:

加振レベル	目標ピーク	進行状況	誤差比率	加振完了	Drive	Tolerance	Abort	ECO	HV-SHOCK
100.0 %	6.9030 m/s <sup>2</sup>		1.655e-2 %	加振完了					

The "実行終了" button is highlighted with a red 'X' and a mouse cursor icon. The "Drive" and "Tolerance" buttons are also highlighted with red boxes.

The "ドライブ波形" (Drive Waveform) window shows a graph of the drive signal. The y-axis is labeled "mV" and ranges from -25.0 to 25.0. The x-axis is labeled "ms" and ranges from 0.0 to 499.8779. The waveform is a complex, oscillating signal. To the right of the graph, the following statistics are displayed:

ドライブ	
最大値	20.7 mV 0-p
最小値	-20.3 mV 0-p
	4.3 mV rms

The status bar at the bottom shows "テスト実行を終了" (End of Test Execution) on the left and "NUM 2013/06/27 10:25:49" on the right.



## 第4章 テストの定義

### 4.1 概要

本システムでは、ある試験を実施するのに必要な情報の一式を「テスト」と呼びます。

ある試験を実行するには、まずその試験を実施するための「テスト」を定義することが必要です。本章では、この「テスト」の定義の各項目について説明します。

「テスト」定義の実体は、テスト種別毎にTable4-1の情報を順に設定して行くことです。

Table.4-1 定義する情報

設定情報	
(1) I/Oモジュール構成	○
(2) 加振システム情報	○
(3) 目標波形	○
(4) 制御条件	○
(5) 加振システム設定	○
(6) 入力チャンネル	○
(7) セーフティチェック	○
(8) レベルスケジュール	△
(9) タイミング信号	△
(10) SRS分析条件※	△

○：必ず設定しなければならない情報

△：必要に応じて設定する情報

※ SRS はオプションです。

定義が完了した「テスト」の情報一式は、これを所定の形式のファイル「テストファイル」として、格納することが出来ます。

一旦定義した「テスト」の情報が「テストファイル」として格納してある場合には、そのファイルをロードしてくるだけで、試験の実施が可能です。

## 4.2 目標波形

目標波形を作成します。

これにより加振の目標となる波形が決まります。

詳細は、“第5章 目標波形の定義”を参照してください。

## 4.3 制御条件

制御に関わるパラメータを設定します。

なお、これらのパラメータの中でも重要なものの1つにサンプリング周波数 $f_s$ がありますが、これは「目標波形」で既に指定されていますので、制御条件では指定することはありません。

また、制御可能な最大の周波数を示す周波数レンジ $f_{max}$ は、サンプリング周波数 $f_s$ と、次の関係で結ばれています；

$$f_{max} = f_s / 2.56$$

従って、周波数レンジもサンプリング周波数が確定した時点で自動的に決定しますので、制御条件では指定することはありません。



制御条件		?	×	
周波数レンジ	1000.00 Hz	サンプリング周波数	2560.00 Hz	OK
制御ライン数	400	( delta f =	2.50 Hz )	キャンセル
制御周波数	2.50 ~ 1000.00 Hz	詳細定義 >>		
最高観測周波数	1000.00 Hz	参照		
ループチェック	標準	登録		
初期レベル	30.0 % ( -10.46 dB )			

### 4.3.1 制御ライン数

#### (1) 意味

1フレーム長の波形データ (Nポイント分) をFFTすると、周波数領域において N/2ライン分の複素スペクトルデータが得られますが、「制御ライン数」は、このうちの (低周波側から) 何ライン目までのデータを制御実施上の有効データとするかを示すものです。

制御ライン数 L とFFTのポイント数 N との間には

$$L = N / 2.56$$

の関係があります。

「制御ライン数」を指定することによって、周波数軸上の制御の細かさを示す周波数分解能  $\Delta f$  が決まりますが、これには次のような関係があります；

$$\Delta f = f_{\max} / L (= f_s / N)$$

また、フレームタイムT (波形データNポイントの時間) は、周波数分解能  $\Delta f$  と以下の関係があります。

$$T = 1 / \Delta f \quad [\text{sec}]$$

#### <ライン数の選択基準>

ライン数の選択は、制御すべき被制御系の伝達特性に合わせて選択してください。

制御を成功させるには、被制御系のインパルス応答の大部分が設定した制御フレームの中に収まっていることが必要です。

制御の効果が思わしくない場合には、ライン数の設定を1段階大きくしてみてください。

しかし、不必要に大きなライン数設定には、有利な点は何もありません。

ループチェックや伝達関数測定時の加振では、少なくとも1フレームタイム分の加振が必要になるので、あまりにも周波数分解能を細かくしすぎると、これらに要する時間も大きくなります。

なお、テスト定義に「伝達関数ファイル」の使用または「ドライブデータファイル」の使用が指定されている場合には、それらのデータとの整合を保つ必要から、本項目の変更は禁止されます。

### 4.3.2 制御周波数

#### (1) 意味

本システムの制御演算処理は、基本的に周波数領域において実施されますが、本項目は、制御の対象とする周波数帯域に制限を加えるものです。これは、やや特殊な機能ですが、状況によっては不可欠の機能ですので、よく理解した上で適切に使ってください。

通常、制御を実施する周波数帯域は、 $[\Delta f, f_{\max}]$  (DC制御の場合には  $[0, f_{\max}]$ ) ですが、この周波数帯域を制限した方がよい制御結果を得られることがあります。

例えば、「目標波形データに含まれる周波数成分は  $f_{\max}$  より遥かに低い成分が大勢を占めていて、波形再現の要求を満たすにはせいぜい  $f_{\max}/2$  位までの成分を制御すれば充分である」とい

った場合に、高周波域をむしろ制御対象としない方が良い結果が得られることがあります。

特に本システムが採用しているドライブ修正のアルゴリズムは、非線形的な応答（本来目標波形には含まれていない周波数成分が、応答に出現する）に対しても効力を持つ敏感なものですので、斬れ味がよい反面、場合によっては雑音に惑わされることも起りえます。従って、「無視しても構わない帯域は初めから見ない方がかえって良い」ということもありえます。

同様に、 $\Delta f$  があまりにも小さな場合には、使用ピックアップの特性から考えてもそうした超低域は制御対象から外した方がよい場合があります。

低域での観測誤差の制御への悪影響は、大きな変位発生を伴い得るだけに厄介であり、このような事態においては、本項目を適切に設定することが決定的に重要であることがあります。

制御対象とする周波数帯域は、その上下限値を指定することによって定めます。ただし、下限値を  $f_1$  上限値を  $f_2$  とかくとき、周波数レンジ  $f_{max}$  との大小関係は、次のようであればなりません；

$$0 \leq f_1 < f_2 \leq f_{max}$$

実際には、周波数域のデータは制御ラインにしか存在しませんので、指定された  $f_1, f_2$  の値が  $\Delta f$  で割り切れない場合は四捨五入により該当ライン番号が決まります。

通常の圧電型加速度ピックアップを使用される場合には、 $f_1$  の値を 1~2 Hz 程度の値に設定してください。

### 4.3.3 最高観測周波数

#### (1) 意味

採取した波形に施すローパスフィルタのカットオフ周波数を指定します。

本項の設定値は、制御周波数レンジ  $f_{max}$  の設定値に一致させるのが通常ですが、何らかの目的のためにこれを  $f_{max}$  より小さい値に設定したい場合には、可能な範囲内で、そのような設定が可能です。

定められた制御周波数レンジ  $f_{max}$  内の帯域における信号処理を正確に実施するには、エイリアシング (aliasing) を防止するため、入力信号に対して必要な帯域制限を LPF によって実施しておくことが必要であり、本システムにおいても高性能のアナログ処理系およびデジタルフィルタによる処理がなされています。

このとき、ローパスフィルタのカットオフ周波数は、 $f_{max}$  に合わせた値に設定するのが合理的ですが、例えば目標波形データに含まれる周波数成分が  $f_{max}$  より遥かに低い成分に限定されていて、応答データの観測においてもその周波数成分より上の成分は初めからカットしてしまいたいといった場合に、本機能が有効に利用できます。

いま最高観測周波数を  $f_{obs}$  とかくとき、 $f_{obs}$  の設定可能値は次のようになります；

$$f_2 \leq f_{obs} \leq f_{max}$$

ここに  $f_2$  は、前項で指定された制御対象上限周波数です。

なお、このフィルタ処理はデジタル的に処理されます。

#### 4.3.4 ループチェック

##### (1) 意味

制御器の出力から入力までの系が本当に繋がっているかを確認するループチェック機能の判断基準の厳しさを指定します。

ループチェックは、伝達関数測定時の測定に先立ち、加振システム設定の「初期出力電圧」で指定されたレベルのホワイトノイズ様出力信号を出力して制御ループの異常を調べることによって実施されます。

本項目では、ループチェック実施時の異常検知の判断基準を、次の3段階の中から選択設定します；

1. 厳しい : 最も厳しい判断基準を設定します。  
線形性の良好な供試体の場合に用いることが出来ます。
2. 標準 : 通常予想される程度の非線形性を許容する判断基準を設定します。
3. ゆるい : かなり大きな非線形性を許容する判断基準を設定します。  
'標準'の設定ではどうしてもループチェックをパス出来ないような場合、この設定をお使いください。

#### 4.3.5 初期レベル

##### (1) 意味

指定された目標波形による試験を実施する前に、より低い加振レベルで目標波形に相似の波形を実現し、供試体や加振システムの「様子をみてみる」必要のある場合があります。

このような場合、最初の実現の目標となる低レベルの加振レベルのことを「初期レベル」と呼ぶことにします。

本項目は、この初期レベルの設定を行なうためのものです。

初期レベルの指定は、目標波形のレベルを基準（100%[0dB]）としたときの百分率を指定する、という形で実施します。

加振レベルの設定変更（100%以下）は、実加振の試験実施中にも随時実施出来るのですが、本項目にあらかじめ必要値を設定しておけば、「うっかり初めから100%で加振してしまった」といったミスが防げるはずです。このfool-proofの意味を除けば（加振レベルはいつでも変更出来るわけですから）、本項目には余り大きな意義はありません。

## 4.4 加振システム設定

制御の加振・出力系に関することを設定します。

### 4.4.1 初期出力電圧を指定

#### (1) 意味

加振に先立って実施されるループチェック時に出力される電圧を指定します。

設定値は、電圧値を[mV]単位でrms値によって設定します。初期出力電圧を指定しない場合は、加振システム情報に登録された、初期出力電圧値(Vrms)が自動的に設定されます。

注) 初期出力電圧は、ご使用の加振機に適した値を設定してください。

### 4.4.2 伝達関数 測定時出力レベル

#### (1) 意味

伝達関数測定時の加振レベルの指定は、次の2種から選択することが出来ます。

- 1.出力電圧による指定
- 2.制御単位（応答レベル）による指定

出力電圧による指定の場合、伝達関数測定のための加振を実施する際、加振器に与えるドライブ信号の電圧レベルを（rms値で）指定します。

制御単位による指定の場合、伝達関数測定のための加振レベルを（rms値で）指定します。

伝達関数測定加振時には一定の加振制御が実施され、応答測定点での応答の周波数成分がほぼフラットな特性を持つようにイコライズされたランダム波信号がドライブ出力されますが、本項はそのドライブ電圧波形のレベルを指定するものです。

制御単位による指定の場合は、ループチェック時に得られたシステムのゲインと指定された応答レベルから出力電圧レベルを割り出します。ただし、出力電圧レベルは最大電圧までに制限されます。最大電圧には初期出力電圧の2倍の値が初期値として設定されます。

制御単位による指定の場合、更に加振レベルを「自動」設定することもできます。

自動設定すると、加振レベルは、目標波形のピーク値の関数として、本システムにより自動決定されます。

この加振レベル決定の論理は、必要最小限の低いレベルで伝達関数測定を行うという指針によって作られています。具体的には、加振レベル(rms値)が目標波形のピーク値の-20 ~ -40dB 程度の大きさとして定められています。代表例を以下に掲げます；

目標波形のピーク振幅	伝達関数測定加振レベル(rms 値)
1m/s <sup>2</sup>	0.1 m/s <sup>2</sup>
10m/s <sup>2</sup>	0.46 m/s <sup>2</sup>
50m/s <sup>2</sup>	1.36 m/s <sup>2</sup>
100m/s <sup>2</sup>	2.15 m/s <sup>2</sup>
500m/s <sup>2</sup>	6.3m/s <sup>2</sup>
1000m/s <sup>2</sup>	10m/s <sup>2</sup>

応答の周波数成分ではなくドライブ出力の周波数成分をフラットな特性に設定する場合は、「ホワイトノイズで加振する」にチェックを入れてください。この設定は伝達関数測定時出力レベルを電圧指定する場合（「制御単位で指定」にチェックが無い場合）に有効となります。

## 4.5 入力チャンネル

### 4.5.1 概要

本システムでは、入力チャンネルに、次の2種別があります：

- ・制御チャンネル
- ・モニタチャンネル

本システムでは、使用する入力チャンネルの全てが、モニタチャンネルとして定義されます。

従って、制御チャンネルもモニタチャンネルとしての機能を持っています。

制御チャンネルは、その応答入力を、予め与えられている制御目標に一致させることが本システムの動作の目的となる重要なチャンネルです。また、指定できる制御チャンネルの数は1つです。

制御チャンネルの制御対象とする物理量は、制御量と同一のディメンジョンでなければなりません。

### 4.5.2 入力チャンネル

入力チャンネルのダイアログにおいて、使用する入力チャンネルの設定を行います。

入力チャンネルを設定する方法には、テスト定義毎に入力チャンネルの設定を行う方法と入力チャンネル情報を行う方法があります。

No.	チャンネル名	割当	入力感度	入力タイプ	極性	種別	アボートレベル+	アボートレベル-
1	IN1	000-Ch1	1.0 mV/(m/s <sup>2</sup> )	電圧入力 (AC)	正	制御	1999.0640 m/s <sup>2</sup>	-1999.0 m/s <sup>2</sup>
2	IN2	000-Ch2	1.0 mV/(m/s <sup>2</sup> )	電圧入力 (AC)	正	未使用		
3	IN3	000-Ch3	10.0 mV/(m/s <sup>2</sup> )	電圧入力 (AC)	正	未使用		
4	IN4	000-Ch4	10.0 mV/(m/s <sup>2</sup> )	電圧入力 (AC)	正	未使用		
5	IN5	001-Ch1	10.0 mV/(m/s <sup>2</sup> )	電圧入力 (AC)	正	未使用		
6	IN6	001-Ch2	10.0 mV/(m/s <sup>2</sup> )	電圧入力 (AC)	正	未使用		
7	IN7	001-Ch3	10.0 mV/(m/s <sup>2</sup> )	電圧入力 (AC)	正	未使用		
8	IN8	001-Ch4	10.0 mV/(m/s <sup>2</sup> )	電圧入力 (AC)	正	未使用		

[追加] 新しい入力チャンネルを追加します。

[変更] 選択した入力チャンネルの設定内容を変更します。

[削除] 選択した入力チャンネルを登録上から削除します。

[↑] [↓] 選択した入力チャンネルの登録順を変更します。  
登録順は、グラフ表示の順番に関する程度です。

[未使用] 制御・モニタチャンネルとして使用しません。

[制御] 制御チャンネルとして使用します。

[モニタ] モニタチャンネルとして使用します。

[TEDS更新] 入力感度を接続されているTEDS対応IEPEセンサから取得し、自動設定します。  
本機能は、TYPE II のハードウェアで有効です。

[参照] ファイルに保存されている「入力チャンネルの定義内容」を参照し、その条件を読み込んで使用します。

[登録] 作成した「入力チャンネルの定義内容」を、ファイルに保存し登録します。



### 4.5.3 入力感度読み込み

入力チャンネル配置画面の入力感度読み込みボタンを使って、csv形式の感度データファイルから直接、感度データを読み込むことができます。

ファイルの形式：読み込むファイルの形式は次のようになります。

1行目：コメント行

2行目以降：感度データ

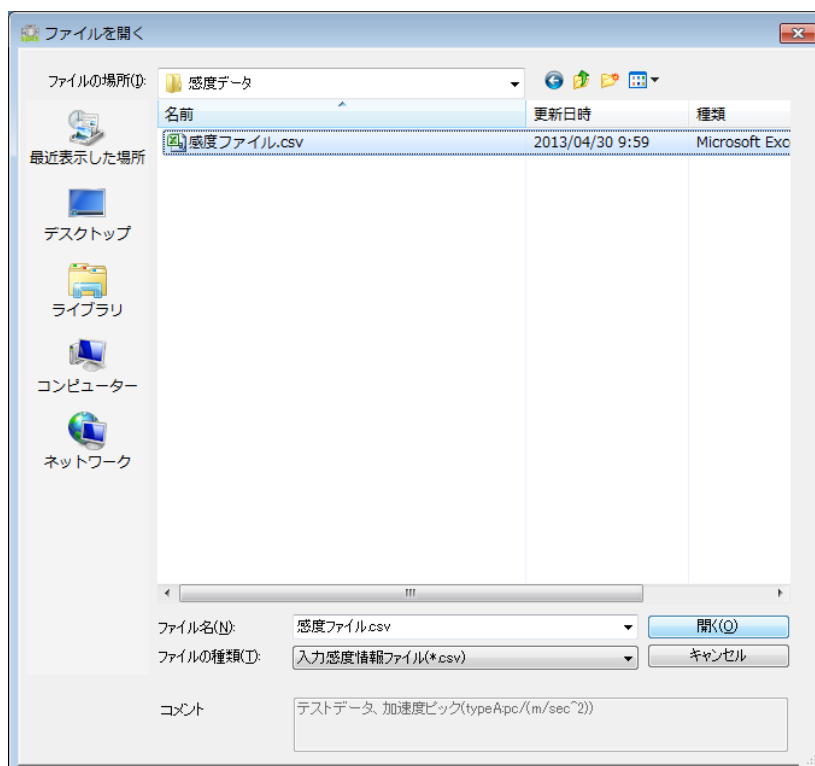
n行1列のデータであって例えば、

	A	B	C	D	E
1	テストデータ、加速度ピック(typeA:pc/(m/sec <sup>2</sup> ))				
2	2.95				
3	3.05				
4	3.01				
5	3				
6					
7					

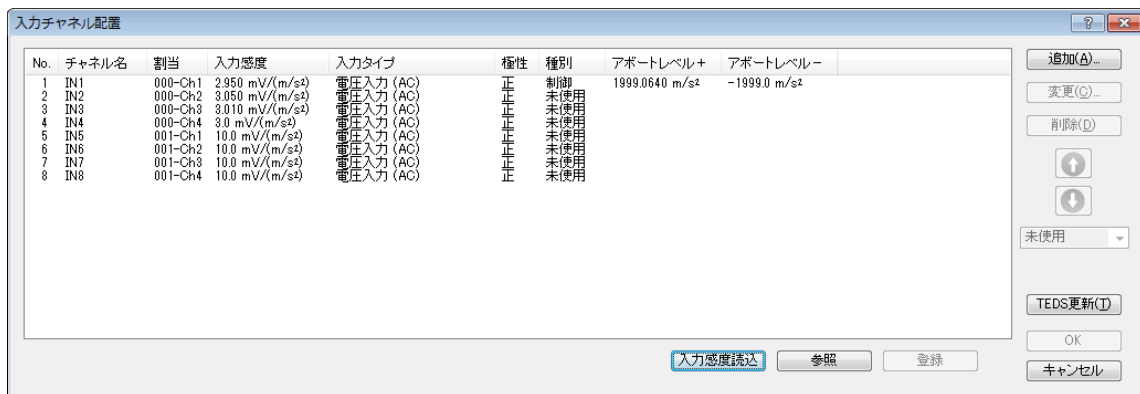
のようになります。

実際の操作を以下に示します。

入力チャンネル配置画面の入力感度読み込みボタンを押すことで、下記のダイアログが表示されます。



ファイルを選択して [開く] ボタンを押すことで感度情報が読み込まれます。



注)

入力感度データは配列の順番のまま順にチャンネルに割り振られます。従って、チャンネル数よりも感度データが少なければ、入力感度データの個数を超えたチャンネルの入力感度は、読み込み前と変じるところがありません。また、逆の場合はチャンネル数が尽きたところで割り振りは終了します。

入力感度データのファイルは読み込み時には必ず閉じるようにしてください。開いたままだと読み込むことができません。

## 4.6 SRS 分析条件 (SRS オプション)

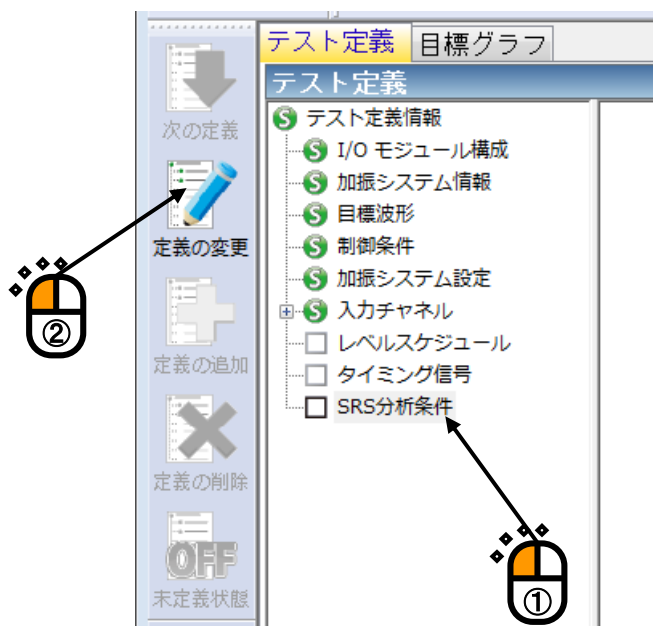
テスト種別がSRS\_SHOCK以外のテストで、モニタ応答をSRS分析する場合にその分析条件を設定します。

なお、テスト種別がSRS\_SHOCKのテストでは、常にモニタ応答のSRS分析が可能で、このときの分析条件は目標SRSの定義で設定された条件と同じ条件になります。

< 操作手順 >

< Step1 >

「SRS 分析条件」を選択し、[定義] ボタンを押します。



<Step2>

「SRS分析条件」を定義します。

サンプリング周波数	4096.00	Hz	OK
データポイント数	1024	point	キャンセル
分析最大周波数	1600.00	Hz	参照
分析最小周波数	4.00	Hz	登録
分析周波数間隔	12	filters/octave	
SDOF系減衰率	5.0	%	減衰率追加(A)...
<input type="checkbox"/> Q値で設定(Q)			
分析種別	絶対加速度	m/s <sup>2</sup>	
初期/残留境界	0.0	ms	
分析精度	レベル2		

なお、サンプリング周波数 $f_s$ とデータポイント数は「目標波形」で既に指定されていますので、SRS分析条件で指定することはありません。

#### 4.6.1 分析最大周波数

(1) 意味

SRS分析を実施する際の周波数領域の最大値を指定します。

次項で指定する分析最小周波数と分析最大周波数の区間の内側に分析周波数間隔ごとにSDOF系を配置し、各系の応答を算出することによりSRSを求めます。

#### 4.6.2 分析最小周波数

(1) 意味

SRS分析を実施する際の周波数領域の最小値を指定します。

分析最小周波数と前項で指定した分析最大周波数の区間の内側に次項で指定する分析周波数間隔ごとにSDOF系を配置し、各系の応答を算出することによりSRSを求めます。

#### 4.6.3 分析周波数間隔

(1) 意味

SRS分析実施のために準備するSDOF共振系フィルタ群配置の「密度」を指定します。

すなわち、本項はSDOF系を1オクターブあたり何個設定するかを指します。(filters/octave)

構成されるSDOFフィルタの総数は、本項の指定値と分析最小周波数/分析最大周波数の指定値によって定まりますが、この総数の最大値は256です。

#### 4.6.4 SDOF 系減衰率

(1) 意味

SRS分析実施のために準備するSDOF共振系フィルタ群の減衰率であり、全フィルタに対して共通の値を設定します。

$$\zeta = \frac{C}{C_c}$$

ここに、 $C_c$ はSDOF系の臨界減衰係数です；

$$C_c = 2\sqrt{mk}$$

一般的に、 $Q$ 値と減衰率 $\zeta$ との間には、次の関係が成り立ちます。

$$Q = \frac{1}{2\zeta}$$

#### 4.6.5 分析種別

(1) 意味

定義するSDOF系の種別すなわち算出する出力波形の種別を指定します。

- a. 絶対加速度出力波形
- b. 相対変位出力波形

のいずれか一方が選択できます。

#### 4.6.6 初期/残留境界

(1) 意味

入力波形の実質的な終了時刻のことを指し、SRS分析実施の過程において、初期応答SRS(+I,-I,absI)と残留応答SRS(+R,-R,absR)の算出の基礎（「初期」と「残留」の区分を定義）となるデータです。

従って、本項の指定は、得られるSRSデータに大きな影響を与えますが、**maximax SRSは、本項目の影響を受けません。**

#### 4.6.7 分析精度

(1) 意味

SDOF系からの出力波形を算出するにあたり、シミュレーション演算実行の精度を選択します。

「レベル1」から「レベル5」に至る5段階から選択可能ですが、レベルの数が大きいほど、精度は上がりますが、その代わり演算時間が（ほぼ指数関数的に）増加します。

interpolation実行のスケジュールは、各SDOF系の共振周波数に合わせ、自動的に決定されます。

減衰率<10%のような通常の場合は、「レベル2」で十分な精度が得られるものと思われます。

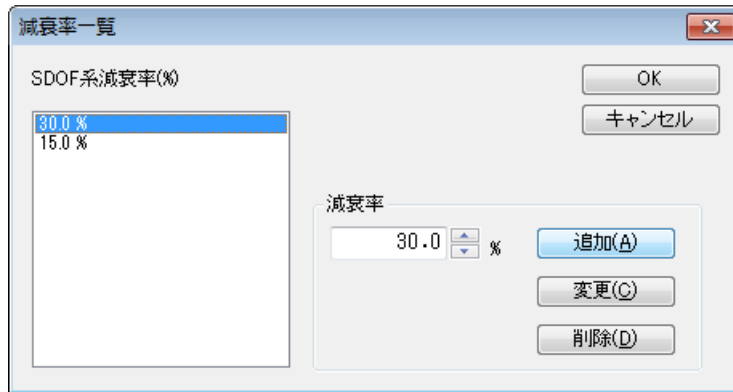
#### 4.6.8 減衰率追加

(1) 意味

“4.6.4 SDOF系減衰率”で指定した減衰率以外の複数の減衰率でSRS分析を同時に行います。ただし、複数の減衰率でのSRS分析は**maximax SRS**のみの分析となります。

複数のSDOF系減衰率を指定したい場合は、[減衰率追加] ボタンを押下してください。

[減衰率追加] ボタンを押下すると、下記のダイアログボックスが表示されますので、[追加] ボタンを押下してSDOF系減衰率を入力してください。



## 4.7 レベルスケジュール

加振レベルをスケジュール化して試験を行います。

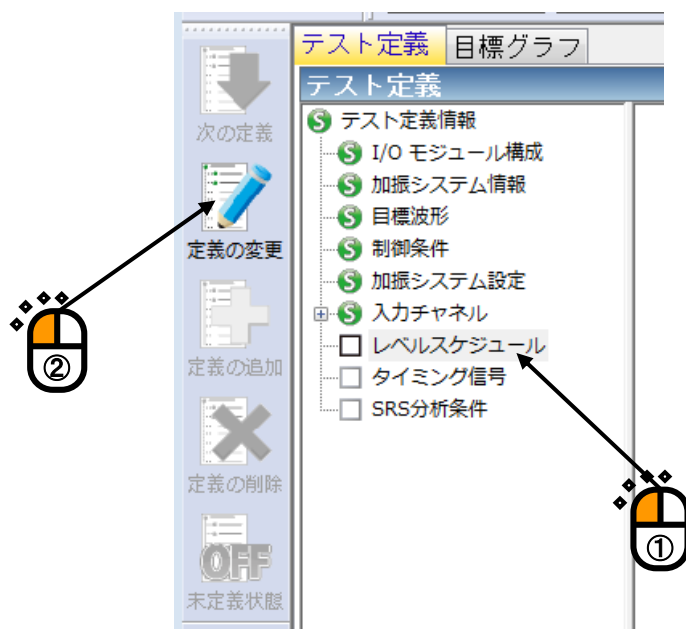
レベルスケジュールでの各スケジュール項目では、加振レベル／加振回数／イタレーションの条件等を設定します。

加振開始時に通常操作による加振を行うかレベルスケジュールによる加振を行うかを選択しますので、レベルスケジュールを定義していても、通常操作による加振を行うことも可能です。

< 操作手順（定義） >

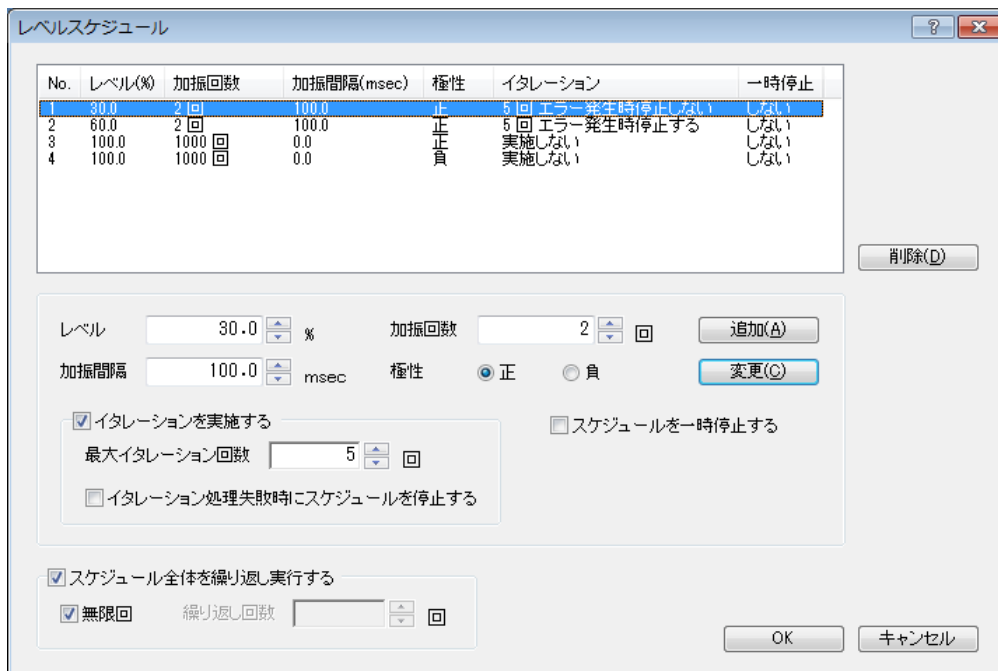
< Step1 >

「レベルスケジュール」を選択し、[定義] ボタンを押します。



<Step2>

「レベルスケジュール」を定義します。



以下のボタンを使用することにより、各スケジュール項目の登録を行います。

- [ 追加 ] : 新たなスケジュール項目を登録します。  
レベルや加振回数等の設定を行い、本ボタンを押下すると、枠内に当該値が表示され、スケジュール項目が登録されます。
- [ 変更 ] : 既に登録されたスケジュール項目の内容を変更します。  
変更対象のスケジュール項目を(マウスなどで)選択し、対象箇所の変更を行い、本ボタンを押下します。
- [ 削除 ] : 既に登録されたスケジュール項目を削除します。  
削除対象のスケジュール項目を(マウスなどで)選択し、本ボタンを押下します。

#### 4.7.1 レベル

(1) 意味

加振レベルを指定します。

#### 4.7.2 加振回数

(1) 意味

加振回数（繰返し加振の回数）を指定します。

スケジュール実行すると、本項目で定義された回数分の繰返し加振が実施されます。

なお、加振回数にはイタレーション処理での加振回数は含まれません。



### 4.7.3 加振間隔

(1) 意味

繰り返し加振の時間間隔を指定します。

### 4.7.4 極性

(1) 意味

加振の極性（加振方向）を指定します。

### 4.7.5 イタレーションを実施する

(1) 意味

加振回数で指定した回数分の繰り返し加振を実施する前に、トレランスチェックとイタレーションの処理を組み込むかどうかを指定します。

本項目を選択した場合、繰り返し加振を実施する前に、トレランスチェックを行い、トレランスチェックがNGの場合、イタレーションを実施します。

トレランスチェックがOKになれば、イタレーションのフェーズを終了し、繰り返し加振を実施します。

#### 4.7.5.1 最大イタレーション回数

(1) 意味

イタレーションを実施する場合、その最大回数を指定します。

#### 4.7.5.2 イタレーション処理失敗時にスケジュールを停止する

(1) 意味

イタレーションを最大イタレーション回数実施してもトレランスチェックがNGであった場合（イタレーション処理失敗時）に、スケジュールを停止するかどうかを指定します。

本項目を選択した場合、イタレーション処理失敗時に、スケジュールを停止して加振完了状態に移行します。

本項目を選択しなければ、イタレーション処理に失敗しても、スケジュールを停止することなく、繰り返し加振のフェーズに移行します。

### 4.7.6 スケジュールを一時停止する

(1) 意味

当該スケジュール項目の加振（繰り返し加振）が終了した場合に、自動で次のスケジュール項目に進むかどうかを指定します。

本項目を選択した場合には、当該スケジュール項目の加振が終了するとスケジュールを一時停止し、オペレータからの指示待ち状態になります。

## 4.8 タイミング信号

### 4.8.1 概要

加振実施と同期して、外部機器による計測を実施される等の場合、本システム側から何らかのタイミング信号を出したい場合があります。

タイミング信号を利用すると、制御用ドライブ信号（目標波形信号）と同期して、特定のタイミングで一定のDC電圧を出力することができます。

指定できるタイミング信号用出力チャンネルの数は1つで、制御用出力チャンネル以外の任意の出力チャンネルを指定できます。

### 4.8.2 基本操作例

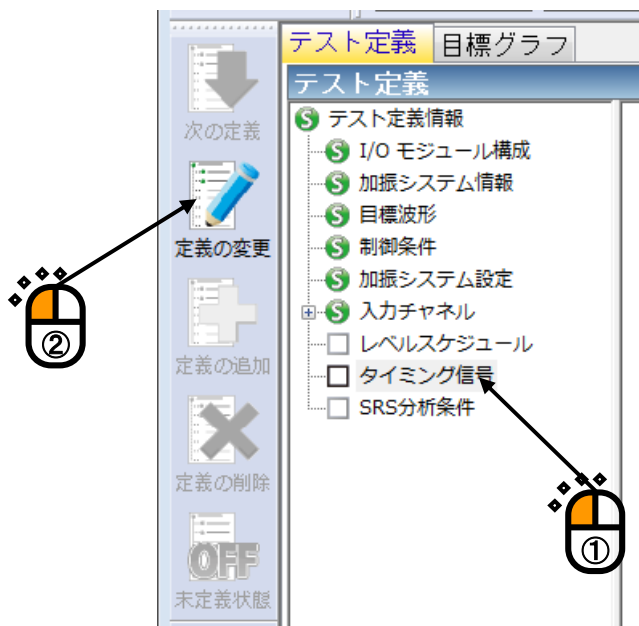
<例題>

目標波形と同期して100ms~200msの間、5Vのタイミング信号を出力します。  
ただし、タイミング信号用出力チャンネルにはCh2を使用する。

<操作手順>

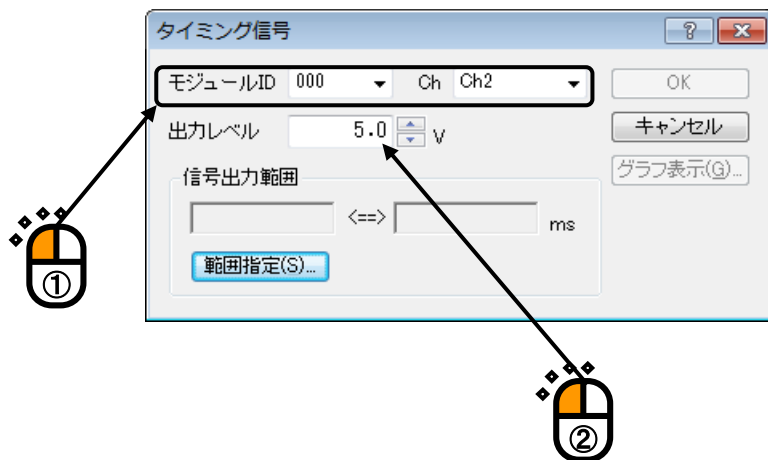
<Step1>

「タイミング信号」を選択し、[定義] ボタンを押します。



<Step2>

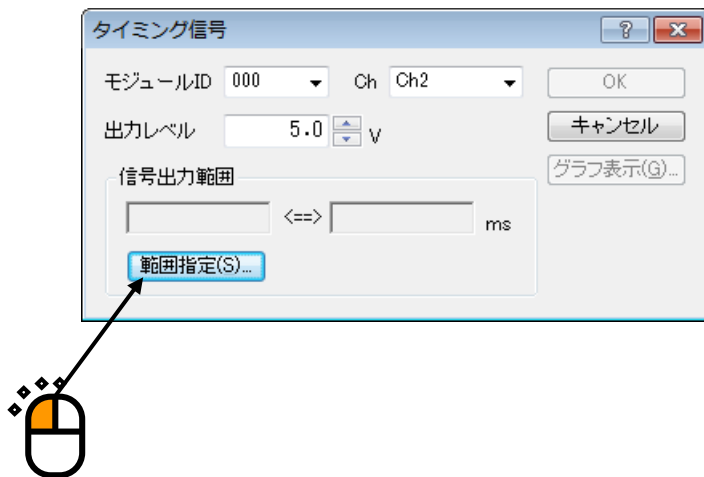
入出力ボードの「モジュールID」と出力チャンネル「Ch2」を設定し、出力レベルに「5」Vを入力します。



<Step3>

[範囲指定] ボタンを押して出力範囲を指定します。

[範囲指定] ボタンを押すと、範囲指定の画面が表示されます。

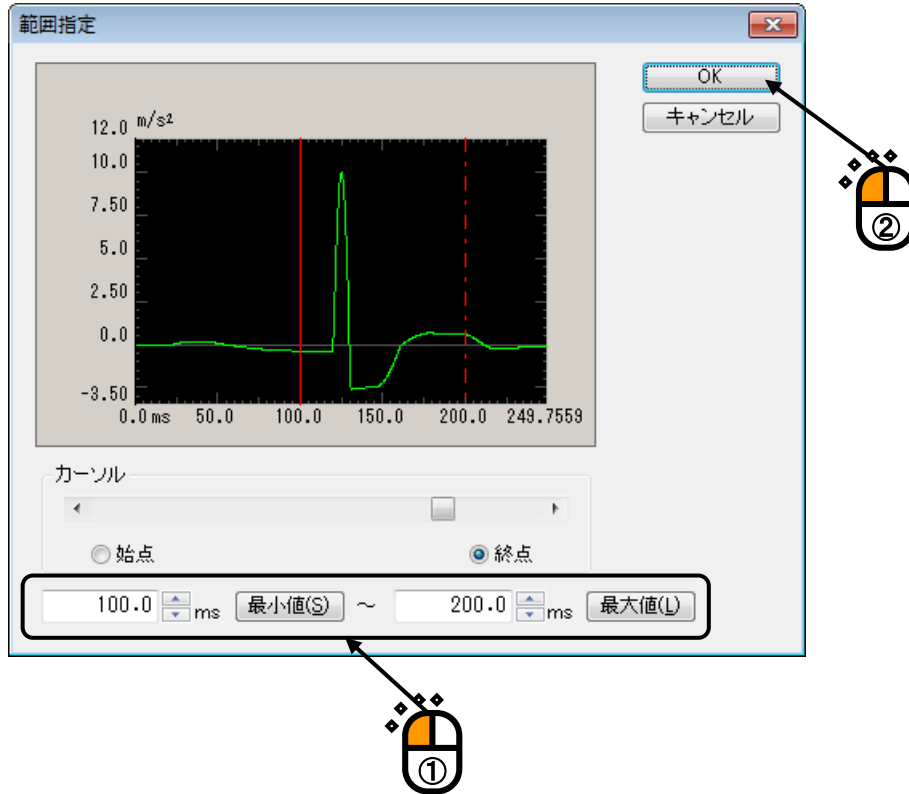


<Step4>

始点に「100ms」、終点に「200ms」を入力し、[OK] ボタンを押します。

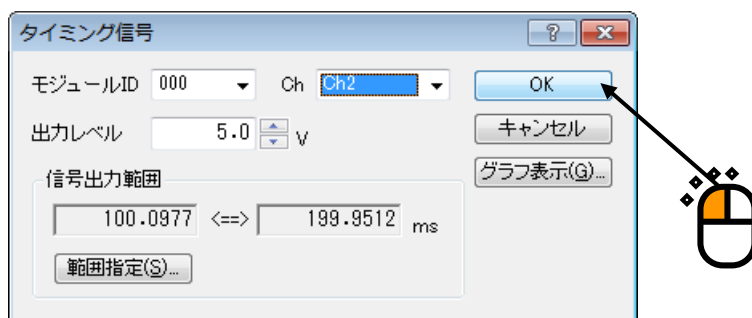
ただし、実際の信号出力の時間間隔はサンプリング周波数によって決まりますので、ここで指定された値は、最も近い実際の出力時間に丸められます。

[OK] ボタンを押すと、タイミング信号の定義画面に戻ります。

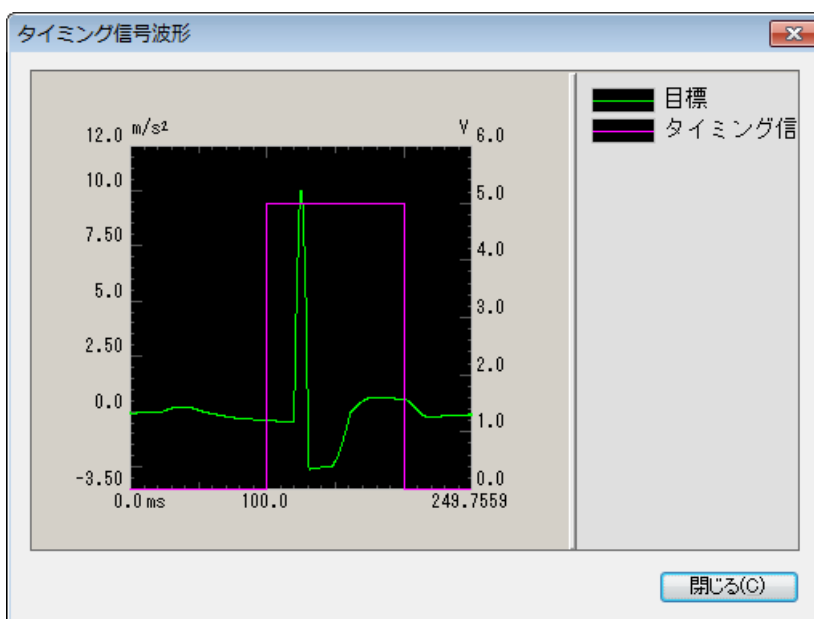
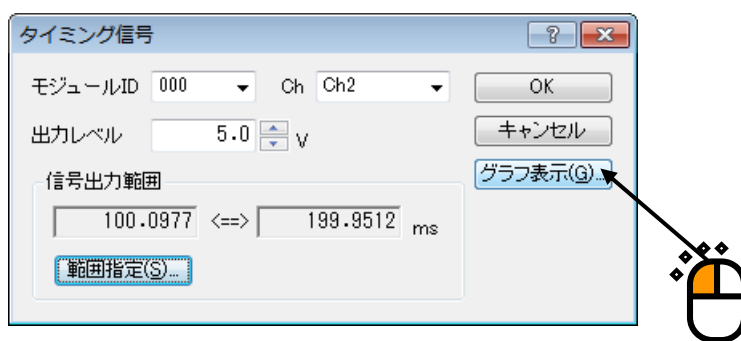


<Step5>

[OK] ボタンを押します。



ここで、[グラフ表示] ボタンを押すと、定義したタイミング信号と目標波形が表示されます。



## 4.9 ドライブ更新

### 4.9.1 概要

ドライブ更新は、加振完了の状態において、より良い制御精度の加振を実現したい場合に実施し、目標波形データと制御応答データを比較し、その差が小さくなるようにドライブ波形データに補正を加えます。

### 4.9.2 基本操作例

<操作手順>

加振完了状態で、[ドライブ更新 (更新)] ボタンを押します。



## 4.10 伝達関数更新

### 4.10.1 概要

伝達関数更新は、加振完了の状態において、より良い制御精度の加振を実現したい場合に実施し、実際のドライブ波形と応答波形から伝達関数を再生成するものです。伝達関数更新を行った後、ドライブデータの再生成を行うかどうかによって2つのモードがあります。

- ・再生成を実施する：

更新した伝達関数と目標データからドライブデータを新たに生成します。

加振終了状態から加振待ち状態に移ります。

- ・再生成を実施しない：

伝達関数の更新のみを行い、加振終了状態に戻ります。

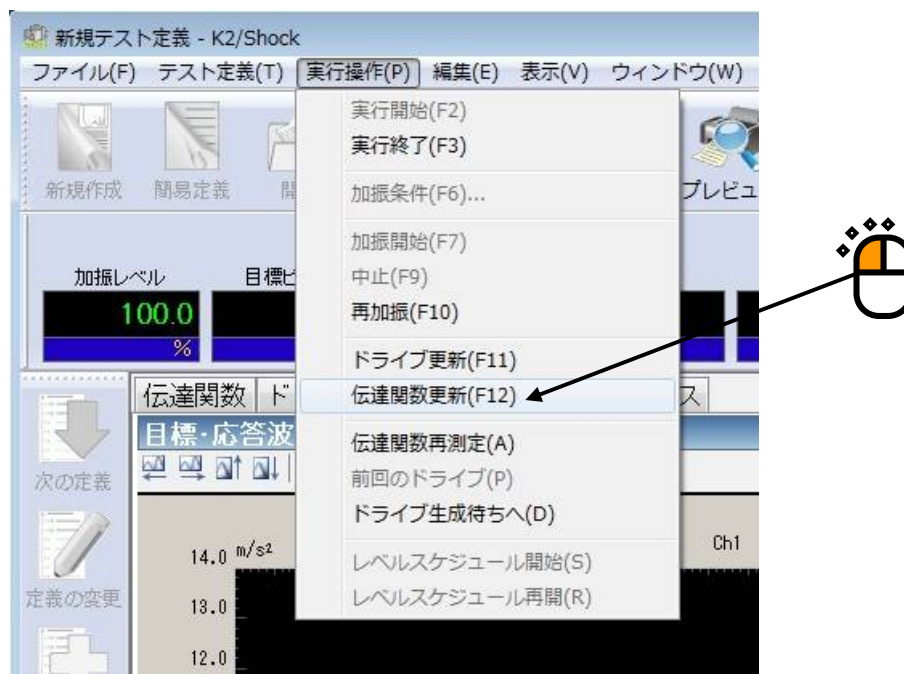
ここで、ドライブ更新（“4.9 ドライブ更新”を参照）を行うと、更新した伝達関数を使用してドライブデータの更新を行うことができます。

### 4.10.2 基本操作例

< 操作手順 >

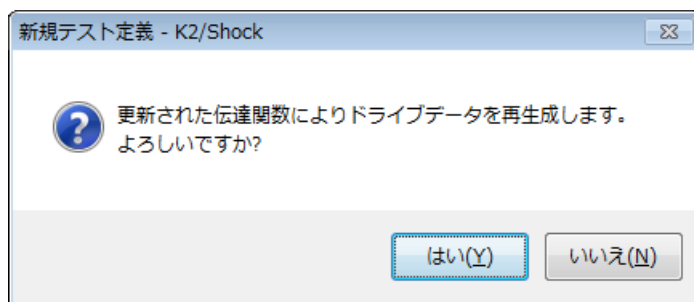
< Step1 >

加振完了状態で、「実行操作」メニューから伝達関数更新を選択します。



<Step2>

ドライブデータを再生成するかどうかを選択します。



- ドライブデータを再生成する場合  
新たに作られた伝達関数を基にドライブを作成し、加振開始待ち状態に戻ります。
- ドライブデータを再生成しない場合  
伝達関数の更新のみが実施され、加振完了状態に戻ります。  
以降の処理は“4.9 ドライブ更新”を参照してください。



## 4.11 ドライブ編集

この機能は振動試験機を駆動させるドライブ信号を直接編集する機能です。  
そのため、編集内容によっては制御結果が悪くなる可能性がありますので、注意して編集ください。

### 4.11.1 概要

ドライブ編集は既存のドライブを、特定の周波数帯域の成分のレベルを変更し、そのスペクトルデータを基にドライブ波形を編集する機能です。編集を行うに際して2つのモードがあり、

- ・ 適当なレベルを持った周波数毎の重みパターン（0~1の値を取る）を作成し、この重みをフィルタと考えて波形を生成する場合。また、この周波数重みを任意の時間区間のみ適用することが可能です。
- ・ 特定の周波数のPSDレベルを直接指定して、波形を生成する場合。

となります。この編集機能は、加振開始待ち状態の時に実施することが可能です。

\*1) いずれの場合も元の周波数成分のレベルを超えて値を指定することはできません。

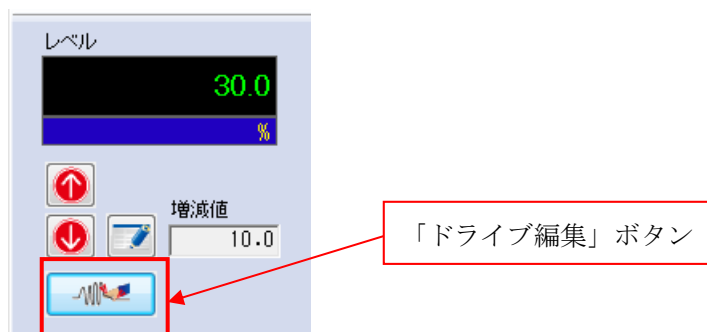
\*2) FFTを用いて演算している関係上、適用される時間区間が設定した区間と異なる場合があります。

### 4.11.2 周波数重み係数を指定する場合

< 操作手順 >

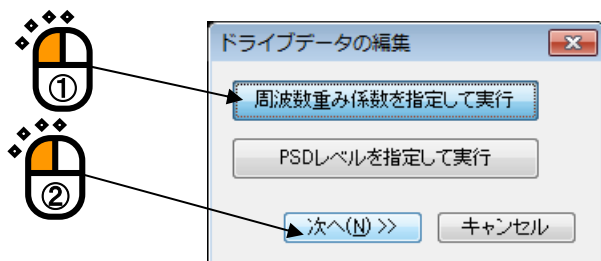
< Step1 >

手動操作パネルの [ドライブ編集] ボタンが有効になっている状態にあるとします。



<Step2>

手動操作パネルの「ドライブ編集」ボタンを押すと次のようなダイアログが表示されます。ここでは「周波数重み係数を指定して実行」を選択して「次へ」ボタンを押します。



### < Step3 >

ドライブ編集画面が表示されますので、必要な項目を設定していきます。手順としては、

- ①データ名で編集したいドライブを選択します。
- ②周波数重みとその適用区間を設定します。
  - ・中心周波数、レベル、バンド幅、スロープ幅を指定して周波数重みを設定します。
  - ・始点と終点を決定して適用区間を設定します。
- ③適用ボタンを押します。  
(②③の操作を必要に応じて繰り返します。)

と、なります。

ドライブ編集(周波数重み係数を指定)

データ名  
Out1

ドライブ

250.0 mV  
100.0  
0.0  
-100.0  
-250.0  
0.0 sec 5.0 9.9988

編集中の  
元の波形

PSD

10000.0 mV<sup>2</sup>/Hz  
100.0  
1.0  
1.000e-2  
1.000e-4  
1.000e-6  
0.80 Hz 10.0 100.0 320.0

カーソル

始点 終点

0.0 ms 最小値(S) ~ 9998.7793 ms 最大値(L)

周波数(Hz)	レベル	バンド幅(%)	スロープ幅(%)
---------	-----	---------	----------

削除(D)

レベル設定

中心周波数 [ ] Hz

レベル [ ]

バンド幅 [ ] %

スロープ幅 [ ] %

追加(A)

変更(B)

適用

一つ前に戻す 初期値に戻す OK キャンセル

#### <Step4>

例として、データ名が“Out1”で、10[Hz]と50[Hz]の正弦波で構成されたドライブ信号に対して、3~7[sec]の区間で10[Hz]の正弦波を取り除く処理を行います。

①適用区間を設定します。

「始点」に3000[ms]、「終点」に7000[ms]を入力します。

②周波数重みを設定します。

「中心周波数」に10[Hz]、「レベル」に0、「バンド幅」に50[%]、「スロープ幅」に50[%]を入力して「追加」ボタンを押します。

③ [適用] ボタンを押します。

適用ボタンを押すと作成したパターンを基に波形が生成されますので、編集後のドライブ波形とPSDを確認して問題なければ、[OK] ボタンを押します。

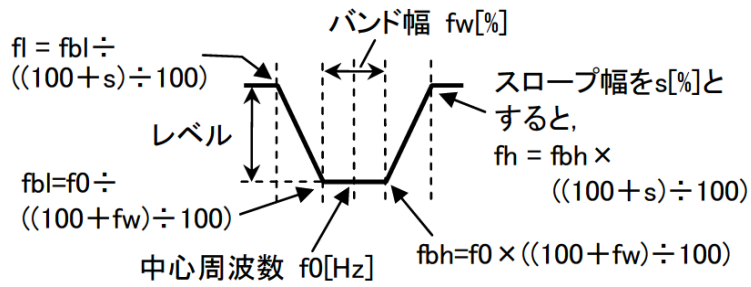
The screenshot shows the 'ドライブ編集(周波数重み係数を指定)' (Drive Edit) window. The 'データ名' (Data Name) is 'Out1'. The 'ドライブ' (Drive) plot shows a waveform with a red segment between 3.0 and 7.0 seconds. The 'PSD' plot shows a peak at 10.0 Hz. The 'カーソル' (Cursor) panel shows '始点' (Start) at 3000.0 ms and '終点' (End) at 7000.0 ms. The 'レベル' (Level) panel shows a table with the following data:

周波数(Hz)	レベル	バンド幅(%)	スロープ幅(%)
10.40	0.0	50.0	50.0

The 'レベル設定' (Level Setting) panel shows: 中心周波数 (Center Frequency) 10.40 Hz, レベル (Level) 0.0, バンド幅 (Bandwidth) 50.0 %, and スロープ幅 (Slope Width) 50.0 %. Buttons for '削除(D)' (Delete), '追加(A)' (Add), '変更(R)' (Change), and '適用' (Apply) are visible. At the bottom, there are buttons for '一つ前に戻す' (Go back one), '初期値に戻す' (Reset to initial), 'OK', and 'キャンセル' (Cancel). An arrow points from a mouse icon to the 'OK' button.

(周波数重みの設定の補足)

周波数重みの指定方法は下図の通りです。



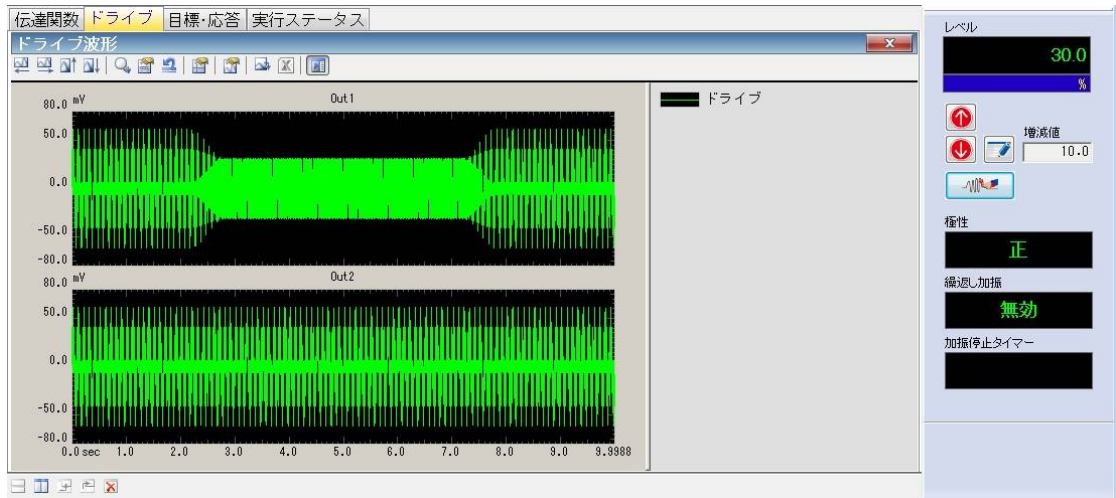
この例では下記のようになります。

$$\begin{aligned} f_0 &= 10\text{Hz} \\ f_{bh} &= 10 \times ((100+50) \div 100) = 15\text{Hz} \\ f_{bl} &= 10 \div ((100+50) \div 100) = \text{約 } 6.7\text{Hz} \\ f_h &= 15 \times ((10+50) \div 100) = 22.5\text{Hz} \\ f_l &= 6.7 \div ((10+50) \div 100) = \text{約 } 4.4\text{Hz} \end{aligned}$$

#### < Step5 >

- ・加振待ち状態で編集する場合

ドライブ信号のグラフに編集後のデータが表示され、変更されていることが確認できます。



#### 4.11.3 PSD レベルを指定する場合

< 操作手順 >

< Step1 >

前項の「周波数重み係数を指定する場合」と同じように、本項目も加振待ち状態で編集することが可能になります。

< Step2 >

手動操作パネルの [ドライブ編集] ボタンを押すと次のようなダイアログが表示されます。ここでは「PSDレベルを指定して実行」を選択して [次へ] ボタンを押します。



<Step3>

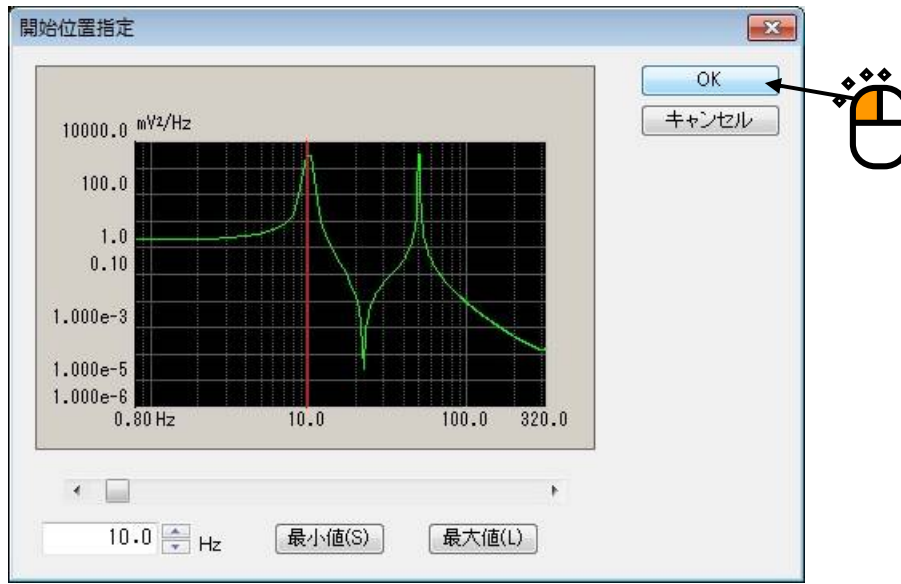
ドライブ編集画面が表示されますので、必要な項目を設定していきます。

- ①データ名で編集したいドライブを選択します。
- ②周波数指定ボタンを押します。



< Step4 >

カーソルを移動させて指定したい周波数を選択し、[OK] ボタンを押します。

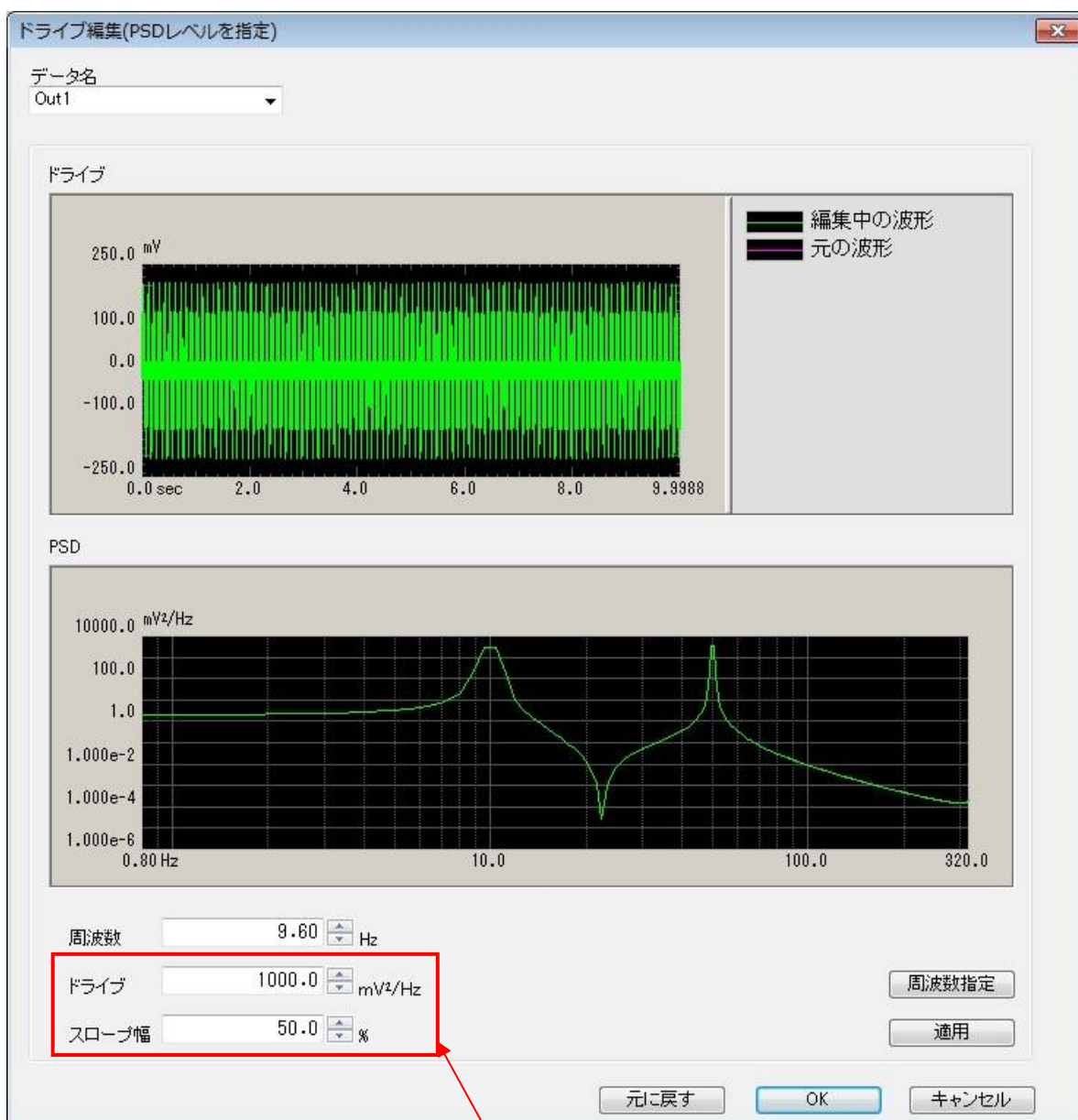




<Step5>

「ドライブ」のところには10HzのPSD値が表示されますので、この値よりも小さな値をドライブのところに入力します。「周波数」で指定した箇所だけでなく、その前後の周波数を徐々に変化させる場合には「スロープ」を0[%]よりも大きい値を入力します。指定した周波数のみゲイン変更する場合は「スロープ」に0[%]を入力ください。

\*) 演算処理の関係上、「ドライブ」で入力された値通りにはなりません。スロープ値の値を大きくすれば、より近い結果となります。



ドライブの値とスロープ幅を入力します。

<Step6>

それぞれの数値を入力後、適用ボタンを押すとPSDのレベル変更が反映された波形が表示されますので、問題なければ [OK] ボタンを押します。



<Step7>

ドライブ信号のグラフに編集後のデータが表示され変更されていることが確認できます。

## 4.12 セーフティチェック

### 4.12.1 概要

セーフティチェック定義

周波数範囲 50.00 ~ 1200.00 Hz

加振力チェック

供試品質量 10.0 kg      テーブル質量 0.0 kg

治具質量 0.0 kg      その他質量 0.0 kg

可動部質量 74.0 kg      合計質量 84.0 kg

OK

キャンセル

登録(F)...

参照(F)...

本システムには、保護機能として、定義されたテストが加振システムで実行可能かどうかをチェックする定格チェック機能<sup>※1</sup>が搭載されています。セーフティチェックは、この保護機能を拡充し、より安全に加振システムをお使い頂くための機能です。

#### (1) 加振力チェック

テストに必要な加振力が、加振システムの定格値に収まっているかどうかをチェックします。

テストに必要な加振力Fは、以下の式で計算されます。

$$F = Ma$$

a : 目標のピーク加速度

M : 合計質量

合計質量Mは、本ダイアログで入力された「供試品質量、テーブル質量、ジグ質量、その他質量」とシステム定格情報で指定された「可動部質量」の合計値になります。

加振力チェックは、制御物理量が加速度の場合のみ有効です。

#### (2) 周波数範囲チェック

制御周波数が、使用範囲に収まっているかどうかをチェックします。

加振システム情報にも同様の保護機能として「制御周波数レンジ」の設定がありますが、本項目はこれをテスト毎に指定するものです。

加振システムには使用できる周波数範囲が規定されていますが、供試品、ジグ、テーブル等の特性によって、使用範囲が制限されることがあります。このような場合に、本機能をご使用ください。

[参照] : ファイルに保存されている「セーフティチェックの定義内容」を参照し、その条件を読み込んで使用します。

[登録] : 作成した「セーフティチェックの定義内容」を、ファイルに保存し登録します。

#### ※1 標準の定格チェック機能

1) 目標のピークが加振システムの定格値に収まっているかどうかをチェックします。制御物理量が加速度の場合は、速度と変位のチェックも行います。

詳細は、「6.7 システム定格チェック」を参照してください。

- 2) 加振システム情報に「制御周波数レンジ」が指定されている場合、制御周波数が「制御周波数レンジ」に収まっているかどうかをチェックします。

注意)

加振治具、供試品を取付けた場合、それぞれの特性の影響によっては、使用周波数範囲内でも必要な加速度で試験できないこともあります。

## 第5章 目標波形の定義

### 5.1 目標波形

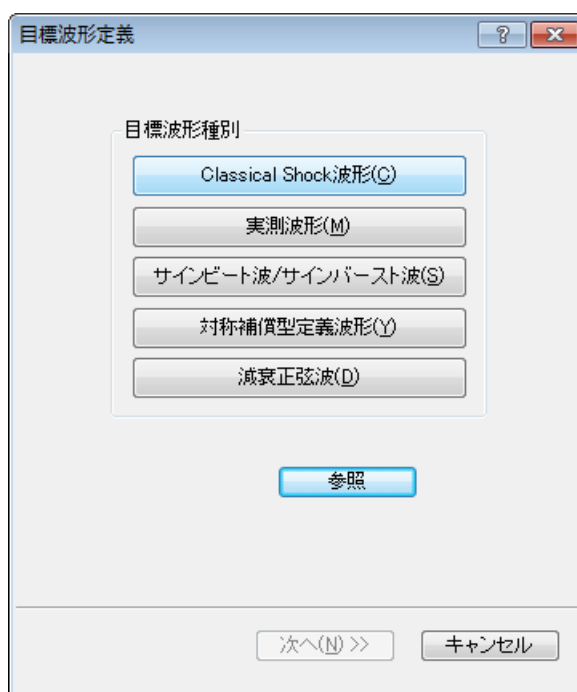
目標波形を作成します。

これにより加振の目標となる波形が決まります。

定義可能な目標波形種別は、以下の通りです；

- ・ Classical Shock 波形
- ・ 実測波形
- ・ サインバースト/サインビート波形
- ・ 対称補償型定義波形

下図の目標波形種別選択画面において、定義したい目標波形種別を選択し、[次へ] ボタンを押すと、各々の種別に沿った定義画面が表示されます。

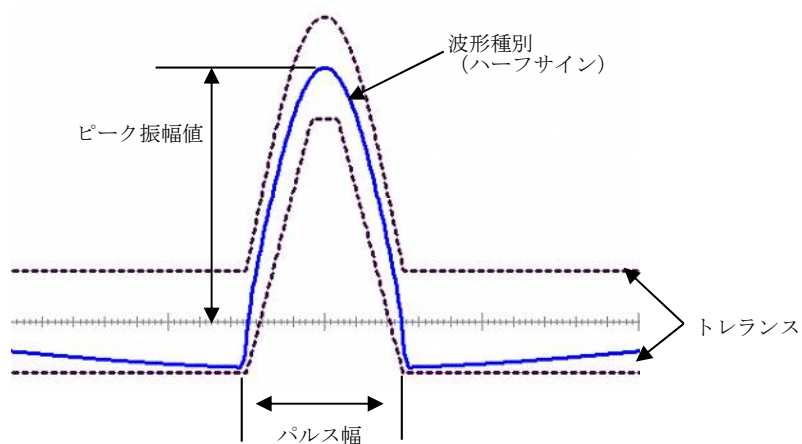


## 5.2 Classical Shock 波形

各種衝撃試験規格の定める要求に基づく加速度波形データを生成します。  
制御量のディメンジョンは'加速度'に限定されます。

Classical Shock 波形は、下図のような加速度波形で、波形の形状を規定する主な項目は以下のようなものがあります。

- 波形種別（ハーフサイン、鋸歯状波、台形波等）は何か？
- ピーク振幅値（ピーク加速度）はいくらか？
- パルス幅はいくらか？
- トレランス[試験規格]（IEC-68-2-27、MIL-STD-810C等）は何か？



Classical Shock 波形は、3つの定義画面から構成されています。

Classical Shock 波形を選択すると、

- ・ 波形種別
- ・ ピーク振幅値
- ・ パルス幅等の時間パラメータ

を規定する定義画面 (1/3) が表示されます。



これらの項目の設定が終われば、[次へ] ボタンを押します。

定義画面（1/3）が定義が終わると、

- ・トレランス

を規定する定義画面（2/3）が表示されます。

トレランスが確定すれば、Classical Shock 波形の定義は完了です。

[次へ] ボタンを押すと、生成された加速度波形が表示されます。

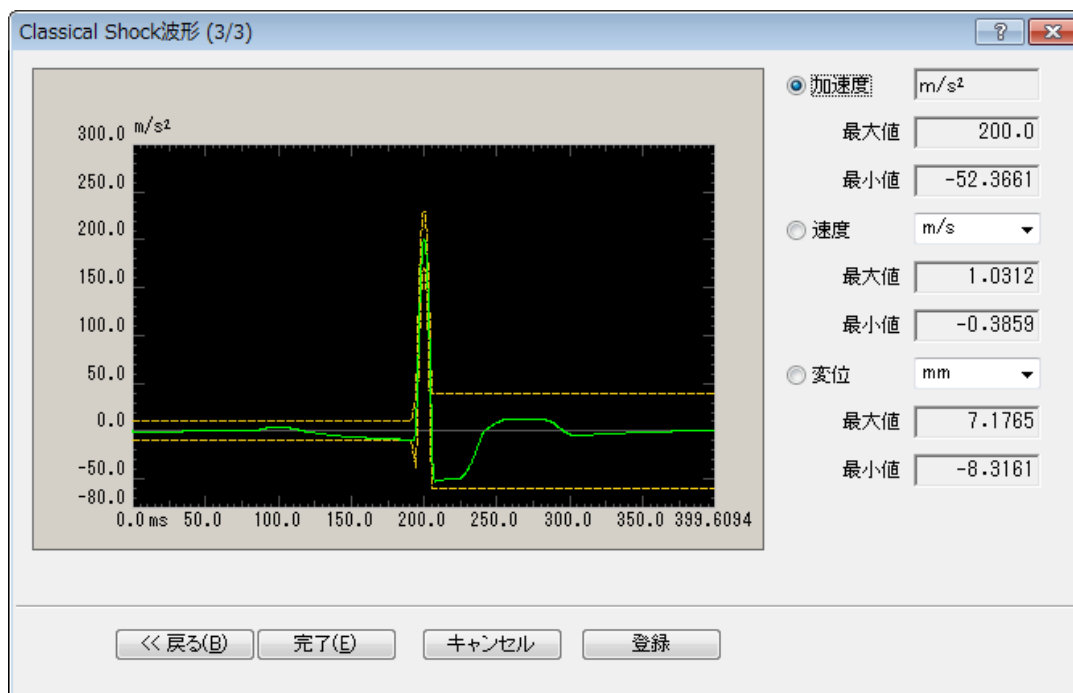
[戻る] ボタンを押すと、定義画面（1/3）に戻ります。



定義画面 (2/3) の定義が完了すると、定義画面 (3/3) が表示され、生成された加速度波形が表示されます。

[戻る] ボタンを押すと、定義画面 (2/3) に戻ります。

[完了] ボタンを押すと、目標波形の定義が完了します。



## 5.2.1 波形種別

### (1) 意味

生成する波形データの種別を指定します。

1. ハーフサイン波
2. 鋸歯状波
3. 台形波
4. 三角波
5. 一般化台形波(合成波)
6. ハイパーサイン波

'一般化台形波'を選択した場合のみ、次項で「立上がり時間」および「立ち下がり時間」の指定を行います。

## 5.2.2 ピーク振幅値

### (1) 意味

生成する公称波形データのレベルをピーク値により指定します(0-p)。

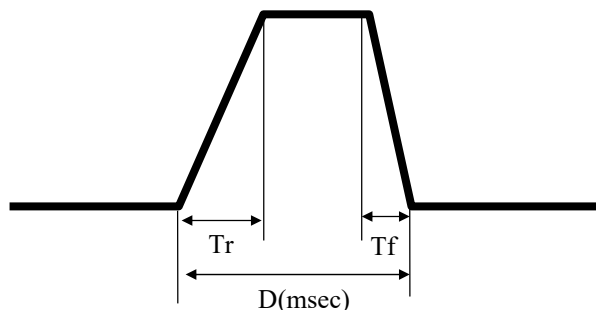
本項の値は使用する加振システムの最大定格以下に設定してください。

### 5.2.3 立上がり時間、立下がり時間

#### (1) 意味

公称波形種別 が「一般化台形波」の場合のみ、本項の両値を指定します。

立上がり時間  $T_r$  と立下がり時間  $T_f$  の指定は、後で指定する公称波形データの「パルス幅D」に対する百分率、という形で指定します。



### 5.2.4 時間パラメータ

波形データの時間に関するパラメータを定義します。

#### <定義時の注意>

もし試験規格が定める目標波形の定義が出来ない場合、「サンプリング周波数」や「データポイント数」を適切な値に変更してください。

#### 5.2.4.1 サンプリング周波数、およびデータポイント数を自動設定する

##### (1) 意味

“サンプリング周波数、およびデータポイント数を自動設定する”をチェックすると、指定されたパルス幅から妥当と思われるサンプリング周波数とデータポイント数が自動的に選択されます。

#### 5.2.4.2 サンプリング周波数

##### (1) 意味

アナログデータをデジタルデータに変換する際のサンプリング周波数  $f_s$  を指定します。

計測制御が可能な周波数の上限を示す周波数レンジ  $f_{max}$  は、サンプリング周波数  $f_s$  と次の関係があります；

$$f_{max} = f_s / 2.56$$

サンプリング周波数は、必要な周波数が計測できるように選んでください。

例えば、試験規格が 2000 [Hz] までの観測を要求しているのであれば、 $f_{max}$  の値は少なくとも 2000 [Hz] 以上に設定してください。

また、実現できるパルス幅は、サンプリング周波数によって制約されます。

波形種別やその他の条件によっても異なるので一概には言えませんが、サンプリング周波数  $f_s$  は、パルス幅内のデータポイント数が概ね30ポイント以上になることを目安として選択

してください。

パルス幅内のデータポイント数 $N_d$ は、パルス幅を $D[\text{ms}]$ とすると、次式で求められます。

$$N_d = D \times f_s / 1000$$

#### 5.2.4.3 データポイント数

##### (1) 意味

生成する加速度波形のデータポイント数  $N_a$  を指定します。

目標波形データの時間長  $T_a[\text{sec}]$  は、サンプリング周波数  $f_s$  とデータポイント数  $N_a$  から、次のように決まります。

$$T_a = N_a / f_s$$

実現できるパルス幅は、目標波形データの時間長  $T_a$ によって制約されます。

波形種別やその他の条件によっても異なるので一概には言えませんが、データポイント数は、目標波形データの時間長がパルス幅の概ね20倍以上になることを目安として選択してください。

#### 5.2.4.4 パルス幅

##### (1) 意味

生成する公称波形の半周期分のパルス幅(持続時間) $D_w$ を、 $[\text{ms}]$  を単位とする数値で指定します。

<可能な設定値の範囲についての注意>

本小項目の設定範囲は、設定されている目標波形データの時間長 $T_a$  の長さに直接的に影響されます。

本項の設定値は、「サンプリング周波数」および「データポイント数」の設定値と密接に関係します(∵  $T_a=N_a/f_s$ )。

このため、パルス幅を大きく変更する場合、「サンプリング周波数」および「データポイント数」の変更が必要な場合もあります。

#### 5.2.4.5 補助時間パラメータ

補助時間パラメータは、ごく特別の目的のために準備されているものです。通常は、デフォルト値の設定で問題ありません。

なお、補助時間パラメータは、サンプリング周波数を自動で設定している場合には、変更できませんのでご注意ください。

[補助時間パラメータ] ボタンを押すと、次の定義画面が表示されます。

補助時間パラメータ	
パルス位置	0.0 %
レストタイム パルス前	0.0 ms
レストタイム パルス後	0.0 ms

#### 5.2.4.5.1 パルス位置

##### (1) 意味

公称波形を設定する位置を指定します。

通常は、デフォルト値('0%'「中央」を意味する)を設定してください。

実際の定義法は、目標波形全体の長さにおいて公称波形の中央点を設定する相対位置を、目標波形の中心位置を基準点とする目標波形長  $Tl[ms]$  に対する百分率で指定します。

例えば、本小項目設定値を 10% と入力すると、公称波形の中央点は目標波形の開始点を基点として  $0.6Tl[ms]$  の点に設定されます。

もし、-10% と指定すれば、 $0.4Tl[ms]$  の点となります。

#### 5.2.4.5.2 レストタイム

##### (1) 意味

本システムでは、公称波形パルスの前後に'加速度'ゼロの領域を確保する(つまり、補償波はその領域の外側に付加する)機能が準備されており、この強制的に確保する加速度ゼロの領域を指定するパラメータのことを「レストタイム」と呼んでいます。

レストタイムは、公称波形の前側と後側に各々独立に指定することができます。

レストタイムの設定は、確実に要求変位量を増加させます。必要がない限り、「前側」、「後側」共デフォルト値の  $0 [ms]$  の設定にしてください。

### 5.2.5 トレランス

#### 5.2.5.1 トレランス種別

##### (1) 意味

各試験規格は、応答波形の目標波形への一致度に関し、一定の許容範囲を定めており、これを「トレランス(許容限界)」と呼んでいます。

本項では、設定するトレランスの種別を選択します。

<サポートしている試験規格>

本システムでは、代表的な試験規格について、各規格の定めるトレランスを自動設定する機能が準備されています。これらの規格には、以下のものがあります。

##### ① ハーフサイン の時

'MIL-STD-810C', 'MIL-STD-810B', 'MIL-STD-202F', 'IEC 68-2-27(JIS C 60068-2-27)', 'DIN 40 046', 'NDS-Y8113', 'ユーザ定義', '数値指定'

##### ② 鋸歯状波 の時

'MIL-STD-810C/D/E/F', 'MIL-STD-810B', 'MIL-STD-202F', 'IEC 68-2-27(JIS C 60068-2-27)', 'DIN 40 046', 'NDS-Y8113', 'ユーザ定義', '数値指定'

③台形波 の時

'MIL-STD-810D/E/F', 'IEC 68-2-27(JIS C 60068-2-27)', 'DIN 40 046', 'NDS-Y8113', 'ユーザ定義', '数値指定'

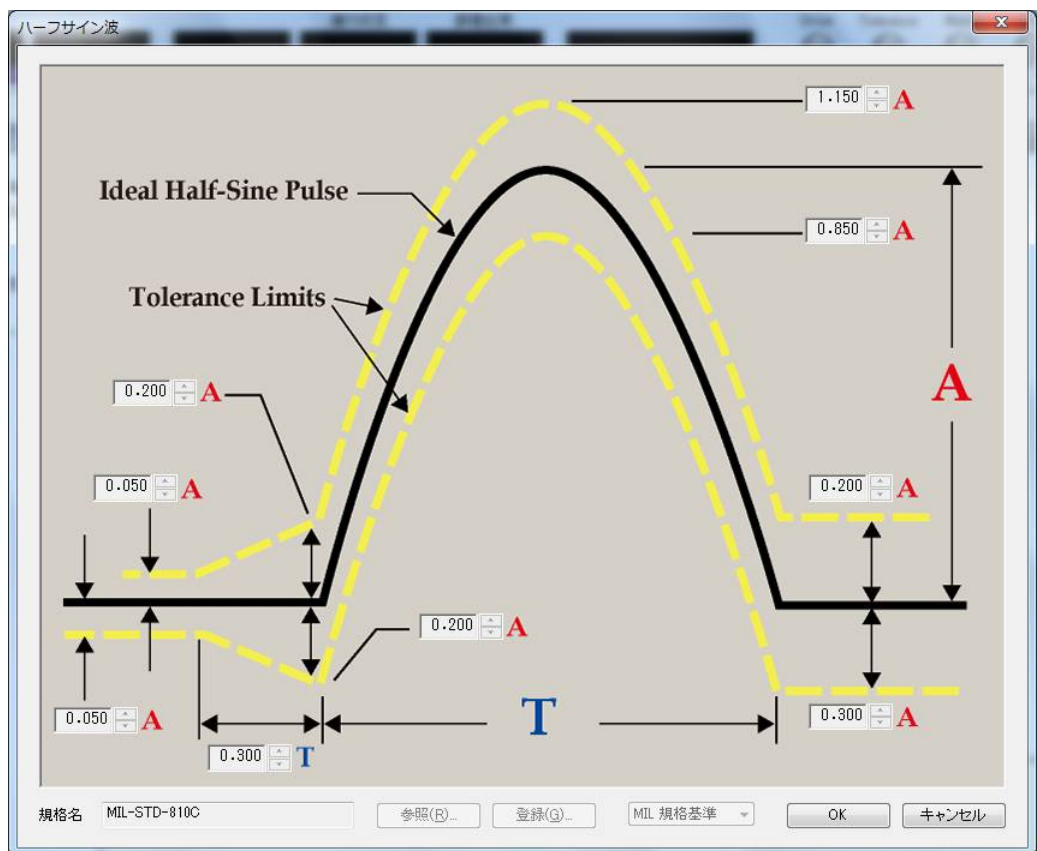
④三角波 または 一般台形波 または ヘイバーサイン の場合

'ユーザ定義'のみ

<規格試験>

'MIL-STD-810C'等の予め用意されている規格試験を選択した場合、規格の定めるトレランスが自動設定されます。

[トレランス設定...] ボタンを押下すると、選択した規格試験のトレランスの形状とパラメータを確認できる画面が表示されます。



### <ユーザー定義>

トレランス種別を 'ユーザー定義' にすると、独自にトレランスを定めることができます。

トレランス種別を 'ユーザー定義' にし、[トレランス設定...] ボタンを押下すると、下の定義画面が表示されます。

	プリパルス部	メインパルス左	メインパルス部	メインパルス右	ポストパルス部
上部	20.0 %		20.0 %		20.0 %
下部	20.0 %		20.0 %		20.0 %

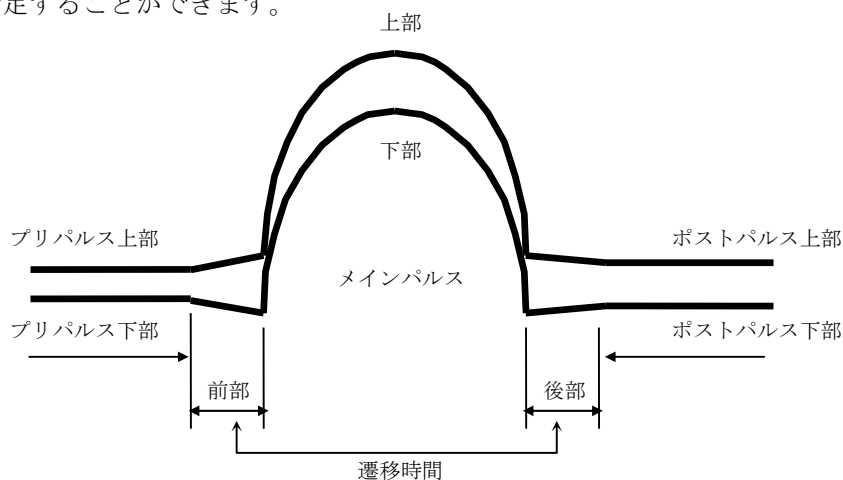
直線補完領域幅

メインパルス開始点前	
メインパルス開始点后	

OK      キャンセル

'ユーザー定義'では、トレランスを、公称波形の存在する「メインパルス」部と、その前側の「プリパルス」部および後側の「ポストパルス」部の3部分に分け、各部の上限および下限値を、公称波形のピーク振幅に対する百分率で指定することにより、設定します。

さらに、必要に応じて、メインパルス部と他二者との遷移部分(直線補間領域)の長さを公称波形のパルス幅に対する百分率で指定し、その遷移部分とメインパルス部との接合点の上下限値を指定することができます。

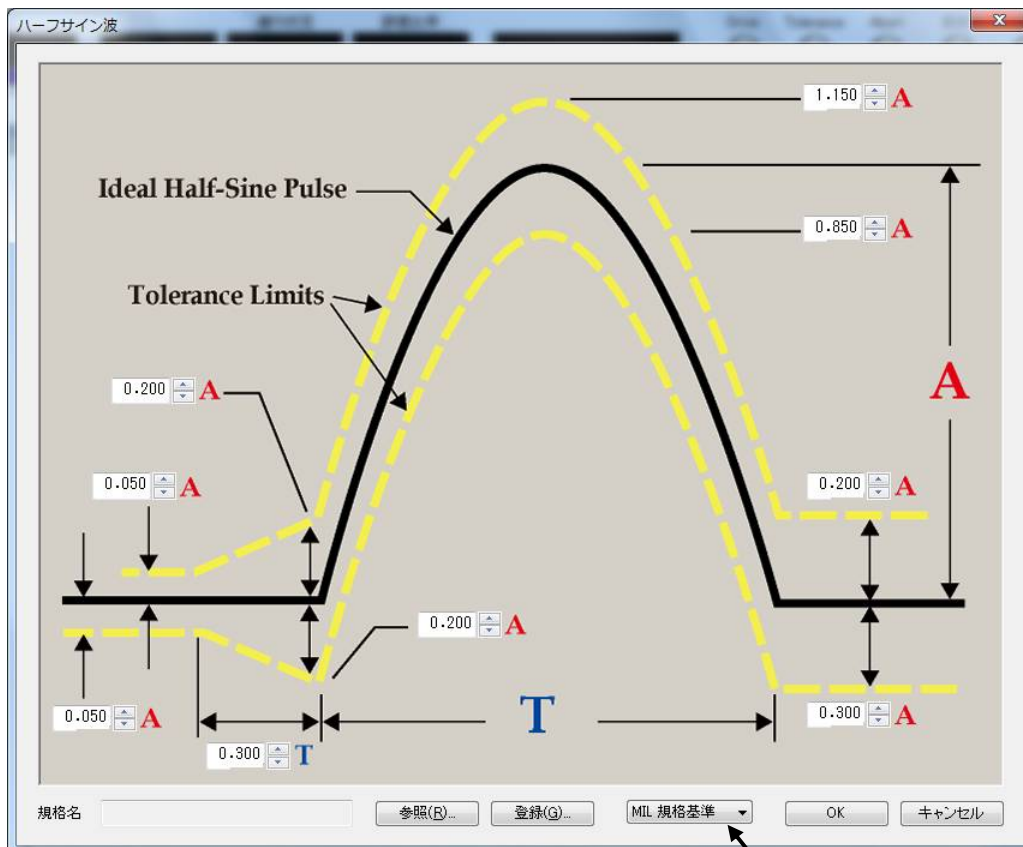


ただし、遷移領域を定義できるのは、プリ(ポスト)パルス部の百分率指定値がメインパルス部のそれより小さい場合に限定されます。すなわち、この条件が満たされていない側(両側とも満たされていない場合は両側)の遷移領域は定義できません。

<数値指定>

トレランス種別を '数値指定' にすると、試験規格で定義されているトレランスのパラメータを独自に指定することができます。

トレランス種別を '数値指定' にし、 [トレランス設定...] ボタンを押下すると、下の定義画面が表示されます。



<操作手順>

<Step1>

基準にする試験規格を選択します。

選択した試験規格によってトレランスの形状が異なります。

<Step2>

トレランスのパラメータを変更します。

<Step3>

[登録] ボタンを押して、設定したトレランスに名称をつけて登録します。

<Step4>

[OK] ボタンを押して、トレランスを確定します。

なお、登録したトレランスを再利用するには、 [参照] ボタンを押してトレランス条件ファイルを選択してください。

## 5.2.6 補償波パラメータ

本項目では、上述の各項目で指定された条件下でのショック試験を実現する目標波形を生成するために、公称波形に付加すべき補償波の付加条件を指定します。

本項目は、下記のことを指定するための各小項目よりなります；

- ① 補償波の対称性を指定する。
- ② 補償波の型を指定する。
- ③ 補償波の型が 'Type 4' の場合は最適化度を指定する。
- ④ 補償波の上限値および下限値を指定する。

### 5.2.6.1 補償波の対称性

#### (1) 意味

付加する補償波に与える対称性を指定します。

次の指針に沿って、選択を行ってください；

トレランスのプリパルス部とポストパルス部の形状が同じ場合は  
'対称' にする。

上記以外の場合は、(特に意図するところがないのであれば)  
'非対称' にする。

より正確に言うと、「対称性」の判断は、トレランスの縦方向の大きさについてのみ行ってください。具体的には、プリパルス部とポストパルス部におけるトレランスの上/下限値が各々等しい場合を、「対称的」と判断してください。

従って、「対称的」なトレランスは、公称波形のパルス位置をフレームタイムの中央点からずらした場合も、やはり「対称的」である(この場合、トレランスは、フレームタイム中央点を軸にしてみると、明らかに左右非対称となるが、我々はプリ/ポスト部の上/下限値のみに着目している)。

もし「非対称的」なトレランスに対して、わざと、'対称'を設定すると、次のことが生じます；

補償波は、非対称的なトレランスのプリ/ポスト部のうちの小さい方に合わせて「対称的」に付加されます。

この結果、生成される目標波形の加振システムへの変位要求量は、普通に'非対称'を設定した場合に比べて、確実に大きくなります。

'対称' に設定する場合、「補償波を対称的に付加する」チェックボックスを選択します。



## 5.2.6.2 補償波の形状

### (1) 意味

補償波付加作業に用いる補償波の形状を指定します。

補償波の形状は、次の4種から選択できます；

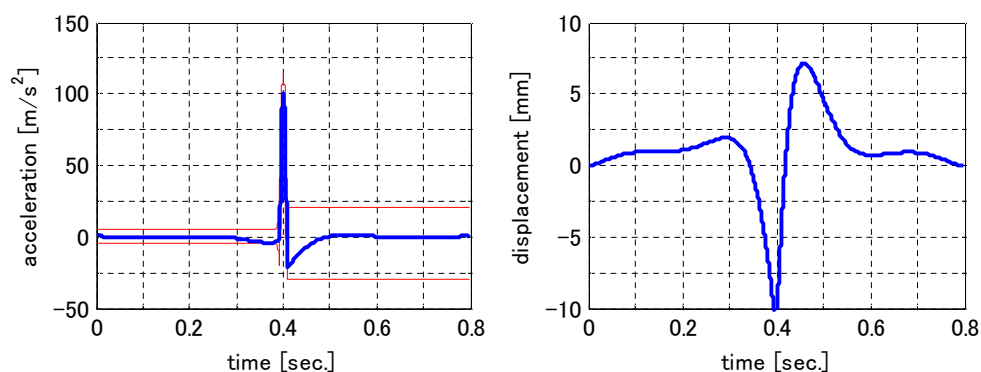
**Type1** : 最も滑らかな形状の補償波を付加します。要求変位は、4種の中で最も大きくなります。

**Type2** : 形状の滑らかさと要求変位削減率の双方が中庸を得た、バランスの良い補償波を付加します。Type4 が使用できない場合は、この形状の補償波をお使いください。

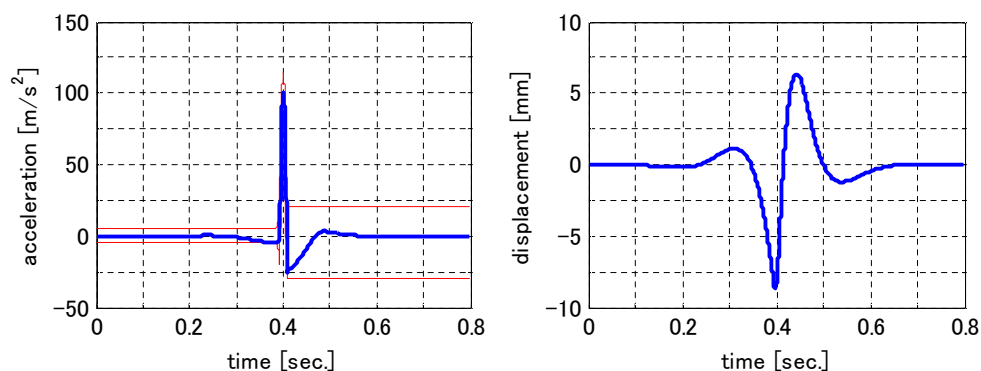
**Type3** : Type2 より要求変位が小さく済む補償波を付加します。その代わり、補償波の姿はあまり優美ではありません。

**Type4** : 変位と速度のどちらかを優先して小さくするかを指定して補償波を付加します。変位を優先した場合、4種の中で要求変位が最も小さく済む補償波を付加します。通常は、この形状の補償波をお使いください。

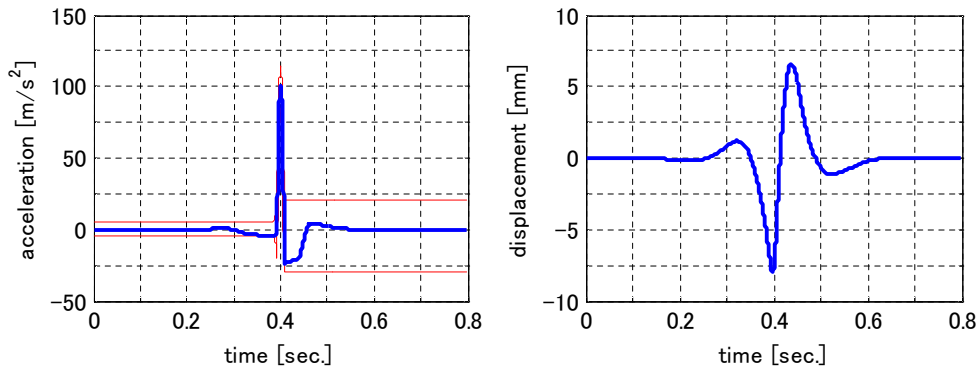
ただし、トレランス種別が 'ユーザ定義' の場合は使用できません。



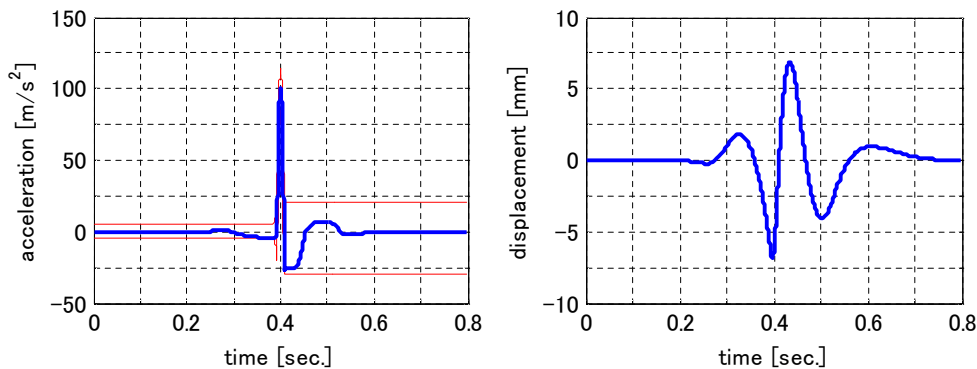
補償波の形状(Type1)



補償波の形状(Type2)



補償波の形状(Type3)



補償波の形状(Type4)

補償波の形状と要求変位との間には、端的に言って、次の関係があります；

**補償波がメインパルスの近傍に集中しているほど、要求変位は少なくて済む。**

目標波形は、加振システムのテーブルに生じるであろう運動の加速度波形を表わしています。変位波形は、これを2回時間で積分することによって得られる形状をしているわけですから、おおざっぱに言って、加速度波形のゼロでない成分は、変位波形に対しては時間の2乗に比例した寄与をします。

つまり、例えば同じ速度変化を生じるにしても、大きな加速度が短時間加わるのと小さな加速度が長時間加わるのでは、その間に生じる位置の変化量（変位）は全く異なり、前者の方がずっと少なくて済むこととなります。すなわち、「テーブルに移動する暇（時間）を与えない」ことが変位の節約の秘訣であり、上に述べたことはこのことを指しています。

補償波というのは、無しで済むならその方が良いのだが、やむをえず付加する、という性格のものであります。加振システムの最大変位定格値が充分大きくて余裕のある場合には、小さな加速度値を持つ領域が長い 'Type 1' のようなものを用いるのが、より「理想」に近いと言えるでしょう。

一方、現在定義しようとしている試験の要求変位が大きく、最大変位定格値に殆ど余裕がないという場合には、「優美さ」を犠牲にしても与えられたトレランスの自由度を最大限活用して変位を最小化し、それでもとにかくなんとかトレランスの中に収まっていて「合法的な」 'Type 4' の特性が、威力を発揮します。

番号が大きいほど、要求変位は小さくて済みます。

通常は、デフォルト設定されている 'Type 4' を使用してください。

### 5.2.6.3 最適化度

#### (1) 意味

補償波の形状を 'Type 4' に設定している場合に有効となります。

一般的に、要求変位を小さくしようとするとう要求速度が大きくなり、要求速度を小さくしようとするとう要求変位が大きくなります。

最適化度は、要求変位を最小にするか、または、要求速度を最小にするかの度合いで、0～1の値で指定します。0に近いほど変位を小さくすること優先し、1に近いほど速度を小さくすることを優先して補償波を作成します。

通常は、デフォルト設定されている '0 (変位優先)' を使用してください。

例えば、試験の要求速度が大きく、最大変位定格値に余裕がある場合には、最適化度を速度優先に設定してお使いください。

### 5.2.6.4 補償波のピークレベル

#### (1) 意味

補償波付加作業において生成する補償波の最大／最小値の大きさを、トレランスの大きさを基準にした相対値（百分率）で指定します。

指定は、プリパルス部とポストパルス部の各々について実施します。

このような指定が出来るようにしているのは、次の目的のためです；

A：制御誤差のための余裕をみて、補償波をトレランスの内側につくるようにする。

B：「プリパルスのみによる補償」あるいは「ポストパルスのみによる補償」といった特殊な補償法を指定する。

本システムでは本小項目のデフォルト値を、Aの目的のため、'90%' に設定しています。通常はこの値を使ってください。

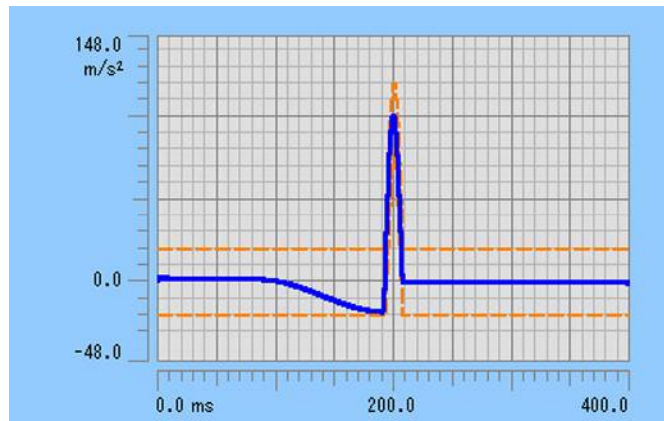
以下では、Bの件について説明します。

「プリパルスのみによる補償」というのは、言い換えれば「ポストパルス部の補償波はゼロ」ということです。同様に、「ポストパルスのみによる補償」というのは、「プリパルス部の補償波はゼロ」と同義です。

そこで、これらの指定をするには次のようにしてください；

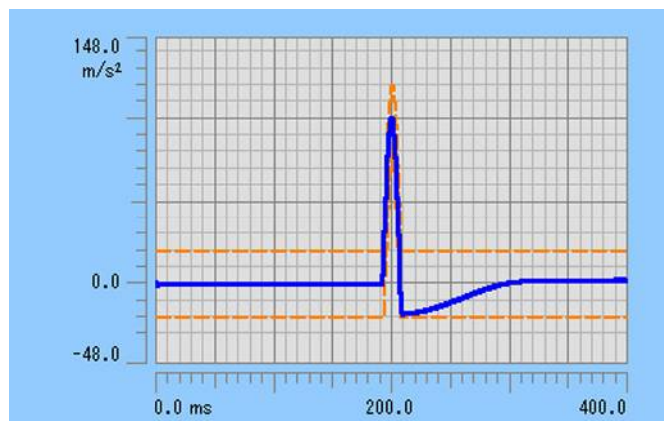
「プリパルスのみによる補償」

本小項目の 'パルス後' の指定値を、'0%'と指定してください。



「ポストパルスのみによる補償」

本小項目の 'パルス前' の指定値を、'0%'と指定してください。



ただし、次のことにご留意願います；

上記指定を行なって実際に目標波形を生成させると、生成される波形データの該当部分の値は正確にゼロとはならず、公称波形のピーク値の 0.5% 程度の値を持ちます。

これは、補償波の付加のための演算処理を行なう過程（「補償波最適化ルーチン」）で不可避免的に生じる現象に起因するものです。

### 5.3 実測波形定義

デジタル化された波形データを目標波形にします。

取扱可能なデータファイルの形式はCSV形式、TSW形式（当社制御システムF2の標準フォーマット）、UFF形式（dataset58）、MTS形式（RPCIII）のデータファイルです。

- ・ CSVデータファイル

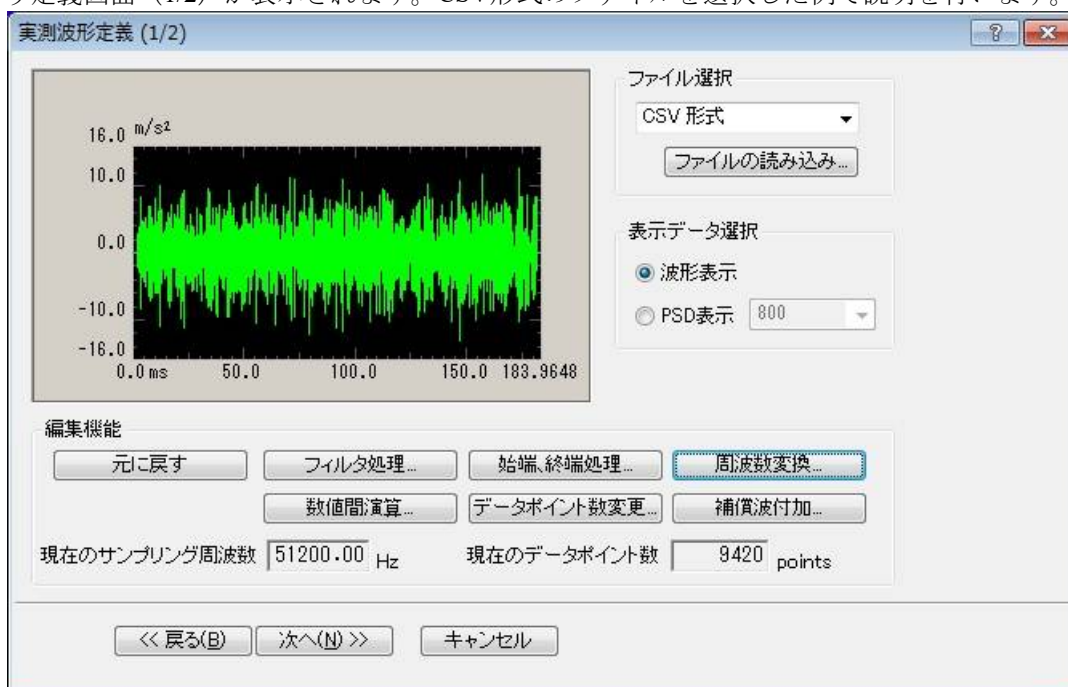
K2システムで定められたCSVデータファイルの形式で記述されていること。

使用可能な波形データの最大データポイント数は、オプションによって異なります。  
標準オプションでは、**最大データポイント数は16384**ポイントです。

実測波形を選択すると、

- ・ データファイルの指定
- ・ 各種編集処理

を行う定義画面（1/2）が表示されます。CSV形式のファイルを選択した例で説明を行います。



これらの項目の設定が終われば、[次へ] ボタンを押します。

[次へ] ボタンを押すと、生成された加速度波形が表示されます。

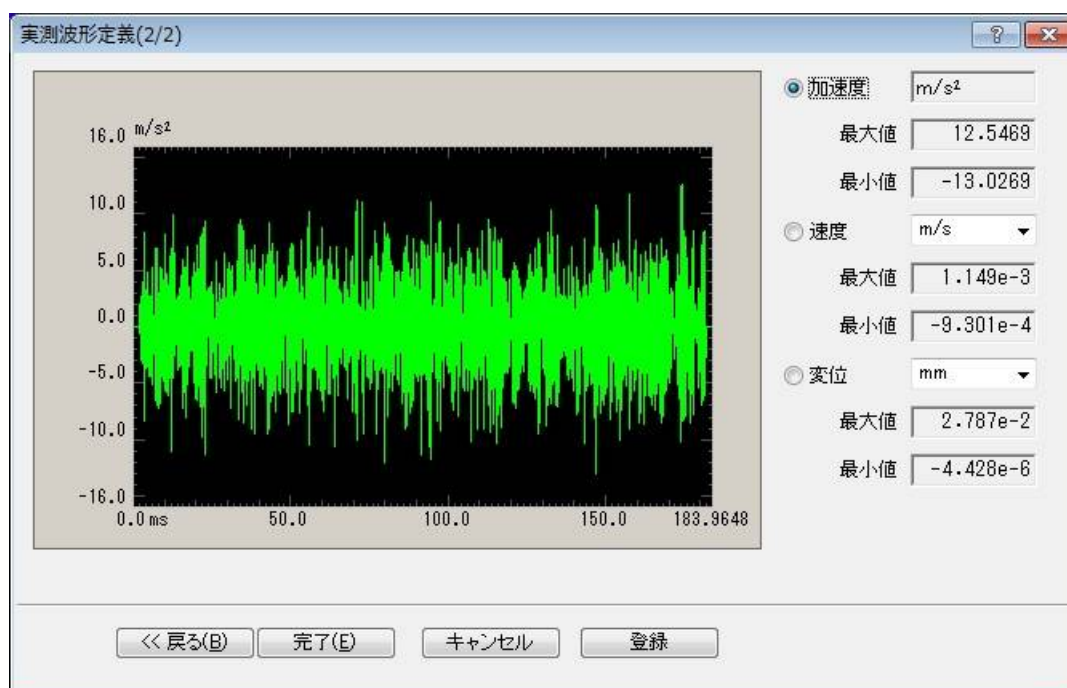
(注意) 「サンプリング周波数がK2で使用できるものであること」と「波形データのデータポイント数が最大データポイント数を超えないこと」を満たさなければ「次へ」ボタンが押せません。これらを満たさない場合には「周波数変換」または「データポイント数変更」の編集を行ってください。

サンプリング周波数がエラーの場合には「現在のサンプリング周波数」に“\*\*\*”印が表示されます。また、データポイント数がエラーの場合には「現在のデータポイント数」に“\*\*\*”印が表示されます。

定義画面(1/2)が完了すると、定義画面 (2/2) が表示され、生成された加速度波形が表示されます。

[戻る] ボタンを押すと、定義画面 (1/2) に戻ります。

[完了] ボタンを押すと、目標波形の定義が完了します。



### 5.3.1 データファイル形式

#### 5.3.1.1 CSV データファイル

##### (1) ファイル形式

テキストファイル (MS-DOS 形式)

##### (2) データの記述形式

サンプリング時刻のデータを、時刻の順に、下記のように記述します；

	1 列目	2 列目	3 列目		
1 行目	<i>Time(ms)</i> ,	データ名 1,	データ名 2,	データ名 3,	……
2 行目	0.0,	***.***,	***.**,	***.**,	……
3 行目	$\Delta t$ ,	***.***,	***.**,	***.**,	……
	$2\Delta t$ ,	***.***,	***.**,	***.**,	……
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	T,	***.***,	***.**,	***.**,	……

- 1 行目の文字列データは指定しなくても構いません。
- 各データ (列) の順序は、特に規定はありません。
- 時間データは指定しなくても構いません。

##### (3) データの単位

記述されるデータの単位はデータファイルを選択後に指定します。

##### (4) サンプリング周波数

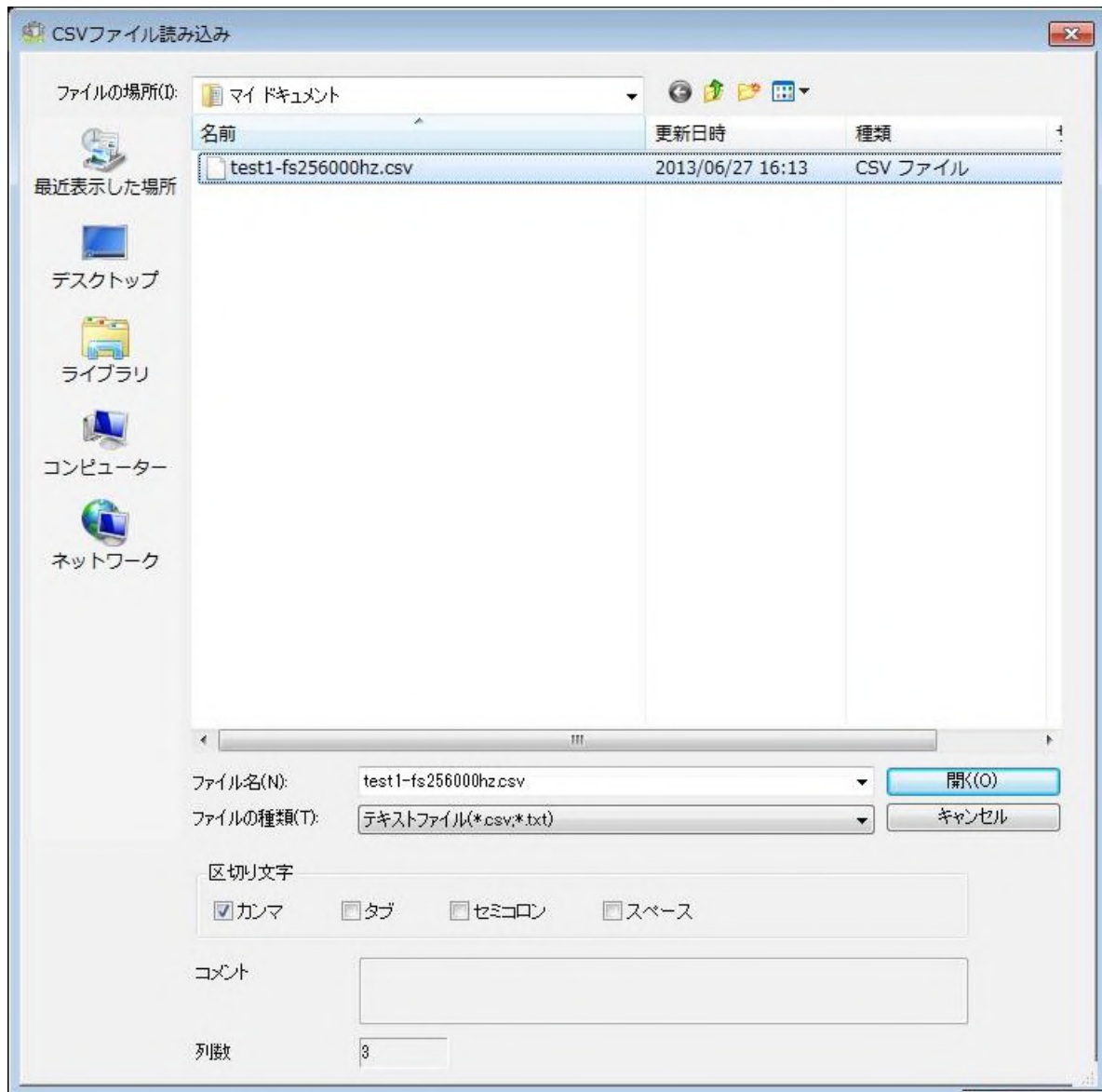
記述されるデータのサンプリング周波数は、データファイルを選択後に指定します。  
時間データがある場合には、サンプリング周波数を時間データから自動的に算出することも可能です。

## 5.3.2 データの読み込み

### 5.3.2.1 データファイルの選択

定義画面 (1/2) で、[ファイルの読み込み...] ボタンを押すと、下記のファイル選択画面が表示されます。

対象となるデータファイルを選択します。





### 5.3.2.2 データ単位とサンプリング周波数の指定

対象のファイルが確定すると、下記の画面が表示されます。

ここで、データ単位とサンプリング周波数の指定が完了すれば、指定された条件でデータが読み込まれます。

列番号	項目名	割当て
1	Item 1	時間
2	Item 2	レベル
3	Item 3	レベル

データファイルに時間データがある場合には、その時間データからサンプリング周波数を算出することができます。

“時間データからサンプリング周波数を算出する”チェックを外すと、直接サンプリング周波数を指定できます。

### 5.3.3 データの編集

「不要な周波数領域をカットする」、「サンプリング周波数をK2で使用できるサンプリング周波数に変換する」等のデータの編集を行います。

下記の編集処理が行えます。

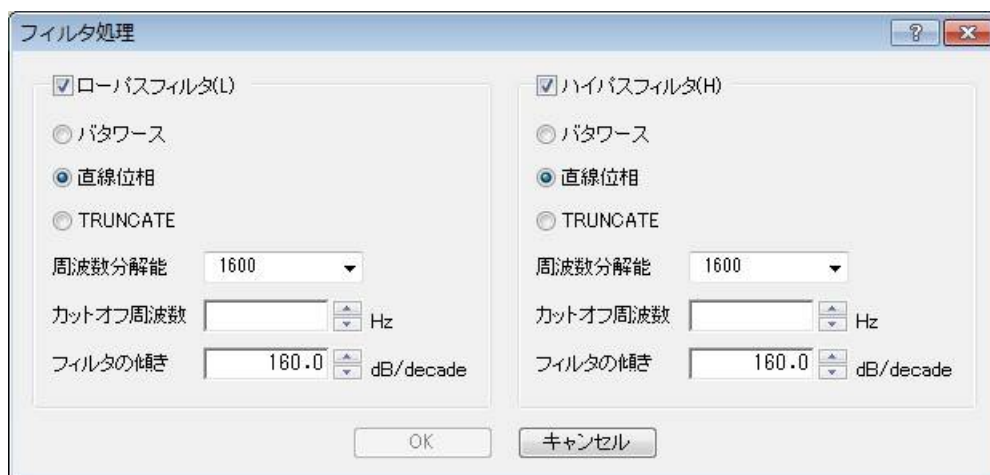
- ・フィルタ処理
- ・始端、終端処理
- ・周波数変換
- ・数値間演算
- ・データポイント数変更
- ・補償波付加

なお、[元に戻る] ボタンを押すと、一つ前の状態のデータに戻ります。

#### 5.3.3.1 フィルタ処理

読み込まれた波形データに対して、フィルタ処理を行います。

定義画面 (1/2) で、[フィルタ処理...] ボタンを押すと、下記のフィルタ処理定義画面が表示されます。



##### 5.3.3.1.1 フィルタ種別

###### (1) 意味

フィルタの種別を指定します。

- ・ローパスフィルタ  
低域通過型のフィルタです。
- ・ハイパスフィルタ  
高域通過型のフィルタです。

### 5.3.3.1.2 フィルタ特性

#### (1) 意味

フィルタ特性を指定します。通常は、直線位相をご使用ください。

- ・バタワース

N 次バタワース(Butterworth)フィルタであり、その次数 N は次項以降で設定します。

- ・直線位相

入力信号に対して非線形的な位相変化を一切与えないフィルタであり、本システムでは全ての周波数成分に位相変化を全く与えず、減衰域における傾斜を指定できる仕様を採用しています。

- ・TRUNCATE

指定したカットオフ周波数  $f_c$  を境にしてフィルタ処理対象周波数領域の特性をゼロに切り詰めます。

なお、位相特性については前項「直線位相」フィルタと同一です。

### 5.3.3.1.3 周波数分解能

#### (1)意義

本システムでは、波形データのフィルタ処理を施すにあたり、FFT によるフーリエ変換および逆変換を実施しますが、その際の周波数分解能を指定します。

よって、本項が確定すると、次項で指定するカットオフ周波数  $f_c$  の入力下限値が決まることにもなります。

### 5.3.3.1.4 カットオフ周波数

#### (1) 意味

フィルタ処理を施す際のカットオフ周波数  $f_c$  を入力します。

本項の入力下限値  $f_{c\_min}$  は、フィルタ処理対象波形データのサンプリング周波数  $f_s$  および前項の周波数分解能  $L$  により以下のように決まります。

$$f_{c\_min} = \Delta f [\text{Hz}] \quad \Delta f = f_{max}/L, \quad f_{max} = f_s/2.56$$

### 5.3.3.1.5 フィルタの次数

#### (1) 意味

本項は、フィルタ特性 が'バタワース' の場合のみ入力する項目であり、フィルタの遮断特性を表わす次数 N を入力します。

### 5.3.3.1.6 フィルタの傾き

#### (1) 意味

本項は、フィルタ特性が'直線位相'の場合のみ入力する項目であり、フィルタの次数に相当する遮断特性の傾き  $S[\text{dB/decade}]$  を入力します。

本項が確定すると、フィルタ処理対象領域において、以下の式に則ったフィルタ処理が施されます。

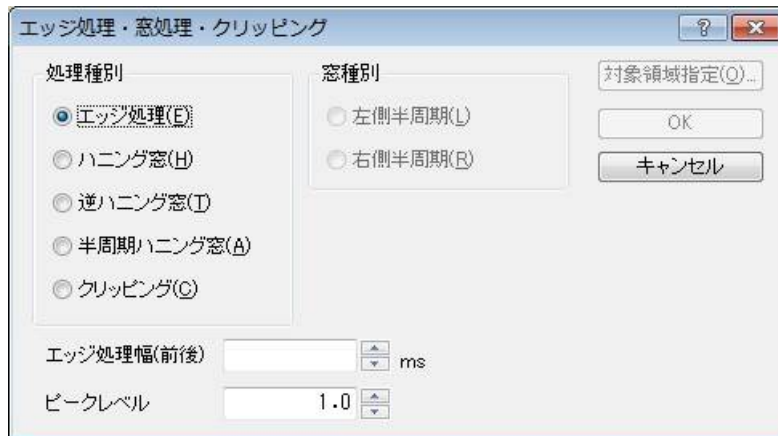
$$A'(f) \begin{cases} = A(f) & \Delta f \leq f < fc \\ = A(f)/(f / fc)^{S/20} & fc \leq f \leq f \text{ max} \end{cases}$$

$A(f)$  振幅値

### 5.3.3.2 始端、終端処理

読み込まれた波形データに対して、始端と終端を滑らかにゼロにするエッジ処理を施します。この処理には半周期ハニング窓が用いられます。

定義画面 (1/2) で、[始端、終端処理...] ボタンを押すと、下記の始端、終端処理定義画面が表示されます。



#### 5.3.3.2.1 エッジ処理幅

##### (1) 意味

エッジ処理を施す時間  $T_e$  を指定します。

始端と終端の時間のデータに対して半周期ハニング窓による窓処理が施されます。

#### 5.3.3.2.2 ピークレベル

##### (1) 意味

使用する半周期ハニング窓のピークレベルを指定します。

通常は "1" にしてください。

### 5.3.3.3 周波数変換

読み込まれた波形データに周波数変換処理を施します。

周波数の変換には、2つの種類があります；

- ① 波形データの信号周波数自身を変換する。

振動試験を、模型などを使って模擬的に再現しようとするが、実測波形データをそのまま使用することは適さないため、その信号周波数を変換する。

- ② 波形データのサンプリング周波数を変換する。

波形データの測定条件が K2 アプリケーションの測定条件と一致しないため、波形データに一定の変更を加えてこれを一致させたデータを作る。

波形データのサンプリング周波数は、「K2で使用できるもの」でなければなりません。  
もしこれを満たさない場合には、②の処理を施してサンプリング周波数を変更してください。

定義画面（1/2）で、[周波数変換...] ボタンを押すと、下記の周波数変換定義画面が表示されます。

周波数の変換

現在のサンプリング周波数 256000.00 Hz

現在のデータポイント数 47104 points  
( 183.9961 ms )

信号周波数の変換

信号周波数を変換する(C)

信号周波数変換倍率 [ ] 倍

サンプリング周波数の変換

自動設定する(A)

フィルタ処理を行わない(F)

サンプリング周波数  数値入力  
256000.00 Hz

OK キャンセル

#### 5.3.3.3.1 信号周波数の変換

波形データの信号周波数自身の変換を行います。（①の処理）

それに伴い、サンプリング周波数の変換を行う必要もあります。（②の処理）

本機能を実行する場合「信号周波数を変換する」チェックボックスを選択してください。

#### 5.3.3.3.1.1 信号周波数変換倍率

##### (1) 意味

波形データの信号周波数変換倍率を指定します。

なお、信号周波数の変換に伴い、サンプリング周波数の変換操作の必要も生じてきますが、その操作については後述します。

#### 5.3.3.3.2 サンプリング周波数の変換

波形データのサンプリング周波数を変換します。(②の処理)

##### 5.3.3.3.2.1 自動設定する

##### (1) 意味

本項は、信号周波数の変換操作を行う場合のみ設定する項目です。

上述したように、波形データの信号周波数の変換操作を行うことにより、サンプリング周波数の変換の必要も生じてきますが、本項は、信号周波数の設定値に合わせて自動的にサンプリング周波数を設定します。

その場合、以下に則りサンプリング周波数は決定されます；

- ① 信号周波数倍率から仮のサンプリング周波数  $fs'$  を計算する。

$$fs' = b \cdot fs \quad b: \text{信号周波数変換倍率}$$

- ②  $fs'$  に最も近くて  $fs'$  以上の K2 アプリケーションで使用可能なサンプリング周波数  $fs''$  を決定する。

##### 5.3.3.3.2.2 フィルタ処理を行わない

##### (1) 意味

サンプリング周波数の変換操作にあたり、本システムでは、次項に述べる Decimation/Interpolation の必要な組み合わせによる一連のデジタル処理を行います。このとき、Decimation/Interpolation の一般処法に則って、処理の各段階でローパスフィルタ処理が行われます。

このローパスフィルタ処理は、実在のアナログ信号を合理的なやり方で信号採取した波形データを扱う一般の場合には、全く正統的で整合的な処理です。

一方、稀に、波形データが全くデジタル的に生成された由来のものである場合に、このローパスフィルタ処理が「邪魔」になる場合も無いわけではありません。

本項は、そのような場合に備えて設けてあるものであって、本項を有効とした場合には、周波数変換処理は正統的な Decimation/Interpolation を用いず、単純に直線補間の処理によって実施されます。

なお、本項を実施する(フィルタ処理を行わない)場合、信号周波数の変換操作を行うことは出来ません。

### 5.3.3.3.2.3 サンプリング周波数

#### (1) 意味

新しいサンプリング周波数  $fs'$  を指定します。

「K2 で使用できるサンプリング周波数」は次の操作で選択します。

<操作手順>

<Step1>

「数値入力」のチェックを外し、「サンプリング周波数」の入力エリアのボタンを押します。



<Step2>

「K2 で使用できるサンプリング周波数」の一覧が表示されますので、その中から適切なサンプリング周波数を選択します。



本機能を用いると、フレームタイム( $T = R / fs$ )を元の値に保ったまま、 $fs$  が変更された波形データが生成されます (つまりデータポイント数  $R$  も  $fs$  と同じ変化を受けます)。

サンプリング時間間隔  $\Delta t$  は、 $fs$  の変化に反比例して増減します。

$$\Delta t' = 1 / fs'$$

実施される処理を、1/2 倍および2 倍の場合について述べます；

1/2 倍のときは  $\Delta t$  が2 倍になり、より粗いデータ採取条件で同じ時間長のデータを採取したことに相当するデータを新しく生成することになります。

つまり、旧データのサンプリングポイントのうち2 個に1 個は不要になるのですが、単純にこれをデータ間引きするのは安直すぎます。

本システムでは、この処理を **Decimator** によってデジタル処理し、新しい  $f_{max}$  ( $f_{max}' = f_s/2.56$ ) 以下の周波数成分のみを持つ新しい波形データを生成します(つまり、新しい  $f_{max}$  から古い  $f_{max}$  までの帯域に存在した周波数成分は除去されます)。

2 倍のときは  $\Delta t$  が 1/2 倍になり、より細かいデータ採取条件で同じ時間長のデータを採取したことに相当するデータを新しく生成することになります。

つまり、旧データの相隣るサンプリングポイントの間にもう1 個のサンプリングポイントが必要になるのですが、もともと存在していないデータをどのようにして適切に作り出すか、という問題が生じます。

本システムでは、この処理を **Interpolator** によってデジタル処理し、新しいサンプリング周波数  $f_s'$  で、古い  $f_{max}$  以下の周波数成分のみを持つ新しい波形データを生成します(つまり、古い  $f_{max}$  から新しい  $f_{max}$  の帯域に何等かの周波数成分を付け加えることはしません。一方、このような手間をかけず、ふたつのデータポイントから直線補間で中間点のデータを作るなどのことを行う処理系では、この帯域に、もともとの測定では観測されているはずもない高周波成分が、断りもなく付加されることになります)。

以上は前項の指定が「フィルタ処理を行う」の設定になっている場合の処理について述べたものであり、前項の指定が「フィルタ処理を行わない」の設定になっている場合には、単純な直線補間の論理により、周波数変換処理が行われます。

なお、変換後のデータポイント数  $R'$  が、使用可能な最大データポイント数を超える場合には、「データポイント数の変更」の編集を行ってください。



### 5.3.3.4 数値間演算

読み込まれた波形データに数値間演算を施します。

定義画面（1/2）で、[数値間演算...] ボタンを押すと、下記の数値間演算定義画面が表示されます。



#### 5.3.3.4.1 演算種別

##### (1) 意味

波形データと数値間で行う演算の種別を選択します。

- ・加算

現在の波形データに、指定された量の値を一律に加えます。

- ・乗算

指定した変換倍率分だけ、波形データの値を比例変換します。

- ・置換

現在の波形データを、指定された値に置き換えます。

#### 5.3.3.4.2 演算値

##### (1) 意味

演算を行う数値を指定します。

演算種別が'乗算'の場合、無名値となります。

算種別が'加算'、'置換'の場合、その単位は現在の波形データのそれと同じになります。

#### 5.3.3.4.3 指定方法

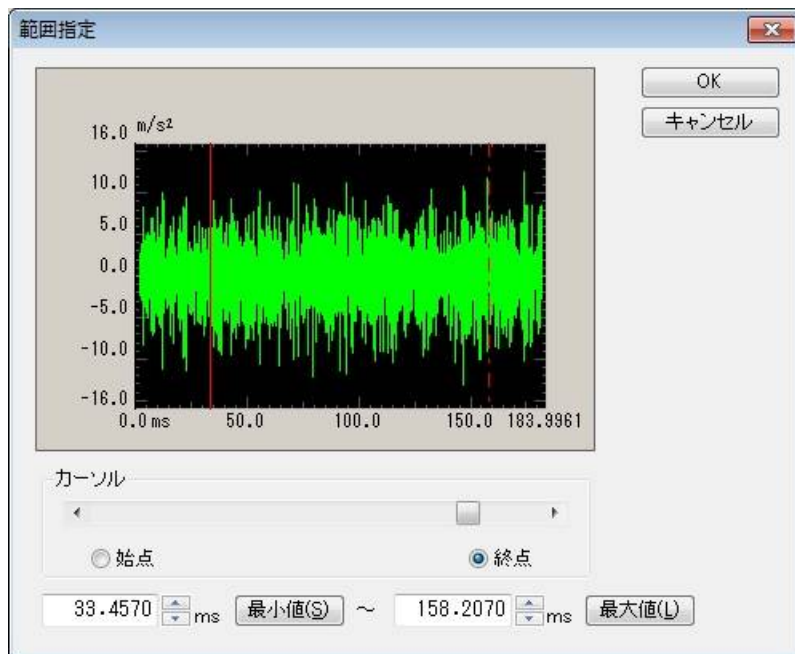
##### (1) 意味

数値演算を行う対象範囲を指定します。

・領域指定

数値演算の対象範囲の指定を、開始点と終了点の2点を指定することにより行います。

指定方法の“領域指定”をチェックし、[対象領域指定...] ボタンを押すと、下記の画面が表示されますので、数値演算の対象となる始点と終点を指定します。

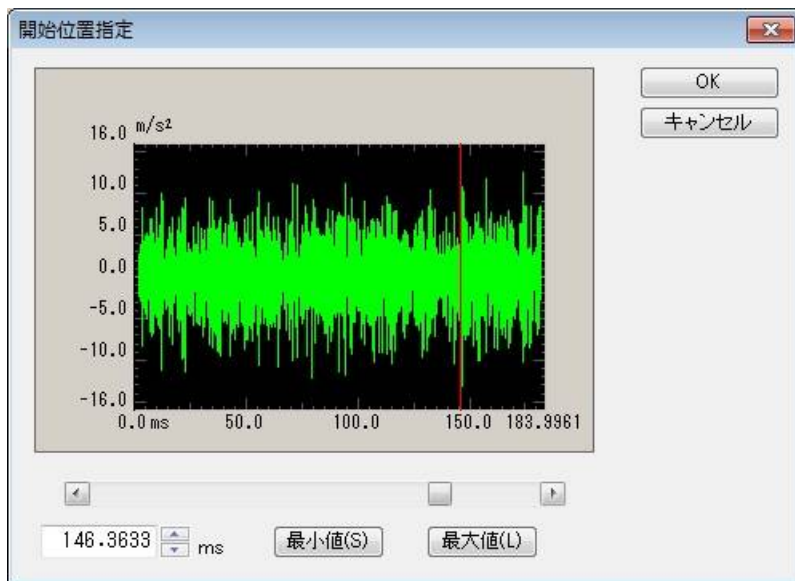


・位置指定

指定した時間位置のデータのみを数値演算の対象データとします。

すなわち、本指定法では、指定した時間軸上にある1ポイント分のデータのみ数値演算操作が施されます。

指定方法の“位置指定”をチェックし、[対象位置指定...] ボタンを押すと、下記の画面が表示されますので、数値演算の対象となる位置を指定します。



### 5.3.3.5 データポイント数変更

読み込まれた波形データのデータポイント数を変更します。

波形データのデータポイント数は、使用可能な最大データポイント数を超えてはいけません。もしこれを満たさない場合には、不要な部分のデータを切り取り、データポイント数を減らしてください。

定義画面 (1/2) で、[データポイント数変更...] ボタンを押すと、下記のデータポイント数変更定義画面が表示されます。

#### 5.3.3.5.1 処理種別

##### (1) 意味

どのような方法で波形データのデータポイント数を変更するのかを選択します。

##### ・データポイント数の変更

現在のデータポイント数から変更したいデータポイント数の値そのものを入力します。

変更後のデータポイント数は、現在のデータポイント数に対して増やすことも減らすこともできます。

##### ・指定した領域内のデータを切り取る

処理対象の波形データから指定した範囲のデータ部分を抜き取り、残った部分のみを新しい波形データとします。

本処理種別では変更後のデータポイント数は、現在のデータポイント数に対して減らすことのみが可能になります。

##### ・指定した領域内のデータを抜き取る

処理対象の波形データから指定した範囲のデータ部分を抜き取り、抜き取った部分を新しい波形データとします。

本処理種別では変更後のデータポイント数は、現在のデータポイント数に対して減らすことのみが可能になります。

### 5.3.3.5.2 データポイント数

#### (1) 意味

本項は、前項の「処理種別」が「データポイント数の変更」の場合のみ入力する必要があり、新しいデータポイント数R'を入力します。

機能を用いると、サンプリング周波数fs は元の値を保ったまま、データポイント数に変更された波形データが生成されます。

すなわち、フレームタイムT が、データポイント数の変化に比例して増減することになります。

$$T = R' / f_s [s] \quad R': \text{新しいデータポイント数}$$

- ・旧データポイント数R > 新しいデータポイント数R' の場合

フレームタイムTが減る分旧データの一部も破棄されます（破棄される箇所は、後述する「データ位置」の指定により異なります）。

- ・旧データポイント数R < 新しいデータポイント数R' の場合

フレームタイムTが増える分データの追加が必要になりますが、その場合ゼロデータが付加されます（付加される箇所は、後述する「データ位置」の指定により異なります）。

### 5.3.3.5.3 データ位置

#### (1) 意義

「処理種別」が「データポイント数の変更」の場合のみ選択する必要があり、データポイント数の変更に伴う波形データの変更を行う際の、基準位置を指定します。

- ・センタリング

旧データの中心を基点にデータの増減を行います。

左端右端均等にデータの付加、破棄が行われます。

- ・左づめ

旧データの左端を固定してデータの増減を行います。

旧データの右端のデータからデータの付加、破棄が行われます。

- ・右づめ

旧データの右端を固定してデータの増減を行います。

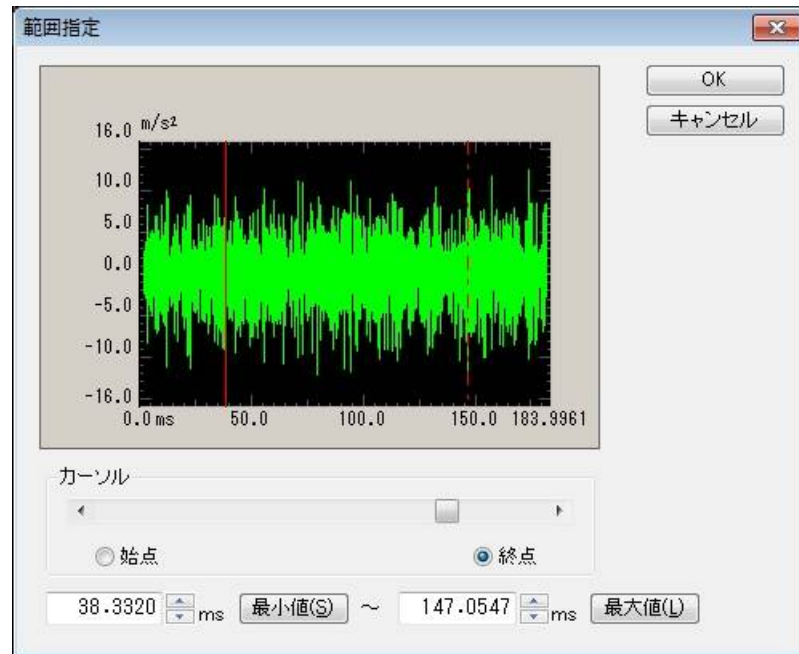
旧データの左端のデータからデータの付加、破棄が行われます。

#### 5.3.3.5.4 対象領域指定

##### (1) 意味

「処理種別」が“指定した領域内のデータを切り取る”および“指定した領域内のデータを抜き取る”の場合のみ有効です。

[対象領域指定..] ボタンを押すと、範囲指定ダイアログボックスが表示されますので、対象領域を指定します



#### 5.3.3.6 補償波付加

読み込まれた波形データに対して、必要であれば、「補償波」を付加することができます。

**なお、「補償波」を付加することができる波形データの物理量のディメンションは、「加速度」のみに限られています。**

定義画面 (1/2) で、[補償波付加...] ボタンを押すと、下記の補償波付加定義画面が表示されます。



### 5.3.3.6.1 補償波種別

#### (1) 意味

補償波付加について、以下の2つの方式をサポートしています。

- ・ ハーフサイン

入力された各種パラメータの条件下で、終速をゼロにするためのハーフサイン形状の補償波を、読み込まれた波形データの後側に付加する。

「終変位ゼロ」の条件は、一般には満たされない。

- ・ OPTIMIZE

幾つかの拘束条件（終速度ゼロ、終変位ゼロ、指定領域における速度変化量不変）下で、最適な（要求変位を最小にする）補償波を自動的に求め、付加する。

ただし、OPTIMIZEによる補償が実行可能なデータポイント数は16384ポイントまでです。

### 5.3.3.6.2 ハーフサインによる補償波付加

補償波付加定義画面において、「補償波種別」を“ハーフサイン”にし、「補償波パラメータ定義」ボタンを押すと、下図のハーフサインによる補償定義画面が表示されます。

ハーフサインによる補償

補償波付加前ゼロ区間 0.0 ms

手動付加補償波開始位置を指定する(M)

補償波開始位置 183.9961 ms

補償波幅 30.0 ms

OK

キャンセル

開始位置指定(B)...

ハーフサインによる補償

補償波付加前ゼロ区間 0.0 ms

手動付加補償波開始位置を指定する(M)

補償波開始位置 183.9961 ms

補償波幅 30.0 ms

OK

キャンセル

開始位置指定(B)...

#### 5.3.3.6.2.1 補償波付加前ゼロ区間

(1) 意味

波形データと補償波データの間には、付加するゼロデータの区間を指定します。

#### 5.3.3.6.2.2 補償波付加方法

(1) 意味

**補償波付加には、2通りの方法(自動、手動)があり、「手動付加」の場合には、補償波の開始位置を指定します。**

「自動付加」：「手動付加(補償波開始位置を指定する)」チェックボックスを選択しない。

「手動付加」：「手動付加(補償波開始位置を指定する)」チェックボックスを選択する。

本項の設定により、以後入力する項目が異なります。

・「自動付加」の場合

変位最大値

補償波レベル

・「手動付加」の場合

補償波開始位置

補償波幅

#### 5.3.3.6.2.3 変位最大値

(1) 意味

「自動付加」の場合のみ有効です。

生成される補償波付目標波形の最大変位量を決めます。

本項の設定値は、使用する加振器の最大変位以下の値にしてください。

#### 5.3.3.6.2.4 補償波レベル

(1) 意味

「自動付加」の場合のみ有効です。

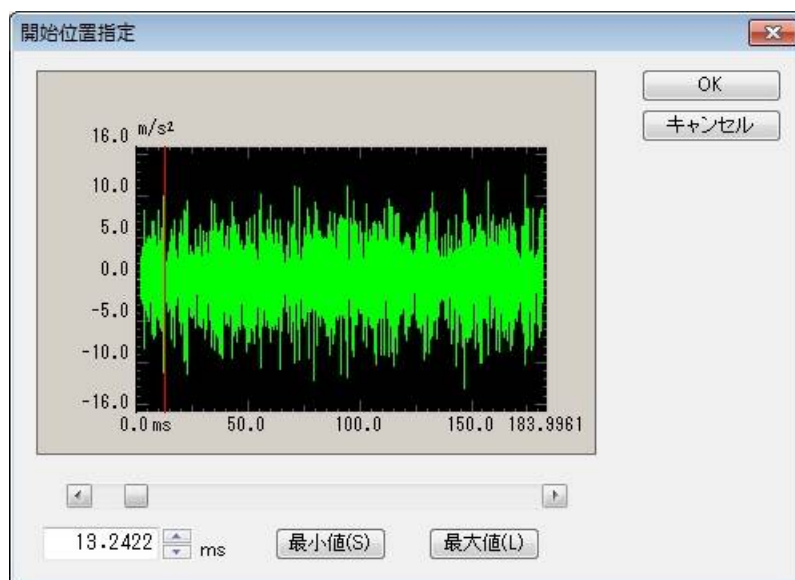
付加される補償波（ハーフサイン）のピーク値を指定します(0-p)。

### 5.3.3.6.2.5 補償波開始位置

(1) 意味

「手動付加」の場合のみ有効です。

ハーフサインによる補償定義画面において「開始位置指定...」ボタンを押すと、開始位置を指定する下図のダイアログボックスが表示されます。



なお、本項の設定値は波形データの要求最大変位に影響を及ぼしますから、適切な値に設定してください。

### 5.3.3.6.2.6 補償波幅

(1) 意味

「手動付加」の場合のみ有効です。

正弦波半周期相当(ハーフサイン波)の補償波幅を入力します。

なお、本項の設定値は波形データの要求最大変位に影響を及ぼしますから、適切な値に設定してください。



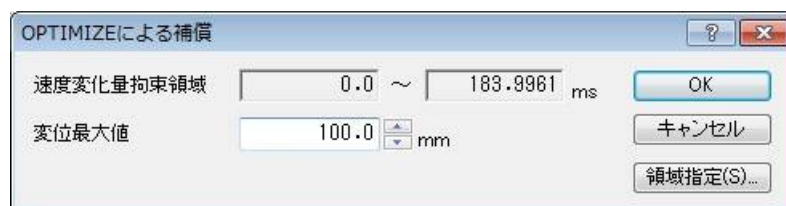
### 5.3.3.6.3 OPTIMIZE による補償波付加

'OPTIMIZE' は、「最適化された補償波を付加する」方式を意味しています。

本システムでは、当社が開発したショック波形のための補償波最適化処理を使用して、Classical Shock 波形の補償波付加を実施していますが、本処理はそれを実測波形データに適用するようにしたものです。

(Classical Shock 波形の場合に強い拘束条件となる「トレランス」が実測波形の場合には、考慮されない点が異なります)

補償波付加定義画面において、「補償波種別」を“OPTIMIZE”にし、[補償波パラメータ定義] ボタンを押すと、下図の OPTIMIZE による補償定義画面が表示されます。



ただし、OPTIMIZE による補償が可能な波形データは、データポイント数が 16384 ポイントまでのデータです。

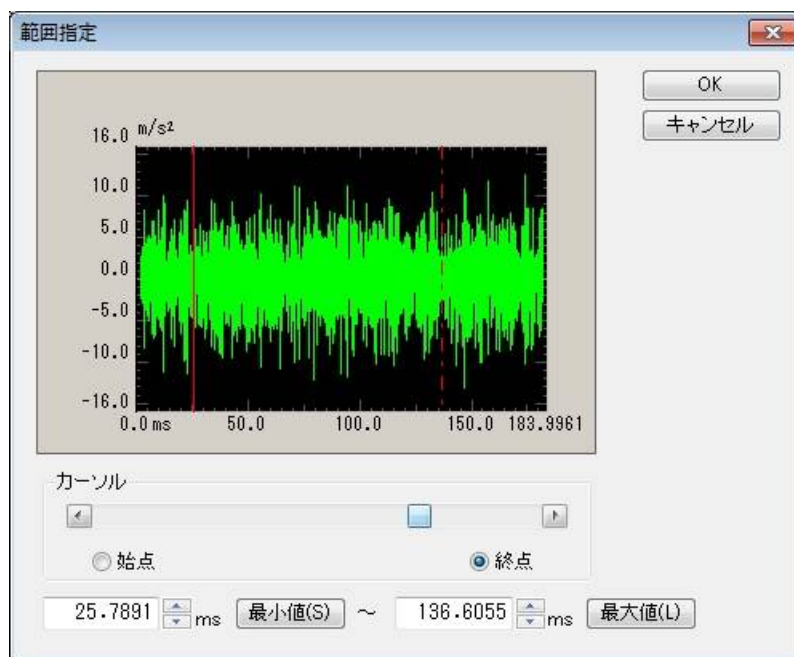
### 5.3.3.6.3.1 速度変化量拘束領域

#### (1) 意味

最適化処理過程（この処理は、補償波付加のために、波形データに何等かの変化を生じさせます）において、速度変化量を保持すべき区間を指定します。

区間の開始位置と終了位置を指定することにより、この部分の波形データには大きな変化を与えたくない、という区間を指定してください。

OPTIMIZE による補償定義画面において [領域指定..] ボタンを押し、速度変化量拘束領域の開始位置と終了位置を指定してください。



### 5.3.3.6.3.2 変位最大値

#### (1) 意味

最適化処理過程を経て、生成される目標波形変位量の許容上限値を指定します。

本項の値が小さいほど、必要変位は小さく、その代わりに元波形に加えられる変形は大きくなります。

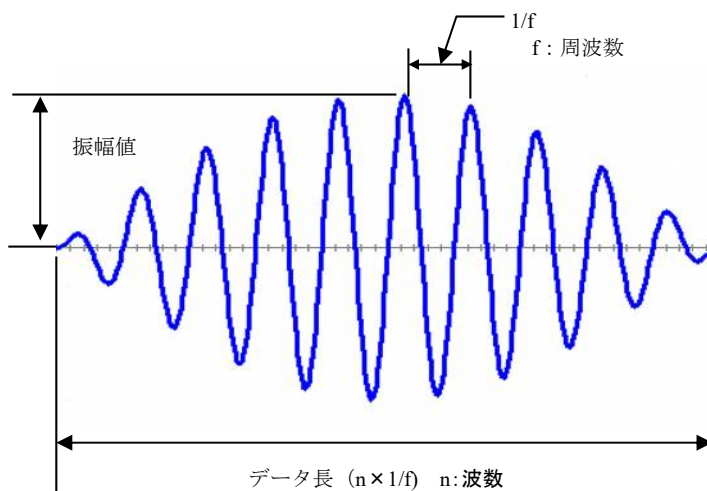
本項の値は、使用する加振システムの最大変位以下に設定してください。

## 5.4 サインビート波／サインバースト波

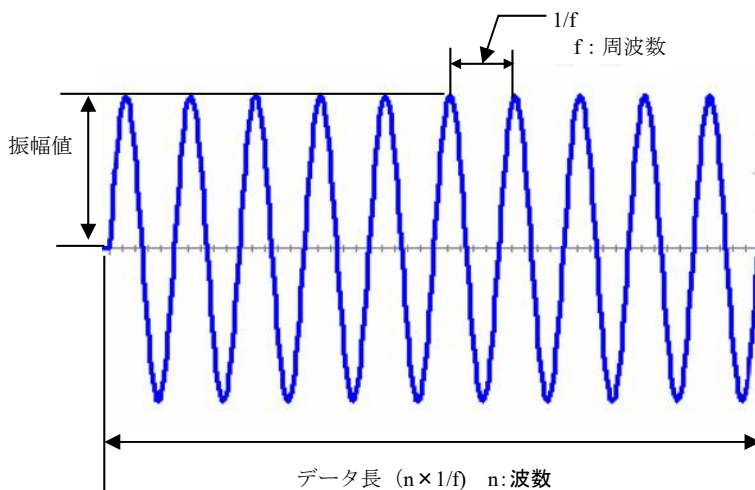
サインビート波もしくはサインバースト波の加速度波形データを生成します。  
制御量のディメンジョンは「加速度」に限定されます。

サインビート波およびサインバースト波は、下図のような加速度波形で、波形の形状を規定する主な項目は以下のようなものがあります。

- ・ 振幅値はいくらか？
- ・ 生成する正弦波の周波数はいくらか？
- ・ 生成するデータの長さ（波数）はどのくらいか？



サインビート波



サインバースト波

サインビート波/サインバースト波を選択すると、

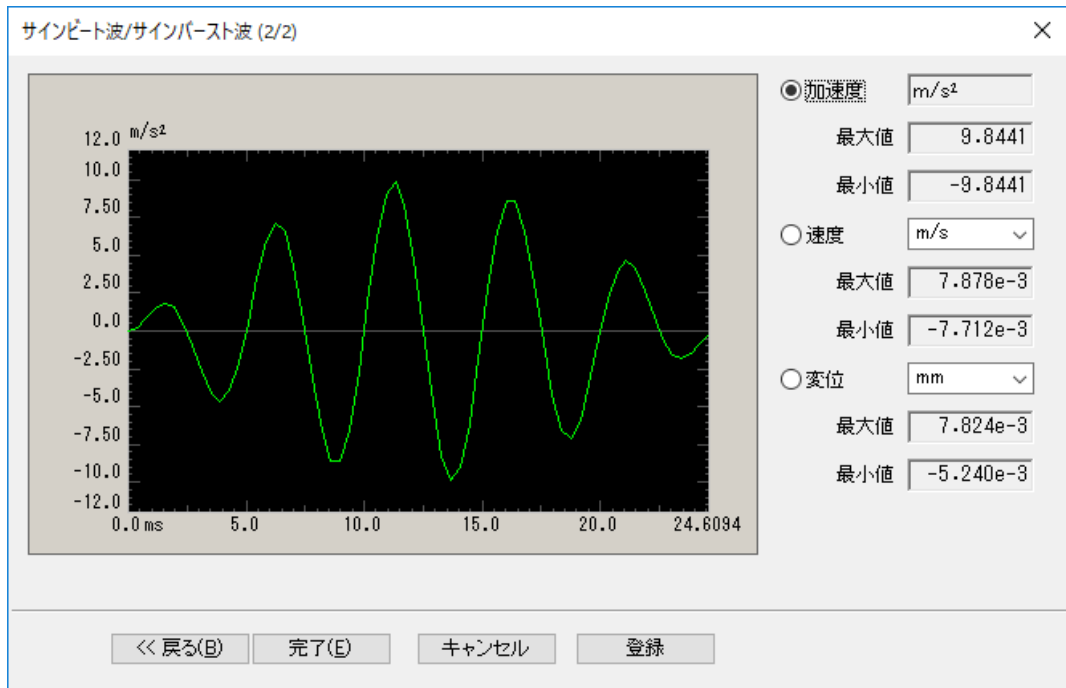
- ・ 波形種別
- ・ 振幅値
- ・ 生成する正弦波の周波数
- ・ 生成するデータの長さ（波数）

等の波形の形状を規定する定義画面（1/2）が表示されます。

これらの項目の設定が終われば、[次へ] ボタンを押します。

[次へ] ボタンを押すと、生成された加速度波形が表示されます。

定義画面(1/2)が完了すると、定義画面 (2/2) が表示され、生成された加速度波形が表示されます。  
 [戻る] ボタンを押すと、定義画面 (1/2) に戻ります。  
 [完了] ボタンを押すと、目標波形の定義が完了します。



## 5.4.1 波形種別

### (1) 意味

正弦波パルスの種別を指定します。

#### 1. サインビート

サインビート波を特定する主なパラメータは、ピーク振幅値Aと周波数fおよび波数nの3つです。

本システムではサインビートを下式にて表しています;

$$A1(t) = A \cdot \sin(2\pi ft) \cdot \sin(2\pi ft/p)$$

p: 周波数 f と変調周波数 fm から決まる比率であり、本システムでは  $p=2n$  を採用しています。

この波形は、例外的に、公称波形そのものだけで目標波形になりうる性質を持っています。すなわち、その積分値である速度波形、変位波形とも、補償波なしに終条件を満たします。

#### 2. サインバースト

正弦波正数波長相当のパルス波です。

サインバースト波を特定する主なパラメータは、ピーク振幅値Aと周波数fおよび波数nの3つです。

## 5.4.2 物理量

### (1) 意味

生成する波形データの物理量を「加速度」「速度」「変位」「力」より選択します。

## 5.4.3 振幅

### (1) 意味

生成する波形データの振幅をピーク値により指定します(0-p)。

本項の値は使用する加振システムの最大定格以下に設定してください。

## 5.4.4 サンプリング周波数／サンプリング周波数を自動設定する

### (1) 意味

アナログデータをデジタルデータに変換する際のサンプリング周波数  $f_s$  を指定します。

計測制御が可能な周波数の上限を示す周波数レンジ  $f_{max}$  は、サンプリング周波数  $f_s$  と次の関係があります；

$$f_{max} = f_s / 2.56$$

サンプリング周波数は、必要な周波数が計測できるように選んでください。

例えば、2000 [Hz] までの観測を要求しているのであれば、 $f_{max}$  の値は少なくとも 2000 [Hz] 以上に設定してください。

従って、生成できる正弦波の周波数は、サンプリング周波数によって制約されます。

条件によっても異なるので一概には言えませんが、サンプリング周波数  $f_s$  は、生成する正弦波の周波数の概ね15倍以上になることを目安として選択してください。

サンプリング周波数を“自動設定する”をチェックする、指定された正弦波の周波数から妥当と思われるサンプリング周波数が自動的に選択されます。

## 5.4.5 周波数

### (1) 意味

生成する正弦波の周波数を入力します。

## 5.4.6 波数

### (1) 意味

指定した周波数の正弦波パルスを何波分（何周期分）生成するかを指定します。

## 5.4.7 フレーム数

### (1) 意味

フレームとは、周波数と波数から生成されるサインビート波／サインバースト波の個数の単位です。

ここでは、指定された周波数と波数から生成されるサインビート波／サインバースト波を何回繰り返すかを指定します。

## 5.4.8 休止時間

### (1) 意味

複数のフレームを指定する場合、フレーム間の休止時間を指定します。

各フレームの間には、指定された時間分のゼロ目標が挿入されます。

## 5.4.9 エッジ処理

### (1) 意味

本機能はサインバースト波の場合のみ有効です。

サインバースト波形に対して、始端と終端を滑らかにゼロにするエッジ処理を施します。

窓関数には、ハニング関数もしくはランプ関数を選択することができます。

サインビート波/サインバースト波 (1/2)

波形種別: サインビート波 / サインバースト波

物理量: 加速度

振幅値: 10.0 m/s<sup>2</sup>

サンプリング周波数:  自動設定する(A) / 128.00

周波数: 10.00 Hz (周期: 100.0 ms)

波数: 100 Cycle

フレーム数: 1 回

休止時間: 0.0 ms (全長: 9992.1875 ms)

エッジ処理(E)

立ち上げ波数: 10 Cycle

立ち下げ波数: 20 Cycle

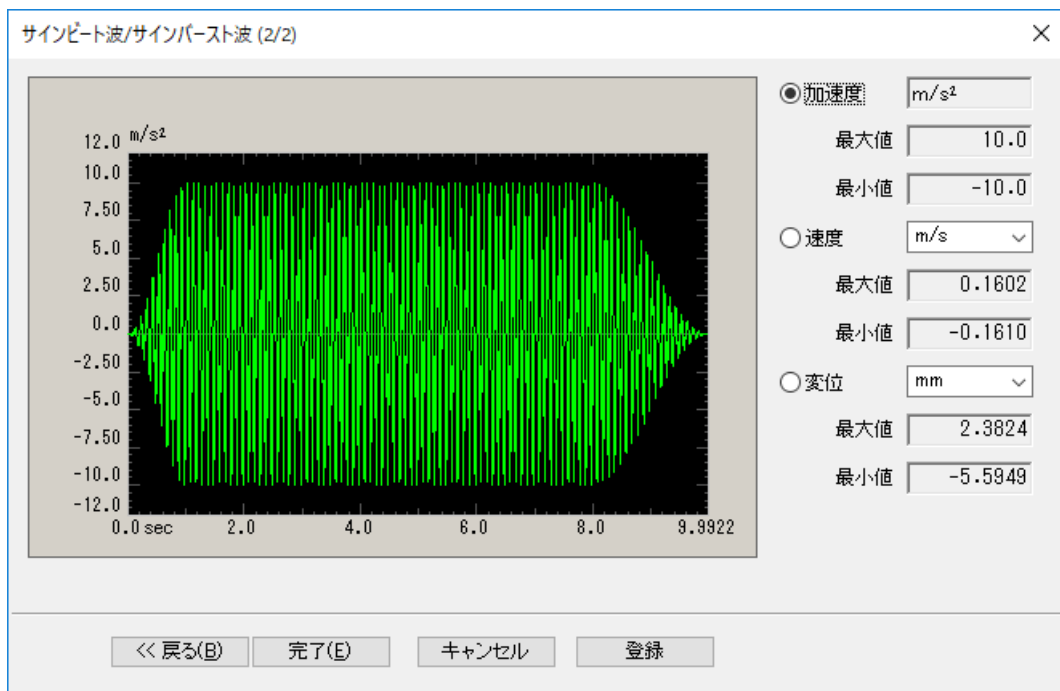
窓関数: ハニング関数

<< 戻る(B)    次へ(N) >>    キャンセル

サインバースト波を選択し、「エッジ処理」をチェックして

- ・ 立ち上げ波数
- ・ 立ち下げ波数
- ・ 窓関数

を設定します。



#### 5.4.9.1 立ち上げ波数

(1) 意味

始端のエッジ処理を施す波数（時間）を指定します。

「0」を設定すると始端のエッジ処理は施されません。

「立ち上げ波数」と「立ち下げ波数」の合計が全体の「波数」を超えることはできません。

#### 5.4.9.2 立ち下げ波数

(1) 意味

終端のエッジ処理を施す波数（時間）を指定します。

「0」を設定すると終端のエッジ処理は施されません。

「立ち上げ波数」と「立ち下げ波数」の合計が全体の「波数」を超えることはできません。

#### 5.4.9.3 窓関数

(1) 意味

エッジ処理に用いる窓関数を選択します。



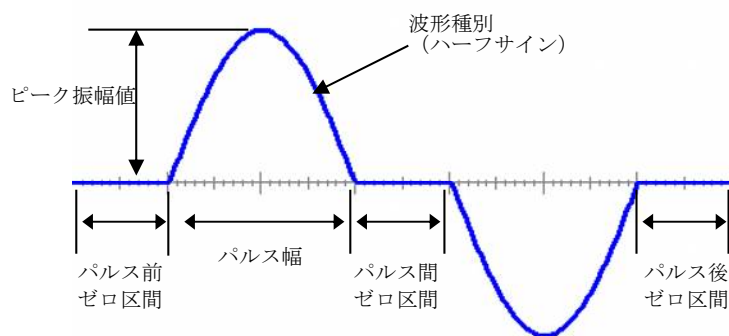
## 5.5 対称補償型定義波形

本項の機能は、各種波形パルスと、それと合同で極性が反対のパルスとで形成される波形データを生成します。

制御量のディメンジョンは「加速度」に限定されます。

対称補償型定義波形は、下図のような加速度波形で、波形の形状を規定する主な項目は以下のようになります。

- ・ 波形種別は何か？
- ・ ピーク振幅値はいくらか？
- ・ ハルス幅はいくらか？
- ・ ハルス前ゼロ区間はいくらか？
- ・ ハルス間ゼロ区間はいくらか？
- ・ ハルス後ゼロ区間はいくらか？



## <補償波について>

本波形の補償法は、終速度をゼロとするものです。

終変位については、補償波の付加の方法によって結果が異なります。

(補償波をメインパルスの後に付加する場合)

通常の方式です。

上図のように、メインパルスとパルス幅と振幅が同じで、極性が逆の補償波がメインパルスの後に付加されます。

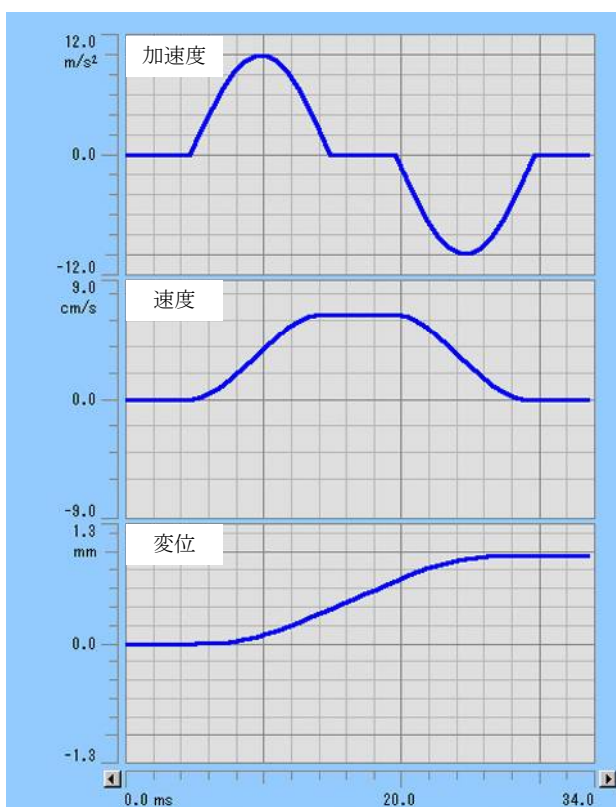
この場合には、終変位はゼロにはなりません。

(補償波をメインパルスの前後に付加する場合)

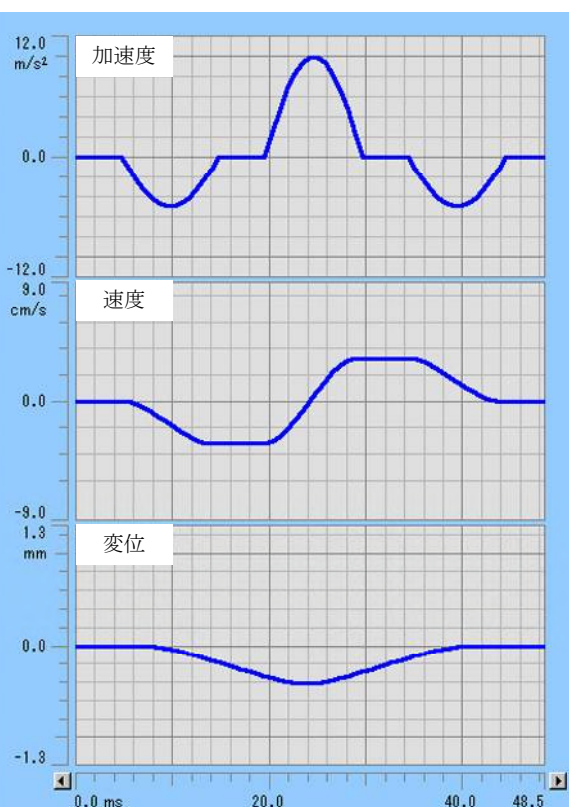
メインパルスとパルス幅が同じで振幅が1/2で、極性が逆の補償波がメインパルスの前後に付加されます。

この場合には、終変位はゼロにはなりません。

補償波を後に付加した場合 (通常)



補償波を前後に付加した場合



対称補償型定義波形を選択すると、

- ・ 波形の種類（波形種別）
- ・ ピーク振幅値
- ・ ハルス幅
- ・ ハルス前ゼロ区間
- ・ ハルス間ゼロ区間
- ・ ハルス後ゼロ区間

等の波形の形状を規定する定義画面（1/2）が表示されます。

対称補償波形定義 (1/2)

波形の種類

ピーク振幅値  m/s<sup>2</sup>

サンプリング周波数

自動設定する(A)

サンプリング周波数

パルス幅  ms

パルス前ゼロ区間  ms

パルス間ゼロ区間  ms

パルス後ゼロ区間  ms

補償波をメインパルスの前後に付加する(B)

<< 戻る(B)   次へ(N) >>   キャンセル

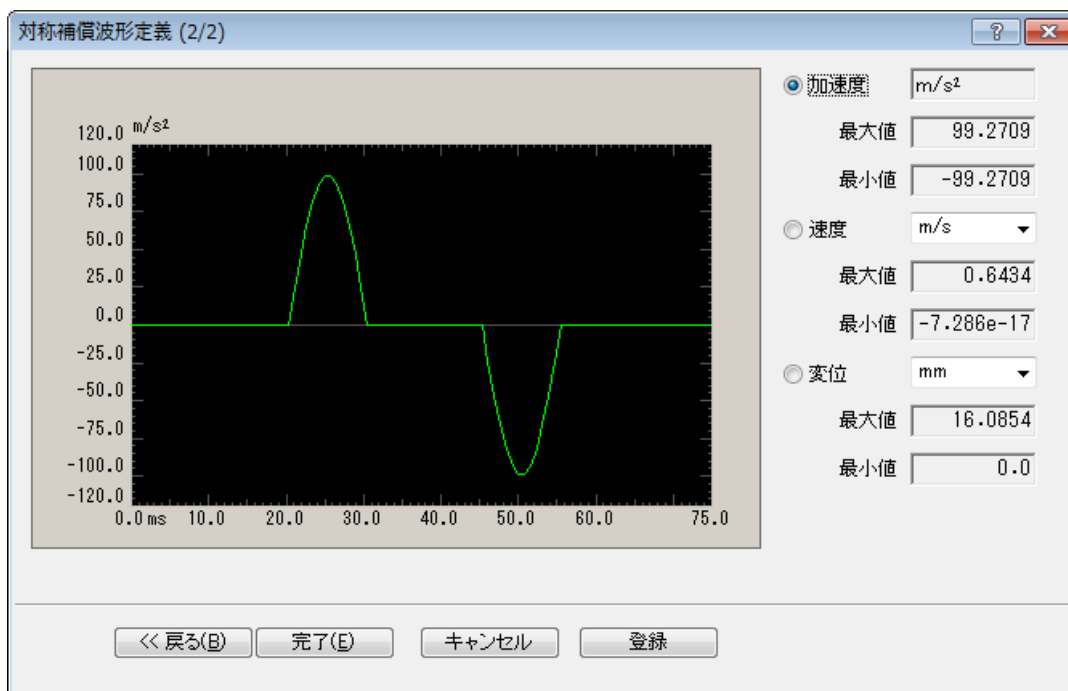
これらの項目の設定が終われば、[次へ] ボタンを押します。

[次へ] ボタンを押すと、生成された加速度波形が表示されます。

定義画面(1/2)が完了すると、定義画面 (2/2) が表示され、生成された加速度波形が表示されます。

[戻る] ボタンを押すと、定義画面 (1/2) に戻ります。

[完了] ボタンを押すと、目標波形の定義が完了します。



### 5.5.1 波形の種類（波形種別）

#### (1) 意味

生成する波形データの種別を選択します。

- ハーフサイン波

正弦波半周期相当のパルス波です。

- ヘーバーサイン波

ハニング関数で表現される波形 1 波形相当のパルス波です。

- 三角波

三角波半周期相当のパルス波です。

実際には、本項で指定した種別のパルス波一個と、これと同じ種類で極性が逆のパルス波が一对として生成されます。（逆極性パルス波は補償波の役割を果たします。）

## 5.5.2 ピーク振幅値

### (1) 意味

生成する波形データのレベルをピーク値により指定します。(0-p)

本項の値は使用する加振システムの最大定格以下に設定してください。

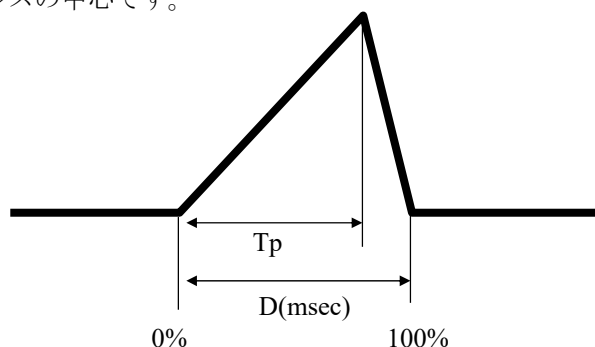
## 5.5.3 ピーク位置

### (1) 意味

公称波形種別 が'三角波'の場合のみ、値を指定します。

ピーク位置Tpの指定は、後で指定する「パルス幅D」に対する百分率、という形で指定します。

50%がパルスの中心です。



## 5.5.4 サンプルング周波数／サンプルング周波数を自動設定する

### (1) 意味

アナログデータをデジタルデータに変換する際のサンプルング周波数 fs を指定します。

計測制御が可能な周波数の上限を示す周波数レンジ fmax は、サンプルング周波数 fs と次の関係があります；

$$f_{\max} = f_s / 2.56$$

サンプルング周波数は、必要な周波数が計測できるように選んでください。

例えば、2000 [Hz] までの観測を要求しているのであれば、fmax の値は少なくとも 2000 [Hz] 以上に設定して下さい。

また、実現できるパルス幅は、サンプルング周波数によって制約されます。

波形種別やその他の条件によっても異なるので一概には言えませんが、サンプルング周波数 fs は、パルス幅内のデータポイント数が概ね15ポイント程度になることを目安として選択してください。

パルス幅内のデータポイント数Ndは、パルス幅をD[ms]とすると、次式で求められます。

$$N_d = D \times f_s / 1000$$

サンプルング周波数を“自動設定する”をチェックする、指定されたパルス幅から妥当と思われるサンプルング周波数が自動的に選択されます。

### 5.5.5 パルス幅

(1) 意味

生成する波形データの半周期分のパルス幅を入力します。

### 5.5.6 パルス前ゼロ区間

(1) 意味

メインパルス波形の前にゼロデータを付加する場合、その長さを指定します。  
初期値として、0[ms]が設定されています。

### 5.5.7 パルス間ゼロ区間

(1) 意味

メインパルス波形と逆極性補償波の間にゼロデータ区間を設ける場合、その長さを指定します。  
初期値として、0[ms]が設定されています。

0[ms]を入力した場合には逆極性の半周期パルスがすぐに続き、結局1周期分の波形データが生成されることとなります。

なお、本区間を設けると要求変位量は確実に増えますので、注意してください。

### 5.5.8 パルス後ゼロ区間

(1) 意味

逆極性の半周期パルス信号終了後にゼロデータ区間を設ける場合、その長さを指定します。  
初期値として、0[ms]が設定されています。

### 5.5.9 補償波をメインパルスの前後に付加する

(1) 意味

通常は、補償波（逆極性の半周期パルス信号）はメインパルスの後に付加されますが、メインパルスをメインパルスの前後に付加します。

この場合、メインパルスとパルス幅が同じで振幅が1/2の補償波がメインパルスの前後に付加されます。また、終速度と終変位は共にゼロとなります。

## 5.6 減衰正弦波

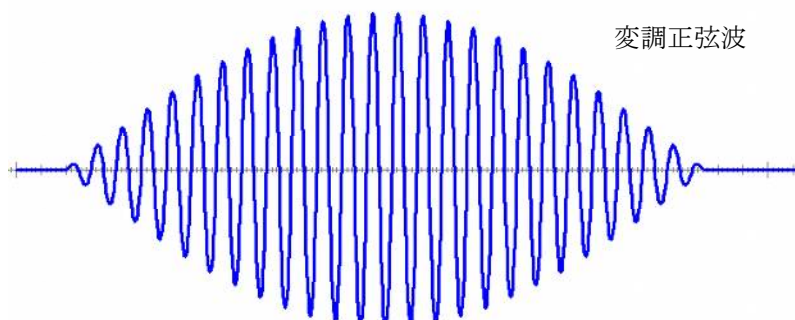
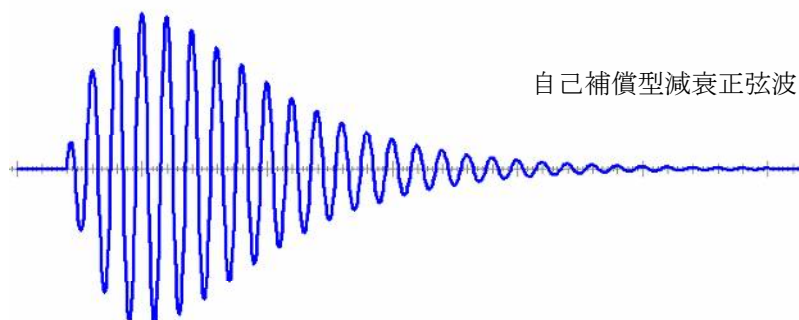
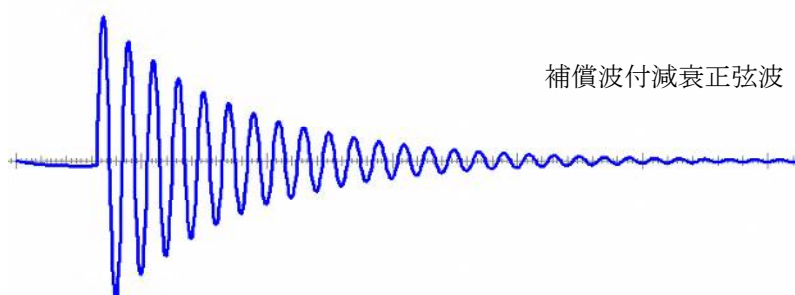
減衰正弦波の加速度波形データを生成します。

制御量のディメンジョンは「加速度」に限定されます。

減衰正弦波は、

下図のような加速度波形で、波形の形状を規定する主な項目は以下のようなものがあります。

- ・減衰正弦波の種類（合成波形種別）は何か？
- ・減衰正弦波の振幅値はいくらか？
- ・減衰正弦波の周波数はいくらか？
- ・減衰正弦波の減衰率はいくらか？
- ・サンプリング周波数はいくらか？
- ・データの長さ（データポイント数）はいくらか？



また、これらの減衰正弦波を複数足し合わせた合成波を作成することも可能です。

なお、本システムで生成される減衰正弦波は、以下の条件を満たします。

初速度 = 終速度 = 0

初変位 = 終変位 = 0

減衰正弦波を選択すると、

- ・ 合成波形種別
- ・ 各要素波（減衰正弦波）の振幅値
- ・ 各要素波（減衰正弦波）の周波数
- ・ 各要素波（減衰正弦波）の減衰率
- ・ サンプリング周波数
- ・ データポイント数

等の波形の形状を規定する合成波定義画面が表示されます。

減衰正弦波 (1/2)

サンプリング周波数 2560.00 Hz 制御単位 m/s<sup>2</sup>

データポイント数 4096 points

合成波種別 補償波付減衰正弦波

補償波周波数 1.00 Hz 補償波減衰率 50.0 %

No.	周波数[Hz]	振幅[m/s <sup>2</sup> ]	減衰率[%]	遅延[ms]
1	100.00	50.0	1.0	300.0

要素波パラメータ

周波数 100.00 Hz 振幅 50.0 m/s<sup>2</sup> 追加(A)

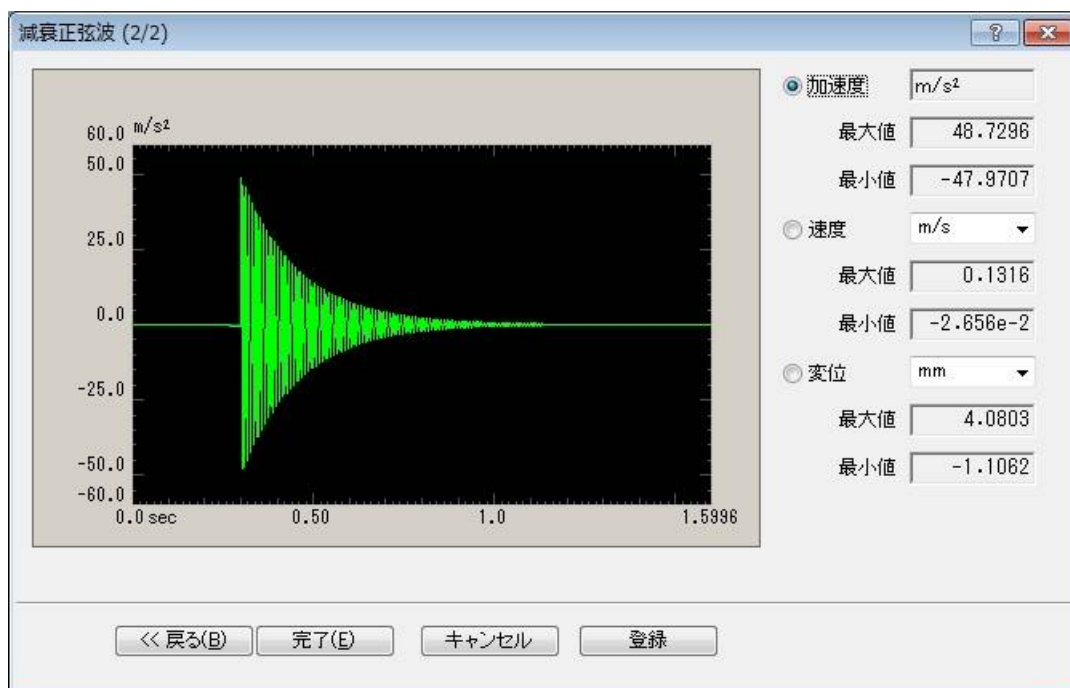
減衰率 1.0 % 遅延 300.0 ms 変更(C)

削除(D)

<< 戻る(B) 次へ(N) >> キャンセル

これらの項目の設定が終われば、[次へ] ボタンを押します。





合成波定義画面が完了すると、減衰正弦波画面 (2/2) が表示され、生成された加速度波形が表示されます。

「減衰正弦波 (1/2)」タブを押すと、合成波定義に戻ります。

[OK] ボタンを押すと、目標波形の定義が完了します。

### 5.6.1 合成波種別

#### (1) 意味

生成する波形データの種別を指定します。

#### ① 補償波付減衰正弦波 (CEDS\*2)

本波形は、D.O.Smallwood 氏の考察によるものです\*1。

減衰正弦波の重ねあわせとして合成波  $\ddot{x}(t)$  を生成します；

$$\ddot{x}(t) = \sum_{i=1}^n U(t - \tau_i) A_i \exp\{-\zeta_i \omega_i (t - \tau_i)\} \sin \omega_i (t - \tau_i) \quad (5-6-1)$$

ところで、これは補償波分が付加されていないので、もうひとつ余分な減衰正弦波成分  $\omega_m$  を付け加え、

$$\begin{aligned} \ddot{x}(t) = & \sum_i^n U(t - \tau_i) A_i \exp\{-\zeta_i \omega_i (t - \tau_i)\} \sin \omega_i (t - \tau_i) \\ & + U(t + \tau_m) A_m \exp\{-\zeta_m \omega_m (t + \tau_m)\} \sin \omega_m (t + \tau_m) \end{aligned} \quad (5-6-2)$$

なる形の合成波を生成しようというものです。ここに  $U(t)$  は Heaviside のステップ関数です。

問題は、補償波項をいかに定めるか、ということですが、Smallwood 氏はラプラス変換の技法によって(5-6-2)の速度及び変位表現を求め、変数  $\omega_m$  と  $\tau_m$  の関数として、 $A_m$  と  $\tau_m$  を定めています。つまり、補償波の周波数と減衰率はユーザ定義量として与えられ、これらの量 ( $A_i, \zeta_i, \omega_i, \tau_i$ ) から  $A_m$  と  $\tau_m$  を求めるのです。

指定された  $\omega_i$  と  $\zeta_i$  の組み合わせによっては、設定されたフレームタイムの間には充分な

減衰が生じず、収束条件を満たさないことがあります。そこで、本プログラムでは先ず $\omega_i$ を指定し、指定された $\omega_i$ に対しフレームタイム内(正確には更にそれから下に述べる遅延時間を差し引いた時間内)に十分な減衰が生じるための減衰率下限値を算出し、その値以上の指定値のみを受け付ける仕様としています。

遅延時間の時間原点はフレームタイムの開始点です。ここを起点として指定された時間後に波形データが発生し、必要な補償波が付加された形でデータが生成されます。

ただし、プログラムによって強制的に遅延時間が変更されることがあり得ることにご留意ください。

\*1) 文献 D.O.Smallwood

"Matching Shock Spectra with Sums of Decaying Sinusoids Compensated for Shaker Velocity and Displacement Limitation."

Shock and Vibration Bulletin. 44(3) : 43~56

\*2) Compensated Exponentially Decaying Sinusoid

②自己補償型減衰正弦波 (ZERD)

CEEDSとは異なるアプローチで、減衰正弦波に補償を施す方法が、D.K.Fisher 氏と M.R.Posehn 氏によって提案されています\*3。

彼らの命名になるこのZERD波(Zero Residual Displacement)は、次に述べるWAVSYN波と同様、減衰正弦波そのものに補償波の効果を含めてしまうように設計された波形であり、減衰正弦波は次の関数によって定義されます；

$$\ddot{x}(t) = A \exp(-\zeta \omega t) [\sin \omega t + \omega t \cos(\omega t + \psi)], t \geq 0$$

$$\psi = \tan^{-1} \left( \frac{-2\zeta}{\zeta^2 - 1} \right) \quad (5-6-3)$$

すなわち、波形定義において指定する量は、A、 $\omega$ 、 $\zeta$  であり、本プログラムは更に遅延時間  $\tau$  の指定もサポートしています。

CEEDS と同様、指定  $\omega$  に対応する  $\zeta$  の最小値が (収束条件を満たすため) 本プログラムによって管理されます。また、 $\zeta$  の最大値は99% とします。

この波形は、特徴的な包絡線をもっています。

\*3)文献 Christian Lalanne

"Mechanical Vibration & Shock Mechanical Shock Volume II " : 253~258

Hermes Penton Science

### ③変調正弦波(WAVSYN)

次の式で記述される波形を生成します\*4。

$$\ddot{x}(t) = A \sin(kt) \sin(\omega t) \quad \begin{array}{l} 0 \leq t \leq T \\ \text{その他の } t \end{array}$$
$$k = \omega/m$$
$$T = m\pi/\omega$$
$$m = 3, 5, 7, 9, \dots \quad (5-6-4)$$

ここに、 $m$  は半波長分の波を単位として数えたときの波の数であり、「波数」と呼ぶことにします。

この波数は、変調正弦波それ自身が補償波の効果を満たすものとして用いられますが、そのためには波数は3以上の奇数であることが必要です。

波数は、他の合成波の場合の減衰率に相当します。ただし、波数と減衰率は互いに逆数的な関係にあります。すなわち、大きな波数は、小さな減衰率に相当します。

WAVSYN の指定パラメータは、 $A$ 、 $\omega$ 、 $m$  それに遅延時間  $\tau$  であり、指定された  $\omega$  に対応する可能な  $m$  の最大値がプログラムによって管理されており、これが3未満の数の場合の指定  $\omega$  値の定義は受け付けられません（この場合、 $\omega$  を大きくするか、より大きなフレームタイムを設定するように、データポイント数  $N$  を大きくしてください）。

\*4) 文献 R.C.Yang

"Safeguard BMD System - Development of a Waveform Synthesis Technique "

SAF-64 (New York : Ralph M Parsons Co, Aug. 28, 1970 )

## 5.6.2 サンプリング周波数

### (1) 意味

生成する波形データのサンプリング周波数  $f_s$  を選択します。

本項の設定により、波形制御プログラムが本データを使用する際の「周波数レンジ  $f_{max}$ 」が確定することになります。

なお、周波数レンジ  $f_{max}$  は、サンプリング周波数  $f_s$  と次の関係で結ばれています；

$$f_{max} = f_s / 2.56 \text{ [Hz]}$$

## 5.6.3 データポイント数

### (1) 意味

前項のサンプリング周波数でサンプリングされたデータポイントをいくつ使って波形データを表現するか、の個数のことです。

波形データの全長  $T$  [s] は、次式で決まります；

$$T = N / f_s \text{ [s]} \quad N: \text{データポイント数}$$

## 5.6.4 補償波周波数

### (1) 意味

合成波形種別がCEDS の場合に必要な定義項目であり、指定された減衰正弦波群の重ね合わせられた加速度波形に対し、「終速ゼロ、終変位ゼロ」のための補償を行う補償波(これも減衰正弦波)の周波数のことです。

通常は、他の要素波群中の最小周波数より更に小さい値とします。

## 5.6.5 補償波減衰率

### (1) 意味

前項のCEDSの補償波に与える減衰率を指します。

通常は、「100%」とするのが妥当と思われれます。

## 5.6.6 要素波（減衰正弦波）の登録

以下のボタンを使用することにより合成波の定義を行います。

「追加...」 : 減衰正弦波の登録を行います。

「変更...」 : 既に登録された減衰正弦波の内容を変更します。

対象の番号を選択し、本ボタンを押下すると、当該パラメータが表示されますので、パラメータの変更を行ってください。

「削除」 : 既に登録された減衰正弦波を削除します。

対象の番号を選択し、本ボタンを押下します。

### 5.6.6.1 周波数

#### (1) 意味

三種の特殊波形CEDS、ZERD、WAVSYNに共通な定義項目であり、各成分に与える周波数を指します。

### 5.6.6.2 振幅

#### (1) 意味

三種の特殊波形CEDS、ZERD、WAVSYNに共通な定義項目であり、各成分に与える初期振幅値 $A_i$ を指します。

尚、本プログラムで作成される特殊波形データは、全て加速度量です。

### 5.6.6.3 減衰率

#### (1) 意味

CEDSとZERDに共通な定義項目であり、各成分に与える減衰率 $\zeta_i$ を指します。

#### <下限値>

本項目の定義可能下限値は、プログラムによって次のように定められています；

定義された特殊波形の振幅が、生成データの終端において、初期振幅値 $A_i$ の1/100以下に減衰する大きさの $\zeta_i$ を下限値とする。

すなわち、設定データ長 ( $f_s$  と  $N$  で決まる) 内で、各波形が十分な減衰をすることを保証する条件として、下限値は定められます。

従って、下限値が大きすぎる場合は、次のように対処してください；

- ・データ長を大きくする設定とする。
- ・遅延時間を小さくする。

#### <上限値>

CEDS の場合            999.99%

ZERD の場合            99 %

と定められています。

### 5.6.6.4 変調正弦波波数

#### (1) 意味

WAVSYNの場合の定義項目であり、CEDS、ZERD における減衰率に対応するものです。

注意すべきことは、大きな波数は小さな減衰率に対応することです。

#### <下限値>

WAVSYN の定義により、3 です。

#### <上限値>

定義された波形が、設定されているデータ長の中に収まる最大の波数としてプログラムにより定められています。

### 5.6.6.5 遅延時間

#### (1) 意味

三種の特殊波形CEDS、ZERD、WAVSYNに共通な定義項目であり、各成分に与える遅延時間  $\tau_i$  を指します。すなわち、本項目により各波形の時間始点が定められます。

例えば、 $\tau_i = 10\text{ms}$  であれば、その波形はデータ生成開始点から測って10ms経過した時刻に開始する波として生成されます。

## 第6章 操作関連補足

### 6.1 Classical Shock 波形以外の SHOCK テストのトレランスチェック

SHOCKテストのトレランスの設定は、Classical Shock 波形では目標波形の定義に含まれていますが、その他の種別の目標波形では目標波形の定義（テスト定義）とは独立して行います。

なお、トレランスは制御結果の判断の目安となるもので、制御性能に影響を与えるものではありません。

Classical Shock 波形以外の目標波形のトレランスは、各テストファイルの定義ファイルには含まれず、テスト実行時にその都度設定します。トレランスは、以下の項目で規定されます。

- ・トレランス幅（目標波形のピーク値に対する百分率で指定）

なお、トレランス幅の初期値は「動作設定」で指定します。

詳細は動作設定の“6.5.1 トレランス”を参照ください。

## 6.2 加振レベルの変更

加振レベルの変更は、以下の手順に沿って「加振条件」で行います。

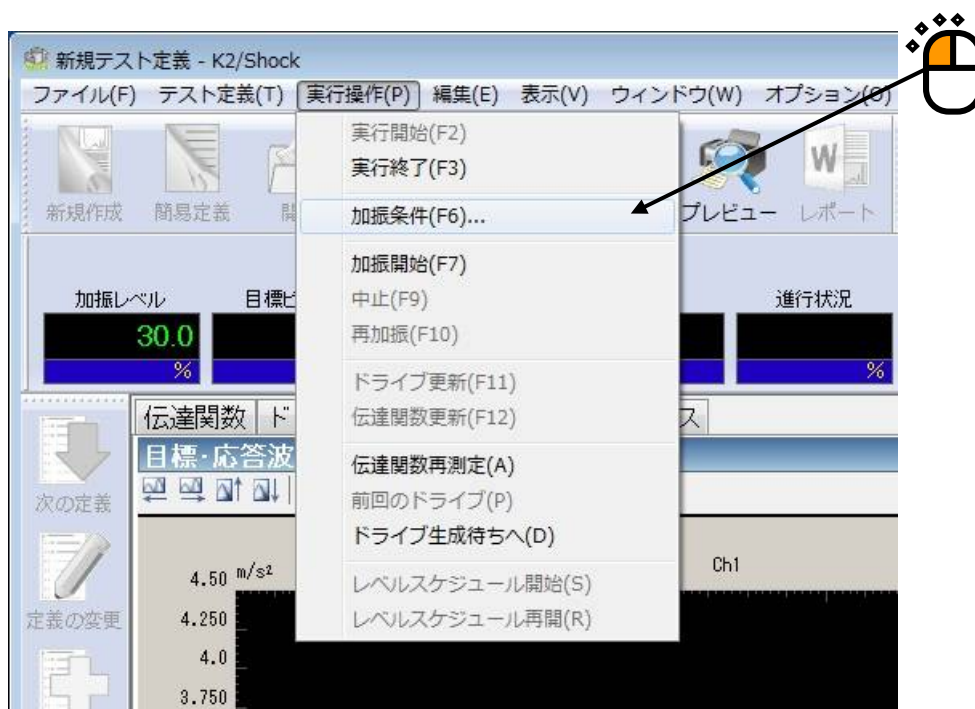
「加振条件」の内容は、加振開始前の状態で変更可能になります。

なお、加振レベルの初期値は、「制御条件」定義の「初期レベル」で指定します。

<操作手順>

<Step1>

メニューバーの実行操作から「加振条件」を選択します。

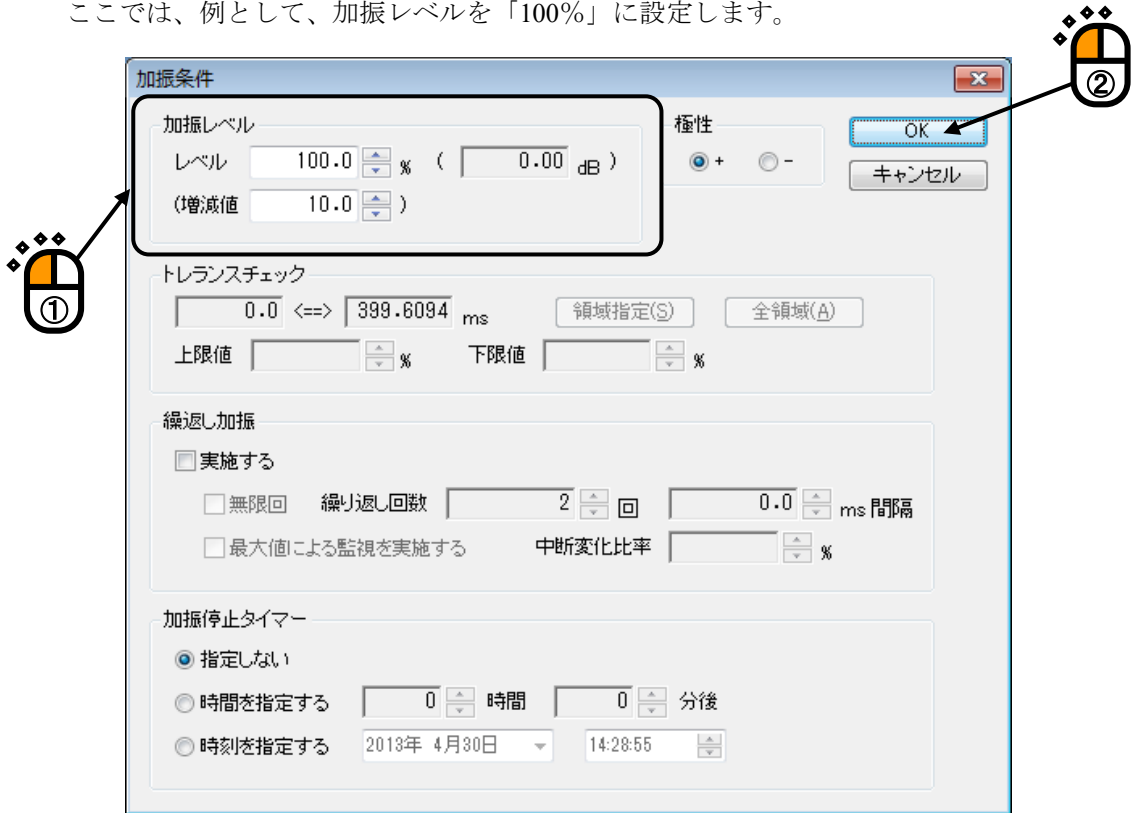


< Step2 >

「加振レベル」を指定します。

初期値には、「制御条件」定義の「初期レベル」で指定されている値が設定されています。

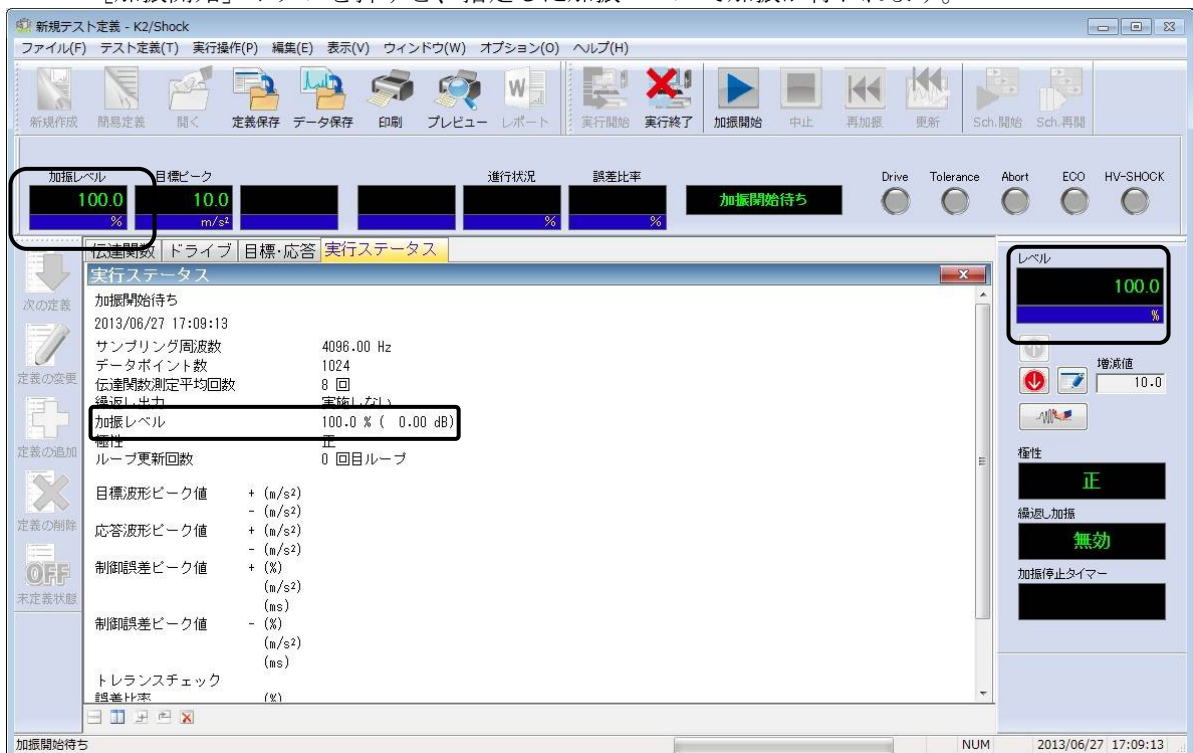
ここでは、例として、加振レベルを「100%」に設定します。



< Step3 >

加振レベルが指定した値に設定されます。

[加振開始] ボタンを押すと、指定した加振レベルで加振が行われます。





### 6.3 目標波形の極性の変更

目標波形の極性の変更は、以下の手順に沿って「加振条件」で行います。

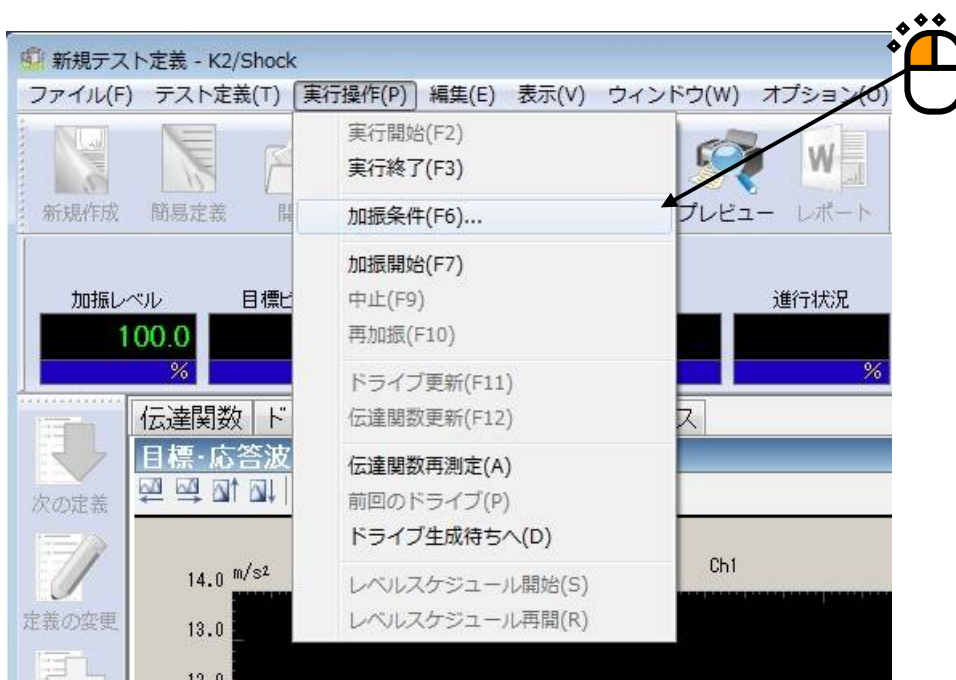
「加振条件」の内容は、加振開始前の状態で変更可能になります。

なお、目標波形の極性の初期値は、「制御条件」定義（詳細定義）の「極性」で指定します。

<操作手順>

<Step1>

メニューバーの実行操作から「加振条件」を選択します。



### <Step2>

「極性」を選択します。

初期値には、「制御条件」定義の「極性」で指定されている値が設定されています。

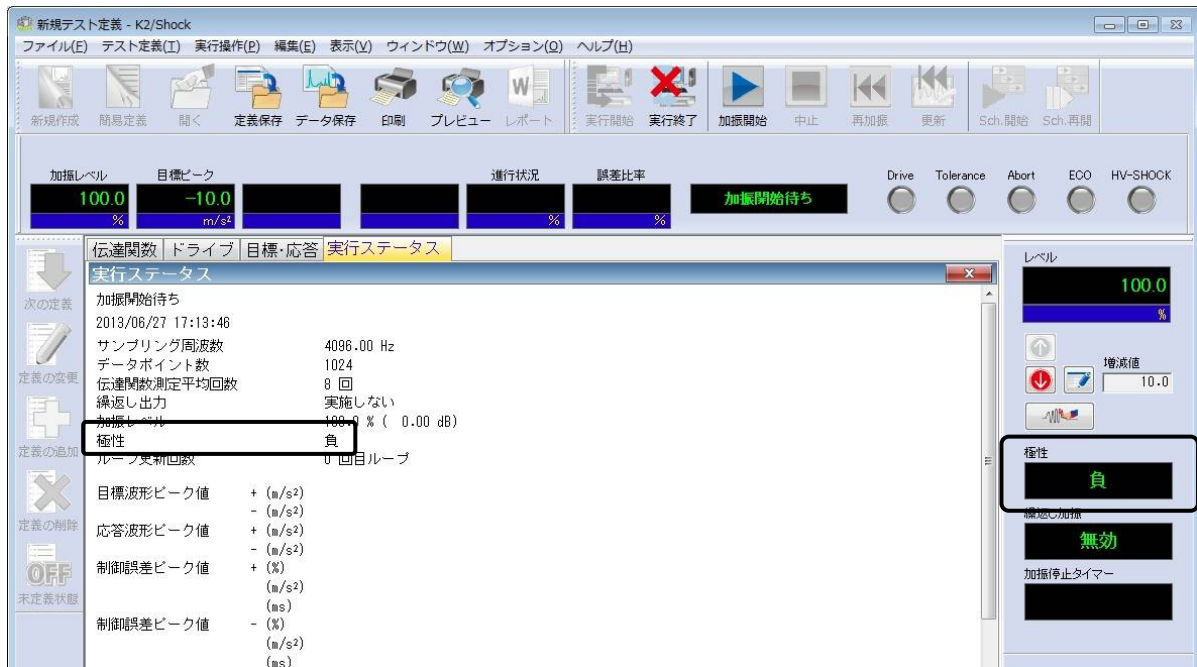
ここでは、例として、極性を「マイナス」に設定します。



### <Step3>

指定した極性に設定されます。

[加振開始] ボタンを押すと、指定した極性で加振が行われます。



## 6.4 繰返し加振の実行

### 6.4.1 繰返し加振の実施

繰返し加振の実行は、以下の手順に沿って「加振条件」で設定します。

「加振条件」の内容は、加振開始前の状態で変更可能になります。

繰返し加振の条件は、以下の2つの項目で規定されます。

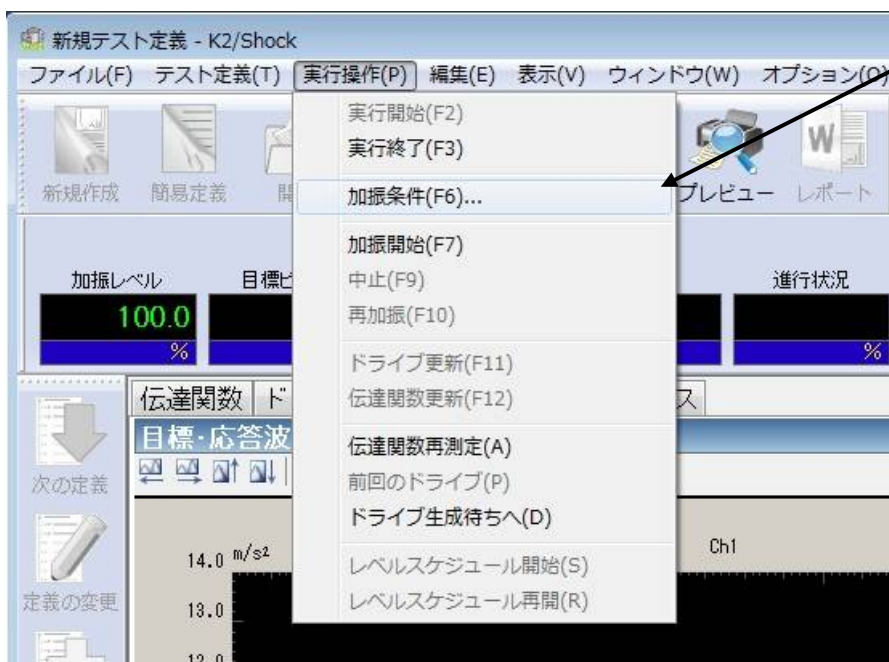
- ・ 繰返し回数
- ・ 繰返し間隔

なお、繰返し加振の条件の初期値は、「制御条件」定義（詳細定義）の「繰返し加振」で指定します。

< 操作手順 >

< Step1 >

メニューバーの実行操作から「加振条件」を選択します。



< Step2 >

繰返し加振の「実施する」をチェックします。

回数を指定しない場合には「無限回」をチェックします。回数を指定する場合には「無限回」をチェックを外し、「繰返し回数」に回数を入力し、繰返し間隔を指定します。

初期値には、「制御条件」定義の「繰返し加振」で指定されている条件が設定されています。

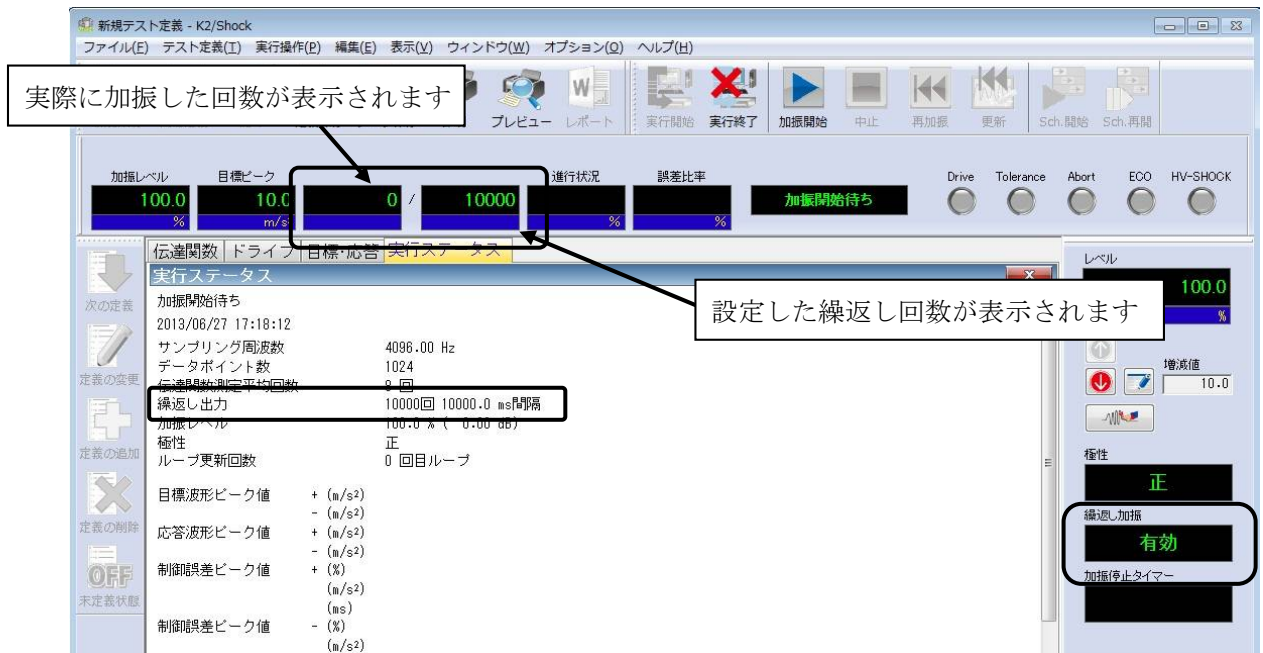
ここでは、例として、「繰返し回数：10000回」、「繰返し間隔：10000ms」に設定します



< Step3 >

指定した繰返し加振の条件になります。

[加振開始] ボタンを押すと、指定した繰返し加振の条件で繰返し加振が行われます。



## 6.4.2 最大値による監視の実施

繰り返し加振において、加振機やセンサの異常などの時に加振を中断したい場合に設定します。

1回目の加振応答のピーク値と2回目以降の加振応答のピーク値を比較し、指定した比率（中断変化比率）を超えた場合に加振を中断します。

<操作手順>

<Step1>

前項の繰り返し加振の設定をします。



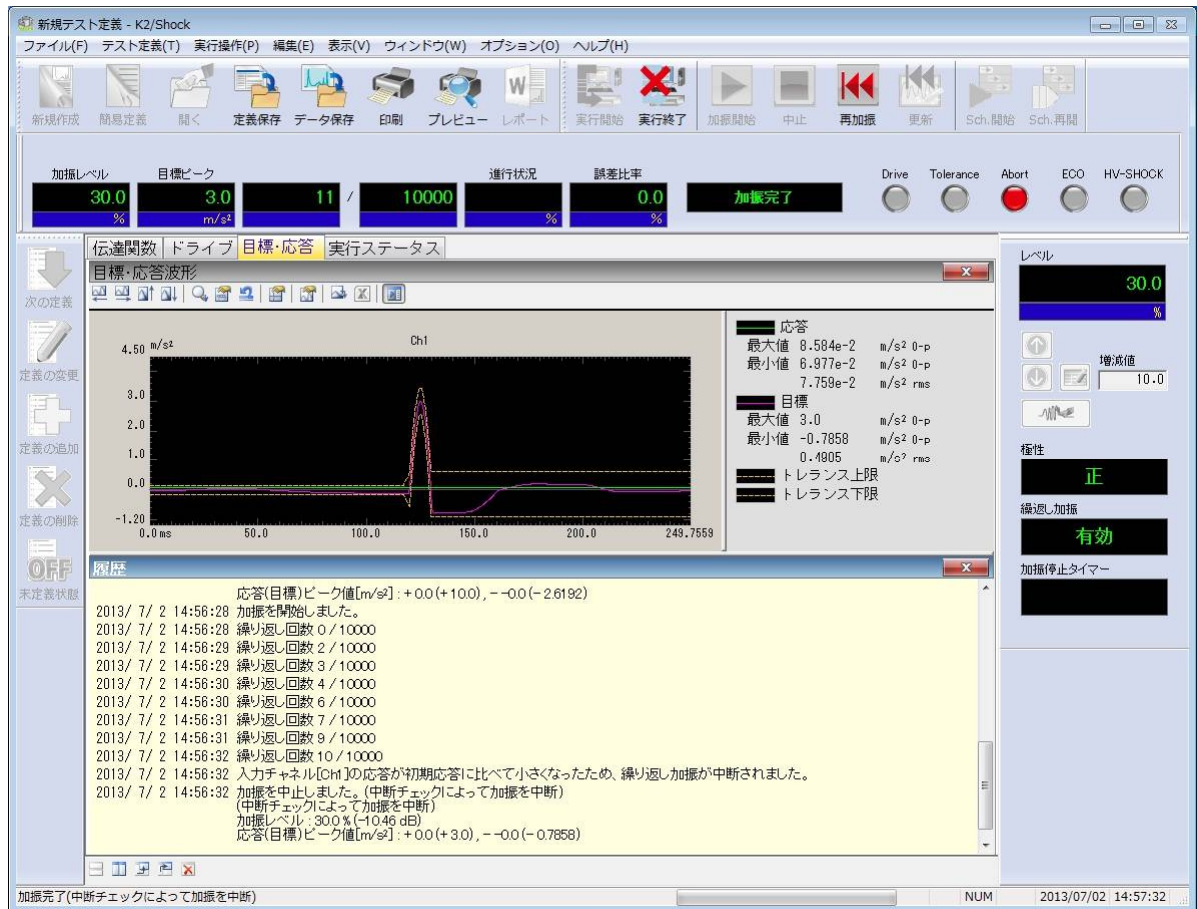
<Step2>

「最大値による監視を実施する」をチェックします。

中断変化比率を指定します。ここでは、例として、「中断変化比率：20%」に設定します。



繰り返し加振時に応答が小さくなった場合の例を以下に示します。

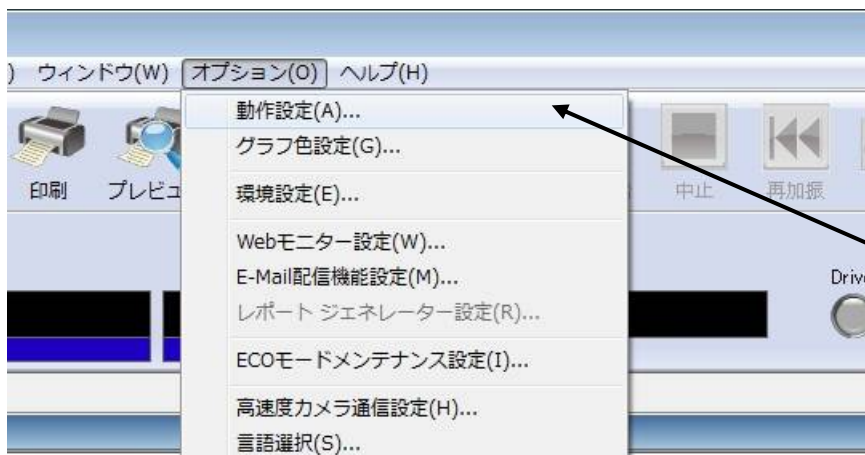


応答が小さくなると、繰り返し加振を中断した旨のメッセージが履歴に表示され、加振を停止します。

## 6.5 動作設定

動作設定について説明します。

動作設定の画面を表示するには、メニューの「オプション」→「動作設定」を選択します。



引 SHOCK  
テム構成 単一加振機  
データ なし  
データ なし

動作設定

トランス初期値

上限値 10.0 %

下限値 -10.0 %

加振終了時にデータを自動で保存する

誤差値計算方法

rms基準  ピーク基準

実位・速度算出処理

自動設定  手動設定  実施しない

処理方法

速度のDC カット処理を行う

ハイパスフィルタ処理を行う

カットオフ周波数 [ ] Hz

次数 [ ]

伝達率表示単位

dB  %  単位/単位

100%を超える加振レベルの指定を可能とする

実行時のページ状態保持

ページ配置を保持する 初期化

グラフスケールを保持する

ドライブ更新

目標波形長のみを対象とする

ハニング窓を使用

履歴クリア

実行開始時に履歴をクリア

データ保存

データファイル名を自動設定

## 6.5.1 トレランス

「加振条件」のトレランス幅の初期値を設定します。

ここでは、トレランス幅の上限値と下限値を目標波形のピーク値に対する百分率で指定します。

## 6.5.2 速度・変位の算出処理

速度・変位の算出処理の方法を指定します。

制御量が加速度のときにのみ有効です。

定積分の特性や加速度データの低周波域の信頼性によって、単純に積分した速度波形および変位波形でシステム定格チェックを行った場合に、目標波形の過大变位または過大速度でエラーになってしまい、試験自体が出来なくなってしまうことがあります。この機能は、この現象を避け、適切な速度波形および変位波形が得られるような補正処理を行うものです。

ただし、過大变位または過大速度が事実の場合もありえますので、十分注意して利用してください。

加速度波形から得られる速度波形および変位波形はあくまでも参考値である ことをご了承ください。もし、正確な応答変位波形を得たいのなら変位センサをご使用ください。

### <自動設定>

- ・目標波形種別が「実測波形」と「サインバースト波形」の場合
  - ・速度のDCカット処理：行う
  - ・ハイパスフィルタ処理：行う  
カットオフ周波数： $\max[2\Delta f, \text{制御下限周波数}]$ 、次数：1
- ・その他の場合
  - ・速度のDCカット処理：行わない
  - ・ハイパスフィルタ処理：行わない

### <手動設定>

補正処理を下記の処理の組み合わせで行います。

- ・速度波形のDCカット処理を行う  
速度波形を算出時にDC成分を差し引きます。
- ・ハイパスフィルタ処理を行う  
変位波形にハイパスフィルタ（バーターワースフィルタ）を施し、変位波形を補正します。“ハイパスフィルタ処理を行う”場合には、フィルタの「カットオフ周波数」と「次数」を指定します。カットオフ周波数が高いほど、算出される変位は小さくなります。また、次数が高いほどフィルタの傾きは急峻になります。  
加速センサの使用可能な周波数帯域外の低周波数域の信号をカットしてください。積分処理によって低周波数域での信号成分は増幅されますから、予め除去しておく必要があります。



### 6.5.3 伝達率表示単位

伝達率グラフの振幅値の表示単位を選択します。

本指定は、伝達率を計算する2つのデータの単位が同じ伝達率グラフでのみ有効です。

伝達率を計算する2つのデータの単位が異なる伝達率グラフの場合、振幅値の表示単位は常に「単位/単位」になります。

### 6.5.4 加振終了時にデータを自動で保存する

加振終了時にデータファイルを自動で保存します。

作成されるデータファイルのファイル名は、以下の通りです。

テストファイル名XXX.vdf

XXX：加振を終了する度に通し番号が付けられます。繰返し加振時は一番最後の加振のデータのみが保存されます。

### 6.5.5 100%を超える加振レベルの指定を可能とする

加振時に100%以上の加振レベルを設定できるようにします。上限は200%です。

本機能は危険性を十分に理解した上で使用してください。誤って使用するとシステムを破損する可能性があります。100%以上の加振をしたい場合には、本機能を使用せず、目標波形自体のレベルを大きくすることを強く推奨します。

定義時の定格チェックは100%で実施されます。従って、100%以上の加振ができるかどうかは定時完了時にはわかりません。ただし、加振前毎に定格チェックが行われますので、「定格以上の加振ができない」という安全機能は働きます。

### 6.5.6 実行時のページ状態保持

- ・「ページ配置を保持する」チェックボックス

試験実行時の画面配置を保持する場合に選択します。画面配置は、各テスト種別毎に記憶されます。画面配置を保持しておく、と、次回の試験実行時に前回と同じ設定でグラフ等が表示されます。

「ページ配置を保持する」のチェックを外すと、それ以降に変更した画面配置は記憶されません。

- ・「グラフスケールを保持する」チェックボックス

試験実行時に表示されているグラフのスケールを保持する場合に選択します。グラフスケールは、各テスト種別毎に記憶されます。

グラフスケールを保持しておく、と、次回の試験実行時に前回と同じスケールでグラフが表示されます。

「グラフスケールを保持する」のチェックを外すと、それ以降に変更したグラフスケールは記憶されません。

- ・「初期化」ボタン

画面配置 及び グラフスケールを初期状態に戻す場合に選択します。

### 6.5.7 誤差計算方法

目標と応答との誤差計算方法を動作設定の「誤差計算方法」で切り替えることができます。

- ・ rms基準 :

目標波形のrms値に対する誤差波形のrms値の比率を百分率で表したものです。

$$\text{誤差比率}[\%] = \frac{\text{誤差波形のrms値}}{\text{目標波形のrms値}} \times 100$$

- ・ ピーク基準 :

目標波形のピークーピーク値に対する誤差波形のピーク値の比率を百分率で表したものです。

$$\text{誤差比率}[\%] = \frac{\text{誤差波形のピーク値}}{\text{目標波形のp-p値}} \times 100$$

### 6.5.8 ドライブ更新

ドライブ更新すると目標波形の領域外で不要な応答が生じることがあります。このような場合に本機能を使用してください。

- ・ 「目標波形長のみを対象とする」チェックボックス

目標波形の領域外の誤差波形の影響をドライブ更新から排除します。ただし、強制的に目標波形の領域外の誤差波形を無視しますので、目標波形の領域の前後のドライブ波形に不要な成分が生じることがあります。そのため、通常は、次項目の「ハニング窓を使用する」を選択してください。

- ・ 「ハニング窓を使用する」チェックボックス

ドライブ更新の際に誤差波形の連続性を考慮して目標波形の領域外の誤差を無視します。ただし、目標波形の最初と最後の領域での応答波形の誤差の収束は悪くなります。

### 6.5.9 履歴クリア

- ・ 「実行開始時に履歴をクリア」チェックボックス

実行開始時にそれまでの履歴を自動的にクリアしたい場合に選択します。

### 6.5.10 データ保存

- ・ 「データファイル名を自動設定」チェックボックス

手動でデータファイルを保存する時、ファイルの保存先や名前を自動で設定したい場合に選択します。

自動を選択していると、メニューやツールバーからデータ保存を選択してもファイル選択画面が表示されず、テストファイルと同じフォルダにテストファイル名に3桁の通し番号が付いた名前でデータファイルが保存されます。

例 テストファイルが「C:¥K2Data¥ShockTest.sho2」の場合、

「C:¥K2Data¥ShockTest001.vdf2」というファイルで保存されます。

※同名のファイルがある場合は、通し番号を1増やした名前で保存されます。

選択されていない場合はファイル選択画面が表示され、任意に保存先やファイル名を選択できます。

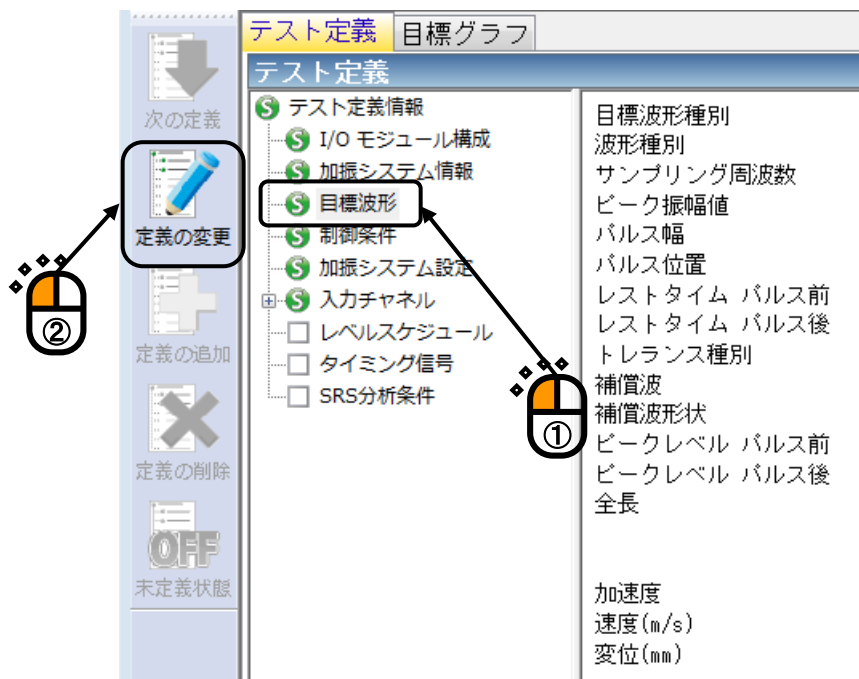
## 6.6 目標波形種別の変更

定義済みの目標波形の種別を変更する手順を説明します。

<操作手順>

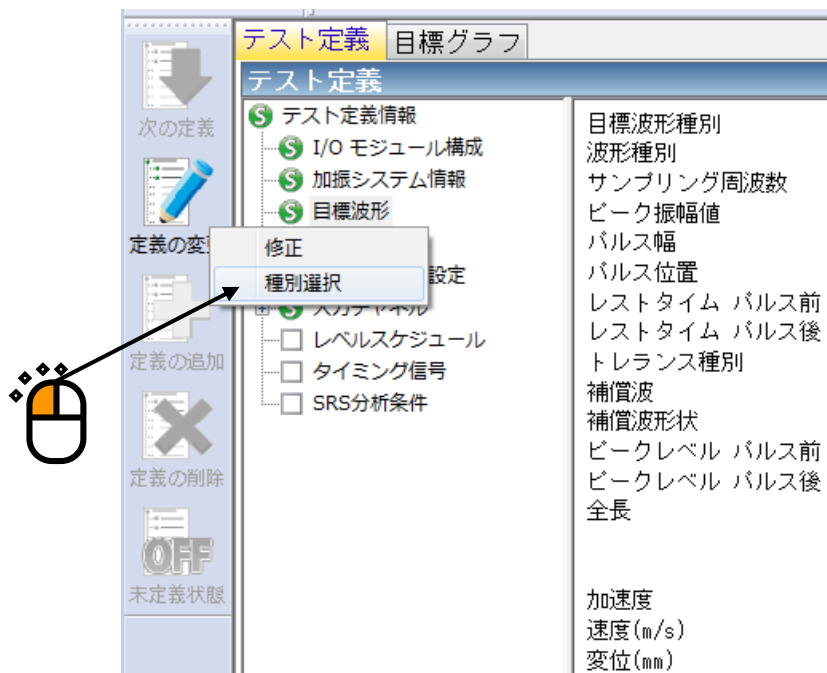
<Step1>

テスト定義の目標波形の項目を選択し、[定義の変更] ボタンを押します。



<Step2>

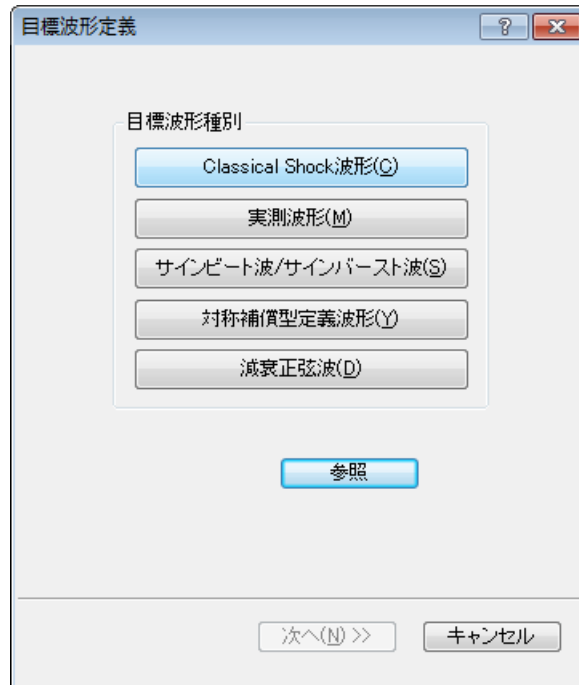
「修正」か「種別選択」かを指定するメニューが表示されますので、「種別選択」選びます。



<Step3>

目標波形種別選択画面で、定義したい目標波形種別を選択し、[次へ] ボタンを押します。各々の種別に沿った定義画面が表示されます。

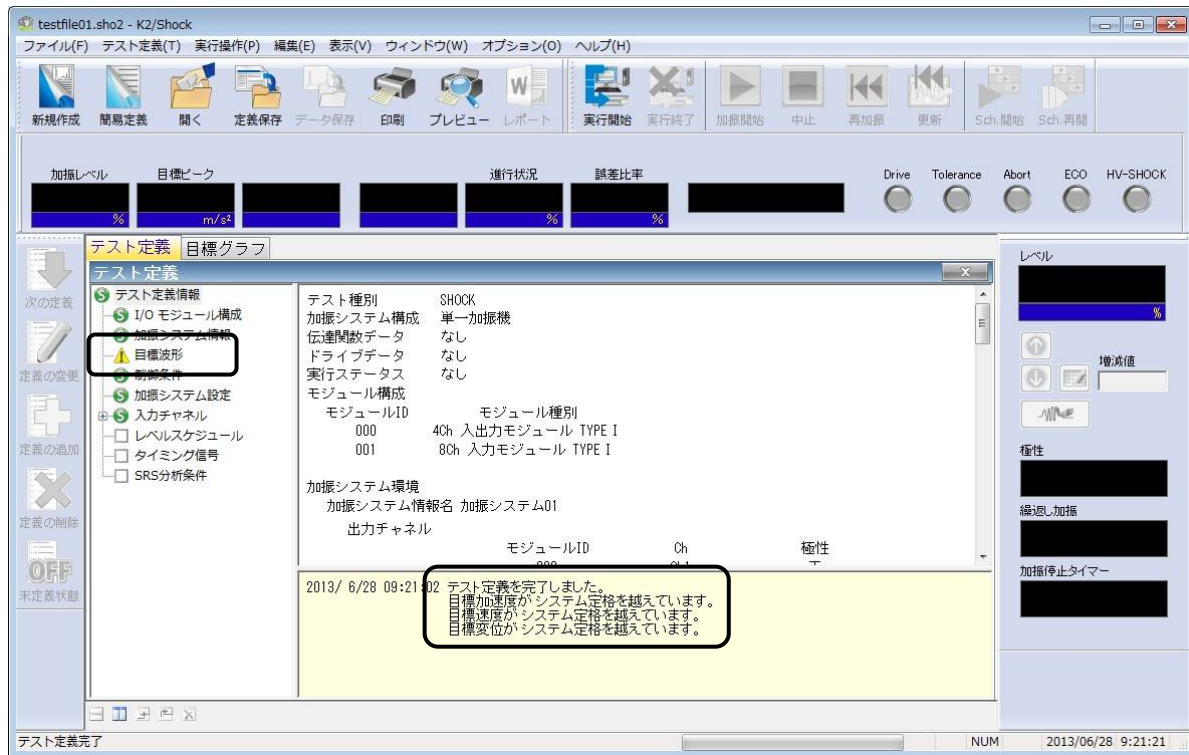
これ以降の各種別ごとの定義については、“第5章 目標波形の定義”を参照してください。



## 6.7 システム定格チェック

目標波形が加速度の場合には、安全機能として、その目標波形の変位波形と速度波形を求め、システム定格値と比較しチェックを行います。

もし、それらの値がシステム定格値を超える場合には、エラーメッセージまたはワーニングメッセージを出力します。



変位波形と速度波形の算出については、“6.5.2 速度・変位の算出処理”を参照してください。

加振力によるシステム定格チェックについては、“4.12 セーフティチェック”を参照してください。

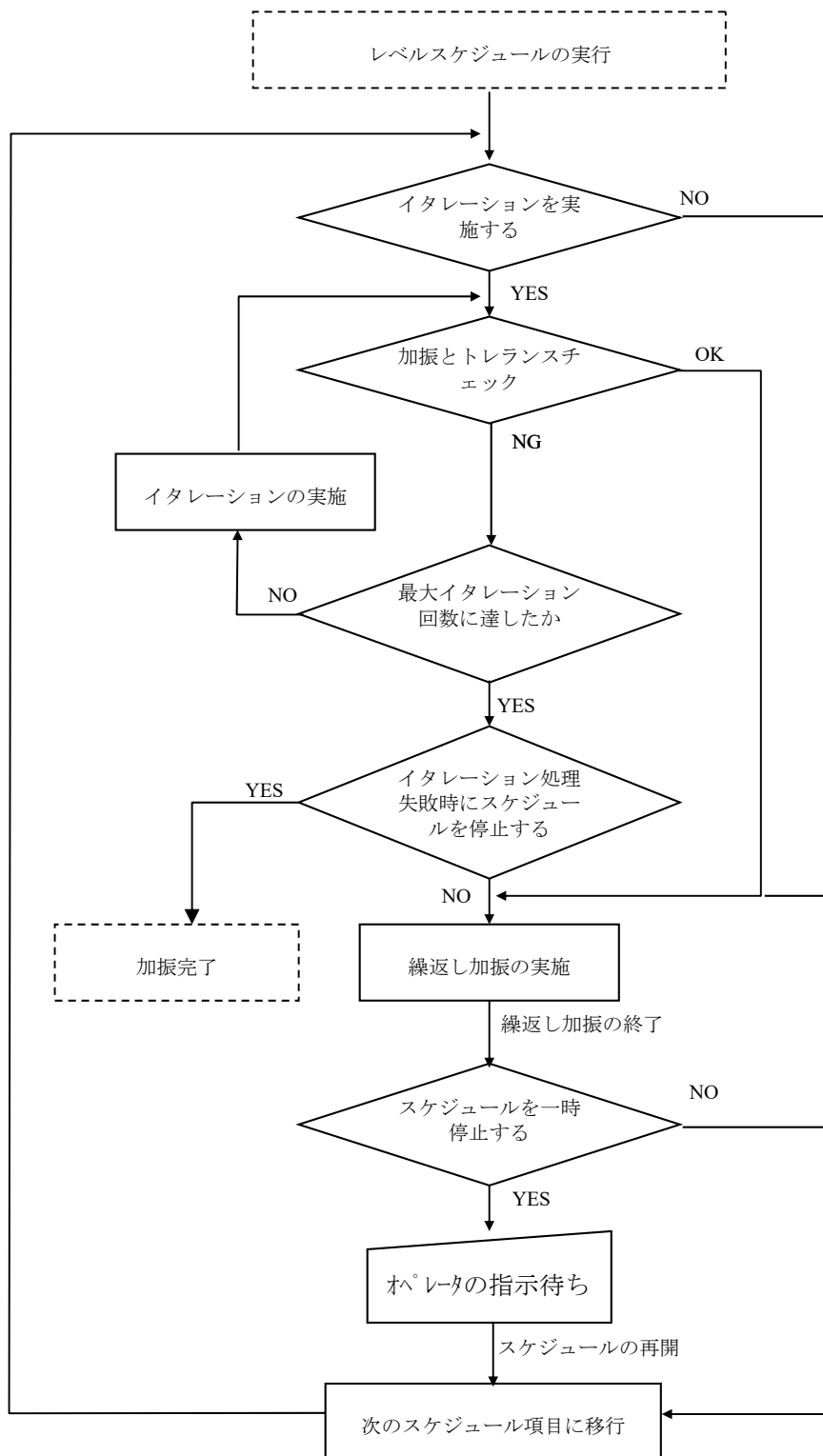
## 6.8 誤差比率

加振が終了すると、トレランスチェックの結果や誤差比率等の加振結果が表示されます。  
表示されている誤差比率は、“6.5.7 誤差計算方法”で指定された方法で計算されます。

加振レベル	目標ピーク	進行状況	誤差比率
30.0 %	60.0 m/s <sup>2</sup>		1.003e-2 %
伝達関数	ドライブ	目標・応答	実行ステータス
<b>実行ステータス</b>			
加振完了 (加振正常終了)			
2013/05/07 9:12:40			
サンプリング周波数	2560.00 Hz		
データポイント数	1024		
伝達関数測定平均回数	8 回		
繰返し出力	実施しない		
加振レベル	30.0 % (-10.46 dB)		
極性	正		
ループ更新回数	0 回目ループ		
目標波形ピーク値	+ (m/s <sup>2</sup> )	60.0	
	- (m/s <sup>2</sup> )	-15.7098	
応答波形ピーク値	+ (m/s <sup>2</sup> )	59.9999	
	- (m/s <sup>2</sup> )	-15.7094	
制御誤差ピーク値	+ (%)	7.807e-2	
	(m/s <sup>2</sup> )	6.354e-3	
	(ms)	0.7813	
制御誤差ピーク値	- (%)	-8.076e-2	
	(m/s <sup>2</sup> )	-6.573e-3	
	(ms)	398.8281	
トレランスチェック	OK		
誤差比率	(%)	1.003e-2	
モニタ波形ピーク値			
	+	-	
Ch1 (m/s <sup>2</sup> )	59.9999	-15.7094	
Ch2 (m/s <sup>2</sup> )	59.9999	-15.7094	

## 6.9 レベルスケジュールの実行

レベルスケジュールを定義すると、レベルスケジュールの実行が可能になります。  
レベルスケジュールの処理フローの概要は下図のようになります。



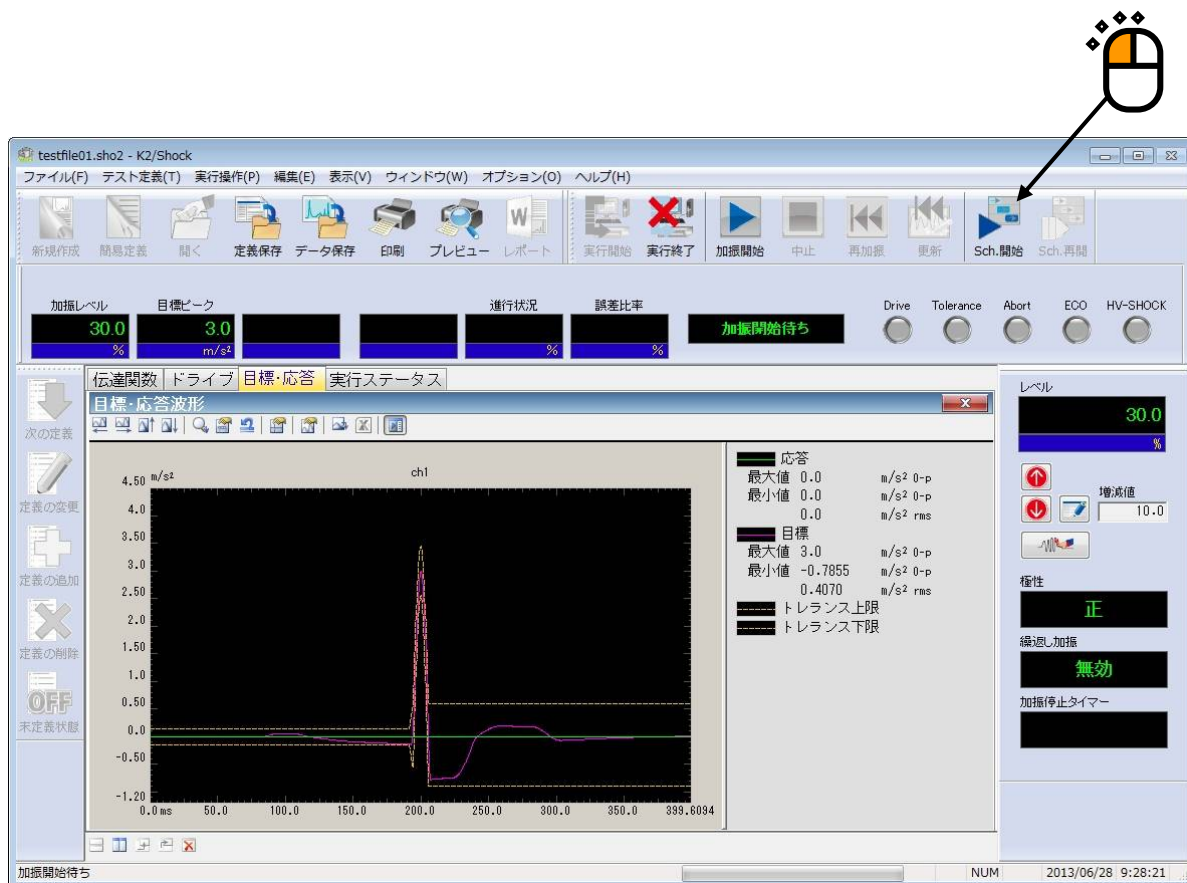
レベルスケジュールの実行は、以下の手順で実施します。

< 操作手順 >

< Step1 >

レベルスケジュールを定義したテストファイルを実行すると、加振開始待ちの状態において [レベルスケジュール開始] ボタンが有効になります。

レベルスケジュールを開始するには、 [レベルスケジュール開始 (Sch.開始) ] ボタンを押します。



なお、通常の加振操作をする場合には、 [加振開始] ボタンを押してください。



## <Step2>

### ① 「イタレーションを実施する」スケジュール項目の場合

繰返し加振実施前に、トレランスチェックがNGの場合にイタレーションを実施します。

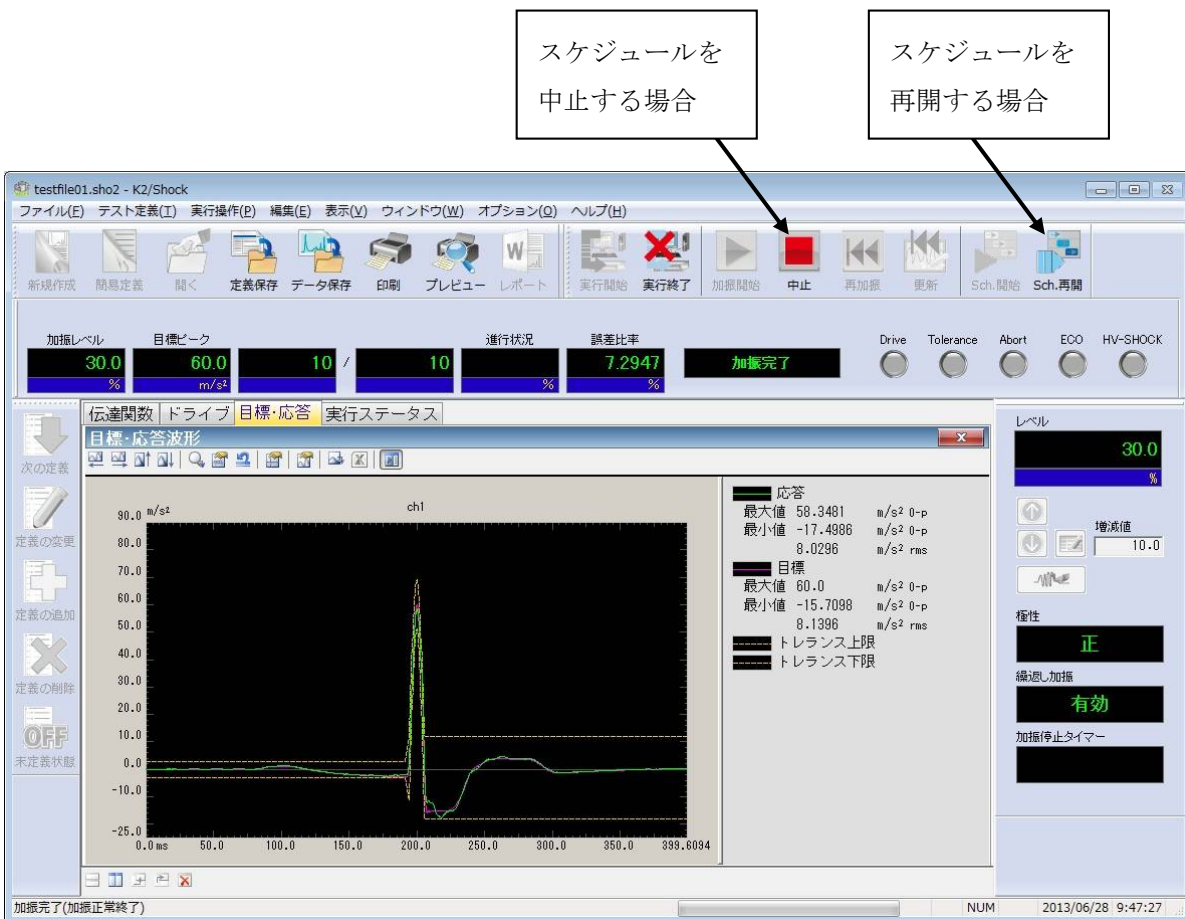
「イタレーション処理失敗時にスケジュールを停止する」場合、最大イタレーション回数イタレーションを実施してもトレランスチェックがNGの場合には、試験を中断し、加振完了状態に移行します。

### ② 「スケジュールを一時停止する」スケジュール項目の場合

当該スケジュール項目の加振が終了するとスケジュールを一時停止し、オペレータからの指示待ち状態になります。

スケジュールを再開する場合には、[レベルスケジュール再開 (Sch.再開)] ボタンを押します。

スケジュールを中止する場合には、[中止] ボタンを押します。



### ③ 「スケジュールを一時停止しない」スケジュール項目の場合

当該スケジュール項目の加振が終了すると、自動的に次のスケジュール項目に移行します。

### <Step3>

レベルスケジュールが完了すると、加振完了状態になります。

再度、レベルスケジュールを実行する場合には、[再加振] ボタンを押します。

[再加振] ボタンを押すと、<Step1>の加振開始待ちの状態に戻ります。

試験を終了する場合には、[実行終了] ボタンを押します。

The screenshot shows the software interface for a vibration test. At the top, a menu bar includes options like 'ファイル(F)', 'テスト定義(T)', '実行操作(P)', '編集(E)', '表示(V)', 'ウィンドウ(W)', 'オプション(O)', and 'ヘルプ(H)'. Below the menu is a toolbar with icons for '新規作成', '簡易定義', '開く', '定義保存', 'データ保存', '印刷', 'プレビュー', 'レポート', '実行開始', '実行終了', '加振開始', '中止', '再加振', '更新', 'Sch.開始', and 'Sch.再開'. The '実行終了' button is highlighted with a red 'X' and a callout box pointing to it that says '試験を終了する場合'. The '再加振' button is also highlighted with a callout box that says '再度レベルスケジュールを実行する場合'. Below the toolbar, a status bar shows '加振レベル' at 30.0%, '目標ピーク' at 60.0 m/s<sup>2</sup>, '進行状況' (empty), and '誤差比率' at 1.0866%. A green '加振完了' button is visible. On the right, there are physical control buttons for 'Drive', 'Tolerance', 'Abort', 'EGO', and 'HV-SHOCK'. The main window displays a graph titled '目標-応答波形' showing a sharp peak at approximately 200 ms. The y-axis is labeled '90.0 m/s<sup>2</sup>' and the x-axis is '0.0 ms' to '399.6084'. To the right of the graph is a table of data:

応答	
最大値	60.0882 m/s <sup>2</sup> 0-p
最小値	-15.6233 m/s <sup>2</sup> 0-p
	8.140 m/s <sup>2</sup> rms
目標	
最大値	60.0 m/s <sup>2</sup> 0-p
最小値	-15.7098 m/s <sup>2</sup> 0-p
	8.1396 m/s <sup>2</sup> rms
トランス上限	
トランス下限	

On the far right, there is a control panel with 'レベル' set to 30.0%, '増減値' set to 10.0, and buttons for '極性' (set to '正'), '繰返し加振' (set to '無効'), and '加振停止タイマー'. The bottom status bar shows '加振を開始', 'NUM', and the date/time '2013/06/28 9:53:21'.

## 6.10 制御運転データの取り込みと削除

テスト中断（終了）時の状態（テストに必要なデータ）は、加振終了状態でテスト定義ファイルを保存することによって取り込むことができます。

これらのデータを制御運転データと呼ぶことにします。

制御運転データには次のものがあります

- ・伝達関数
- ・ドライブ波形

制御運転データをテスト定義ファイルに取り込んで保存した場合、次のようなメリットとデメリットがあります。

### [メリット]

#### <伝達関数の取り込み>

試験を実施したときの伝達関数を次の試験で使うことができます（伝達関数の測定をスキップできます）。

ただし、センサや供試体等のシステム構成や条件が異なる場合には、大変危険ですのでご注意ください。その場合には、通常のテストと同様に、伝達関数を測定しなおしてください。

#### <ドライブ波形の取り込み>

試験を実施したときのドライブ波形を次の試験で使うことができます。センサや供試体等のシステム構成や条件が同じであれば、以前実施したテストを同じ制御精度で再現できます。

ただし、センサや供試体等のシステム構成や条件が異なる場合には、大変危険ですのでご注意ください。通常のテストと同様に、新しい環境で伝達関数を測定し、ドライブを新たに生成してください。

### [デメリット]

制御運転データを消去しない限り、テスト定義内容が一部変更できなくなります。

## 6.10.1 制御運転データの取り込み

制御運転データは、加振が終了している状態で取り込むことができます。

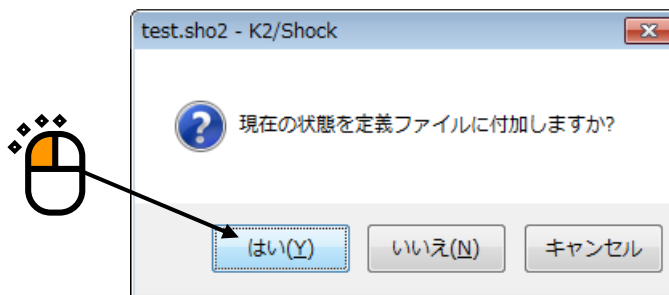
### 6.10.1.1 試験終了時に取り込む方法

<操作手順>

<Step1>

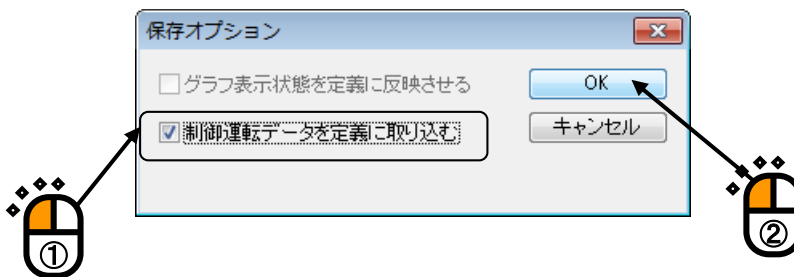
テストファイルを保存します。

ファイル保存時に現在の状態を定義ファイルに付加するかどうかの確認メッセージが表示されますので、「はい」を選択します。



<Step2>

保存オプションが表示されますので、「制御運転データを定義に取り込む」選択し、[OK] ボタンを押します。



- ・ 伝達関数

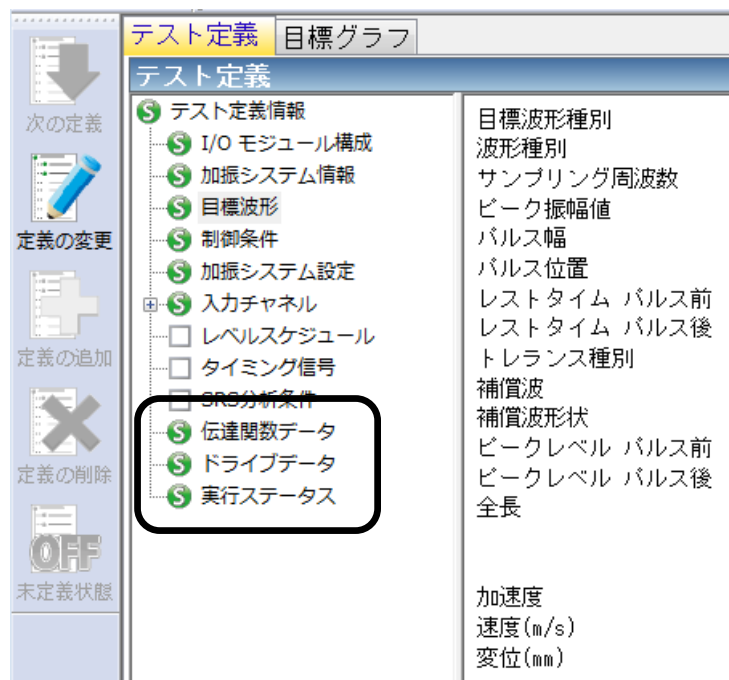
伝達関数測定後であれば、定義に関連付けることが可能です。

- ・ ドライブ波形

ドライブ波形生成後であれば、定義に関連付けることが可能です。

<Step3>

テスト定義には関連付けられたデータ項目が追加表示されます。



### 6.10.1.2 定義モードで取り込む方法

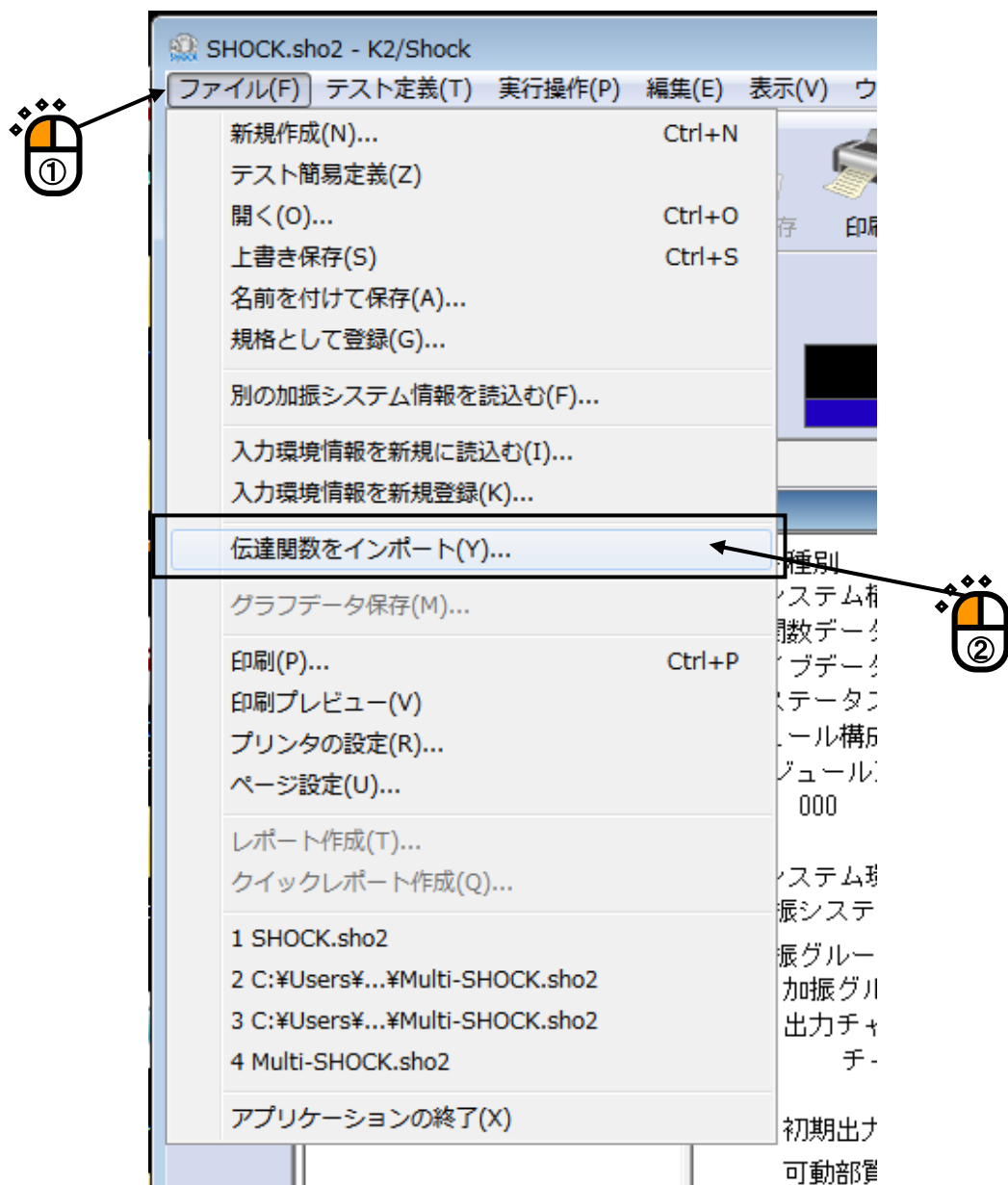
<操作手順>

<Step1>

定義モードにおいて、以下の操作をすることにより「伝達関数」をテスト定義ファイルに取り込むことができます。

「伝達関数」は、データファイルから取り込むことができます。

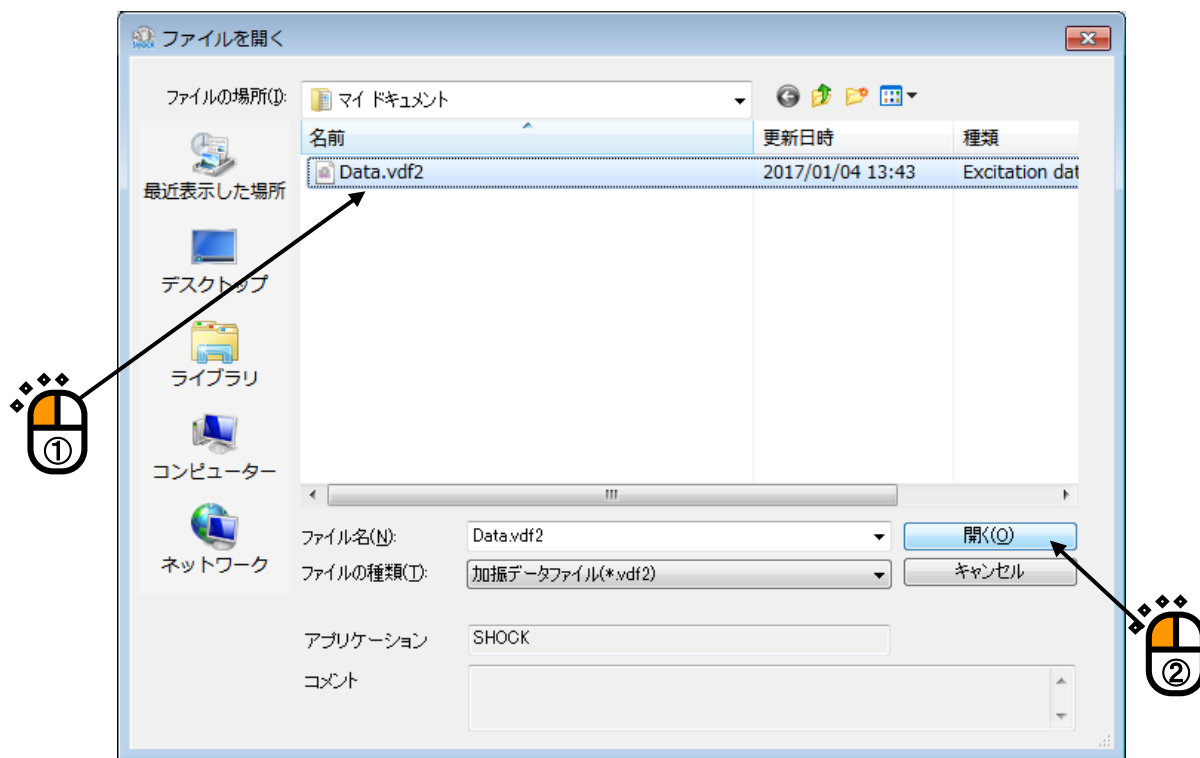
メニューバーの「ファイル」から「伝達関数をインポート」を選択します。



< Step2 >

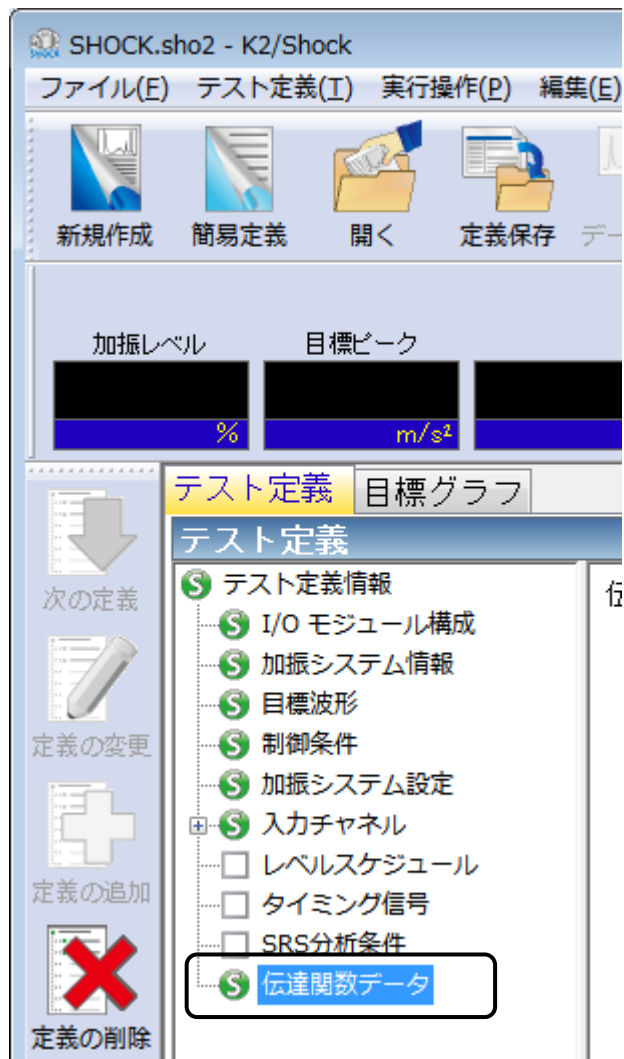
取り込みたいデータファイルを選びます。「開く」をクリックします。

なお、サンプリング周波数等の諸条件がテスト定義と一致し、テスト定義で利用できるデータでなければ本項目は有効になりません。



<Step3>

テスト定義には関連付けられたデータ項目が追加表示されます。





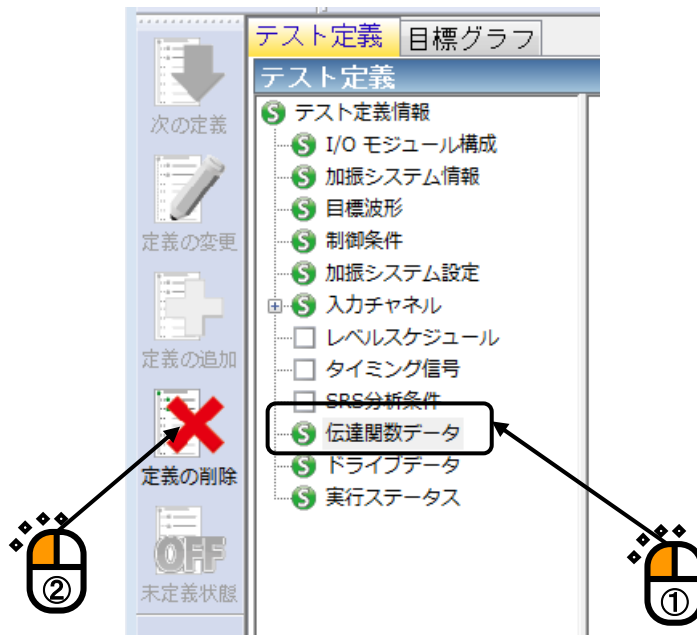
## 6.10.2 制御運転データの削除

「制御運転データ」を削除する場合は、次の操作手順を行います。

<操作手順>

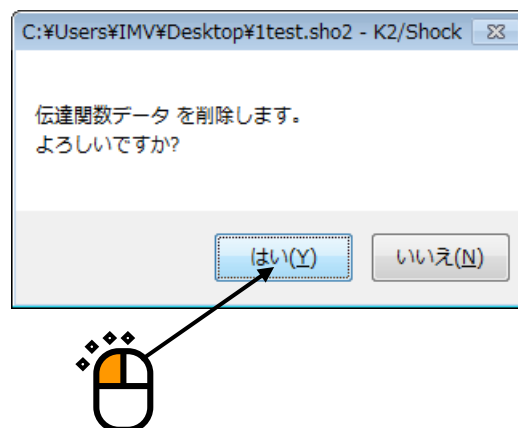
<Step1>

削除する制御運転データを選択し、[定義の削除] ボタンを押します。



<Step2>

確認メッセージが表示されますので、[はい] ボタンを押します。



## 6.11 伝達関数測定スキップ（テストに取り込まれた伝達関数を使用する）

伝達関数を取り込まれているテストファイルでは、伝達関数の測定をスキップし、取り込まれている伝達関数をテストで使用することができます。

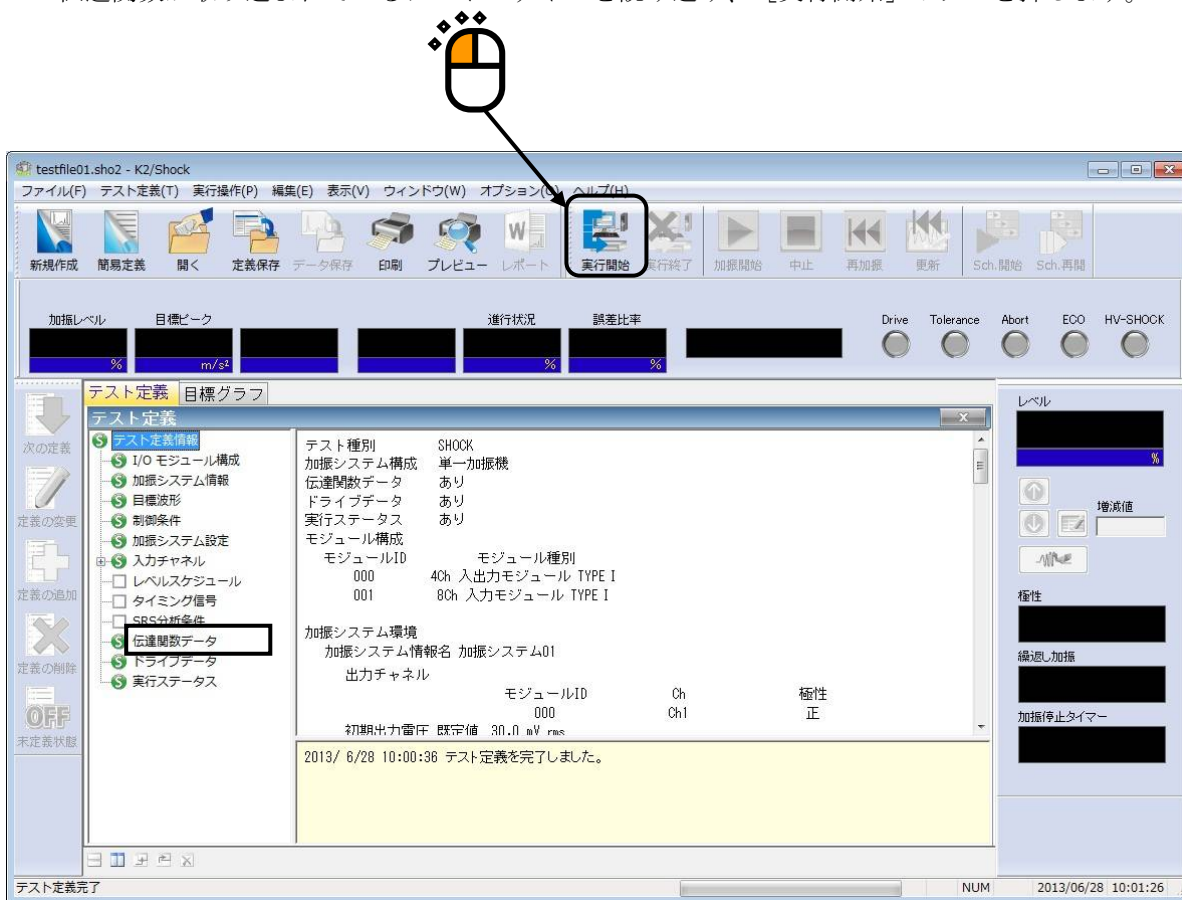
ただし、センサや供試体等のシステム構成や条件が異なる場合には、大変危険ですのでご注意ください。その場合には、通常のテストと同様に、伝達関数を測定しなおしてください。

伝達関数の取り込みについては、「制御運転データの取り込みと消去」を参照してください。

<操作手順>

<Step1>

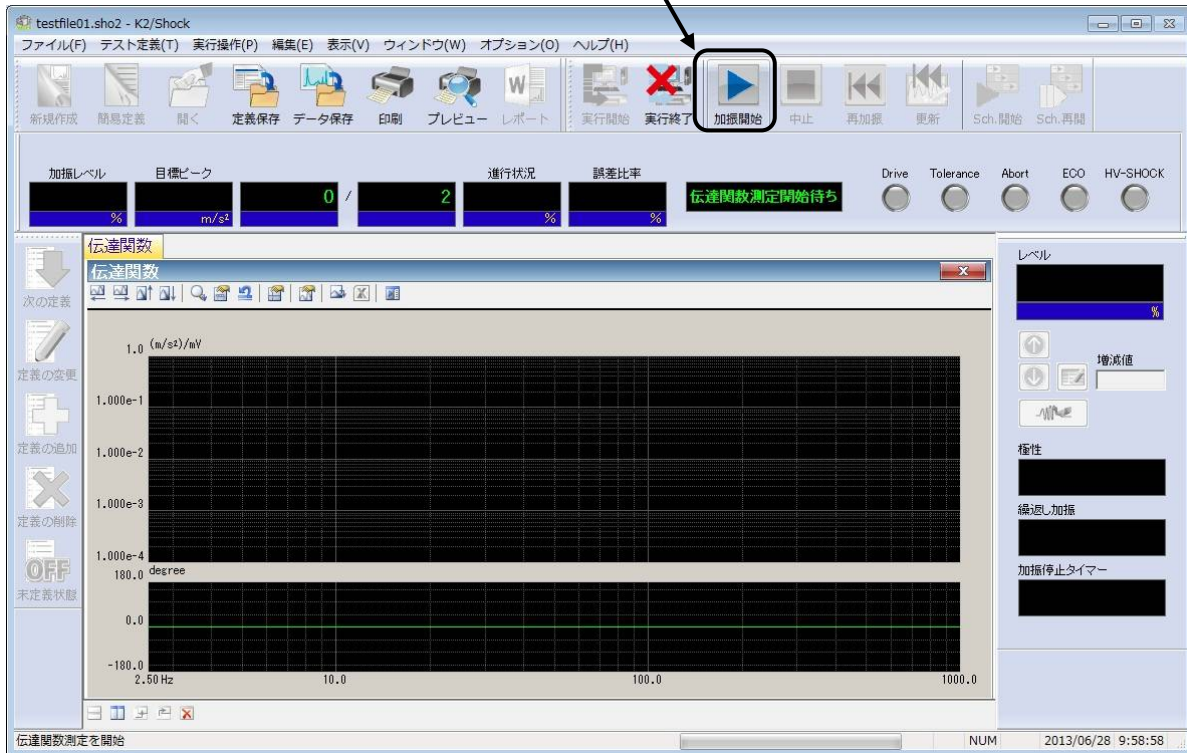
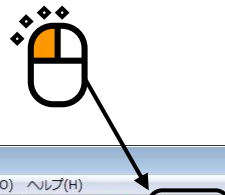
伝達関数を取り込まれているテストファイルを読み込み、[実行開始] ボタンを押します。



< Step2 >

被制御系の伝達関数を測定します。

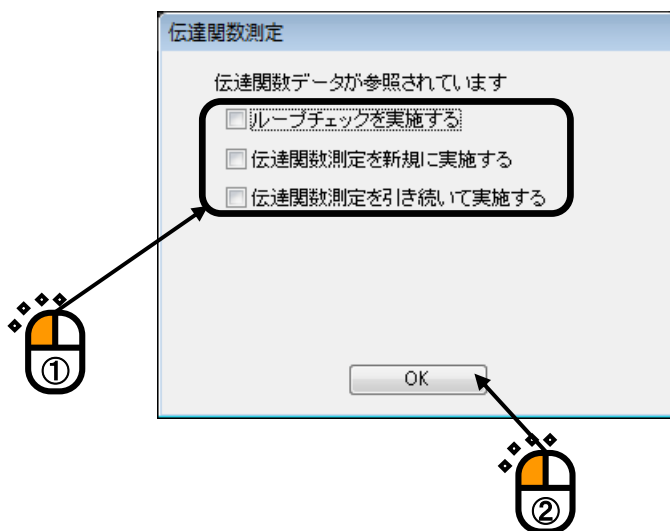
[伝達関数測定開始 (加振開始)] ボタンを押します。



### <Step3>

伝達関数を取り込まれているテストの場合には、伝達関数測定をスキップするかどうかを選択する画面が表示されます。

ループチェックと伝達関数測定をスキップする場合には、全てのチェックボックスを外し、[OK] ボタンを押します。[OK] ボタンを押すと、取り込まれている伝達関数が読み込まれ、ドライブ生成待ち状態になります。



伝達関数測定のフェーズは、「ループチェック」と「伝達関数測定」の2つから成ります。新規に「伝達関数測定」をするためには「ループチェック」が必ず必要です。

ここでの選択肢は、次の4つになります。

- 1) 「ループチェック」と「伝達関数測定」をスキップする。(上記の内容)
- 2) 「ループチェック」のみを実施し、「伝達関数測定」をスキップする。  
(配線ミス等がなく、制御システムが全て繋がっているかを確認だけする。)
- 3) 「伝達関数測定」を再測定する。「伝達関数測定」の前に必然的に「ループチェック」が実施されます。
- 4) 「伝達関数測定」を継続測定する。(次項参照)  
伝達関数測定を実施し、現在の伝達関数に足しこみます。(伝達関数の平均化回数を増やします) 「ループチェック」は実施されません。

## 6.12 伝達関数の継続測定

伝達関数を継続測定し、現在の伝達関数に足しこみます。

伝達関数を測定し終わった後に伝達関数の平均化回数を増やしたい場合に利用します。

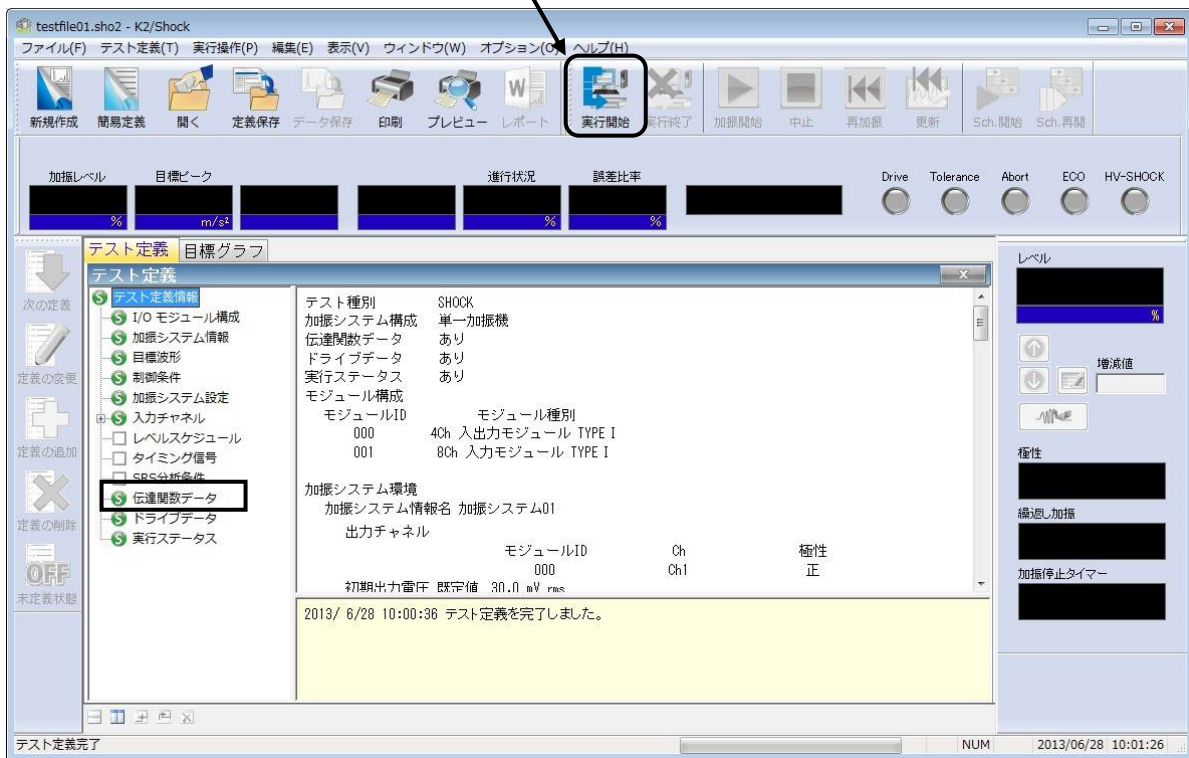
伝達関数の継続測定は下記の条件で行われます。

- ・「ループチェック」は実施されません。
- ・伝達関数測定時のドライブ波形は、足し込む対象の伝達関数を元に計算され、制御応答の周波数成分がほぼフラットな特性を持つようにイコライズされたランダム波形になります。

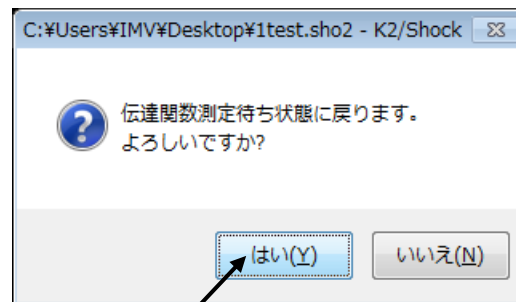
< 操作手順 >

< Step1 >

伝達関数を取り込まれているテストファイルを読み込み、[実行開始] ボタンを押します。

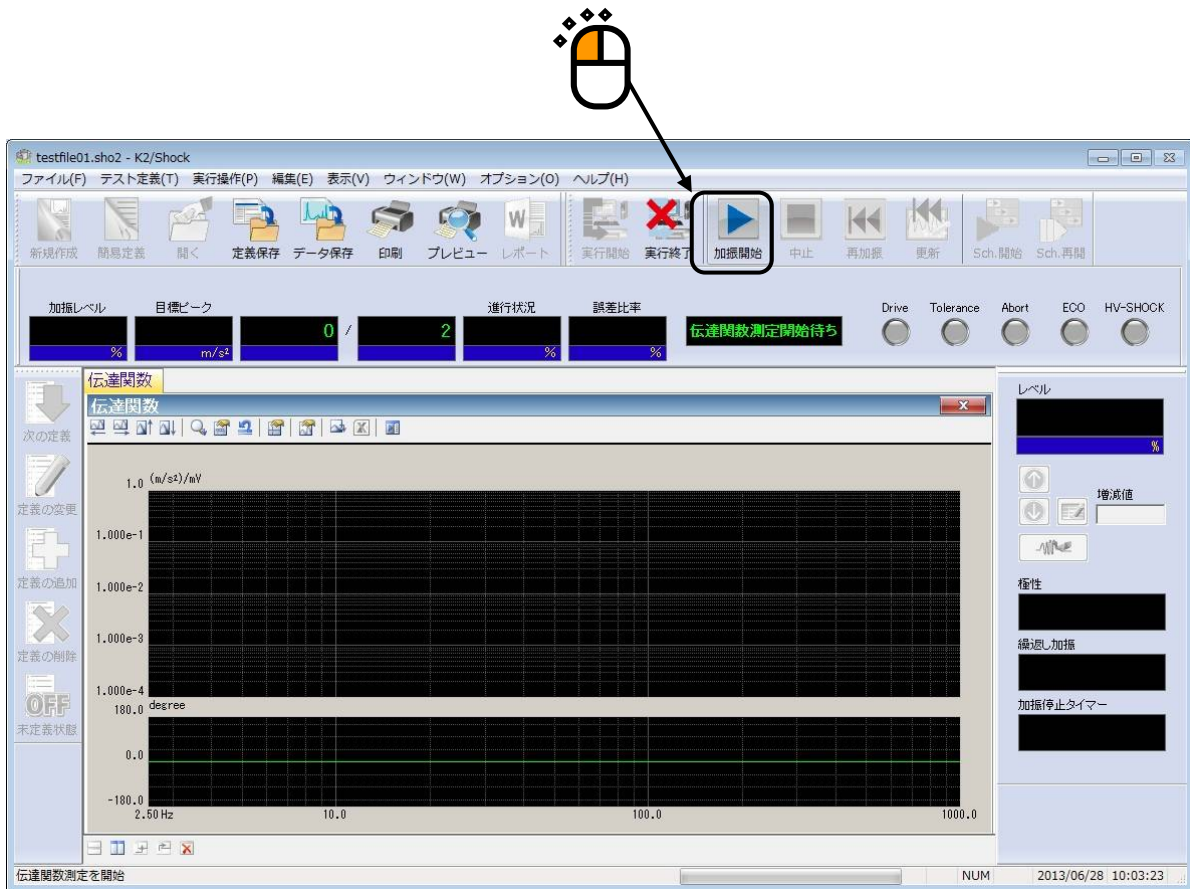


または、伝達関数の測定が完了している時点でメニューバーの「実行操作」を選択し、「伝達関数再測定」を選択します。確認メッセージが表示されますので、「はい」を選択します。



< Step2 >

[伝達関数測定開始 (加振開始)] ボタンを押します。



### <Step3>

伝達関数の測定方法を指定する画面が表示されます。

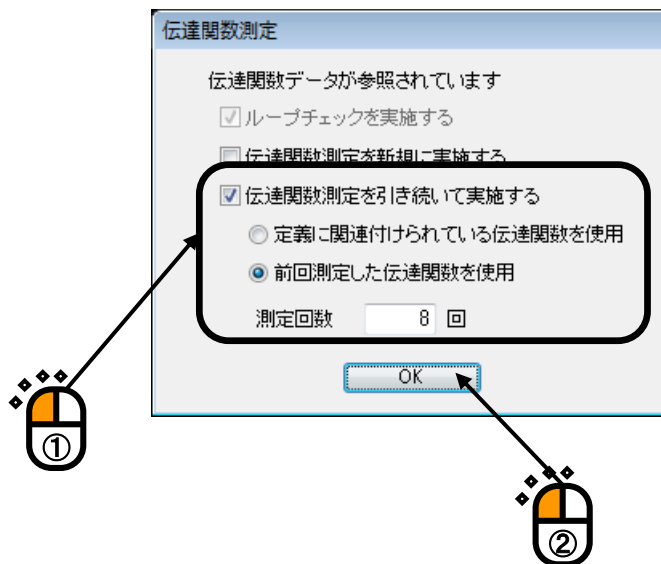
「伝達関数測定を引き続いて実施する」にチェックを入れ、下記の指定を行い [OK] ボタンを押すと伝達関数の継続測定が実施されます。

#### ・ 足し込む対象の伝達関数の指定

テストファイルに取り込まれている伝達関数を使用する場合には「定義に関連付けられている伝達関数を使用」を選択し、現在の伝達関数を使用する場合には「前回測定した伝達関数を使用」を選択します。

#### ・ 平均化回数の指定

測定回数に継続測定する回数を入力します。





## 6.13 テストに取り込まれたドライブ波形を使用する

ドライブ波形が取り込まれているテストファイルでは、ドライブ生成をスキップし、取り込まれているドライブ波形をテストで使用することができます。

取り込んだドライブ波形を使用すれば、センサや供試体等のシステム構成や条件が同じであれば、以前実施したテストを同じ制御精度で再現できます。

ただし、センサや供試体等のシステム構成や条件が異なれば、大変危険ですのでご注意ください。

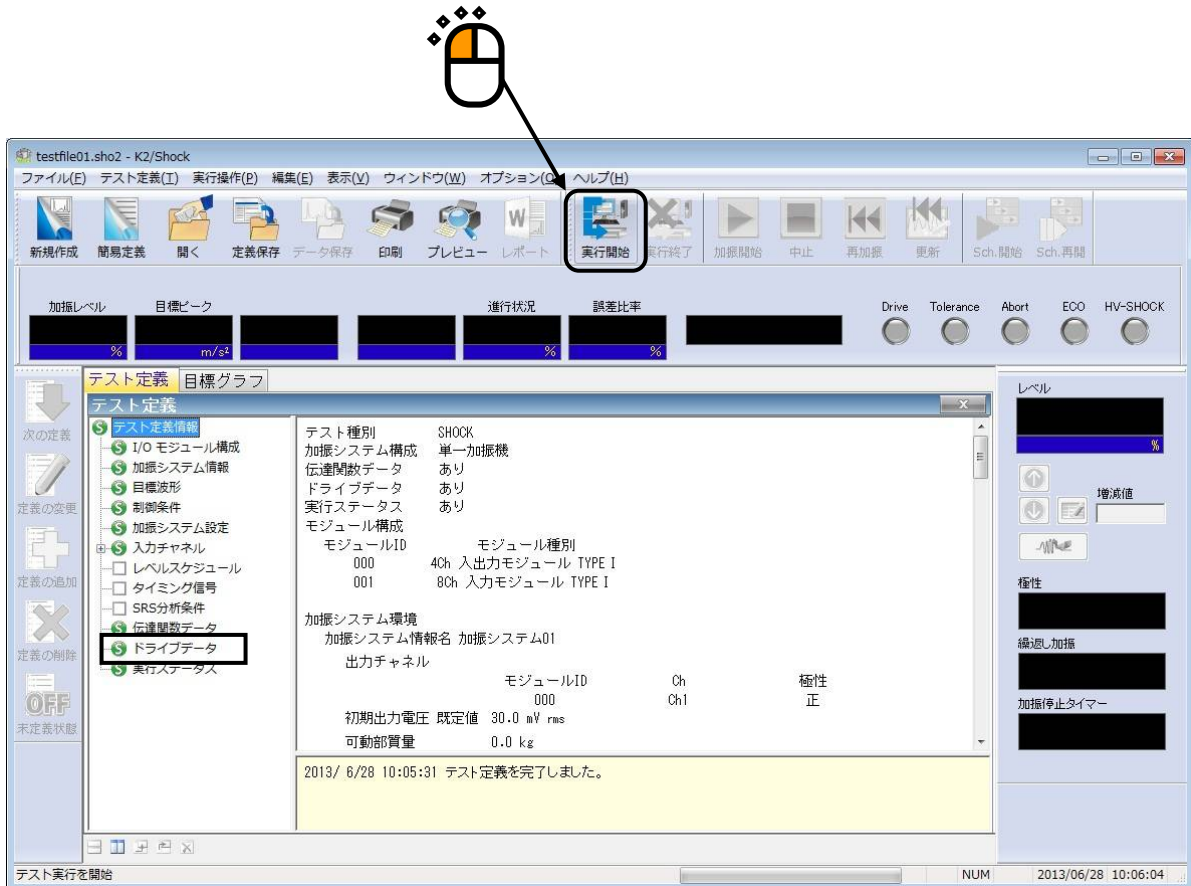
その場合には、通常のテストと同様に、新しい環境で伝達関数を測定し、ドライブを新たに生成してください。

ドライブ波形の取り込みについては、「制御運転データの取り込みと消去」を参照してください。

< 操作手順 >

< Step1 >

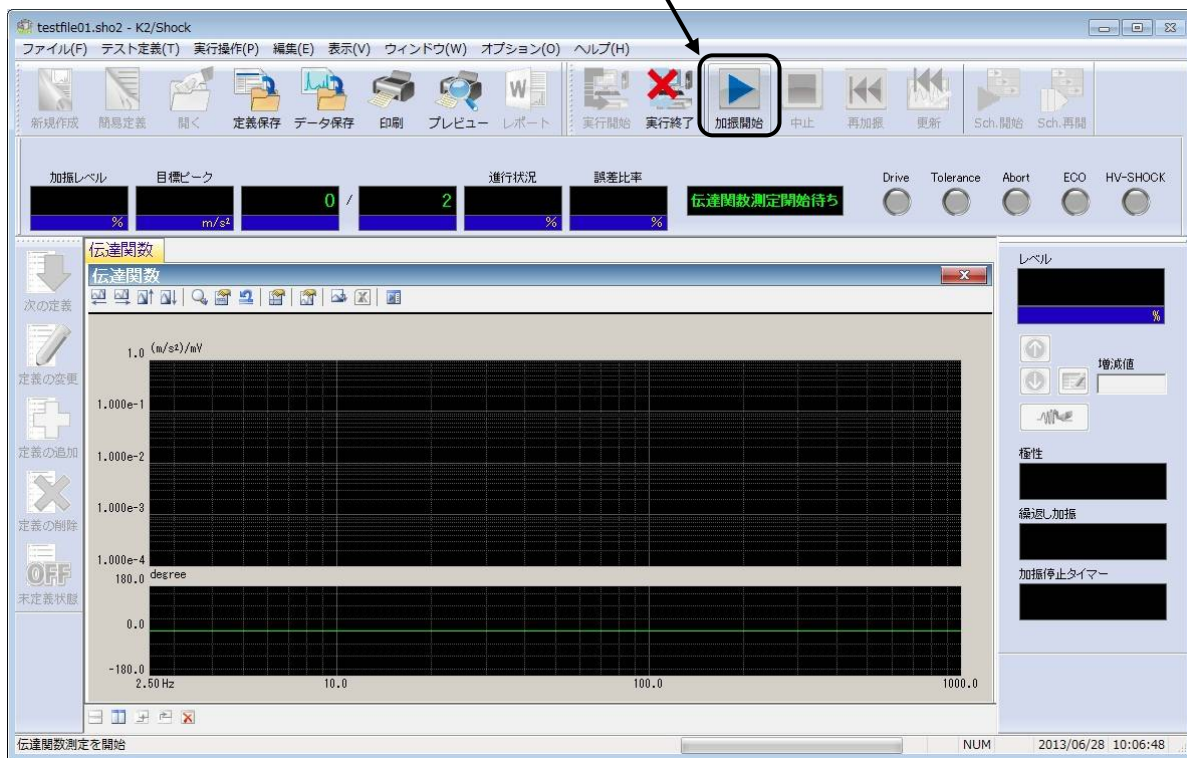
ドライブ波形が取り込まれているテストファイルを読み込み、[実行開始] ボタンを押します。



<Step2>

被制御系の伝達関数を測定します。

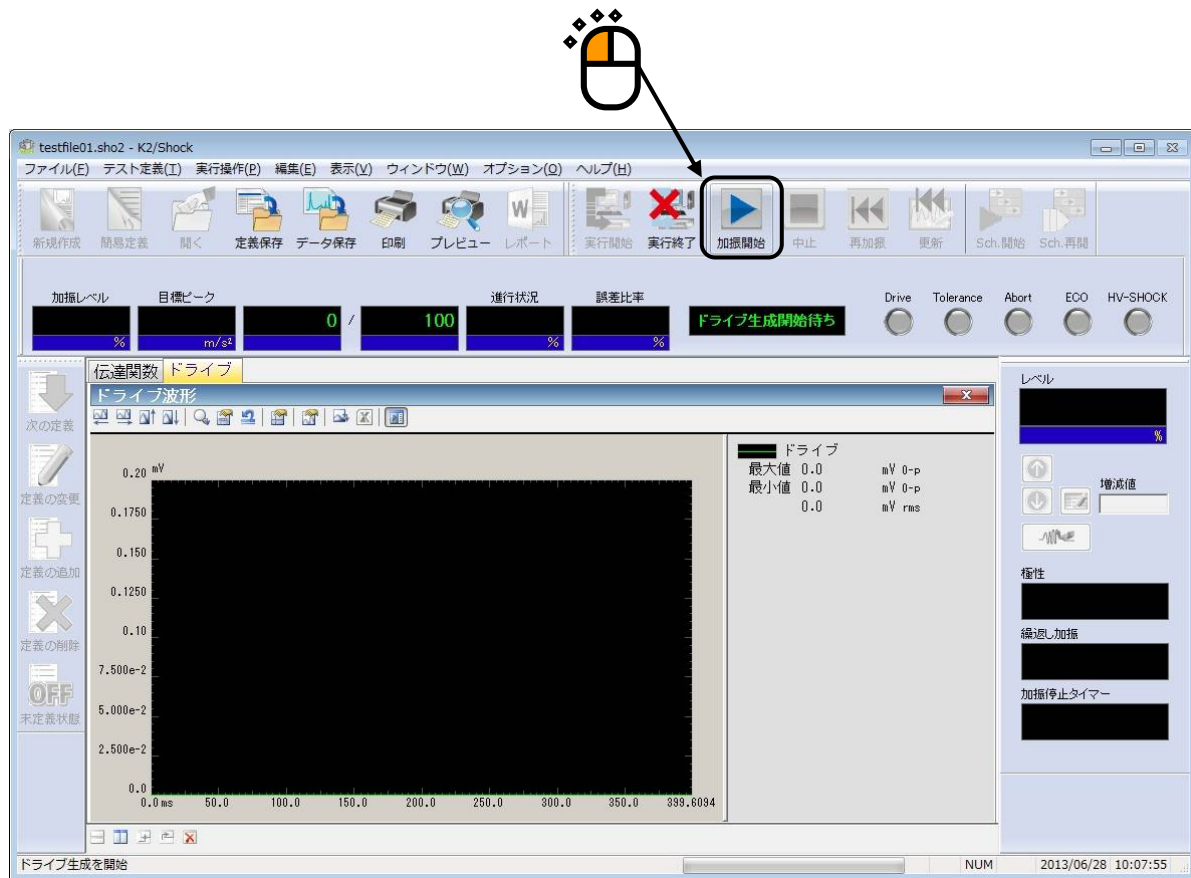
[伝達関数測定開始 (加振開始)] ボタンを押します。



<Step3>

伝達関数測定が終了すると、自動的にドライブ生成待ち状態になります。

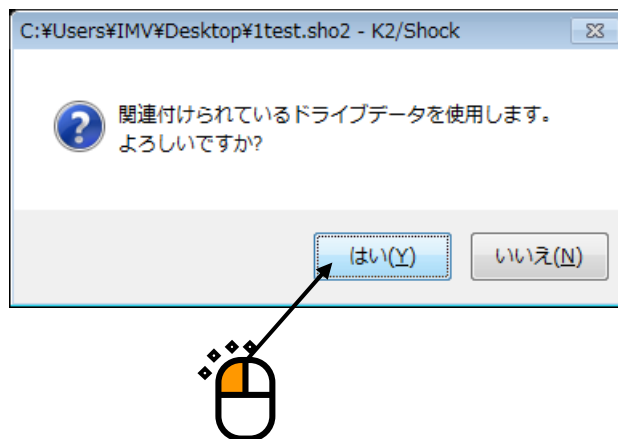
[ドライブ生成 (加振開始)] ボタンを押します。



#### <Step4>

ドライブ波形が取り込まれているテストの場合には、ドライブ生成をスキップし、取り込まれているドライブ波形をテストで使用するかどうかを選択する画面が表示されます。

取り込まれているドライブ波形を使用する場合には、[はい] ボタンを押します。[はい] ボタンを押すと、取り込まれているドライブ波形が読み込まれ、加振開始待ち状態になります。



「いいえ」を選択すると、通常のテストと同様に、目標波形と伝達関数からドライブが新たに生成されます。

## 6.14 SRS SHOCK テストのトレランスチェック

トレランスチェックは、Classical Shock等のSHOCKテストでは制御応答波形で行いますが、SRS SHOCKテストでは応答分析SRS（制御応答波形のSRS分析結果）で行います。

制御は、SRS SHOCKテストにおいても、SHOCKテストと同様の波形制御を行いますので、もし、目標分析SRS（目標波形のSRS分析結果）のトレランスチェックがNGの場合には、完璧に制御できたとしても、加振結果のトレランスチェックはNGになりますのでご注意ください。

なお、SRS SHOCKテストのrms誤差については、SHOCKテストと同様に、誤差波形のrms値と目標波形のrms値から算出されます。

6.15 (本節は、空白です。)

6.16 (本節は、空白です。)

6.17 (本節は、空白です。)

## 6.18 加振停止タイマー

### 6.18.1 加振停止タイマーの概要

設定した時間や時刻により加振を停止させる機能です。加振停止タイマーの設定は、以下の手順に沿って「加振条件」で設定します。

「加振条件」の内容は、加振開始前の状態で変更可能になります。

加振停止タイマーの停止条件は、以下の2つの項目で規定することができます。

- ・時間指定：加振開始から指定した時間が経過すると加振が停止します。
- ・時刻指定：指定した時刻（日時）になると加振を停止します。

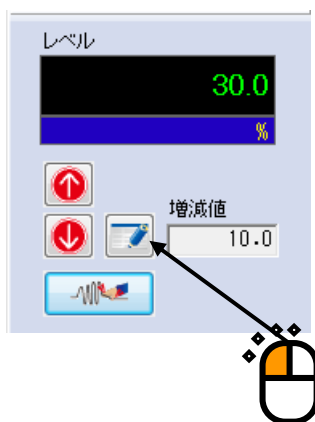
なお、停止時の動作は中止ボタンを押された時と同じ動作となり、即時に加振の停止処理を行います。繰り返し加振を実施中の場合、停止された時の加振は繰り返し回数にカウントされません。

### 6.18.2 時間指定の手順

< 操作手順 >

< Step1 >

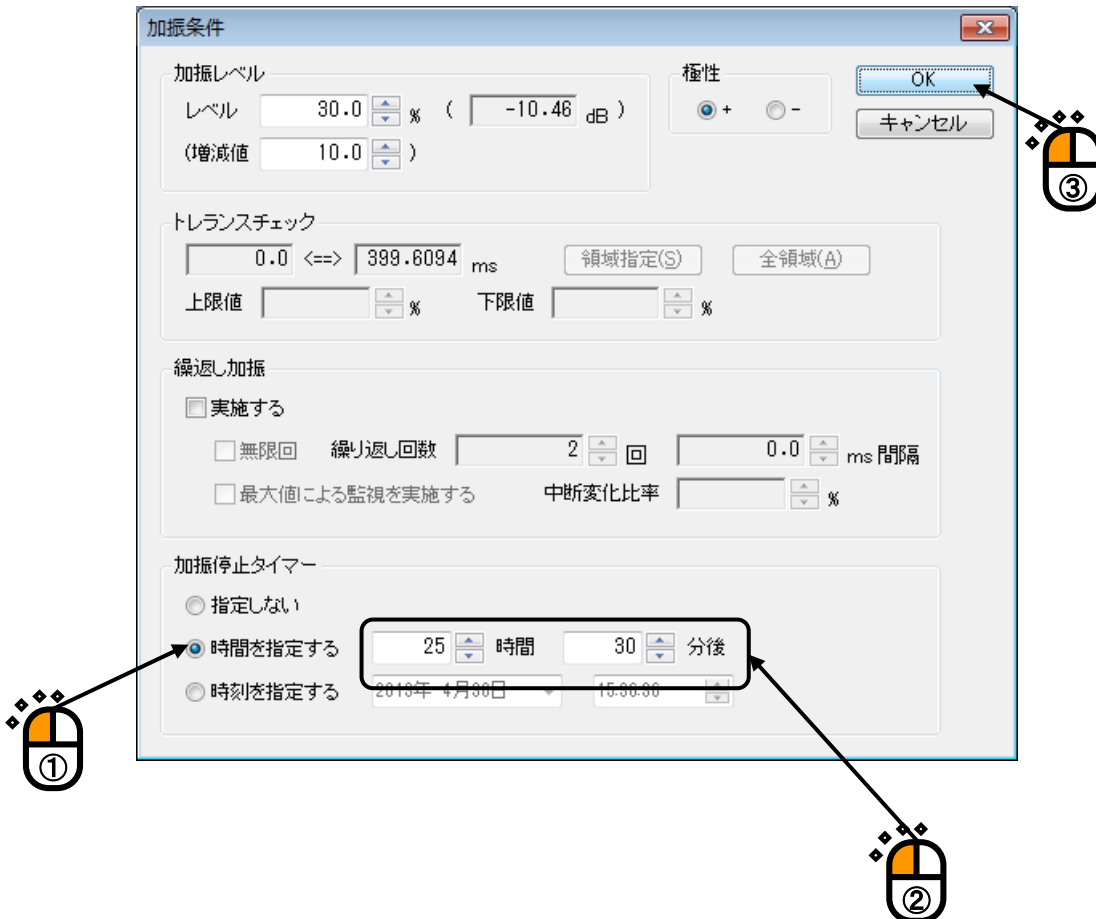
メニューバーの実行操作から「加振条件」を選択するか、下図のように手動操作パネルの「加振条件」ボタンを押下して、「加振条件」ダイアログをひらきます。



## <Step2>

「時間を指定する」にチェックを入れ、加振を停止させたい開始からの時間を入力します。この時間の設定は「時間」と「分」で指定することができます。ここでは、例として25時間30分後に停止する設定をしています。

時間を設定した後、「OK」ボタンを押すと設定完了です。



「時間」は999時間まで、「分」は59分まで設定することができます。

### <Step3>

設定が完了すると下図のように「手動操作パネル」の「加振停止タイマー」のところに残時間が表示されます。

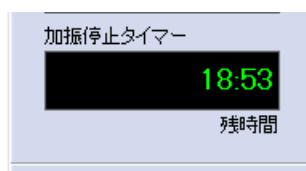
この状態は加振開始前ですので設定時間が表示されています。



### <Step4>

加振を開始するとタイマーが動き出し、残時間が減っていきます。

ここで [中止] ボタンを押すなどして、加振が停止された場合はタイマーの残時間はリセットされ、タイマーの設定内容も初期化されます。





### 6.18.3 時刻指定の手順

<操作手順>

<Step1>

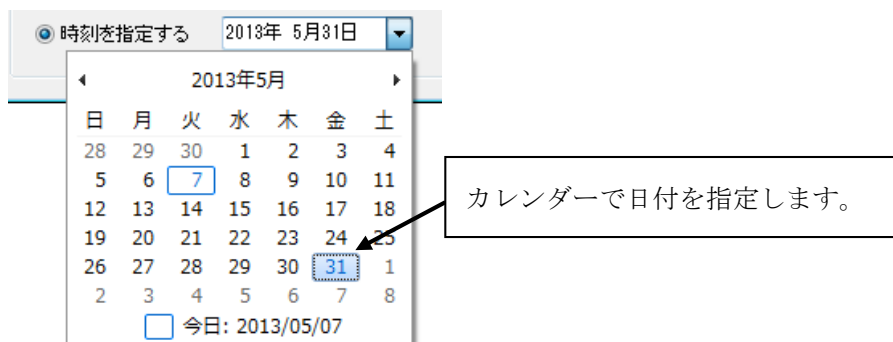
時間指定の場合と同様に、メニューバーの実行操作から「加振条件」を選択するか、下図のように手動操作パネルの「加振条件」ボタンを押下して、「加振条件」ダイアログをひらきます。

<Step2>

「時刻を指定する」にチェックを入れ、加振を停止させたい時刻を設定します。時刻の設定は「日付」と「時刻」で指定することができます。ここでは、例として2013年5月31日、18時30分に停止する設定をすることにします。



「日付」を指定するために、上図のように「▼」部を押してください。次のようにカレンダーが表示されますので停止させたい日付を設定します。ここでは、2013年5月31日を指定します。



< Step3 >

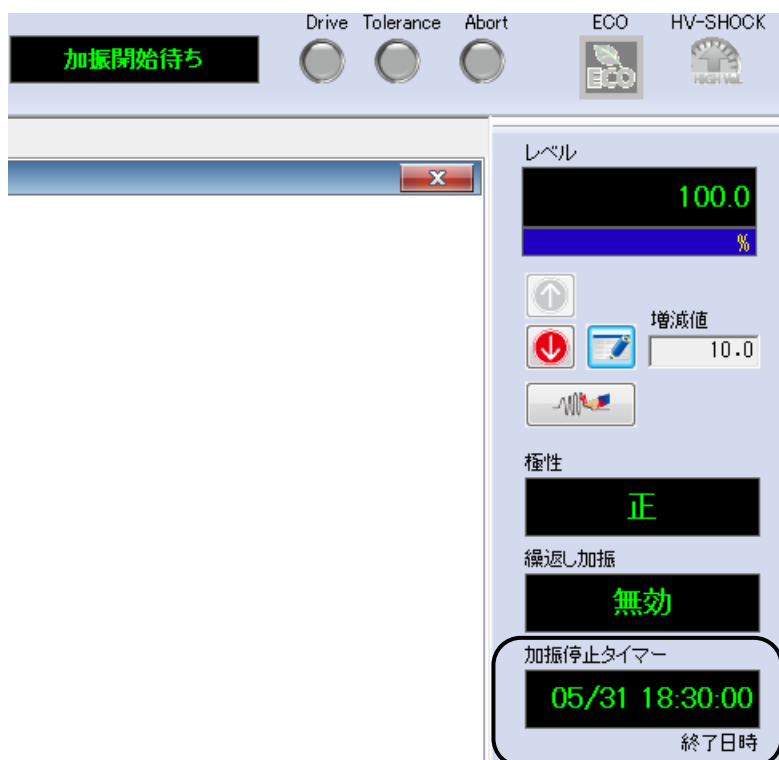
加振を停止させたい「時刻」を指定します。ここでは、18時30分に設定します。

時刻の入力が終われば [OK] ボタンを押して設定を完了ください。



< Step4 >

設定が完了すると下図のように「手動操作パネル」の「加振停止タイマー」のところに終了日時が掲示されます。加振中に設定した終了日時になると、加振が停止されます。



「時間指定」の場合と同じように、[中止] ボタンを押すなどして、加振が停止された場合はタイマーの終了日時はリセットされ、タイマーの設定内容も初期化されます。

また、「加振待ち状態」で加振を行わずに終了日時を過ぎた場合も、終了日時がリセットされ設定内容も初期化されます。

## 第7章 SRS SHOCK (オプシオン) 理論編

### 7.1 衝撃応答スペクトル(SRS)

#### 7.1.1 SRS の概念

衝撃応答スペクトルの概念の創始は、1930年代にM.A.Biot によって行われたとされています。Biotは、建造物の耐震性の問題を扱うにあたって、地震波形そのものの議論するよりも、地震波の及ぼすであろう**効果**を問題にすべきである、との観点からSRSの概念を提唱しました。

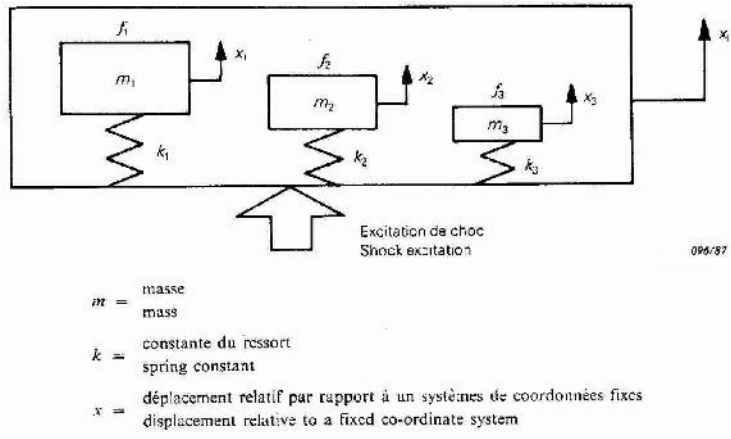
すなわち、（建造物の共振特性を抽象化し、一義的な定義を成立させるために）1自由度系の集まりを考え、これにある波形で表わされる入力があったとき、各々の1自由度系（SDOF系）応答出力波形を算出して、そのピークをその共振系の最大応答とみなす。そのような最大応答値を、SDOF系の共振周波数の関数として順次算出し、スペクトル状にプロットしたものをもち、問題にしている入力波形のSRSと呼びます。

耐震性の問題において、結局のところ重要なのは、応答の**最大値**です。（例えば地震と建物が最大何mmの相対変位を生じるかを知らねば、強度設計は実施でないでしょう。）SRSの概念のうちで、特に特徴的な「最大値を取る」という操作は、このような必要によって裏づけされたものと思われま

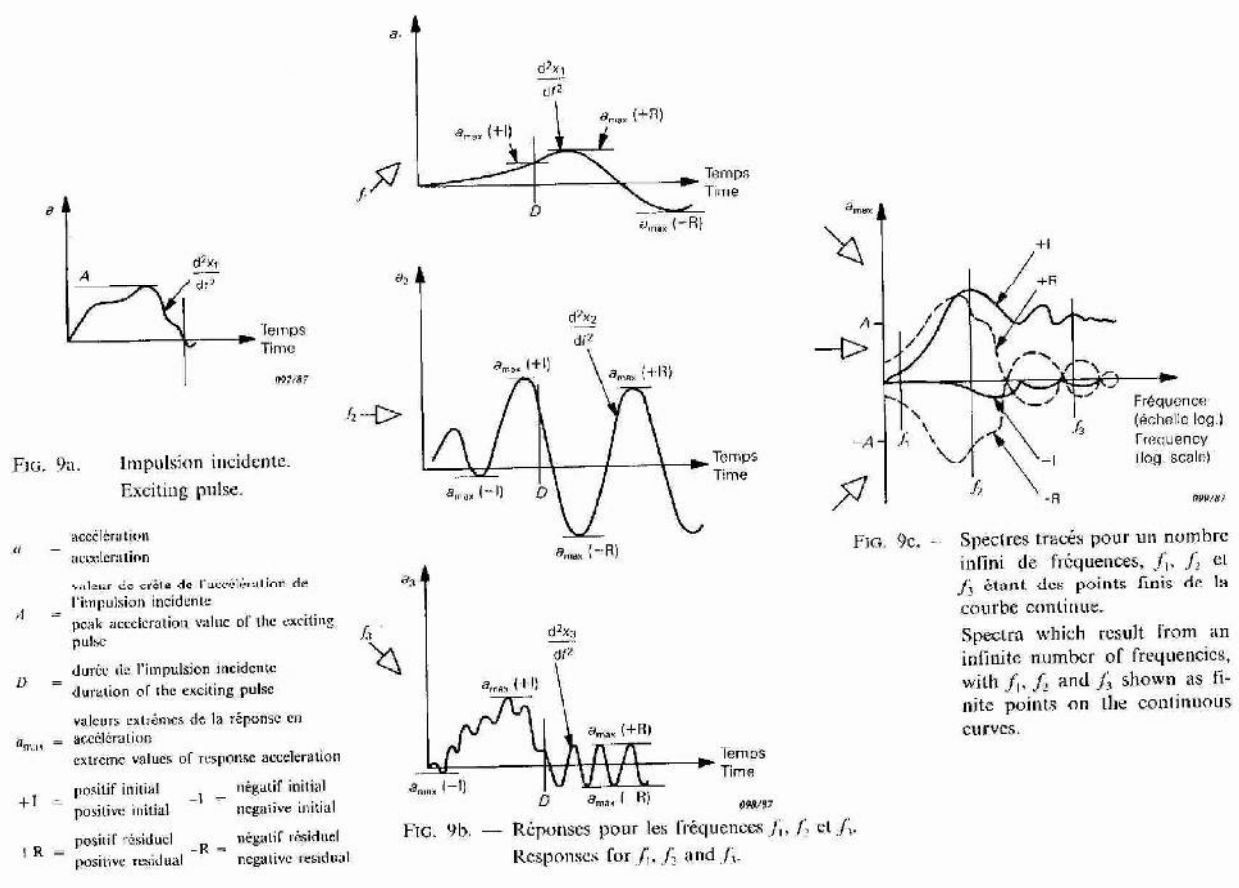
す。このようにして、入力波形の及ぼす**効果**が、SRSという量によって表わされることが可能になったわけです。実際の建造物の特性は個々異なるでしょうが、これを「共振周波数が順に稠密に並んだ無限個のSDOF系の集まり」というものに置き換え、一元化することにより、「各波形の及ぼす効果」というものを波形そのものに対応した概念として捉えることを可能にしたものがSRSである、とすることが出来ます。ここで注意すべきことは波形とSRSの関係は一对一ではないということです。ある波形に対応するSRSは一義的に定まりますが、逆にSRSに対応する波形はひとつしかないという保証はない、と考えられます。（それはSRS算出の複雑なアルゴリズム — 特に「最大値のみをとる」という操作によって、他の全ての波形情報は捨てられてしまいます — を考えれば明らかでしょう。）

SRSは耐震性の問題から生まれた概念ではありますが、その有用性は地震の分野にのみとどまるというわけではありません。一般に「衝撃」に対する応答が問題になる分野ではSRSの概念が有効な場面があるはずであり、我々のショック試験もその例外ではないはずです。ショック試験は、永い間、ハーフサイン波に代表される非常に抽象化された波形（いわゆる「クラシカルショック波」）。これらは規格の定め易さにとっては都合のよいものですが、反面、非現実的なものであります)によって実施されてきましたが、制御器の進歩に相俟って、「実測波形」による試験の重要性が認識されつつあります。更に今後は、波形そのものではなく、「衝撃の与えるダメージ」を念頭に置いて試験を規格・実施することが必要になるとわれ、SRSの概念の重要性が増してゆくものと考えられます。

### 7.1.2 SRS の用語



SDOF 共振系モデル (非減衰系)



入力加速度波形

各々の共振系の出力波形

SRS 分析結果

各々の共振系の出力波形のピーク値を選び、その値を共振系共振周波数の関数としてスペクトル状にプロットしたものが SRS である。

Fig.7-1-1 SRS の概念説明図

(IEC Pub. 68-2-27 より引用)

## (1) SDOF系の定義

上述したように、SRSは「無限個のSDOF系」を媒介として定義されますが、計算機上でこれを算出する場合、これを「有限個のSDOF系」に置き換える必要があります。そこで、次の諸量を定義することにより、これを行います；

① 分析最大周波数  $f_{max}$

② 分析最小周波数  $f_{min}$

③ 分析周波数間隔

すなわち、 $[f_{min}, f_{max}]$ の区間に指定された間隔でSDOF系を配置し、各系からの応答を算出することによりSRSを求めるのです。このとき、周波数間隔の指定は対数的に行うことが合理的であり、オクターブあたりの配置数を指定するやり方が慣習となっており、本システムの方式もこれに従います。以上により配置されるSDOF系の個数と各系の共振周波数が決定されることとなります。

④ SDOF系減衰率

Fig.7-1-1 に示したIECの規格ではSDOF系は非減衰系とされていますが、これを一般化してSDOF系を減衰系とし、その減衰率を $\zeta$ を指定します。ただし、 $\zeta$ は全SDOF系に対し共通の値とします。

## (2) SRSの種別

⑤ 初期/残留境界

Fig.7-1-1 に示したように、SRSには初期応答SRSと残留応答SRSの区別があります。これをさらに正負の区別をつけて、+I, -I, +R, -Rで表します。「初期応答」というのは入力波形がまだゼロにならぬ間に生じる応答のことであり、「残留応答」というのは入力波形がすでに終了した後の時刻において生じるSDOF系出力のことを指しています。

さて、どこで入力波形が終了したとみなすかの境界は、例えばハーフサイン波のような場合には明瞭に決まりますが、一般波形の場合には本当のゼロなどある保証もなく、結局これは計算実行者が定義すべきものであることになります。そこで、本ソフトウェアは一般波形の場合には、これを操作者が定義する仕様としています。

上述のように、SRSには+Iや-Rのような種類があります。そして、このIとRとは境界の設定の仕方によって、当然影響を受けるわけです。そこで通常は、このような煩雑さを避け、「+I, -I, +R, -Rからさらに最大値をとったもの」として定義される「**maximax SRS**」を用いるのが普通です。元々SRSは最大値を集めたものですが「そのさらに最大値」という意味で、この名があります。IやRは境界の選び方によって変化しますが、maximaxであれば、一義的に決まるわけです。

本システムでは、上述の他、+Iと-Iの絶対値の最大値をとったabsIおよび+Rと-Rに対して同じことを行ったabsRをも表示する仕様となっています。

まとめておくと、本ソフトウェアは下記のSRSを表示します。

+I : 初期応答のうちの正の最大値

-I : 初期応答のうちの負の最大値(絶対値としての)

absI : 初期応答のうちの絶対値としての最大値

- +R : 残留応答のうちの正の最大値
- R : 残留応答のうちの負の最大値 (絶対値としての)
- absR : 残留応答のうちの絶対値としての最大値
- Maximax : 全応答のうちの絶対値としての最大値

### (3) 絶対加速度SRSと相対変位SRS

SDOF系への入力は加速度波形ですが、この出力として、加速度波形に着目する場合と、変位波形に着目する場合があります。

変位に着目する場合、特に知りたいのは「地盤」とSDOF系との相対変位のはずですから、これを計算し、その最大値を求めてSRSを算出します。

一方、加速度に着目する場合には、例えば加速度に起因する破壊は「地盤」との相対加速度ではなくSDOF系が慣性基準系に対してもつ加速度（このことを特に強調して「絶対加速度」と呼ぶならわしです。）によって左右されるでしょうから、これを計算し、その最大値を求めてSRSを算出します。

これらの具体的算出法については、次節に記述します。

## 7.2 SDOF 系フィルタの構成

### 7.2.1 概要

前節で概観したことにより、SRS分析の中核部を成すものは入力波形に対するSDOF系出力波形の演算であることがお分かり頂けたと思います。本システムは、この演算（波形のSDOF系通過のシミュレーション）をIIR型デジタルフィルタを構成することにより実施しますが、本節ではこの手法について概説します。

また、上記シミュレーションの演算精度を確保する上で必要となる、補間/間引演算 (Interpolation/Decimation)の実施について説明します。

なお、本システムはデジタルフィルタ技法により、波形データを直接計算することによってSRSを求めるものですが、いくつかの古典的な波形に対する解析的な手法による扱いが本章末の文献(3)に載っています。文献(3)は、SRSに関する基本的な知見を与えてくれる優れた文献であると思います。

### 7.2.2 SDOF 系の記述と SDOF 系フィルタの構成

右図に示すものが我々のSDOF系です。我々の問題の場合、系への入力はベースの加速度波形  $\ddot{x}(t)$  であり、系の出力は絶対加速度SRSを計算するときは  $\ddot{y}(t)$  であり、相対変位SRSを求める場合には  $Z(t)$  です。

この系を記述する運動方程式は、次の通りです；

$$m \ddot{y} + c \dot{y} + ky = c \dot{x} + kx \quad (7-1)$$

この力学系をシミュレートするデジタルフィルタを形成するため、まずこの系の伝達関数を求めます。ラプラス変換の手法により(7-1)を書き直すと、

$$(s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2) Y(s) = (2\zeta\omega_n s + \omega_n^2) X(s) \quad (7-2)$$

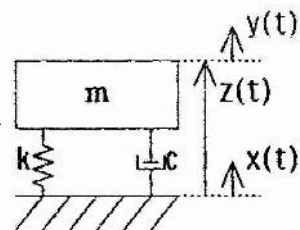


Fig.7-2-1

$$\begin{aligned} \text{ここに} \quad \omega_n &= \sqrt{k/m} \\ \zeta &= c/C_c \\ C_c &= 2\sqrt{mk} \end{aligned}$$

であり、 $C_c$ は系の臨界減衰係数です。

(7-2)によれば、絶対加速度についての伝達関数は、

$$H_{\text{acc}}(s) = \frac{s^2 Y(s)}{s^2 X(s)} = \frac{2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2} \quad (7-3)$$

と直ちに求まります。

一方、相対変位に関する伝達関数 $H_{\text{rd}}(s)$ は、

$$H_{\text{rd}}(s) = \frac{Z(s)}{s^2 X(s)} \quad (7-4)$$

で計算できるので、

$$z(t) = y(t) - x(t) \quad (7-5)$$

であることに注意して(7-1)を $x(t)$ と $z(t)$ で表すと、

$$m\ddot{z}(t) + c\dot{z}(t) + kz(t) = -m\ddot{x}(t) \quad (7-6)$$

従って、

$$(s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2) Z(s) = -s^2 X(s) \quad (7-7)$$

これにより、(7-4)は、

$$H_{\text{rd}}(s) = \frac{-1}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2} \quad (7-8)$$

と求まります。

以上によって、目的とする系の伝達関数が明らかになりました。次にこのような伝達関数をもつIIR型デジタルフィルタを設計すればよいわけです。この手法について詳述することは控えますが、興味のある方は、例えば文献(4)をご覧ください。

(7-3), (7-8)を、(7-9)の形の $z$ 変換に置き換えることにより、IIR型フィルタの係数が次のように求まります；

$$H(z) = \frac{a_0 + a_1 z^{-1}}{1 - b_1 z^{-1} - b_2 z^{-2}} \quad (7-9)$$

絶対加速度の場合

$$\begin{aligned} a_0 &= 2\zeta\omega_n / fs \\ a_1 &= a_0 \exp(-\zeta\omega_n / fs) \left[ \frac{1-2\zeta^2}{2\zeta\sqrt{1-\zeta^2}} \sin(\sqrt{1-\zeta^2}\omega_n / fs) - \cos(\zeta\sqrt{1-\zeta^2}\omega_n / fs) \right] \\ b_1 &= 2 \exp(-\zeta\omega_n / fs) \cos(\sqrt{1-\zeta^2}\omega_n / fs) \\ b_2 &= -\exp(-2\zeta\omega_n / fs) \end{aligned} \quad (7-10)$$

相対変位の場合

$$a_0 = 0$$

$$a_1 = \frac{-\exp(\zeta \omega_n / fs) \sin(\sqrt{1-\zeta^2} \omega_n / fs) / fs}{\sqrt{1-\zeta^2} \omega_n}$$

(7-11)

$$\left. \begin{matrix} b_1 = \\ b_2 = \end{matrix} \right\} \text{絶対加速度の場合と同じ}$$

### 7.2.3 Interpolation と Decimation

<Interpolationの必要性>

上述したIIR型フィルタに入力波形データを通せば、任意のSDOF系の出力波形を演算で求めることができます。ところが、無防備にこれを実施すると、予期せぬ演算誤差の発生に出会うことになります。Fig.7-2-2 にこの例を示しましょう。これは、fs=8192Hzでサンプリングした11ms, 1m/s<sup>2</sup>のハーフサインを「無防備に」上記SDOF系を通して求めたSRS(maximax)ですが、高域側に明らかな演算誤差が認められます(正しい処置による正しい結果を示すFig.7-2-3と比べてください)。

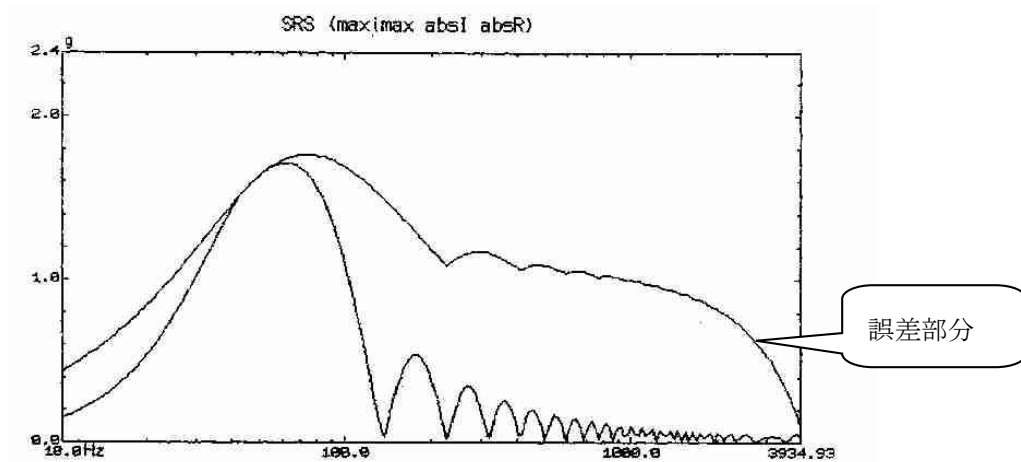


Fig.7-2-2 SRS 演算誤差の例

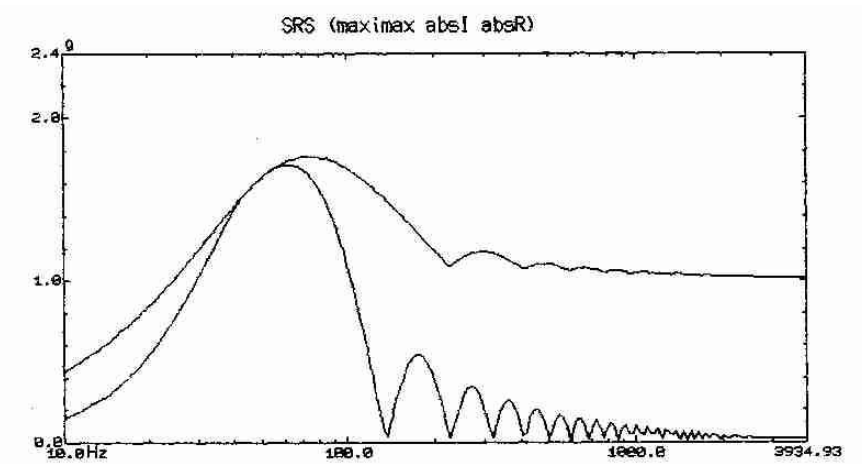


Fig.7-2-3 正しい演算結果



なぜこのようなことが生じるのでしょうか? 8192Hzでサンプリングされた11msのハーフサイン波のメインパルス部は90個(=8192Hz×0.011s)のデータポイントで表現されています。このような入力データがSDOF系に入力され、我々はこの出力を計算するのですが、SDOF系の共振周波数が高くなってゆくと、これに対応する出力波形を表現するデータポイント数が不足してくるのです。例えば、1000Hzの共振系の場合、出力波形には1000Hz成分が卓越していますが、今の場合、1000Hz成分1周期あたりを表現するデータポイント数はわずか8個(=8192Hz×1/1000Hz)しかありません。この結果、出力波形データを算出するデジタルフィルタの動作が正常でなくなり、演算結果は信用のおけないものになります。SRSは、SDOF系出力波形のピーク値を集めたものですが、このような状況下では正しいピーク値が算出され捉えられている保証はありません。つまり、正しいSRSを求めるには、正しいピーク値を捉えるに十分な1周期表現データポイント（1周期あたりのデータポイント数）を保証するような状況下で、フィルタリング演算を行わねばならないのです。

#### < Interpolation >

このような必要が生じたときに一般に用いられる手法が、Interpolation（補間）演算です。上述の例では、要は1000Hzで生じる現象を云々するには、サンプリング周波数8192Hzは小さすぎるのです。そこで、与えられたデータを元に、サンプリング周波数を実効的に引き上げる手法がInterpolationです。むろん、このようなことが不用意に出来るはずはありません。もとデータに含まれぬ成分をつけ加えたりすることなく、あたかも実際により高い周波数でサンプリングしたが如きデータを得るという「手品」のようなことをInterpolationの手法は可能にしてくれます。（その要所は、原理的に位相歪みを全く発生しないFIR型フィルタを用いる点にあります。Interpolation手法については、例えば文献(5)をご覧ください。）

Fig.7-2-3 のデータは、このような処理を行い、正しいピーク検出が保証された状況で求められたものです。本システムは、分析帯域が高周波側に移行してゆくのに合わせ、自動的にInterpolationを順次行い、正しい結果を得るような演算アルゴリズムによってSRS分析を行います。

#### < Interpolation実施の困難 >

ところで、ご想像のつく通り、Interpolationは大変ぜいたくな処理です。サンプリング周波数を2倍に引き上げれば、データポイント数も2倍になります。正しい結果を保証するには、場合によっては1周期分の波形を、256程度のデータポイント数で表現する必要があります。fs=8192Hzのとき、原理的に分析可能な上限周波数(Nyquist周波数)は4096Hzですが、このとき、もとデータはわずか2ポイントデータで1周期波形を表現しています。従って、この場合、サンプリング周波数を128倍(=256/2)してやる必要があります、この結果、データ量も128倍になります。もし、もとデータが4Kポイントであったとすると、Interpolationの結果、得られるデータは512Kポイントになります。

このような場合においても、私共が開発したInterpolationのための新しいアルゴリズムでは、正しいSRSを求めることが出来ます。事実、後述するように、「レベル5」の演算指定の場合には、1周期表現ポイント数を256ポイント以上に保ったSRS算出が実行されているのです。ただし、当然のことですが、Interpolation回数が増すに従い演算量が増し、結果を得られるまでの時間は長くなります。

#### < Decimation >

Interpolationとは逆に、サンプリング周波数を実効的に引き下げ、表現データポイント数を少なく

する処理がDecimation（間引）演算です。DecimationにおいてもFIRフィルタリングの技法が用いられ、一種の「手品」が実施されます。

Decimationが必要になるのは、Interpolationとは逆に低周波域において表現データポイント数が大きくなりすぎて、IIRフィルタ（これはフィードバックを伴う演算です。）が不安定になる場合です。数値フィルタの安定性は、データの演算語長に大きく依存します。本ソフトウェアでは、フィルタリング演算そのものは倍精度実数で実行しており、この種の不安定性の問題は殆どありませんが、各帯域における演算精度を揃える意味でDecimation処理を行っています。

#### <減衰率の大きなSDOF系でのInterpolationの必要性>

フィルタの不安定性の問題は、むしろ減衰率 $\zeta$ の大きなSDOF系を設定したときに生じます。このため、従来のシステムでは $\zeta$ の値はせいぜい10%程度にとどめられていましたが、本システムでは $\zeta=90\%$ の場合にも「レベル5」モードで演算して頂ければ、正しいSRS演算を行います。

#### <演算精度指定>

上述してきたように、演算精度を上げるには、Interpolation回数を増すことが必要であり、しかしそうすると多くの演算時間を要します。

そこで本システムでは、演算精度指定機能を設け、目的にあった使用をして頂けるよう配慮しています。

レベル1 : 1周期波形表現データ最小数を16とします。

レベル2 : 上記最小数を32とします。標準的な精度とお考えください。

$\zeta < 10\%$ の通常の場合は十分な精度が得られます。

レベル3 : 上記最小数を64とします。

レベル4 : 上記最小数を128とします。

レベル5 : 上記最小数を256とします。

一方、Decimation実行を規定する量である「1周期波形表現最大数」は、各レベル共通で512です。

#### <SDOF共振系通過波形の算出モードでの扱い>

単一のSDOFフィルタ通過をシミュレートし、その出力波形そのものを表示する上記モードでも、Interpolationが実施されています。（さもないと、正しい結果が得られません。）ただし、この場合には、グラフ表示できるデータポイント数に限界があるため、計算は全ポイント分を算出していますが、グラフ表示はデータ間引処理を実施しています。

Fig.7-2-4 とFig.7-2-5 に例を掲げます。なぜ、Interpolationが必要であるかが、明らかにみとれます。

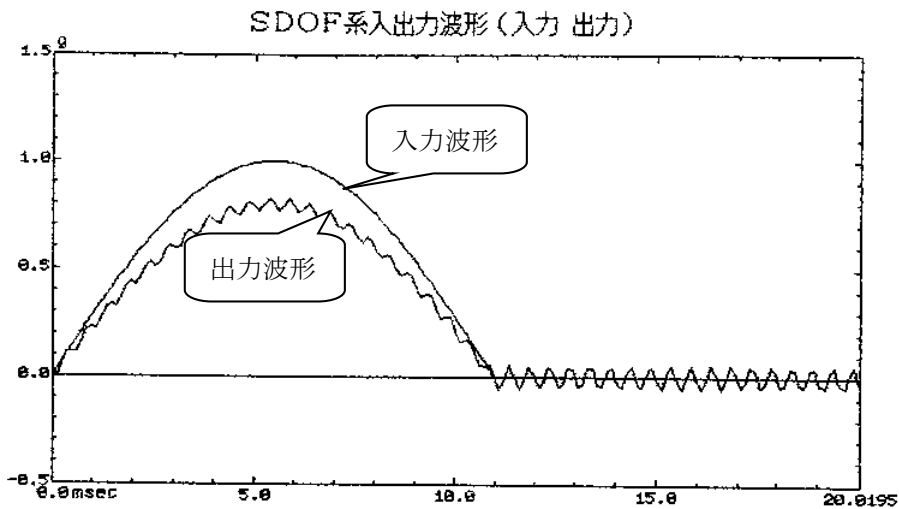


Fig.7-2-4 Interpolation 不足の SDOF 系出力波形計算例

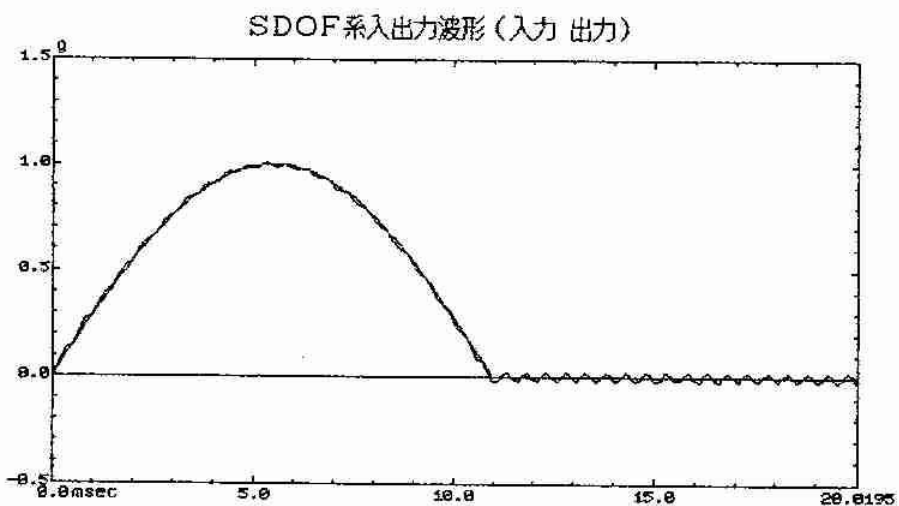


Fig.7-2-5 正しい計算の例

#### 7.2.4 SDOF 系フィルタ群の配置

SRS分析においては、上述したSDOF系フィルタの一群が、指定されたSRS分析条件に基づいて構築されるわけですが、その際のフィルタの配置が実際にどのように実施されるかを述べておきます。

フィルタ配置を決定する要素は、分析最大周波数 $f_{max}$ 、分析最小周波数 $f_{min}$ および分析周波数間隔の3つです。

##### (1) octave→decadeへの読み替え

分析周波数間隔は、慣例によりオクターブあたりのフィルタ数(filters/octave)で定義されます。一方、実際にフィルタを配置する周波数値は切りのよい値(100[Hz]や1000[Hz])を含んでいる

ことが望ましく、実際、例えば音響の分野で1/3オクターブ分析を行う場合のフィルタ周波数は、そのように規定されています。しかし、正直にオクターブによる定義を用いては、このようなことの実現は不可能です。

これを解決する方法として、本システムでは、指定された分析周波数間隔値 $m$ [filters/octave]を、ディケードバンド単位に変換した値 $m'$ [filters/decade]を求め、この値をもとに10のべき乗毎に実際のフィルタ周波数を決定しています。（すなわち、実際のフィルタ周波数の決定は、あくまでディケードバンドとして実施されます。）

ただし、このとき $m \rightarrow m'$ の変換は、整数 $m$ から整数 $m'$ を求めるように行われますので、このときに生じる丸めの誤差分だけ、オクターブバンド法で計算される周波数とは異なる周波数が選択されることとなります。（正にそのお陰で、例えば1[Hz]を基準としたとき、1024[Hz]ではなく1000[Hz]という、切りのよい値が選ばれるわけです。）

## (2) 最大／最小周波数の扱い

指定された $f_{max}$ ,  $f_{min}$ の値が、上述のようにして計算されるフィルタ周波数の値とちょうど一致していればよいのですが、そうでない場合には、構築されるフィルタ群の周波数 $f_i$ は、これら上／下限値を超えない値として設定されます。すなわち、

$$f_{min} \leq f_n \leq f_{max}$$

を満たす $f_n$ の系列をもつSDOF系フィルタ群が構築されることとなります。

## 7.3 目標 SRS を有する波形の合成

### 7.3.1 概要

目標SRSを有する波形の合成 — SRSマッチング — を行う手法について説明します。

SRSマッチングのプロセスは、次の3段階からなります；

第1段階	目標SRSの定義
第2段階	合成要素波初期値の設定
第3段階	SRSマッチング演算の実施

以下、これら各段階に関わる主要な概念を説明します。

### 7.3.2 目標 SRS

SRSマッチングを行う際の目標 — 合成された波形のSRSがそれに一致すべきという意味での目標 — となるSRSのことです。

(1) 目標SRSは、絶対加速度と相対変位のいずれか一方を指定することが出来ます。

(2) 目標SRSは、共に許容限界(Tolerance)を定義します(dB単位)。

(3) 目標SRSは、次の2通りのいずれかの方法で定義することが出来ます；

A. ブレイクポイントによる定義

B. SRSデータファイルを読み込んで定義

以上が要点ですが、目標SRSには、その指定内容がSRSマッチングを行う「舞台」そのものを決定する、という基本的な役割があります。すなわち、以後のSRSマッチングのための処理は、全て目標SRSの設定パラメータ（分析最高/最小周波数、分析周波数間隔など）に合わせた設定に基づいて実施されます；要素波は、目標SRSによって決まるSDOF系フィルタ共振周波数と一致する周波

数をもつものとして指定され（これは本質的には便宜上とられた方針に過ぎません。）、それらによって合成された合成波のSRS分析は、目標SRSと同一条件で実施されます。（これは当然そうあるべきです。）

### 7.3.3 合成要素波初期値の重要性

本システムではSRSマッチングに用いる合成波は3種のうちから選択できます。

選択された合成波種別に従い、各要素波のパラメータに初期値を与え、その初期値に基づき波形を合成し、その波形をSRS分析して目標SRSと比較し、これらを一致させるべく要素波パラメータを修正して反復法(iteration)により目標SRSを出来るだけ一致度の高いSRSをもつ合成波を求める、というのがSRSマッチングの業務です。

ここで注意すべきことは、上述の反復は必ずしも成功を約束されてはいない、ということです。つまり、いくらiterationを行っても、合成波のSRSが目標SRSの近傍に収束しない、というケースが生じることは充分にありえることです。

このようなケースは、さらに次のふたつに分類されうると思われます。すなわち、何らかの工夫で目標SRSへの収束を得られる場合と、初めから収束など期待すべくもない場合とです。

上記前者の場合において重要なものが、本節の主題たる合成要素波に最初に与える値（初期値）に他なりません。すなわち、SRSマッチングのような複雑（怪奇？）なプロセスにおいて、目標への収束の条件を一般的に扱うことなどは到底無理であると思われませんが、収束は都合のよい初期値を与え得た一群の（いくつあるかは不明）ケースにおいて達成しうるものと思われます。

このような定義をもつ初期値を与える方法は、次のいずれかが可能です；

- A. 手動（全てをオペレータが指定する。）
- B. 自動

我々の知る限り、Aの手法でうまく収束を果たすには、相当の熟練を要し、予備的な考察なしに適当に行っても、まず収束は生じません。

そこで、何とかこれを自動的に解決することを目指して作成したものがBの機能です。何度も申し上げるようにSRSマッチングの問題は複雑であり、本機能も収束を保証しうるものでは全くありません。けれども、多くの場合「手動」よりは、はるかに効果的でありうると思われます。

以上、長々と初期値の重要性について申し述べましたが、初期値設定の中で最も重要なものは要素波に与える周波数 — 可能な周波数のうちから、どれを選んで要素波を準備するか、ということ — です。この選択が悪いと、収束は到底望めません。

### 7.3.4 SRS マッチング演算

SRSマッチングのための反復法の実施において、本システムの採っているアルゴリズムは極めて単純なものです；

今、 $i$  番目の周波数成分(SDOFフィルタ共振周波数)に対応する要素波の振幅を $\text{amp}[i]$ と書くとき、

$$\text{amp}[i] = \text{amp}[i] \frac{\text{refsr}[i]}{\text{synsr}[i]} \quad (7-12)$$

の演算によって、次回の要素波振幅を決定します。ここに、 $\text{refsr}[i]$ は目標SRSの $i$ 番目の成分、 $\text{synsr}[i]$ は合成波SRSの $i$ 番目の成分です。

この方法の特徴は次の通りです;

(1) synsrs[i]はamp[i]のみによって決まるわけでは全くない。否むしろ、i番目以外の成分からの寄与は確実に存在するのであって、(7-12)式により収束(synsrs[i]=refsrs[i]となること)が生じる保証はない。

しかるに、(7-12)を採用するのは、他に簡単なよい方法が見つからぬからである。

(2) つまり、要素波の他のパラメータについては一切「制御」を行わない。行えば、よい結果が出る可能性はあるが、それを現実的な時間の中で実施するには、パソコンの数十倍以上の演算速度をもつプロセッサを要するであろう。

#### <文 献>

(1) J.S.ベンダット/A.G.ピアソル 著

「ランダムデータの統計的処理」

培風館

(2) 柳井晴夫/竹内啓 著

「射影行列 一般逆行列 特異値分解」

東京大学出版会

(3) R.S.Ayre "Transient Response to Step and Pulse Functions"

Shock and Vibration Handbook 2nd Edition Chapter. 8, McGraw-Hill

(4) Oppenheim / Schafer

「デジタル信号処理」

コロナ社

(5) R.E.Crochiere/L.R.Rabiner

"Optimum FIR Digital Filter Implementations for Decimation,  
Interpolation, and Narrow-Band Filtering."

IEEE Transactions, Vol:ASSP-23 No.5:444~456

## 第8章 SRS SHOCK（オプション）定義編

### 8.1 SRS SHOCK テストの定義の概要

SRS SHOCKのテスト定義は、通常のSHOCKのテスト定義とほとんど同じですが、目標の定義の仕方だけが異なります。

SRS SHOCKの「テスト」定義の実体は、Table8-1の情報を順に設定して行くことです。

Table.8-1 定義する情報

設定情報	
(1) I/Oモジュール構成	○
(2) 加振システム情報	○
(3) 目標SRS	○
(4) 制御条件	○
(5) 加振システム設定	○
(6) 入力チャネル	○
(7) セーフティチェック	○
(8) レベルスケジュール	△
(9) タイミング信号	△

○：必ず設定しなければならない情報

△：必要に応じて設定する情報

定義が完了した「テスト」の情報一式は、これを所定の形式のファイル「テストファイル」として、格納することが出来ます。

一旦定義した「テスト」の情報が「テストファイル」として格納してある場合には、そのファイルをロードしてくるだけで、試験の実施が可能です。

なお、モニタ波形のSRS分析条件は、目標SRSで定義された分析条件になります。

次節以降で、目標SRSの定義について説明します。

その他の項目の定義については、通常のSHOCKのテスト定義と同じですので、“第4章 テストの定義”の該当箇所を参照ください。

## 8.2 目標 SRS

SRS\_SHOCK試験では、制御は波形制御を行います。ユーザが目標として与えるのは目標SRSとなります。その制御結果の判断もSRSで行います。

なお、制御量のディメンジョンは‘加速度’に限定されます。

目標SRSは、次の情報を順に設定することで確定します。

### (1) SRS分析条件

SRS分析条件を指定します。

ここで定義する主な項目には、次のようなものがあります。

- ・ サンプル周波数はいくらか？
- ・ 目標波形の長さ（データポイント数）はいくらか？
- ・ SRS 分析の周波数範囲と周波数刻み（SDOF 共振周波数群）の設定をどうするのか？
- ・ SRS 分析の減衰率はいくらか？
- ・ SRS 分析の種別は何か？

### (2) 目標SRS条件

目標SRS条件は、「周波数、振幅値、トレランス」をひとつのブレイクポイントとして指定します。

周波数系列は、すでに“SRS分析条件”で決定していますので、実際には、対象となる「周波数」を選んで、その周波数での「振幅値、トレランス」を指定していくことになります。

### (3) 波形合成条件

“目標SRS条件”を満たす合成波を作成する条件を指定します。

合成波は複数の要素波を足し合わせて作成します。要素波は減衰正弦波で定義します。

減衰正弦波については、“5.6 減衰正弦波”を参照ください。

ここで定義する主な項目には、次のようなものがあります。

- ・ 合成波の種別は何を使うか？
- ・ 合成波の各要素波を自動で設定するのか、手動で設定するのか？
- ・ 要素波を自動で設定する場合には、その自動設定条件（周波数範囲と周波数刻み等）はどのようなものか？
- ・ 要素波を手動で設定する場合には、各要素波の周波数や振幅等はいくらか？

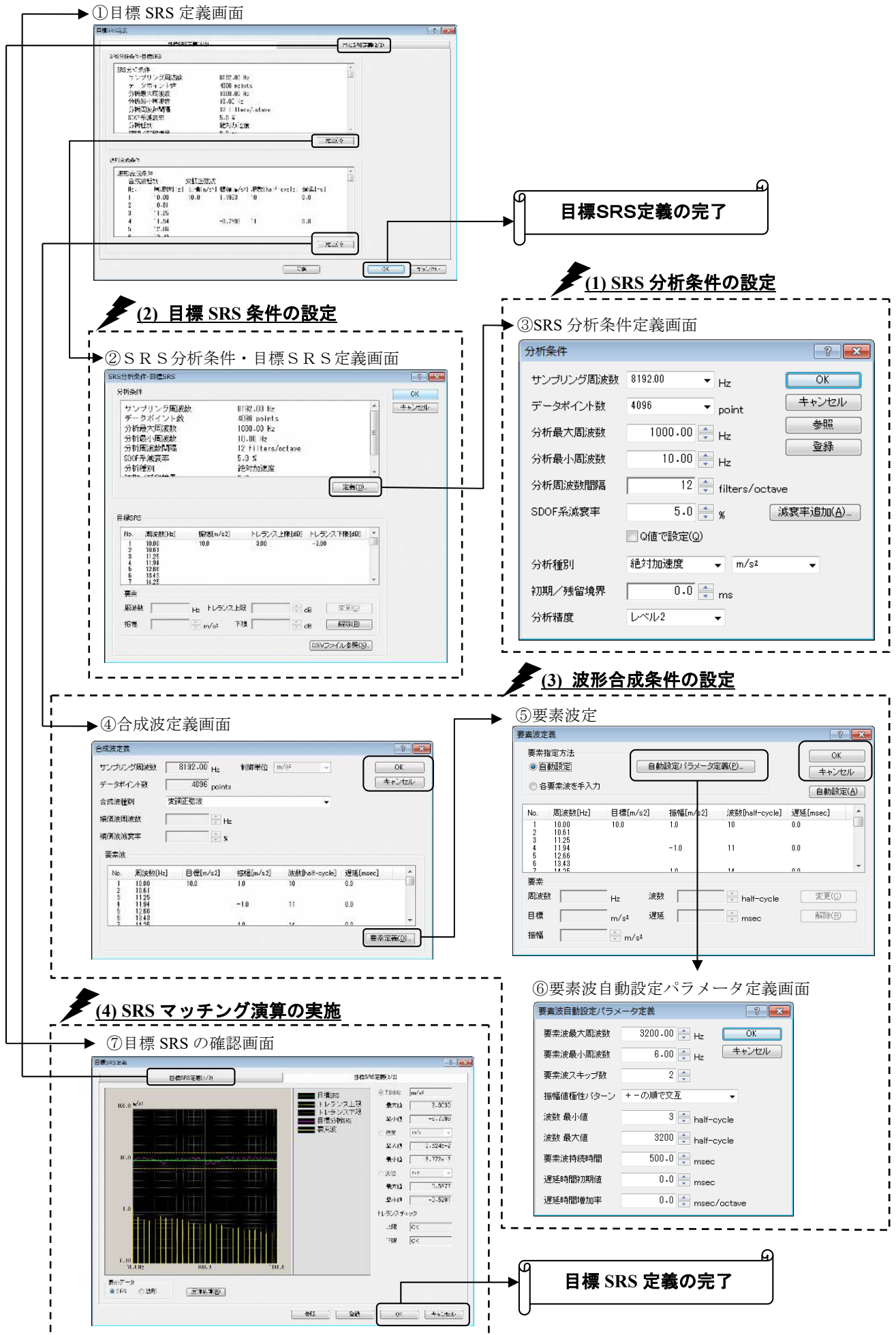
### (4) SRSマッチング演算の実施

“波形合成条件”で生成される合成波は目標波形となります。

この合成波は“目標SRS条件”を満たすように作成されますが、一般的に合成波の初期設定では“目標SRS条件”を満たすことは困難です。

そこで、目標波形（合成波）のSRS分析（目標分析SRS）が、“目標SRS条件”で設定したトレランス内に収まるように、合成波の各要素波を修正していく作業を行います。



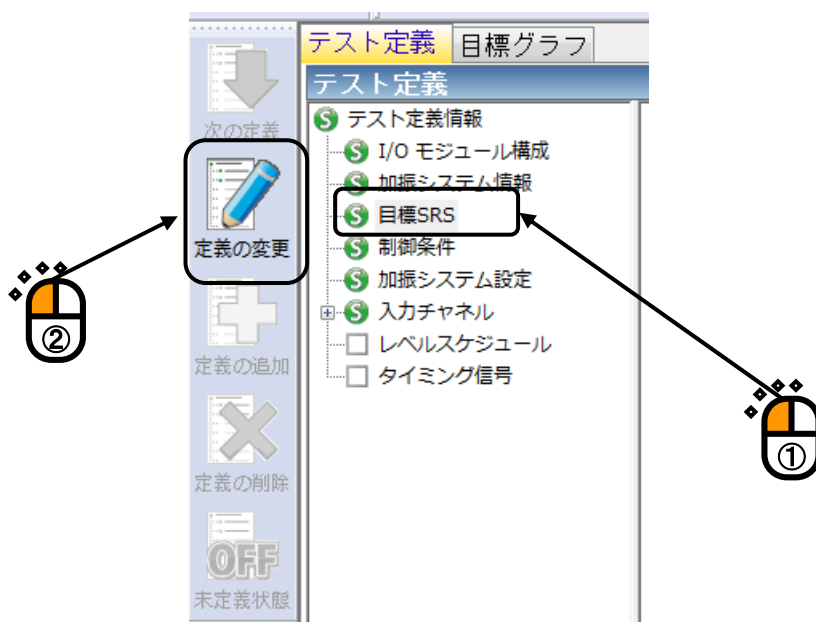


前ページに、目標SRSの定義画面の遷移図と定義しなければならない情報との関係を示しました。

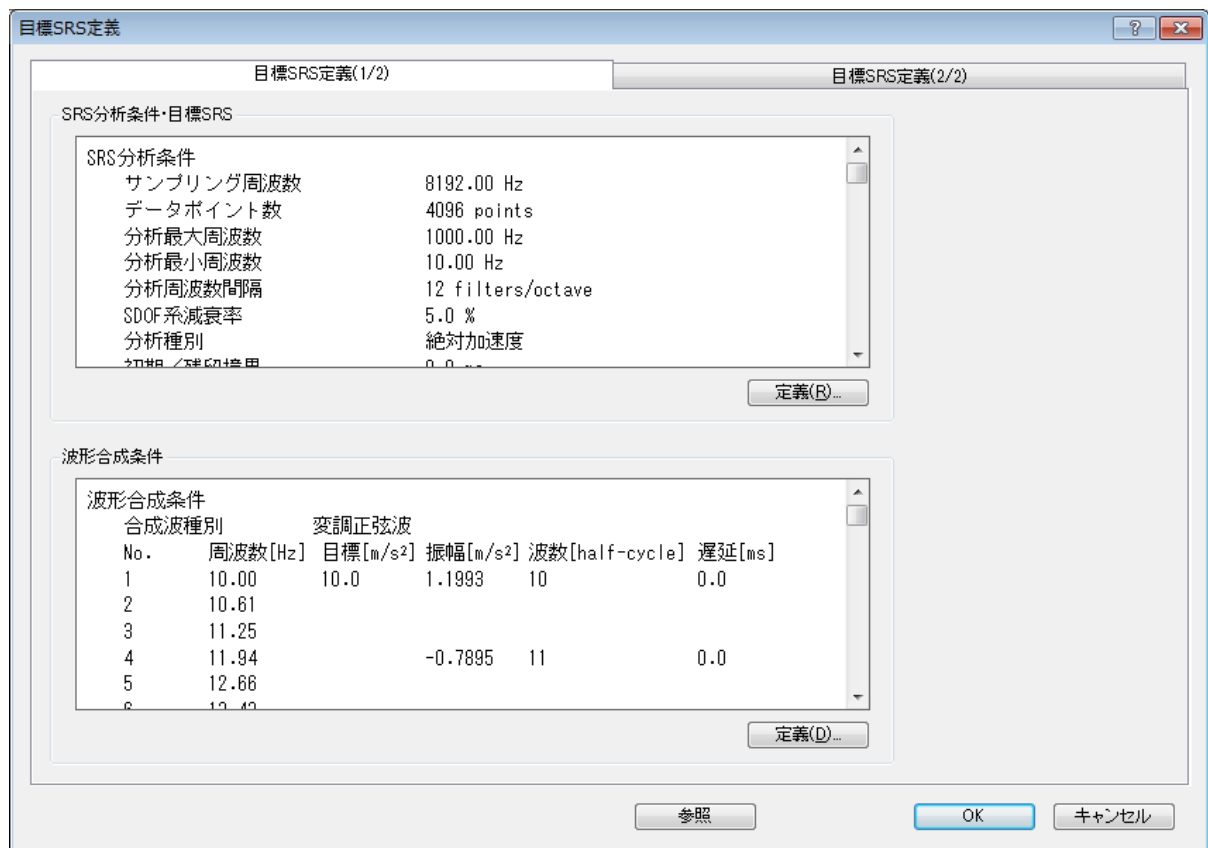
ただし、テストを新規作成する場合には、定義しなければならない情報の順序に沿って、下記のように定義画面が表示されます。

- |                    |   |                     |
|--------------------|---|---------------------|
| ③SRS分析条件定義画面       | ↓ | : (1) SRS分析条件の定義    |
| ②SRS分析条件・目標SRS定義画面 | ↓ | : (2) 目標SRS条件の定義    |
| ④合成波定義画面           | ↓ | : (3) 波形合成条件の定義     |
| ①目標SRS定義画面         | ↓ |                     |
| ⑦目標SRSの確認画面        |   | : (4) SRSマッチング演算の実施 |

定義済みテストの目標SRSを修正したい場合は、テスト定義の目標SRSの項目を選択し、[修正] ボタンを押してください。あるいは、目標SRSをダブルクリックしても定義画面が表示されます。



[修正] ボタンを押すと、目標SRS定義画面が表示されます。



## 8.2.1 SRS 分析条件

分析条件定義画面では、SRS分析の条件を設定します。

各パラメータの設定が終わり、分析条件定義画面で「定義」ボタンを押すと、SRS分析条件・目標SRS定義画面が表示されます。

サンプリング周波数	1024.00	Hz	OK
データポイント数	4096	point	キャンセル
分析最大周波数	400.00	Hz	参照
分析最小周波数	10.00	Hz	登録
分析周波数間隔	12	filters/octave	
SDOF系減衰率	5.0	%	減衰率追加(A)...
<input type="checkbox"/> Q値で設定(Q)			
分析種別	絶対加速度	m/s <sup>2</sup>	
初期/残留境界	0.0	ms	
分析精度	レベル2		

### 8.2.1.1 サンプリング周波数

#### (1) 意味

生成する波形データのサンプリング周波数 $f_s$ を選択します。

本項の設定により、波形制御プログラムが本データを使用する際の「周波数レンジ $f_{max}$ 」が確定することになります。

尚、周波数レンジ $f_{max}$ は、サンプリング周波数 $f_s$ と次の関係で結ばれています；

$$f_{max} = f_s / 2.56 \text{ [Hz]}$$

### 8.2.1.2 データポイント数

#### (1) 意味

前項のサンプリング周波数でサンプリングされたデータポイントをいくつ使って波形データを表現するか、の個数のことです。

波形データの全長 $T$  [s]は、次式で決まります；

$$T = N / f_s \text{ [s]} \quad N: \text{データポイント数}$$

### 8.2.1.3 分析最大周波数

#### (1) 意味

SRS分析を実施する際の周波数領域の最大値を指定します。

次項で指定する分析最小周波数と分析最大周波数の区間の内側に分析周波数間隔ごとにSDOF系を配置し、各系の応答を算出することによりSRSを求めます。

#### 8.2.1.4 分析最小周波数

(1) 意味

SRS分析を実施する際の周波数領域の最小値を指定します。

分析最小周波数と前項で指定した分析最大周波数の区間の内側に次項で指定する分析周波数間隔ごとにSDOF系を配置し、各系の応答を算出することによりSRSを求めます。

#### 8.2.1.5 分析周波数間隔

(1) 意味

SRS分析実施のために準備するSDOF共振系フィルタ群配置の「密度」を指定します。

すなわち、本項はSDOF系を1オクターブあたり何個設定するかの数を目指します。(filters/octave)

構成されるSDOFフィルタの総数は、本項の指定値と分析最小周波数/分析最大周波数の指定値によって定まりますが、この総数の最大値は**256**です。

#### 8.2.1.6 SDOF 系減衰率

(1) 意味

SRS分析実施のために準備するSDOF共振系フィルタ群の減衰率であり、全フィルタに対して共通の値を設定します。

$$\zeta = \frac{C}{C_c}$$

ここに、 $C_c$ はSDOF系の臨界減衰係数です；

$$C_c = 2\sqrt{mk}$$

一般的に、Q値と減衰率との間には、次の関係が成り立ちます。

$$Q = \frac{1}{2\zeta}$$

#### 8.2.1.7 分析種別

(1) 意味

定義するSDOF系の種別すなわち算出する出力波形の種別を指定します。

- a. 絶対加速度出力波形
- b. 相対変位出力波形

のいずれか一方が選択できます。

#### 8.2.1.8 初期/残留境界

(1) 意味

入力波形の実質的な終了時刻のことを指し、SRS分析実施の過程において、初期応答SRS(+I,-I,absI)と残留応答SRS(+R,-R,absR)の算出の基礎（「初期」と「残留」の区分を定義）となるデータです。

従って、本項の指定は、得られるSRSデータに大きな影響を与えますが、**maximax SRS**は、本項目の影響を受けません。

### 8.2.1.9 分析精度

#### (1) 意味

SDOF系からの出力波形を算出するにあたり、シミュレーション演算実行の精度を選択します。

「レベル1」から「レベル5」に至る5段階から選択可能ですが、レベルの数が多いほど、精度は上がりますが、その代わり演算時間が(ほぼ指数関数的に)増加します。

interpolation実行のスケジュールは、各SDOF系の共振周波数に合わせ、自動的に決定されます。

減衰率<10%のような通常の場合は、「レベル2」で十分な精度が得られるものと思われます。

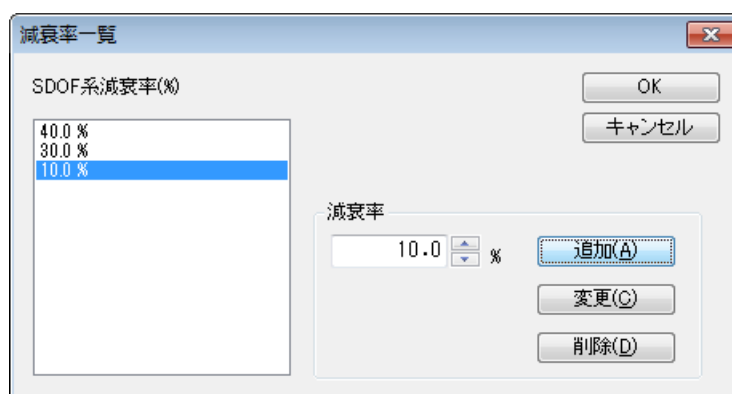
### 8.2.1.10 減衰率追加

#### (1) 意味

“8.2.1.6 SDOF系減衰率”で指定した減衰率以外の複数の減衰率でSRS分析を同時に行います。ただし、複数の減衰率でのSRS分析はmaximax SRSのみの分析となります。

複数のSDOF系減衰率を指定したい場合は、「減衰率追加」ボタンを押してください。

「減衰率追加」のボタンを押すと、下記のダイアログボックスが表示されますので、「追加」ボタンを押してSDOF系減衰率を入力してください。



## 8.2.2 目標 SRS 条件

SRS分析条件・目標SRS定義画面では、目標SRSの条件を設定します。

各パラメータの設定が終わり、SRS分析条件・目標SRS定義画面で [OK] ボタンを押すと、

- ・テスト定義の新規作成の場合 : 合成波定義画面が表示されます。
- ・既存のテスト定義の修正の場合 : 目標SRS定義画面が表示されます。

定義されている SRS 分析条件の内容が表示されます。

SRS 分析条件を変更する場合には「定義」ボタンを押します。

目標 SRS 条件を定義します。

ここでは、SRSマッチングを行う際の目標(合成された波形のSRSがそれに一致すべきという意味での目標)となるSRSを定義します。

- (1) 目標SRSは、絶対加速度と相対変位のいずれか一方を指定することが出来ます。  
ただし、この設定は、“8.2.1 SRS分析条件”の「分析種別」で確定しています。
- (2) 目標SRSはブレイクポイントにて定義します。  
ただし、このブレイクポイントの周波数系列は、SRS分析の周波数系列と同じで、“8.2.1 SRS分析条件”の「分析最大周波数」「分析最小周波数」および「分析周波数間隔」で確定していますので、振幅のみの設定になります。
- (3) 目標SRSのトレランス（許容限界）を定義します。

SRS分析条件の定義は、先に述べたように既に完了してしますので、上図のように定義内容が表示されています。

もし、SRS分析条件を修正したい場合は、分析条件の [定義] ボタンを押してください。

### 8.2.2.1 ブレイクポイントの設定

#### (1) 意味

ブレイクポイントを手動で設定するには、以下の手順に沿って操作してください。

- ① 周波数リストの中からブレイクポイントを設定したい周波数を選択します。
- ② 振幅値とトレランス（許容限界値）を入力します。
- ③ [変更] ボタンを押します。

ブレイクポイントの設定は、必要と思われる周波数について行ってください。

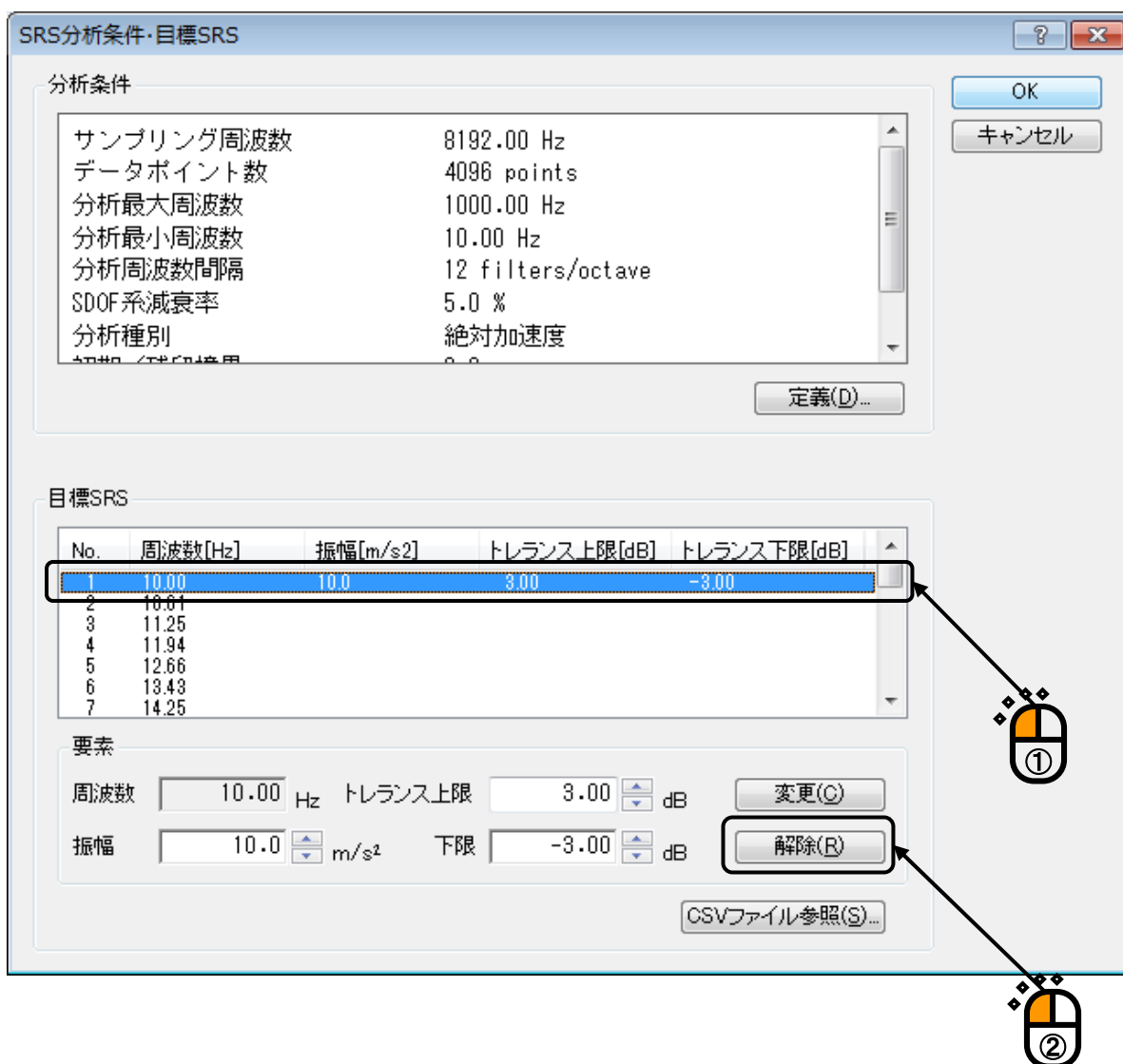
The screenshot shows the 'SRS分析条件・目標SRS' dialog box. The '分析条件' (Analysis Conditions) section is at the top, and the '目標SRS' (Target SRS) section is below it. The '目標SRS' section contains a table with columns: No, 周波数[Hz], 振幅[m/s<sup>2</sup>], トレランス上限[dB], and トレランス下限[dB]. The first row is selected and highlighted in blue. Below the table is the '要素' (Element) configuration panel, which has input fields for 周波数 (10.00 Hz), 振幅 (10.0 m/s<sup>2</sup>), トレランス上限 (3.00 dB), and 下限 (-3.00 dB). There are buttons for '変更(C)' (Change), '解除(R)' (Reset), and 'CSVファイル参照(S)...' (Refer to CSV file...). Three callout icons with numbers 1, 2, and 3 are placed around the interface. Icon 1 points to the selected row in the table. Icon 2 points to the input fields in the '要素' panel. Icon 3 points to the '変更(C)' button.

No	周波数[Hz]	振幅[m/s <sup>2</sup> ]	トレランス上限[dB]	トレランス下限[dB]
1	10.00	10.0	3.00	-3.00
2	10.61			
3	11.25			
4	11.94			
5	12.66			
6	13.43			
7	14.25			



設定済みのブレイクポイントを破棄するには、以下の手順に沿って操作してください。

- ① 周波数リストの中から要素波を設定したい周波数を選択します。
- ② [解除] ボタンを押します。



なお、本項において振幅値の設定をしていない周波数については、条件により以下のよう  
にシステム側で設定します。

f1,f2,f3,f4,f5,f6,f7 という周波数データがあり、その中でf2,f5はオペレータにより振幅値が与  
えられた場合

f3,f4 : f2,f5の振幅値から直線近似で求まる振幅値が与えられます。

f1,f6,f7 : 振幅値には、ゼロが与えられます。

### 8.2.2.2 CSV ファイルによるブレイクポイントの設定

[CSVファイル参照] ボタンを選択することにより、ファイルに記録された各周波数における振幅値および許容限界値のデータを読み込み、ブレイクポイントデータとして使用することができます。

読み込み可能なファイルの形式は、以下の通りです；

#### (1) CSVファイル

以下の形式の、各値がカンマで区切られた CSV 形式ファイル

周波数値[Hz], 振幅値, トレランス上限値[dB], トレランス下限値[dB]
---

なお、振幅値の単位は、CSV ファイル内では規定されません。振幅値の単位は、分析条件で規定された単位が使用されます。

また、レランスは省略可能です。トレランスが省略された場合には、デフォルト値が設定されます。

以下に、記述例を示します。

(左より周波数[Hz]、振幅値、許容限界上限値[dB]、許容限界下限値[dB])

5.689,10,6,-6 CR
------------------

8.612,20,6,-6 CR
------------------

11.56,20,6,-6 CR
------------------

(CR :改行)

<ファイル参照時における、近似の周波数への代入について>

参照ファイルに記述された周波数系列が、「分析条件」の周波数系列と異なる場合、本システムでは自動的に近似の周波数に代入されます。

CSV ファイルを読み込み、近似の周波数へ代入した例を、Fig.8-2-1、Fig.8-2-2 および Fig.8-2-3 に示します。

Fig.8-2-2 の 4.2Hz という値は、Fig.8-2-1 の「分析条件」の周波数系列に含まれていませんが、Fig.8-2-3 のように、読みこまれる際に近似値である 4.12Hz のデータとして代入されます。

No.	周波数[Hz]	振幅[m/s <sup>2</sup> ]
1	4.12	
2	4.38	
3	4.64	
4	4.92	
5	5.22	
6	5.54	
7	5.88	
8	6.24	
9	6.61	
10	7.02	
11	7.44	

Fig.8-2-1 「分析条件」の周波数系列例

				周波数系列
4.2,	1.0,	6,	-6	
6.8,	2.0,	6,	-6	
6.9,	3.0,	6,	-6	
7.3,	4.0,	6,	-6	

Fig.8-2-2 読み込み対象の CSV ファイル例

No.	周波数[Hz]	振幅[m/s <sup>2</sup> ]
1	4.12	1.0
2	4.38	
3	4.64	
4	4.92	
5	5.22	
6	5.54	
7	5.88	
8	6.24	
9	6.61	2.0
10	7.02	3.0
11	7.44	4.0

Fig.8-2-3 上記 CSV ファイル読み込み後

## 8.2.3 波形合成条件

### 8.2.3.1 概要

合成波定義画面では、合成波の生成条件を設定します。

各パラメータの設定が終わり、合成波定義画面で [OK] ボタンを押すと、目標SRS定義画面が表示されます。

No.	周波数[Hz]	目標[m/s <sup>2</sup> ]	振幅[m/s <sup>2</sup> ]	波数[half-cycle]	遅延[msec]
1	10.00	10.0	1.0	10	0.0
2	10.61				
3	11.25				
4	11.94		-1.0	11	0.0
5	12.66				
6	13.43				
7	14.25		1.0	14	0.0

ここでは、SRSマッチングに用いる合成要素波パラメータに初期値を与えます。

合成要素波パラメータの設定すなわち、波形合成のための初期値設定は、

- a. 自動設定
- b. 手動設定

の2通りが選べます。このとき、次のことに注意してください。

- (1) a、bいずれにしても、ゼロでない振幅値が初期値として与えられた成分のみが以降の SRS マッチング演算による「制御」の対象になります。つまり、初期値の与えられていない成分は、いくら反復を繰り返してもゼロのままですから、必要な成分は初期値として与えておく必要があります。
- (2) 選ぶ成分周波数は、先に指定したSRS分析条件によって定まるSDOF系フィルタ共振周波数群と一致するよう、システムが管理しています。

これは、どうしてもそうでなければならぬ、という必然性のある選択ではありませんが、このようにすることにより周波数データをシステム側が提供出来るようになり、操作が簡便化されています。

### 8.2.3.2 サンプリング周波数 fs

(1) 意味

合成波形のサンプリング周波数を指します。

本項の値は、タイムパラメータの制御最高周波数fmaxにて既に確定しているため、ここでは単に表示されているだけです。

### 8.2.3.3 データポイント数 N

(1) 意味

合成波形の長さを指します。

本項もサンプリング周波数と同様にタイムパラメータの制御ライン数Lにて既に確定しているため、ここでは単に表示されているだけです。

なお、合成波形の全長T [s]は、次式で決まります；

$$T = L / f_{\max} \text{ [s]}$$

L : 制御ライン数

fmax : 制御最高周波数

### 8.2.3.4 制御単位

(1) 意味

制御単位を指定します。

制御単位のディメンジョンは‘加速度’です。

制御単位は、SRS分析条件の分析種別が‘相対変位’の場合のみ選択可能です。

SRS分析条件の分析種別が‘絶対加速度’の場合には、SRS分析条件の分析種別の単位が設定され、変更できません。

### 8.2.3.5 合成波種別

(1) 意味

合成波形として生成する波形の種別を指定します。

以下の3種をサポートしています。

1. 補償波付減衰正弦波(CEDS)
2. 自己補償型減衰正弦波(ZERD)
3. 変調正弦波(WAVSYN)

これらの波形についての詳細は、“5.6 減衰正弦波”を参照してください。

### 8.2.3.6 補償波周波数

(1) 意味

合成波形種別がCEDSの場合に必要な定義項目であり、指定された減衰正弦波群の重ね合わせられた加速度波形に対し、「終速ゼロ、終変位ゼロ」のための補償を行う補償波（これも減衰正弦波）の周波数のことを指します。

通常は、他の要素波群中の最小周波数より更に小さい値とします。

### 8.2.3.7 補償波減衰率

#### (1) 意味

前項のCEDSの補償波に与える減衰率を指します。

通常は、「100%」程度が適当だと思われます。

### 8.2.3.8 要素定義

合成波の各要素波のパラメータを設定します。

合成波定義画面において、「要素定義..」ボタンを押すと、要素波定義画面が表示されますので、各種設定を行います。

要素波定義画面の「OK」ボタンを押すと、要素波の定義内容が確定し、合成波定義画面に戻ります。

No.	周波数[Hz]	目標[m/s <sup>2</sup> ]	振幅[m/s <sup>2</sup> ]	波数[half-cycle]	遅延[msec]
1	10.00	10.0	1.0	10	0.0
2	10.61				
3	11.25				
4	11.94		-1.0	11	0.0
5	12.66				
6	13.43				
7	14.25		1.0	14	0.0

#### 8.2.3.8.1 要素指定方法

##### (1) 意味

合成要素波に最初に与える値（初期値）には、次の方法があります；

A. 手動(全てをオペレータが指定する)

B. 自動

ただし、A. の手法でうまく収束させるには、相当の熟練を要し、予備的な考察なしに適当に行っても、まず収束は望めません。

そこで、何とかこれを自動的に解決することを目指して作成したのが B. の機能です。

SRS マッチングの問題は非常に複雑であり、本機能も収束を保証するものではありません。けれども、多くの場合、「手動」よりは、はるかに効果的であるものと思われます。

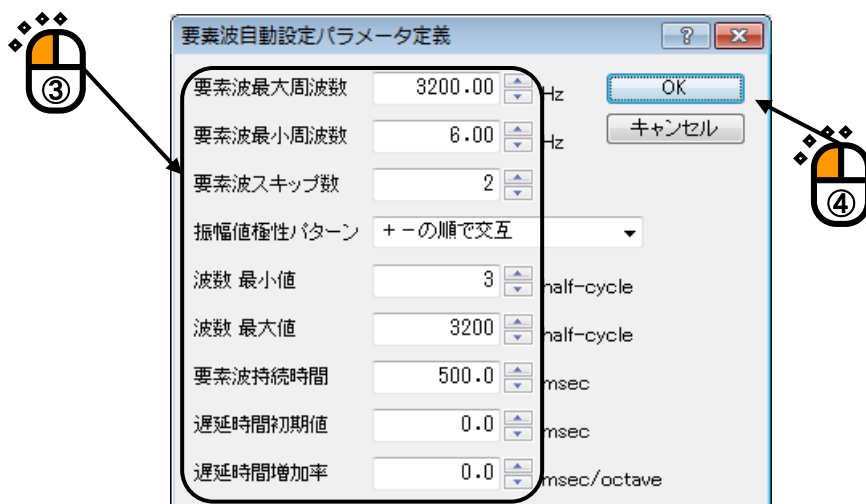
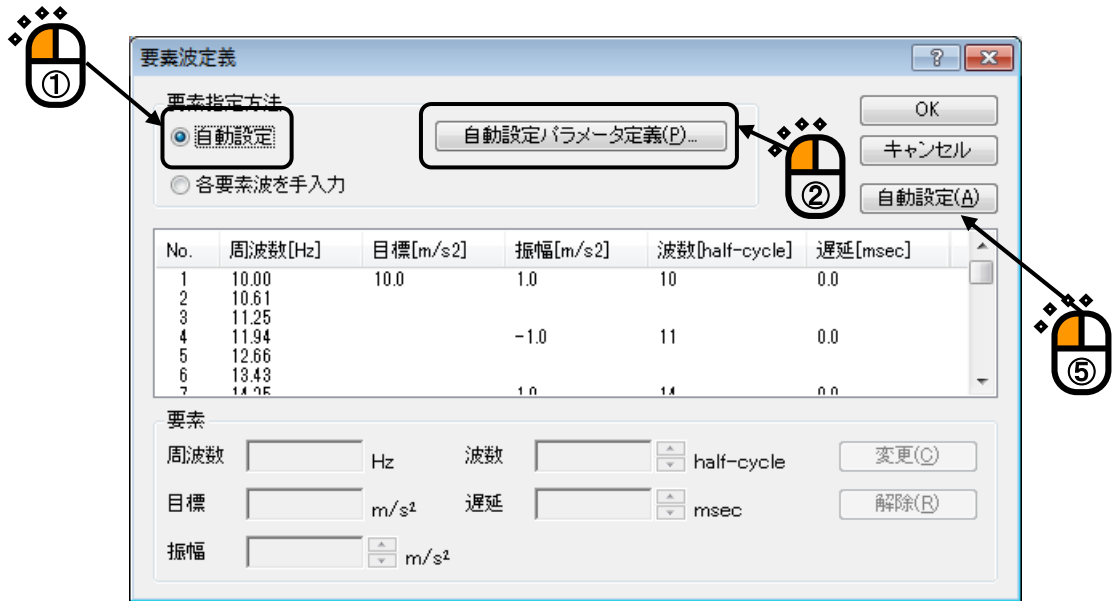
「自動」を選択した場合、要素波定義画面の「自動設定パラメータ定義..」ボタンを押し、自動設定のための各種パラメータの設定を行います。

一方、「各要素波を手入力」を選択した場合、要素波定義画面の周波数テーブルにおいて、初期値設定を行う周波数を選択し、パラメータを設定します。

### 8.2.3.8.2 要素波の自動設定

要素波を自動で設定するには、以下の手順に沿って操作してください。

- ① 要素定義画面において“自動設定”を選択します。
- ② [自動設定パラメータ定義] ボタンを押します。
- ③ 要素波自動設定パラメータ定義画面が表示されるので、必要なパラメータを設定します。
- ④ 要素波自動設定パラメータ定義画面の [OK] ボタンを押します。
- ⑤ 要素定義画面に戻るので、[自動設定] ボタンを押します。自動設定パラメータに基づいて要素波パラメータの設定が行われます。



### 8.2.3.8.2.1 要素波自動設定パラメータ

項目	値	単位
要素波最大周波数	3200.00	Hz
要素波最小周波数	6.00	Hz
要素波スキップ数	2	
振幅値極性パターン	+-の順で交互	
波数 最小値	3	half-cycle
波数 最大値	3200	half-cycle
要素波持続時間	500.0	msec
遅延時間初期値	0.0	msec
遅延時間増加率	0.0	msec/octave

#### 8.2.3.8.2.1.1 要素波最大周波数

##### (1) 意味

波形合成において初期値を自動設定するわけですが、この場合の自動設定を行う周波数の最大値を定めます。

よって、SDOF フィルタ周波数群テーブル上に本項で指定した値以上の周波数データが存在する場合、そこには初期値の自動設定はされません。

通常は、入力可能最大値を入力するば良いものと思われます。

#### 8.2.3.8.2.1.2 要素波最小周波数

##### (1) 意味

波形合成において初期値を自動設定するわけですが、この場合の自動設定を行う周波数の最小値を定めます。

よって、SDOF フィルタ周波数群テーブル上に本項で指定した値以下の周波数データが存在する場合、そこには初期値の自動設定はされません。

通常は、入力可能最小値を入力するば良いものと思われます。

#### 8.2.3.8.2.1.3 要素波スキップ数

##### (1) 意味

要素波自動設定時に、目標 SRS の存在する全ての周波数に要素波成分を与えることは SRS マッチングの目的にとって不都合であることがあります。それは各要素波に対応する SRS が互いに「干渉」して、収束を妨げることがあり得るからです。このような場合、要素波の設定を「スキップ」、すなわち一定間隔を置いて行うことが、収束にとって有効になります。

本項は、上記スキップ数を指定します。例えば、スキップ数 1 のとき、設定は SDOF フィルタ周波数群に対し、1 つおきに行われます。

なお、デフォルト値は、1/2 octave につき 1 つの要素波を設定する値となっています。



#### 8.2.3.8.2.1.4 振幅値極性パターン

##### (1) 意味

要素波自動設定時に、各要素波の振幅値  $A_i$  を設定する際、全ての振幅の極性を揃えておくと要素波成分同士の重ね合わせの結果(特に遅延が全てゼロのような場合)、極端に大きなピーク値が発生し、不都合なことがあります。

そこで、例えば、上記極性を+-交互に切り替えて設定することが有効である場合があります、本項ではその極性パターンを指定するものです。

#### 8.2.3.8.2.1.5 減衰率 最小値/最大値

##### (1) 意味

本項は、合成波種別が'CEDS'もしくは'ZERD'の場合にのみ入力するものであり、各要素波成分に与える減衰率  $\zeta_i$  がシステムにより自動設定される際の設定可能範囲を最小値と最大値で指定します。

基本的には、減衰率の最小値は、以下のようにして規定されています；

要素波の振幅が、フレームタイムの終端において、初期振幅値  $A_i$  の 1/100 以下に減衰する大きさの  $\zeta_i$  を下限値とする。

すなわち、設定データ長 ( $f_s$  と  $N$  で決まる) 内で、各波形が十分な減衰をすることを保証する条件として、下限値は定められます。

ただし、実際には、フレームタイム終端における各要素波の減衰率に、複数の要素波の重ね合わせが必然的に生じることを考慮してあることです。

要素波自動設定時には、各成分要素波に与える  $\zeta_i$  は、本システム所定の方式によって算出され自動設定されますが、算出された  $\zeta_i$  が本項の設定値を下回る/上回る時には、 $\zeta_i$  は本項指定値に置き換わります。(クリッピング) すなわち、本項指定の最小値と最大値の間の値に限定された  $\zeta_i$  が設定されるわけであり、このような処置を適切に行うことが、目標 SRS への収束を果たすために決定的に重要であることがあります。

なお、本項の設定値として適切な標準値は、要素波スキップ数をデフォルト値に設定した場合、およそ次の値です。

CEDS の場合：最小値 20%    最大値 40%

ZERD の場合：最小値 30%    最大値 60%

#### 8.2.3.8.2.1.6 波数 最小値/最大値

##### (1) 意味

本項は、合成波種別が'WAVSYN'の場合にのみ入力するものであり、各要素波成分に与える波数がシステムにより自動設定される際の、設定可能範囲を最小値と最大値で指定します。

波数の意義は、CEDS, ZERD における減衰率に対応するものです。

注意すべきことは、大きな波数は小さな減衰率に対応することです。

また、前項で述べたと同様のクリッピング効果を、自動設定時に及ぼし、これは SRS の収束にとって重要な意義を持ちます。

#### 8.2.3.8.2.1.7 要素波持続時間

##### (1) 意味

各成分要素波が、十分な減衰を行うまでの時間、すなわち実効的な意味における要素波の有効な長さを要素波持続時間と呼ぶことにします。

本項は、要素波自動設定時にこの持続時間を各成分要素波に対し共通に指定するものです。すなわち本項指定値に基づき、本システムは各成分要素波の周波数に合わせ、本項の指定を実現する減衰率(CEDS,ZERD)または波数(WAVSYN)を自動設定します。

ただし、算出した値は、クリッピングを受けることがあることは前々項および前項で述べた通りです。

#### 8.2.3.8.2.1.8 遅延時間初期値

##### (1) 意味

要素波自動設定時に、全成分要素波に対し共通に与える遅延時間を指します。すなわち、本項の指定値は、合成波の時間原点を（フレームタイム始端から）移動させる働きを持ちます。

#### 8.2.3.8.2.1.9 遅延時間増加率

##### (1) 意味

要素波自動設定時に、各成分要素波に対して与える遅延時間を周波数の関数として与える機能があり、本項はその係数である増加率を指定します。

本項の単位は、[ms/octave]であり、周波数比 1 オクターブあたりの遅延時間の増加率を指定します。

本項の設定範囲は、前項（遅延時間初期値）の指定値によって影響を受けません。例えば、遅延時間初期値にゼロでない値を与えると、本項の値は負の値もとり得ます。（周波数の対数に対して減少する遅延）

本項のゼロでない値の設定の意義は、何らかの実現過程のシミュレート（例えば応答が低周波域から生じるような構造をもつプラットフォームなど）といったことその他、8.2.3.8.2.1.4 で述べたような要素波間の干渉を避けたい場合（例えば加振システムの加速度制限のため）等が考えられます。

### 8.2.3.8.3 要素波の手動設定

要素波を手動で設定するには、以下の手順に沿って操作してください。

- ① 要素定義画面において「各要素波を手入力」を選択します。
- ② 周波数リストの中から要素波を設定したい周波数を選択します。
- ③ 要素波の振幅値、減衰率等の必要な値を入力します。
- ④ 「変更」ボタンを押します。

要素成分の設定は、必要と思われる周波数について行ってください。

要素波定義

要素指定方法

自動設定

各要素波を手入力

自動設定パラメータ定義(P)...

OK

キャンセル

自動設定(A)

No.	周波数[Hz]	目標[m/s <sup>2</sup> ]	振幅[m/s <sup>2</sup> ]	波数[half-cycle]	遅延[msec]
1	10.00	10.0	10.0	5	0.0
2	10.01				
3	11.25				
4	11.94		-0.7895	11	0.0
5	12.66				
6	13.43				

要素

周波数 10.00 Hz 波数 5 half-cycle

目標 10.0 m/s<sup>2</sup> 遅延 0.0 msec

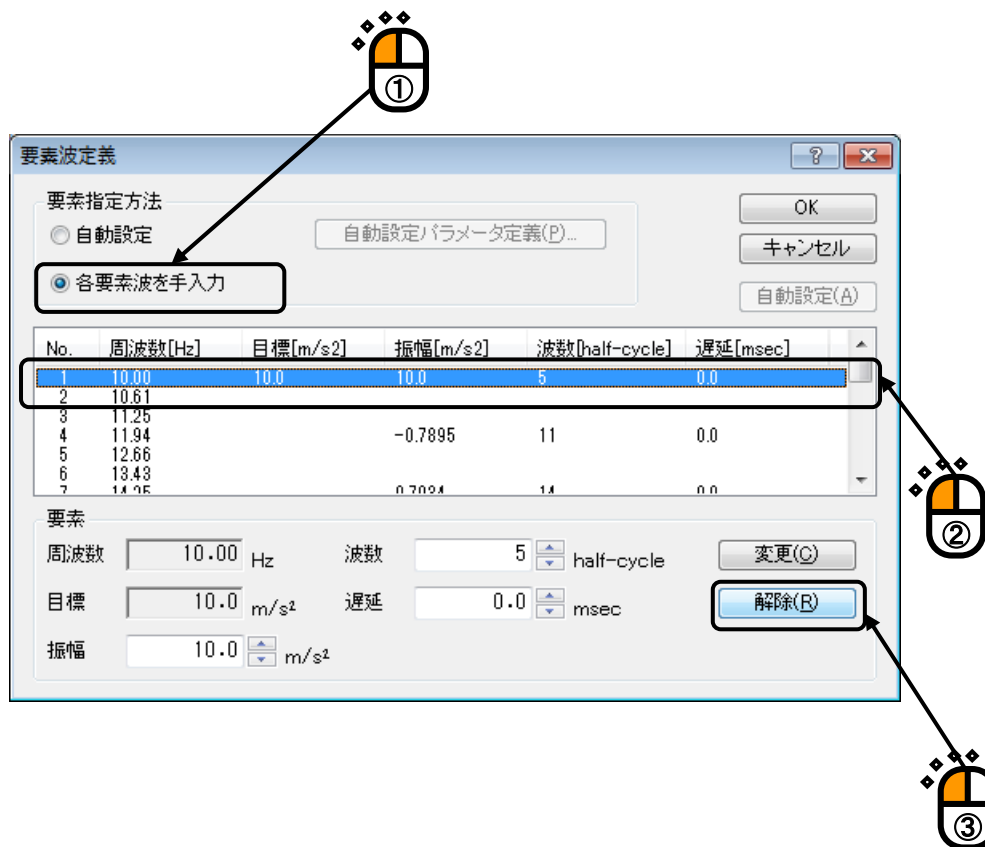
振幅 10.0 m/s<sup>2</sup>

変更(C)

解除(R)

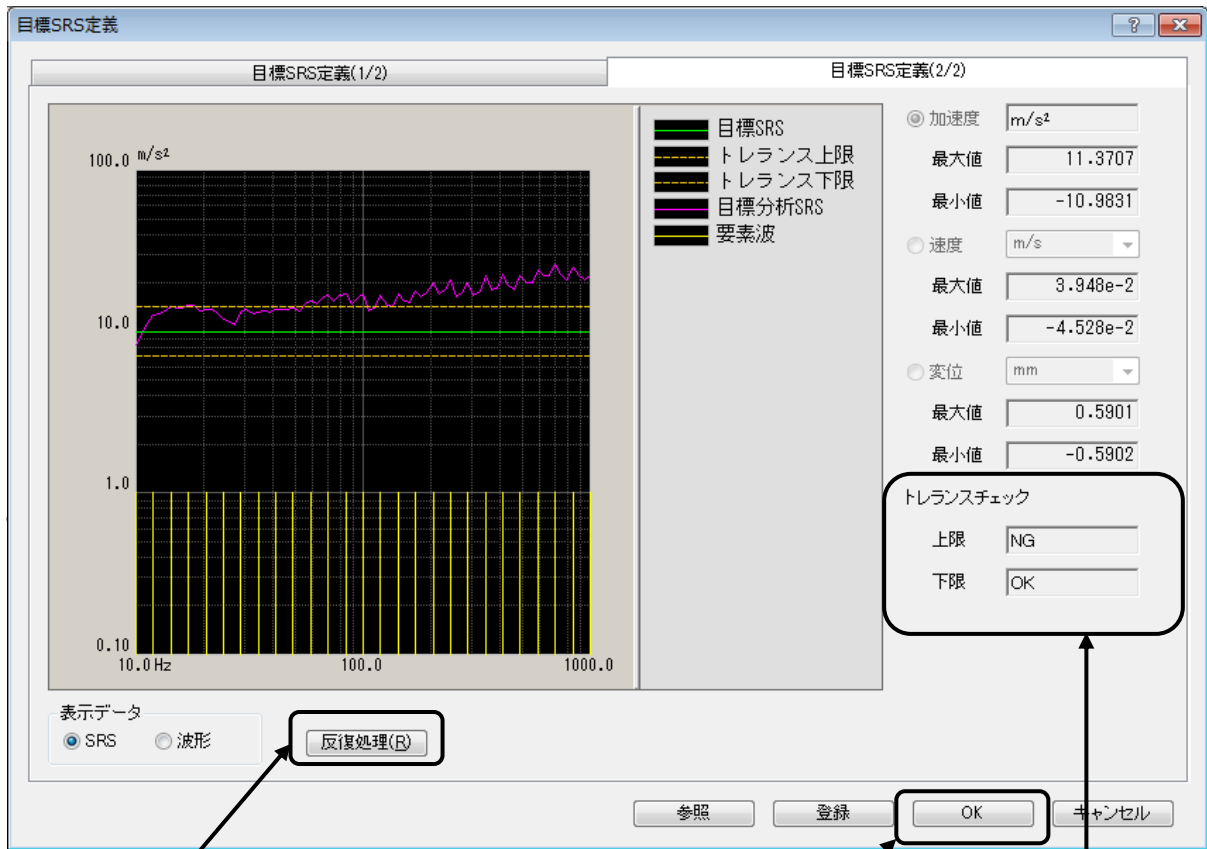
設定済みの要素成分を破棄するには、以下の手順に沿って操作してください。

- ① 要素波定義画面において「各要素波を手入力」を選択します。
- ② 周波数リストの中から要素波を設定したい周波数を選択します。
- ③ 「解除」ボタンを押します。



## 8.2.4 SRS マッチング演算の実施

「SRS分析条件」、「目標SRS条件」、「波形合成条件」の定義が完了し、「目標SRS定義(2/2)」タブを押すと、指定したパラメータから計算されたSRS計算結果の一致度を表す目標SRSの確認画面が表示されます。



SRS マッチング演算の反復処理を実施する場合は、[反復処理] ボタンを押します。

目標 SRS の定義を完了するには、[OK] ボタンを押します。

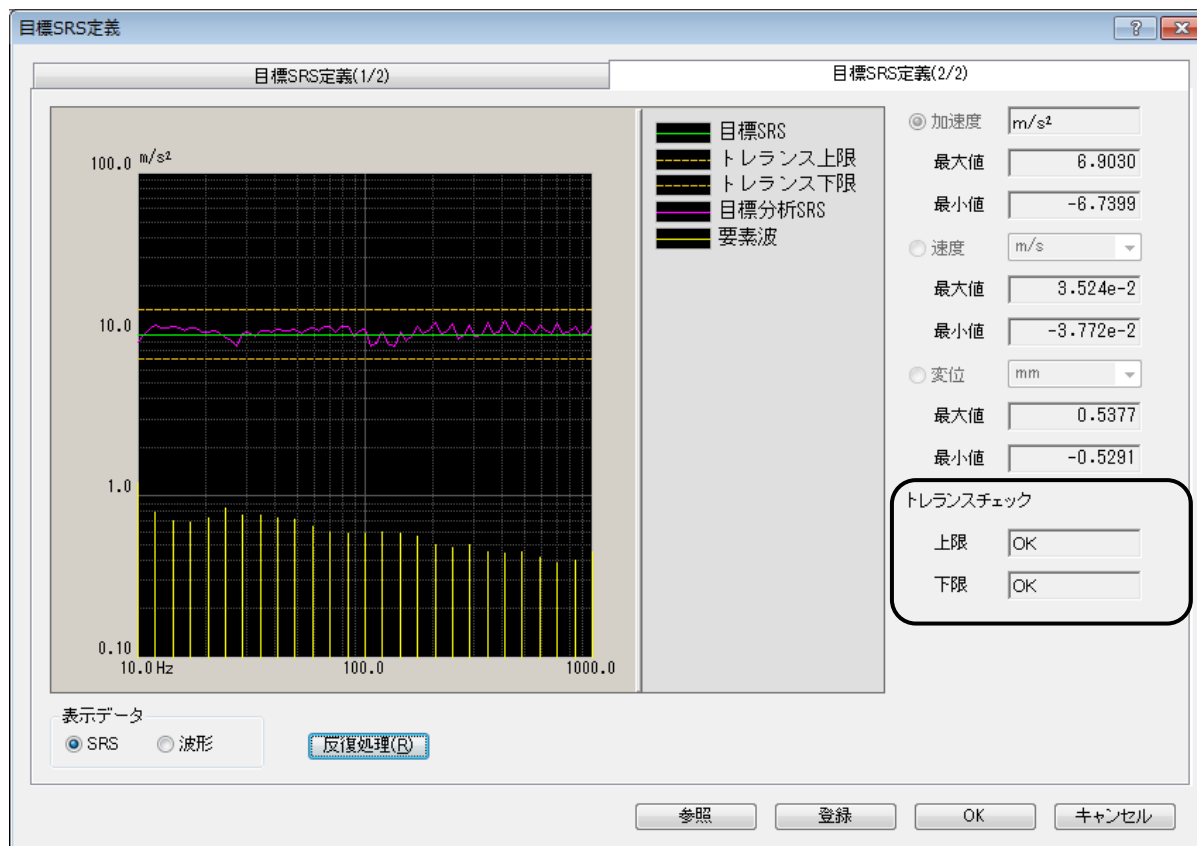
目標分析 SRS のトレランスチェック結果が表示されます。

上図は1回目の処理結果であり、この例では、目標分析SRS（目標波形のSRS分析結果）はトレランス領域から大きく外れており、トレランスチェックもNGとなっています。

ここで、反復処理によるSRSマッチング演算を実施してみます。

反復処理を実施する場合は、目標SRSの確認画面において[反復処理] ボタンを選択します。

下図には、反復処理を何度か繰り返した結果を示します。この例では、（目標）分析SRSは、全域にわたりトレランス範囲内に収まっており、トレランスチェックもNGとなっています。



むろん、全ての場で収束するという保証はありませんが、最初の1～2回までの効果は絶大だと思います。

# INDEX

1	
100%を超える加振レベルの指定を可能とする	6-12
C	
CEDS	5-53, 5-54, 5-56, 5-57, 8-15, 8-16
Classical Shock 波形	5-1, 5-2, 5-3, 5-4, 6-1
CSV データファイル	5-17, 5-19
O	
OPTIMIZE による補償波付加	5-37
Q	
Q 値	4-13, 8-7
R	
rms 基準	6-13
S	
SRS 分析	3-46, 3-59, 4-1, 4-11, 4-12, 4-13, 6-39, 7-4, 7-7, 7-9, 7-11, 8-2, 8-6, 8-7, 8-9, 8-23
SRS 分析条件	7-9, 8-1, 8-2, 8-4, 8-6, 8-9, 8-14, 8-15, 8-23
SRS マッチング	3-46, 7-10, 7-11, 8-2, 8-4, 8-9, 8-14, 8-16, 8-18, 8-23
W	
WAVSYN	5-55, 5-56, 5-57
Z	
ZERD	5-54, 5-56, 5-57
え	
エッジ処理	5-43
エッジ処理幅	5-24
演算種別	5-29
演算精度	7-4, 7-8
演算値	5-29
か	
加振システム情報	2-2
加振システム設定	4-1, 4-5, 4-6, 8-1
加振停止タイマー	6-41
加振力チェック	4-35
加振レベル	3-1, 3-17, 3-19, 3-20, 3-39, 3-58, 3-61, 3-62, 4-5, 4-6, 4-7, 6-2, 6-3
カットオフ周波数	4-4, 5-23, 6-11
簡易定義	3-22
環境設定ファイル	2-2
き	
休止時間	5-43

く	
クラシカルショック波形	1-1
グラフスケールを保持する	6-12
グラフデータファイル	2-2
繰返し加振	6-6, 6-7, 6-8
け	
減衰正弦波	1-1, 5-51, 5-52, 5-53, 5-54, 5-56, 8-2, 8-15
減衰率	5-51, 5-52, 5-53, 5-54, 5-55, 5-56, 5-57, 7-3, 7-8, 8-2, 8-7, 8-8, 8-16, 8-19, 8-20, 8-21
こ	
合成波	3-39, 3-45, 5-51, 5-52, 5-53, 5-55, 5-56, 7-11, 8-2, 8-4, 8-9, 8-14, 8-15, 8-16, 8-19, 8-20
誤差計算方法	6-13
誤差比率	6-17
さ	
最高観測周波数	4-4
最大値による監視の実施	6-8
最大データポイント数	5-17, 5-28, 5-31
最適化度	5-15
サインバースト波	1-1, 5-39, 5-40, 5-41, 5-43
サインビート波	1-1, 2-3, 5-1, 5-39, 5-40, 5-41, 5-43
サンプリング周波数、およびデータポイント数を自動設定する	5-6
サンプリング周波数の変換	5-25, 5-26
サンプリング周波数を自動設定する	5-42, 5-49
し	
時間指定	6-41
時間パラメータ	5-3, 5-6
時刻指定	6-41, 6-44
自己補償型減衰正弦波	5-54, 8-15
システム定格チェック	6-11, 6-16
始端、終端処理	5-22, 5-24
実行開始時に履歴をクリア	6-13
実行時のページ状態保持	6-12
実測波形	1-1, 2-3, 5-1, 5-17, 5-25, 5-37, 7-1
周波数範囲チェック	4-35
周波数分解能	4-3, 5-23
周波数変換	5-17, 5-22, 5-25, 5-26, 5-28
周波数レンジ	4-2, 4-4, 5-6, 5-42, 5-49, 5-55, 8-6
加振終了時にデータを自動で保存する	6-12
初期/残留境界	4-13, 7-3, 8-7



初期出力電圧 .....	4-5, 4-6
初期レベル .....	3-7, 3-17, 3-48, 3-58, 4-5, 6-2, 6-3
処理種別 .....	5-31, 5-32, 5-33
信号周波数の変換 .....	5-25, 5-26
信号周波数変換倍率 .....	5-26
振幅 .. 1-1, 3-43, 3-44, 4-7, 5-10, 5-24, 5-39, 5-40, 5-42, 5-46, 5-50, 5-51, 5-52, 5-56, 5-57, 7-11, 8-2, 8-9, 8-10, 8-11, 8-12, 8-14, 8-19, 8-21	
す	
数値間演算 .....	5-22, 5-29
せ	
制御運転データ .....	6-22, 6-23, 6-28, 6-29, 6-36
制御周波数 .....	1-1, 4-3, 4-4
制御条件 .....	3-1, 3-39, 4-1, 4-2, 6-2, 6-3, 6-4, 6-5, 6-6, 6-7, 8-1
制御ライン数 .....	1-1, 3-1, 3-7, 3-48, 4-3, 8-15
セーフティチェック .....	4-1, 4-35, 6-16, 8-1
そ	
速度・変位の算出処理 .....	6-11
速度変化量拘束領域 .....	5-38
た	
対応読み込み波形フォーマット .....	1-1
対称補償型定義波形 .....	1-1, 5-1, 5-45, 5-47
タイミング信号 .....	4-1, 4-18, 4-20, 4-21, 8-1
立上がり時間 .....	5-5, 5-6
立ち上げ波数 .....	5-44
立下がり時間 .....	5-6
立ち下げ波数 .....	5-44
ち	
遅延時間 .....	5-54, 5-55, 5-57, 8-20
て	
定格チェック .....	4-35
データ単位 .....	5-21
データの編集 .....	5-22
データファイル形式 .....	5-19
データファイル名を自動設定 .....	6-13
データポイント数変更 .....	5-17, 5-22, 5-31
データ保存 .....	6-13
テスト定義ファイル .....	2-2
伝達関数更新 .....	4-23
伝達関数再測定 .....	6-33
伝達関数測定 3-1, 3-14, 3-15, 3-16, 3-55, 3-56, 3-57, 4-3, 4-5, 4-6, 4-7, 6-23, 6-29, 6-30, 6-	

31, 6-34, 6-35, 6-37, 6-38

伝達関数測定時出力レベル.....	4-6
伝達関数の継続測定.....	6-32
伝達率表示単位.....	6-12

と

動作設定.....	6-1, 6-10
ドライブ更新.....	4-22
ドライブデータを再生成する.....	4-24
ドライブ波形..... 1-1, 3-17, 3-19, 3-20, 3-57, 3-58, 3-60, 3-61, 3-62, 6-22, 6-23, 6-36, 6-39	
ドライブ編集.....	4-25
ドライブ編集画面.....	4-27, 4-31
トレランス.....	6-11
トレランス種別.....	5-8, 5-10, 5-11
トレランスチェック..... 3-18, 3-21, 3-46, 3-47, 3-59, 3-63, 6-1, 6-17, 6-39, 8-23, 8-24	

に

入力感度読み込み.....	4-9
入力チャンネル..... 1-1, 3-1, 3-2, 3-39, 3-40, 4-1, 4-8, 8-1	
入力チャンネル情報.....	2-2

は

ハーフサインによる補償波付加.....	5-34
波形合成..... 3-39, 3-45, 8-2, 8-4, 8-14, 8-18, 8-23	
波形種別..... 3-1, 3-4, 5-2, 5-3, 5-5, 5-6, 5-7, 5-40, 5-41, 5-45, 5-47, 5-48, 5-49	
パルス後ゼロ区間.....	5-50
パルス位置.....	5-8, 5-12
パルス間ゼロ区間.....	5-50
パルス幅..... 3-1, 3-4, 5-2, 5-3, 5-6, 5-7, 5-10, 5-46, 5-49, 5-50	
パルス前ゼロ区間.....	5-50

ひ

ピーク位置.....	5-49
ピーク基準.....	6-13
ピーク振幅値..... 3-1, 3-4, 5-2, 5-3, 5-5, 5-41, 5-45, 5-47, 5-49	
ピークレベル..... 3-17, 3-20, 3-58, 3-62, 5-24	

ふ

フィルタ種別.....	5-22
フィルタ処理..... 4-4, 5-22, 5-23, 5-24, 5-26, 5-28, 6-11	
フィルタ特性.....	5-23, 5-24
フィルタの傾き.....	5-24, 6-11
フィルタの次数.....	5-23, 5-24
フレーム数.....	5-43
分析最小周波数..... 3-42, 4-12, 7-3, 7-9, 8-6, 8-7, 8-9	

分析最大周波数	3-42, 4-12, 7-3, 7-9, 8-6, 8-7, 8-9
分析周波数間隔	4-12, 7-3, 7-9, 7-10, 8-6, 8-7, 8-9
分析種別	1-2, 4-13, 8-7, 8-9, 8-15
分析精度	4-13, 8-8
へ	
ページ配置を保持する	6-12
変位最大値	5-35, 5-38
変調正弦波波数	5-57
変調正弦波波数	5-57
ほ	
補償波開始位置	5-35, 5-36
補償波減衰率	5-56, 8-16
補償波周波数	5-56, 8-15
補償波種別	5-34, 5-37
補償波付減衰正弦波	5-53, 8-15
補償波の形状	5-13, 5-14, 5-15
補償波の対称性	5-12
補償波のピークレベル	5-15
補償波幅	5-35, 5-36
補償波パラメータ	5-12, 5-34, 5-37
補償波付加	5-13, 5-15, 5-22, 5-33, 5-34, 5-35, 5-37, 5-38
補償波付加前ゼロ区間	5-35
補償波レベル	5-35
補償波をメインパルスの前後に付加する	5-46, 5-50
補助時間パラメータ	5-7
ホワイトノイズで加振	4-7
ま	
窓関数	5-44
も	
目標 SRS	3-46, 3-47, 7-10, 7-11, 8-1, 8-2, 8-4, 8-5, 8-6, 8-9, 8-14, 8-18, 8-19, 8-23
目標波形種別	1-1, 5-1, 6-14, 6-15
目標波形の極性	6-4
目標分析 SRS	3-46, 3-47, 8-2, 8-23
ら	
ライン数	3-39, 4-3
り	
履歴クリア	6-13
る	
ループチェック	3-15, 3-56, 4-5, 4-6, 6-31, 6-32

れ

レストタイム.....	5-8
レベルスケジュール.....	4-1, 4-15, 6-18, 8-1