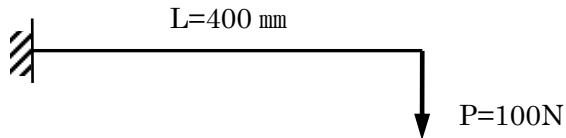


片持ちはりの解析1 ソリッド要素を使用 (WildFire 5.0)


図1に示す10 mm×20 mm×400 mmの鋼製真直片持ちはりに下向き100 Nの集中荷重が作用する場合の静解析をPro/Mechanicaの「ソリッド要素」を用いて解析する方法を以下に示す。






長方形断面 : $b=10\text{ mm} \times h=20\text{ mm}$


弾性係数 : $E=200\text{ GPa}$

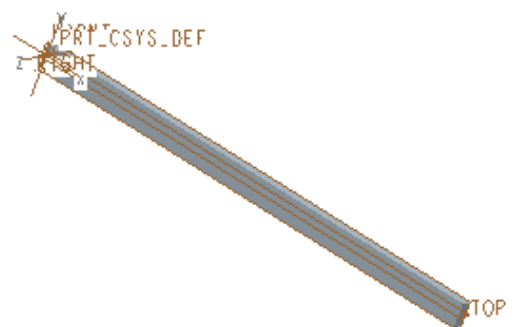
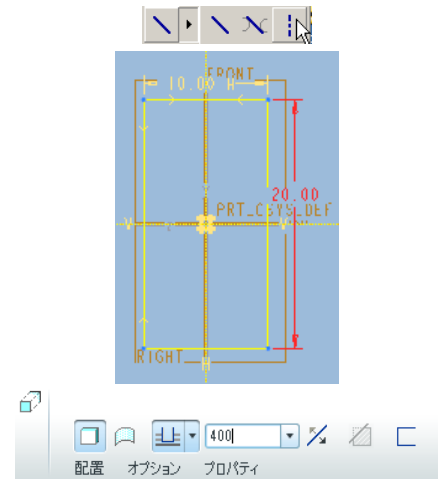
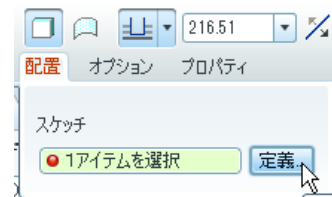
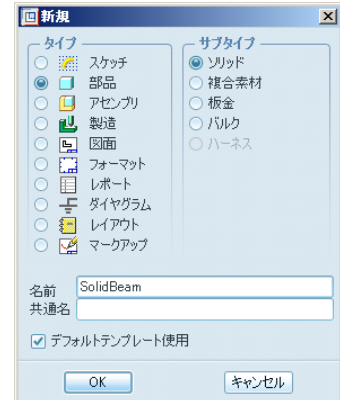
図1 片持ちはり

- ① ワーキングディレクトリ設定. 例えば D:ドライブに CAD というフォルダを作成しておく。「ファイル」→「ワーキングディレクトリを設定」を選択して作成した CAD を指定する。作業終了後にこのフォルダを保存するようにする。
- ② 「ファイル」→「新規」と進み「タイプ」の「部品」を選択し、名前欄に SolidBeam と入力して [OK] ボタンを押す。
- ③ 「挿入」→「押し出し」または  を選択し、左上のダッシュボードの「配置」、「定義」をクリックする。「スケッチ平面」に「RIGHT」面を選択し、スケッチ方向の参照として「FORNT」面をクリックして「スケッチ」ボタンを押下する。「参照」ダイアログの「閉じる」をクリック。

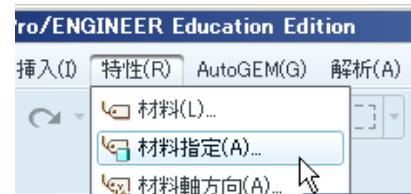
右側のスケッチツールバーから中心線ツール  を選択し、座標原点を通る垂直線上の任意の2点を指定して中心線に設定する。同様にして座標原点を通る水平線も中心線に指定する。

スケッチツールバーから長方形作成ツール  を選択して、座標原点を中心として幅10、高さ20の四角形をスケッチして  をクリックする。

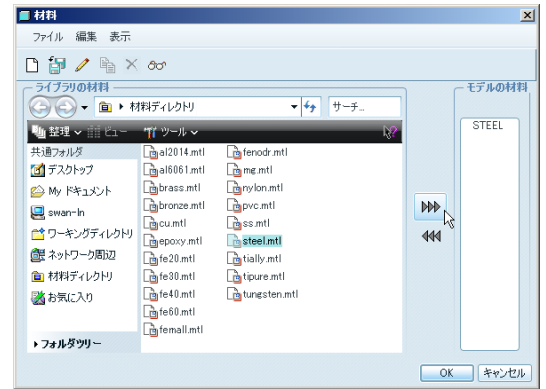
左上のダッシュボードに押し出し量 400 を指定して  をクリックする。



④ 「アプリケーション」→「Mechanica」を選択する。「モデルタイプ」ダイアログのモードが **Structure** になっていることを確認し「OK」をクリックする。

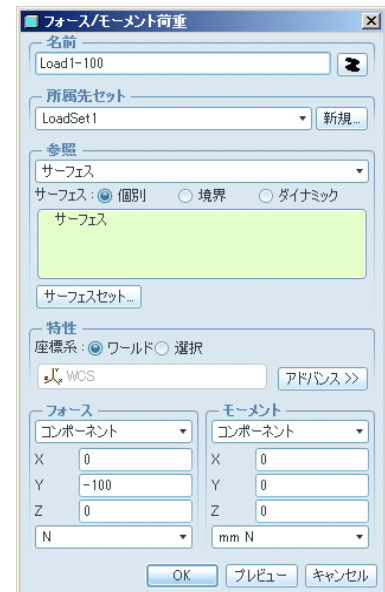
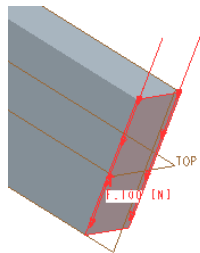


⑤ 「特性」→「材料指定」または右側のツールバーから [材料指定] をクリックし [材料] 欄の [詳細表示] から **steel.mtl** を選択して [>>>] をクリックする。作成したはりにマウスポインタを合わせ中マウスボタンを押す。はり本体にはマークが表示される。

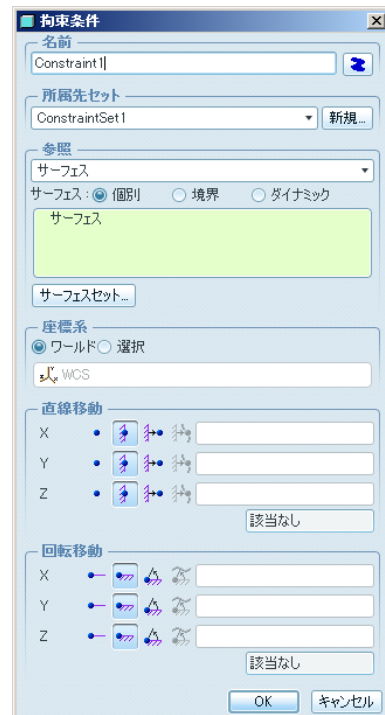
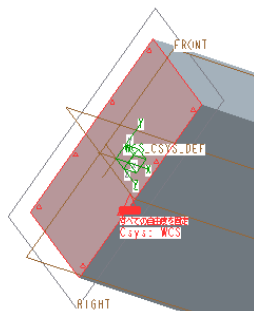


⑥ 「挿入」→「フォース／モーメント荷重」または、右側のツールバーから をクリック。はりの右断面を左ボタンで選択しダイアログの [フォース] の Y 欄に -100 を入力する。これは Y 軸方向下向きに 100N を負荷することを意味する。

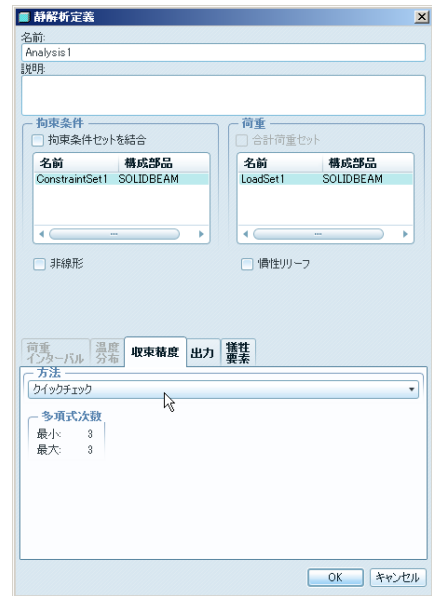
「OK」を押すと下図のように荷重ベクトルと値 -100N が表示される。



⑦ 「挿入」→「変位拘束条件」または、 を選択。「拘束条件」ダイアログが開くので、「参照」欄のサーフェースを設定するためにグラフィック・ウィンドウ上で荷重とは反対のはり端面を左クリックで選択して中ボタンで確定する。固定支持の条件から右図のように XYZ 方向並進移動および XYZ 軸まわり回転移動のすべての自由度を拘束するように選択する。「OK」を押下。



⑧ 「解析」→「Mechnica 解析/スタディ」または、メインツールバーの を選択。「解析およびデザインスタディ」ダイアログが開く。「ファイル」→「新規の静解析」を選択し、「静解析定義」ダイアログの「名前」欄に例えば beam_Solid と入力。「収束精度」タブの「方法」欄に「クイックチェック」を指定する。その他はデフォルトのまま「OK」を押す。



⑨ 「解析およびデザインスタディ」ダイアログのメインメニューから「実行」→「開始」または をクリック。「対話型診断を希望しますか?」には「はい」をクリックすると解析が実行される。



「解析および設計スタディ」欄の「ステータス」が「完了」と表示されたら [スタディのステータスを表示] をクリックし解析結果をテキスト形式で確認する。上方にスクロールして解析の結果を確認する。例えば y 方向最大変位は以下のように求められている。



$$\max_disp_y: \quad -1.585793e+00$$

ここまでは「クイックチェック」モードで解析を行ってモデルの作成や荷重/拘束条件の設定に不具合がないかを確認するための解析で、精度があまり高くはない。以下、より高精度な解析を行う。解析のダイアログは閉じる。

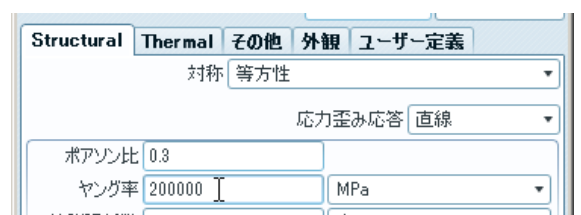
⑩ まず、選択した材料の詳しい情報を知るためにはナビゲートウィンドウの「材料」を右クリックして「情報」をクリックすると材料定数が表示される。ヤング率とポアソン比が若干異なるので以下のように修正する。


材料 "STEEL"	
プロパティ	値
タイプ	等方性
密度	7.82708e-09 [tonne/mm^3]
ヤング率	199948 [MPa]
ポアソン比	0.27


⑪ 「材料」をダブルクリックして「STEEL」で右クリック。「定義を編集」を選択。




ポアソン比: 0.3, ヤング率: 200000 と入力して「OK」をクリック。材料定数等の情報が異なると正しい解析が得られないので必要に応じて変更する。




⑫ 「解析」→「Mechnica 解析/スタディ」または、メインツールバーの  を選択。上で定義した beam_Solid をダブルクリックして「静解析定義」ダイアログを開く。「収束精度」タブの「方法」欄に「マルチパスアダプティブ」, 多項式次数の最大に 9, 収束パーセントを 5 とする。つぎに「出力」タブをクリックし「描画グリッド」は 10 とする。「OK」を押す

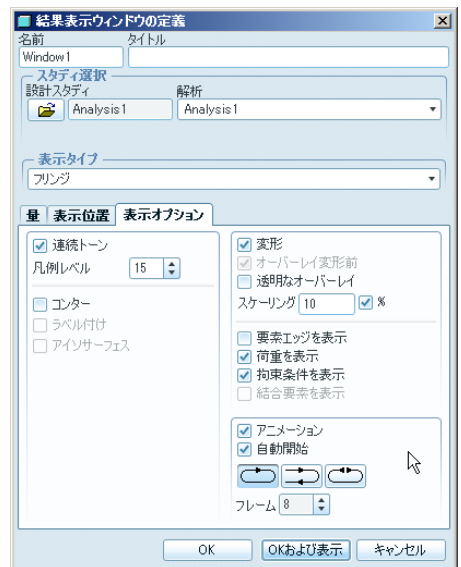
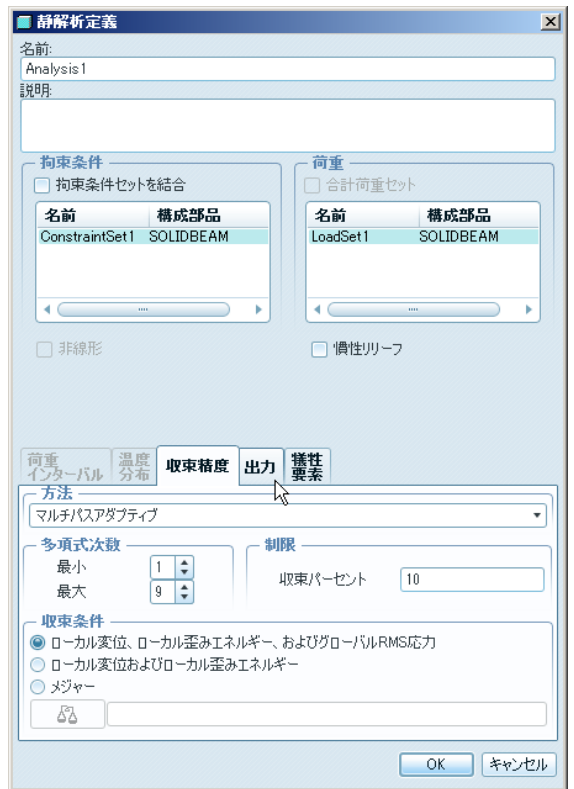
⑬ 「解析およびデザインスタディ」ダイアログの「実行」→「開始」または、 をクリックする。「質問」ダイアログのすでに存在する解析を削除するかとの質問に対して「はい」をクリックする。「対話型診断を希望しますか?」にも「はい」をクリックして解析を実行する。

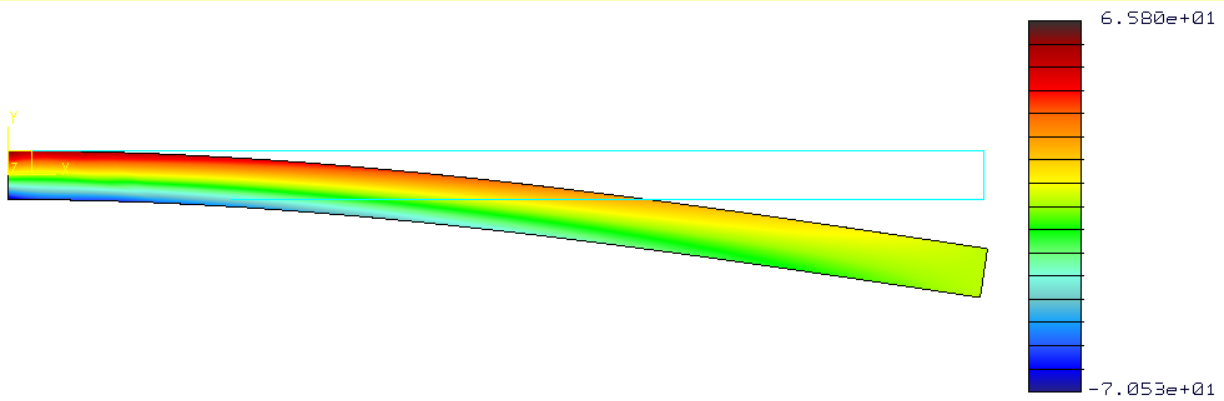
⑭ 実行が完了したら「情報」→「ステータス」または、 をクリックし下記のような結果を得る。



名前	値	収束精度
max_disp_y:	-1.590231e+00	0.7%
max_stress_xx:	-7.053276e+01	4.3%

⑮ 「ステータス」を閉じて、ツールバーの  をクリックする。「結果表示ウィンドウの定義」ダイアログで「量」タブの「応力」「コンポーネント」に XX を選択。つぎに「表示オプション」タブをクリックして「連続トーン」, 「変形」と「アニメーション」にチェック、凡例レベルを 15 として「OK および表示」をクリックする。

下図は、固定端の上面と下面で引張応力と圧縮応力が最大となっていることを示している。

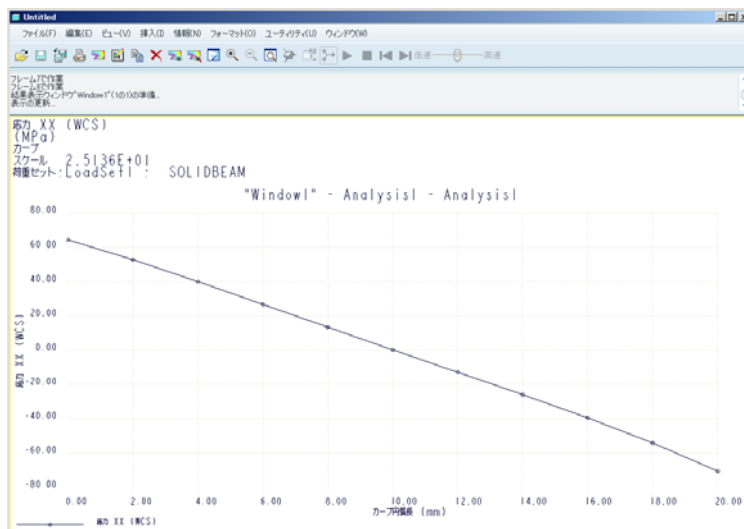






メニューバーの「編集」→「結果表示ウインドウ」または  をクリックして、「表示タイプ」に「グラフ」を選択する。「グラフ位置」の  をクリックして、モデルの左端のエッジを左クリック、中ボタンクリックによりカーブを決定し「OK」をクリックする。

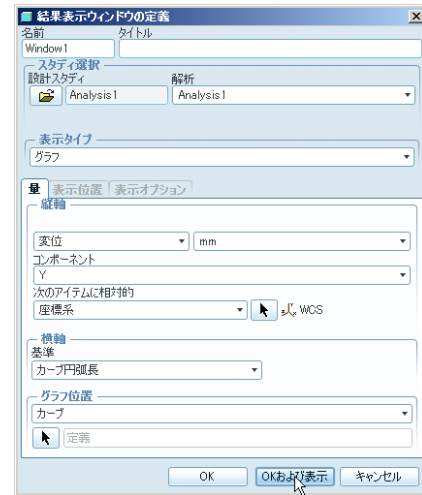


設定が上右図のようになっているのを確認して「OK および表示」をクリックする。

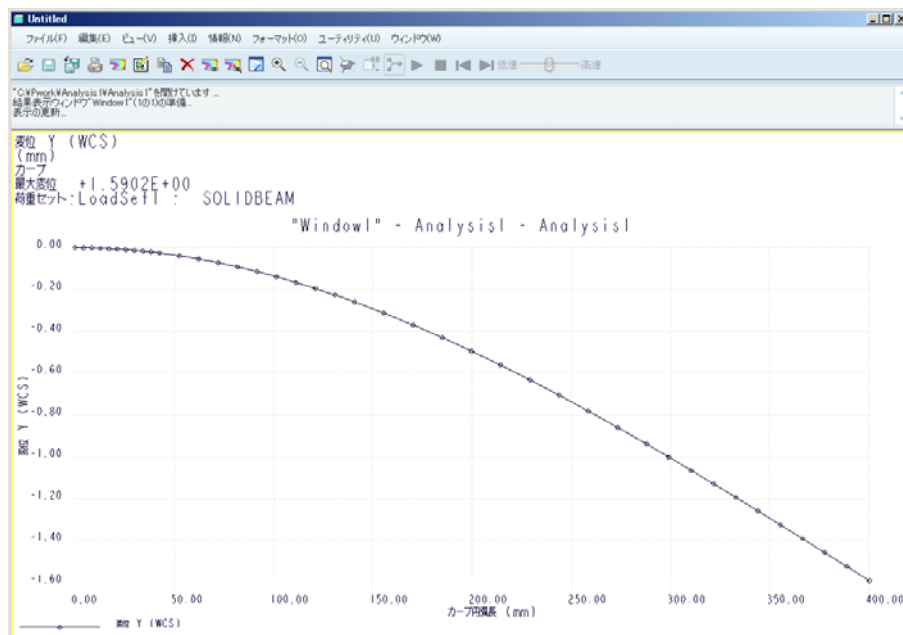


表示は、横軸は はり の高さで 0.00 の位置が上面、20.00 の位置が下面を表し、縦軸は x 方向応力である。曲げの外側は引張り、内側が圧縮の応力が発生していることを示している。

つぎにはり の軸方向にそった たわみ (y 方向変位) をグラフ化する。  をクリックして、「表示タイプ」に「グラフ」を選択する。「量」欄には「変位」、「コンポーネント」欄には「Y」を設定する。「グラフ位置」の  をクリックして、モデルの左端のエッジがすでに選択されている場合は赤色線を左クリックで解除してから上面の1辺を左クリックで選択し、中ボタンクリックにより決定し「OK」をクリックする。



設定が上図のようにになっているのを確認して「OK および表示」をクリックする。



[理論解]

長さ L 、断面 2 次モーメント I 、縦弾性係数 E の片持ちはりが自由端に集中荷重 P を受ける場合の最大変位は、次式で計算される。

$$v_B = \frac{PL^3}{3EI}$$

ここで、断面が幅 b 高さ h の長方形だとすれば、最大応力は固定端に生じ、次式で得られる。

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{I / (h/2)} = \frac{PL}{I / (h/2)} \quad \text{ただし, } I = \frac{bh^3}{12}$$