



多体系统动力学仿真

UM 软件强基训练系列教程

(09)

四川同算科技有限公司

2022 年 7 月

《UM 软件强基训练系列教程》面向具有 UM 软件使用基础的用户，作为对《UM 软件入门系列教程》和《UM 培训教程》的补充和强化，教程中使用的部分例子取自 UM 软件自带的模型。

希望读者重视基础，勤加练习，多多思考，相信通过每一次练习都能有所收获。

本例模型路径：*C:\Users\Public\Documents\UM Software Lab\UniversalMechanism\9\SAMPLES\Mechanisms\Misc\earthquake*

目录

1 UM INPUT 建模过程	4
1.1 建立几何模型	4
1.2 定义刚体参数	11
1.3 描述铰	15
2 UM SIMULATION 仿真过程	21
2.1 创建变量	21
2.2 仿真计算	24
2.3 将计算结果保存为文件	26

1 UM Input 建模过程

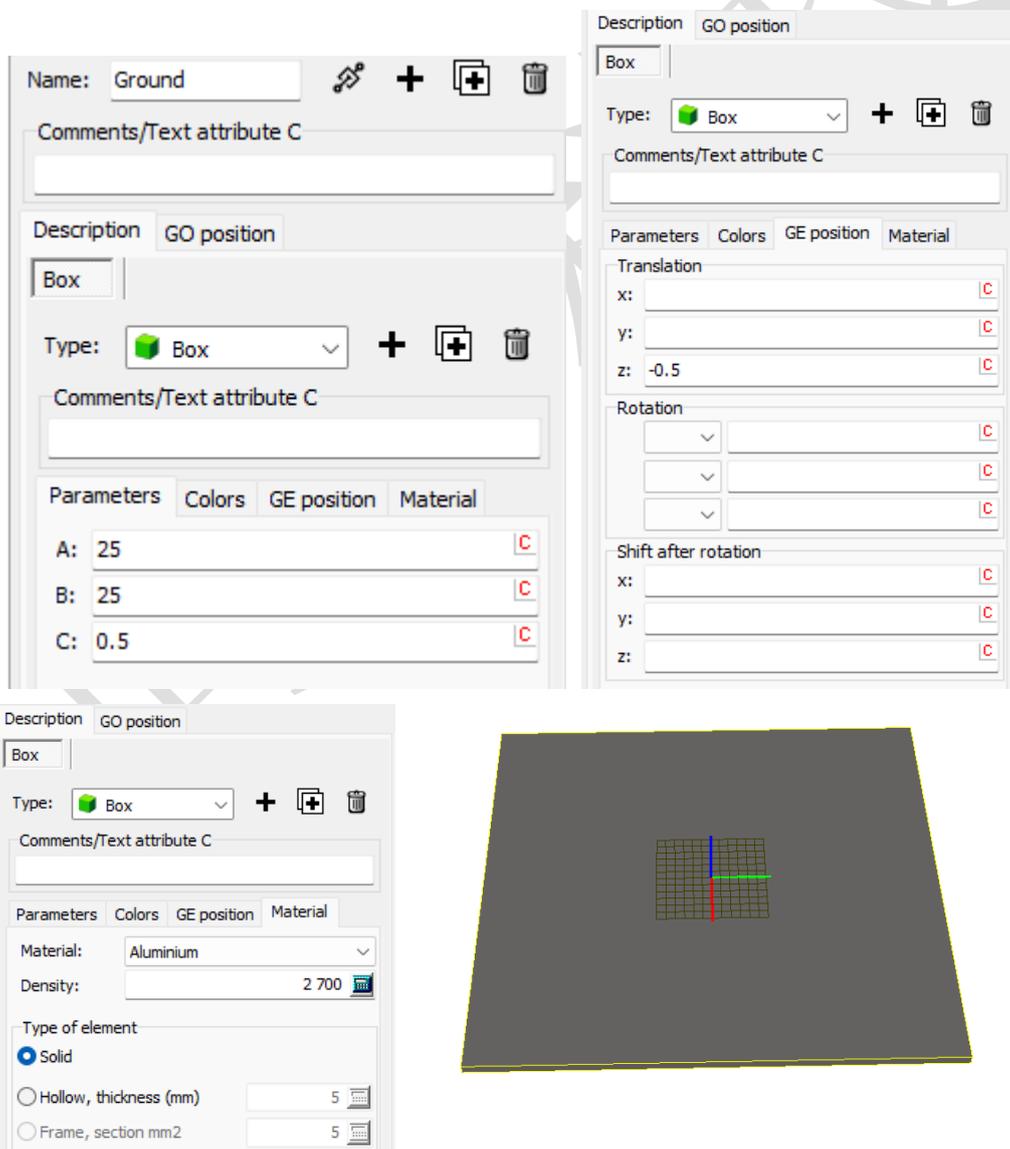
1.1 建立几何模型

Ground: 由 1 个 Box(灰色)组成。

Box Parameters: $A=B=25(m)$, $C=0.5(m)$ 。

GE Position: 沿 Z 轴移动-0.5(m)。

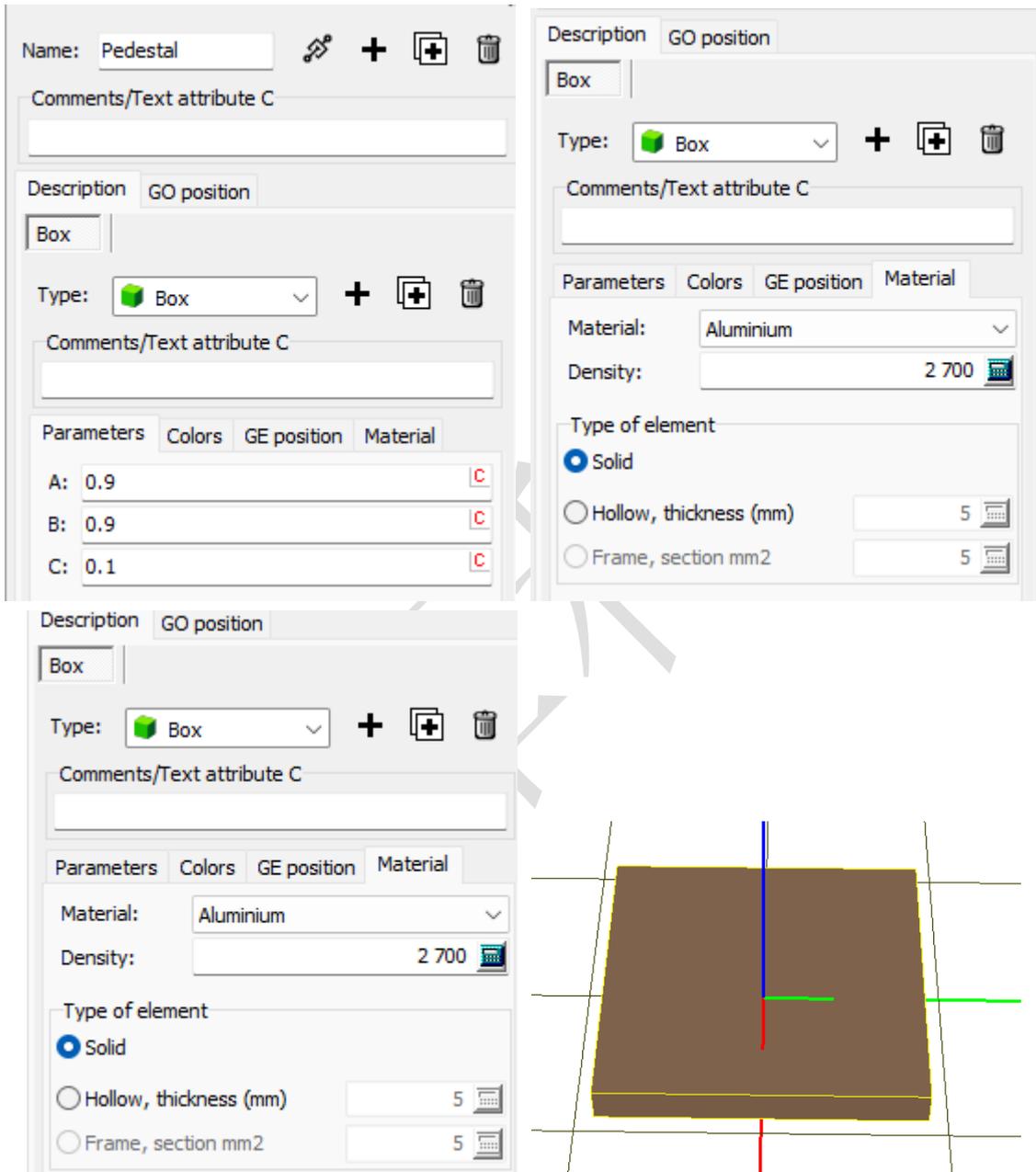
Material: 定义材料密度 $Density=2700(kg/m^3)$ 。



Pedestal: 由 1 个 Box(棕色)和一个 Cone (棕色) 组成。

Box Parameters: $A=B=0.9(m)$, $C=0.1(m)$ 。

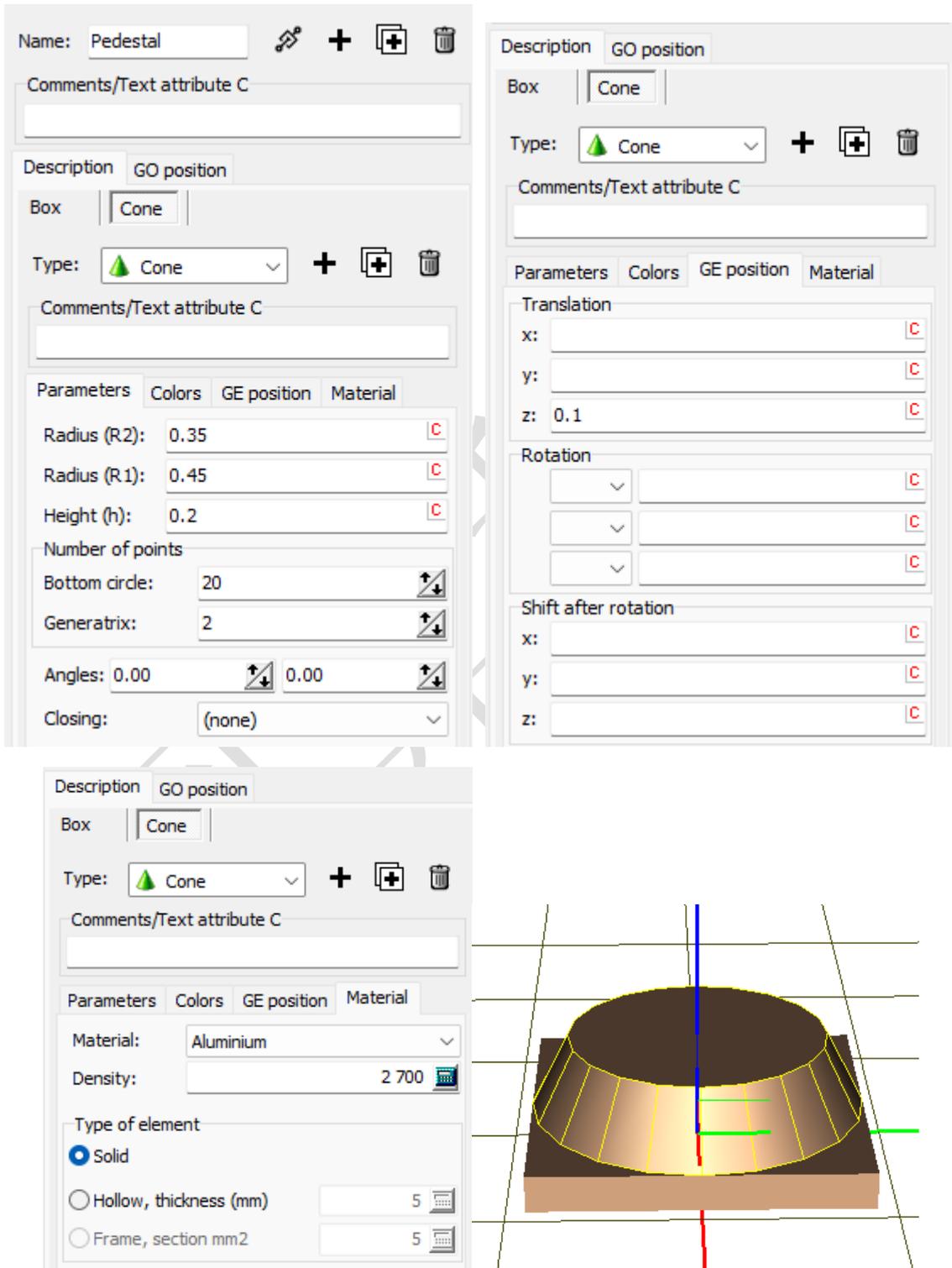
Material: 定义材料密度 $Density=2700(kg/m^3)$ 。



Cone Parameters: $R_2=0.35(m)$, $R_1=0.45(m)$, $h=0.2(m)$ 。

GE position: 沿 Z 轴移动 0.1(m)。

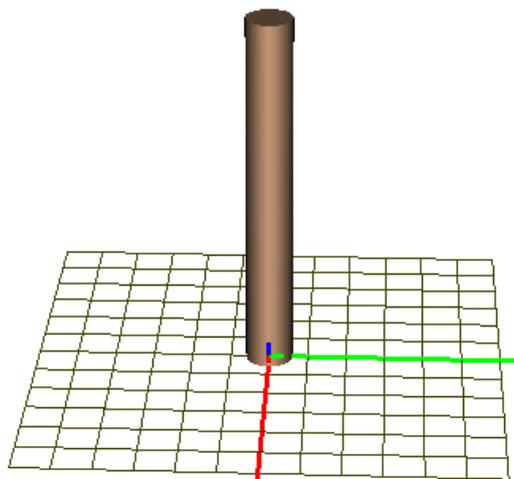
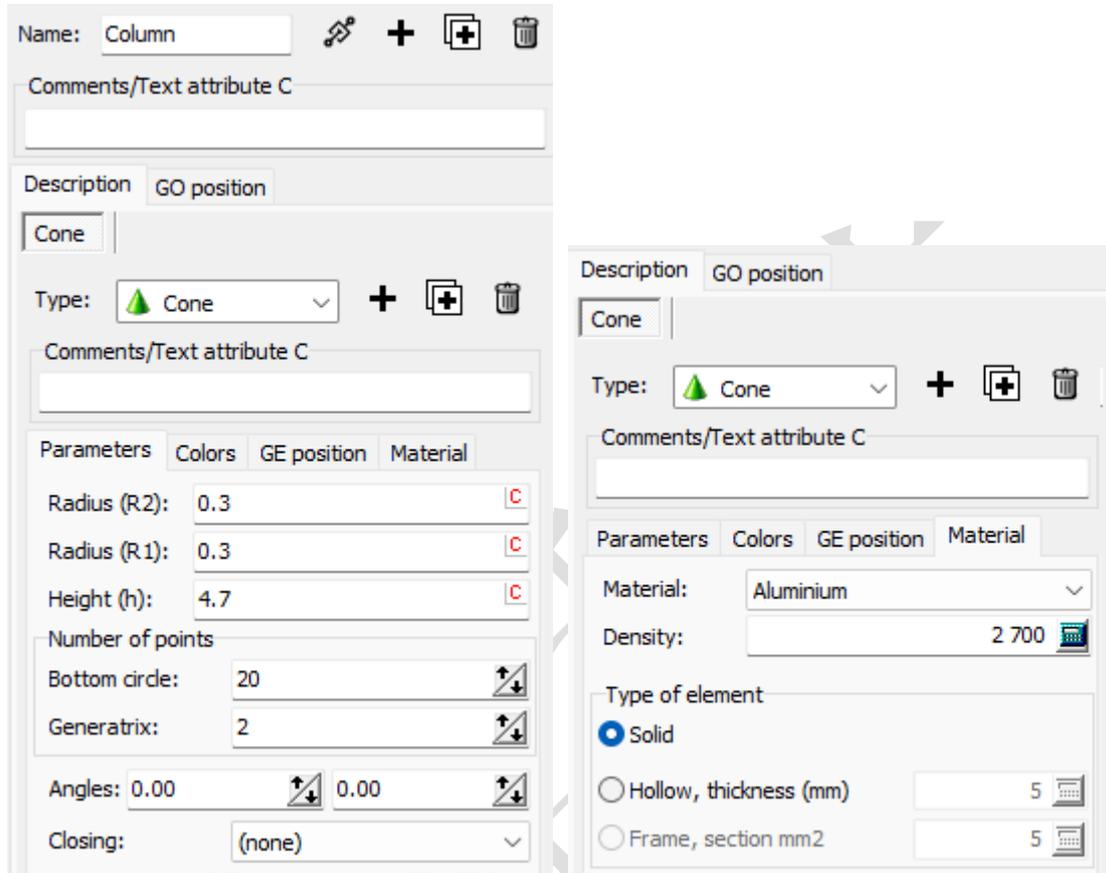
Material: 定义材料密度 $Density=2700(kg/m^3)$ 。



Column: 由 1 个 Cone (棕色) 组成。

Cone Parameters: $R_2=R_1=0.3(m)$, $h=4.7(m)$ 。

Material: 定义材料密度 $Density=2700(kg/m^3)$ 。



Capital: 由 3 个 Cone (棕色) 组成。

Cone1 Parameters: $R_2=0.3(m)$, $R_1=0.305(m)$, $h=0.6(m)$ 。

Material: 定义材料密度 $Density=2700(kg/m^3)$ 。

The image displays the CAD software interface for creating a cone. The main configuration panel on the left includes the following settings:

- Name:** Capital
- Description:** GO position
- Type:** Cone
- Parameters:**
 - Radius (R2): 0.3
 - Radius (R1): 0.305
 - Height (h): 0.6
 - Number of points: Bottom circle: 20, Generatrix: 2
 - Angles: 0.00
 - Closing: (none)
- Material:** Aluminium, Density: 2700
- Type of element:** Solid

On the right, a 3D visualization shows a brown cone centered on a grid. The cone's height is indicated by a blue vertical line, and its radius is indicated by a green horizontal line. A red vertical line is also visible at the base of the cone.

Cone2 Parameters: $R_2=0.45$ (m), $R_1=0.3$ (m), $h=0.133$ (m)。

GE position: 沿 Z 轴移动 0.6(m)。

Material: 定义材料密度 $Density=2700$ (kg/m^3)。

The image displays a software interface for defining a cone element. It is divided into several sections:

- Name:** Capital
- Description:** GO position
- Type:** Cone
- Parameters:**
 - Radius (R2): 0.45
 - Radius (R1): 0.3
 - Height (h): 0.133
 - Number of points: Bottom circle: 20, Generatrix: 2
 - Angles: 0.00, 0.00
 - Closing: (none)
- GE position:**
 - Translation: z: 0.6
 - Rotation: (empty fields)
 - Shift after rotation: x, y, z (empty fields)
- Material:**
 - Material: Aluminium
 - Density: 2700
 - Type of element: Solid (selected)
 - Hollow, thickness (mm): 5
 - Frame, section mm2: 5

On the right, a 3D visualization shows a brown cone on a grid. A blue vertical line indicates the axis, and green and red lines indicate the radii and height.

Cone3 Parameters: $R2= R1=0.45$ (m), $h=0.133$ (m)。

GE position: 沿 Z 轴移动 0.733(m)。

Material: 定义材料密度 $Density=2700$ (kg/m^3)。

The image displays the configuration interface for a cone element in a CAD software. The interface is organized into several panels:

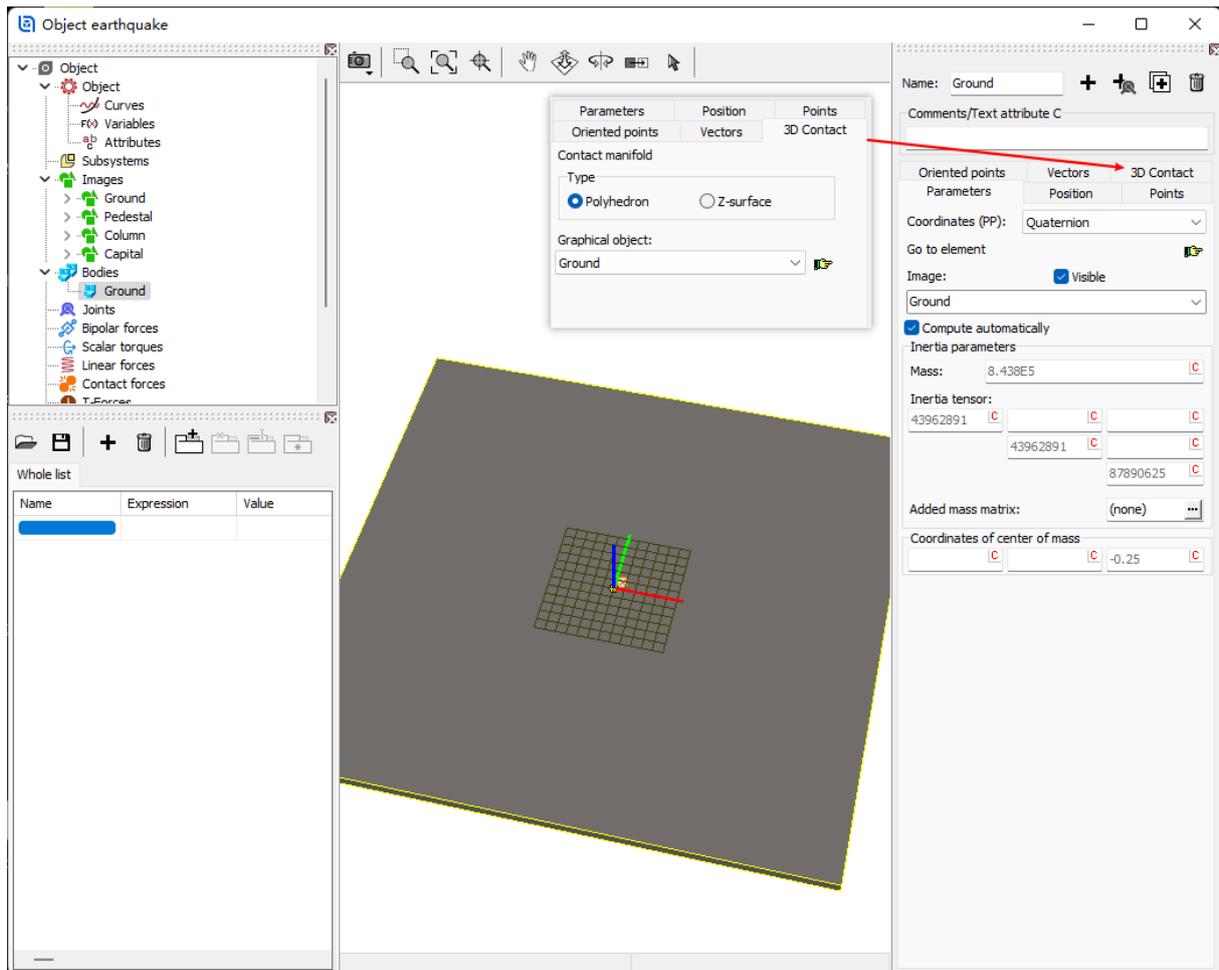
- Name:** Capital
- Description:** GO position
- Parameters:**
 - Radius (R2): 0.45
 - Radius (R1): 0.45
 - Height (h): 0.133
 - Number of points:
 - Bottom circle: 20
 - Generatrix: 2
 - Angles: 0.00
 - Closing: (none)
- Colors:** (empty)
- GE position:**
 - Translation:
 - x: (empty)
 - y: (empty)
 - z: 0.733
 - Rotation: (empty)
 - Shift after rotation:
 - x: (empty)
 - y: (empty)
 - z: (empty)
- Material:**
 - Material: Aluminium
 - Density: 2700
- Type of element:**
 - Solid
 - Hollow, thickness (mm): 5
 - Frame, section mm2: 5

To the right of the configuration panels, a 3D model of the cone is shown on a grid. The cone is colored brown. A blue vertical line indicates the height of the cone, and a red horizontal line indicates the radius of the base. The cone is positioned on the Z-axis, as indicated by the 'GO position' settings.

1.2 定义刚体参数

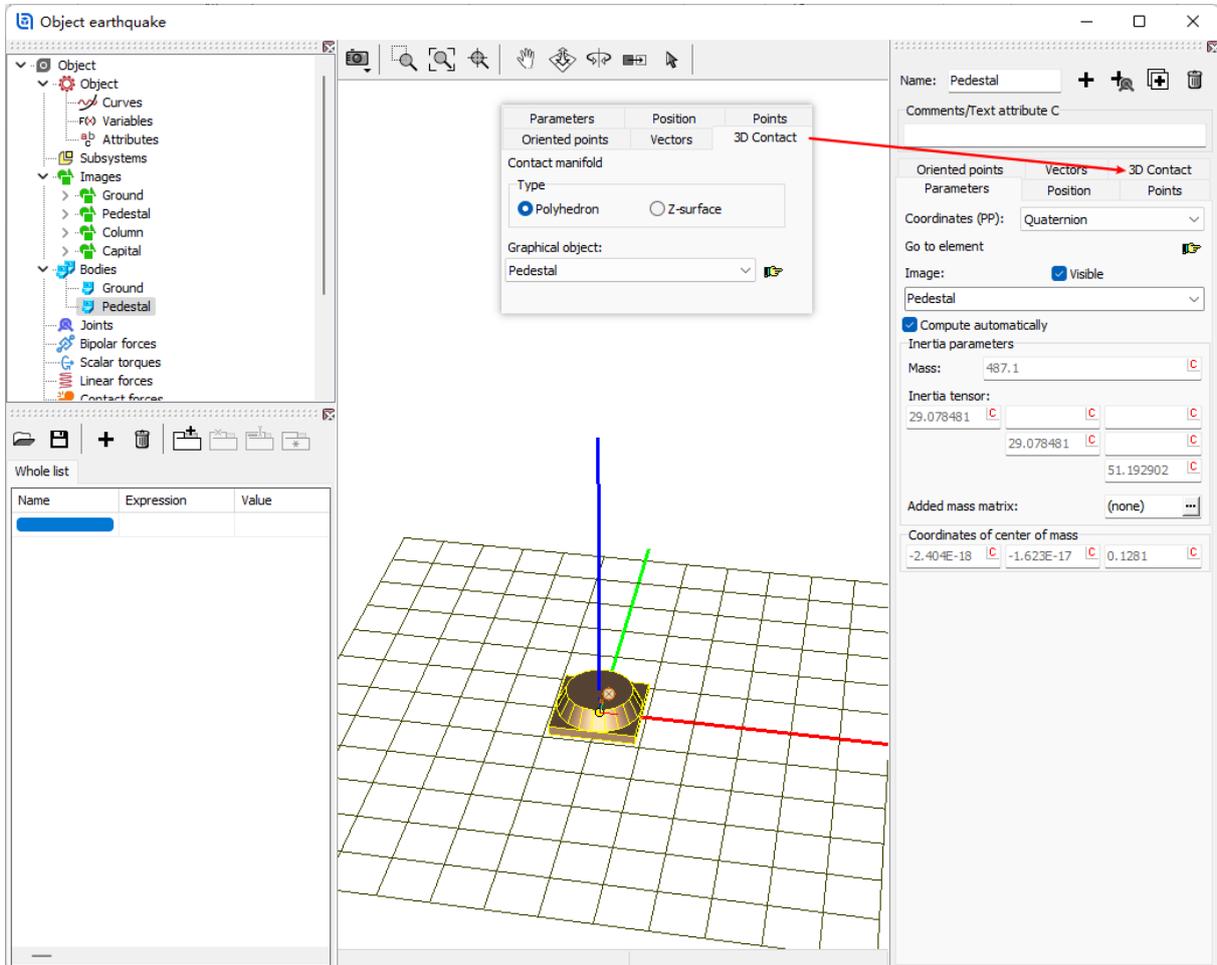
Ground: 选择几何 **Ground**，勾选 **Compute automatically**，系统根据模型的几何参数与材料参数自动计算模型的质量、转动惯量和重心位置。

点击交互界面 **3D Contact**，接触表面类型选择 **Polyhedron**，几何选择 **Ground**。



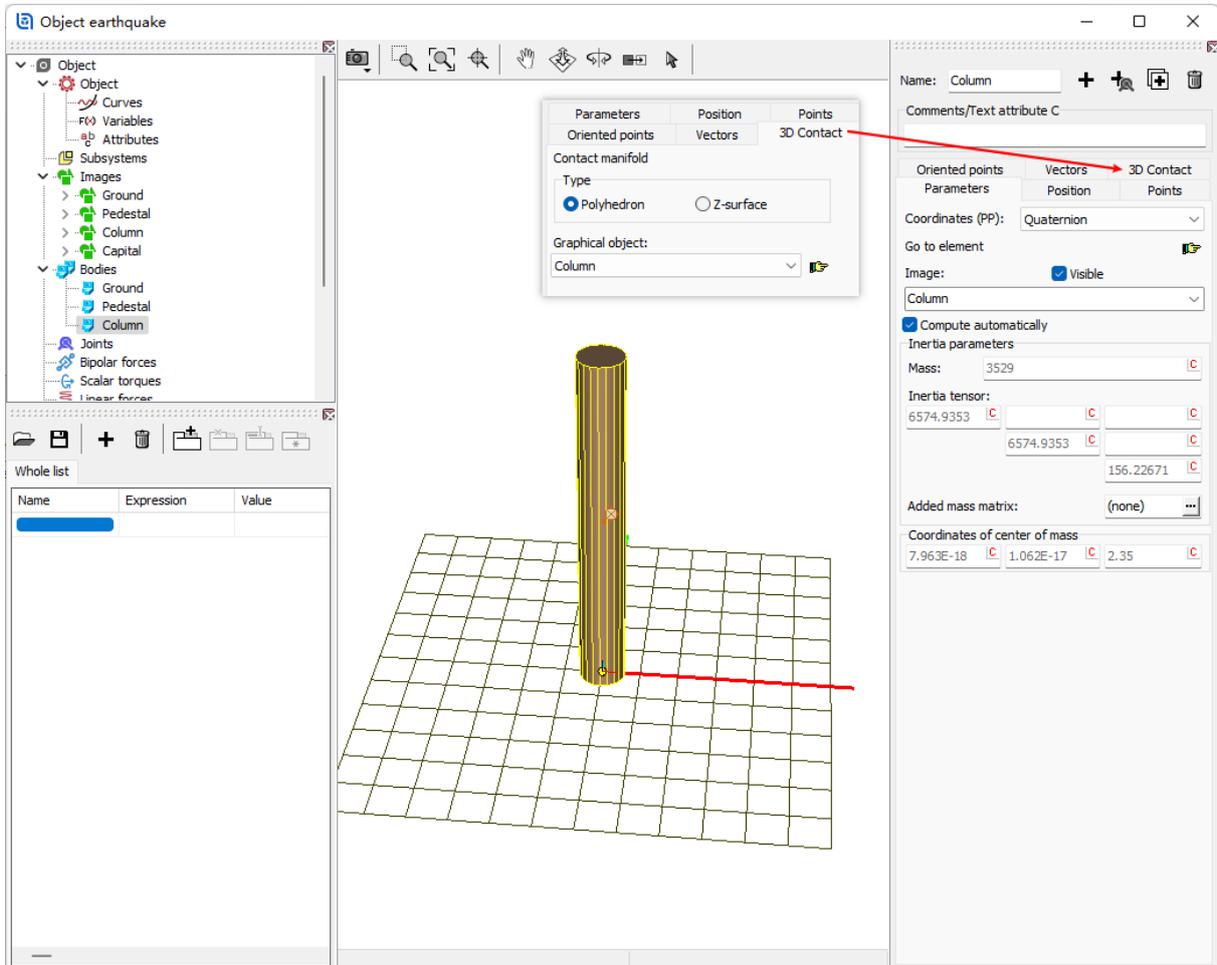
Pedestal: 选择几何 **Pedestal**，勾选 **Compute automatically**，系统根据模型的几何参数与材料参数自动计算模型的质量、转动惯量和重心位置。

点击交互界面 **3D Contact**，接触表面类型选择 **Polyhedron**，几何选择 **Pedestal**。



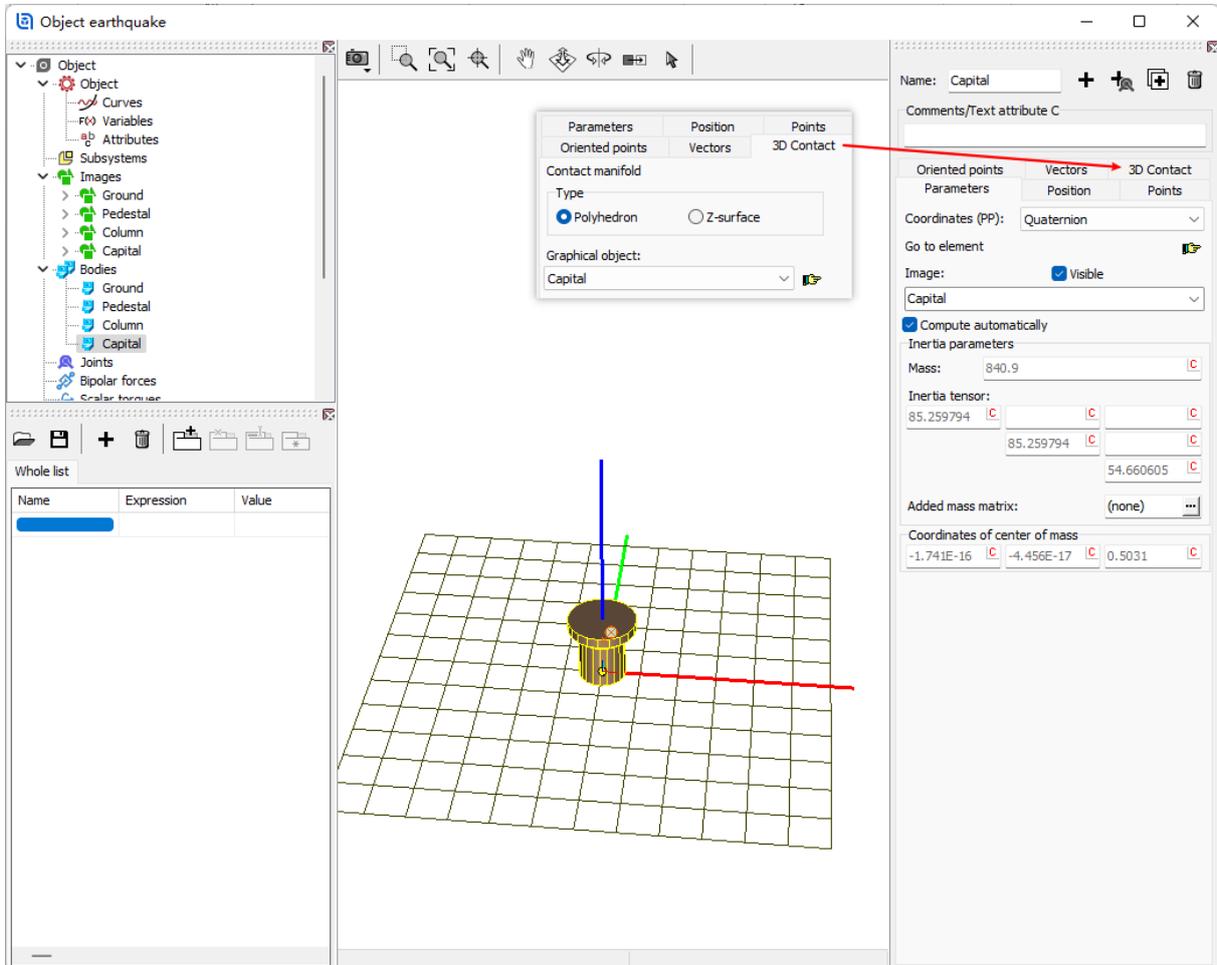
Column: 选择几何 **Column**，勾选 **Compute automatically**，系统根据模型的几何参数与材料参数自动计算模型的质量、转动惯量和重心位置。

点击交互界面 **3D Contact**，接触表面类型选择 **Polyhedron**，几何选择 **Column**。



Capital: 选择几何 **Capital**，勾选 **Compute automatically**，系统根据模型的几何参数与材料参数自动计算模型的质量、转动惯量和重心位置。

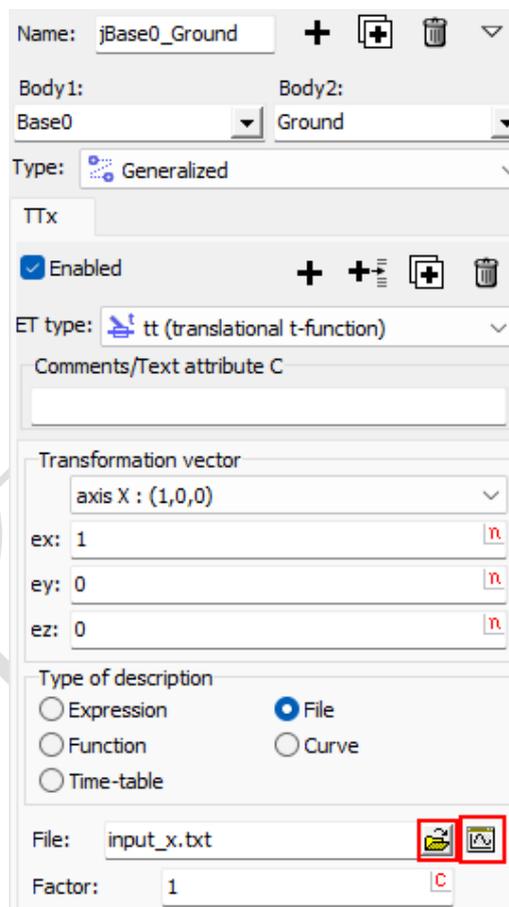
点击交互界面 **3D Contact**，接触表面类型选择 **Polyhedron**，几何选择 **Capital**。



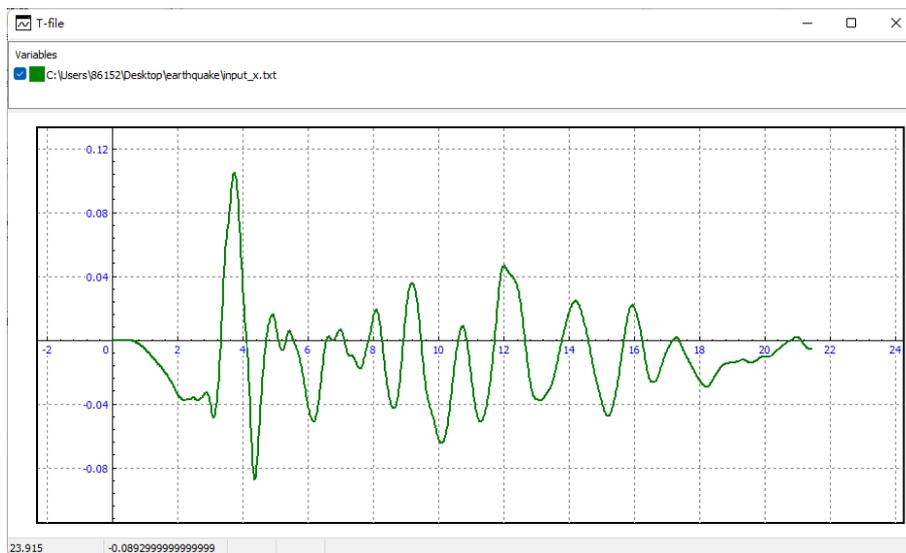
1.3 描述铰

jBase0_Ground: 选择 **Base0** 作为铰的 1 号物体，**Ground** 为 2 号物体，类型为 Generalized。依次按顺序添加如下 3 个分量，定义地震激励（激励文件位于目录 C:\Users\Public\Documents\UM Software Lab\Universal Mechanism\9\SAMPLES\Mechanisms\Misc\earthquake）:

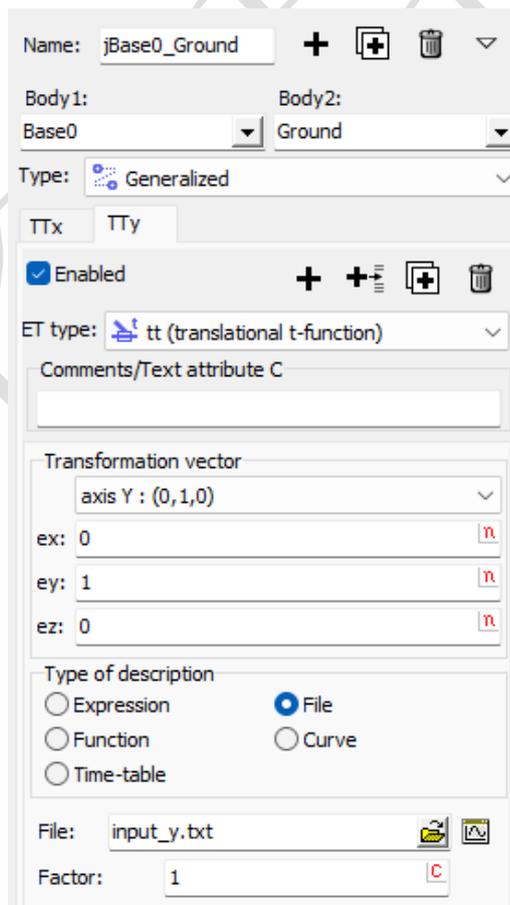
TTx: 定义沿 X 轴平动自由度，即 axisX: (1, 0, 0)，Type of description 选择 file，点击  按钮加载 X 方向激励文件 input_x.txt。



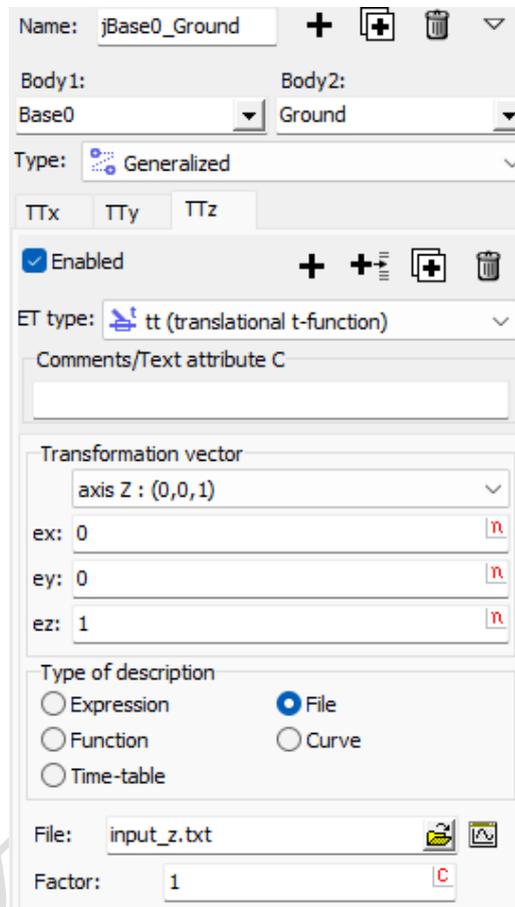
点击  按钮可查看曲线图像，横坐标是时间，纵坐标是位移。



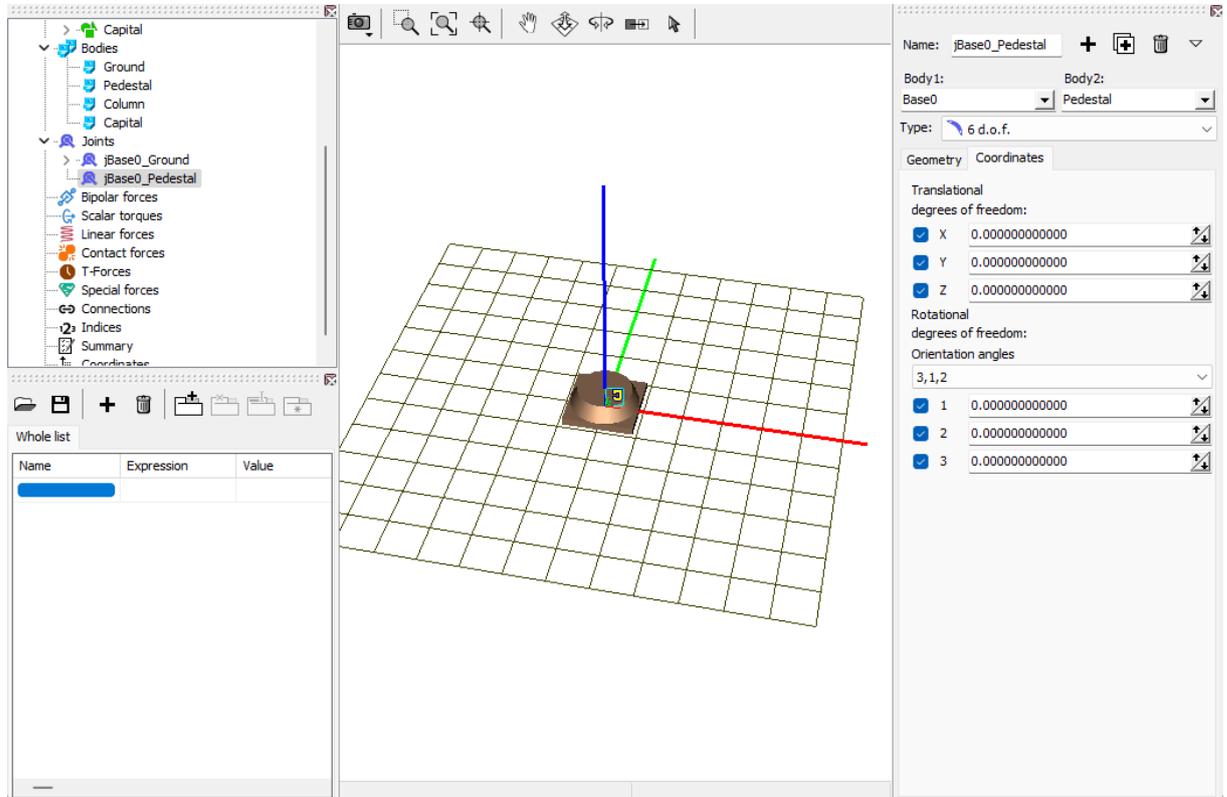
TTy: 定义沿 Y 轴平动自由度，即 axisY: (0, 1, 0)，Type of description 选择 file，点击  按钮加载 Y 方向激励文件 input_y.txt。



TTz: 定义沿 Z 轴平动自由度，即 axisZ: (0, 0, 1)，Type of description 选择 file，点击  按钮加载 Z 方向激励文件 input_z.txt。

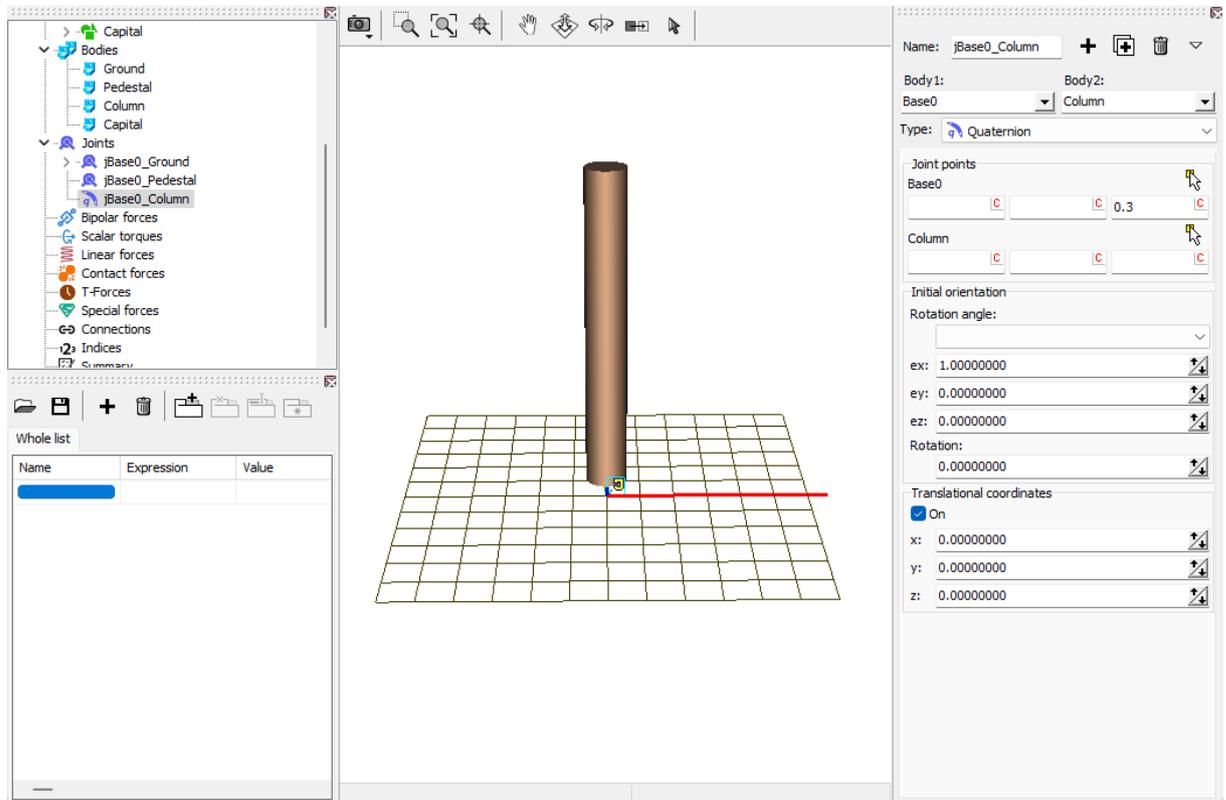


jBase0_Pedestal: 选择 **Base0** 作为铰的 1 号物体，**Pedestal** 为 2 号物体，类型为 6 d.o.f, 6 个方向的自由度都不作约束。



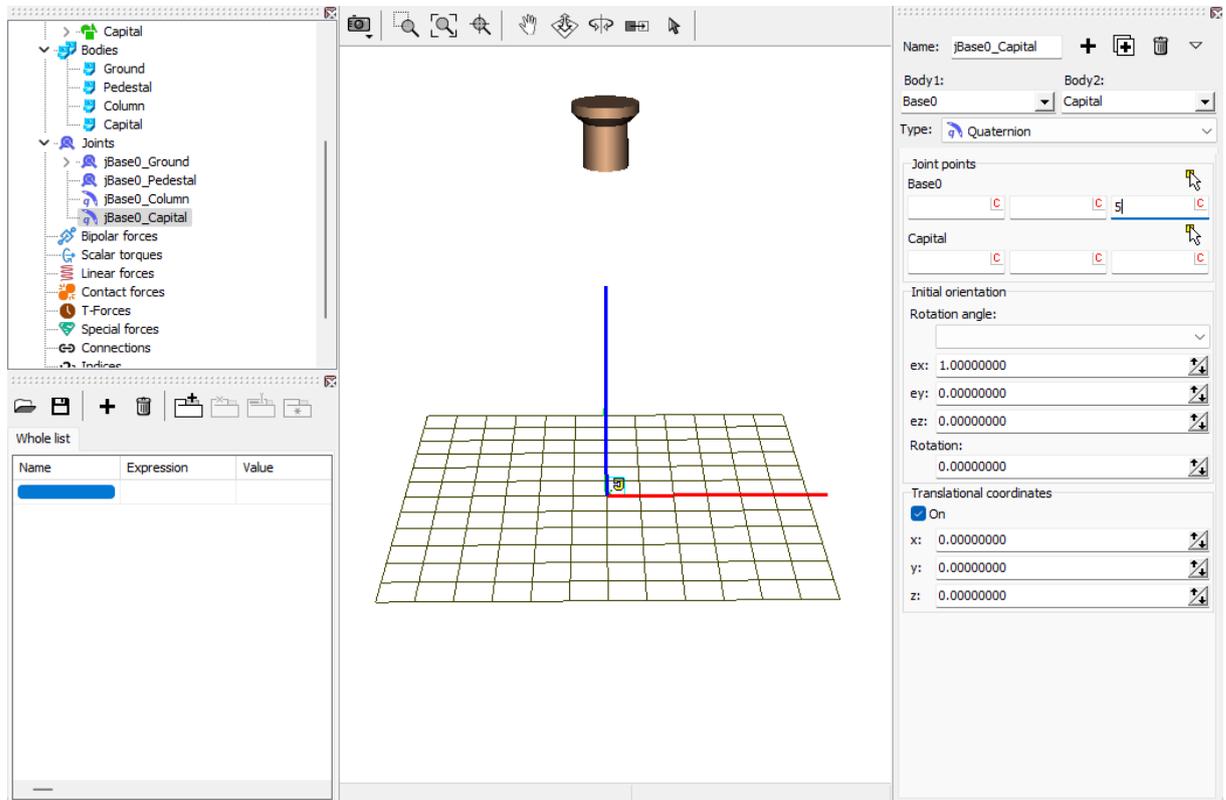
jBase0_Column: 选择 **Base0** 作为铰的 1 号物体, **Column** 为 2 号物体, 类型为 Quaternion。

Joint points (0, 0, 0.3) 和 (0, 0, 0)



jBase0_Capital: 选择 **Base0** 作为铰的 1 号物体, **Capital** 为 2 号物体, 类型为 Quaternion。

Joint points (0, 0, 5) 和 (0, 0, 0)



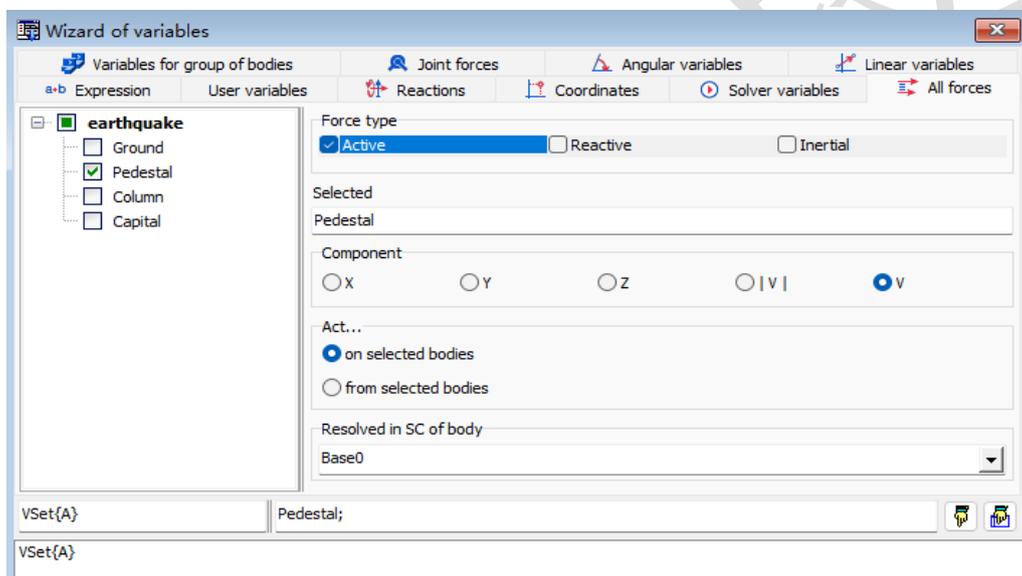
完成建模, 保存模型。

2 UM Simulation 仿真过程

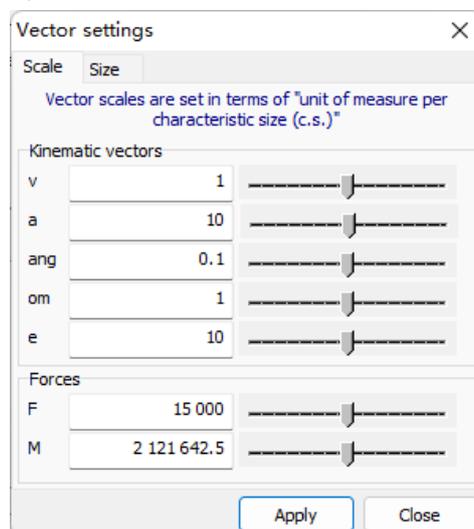
2.1 创建变量

运行 UM Simulation 程序，加载模型（最好关闭 UM Input 程序）。

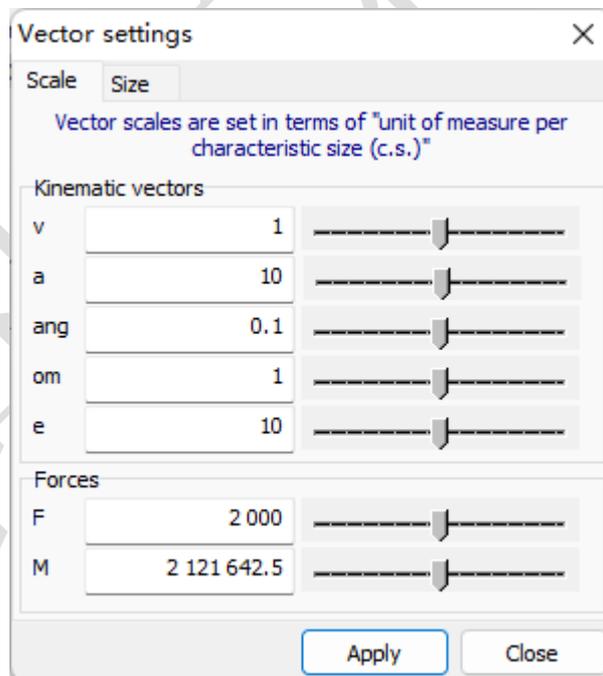
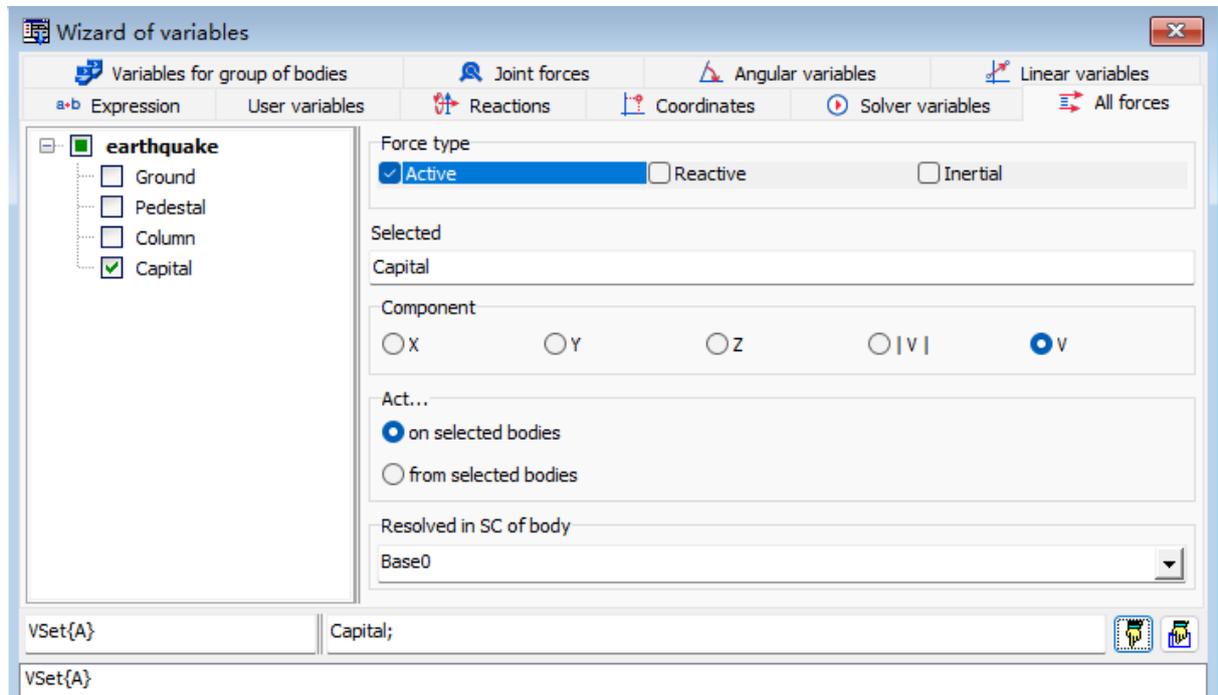
为了方便观察，点击  按钮（或 Tools | Animation window）打开第二个动画窗口，点击  按钮改为线框显示模式，通过鼠标右键菜单隐藏坐标系和网格。打开变量向导，从 All forces 页面创建 **Pedestal** 的主动力矢量，拖入第二个动画窗口。



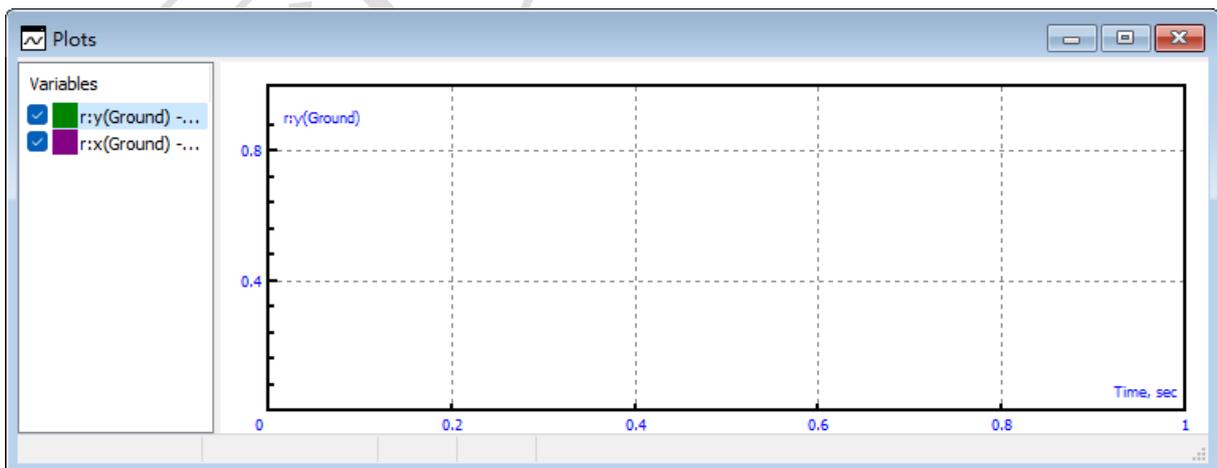
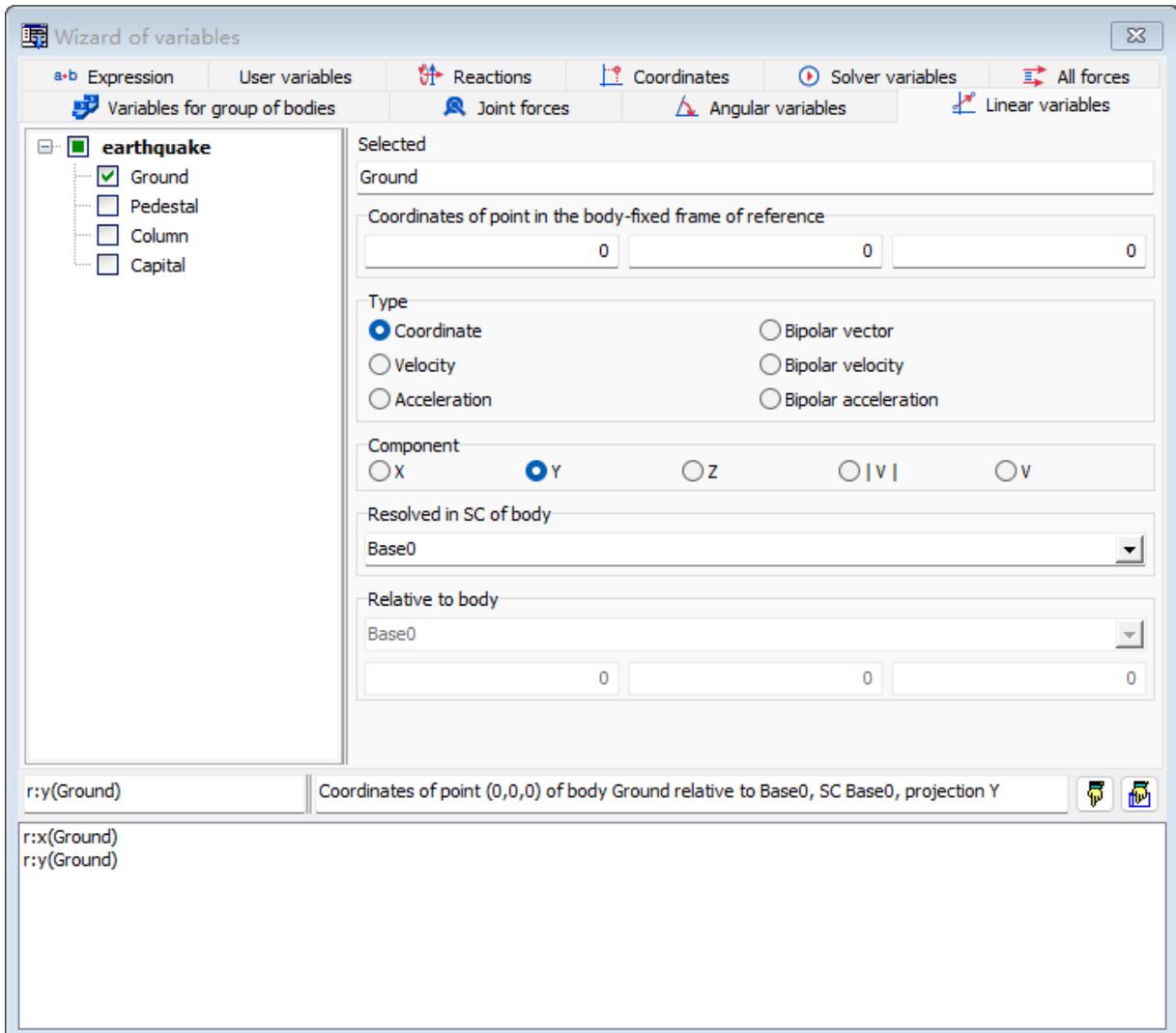
在动画窗口内点击右键，选择 Position of vector list，显示变量列表，双击变量可设置其颜色。再从右键菜单选择 Vector settings，定义单位长度(1m)表示的力为 15000(N)。



按照上述方法创建第三个动画窗口，创建 **Capital** 的作用力矢量并拖入，定义单位长度表示的力为 2000(N)。

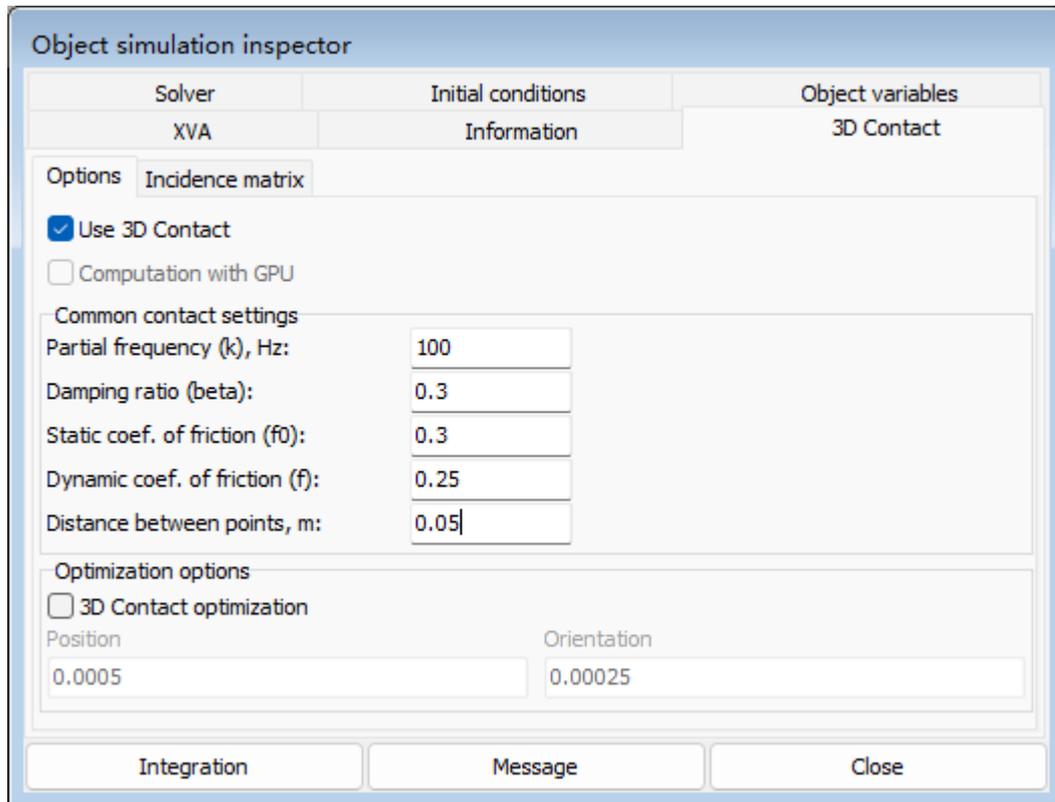


从变量向导 Linear variables 页面创建 **Ground** 位移的 X 和 Y 分量，拖入绘图窗口。

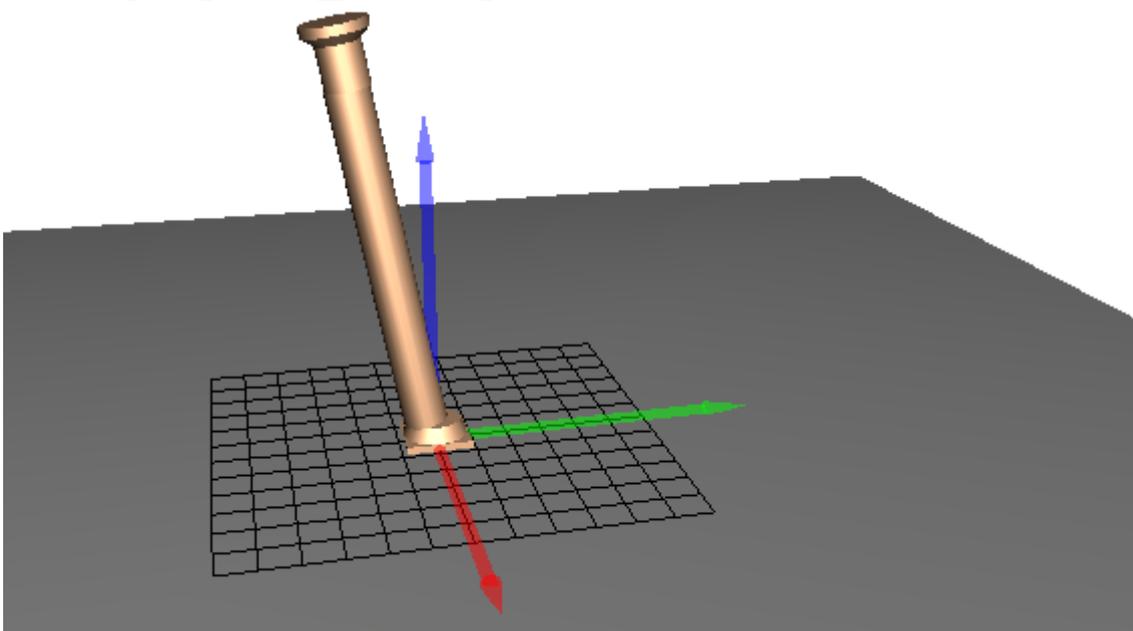


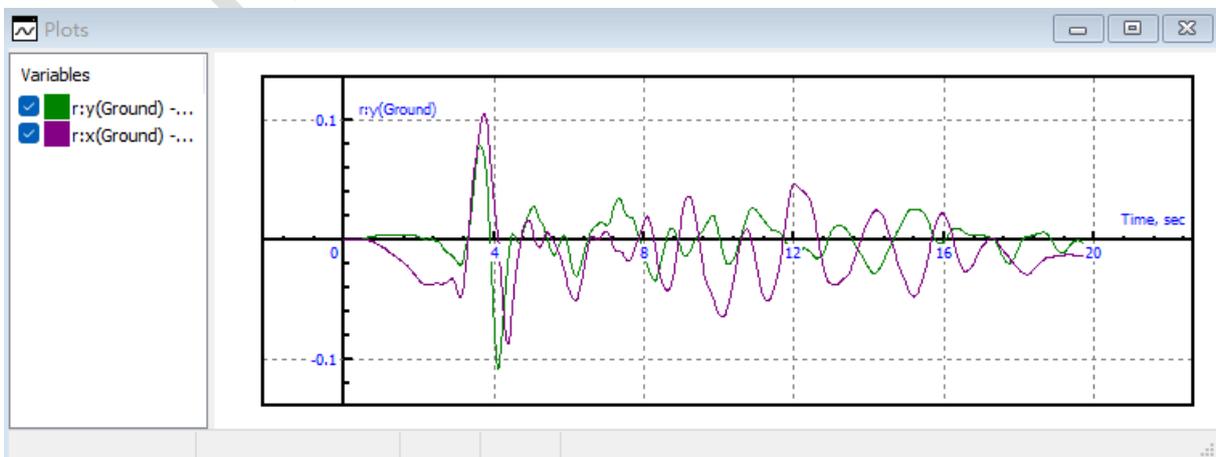
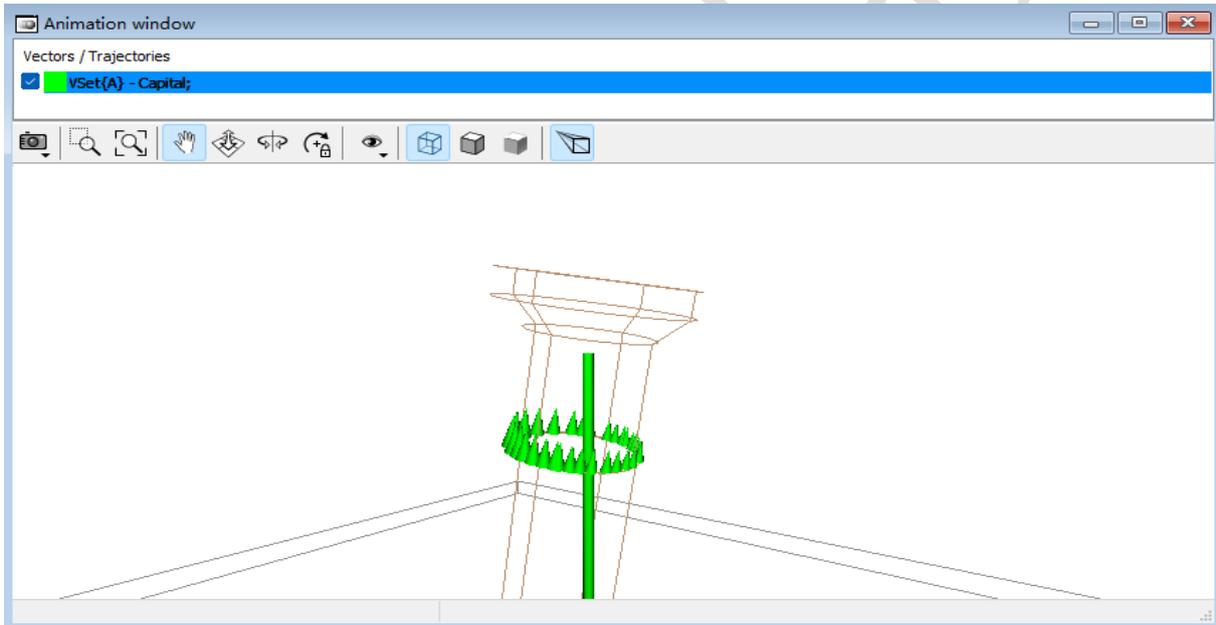
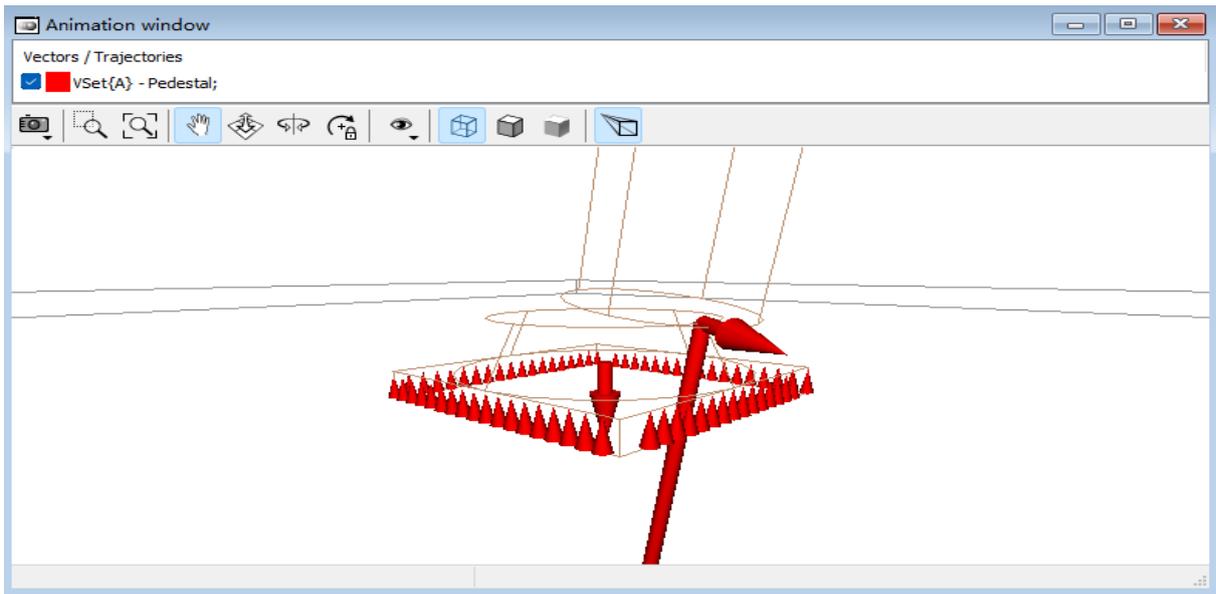
2.2 仿真计算

可以在仿真控制面板 3D Contact 页面设置 3D 接触的相关参数，程序通过这些参数自动计算出物体之间的接触刚度和阻尼，本例保持参数为默认值。



采用缺省的求解器，设置仿真时长为 20 秒，仿真结果如下：

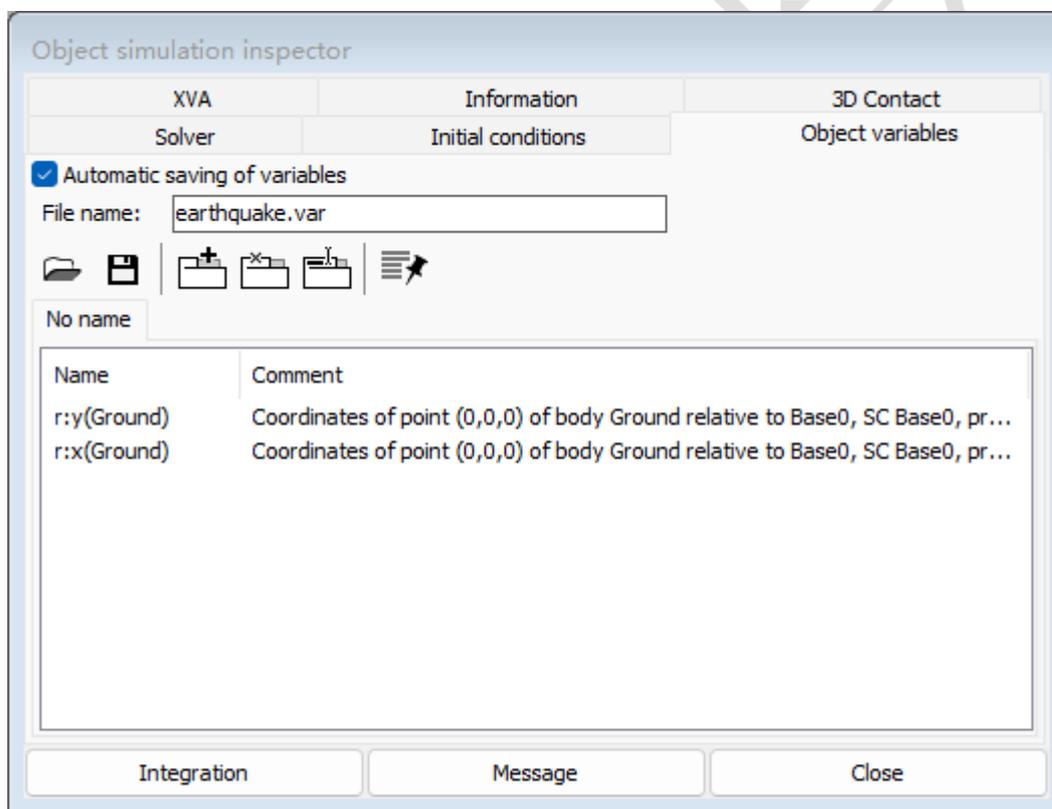




2.3 将计算结果保存为文件

在上述仿真过程中，动画窗口和绘图窗口都是实时显示的，一旦结束仿真进程，数据会消失，并未保存在硬盘上。

现在，我们进行第二次计算。请将 **Ground** 位移的 X 和 Y 分量从变量向导或绘图窗口拖入仿真控制面板的 Object variables 界面；点击  按钮，将该组变量保存为文件 earthquake.var，保持“Automatic saving of variables”为勾选状态，这样才能以文件形式保存该组变量的计算结果。



点击 **Integration**，执行计算，这样计算结果 (*.tgr 和 *.sgr) 就保存在模型目录下：

 earthquake.sgr	2022/7/11 15:57	SGR 文件	12 KB
 earthquake.tgr	2022/7/11 15:55	TGR 文件	1 KB
 earthquake.var	2022/7/11 15:55	VAR 文件	1 KB

计算完成后，可通过主菜单 Tools | List of calculated variables 读取结果（选择.tgr 文件），再将变量（缺省横坐标是时间，可以将任何计算变量作为横坐标）拖入绘图窗口即可，然后可进行滤波、曲线输出、统计分析和 FFT 变换等操作。

注：读取计算结果时并不需要仿真程序加载对应的模型。

