



『ものづくり支援ソフトDEXCS講習会』

DEXCS-Adventure の使い方

平成21年11月07日

第2回オープンソースCAEワークショップ：講習会1

岐阜工業高等専門学校建築学科 柴田良一

デンソー開発部 野村悦治

■ 予定

13:20 ～ 15:00：DEXCS-Adventure による基礎的な構造解析の講習（資料3～11頁）

■ 内容

資料に基づいて、DEXCS の基本操作を演習していただきます。時間の都合で、個別の課題には対応できませんので、ご容赦ください。あくまで初心者講習会として、全員が基本操作を完了させることを目標にしていますので、進行にご協力ください。

■ 配布物

- ・講習会資料：後ほどDEXCS 公式サイトにも掲載します。ご利用ください。

■ 共同研究

より具体的なサポートやカスタマイズについては、共同研究としてお受けすることが可能です。以下の連絡先まで、ご相談ください。

■ 連絡先

国立高等専門学校機構 岐阜工業高等専門学校 建築学科 柴田良一

電子メール ryos@gifu-nct.ac.jp

DEXCS に関する情報は、公式サイト <http://dexcs.gifu-nct.ac.jp> をご覧ください。



オープンCAE：DEXCSとは何か？

拡張性を持つ設計支援用解析システム

Digital Engineering on eXtensible Computing System

DEXCS は何かを、簡単に説明します。

- * DEXCS は、今回開発したシステムの中に、構造解析や流体解析が出来るソフトウェアを、一式組み込んだものです。必要なものは全て揃えてあります。
- * インストールは必要なくて、ダウンロードした DEXCS からパソコンを起動するだけで、CAE 環境が作れるものです。不要ならば簡単に削除することもできます。
- * オープン CAE の考え方に基づいて、無料で自由に（オープンに）利用できるものです。改善改良を期待しています。ユーザーコミュニティを作りましょう！

現在の DEXCS は、「ものづくり支援ツール」として位置づけています。

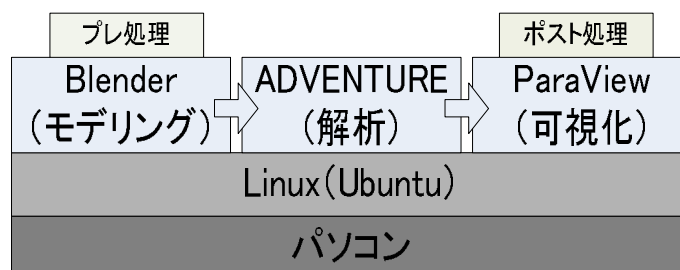
- * ものづくりに関する経験を継承するためには、数値化が必要だと考えています。
- * そのためには、製品の状態に対して、力の係りぐあいを把握する必要があります。
- * そこで、コンピュータによる解析 CAE が必要になり、ここに“DEXCS”が活用できます。

もう少し詳しく言うと、ADVENTURE による構造解析については、

- * 4 面体要素で作られた、10 万要素程度の、3 次元物体に対して、
- * 静的な荷重を作用させ、弾性状態での、微小変形の、有限要素法解析を実現します。
- * 続きは、この Official Wiki サイトの文書コーナーに、色々の資料がありますので……

最近公開した、OpenFOAM による流体解析については、

- * 多面体格子で構成される 3 次元の非構造メッシュを用いて
- * ここで記述された偏微分方程式系を解くのに有限体積法を用います。
- * 化学反応や乱流、熱伝達を含む複雑な流体の流れから、固体力学や電磁力学、
- * そして経済の支配方程式までさまざまな現象をシミュレートすることができます。



DEXCS2009—ADVENTURE—Prototype 操作マニュアル

1 : DEXCS の起動と設定

① VMwarePlayer を下記のページからダウンロードし、インストールする。

<http://www.vmware.com/jp/products/player/>

② DEXCS2009-ADVENTURE-Prototype.zip ファイルを展開する。同名のフォルダが展開される。
展開したファイルは、すべてこのフォルダにまとめられている。

③ 展開されたフォルダ内にある Ubuntu アイコンをダブルクリックし、仮想マシンを起動させる。



図 1 : Ubuntu アイコン

このままでも動作しますが、VMware の仮想マシンに割り当てるメモリを変更することで、大きな問題に対応できる。DEXCS2009-ADVENTURE-Prototype フォルダ内にある Ubuntu.vmx ファイルを右クリック→プログラムから開く→Notepad (メモ帳) を選択する。メモ帳が開くので、「memsize = "512"」を探し数値を変更する。ここの値は仮想 PC (DEXCS が入っている PC 側) のメモリの値を示している。メモリはできるだけ多く割り振るようにする。目安はメモリ総量の 1/2～3/4 程度。設定後、保存してメモ帳を閉じる。

④ 使用準備画面が現れるので、各設定を行う。

言語設定→時間帯設定(都市指定)→キーボード設定→名前・パスワードの設定

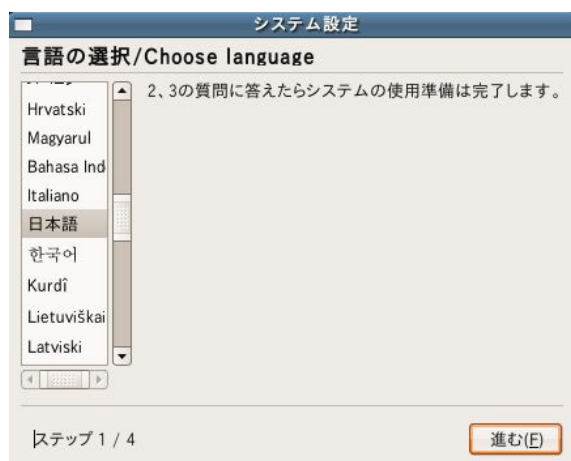


図 2 : 言語設定—「日本語」を選択



図 3 : 時間帯設定—「Tokyo」を選択

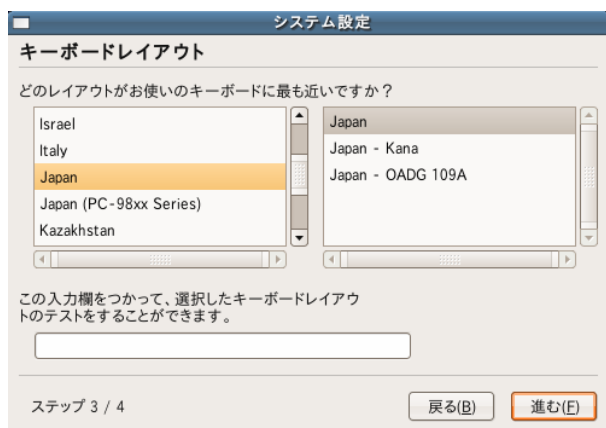


図 4：キーボード設定－「Japan－Japan」を選択

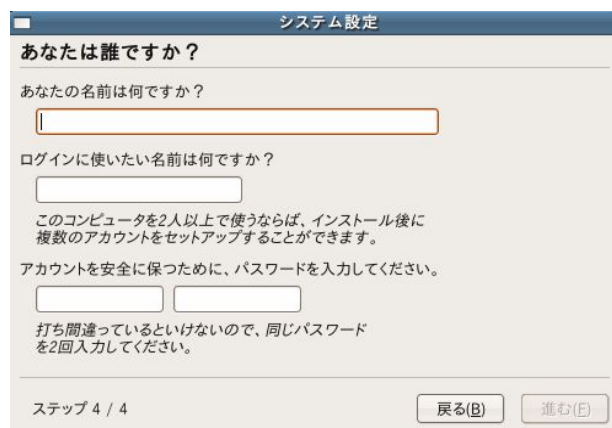


図 5：名前・パスワードの設定

ログインに使う名前は数字

小文字アルファベットのみ使用可

- ⑤ 設定した名前・パスワードを入力してログインし、下の画面を開く。

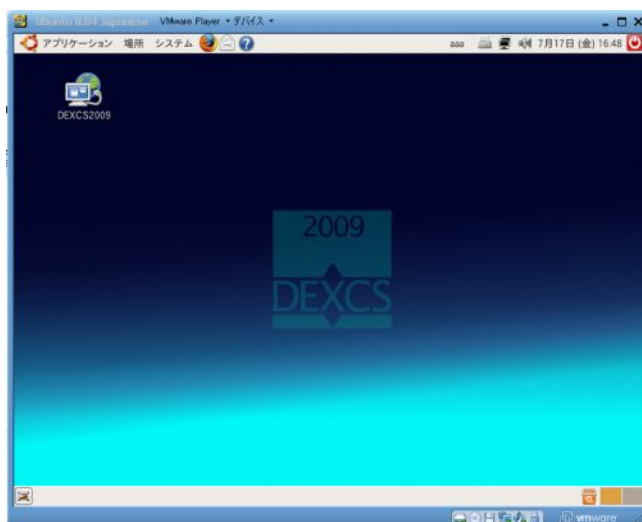


図 6：ログイン後の画面

- ⑥ 画面左の DEXCS2009 アイコンをダブルクリックし、DEXCS2009 を起動する。



図 7：DEXCS2009 アイコン

2 : DEXCS ランチャーの操作・例題の解析

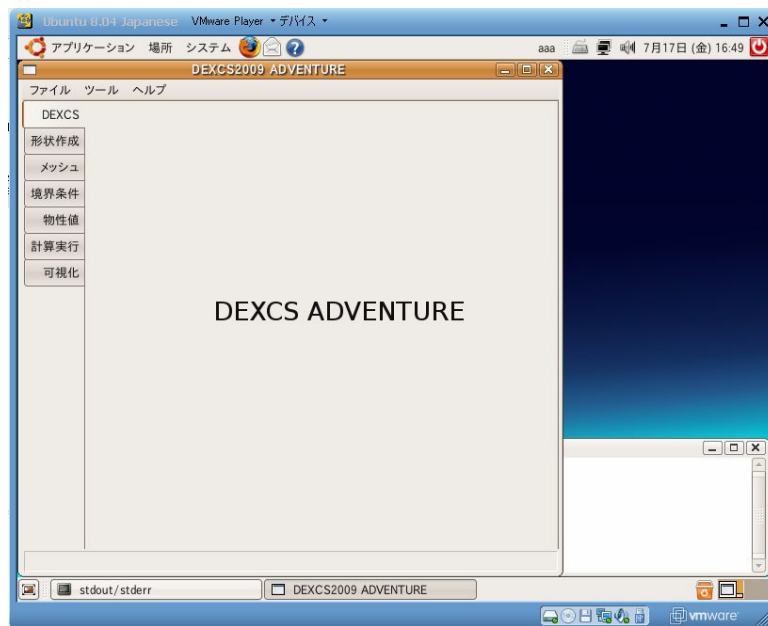


図 8 : DEXCS ランチャー画面

I) 解析フォルダの設定

- ① DEXCS ランチャーウィンドウ上部のメニューから「ファイル→解析フォルダ設定」を選択する。
- ② 画面左上の図 9 のアイコンをクリックする。

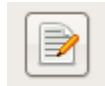


図 9 : ファイル名入力フォルダ

- ③ 左の「場所」から「デスクトップ」を選択し、上部の場所バーをクリックして、フォルダ名を「test」にし、「開く」をクリックする。
- ③ フォルダの場所が表示されるので、確認して「OK」をクリックする。
- ④ デスクトップに「test」フォルダが表示されたのを確認する。

II) モデルの形状作成

- ① 画面左のタグから「形状作成」をクリックする。
- ② 「実行」をクリックする。
- ③ 「Hsteel.blend」を選択し、「開く」をクリックすると、Blender が起動する。
- ④ モデルが作成されているのを確認する。モデルはこのまま使用するので、「file→Quit Blender」(もしくは Ctrl+Q)で Blender を閉じる。

Ⅲ) メッシュの作成

- ① 画面左のタグから「メッシュ」をクリックする。
- ② 「pch ファイルの指定」枠の「pch ファイル参照」をクリックし、「デスクトップ→test→sample→Hsteel.pch」を選択し、「開く」をクリックする。「Hsteel.blend」は、モデル確認用ファイルのため、計算では「Hsteel.pch」を使用する。
- ③ 「メッシュ長さ」枠で、メッシュの長さと二次要素作成の設定する。例題では変更しないのでそのまま使用する。
- ④ メッシュを等分しない場合②③操作をしないで、「節点密度定義ファイルの指定」枠の「ptn ファイル参照」をクリックし、ptn ファイルを選択し、「開く」をクリックする。例題では、②③の操作を行う。
- ⑤ 「メッシュ作成」枠の「実行」をクリックし、作成完了確認が表示されるので「OK」をクリックする。
- ⑥ 「メッシュ確認」枠の「実行」をクリックすると、ParaView が起動し、画面左中央の「Apply」をクリックするとモデルが表示される。
- ⑦ 画面上部の「surface」を「Wireframe」に変更すると、モデルがメッシュに切り替わる。
- ⑧ ParaView ウィンドウ上部のメニューから「File→Exit」を選択し、ParaView を閉じる。

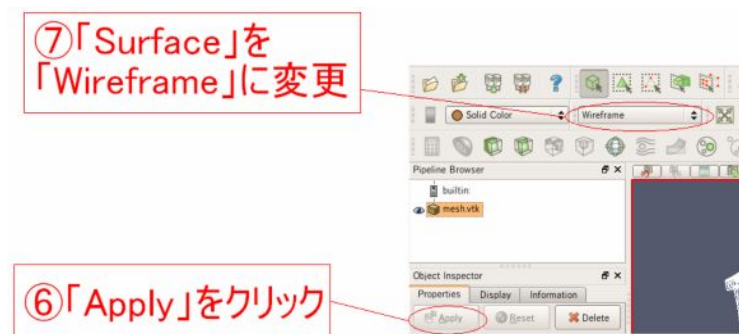


図 10：メッシュのモデル確認画面

Ⅳ) 境界条件の設定

- ① 画面左のタグから「境界条件」をクリックする。
- ② 「境界面グループ化」枠で分割数を設定する。分割数は 2 以上の整数を入力する。例題ではそのまま「2」を使う。
- ③ 「境界面グループ化」枠の「実行」をクリックする。変換終了の確認が表示されるので、「OK」をクリックする。
- ④ 「境界条件設定」枠の「実行」をクリックすると、モデルが表示される。
- ⑤ ホイールボタンを押しながらドラッグして視点を変更し、モデルの節点を Shift を押しながら左クリックする。節点が黄色くなれば選択されたことになる。
- ⑥ 右クリックする。面が選択され、黄色くなる。さらに右クリックすると、選択した節点の接する他の面が選択される。例題では、図 12 の面を選択する。
- ⑦ 「BC→Add Displacement」をクリックする。

- ⑧ Displacement(変位)設定画面が表れるので、 $X \cdot Y \cdot Z$ の拘束条件を設定する。例題では全方向拘束するので、XYZ とも選択し、値を 0 に設定する。
- ⑨ ⑤、⑥と同様の操作で手前(図 13)の面を選択する。
- ⑩ 「BC→Add Load」をクリックする。
- ⑪ Load(荷重)設定画面が表れるので、 $X \cdot Y \cdot Z$ の荷重条件を設定する。例題では Y 方向のみ選択し、「-1」を設定する。入力する荷重は面積あたりの値となる。
- ⑫ 「File→Quit」を選択し、確認ウィンドウが表示されるので「OK」をクリックして bcGUI ウィンドウを閉じる。

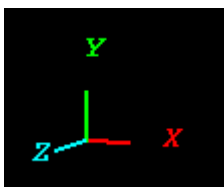


図 11：荷重の方向—XYZ 交点から外向きに+

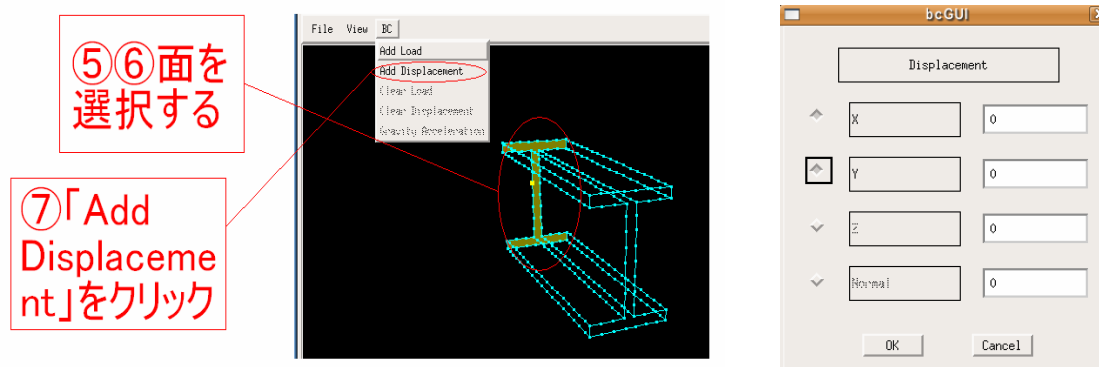


図 12：⑤⑥⑦操作—面選択と Displacement ウィンドウ

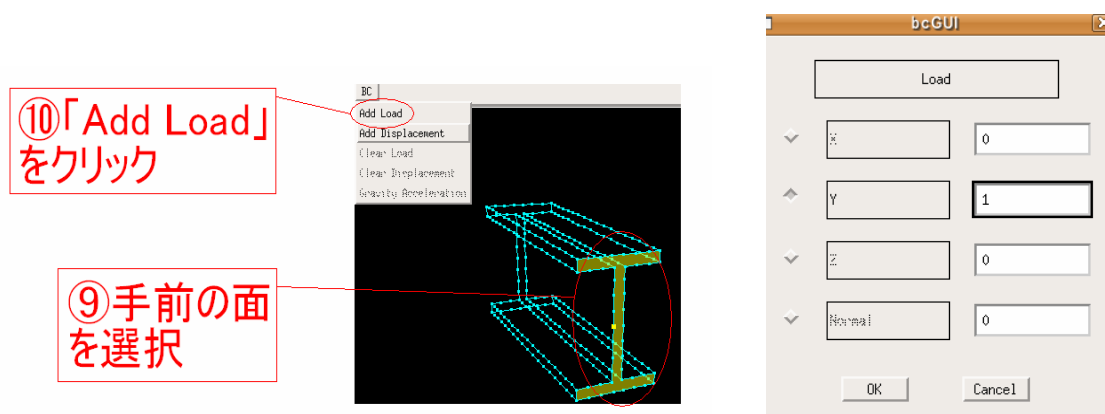


図 13：⑨⑩操作—手前の面選択と Load ウィンドウ

V) 物性値の設定

- ① 画面左のタグから「物性値」をクリックする。
- ② ヤング率・ポアソン比を設定する。例題では変更はしないでそのまま使う。
- ③ 「保存」枠の「実行」をクリックする。保存確認が表示されるので「OK」をクリックする。

VI) 計算の実行

- ① 画面左のタグから「計算実行」をクリックする。
- ② ソルバーの種類・分割数を設定する。例題では変更しないでそのまま使用する。
- ③ 「解析実行」枠の「実行」をクリックする。解析終了の確認が表示されるので「OK」をクリックする。

VII) 可視化

- ① 画面左のタグから「可視化」をクリックする。
- ② 「結果可視化」枠の「実行」をクリックする。
- ③ メッシュのモデル確認時と同様に「Apply」をクリックすると、応力分布モデル(図 15)が表示される。
- ④ 変形モデルを表示するには、画面中央の  アイコンをクリックする。
- ⑤ 右下に下図のウィンドウ(図 14)が表れるので、「Scale Factor」を 0.01 に設定し、「Apply」をクリックすると、変形モデルが表示される。



図 14 : 変形図モデルの設定

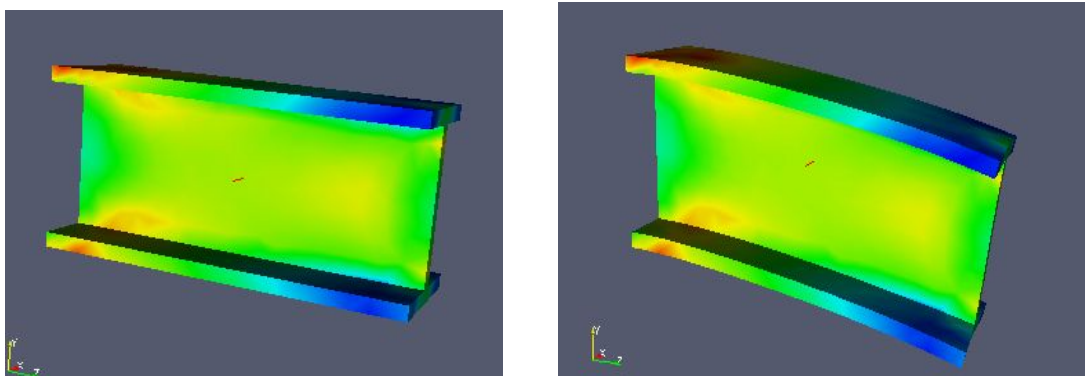


図 15 : 解析結果を可視化した応力分布モデルおよび変形図モデル

- ⑥ ParaView ウィンドウ上部のメニューから「File→Exit」を選択し、ParaView を閉じる。

VIII) 終了

- ① DEXCS ランチャーウィンドウ上部のメニューから「ファイル→終了」を選択し、確認ウィンドウが表示されるので「OK」をクリックし、DEXCS ランチャーウィンドウを閉じる。
- ② Ubuntu ウィンドウ右上の電源アイコンをクリックする。終了メニュー(図 16)が表示されるので、「シャットダウン」をクリックし、仮想マシンを閉じる。



図 16 : 仮想マシン終了メニュー

3 : 付録

色々解析するためには、まずは解析モデルの形を作る必要があります。DEXCSでは、Blenderと言う3次元CGソフトを応用して、解析モデルの形状データをつくります。このBlenderの詳しいマニュアルは、DEXCSランチャーのヘルプから、「Blenderの使い方」より、PDFファイルのドキュメントを参照することができます。

解析結果を確認するためには、可視化ソフトを使います。DEXCSでは、ParaViewを利用していますが、このParaViewの詳しいマニュアルは、DEXCSランチャーのヘルプから、「ParaViewの使い方」より、PDFファイルのドキュメントを参照することができます。さらに、最新版のDEXCS2009-ADVENTUREには、ParaViewのチュートリアルも組み込んでいます。ご参考になしてください。

なおこれらのファイルは、DEXCS公式サイト上でも公開していますので、別途ダウンロードして利用することも出来ます。

I) Blenderの操作方法

・マウスの基本操作

左ボタン：カーソルの移動

中ボタン+ドラック：回転

中ボタン+shiftキー：平行移動

右ボタン：対象の選択

右ボタン+shiftキー：対象の複数選択

—ホイール：拡大・縮小

- ・キーボードの基本操作

A : モデル全体の全選択／全解除

B : ドラック範囲の選択

N : 座標ウィンドウの表示／非表示

Tab : Edit Mode／Object Mode の切り替え

Z+Ctrl : 一つ前に戻る

Q+Ctrl : Blender を終了

Ⅱ) ParaViewの操作方法

- ・マウスの基本操作

左ボタン : モデルの回転

中ボタン+ドラック : モデルの平行移動 ホイール : 拡大、縮小

右ボタン : 拡大、縮小

4 : 応用課題

問題は、材料力学でもっともお馴染みの「片持ち梁」です。(図 17 参照) 公式集によれば
高さが $H=2$, 幅が $B=2$, 荷重が $W=4$, スパンが $L=11$, ヤング率が $E=1$ の時

応力 $\sigma = \frac{M}{Z} (=33)$ たわみ $\delta = \frac{WL^3}{3EI} (=1331)$

ただし、 $Z = \frac{BH^2}{6} (= \frac{4}{3})$ $I = \frac{BH^3}{12} (= \frac{4}{3})$ $M = WL (=44)$

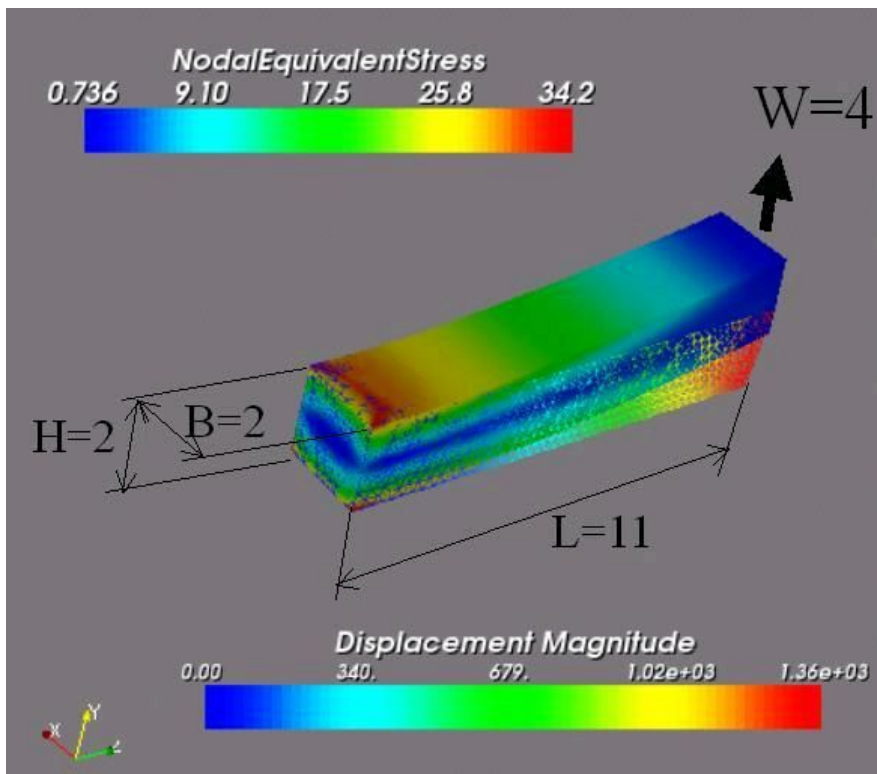


図 17 応用例題の片持ち梁

この結果を、DEXCS を用いて計算したいと思います。

資料 5 ページの **Ⅱ)モデルの形状作成**において、例題ではなく、新しい片持梁のモデルを作ることになります。これは、上記で設定したように 2×2 の断面をもち、長さが 1 1 の梁部材です。作り方は、 $2 \times 2 \times 2$ の立方体において、1 つの面を 1 0 の位置まで引き延ばすことでつくります。

- 01: DEXCS2009-ADVENTURE を起動して、解析フォルダを設定する。
- 02: ツール⇒Blender を選択して、Blender を起動させる。
- 03: Blender のウインドウ中央に立方体があり、これを引伸ばして片持梁をつくる。
- 04: Edit Mode に変更し、面指定△を指定します。中ボタンで斜めから見て、面を 1 つ選択する。
- 05: Extrude 引伸ばしを選択し、マウスを移動で伸ばして適当に左クリックして止める。
- 06: 数値指定 n キーを押し、引伸ばす座標の数値を 1 0 に設定する。
- 07: 全てを選択して、Mesh⇒Faces⇒Convert Quads to Triangles
- 08: beam.blend として形状データを解析フォルダに保存する。
- 09: beam.pch として PCH ファイルとして解析フォルダに保存する。
- 10: Blender を終了する。

ここからは、6 頁の **Ⅲ)メッシュの作成**から beam.pch を選択して進める。なお荷重は、片持梁の端部の面積 4 の断面に荷重 4 なので、単位面積当たり 1 となる。E は 1.0 としておく。解析結果の数値確認は、ParaView の高度な操作が必要なので、ここではカラースケールの値から最大値を読み取る。

荒いメッシュの解析

メッシュ作成で、基準長さを 0.5 の場合には、誤差が大きくなってしまいます。

(要素数 2089 節点数 578 となります)

計算量は少ないので、一瞬にして解析が終わります。この場合には、応力は 22.7 たわみ 1150 となり、大きな誤差があることがわかります。

細かなメッシュの解析

これを 0.2 にすると、モデルの要素が小さくなり、精密な解析が可能になります。

(要素数 33280 節点数 6733 となります)

計算量は著しく増えることとなりますので、少し大変です。この場合には、応力 30.3 たわみ 1320 となり、それなりの精度で解析ができています。

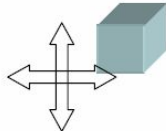
今回は、非常に単純な形の、幾何学的線形で弾性解析を行いました。しかし、Adventure 自体は、幾何学的非線形解析（座屈解析）や、弾塑性解析（塑性降伏）なども可能です。

最後に、他の 3D-CAD データで、STL 形式などは、Blender で読み込むことが可能です。ただし、試行錯誤が必要な場合があります。

blender操作方法まとめ

視点の切り替え

視点移動: マウス中ボタン 

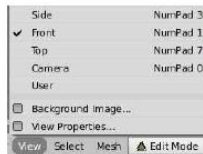


平行移動 [Shift]+ 

前後移動 [Ctrl]+ 

回転移動 

④視点変更



Side : y-z平面

Front : x-z平面

Top : x-y平面

ユーザ: 自由な視点

形状の選択・移動

選択: マウス右ボタン  で対象をクリック

⑤:モード変更:

取り扱う操作を変更

 Edit Mode

図形編集モード: 形状の変更
(メインで使用)

 Object Mode

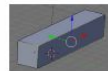
オブジェクトモード: 形状全体の特性変更
(今回はほとんど使用しない)

③:選択対象変更:

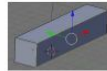
選択する対象を選択



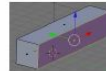
左から「点」「線」「面」を「オブジェクト」を表しており、
選択された対象のみ、選択可能となる



「点」



「線」

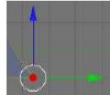


「面」

Tips

複数対象の選択、解除 :
→[shift]を押しながら右クリック

移動: マウス左ボタン  で矢印をドラッグ

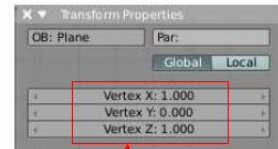


- ・マウス左or右ボタンでドラッグ
→フリーに移動
- ・移動後右クリック: キャンセル
- ・移動後左クリック: 確定

数値入力

●座標値入力カウインドウ

モードがEdit Modeのとき
キーボードの「N」キーを押す



数値入力欄は、[Shift] + クリックで
キーボード入力が可能になる

●拡大、縮小の場合

3D画面下が以下のように変化

Size X: 1.0000 Y: 1.0000 Z: 1.0000

この状態のときに数字を入力すると、
数値を直接指定することが可能

Tips

- ・Undo : 「Ctrl」+z
- ・モードの確認
図形編集時は必ず「Edit Mode」