

wallstat studio 4 (ver. 4.0.2)

ユーザーズマニュアル

wallstat studio とは？

wallstat studio は wallstat の解析モデルの簡易作成を目的として開発された GUI ツールです。wallstat の全ての機能を使うことはできませんが、一般的な木造住宅の解析モデルは studio のみで作成することが出来ます。元々の wallstat のファイルやマニュアルは「origin」フォルダ内にあり、適宜参照して下さい。以下 2 ページは wallstat のマニュアルの冒頭部の記述です。

wallstat とは？

近年の大地震による既存木造住宅の甚大な被害により、木造住宅の耐震性能が注目されるようになりました。研究分野においては、振動台を用いた実大実験や応答解析が数多く実施され、地震時の木造住宅の挙動に関する多くの知見が得られています。中川准教授はこれらの知見を活用し、建物全体の地震動時の損傷状況や倒壊可能性を評価するための倒壊解析プログラムの開発を行いました。木造住宅の倒壊挙動を再現することは、部材の折損・飛散といった極端な非線形性を考慮する必要があり困難とされて来ましたが、個別要素法を基本理論としたオリジナルの解析手法によりそれが可能となりました。wallstat はその研究成果を、木質構造を専門とする研究者・技術者の方々が使えるように改良したソフトウェアです。wallstat を使えば、パソコン上で数値解析モデルを作成し、振動台実験のように地震動を与えた場合の挙動をシミュレーションすることで、変形の大きさや倒壊の有無を視覚的に確認することが可能となります。

対象とする構造

一般的な軸組構法で建てられた木質構造建築物を対象としています。軸組構法であれば、大規模な集成材建築物や、中層～高層木造建築などにも応用できます。その他の構造に関してはプログラムの改良によって対応可能な場合もあります。開発者にご相談ください。

想定するユーザー

木質構造を専門とする研究者、技術者を対象としています。壁・接合部の実験値や、解析モデルの基礎レベルに入力する地震波形のデジタルデータが必要となります。また構造解析に関する基礎知識が必要となります。

利用上の注意

本プログラムを商用利用される場合は開発者にご相談ください。本プログラムは入力値によっては現実とは異なる解析結果が出ることもあり、不具合等が生じた場合にも解析結果には一切の責任を負いません。もしプログラムに不具合が出た場合には、ご連絡ください可能な範囲で対処いたしますが、不具合によっては解消できない場合があります。あらかじめご了承ください。

その他

論文や学会などで本ソフトウェアも利用した研究成果を公表される場合には「建築研究所開発の *wallstat* ver.*.* を用いた」等の一文を入れてください。また、下記の論文の引用をお願いします。

【文献】

○和文：中川貴文：「大地震動時における木造軸組構法住宅の倒壊解析手法の開発」建築研究資料，第 128 号（2010 年 11 月）

○英文：T. Nakagawa, M. Ohta, et. al. "Collapsing process simulations of timber structures under dynamic loading III: Numerical simulations of the real size wooden houses", *Journal of Wood Science*, Vol.56, No.4, p.284-292 (2010)

また、開発者宛（下記）まで論文等のご送付をお願いいたします。

wallstat 開発者

中川 貴文（なかがわ・たかふみ）

E-MAIL: tkfm0820@gmail.com

wallstat は皆様のご意見をお聞きして、今後も改良を加えて行きたいと思います。ご意見・ご感想等ございましたら上記までよろしくお願いいたします。

目次

1. 解析モデルの作成	1
2. 計算の実行	9
3. パラメータの設定	10

1. 解析モデルの作成

wallstat の studio フォルダの中の「studio.exe」を起動します。

- ・最初に左上の「階数」を設定してください。
- ・表示階を変更して、各階の高さと重量を設定して下さい。
 - ※「1F」は高さ 0m となります。各階の重量は別途重量拾いや Excel の簡易重量計算表 (studio フォルダに収録) により計算する必要があります。
- ・解析モデル作成の途中で「ファイル」「名前をつけて保存」で編集状態を保存できます。
- ・解析モデルの作成を再開する場合には「ファイル」「開く」から保存したファイルを選択して下さい。

1.1 部材の新規作成・変更・削除

①柱の作成

「新規」ボタンを押して、新規作成モードに移行し、「柱」を選択し、メッシュ上（実線が 1 モジュール、点線は 0.5 モジュール。初期値は 1 モジュール=0.91 メートル）で柱を配置したい位置にマウスでクリックすると柱が作成されます。

- ・モジュールの 1/2 の位置のみに配置できます。
- ・画面上の「端部 1」「端部 2」には柱の両端の三次元座標が表示されます。
- ・柱の座標、幅・高さ、パラメータ ID を変更したい際は画面上の数値を変更し、「変更」ボタンを押すと記憶されます（詳細は 3 章参照）。
- ・既に配置した柱を編集したい場合は、「選択」ボタンを押して選択モードに移行し、対象の柱をクリックしてから、数値を修正して「変更」ボタンを押すと記憶されます。
- ・選択中の柱は紫の円で囲まれています。
- ・既に配置した柱を消去したい場合は選択された状態で「DEL」キーを押すか、「消去」ボタンを押してください。
- ・画面上でマウス右ドラックかマウスホイールを動かすと拡大縮小できます。

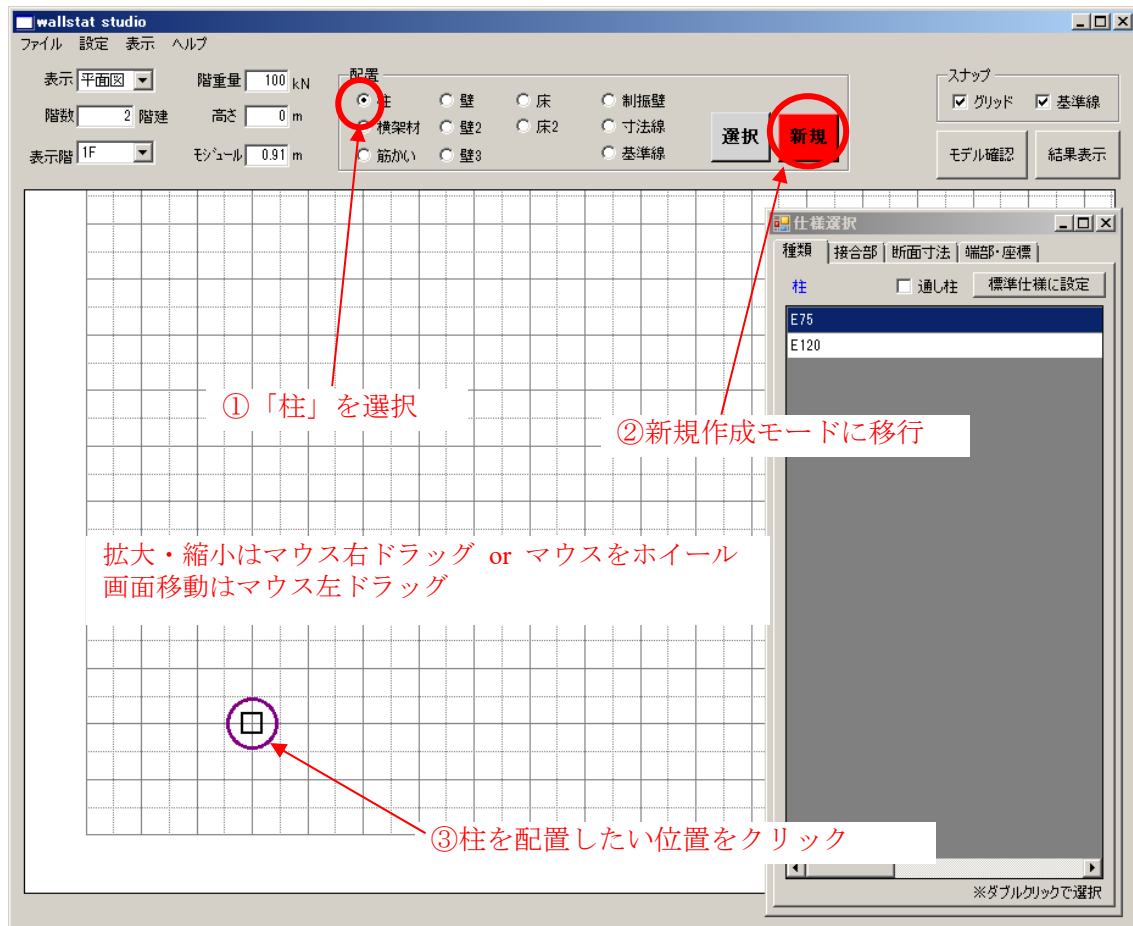


図 1.1 柱の新規作成

②横架材の作成

「新規」ボタンを押して、新規作成モードに移行し、「横架材」を選択し、メッシュ上で横架材の端部を配置したい位置でマウスをクリックすると、片方の端部が決定されます。その状態で（緑の線が表示された状態）、もう片方の端部を配置したい位置で、マウスをもう一度クリックすると、横架材が作成されます。

- ・モジュールの 1/2 の位置のみに配置できます。
- ・画面上の「端部 1」「端部 2」には横架材の両端の三次元座標が表示されます。
- ・横架材の座標、幅・高さ、パラメータ ID を変更したい際は画面上の数値を変更し、「変更」ボタンを押すと記憶されます（詳細は 3 章参照）。
- ・既に配置した横架材を編集したい場合は、「選択」ボタンを押して選択モードに移行し、対象の柱をクリックしてから、数値を修正して「変更」ボタンを押すと記憶されます。
- ・選択中の横架材は紫の太線で表示されます。
- ・既に配置した横架材を消去したい場合は選択された状態で「DEL」キーを押すか、「消去」ボタンを押してください。
- ・片方を選択中に「ESC」キーを押すと、選択が解除されます。

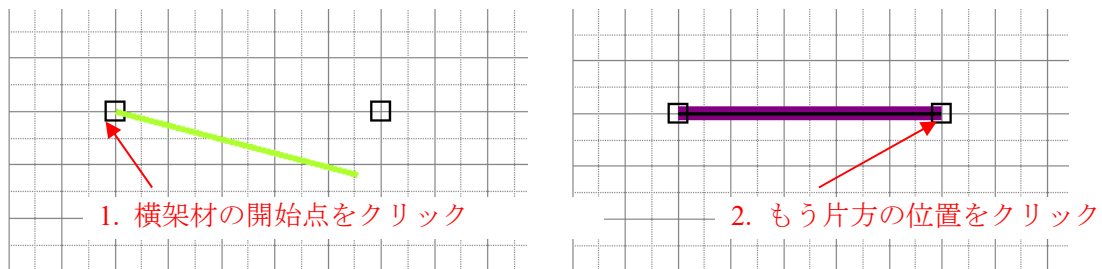


図 1.2 横架材の新規作成中の画面

③壁の作成

「新規」ボタンを押して、新規作成モードに移行し、「壁」を選択し、メッシュ上で壁の端部を配置したい位置でマウスをクリックすると、片方の端部が決定されます。その状態で（緑の線が表示された状態）、もう片方の端部を配置したい位置で、マウスをもう一度クリックすると、壁が作成されます。数値変更、削除などは横架材と同じです。壁 2、壁 3 は同じ位置に複数の壁（外壁・内壁など）を設定する際に使用します。

④筋かいの作成

筋かいも壁と同じ方法で作成します。最初にタッチしたほうが、筋かいの下端部になります。筋かいは左側、下側にオフセットして配置されます。選択する際は、筋かいのアイコン上の位置をクリックしてください。選択中の筋かいは黄色表示となります。

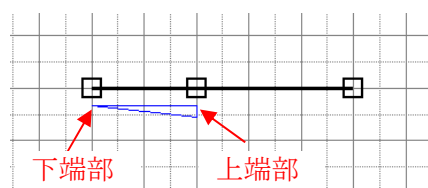


図 1.3 筋かいの作成

⑤床の作成

床は、柱・横架材で囲まれた長方形の位置に配置できます。長方形の対角線上の2端をクリックすることで配置できます。床2は同じ位置に複数の床（小屋組の火打ち+傾斜構面など）を設定する際に使用します。

※1F床レベルには水平構面を入れる必要はありません。

※床は梁・桁・小梁等の横架材で囲まれたできるだけ小さい区分で分割したほうが正確な解析を行うことができます。

※4隅に柱－横架材、横架材－横架材間の接合部がない場合には床が生成されません。

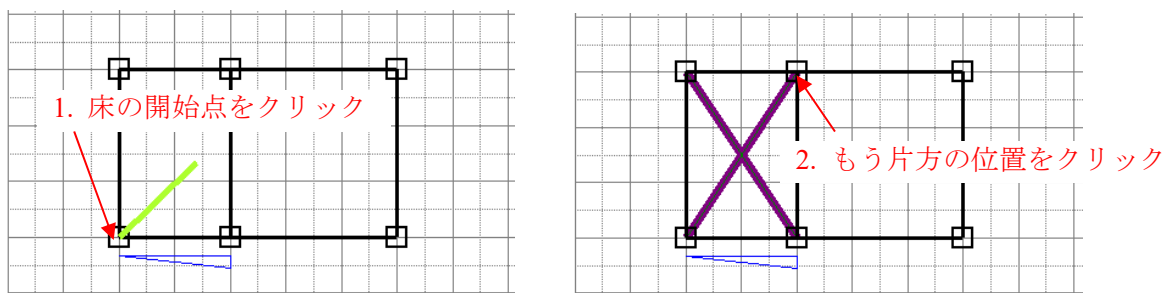


図 1.4 床の新規作成中の画面

⑥階の移動

階数を変更する場合は画面左上の「階数」の数値を変更します。階数を増やした場合は、階の「高さ」を定義してください。RF（屋上階）では、壁や柱を配置できません。

⑦壁 2 の作成

同じ位置に壁を2枚作成する場合（合板壁とせっこうボード壁など）、「壁2」を選択することで、2枚の壁を別々に作成できます。「新規」ボタンを押して、新規作成モードに移行し、「壁2」を選択し、メッシュ上で壁の端部を配置したい位置でマウスをクリックすると、片方の端部が決定されます。

⑧制振壁の作成

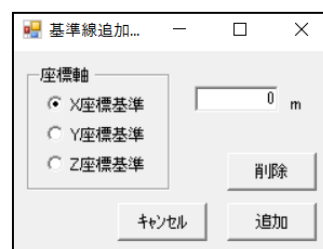
制振機能を持った壁を配置できます。パラメータ等の設定方法は [manual_j.pdf](#) の4.5節を参照してください。

⑨基準線の作成について

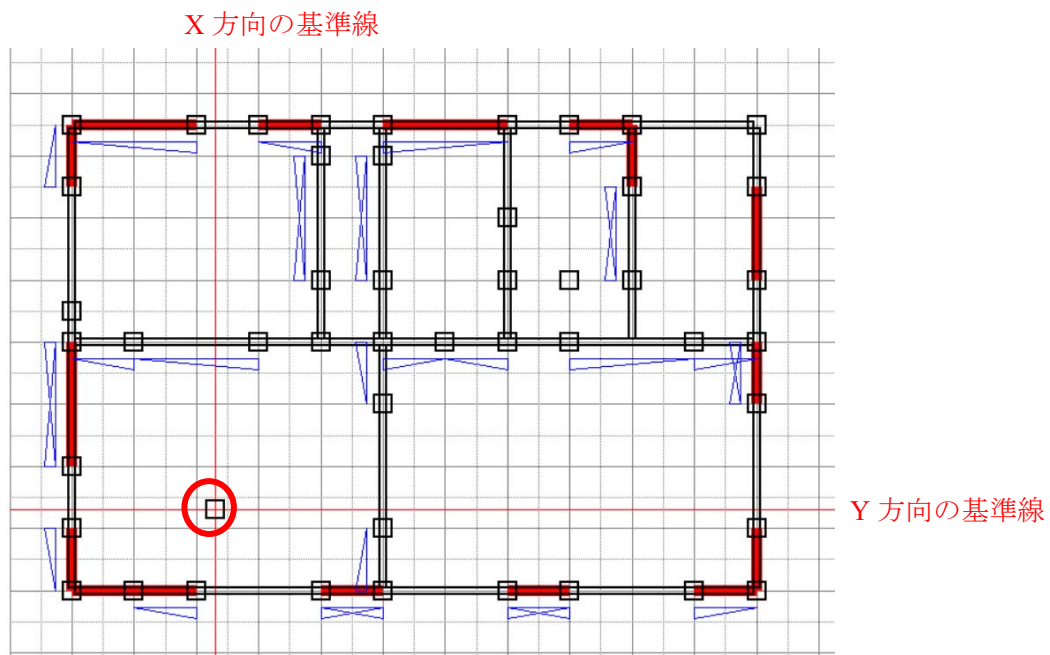
モジュールの上に無い部材や、立面図モードで階の中間に横架材を入力する場合に、「基準線」を追加すると、任意の位置に部材を追加できます。X 軸、Y 軸、Z 軸に沿った複数の基準線を設定することが可能で、座標を指定して「削除」を選べば、基準線が削除されます。編集ファイルを保存すると基準線の情報も保存されます。



①基準線を選択



基準線の作成画面



X 方向と Y 方向の基準線上に柱を配置した状態

※画面右上の「スナップ」のチェックボックスで、「基準線」「グリッド」をオン・オフすることで、選択の際のスナップの範囲を選択できます。

1.2 仕様選択画面

部材を最初に配置した際に画面上に「仕様選択」ウィンドウが立ち上がります（ウィンドウを閉じた際はメニューの「表示」→「仕様選択画面」から再表示できます）。仕様選択画面では各部材の断面・パラメータ等の詳細な仕様を選択・設定できます。「種類・接合部」の仕様選択はリストから設定するアイテムを選んで、ダブルクリックをすることで変更が確定されます。現在選択されている仕様は背景が黄色でハイライトされています。画面上の「標準仕様に設定」ボタンをクリックすると、次回から現在選択した仕様がデフォルト値として設定されます（デフォルト値はメニューの「設定」→「標準仕様設定」から一括変更も可能です）



種類の選択

接合部の選択

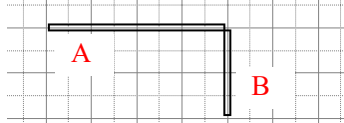
断面寸法の設定

端部座標の設定

※横架材の端部の勝・負について

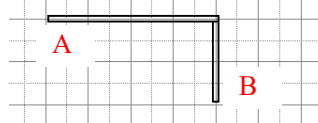
横架材同士の仕口の端部は手動で勝・負を設定することができます。デフォルトでは全て「負」になっていて、「モデル確認」の際に自動で勝・負の判断をする場合は設定不要です。手動で設定する場合は、横架材を選択した状態で、右上の「勝・負」の欄を変更することで設定できます。「1」が勝、「0」が負で下図の通り、通し柱等の部材がない仕口では、どちらか一方が「勝」になっている必要があります。手動で設定した場合には、「モデル確認」の際の「端部の勝負の自動処理」のチェックをオフにしてください。

端部	X	Y	Z	勝/負	接合部ID	変更
端部1	9.1	10.01	0	m	0	201
端部2	12.74	10.01	0	m	0	201
パラメータID	102	幅	0.105	高さ	0.21	m



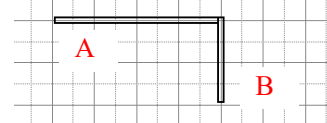
両方が負

端部	X	Y	Z	勝/負	接合部ID	変更
端部1	9.1	10.01	0	m	0	201
端部2	12.74	10.01	0	m	1	201
パラメータID	102	幅	0.105	高さ	0.21	m



Aの端部2が勝

端部	X	Y	Z	勝/負	接合部ID	変更
端部1	12.74	8.19	0	m	0	201
端部2	12.74	10.01	0	m	1	201
パラメータID	102	幅	0.105	高さ	0.21	m



Bの端部2が勝

1.3 立面図モードへの移行

左上の「表示」のドロップダウンを押すと「立面 X」、「立面 Y」を選択できます。それぞれ各方向からみた立面図が表示されます。

- ・「表示」の下には現在表示中の通りの位置が表示されています。
- ・通りは「-」「+」ボタンを押すことで、1/2 モジュールずつ移動できます。
- ・通りの位置の数値を直接入力することでも表示する通りを変更できます。
- ・立面図モードでは、通し柱や、下屋などの配置ができます。
- ・各階高の中間に部材を配置する場合は Z 方向の基準線を追加して下さい。

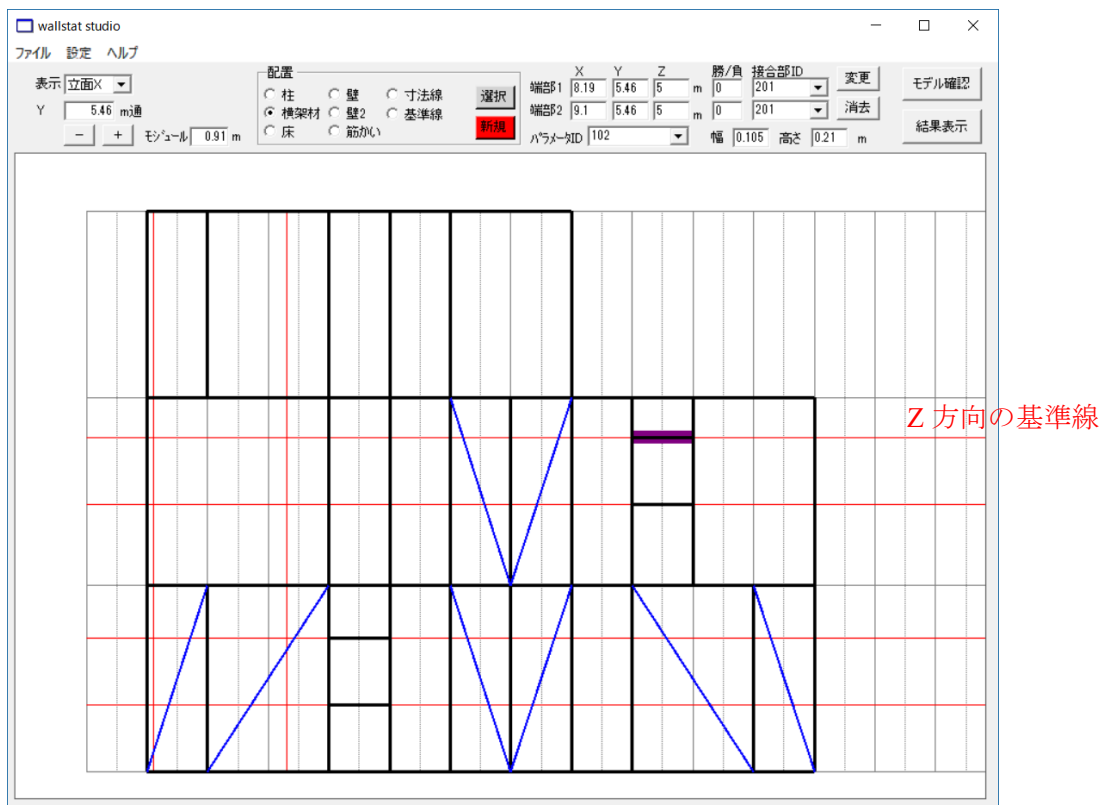
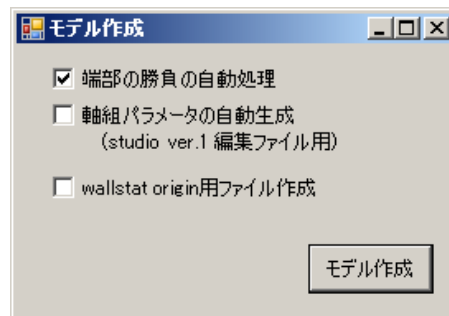


図 1.5 立面図モードの操作画面

1.4 解析モデルの確認

ある程度解析モデルが完成したら、3次元表示で、解析モデルのイメージを確認してみましょう。画面右上の「モデル確認」ボタンを押すと、下記の画面が表示されます。

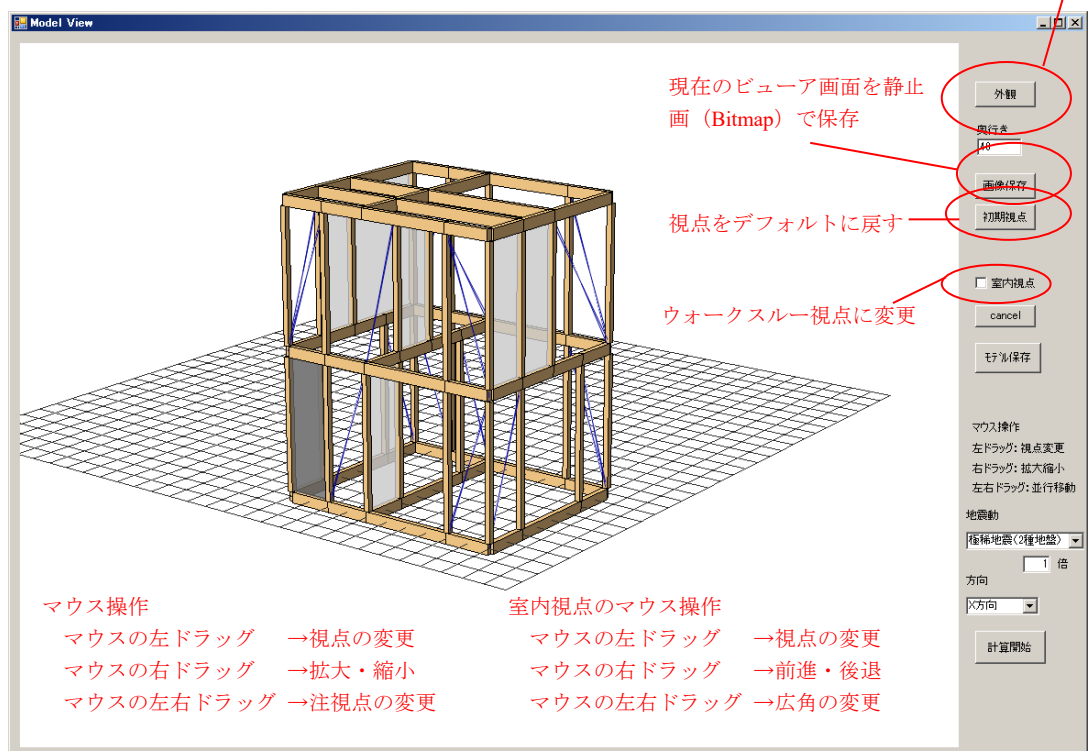


「端部の勝負の自動処理」…軸材端部の勝負を手動で設定した場合はオフにしてください。
「軸組のパラメータの自動生成」…wallstat studio ver1.0 で作成されたファイルを読み込んだ場合にチェックして下さい。

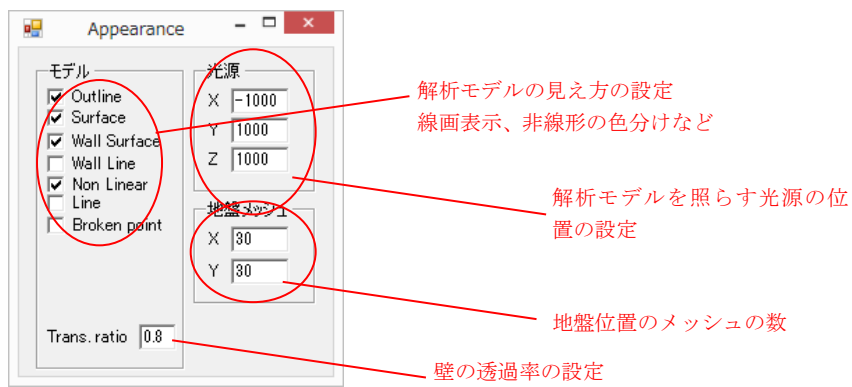
「wallstat origin 用ファイルの作成」…wallstat studio を用いずにモデル化する場合のフレーム情報ファイル、壁情報ファイル等を出力します。

上記のオプションを選択して「モデル作成」を押すと下記の画面で解析モデルの確認が出来ます。確認画面では、マウスの操作、画面上のボタンで視覚的に解析モデルを確認することが出来ます。「室内視点」にチェックを入れると、ウォークスルー画面になります。「モデル保存」を押すと wallstat で用いる解析モデルファイル「test.mod」が作成されます。

【解析モデルの確認画面】



【外観の詳細設定】

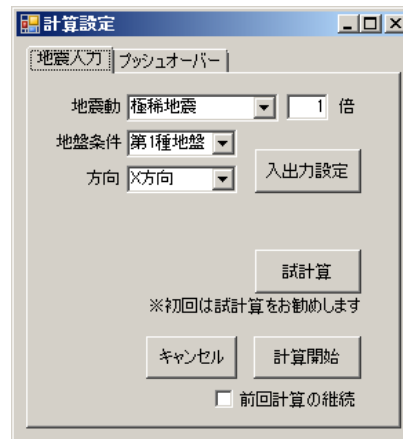


2. 計算の実行

2.1 計算の実行（地震入力）

解析モデルの確認画面で、地震動と、方向を選択して「計算」ボタンを押すと下記の画面が表示され、計算条件を設定します。

※計算を実行する前に「試計算」ボタンを押すと計算が正常に実行されるかを短時間でチェックします。初回の計算では試計算をおすすめします。



2.2 地震波の選択

地震動は下記の7種類から選択します。条件を設定後、「計算開始」で計算がスタートします。

※本プログラムに同梱されている2016年熊本地震において観測された益城町役場、西原村役場の震度計の記録は、気象庁及び熊本県で観測されたデータです。解析結果の公表などの際に気象庁、熊本県の名を記載するようお願いします。

【地震波の説明】

「極稀地震」…建築基準法の限界耐力計算で規定する極稀に起こる地震動の応答スペクトルに適合した人工地震波。継続時間 20 秒。「地盤」と「方向」で地盤種別と加力方向を選択。2 階建ては「0.85 倍」が極稀に相当

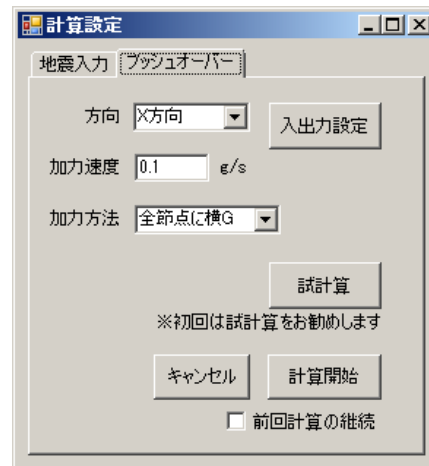
「稀地震」…建築基準法の限界耐力計算で規定する稀に起こる地震動の応答スペクトルに適合した人工地震波。「地盤」と「方向」で地盤種別と加力方向を選択継続時間 20 秒。2 階建ては「0.85 倍」が稀に相当

「JMA 神戸」…1995 年兵庫県南部地震の際に神戸海洋気象台で観測された地震波を元に作成した波形¹⁾。三方向変位入力。継続時間 30 秒。

「JMA 輪島」…2007 年能登半島地震の際に輪島市鳳至町の気象庁観測庁の地震計で観測された地震波を元に作成した波形。三方向変位入力。継続時間 30 秒。

2.2 計算の実行（プッシュオーバー）

解析モデルに水平力を与えて終局状態を確認するプッシュオーバー解析を行う機能です。計算結果を分析することで保有水平耐力計算や限界耐力計算の荷重変形関係を作成することが出来ます。Studioでの加力方法は「全節点に横G」のみですが、originにその他のプッシュオーバーの機能についても解説があります（manual_j.pdfの5章参照）。



2.3 計算条件、入出力ファイルの設定

計算を開始する前に計算に用いる条件ファイル、保存するファイル名を「入出力設定」ボタンから選択できます。入出力ファイルを変更しない場合は、studio.exe と同じフォルダにある「解析モデルファイル test.mod」「パラメータファイル parm.csv」が計算条件として読み込まれ、計算結果は同じフォルダの「計算結果ファイル dataout.csv」、「計算結果動画ふぁいる out.trj」に保存されます。

※「前回計算の継続」にチェックを入れると、前回に計算終了した解析モデルの状態（損傷状態等を維持した状態）から、新たな地震の入力を行います。計算結果は上書きされますので、前回の計算結果を残す場合は「入出力設定」から保存するファイル名を決定して下さい。

2.4 計算の実行・計算結果の確認

「計算開始」ボタンを押すと、コマンドプロンプトウィンドウが表示され計算を開始します。計算が終了すると自動で終了します。

計算結果は studio.exe の初期画面で「結果表示」を押して、ファイル(デフォルトでは out.trj)を選択すると計算結果を確認できます。画面下のスライダーを移動させることで、計算結果をアニメーションで確認できます。

- 1) C. Minowa, "Development of a New Method of Baseline Correction on Earthquake Strong Motions and Its Application to Long Period Sloshing Responses of Liquid Storage Tanks During Strong Earthquakes" *Seismic Engineering*, ASME PVP-Vol.466, pp.203-210 (2003)

3. パラメータ設定

3.1 パラメータの設定

初期画面のメニューから「設定」「パラメータ設定」を選択すると、パラメータ設定画面が表示され、軸組、壁、接合部のバネのパラメータの新規作成、変更ができます。

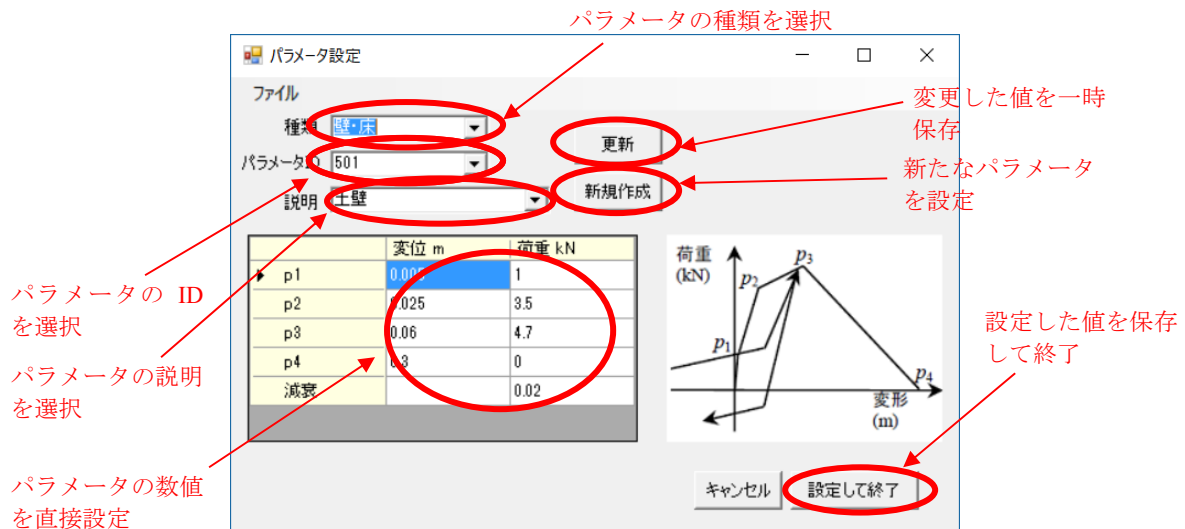


図 3.4 パラメータ設定画面

①種類

種類のプルダウンメニューから、表示・変更するパラメータを選択します。

②パラメータ ID

パラメータ ID のプルダウンメニューから、種類で選択したバネの仕様を表示します。

③説明

選択した種類・パラメータ ID の説明を表示します。プルダウンメニューで選択することで変更できます (パラメータ ID と連動しています)。

④パラメータの数値

右下の表形式の表示画面で、パラメータの数値を表示・変更します。変更する際はマウスで該当箇所を選択した表示で、数値を変更して「更新」ボタンを押して下さい。

⑤パラメータの新規作成

①種類で選択した仕様のバネに関して、「新規作成」ボタンを押すことで、新たなパラメータを設定できます。パラメータ ID は自動生成されますが、任意の数値を割り当てることも可能です。パラメータの説明や、数値はマウスで選択して変更できます。新規作成が終了すると、「更新」を押すことで、新規作成が終了します。

⑥ファイルに保存して終了

「設定して終了」ボタンを押すと、「parm.csv」に設定変更したパラメータを保存し、パ

ラメータ設定が終了します。「設定して終了」ボタンを押さない限り、計算には反映されません。

※パラメータの数値の詳細な説明は「origin」フォルダの中の「manual_j.pdf」の 4 章を参照して下さい。

※wallstat studio で設定できるバネはバネの種類が 1, 10, 2, 3, 5, 6, 7 のバネです。

※パラメータファイルに収録した接合部の数値は（公財）日本住宅・木材技術センター 鈴木圭氏よりご提供いただいた実験データを参考に設定しました。

4. CEDXM ファイルの読み込み機能について

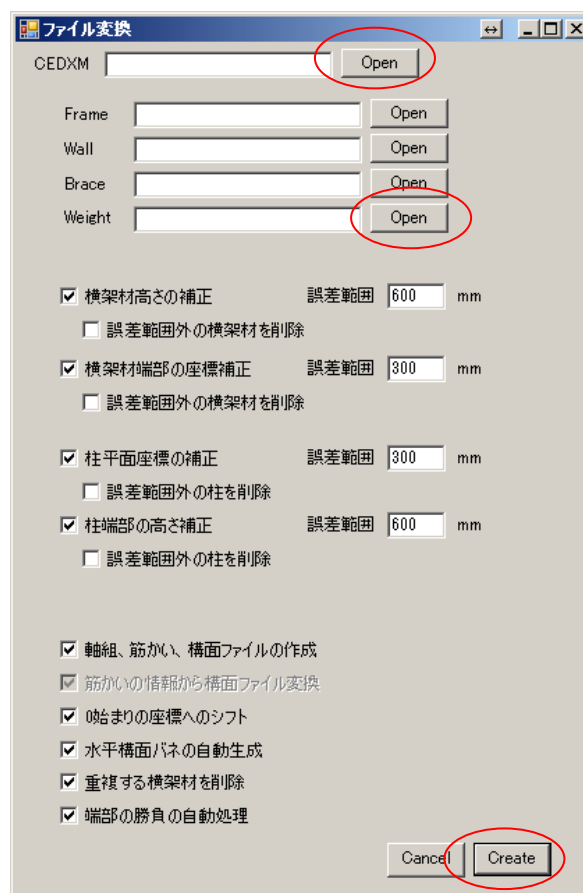
メニューからインポートを選択することで、CEDXM（シーデクセマ）形式ファイルを解析モデルファイルに変換することが出来ます。CEDXM ファイルに最低限必要な情報は、本章の最後に記載しました。

4. 1. ファイルの読み込み

「メニューバー」の「ファイル」から「インポート」を選択します。

4. 2. ファイルの読み込み

立ち上がったウィンドウから CEDXM の右の「Open」で CEDXM ファイルを選択します。



変換には重量の情報が必要になります。wallstat studio で重量を入力していただくか、変換の際に weight.csv を読み込んでください（ユーザズマニュアル 3.3 節参照）。その他、追加で設定する軸組情報ファイル、構面情報ファイル、筋かい情報ファイルがあれば、各欄の右の「Open」で選択をします。

※ウィンドウ内のチェックボックス、誤差範囲ボックスは CEDXM→wallstat 解析モデル変換にあたり、下記の微調整を行います。

○横架材高さの補正

CEDXM ファイル定義された横架材の高さを、階高に合うように補正します。誤差範囲の数値は、補正する横架材の高さの範囲（上限、下限）です。「誤差範囲外の横架材を削除」をチェックすると、階高±誤差範囲に合わない横架材のモデル化を行いません。

○横架材端部の座標補正

CEDXM ファイル定義された横架材の端部の平面座標（X 座標、Y 座標）をモジュールの 2 分の 1 のメッシュに合うように補正します。誤差範囲の数値は、補正する横架材の端部の X 座標、Y 座標の範囲（上限、下限）です。「誤差範囲外の横架材を削除」をチェックすると、モジュールの 2 分の 1 ± 誤差範囲に合わない横架材のモデル化を行いません。

○柱平面座標補正

CEDXM ファイル定義された柱の上下端の平面座標（X 座標、Y 座標）をモジュールの 2 分の 1 のメッシュに合うように補正します。誤差範囲の数値は、補正する横架材の端部の X 座標、Y 座標の範囲（上限、下限）です。「誤差範囲外の柱を削除」をチェックすると、モジュールの 2 分の 1 ± 誤差範囲に合わない柱のモデル化を行いません。

○柱端部の高さの補正

CEDXM ファイル定義された柱の上端、下端の高さを、階高に合うように補正します。誤差範囲の数値は、補正する横架材の高さの範囲（上限、下限）です。「誤差範囲外の柱を削除」をチェックすると、上端、下端が階高±誤差範囲に合わない柱のモデル化を行いません。

○軸組、筋かい、構面ファイルの作成

CEDXM→wallstat 解析モデル変換の際に「軸組情報ファイル」、「筋かい情報ファイル」、「構面情報ファイル」を作成します。作成されたファイルはそれぞれ「frame1.csv」、「brace1.csv」、「wall1.csv」という名前で gui_ex.exe ファイルと同じフォルダに保存されます。作成されたファイルを編集することで、CEDXM→wallstat 解析モデル変換の際に自動で処理できなかった解析モデル情報を微調整できます。

○0 始まりの座標へシフト

CEDXM→wallstat 解析モデル変換の際に各節点の座標を、xyz 座標が最小となる節点が原点（x=0.0、y=0.0、z=0.0）となるように補正を行います。

○水平構面のバネの自動生成

CEDXM→wallstat 解析モデル変換の際に水平構面のバネを自動で生成します。

※通常はチェックをはずして、wallstat studio の画面上で床を手動で入力するほうが正確なモデル化が行われます。

※1F 床レベルには水平構面を入れる必要はありません。

○重複する横架材を削除

横架材が同じ線分内で重なっている場合、短い横架材を削除します。

○端部の勝負の自動処理

端部の勝負を自動処理します。CEDXM 側で端部の勝負を設定する場合は OFF にして下さい。

6. 3. ファイルの変換

ウィンドウの「Create」ボタンを押すと変換が始まり、studio の編集画面に移行します。

6. 4. ファイルの変換の際の注意事項

- ・解析モデルの重量の情報について、studio.exe のデフォルトでは各階が 100kN となっていますが、デフォルトのままでは正しい計算が行われません。解析する建物に応じて、数値を設定して下さい。重量の設定の際には studio フォルダの「簡易重量表_計算.xlsx」に床面積を入力することでも目安重量が設定されます。
- ・2 階床、屋根構面等の水平構面はファイルをインポートしただけでは、設定されません。インポート後に手作業で「床」の新規作成から設定して下さい。床は 4 隅に接合部がないと正常に設定されません。また床の作成はできるだけ細かいエリア（梁・小梁等で囲まれた長方形のエリア）で設定してください。
- ・筋かい断面に応じて、30×45、30×90 の骨格曲線のパラメータが設定されます。
- ・筋かい耐力壁以外の耐力壁は CEDXM ファイルの「耐力要素情報/耐力壁」の情報から倍率に応じて、バネを自動生成します。パラメータ ID は「倍率×10+100」（例：倍率 2.5 倍の場合は ID=525）が設定されますので、parm.csv に該当する壁倍率のパラメータを追加する必要があります。（倍率 2.5 倍の数値はデフォルトで合板耐力壁のサンプルデータを設定しています。）
- ・水平構面のパラメータ ID は 500 で設定されます。
- ・接合部はすべて引張強さ 25kN 程度の金物相当となります。
- ・軸組は柱のパラメータ ID が「101」横架材が「102」でセットされます。