客户支持文档

LUSAS中的接触分析方法

软件版本：	**V19.1-2c**
最新更新：	**2021-12**

浙江省杭州市滨江区江虹国际创意园3B幢509室
Email: support@lusas.cn | Web: www.lusas.cn •

© 卢萨斯（杭州）科技有限公司 2022

目 录

1. 描述 1

2. 平滑接触建模 3

创建一个新模型 3

特征几何 3

网格 7

材料 9

支撑 10

设置网格属性 11

设置材料属性 13

设置支撑属性 13

荷载 13

非线性控制 15

运行分析 16

查看结果 16

3. 摩擦接触建模-结点单元 19

新建分析 19

材料 19

支撑 19

设置材料属性 20

设置支撑 21

荷载 21

运行分析 23

查看结果 24

4. 摩擦接触建模-界面单元 28

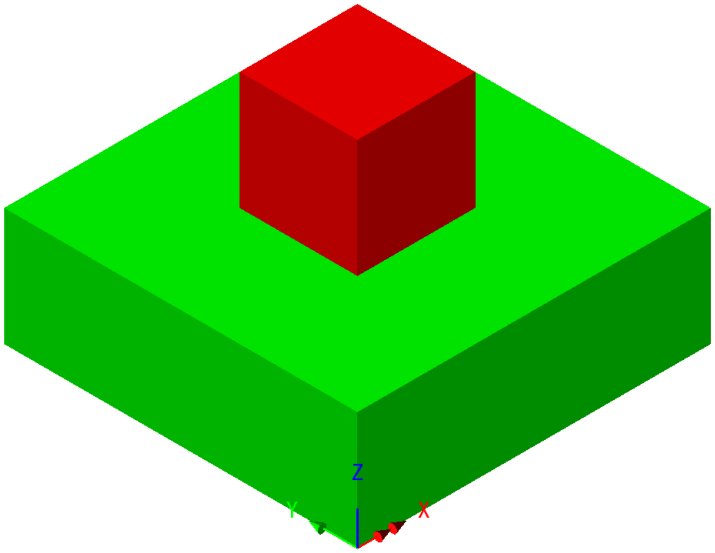
新建模型 28
删除平滑接触分析 28
网格 28
材料 29
设置网格属性 30
设置材料属性 30
设置支撑属性 31
运行分析 31
查看结果 31

5. 摩擦接触建模-滑移线 35
新建模型 35
取消界面属性 35
网格 35
滑移线 36
设置网格 37
设置支撑 37
设置滑移线 38
运行分析 39
查看结果 39

卢萨斯（杭州）科技有限公司 www.lusas.cn

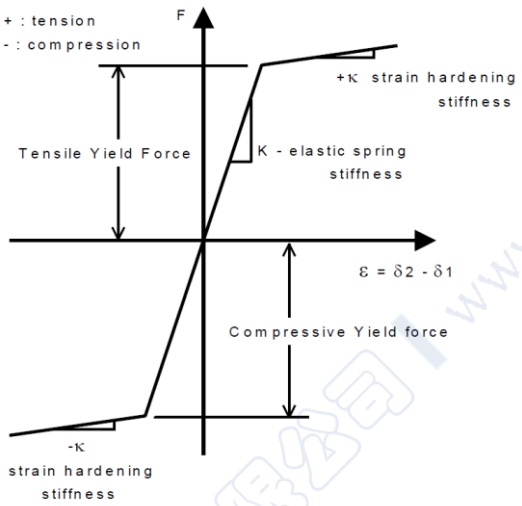
1. 描述

如下图所示，一个尺寸为1.0m×1.0m×1.0m的混凝土块A(红色)，混凝土等级为C30，压在一个尺寸为3.0m×3.0m×1.0m的混凝土块B上，混凝土等级为C50，接触面的摩擦系数为0.5，仅考虑混凝土块之间的接触分析。



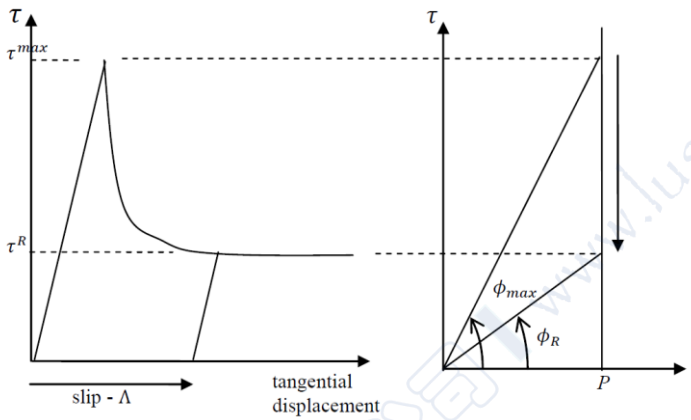
本文档介绍了如下LUSA接触分析方法：

a：结点接触材料，与结点连接单元一起使用，适用于一些简单的线性或非线性结点模型，如线性、弹塑性、摩擦接触模型等，用以指定特定的接触行为。当知道接触面的本构关系时，推荐优先使用此方法。(例：下图为一般非线性弹塑性结点模型，可定义不同的拉压屈服准则和弹塑性刚度)



General Nonlinear Elasto-Plastic Joint Model (Model 32)

b：库伦摩擦界面材料，与界面单元一起使用，多用于土体滑动（此文档仅为了介绍该本构，不推荐在此类摩擦分析中使用），它允许模拟标准弹塑性滑动界面以及土体的应变硬化、软化和膨胀特性。采用经典的莫尔-库仑关系来定义界面上的破坏条件，用界面上的滑移来控制膨胀速率和摩擦角的劣化，同时也可以控制黏聚力的变化。(例：下图为接触面摩尔库伦破坏曲线，当法向应力不变时，通过控制摩擦角随着滑移位移的减小，土体的抗剪强度降低，且抗剪强度符合摩尔库伦准则$\tau=c+\sigma*tan\varphi$)。



Variation of the angle of friction with slip under constant normal pressure *P*

c：滑移线，用于模拟接触和冲击问题，或者用于连接不一致的网格，适用于一些没有相关的接触经验或者理论，无法确定接触模型的情况。

根据LUSAS中的接触方法进行如下的四个接触分析：

分析1采用平滑接触结点单元，模拟可分离支撑。定义两段荷载曲线，模拟当混凝土块A上表面受到0~100kPa的压力和一个极小的升力(10^{-10}kPa)时，接触面的法向接触状态（受压→脱空）。

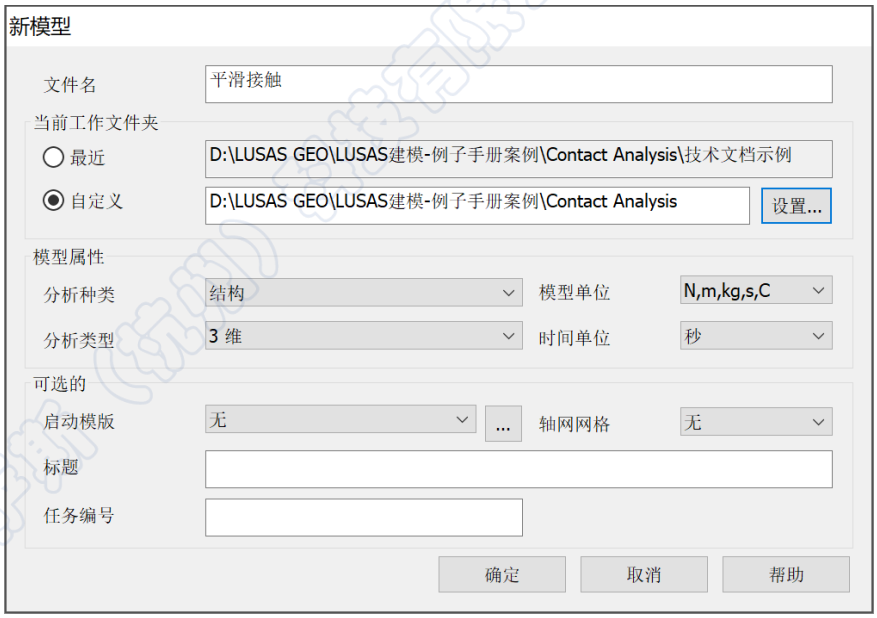
分析2、3、4分别采用了摩擦接触结点单元，摩尔库伦界面单元以及滑移线，摩擦系数均为0.5。保持顶面压力100kPa恒定，根据库仑摩擦，接触面最大静摩擦力为100*0.5=50kPa。

定义两段荷载曲线，模拟当混凝土块A底面受到水平推力分别为0~50kPa和50~100kPa时，接触面的水平接触状态（静摩擦→滑动摩擦）。

2. 平滑接触建模

创建一个新模型

- 输入文件名为 **平滑接触**
- 确保分析种类为 **结构**
- 设置分析类型为 **3D**
- 设置模型单位为 **N, m, kg, s, C**
- 确保时间单位为 **秒**



设置完成后，点击**确定**选项。

特征几何

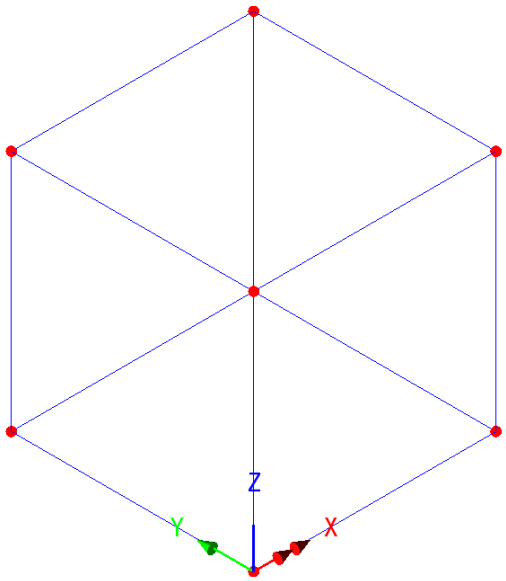
新建一个面。点击按钮，输入坐标**(0，0，0)**，**(1，0，0)**，**(1，1，0)**，按**Tab**键拓展新的行，在新的行输入（**0，1，0**），点击**确定**选项。



扫略面成体。使用**Ctrl+A**组合键选择视图窗口创建的几何面，点击按钮，在弹出的对话框中，选择**平移**，并输入**Z**方向的平移距离为**1**，保持其它选项不变，点击**确定**选项。



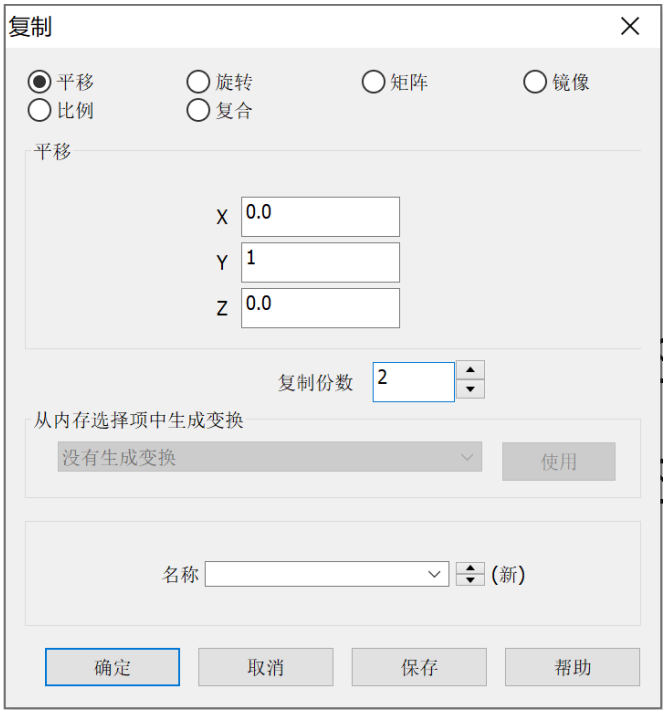
点击按钮查看新扫略的几何体的等角视图。



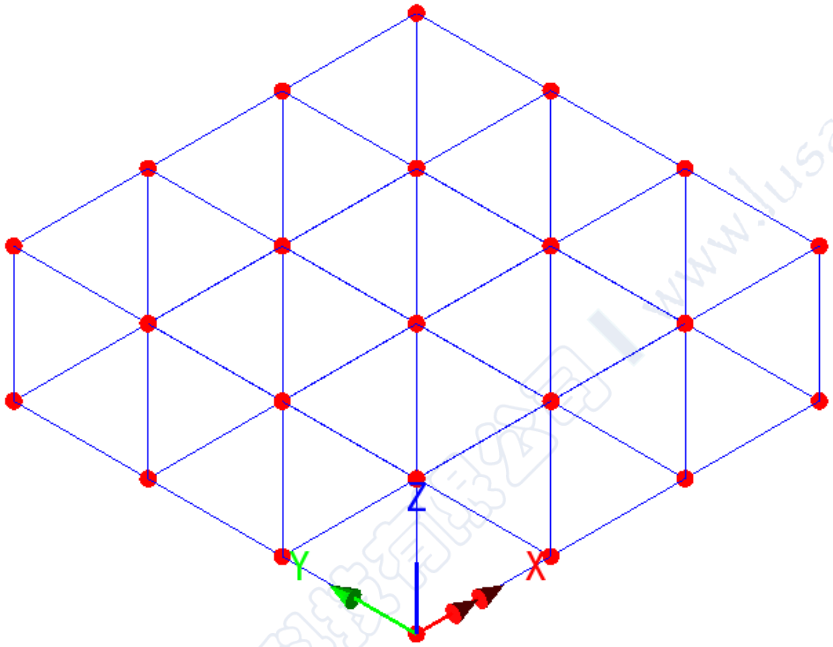
使用**Ctrl+A**组合键选择视图窗口的几何体，点击按钮，在弹出的对话框中，选择**平移**，并输入**X**方向的平移距离为**1**，**复制份数**为**2**，点击**确定**选项。



再次使用**Ctrl+A**组合键选择视图窗口的几何体，点击按钮，在弹出的对话框中，选择**平移**，并输入**Y**方向的平移距离为**1**，**复制份数**输入**2**，点击**确定**选项。

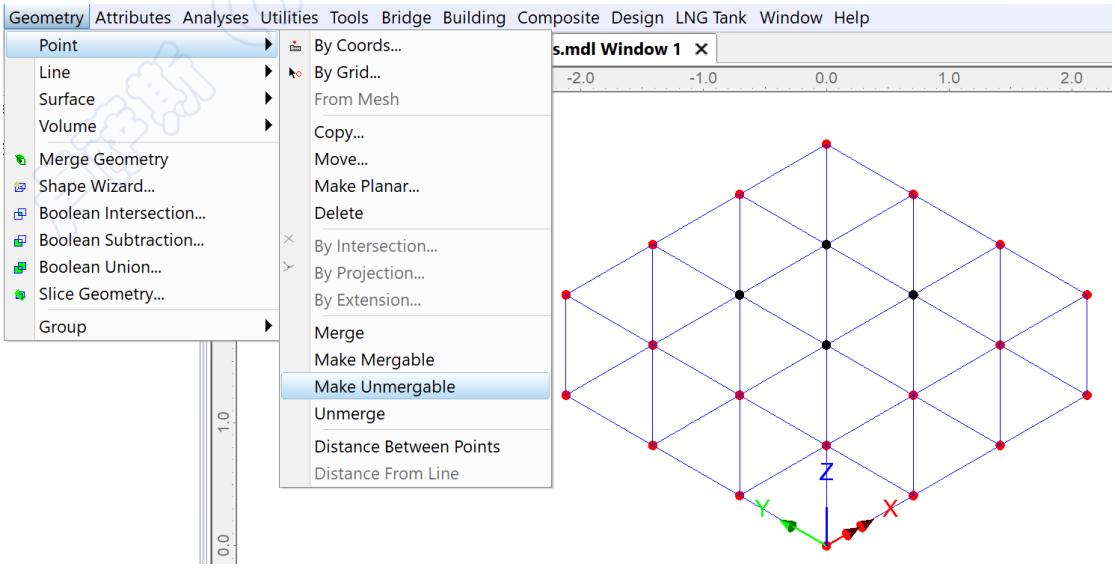


至此，混凝土块B的几何创建完成，如下图所示：



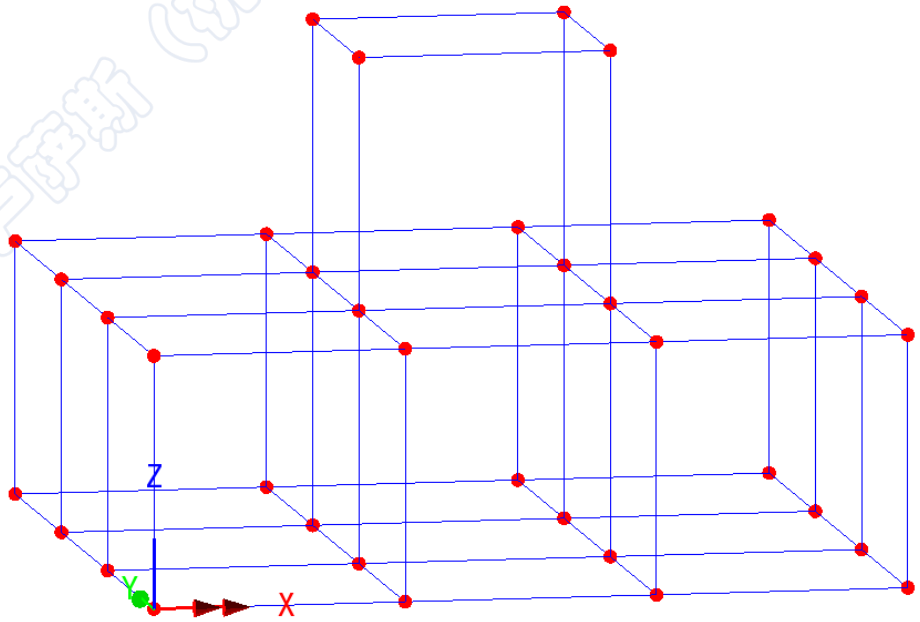
定义混凝土块B几何组，使用**Ctrl+A**组合键选中视图窗口的所有几何，选择**几何>组>新组**，在弹出的对话框中输入名称为**混凝土块B**，点击**确定**选项。

按住**Shift**键选择如下所示的4个几何点，选择**几何>点>使不可合并**。



选择中间的几何体，点击按钮，选择**平移**，并输入**Z**方向的平移距离为**1**，点击**确定**选项。

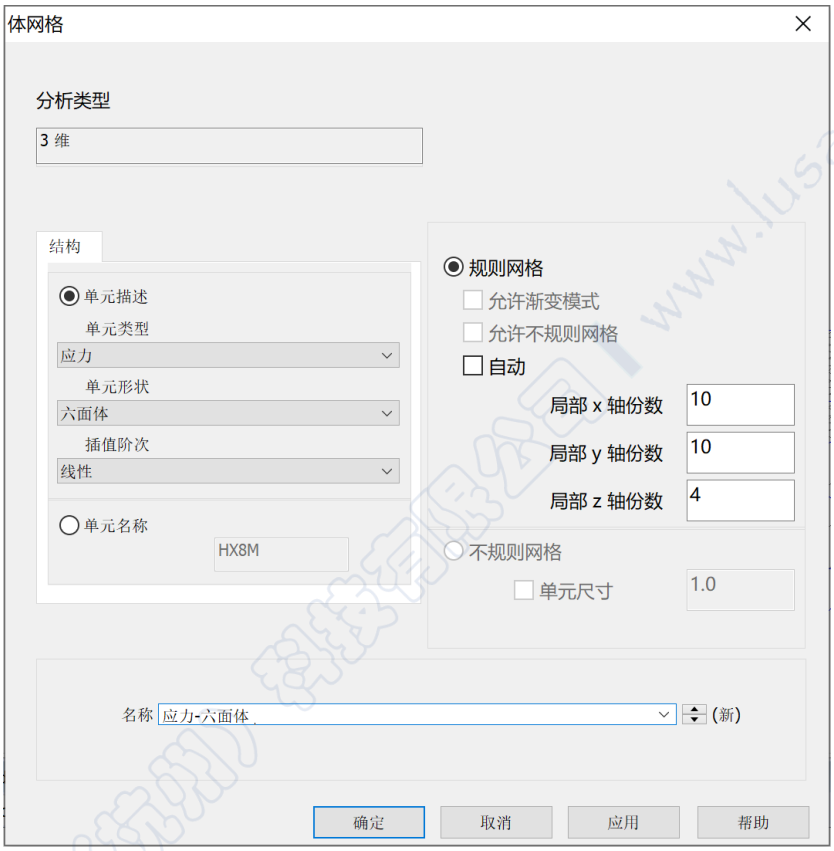




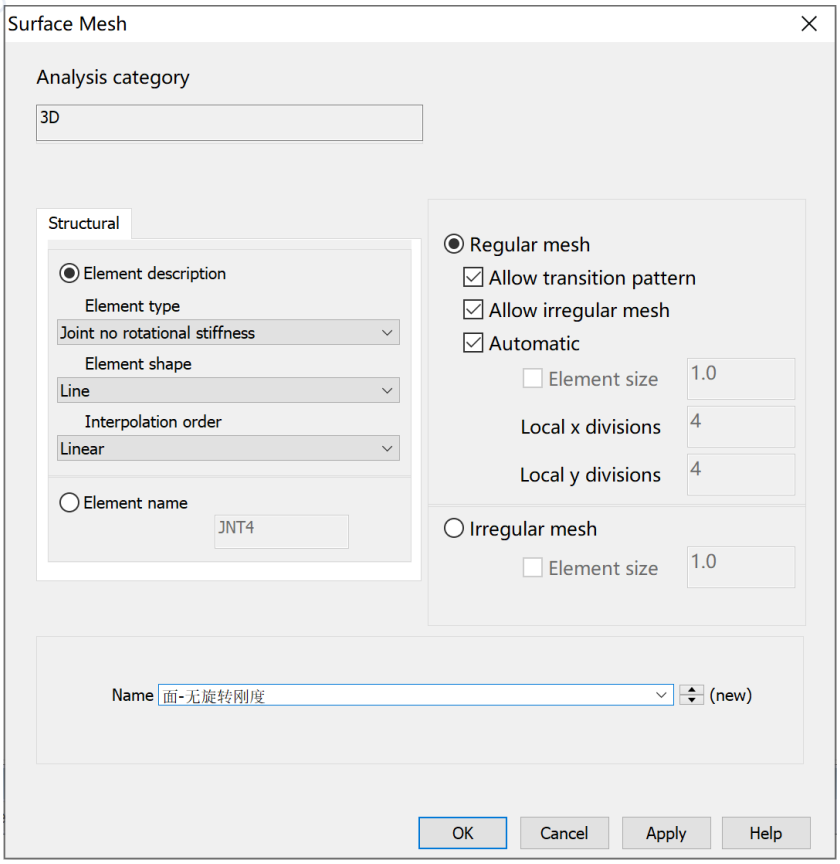
至此，混凝土块A和混凝土块B几何体的创建全部完成。

网格

定义混凝土块的体网格属性。点击**属性>网格>体**，在弹出的对话框中，选择**单元类型**为**应力**，**单元形状**为**六面体**，**插值阶次**为**线性**，在**规则网格**选项中**取消**勾选**自动**选项，**输入局部x轴份数**为10，**局部y轴份数**为10，**局部z轴份数**为4，输入名称为**应力-六面体**，点击**确定**选项。

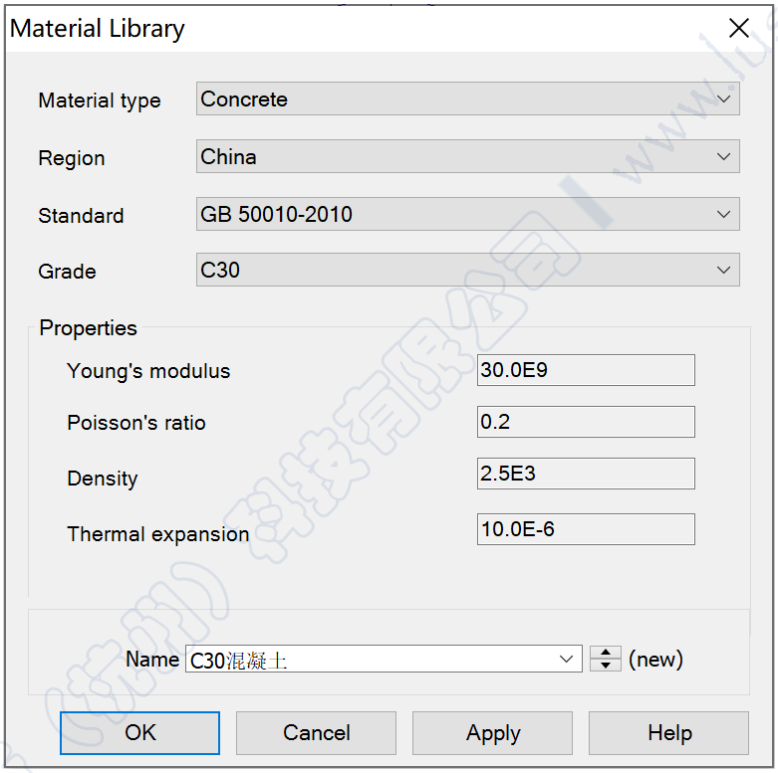


定义面结点单元。点击**属性>网格>面**，在弹出的对话框中，选择**单元类型**为**无旋转刚度结点**，**单元形状**为**线**，**插值阶次**为**线性**，输入名称为**面-无旋转刚度**，点击**确定**选项。

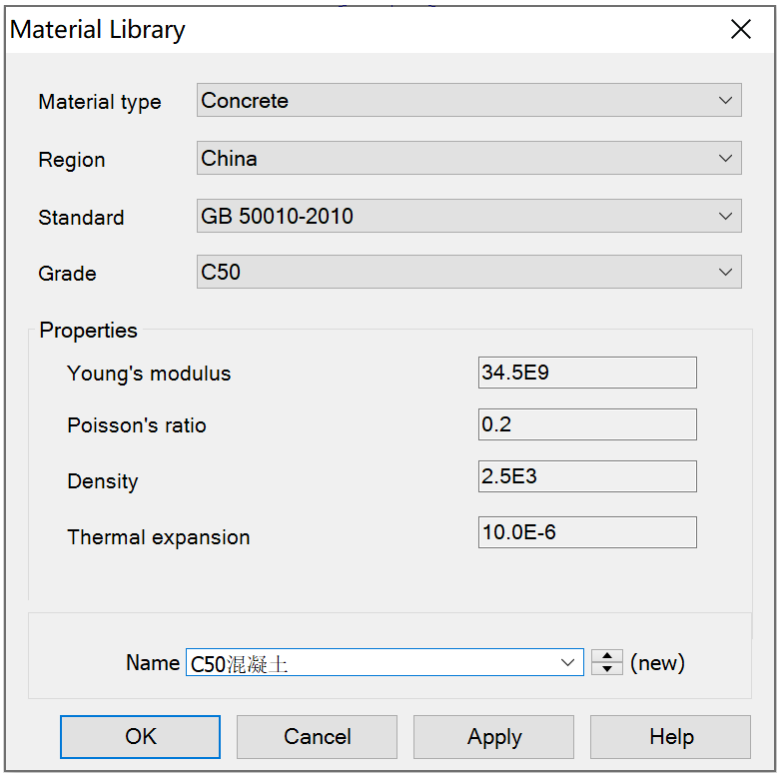


材料

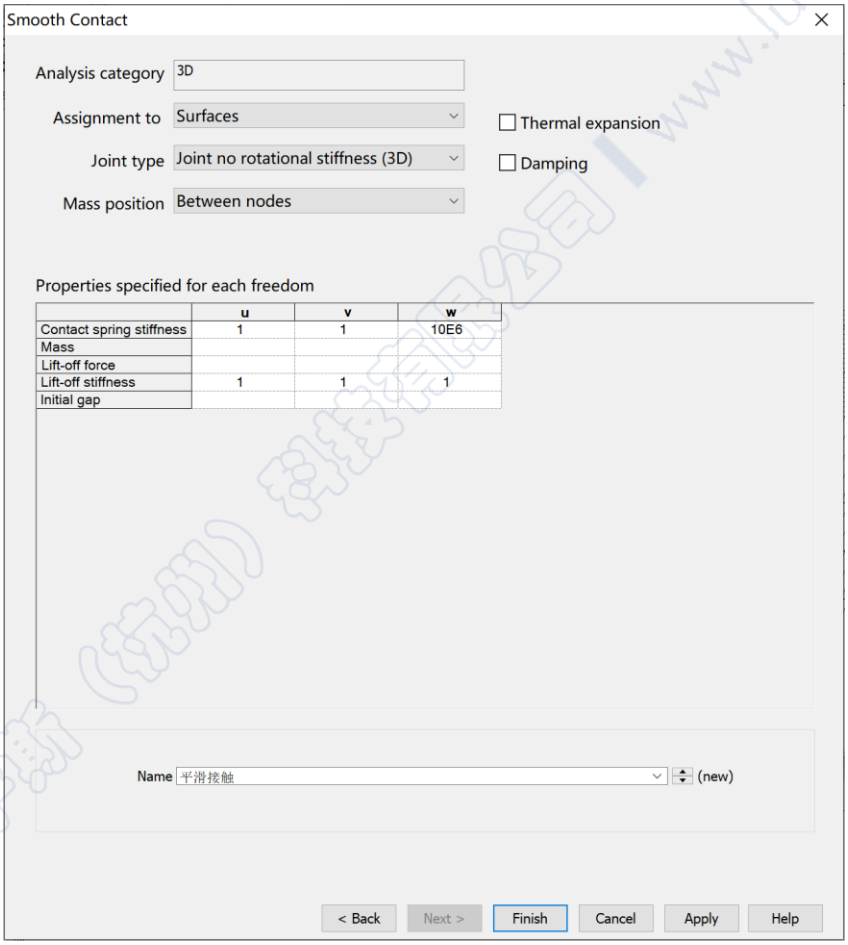
定义混凝土块A的材料属性。选择**属性>材料>材料库**，在弹出的**材料库**对话框中，选择**材料类型**为**混凝土**，**地区**为**中国**，**规范**为**GB 50010-2010**，**等级**为**C30**，输入名称为**C30混凝土**，点击**应用**选项。



定义混凝土块B的材料属性。在**材料库**对话框中，修改混凝土材料**等级**为**C50**，输入名称为**C50混凝土**，点击**确定**选项。



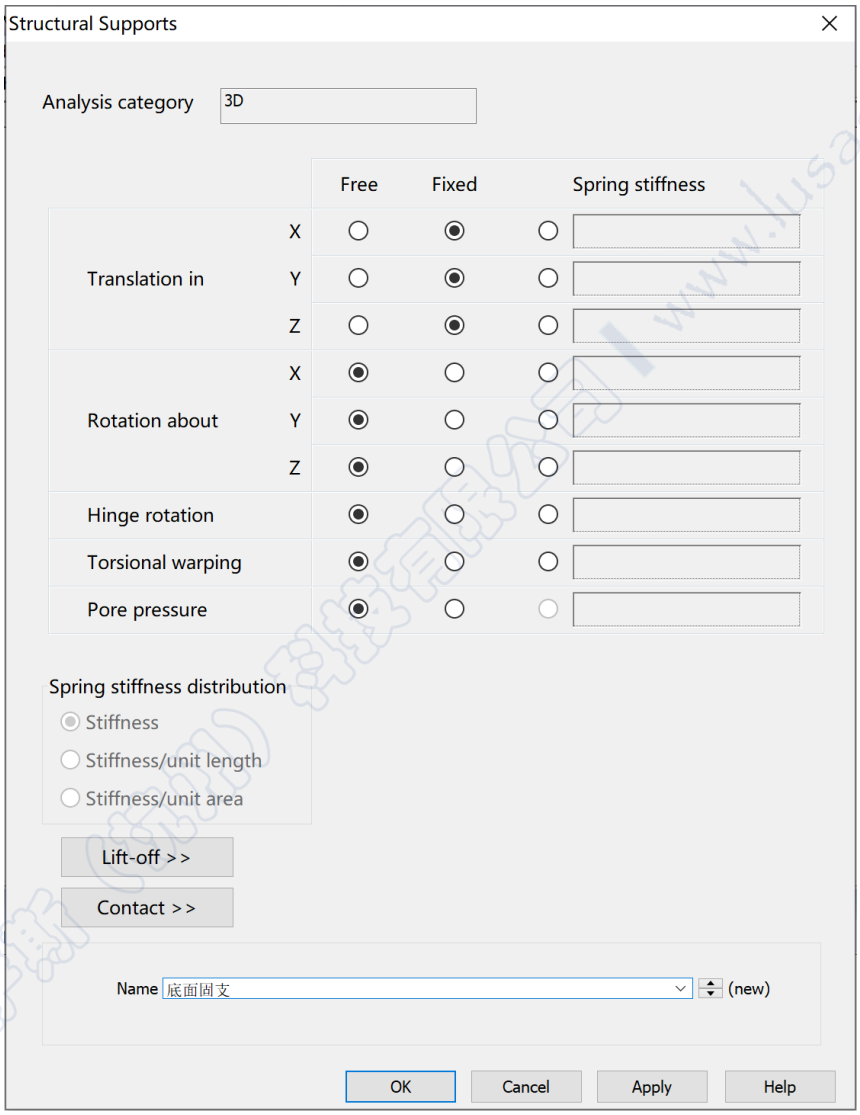
定义接触面的结点材料属性。选择**属性>材料>结点**，在弹出的对话框中，选择**平滑接触**，点击**下一步**，在新弹出的平滑接触对话框中，选择赋予到**面**，节点类型为**无旋转刚度结点**。输入**u**、**v**、**w**方向的**接触弹簧刚度**分别为**1**、**1**、**10E6**，**分离刚度**分别为**1**、**1**、**1**。点击**完成**选项。



说明：设置Z方向的分离刚度为1的目的为了避免混凝土块A在受到向上作用力时进行无约束的刚体运动，此时位移将无限大，计算结果不收敛。同时，设置X、Y方向的接触和分离刚度为1也是为了提高计算的收敛性，对计算结果的影响很小。

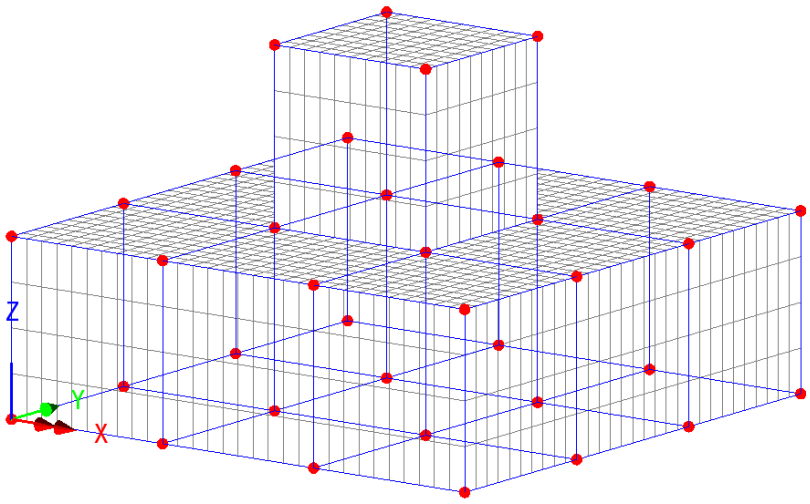
支撑

定义混凝土块B底面支撑属性。选择**属性>支撑**，在弹出的对话框中，选择**X**、**Y**、**Z**的平移方向为**固支**，输入名称为**底面固支**，点击**确定**选项。

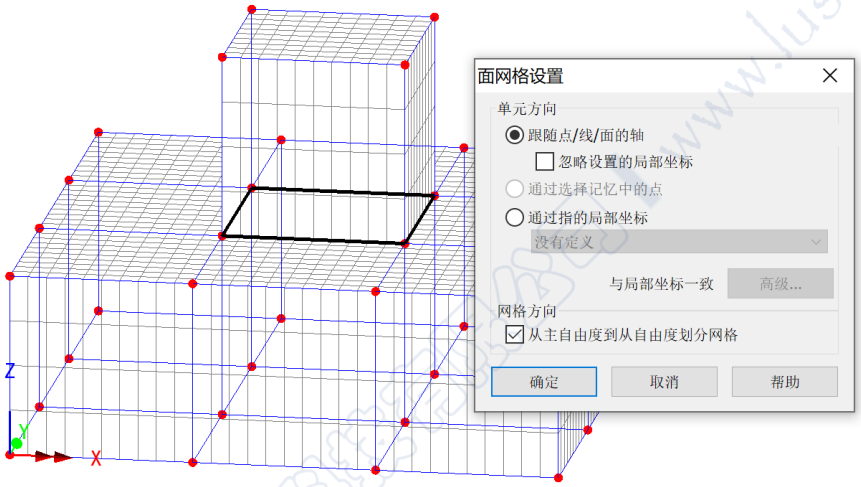


设置网格属性

设置体网格属性。使用**Ctrl+A**组合键选择视图中的所有几何，拖动**属性**树形目录中的网格属性**应力-六面体**至视图窗口。



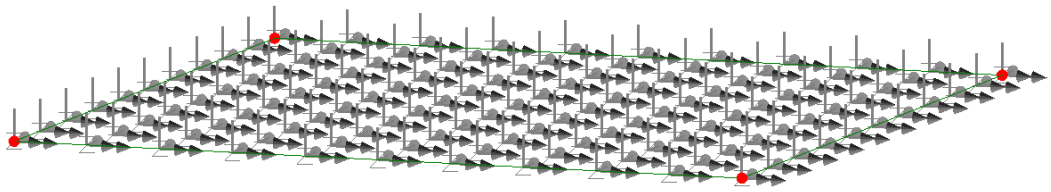
设置面结点网格属性。按住**S+Shift**键，选中混凝土块A和混凝土块B之间的接触面，拖动**属性**树形目录中的**面-无旋转刚度**网格属性至视图窗口，在弹出的对话框中点击**确定**选项。



查看结点单元的单元方向。双击**层**树形目录中的**网格**属性，勾选**显示单元轴**，点击**确定**选项。



右键点击**属性**树形目录中的**面结点**网格，选择**仅显示主属性**。通过结点单元轴方向得知，接触结点单元的法向为Z轴，与材料设置中的弹簧刚度(w方向)一致。



点击**层**树形目录中的**网格**属性，取消勾选**显示单元轴**，点击**确定**选项。右键点击视图窗口，选择**全部显示**选项。

设置材料属性

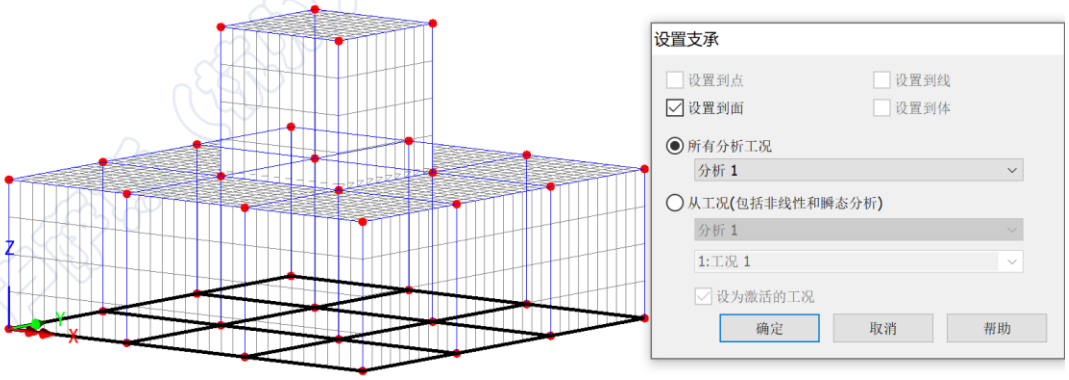
设置混凝土块A的材料属性，选中几何体混凝土块A，拖动**属性**树形目录中的材料属性**C30混凝土**至视图窗口，在弹出的对话框中点击**确定**选项。

设置混凝土块B的材料属性。右键点击**组**树形目录中几何组**混凝土块B**，点击**选择成员**选项，在弹出的对话框中点击**是**选项以删除之前选中的几何。拖动**属性**树形目录中的材料属性**C50混凝土**至视图窗口，在弹出的对话框中点击**确定**选项。

设置接触面结点的材料属性。右键点击**属性**树形目录中的网格属性**面-无旋转刚度**，选择**选择主属性设置项**，在弹出的对话框中点击**是**选项以删除之前选中的几何(如之前未选择几何，则此对话框不会弹出)，拖动**属性**树形目录中的材料属性**平滑接触**至视图窗口，在弹出的对话框中点击**确定**选项。

设置支撑属性

按住**S+Shift**键选择混凝土块2的所有底面，拖动**属性**树形目录中的支撑属性**底面固支**至视图窗口，在弹出的对话框中点击**确定**选项。(点击按钮 打开/关闭支撑显示)

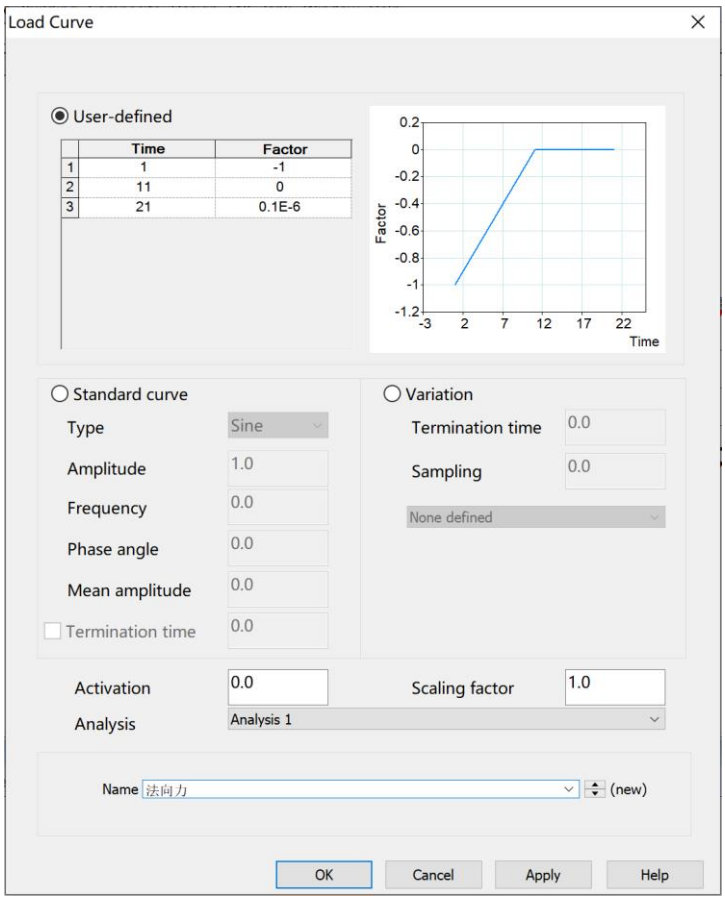


荷载

定义法向力。选择**属性>荷载**，在弹出的对话框中选择**面**，点击**下一步**，输入Z方向的面力为**100E3**，输入名称为**法向力**，点击**完成**选项。



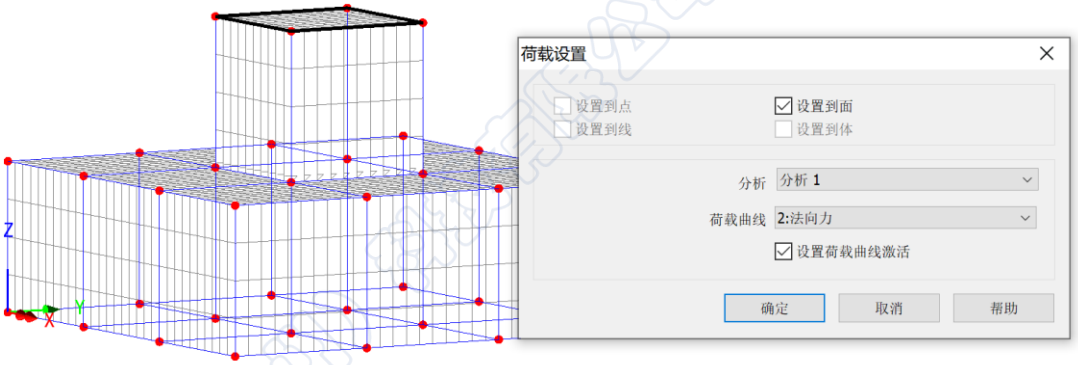
定义法向力荷载曲线。选择**分析>荷载曲线**，在弹出的对话框中，输入如下所示的参数，修改荷载曲线名称为**法向力**，点击**确定**选项。



说明：根据如上定义的荷载曲线，第一段荷载系数增量为(0-(-1))/(11-1)=0.1，模型施加的实际荷载=模型荷载*荷载步对应的荷载系数，

如荷载步6，其对应的荷载系数为：(6-1)*0.1+(-1)=-0.5，因而其荷载大小为：-0.5*100=-50kPa。(也可以直接从上图右上角的荷载曲线直接读取)

设置法向力。选择混凝土块1的上表面，拖动**属性**树形目录中的荷载属性**法向力**至视图窗口，在弹出的对话框中点击**确定**选项。(点击按钮打开或关闭荷载显示)



非线性控制

鼠标右键点击**分析**属性目录中的分析1，选择**重命名**，输入名称为**平滑接触**。

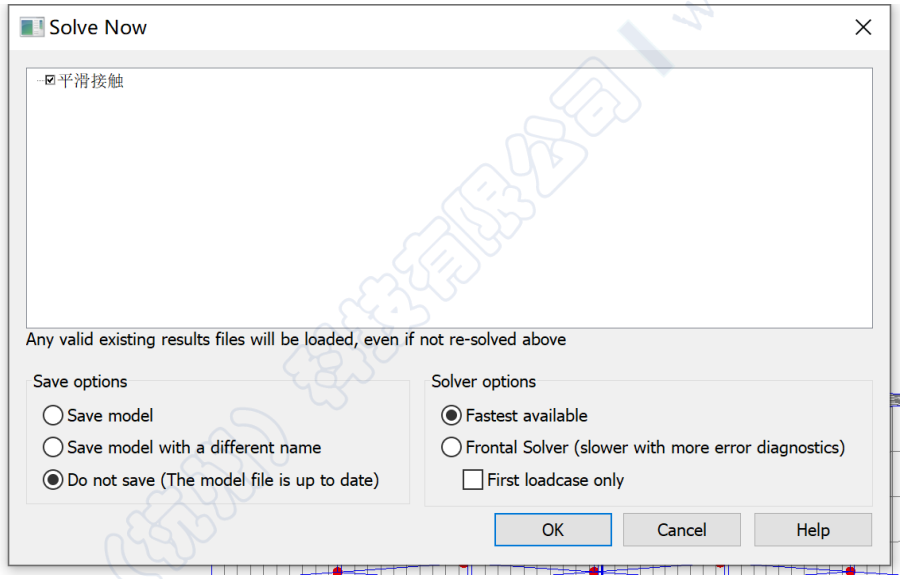
设置非线性控制。鼠标右键点击**平滑接触**分析下的**工况1**，选择**控制>非线性和瞬态**，在弹出的对话框中，勾选**非线性**选项，选择**增量**为**手动**，输入**最大时间步长**为**21**，保持其它设置不变，点击**确定**选项。



说明：最大时间步长应与设置的荷载曲线增量步相一致，分析结果中的各增量步工况的实际施加荷载大小=对应的荷载曲线增量步系数*模型荷载大小

运行分析

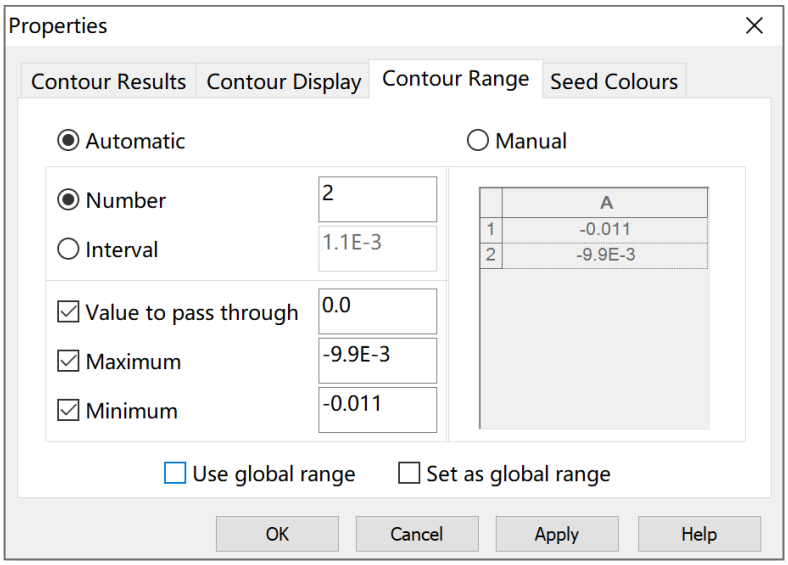
点击按钮保存模型，之后点击按钮运行分析，在弹出的对话框中点击**确定**选项。

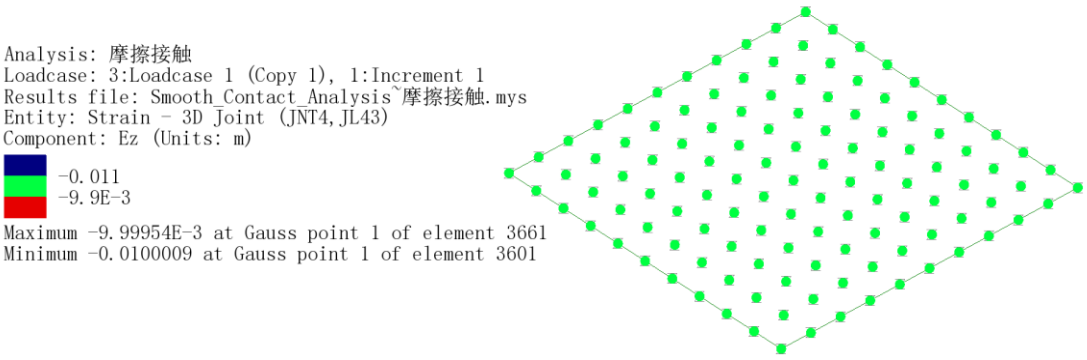


查看结果

求解完成后，右键点击**属性**树形目录中的网格属性**面-无旋转刚度**，选择**仅显示主属性**选项。

右键点击视图窗口，选择**云图**选项。选择结果项为**应变**，分量为**EZ**，点击**云图范围**选项切换至云图范围对话框，在**图阶数量**中输入**3**，**最大值**输入**-0.011**，**最小值**输入**-9.9E-3**，点击**确定**选项。鼠标右键选择**分析**树形目录中的**Increment 1**工况，点击**激活**选项。查看在竖向压力100kN作用下，接触面结点的应变值。

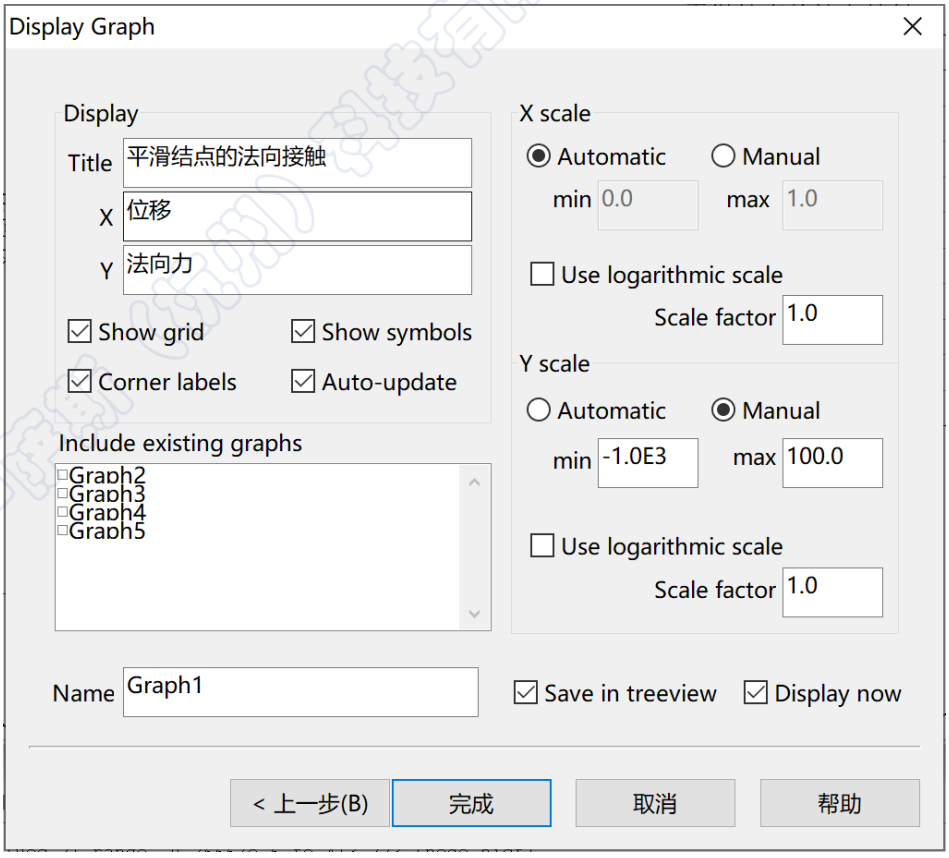


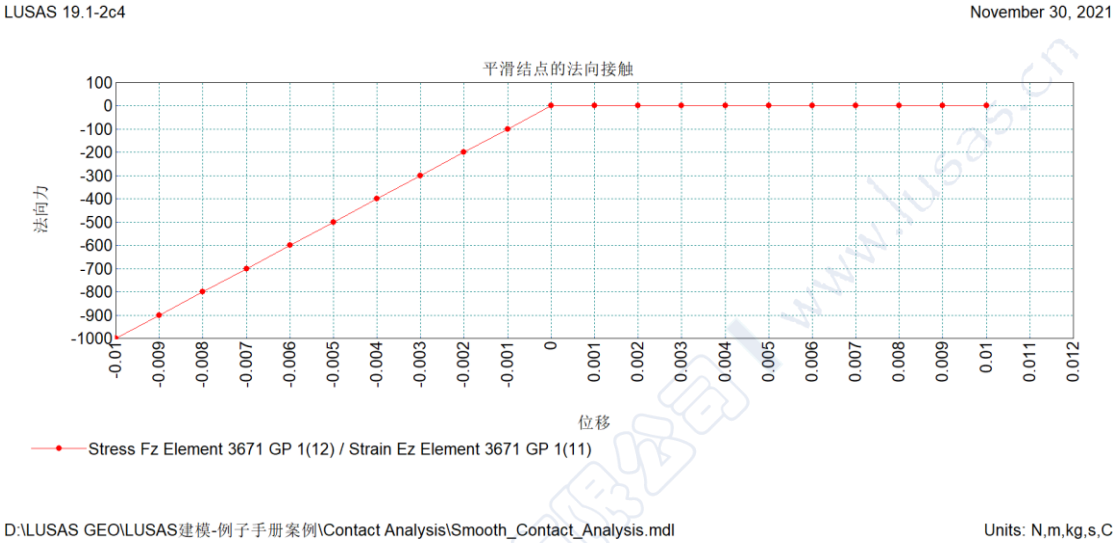


说明：在LUSAS结点单元结果中，应变与位移等效，计算公式为位移(应变)=力/刚度，增量步1对应的荷载系数为-1，即荷载为-1*100=-100kPa，定义的结点材料刚度为10E6N/m，因此，结点的计算位移=$-100*10^3/10^7$=-0.01m。

选中视图中的任意结点单元(除最外圈结点外)，点击按钮，在弹出的图形向导对话框中，选择**时程曲线**选项，点击**下一步**，在数据项中选择**高斯点**，样本工况选择**整体分析**下的**平滑接触**，点击**下一步**，在新弹出的对话框中，选择结果项为**应变**，分量为**Ez**，点击**下一步**。

在弹出的时程曲线-Y属性对话框中，选择数据项为**高斯点**，点击**下一步**，在新弹出的对话框中，选择结果项为**力/力矩**，分量为**Fz**，点击**下一步**，修改标题为**平滑结点的法向接触**，输入**X**轴坐标标题为**位移**，**Y**轴坐标标题为**法向力**，选择**Y刻度**为手动，输入**最小**值为**-1000**，**最大**值为**100**，点击**完成**选项。





说明：当荷载曲线为-1~0时，结点的位移变化为-0.01~0，满足d=F/K。

当受到一个竖向升力时，根据d=F/K，实际中K为0，因此即使一个很小的力，结点的位移也将无限大，即无约束刚体运动。

至此，模型的法向接触分析完成。

3. 摩擦接触建模-结点单元

新建分析

新建分析。右键点击**分析**树形目录中的**平滑接触**，选择**复制**选项，右键点击**分析**树形目录中的**平滑接触**，选择**粘贴**选项。

修改新建分析名称。右键点击**分析**树形目录中的**平滑接触(拷贝1)**，选择**重命名**选项，输入分析名称为**摩擦接触**。

材料

选择**属性>材料>结点**，在弹出的结点材料对话框中选择**摩擦接触**，点击**下一步**，选择赋予到**面**，在结点类型中选择**无旋转刚度结点(3D)**，法线方向选择**局部z**。输入**u**、**v**、**w**方向的接触弹簧刚度均为**10E6**，摩擦系数为**0.5**，修改名称为**摩擦接触**，点击**完成**选项。



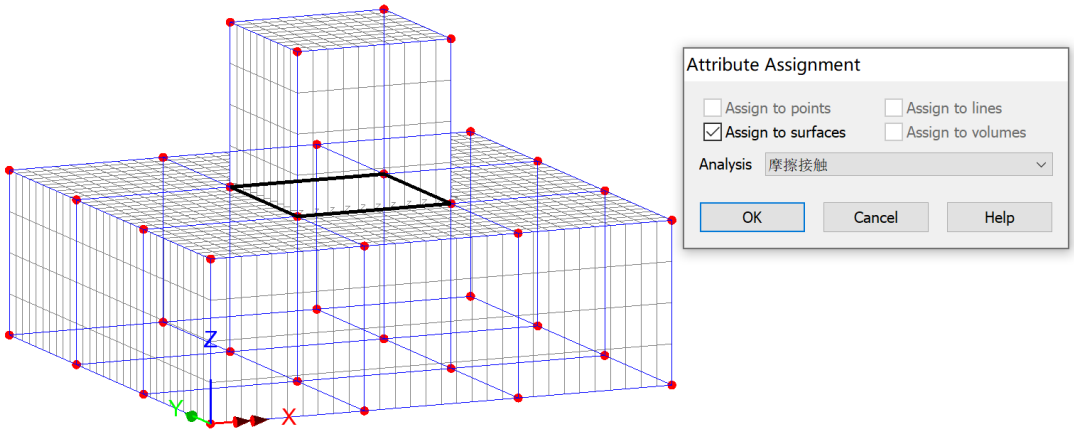
支撑

选择**属性>支撑**，在弹出的结构支撑对话框中，输入**X**方向的弹簧刚度为**1**，名称为弹簧刚度，点击**确定**选项。



设置材料属性

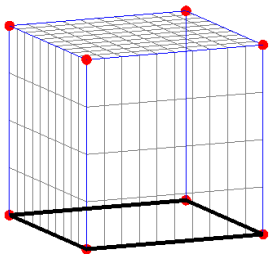
右键点击属性树形目录中的结点材料**平滑接触**，点击**选择设置项**，在弹出的对话框中，选择**清除当前选择**，点击**确定**选项((如之前未选择几何，则此对话框不会弹出)。拖动**属性**树形目录中的结点材料属性**摩擦接触**至视图窗口，在弹出的对话框中选择分析**摩擦接触**，点击**确定**选项。

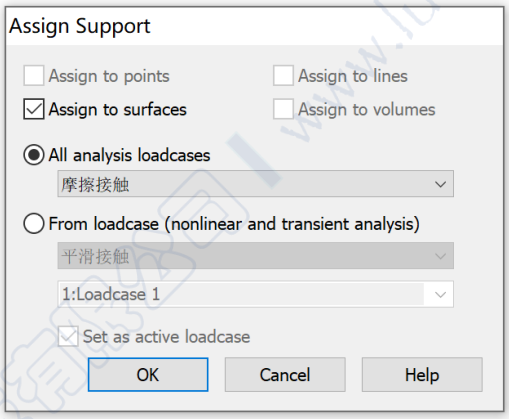


设置支撑

选择混凝土块A几何体，点击鼠标右键，选择**仅保持此项可见**选项。

选择混凝土块A的底面，拖动**属性**树形目录中的**弹簧支持**至视图窗口，在弹出的对话框中，确保所有分析工况选择了**2-摩擦接触-结点**，点击**确定**选项。

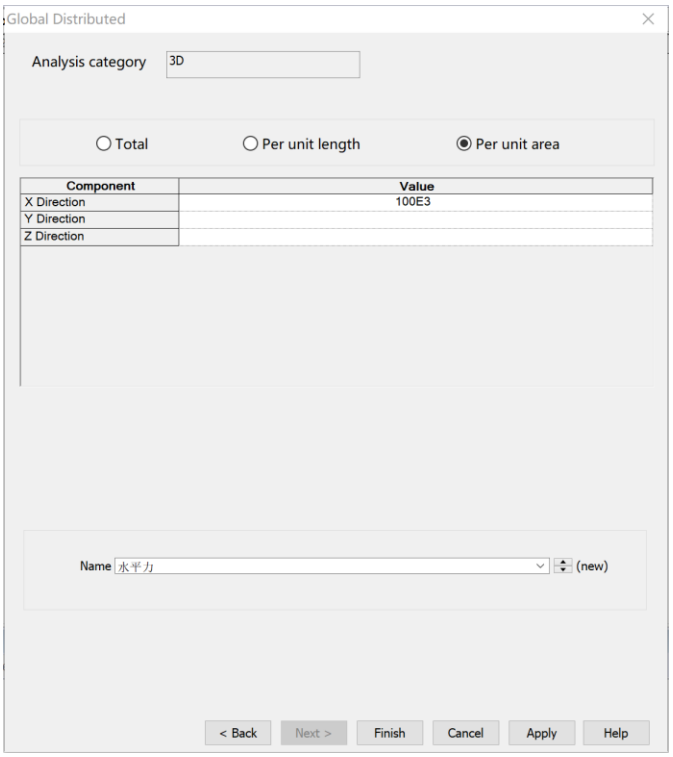




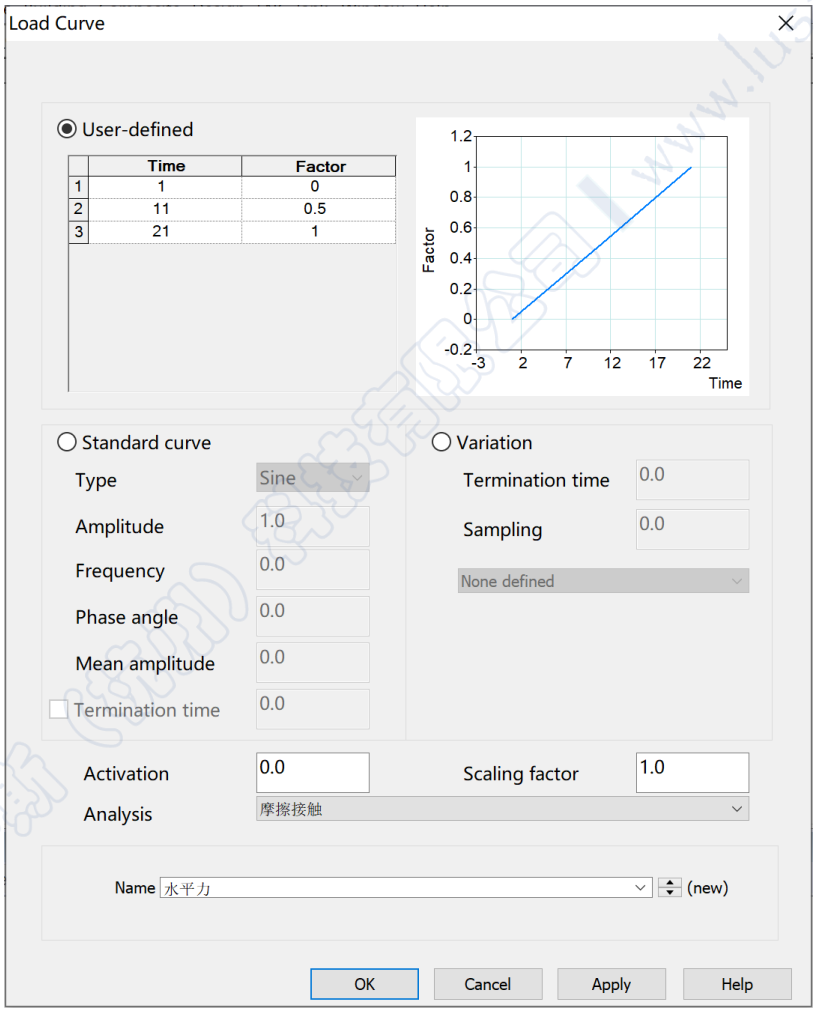
说明：赋予节点上x方向的弹簧支撑1N/m目的是为了防止混凝土块A进入滑动摩擦状态时，进行无约束的刚体运动，此时位移将无限大，模型计算不会收敛。设置小的弹簧支撑可以使模型收敛，且与接触面的弹簧刚度10E6N/m相比，对计算结果产生的影响基本可以忽略。

荷载

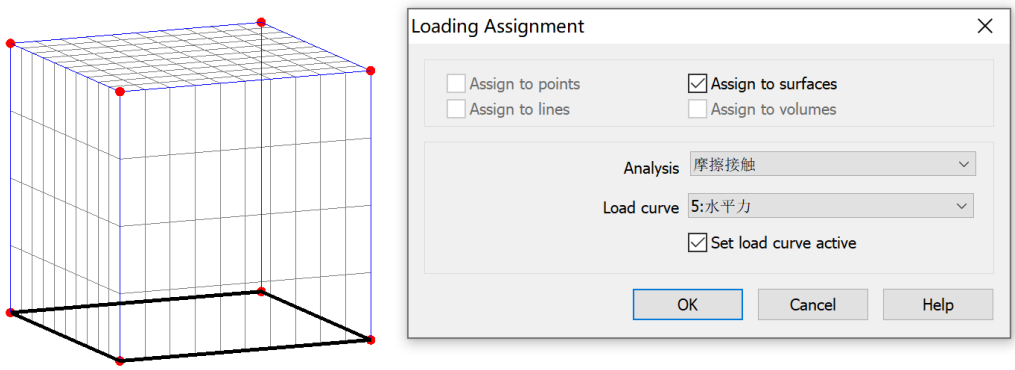
定义水平力。选择**属性>荷载>整体分布**，点击**下一步**，在弹出的对话框中，选择**单位面积**，输入X方向的数值为**100E3**，名称为**水平力**，点击**确定**选项。



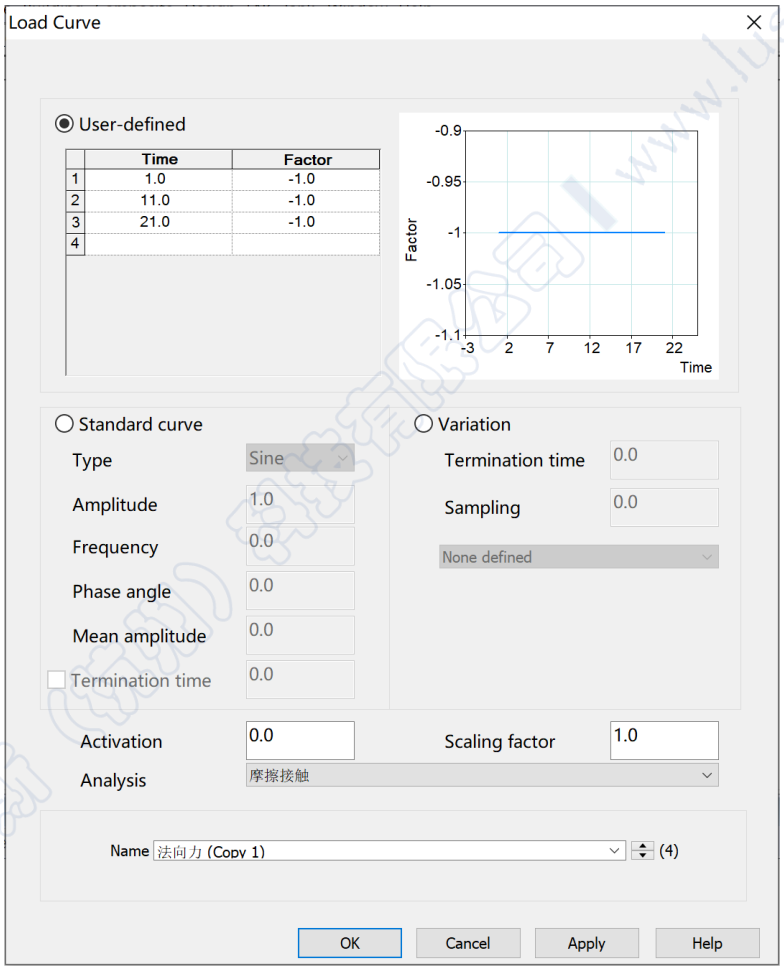
定义水平力荷载曲线。点击**分析>荷载曲线**，在弹出的荷载曲线对话框中，输入如下的荷载曲线定义，确保分析选择了**摩擦接触**，输入名称为**水平力**，点击**应用**选项。



设置水平力。选择混凝土块A几何体，点击鼠标右键，选择**仅保持此项可见**选项。选择混凝土块A的底面，拖动**属性**树形目录中的荷载属性**水平力**至视图窗口，在弹出的对话框中，选择分析**摩擦接触**，荷载曲线**水平力**，点击**确定**选项。



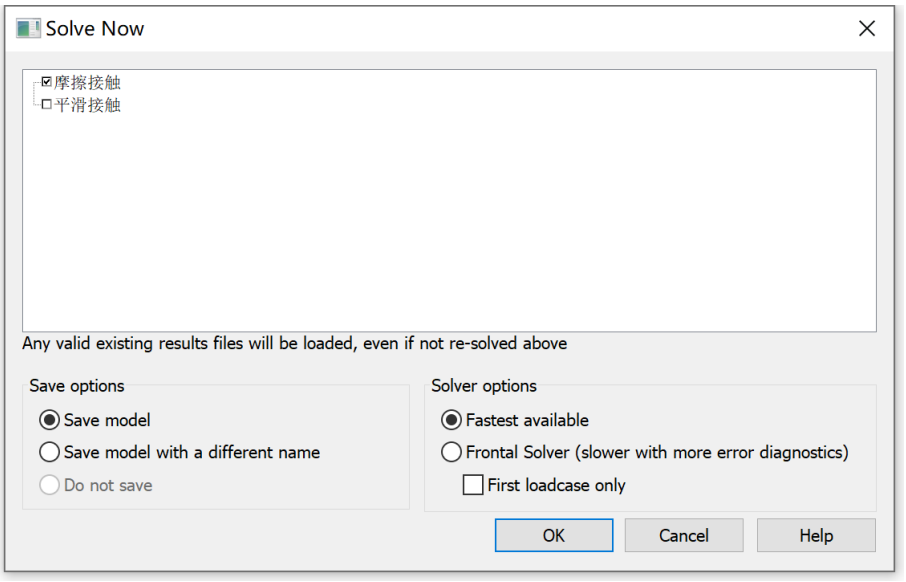
修改法向力荷载曲线。双击**分析**树形目录中**摩擦接触**分析下的**法向力(拷贝1)**荷载曲线，在弹出的荷载曲线对话框中，修改荷载系数为常量**-1**，点击**确定**选项。



右键点击**分析**树形目录中2-摩擦接触-结点分析下的**法向力(拷贝1)**荷载曲线，选择**重命名**选项，修改名称为**法向力-常量**。

运行分析

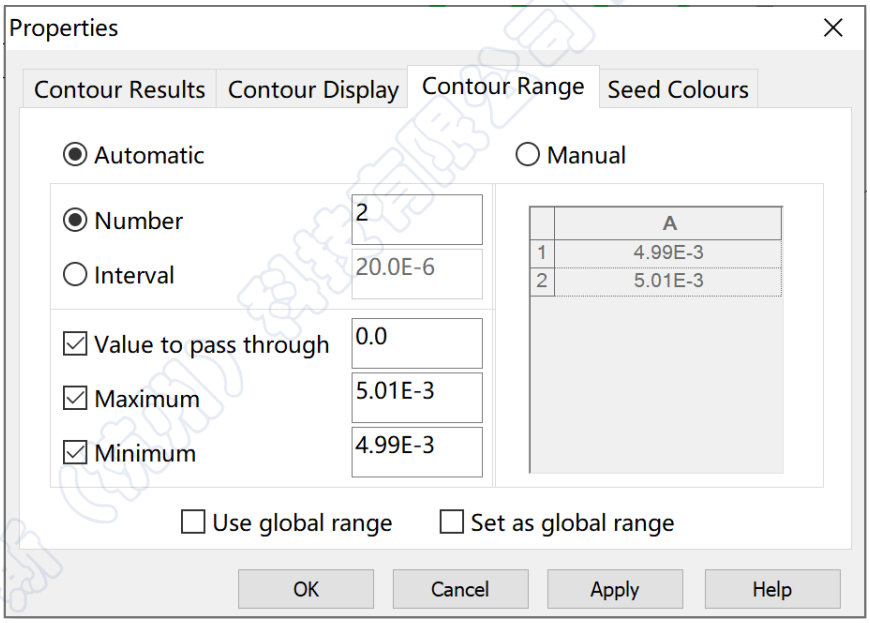
点击按钮保存模型，之后点击按钮运行分析，在弹出的对话框中勾选**2-摩擦接触-结点**，点击**确定**选项。

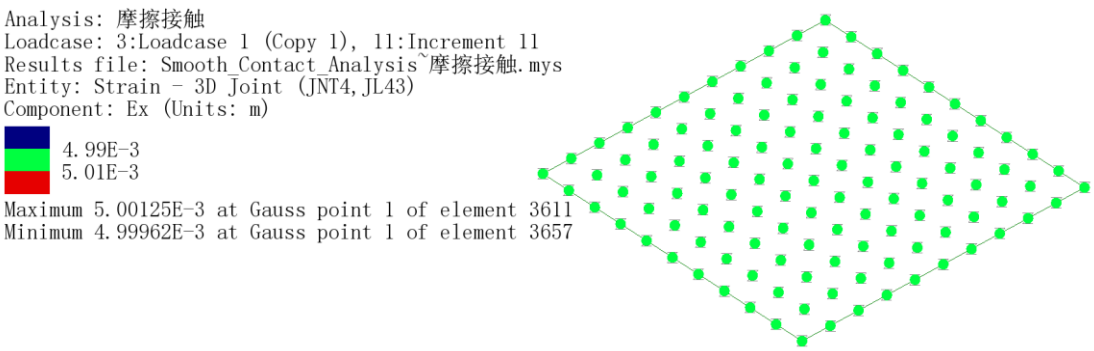


查看结果

求解完成后，右键点击**属性**树形目录中的网格属性**面-无旋转刚度**，选择**仅显示主属性**选项。

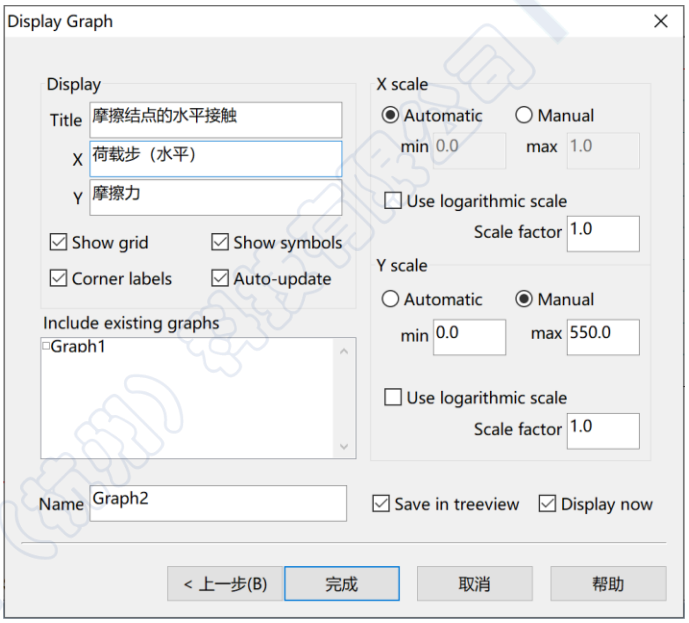
鼠标右键点击**Increment 11**工况，选择激活，双击**层**树形目录中的**云图**，将云图结果下拉分量改为**Ex**，点击**云图范围**选项切换到云图范围对话框，输入图阶**数量**为**2**，**最大值**为**5.01E-3**，**最小值**为**4.99E-3**，点击**确定**选项，查看水平荷载50kN/m^{2}作用下接触面的应变。

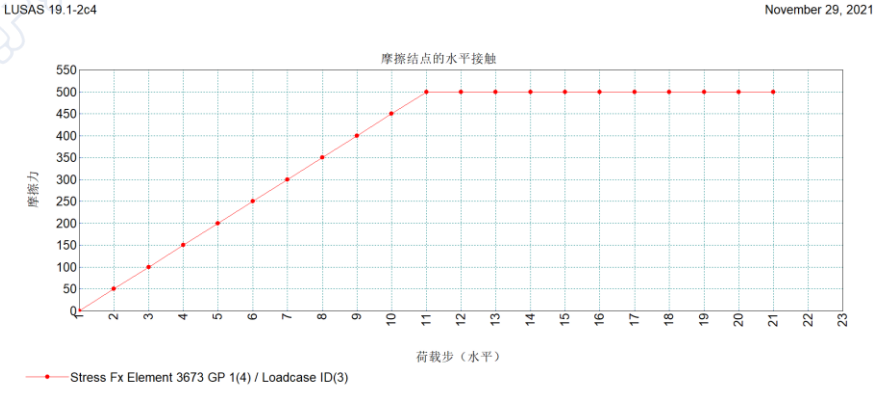




选中视图中间的任意结点单元(除最外圈结点)，点击按钮，在弹出的图形向导对话框中，选择**时程曲线**选项，点击**下一步**，在数据项中选择**名称**，样本工况选择**整体分析下**的**摩擦接触**，点击**下一步**，在新弹出的对话框中，选择**工况ID**，点击**下一步**。

在弹出的时程曲线-Y属性对话框中，选择数据项为**高斯点**，点击**下一步**，在新弹出的对话框中，选择结果项为**力/力矩**，分量为**Fx**，点击**下一步**，修改标题为**摩擦结点的水平接触**，输入**X**轴坐标标题为**荷载步(水平)**，**Y**轴坐标标题为**摩擦力**，选择**Y刻度**为手动，输入**最小值**为0，**最大值**为**550**，点击**完成**选项。

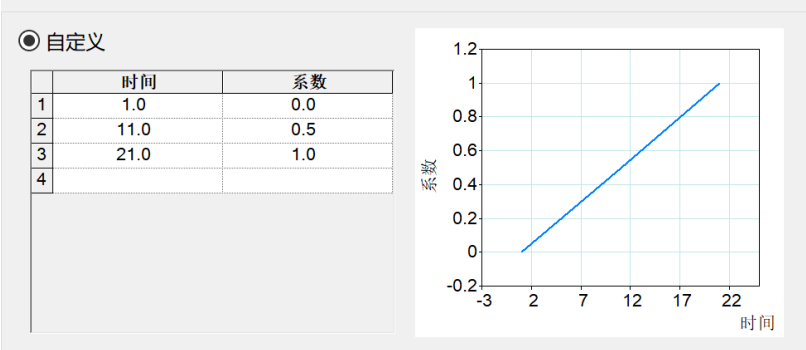




说明：由库伦摩擦可知，接触面的最大静摩擦力等于50kPa，由于划分的网格为10*10，接触面共100个节点，因此单个节点上的最大静摩擦力0.5kPa，当荷载系数小于0.5时，摩擦力等于静摩擦力，当荷载系数大于0.5时，摩擦力等于最大静摩擦力，且保持不变。

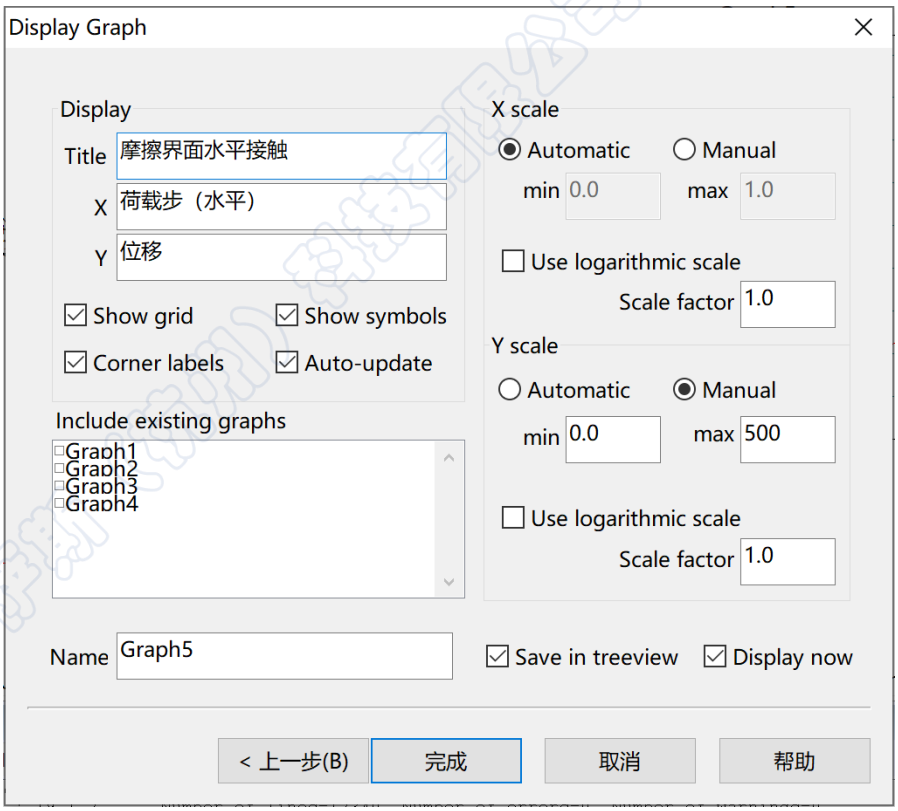
说明：横坐标实际对应的水平力=模型施加的水平力*荷载系数。

例如：荷载增量步(Increment =11)的水平力=模型施加的水平力*荷载曲线中时间步11对应的荷载系数0.5=100kN*0.5=50kN。

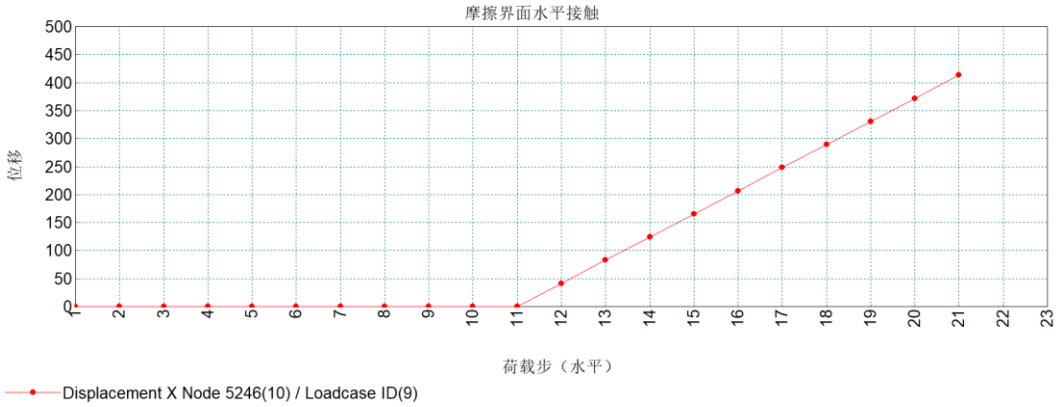


关闭显示的绘图窗口，右键点击视图窗口，选择**全部显示**，选择混凝土块A上的任一节点，点击按钮，在弹出的对话框中，选择**时程曲线**选项，点击**下一步**，在数据项中选择**名称**，样本工况选择**整体分析下**的**摩擦接触**，点击**下一步**，在新弹出的对话框中，选择**工况ID**，点击**下一步**。

在弹出的时程曲线-Y属性对话框中，选择数据项为**节点**，点击**下一步**，在新弹出的对话框中，选择结果项为**位移**，分量为**DX**，点击**下一步**，输入**Y**轴名称为**位移**，选择**Y刻度**为**手动**，输入**最小值**为**0**，**最大值**为**500**，保持其它选项不变，点击**完成**选项。



LUSAS 19.1-2c4 November 30, 2021



D:\LUSAS GEO\LUSAS建模-例子手册案例\Contact Analysis\Smooth_Contact_Analysis.mdl Units: N,m,kg,s,C

说明：当荷载步小于11时，混凝土块A底面受到的水平力小于50kPa，小于接触面的最大静摩擦力50kPa，混凝土块A处于静摩擦状态，不发生滑动，位移基本为0，当荷载步大于11时，水平推力大于最大静摩擦力，混凝土块A进入滑动摩擦状态，位移将无限大。

卢萨斯（杭州）科技有限公司 www.lusas.cn

4. 摩擦接触建模-界面单元

新建模型

打开**平滑接触**模型文件，点击**文件>另存为**，在新弹出的对话框中输入文件名称**摩擦接触-界面**，点击**保存**。

删除平滑接触分析

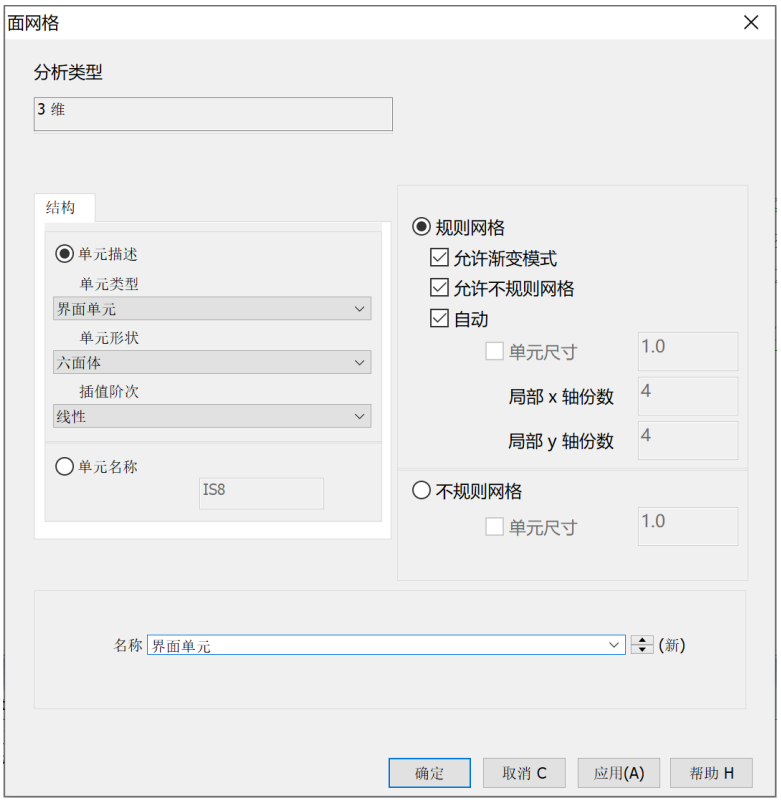
双击**分析**树形目录中的**摩擦接触**，在弹出的对话框中勾选**设置此分析为基础结构分析**，在弹出的对话框中点击**确定**选项，点击**确定**选项。



右键点击**分析**树形目录中的**平滑接触**，选择**删除**选项。

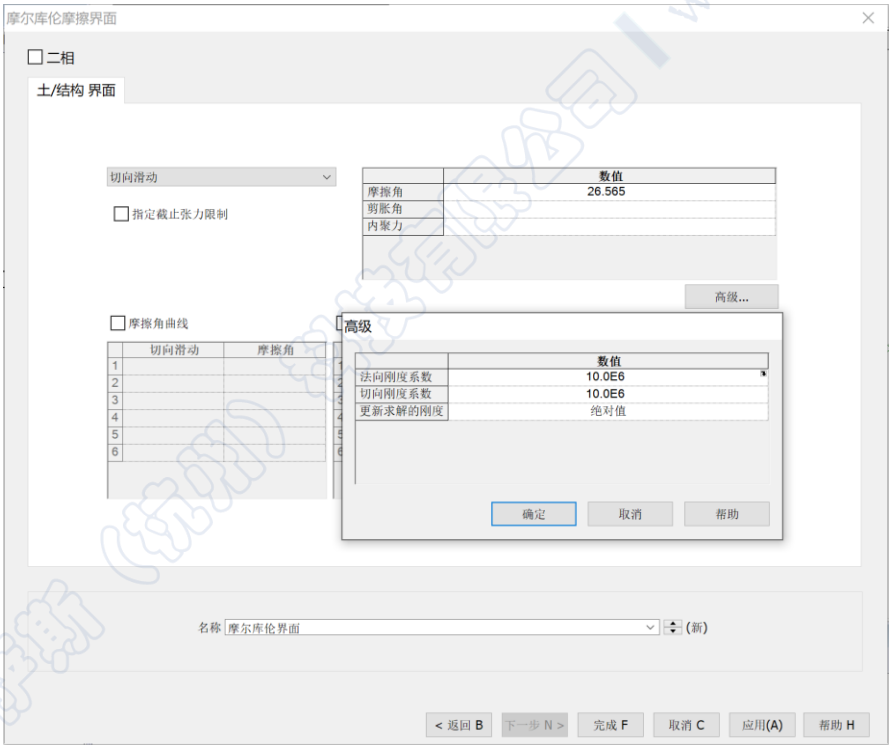
网格

选择**属性>网格>面**，在弹出的对话框中，选择单元类型为**界面单元**，单元形状为**六面体**，插值阶次为**线性**，输入名称为**界面单元**，点击**确定**选项。



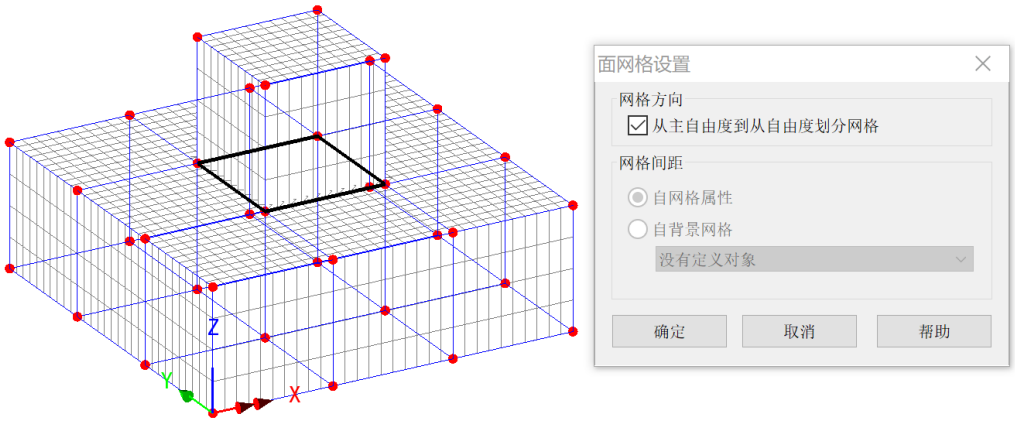
材料

选择**属性>材料>岩土>界面**，在弹出的界面材料对话框中选择**摩尔库伦摩擦界面**，点击**下一步**，输入摩擦角为**26.565**，即$\tan^{-1}(0.5)$，点击**高级**选项，在弹出的对话框中，输入法向刚度系数和切向刚度系数均为**10E6**，更新求解的刚度选择**绝对值**，点击**确定**选项回到摩尔库伦摩擦界面对话框，输入名称为**摩尔库伦界面**，点击**完成**选项。



设置网格属性

在视图窗口点击鼠标右键，选择**全部显示**选项。右键点击**属性**树形目录中的网格属性**面结点**，选择**选择主属性设置项**。右键点击**属性**树形目录中的网格属性**面结点**，选择**选择从属性设置项**，在弹出的是否删除之前选择项对话框中选择**否**。拖动**属性**树形目录中的网格属性**界面单元**至视图窗口，在弹出的对话框中点击**确定**选项。

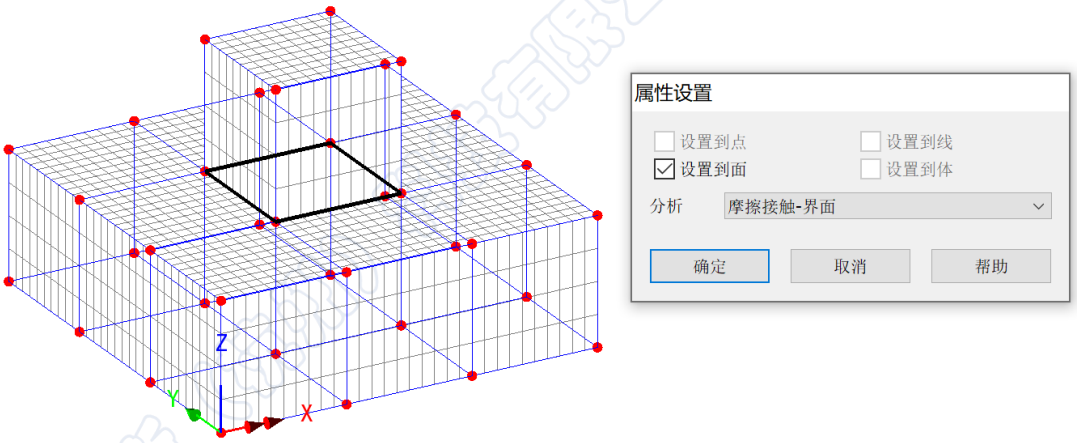


设置材料属性

设置混凝土块A的材料属性，选中几何体混凝土块A，拖动**属性**树形目录中的材料属性**C30混凝土**至视图窗口，在弹出的对话框中点击**确定**选项。

设置混凝土块B的材料属性。右键点击**组**树形目录中几何组**混凝土块B**，点击**选择成员**选项，在弹出的对话框中点击**是**选项以删除之前选中的几何。拖动**属性**树形目录中的材料属性**C50混凝土**至视图窗口，在弹出的对话框中点击**确定**选项。

设置接触面的界面材料属性。右键点击**属性**树形目录中的网格属性**界面单元**，选择**选择主属性设置项**，在弹出的对话框中点击**是**选项以删除之前选中的几何。拖动**属性**树形目录中的材料属性**摩尔库伦界面**至视图窗口，在弹出的对话框中点击**确定**选项。

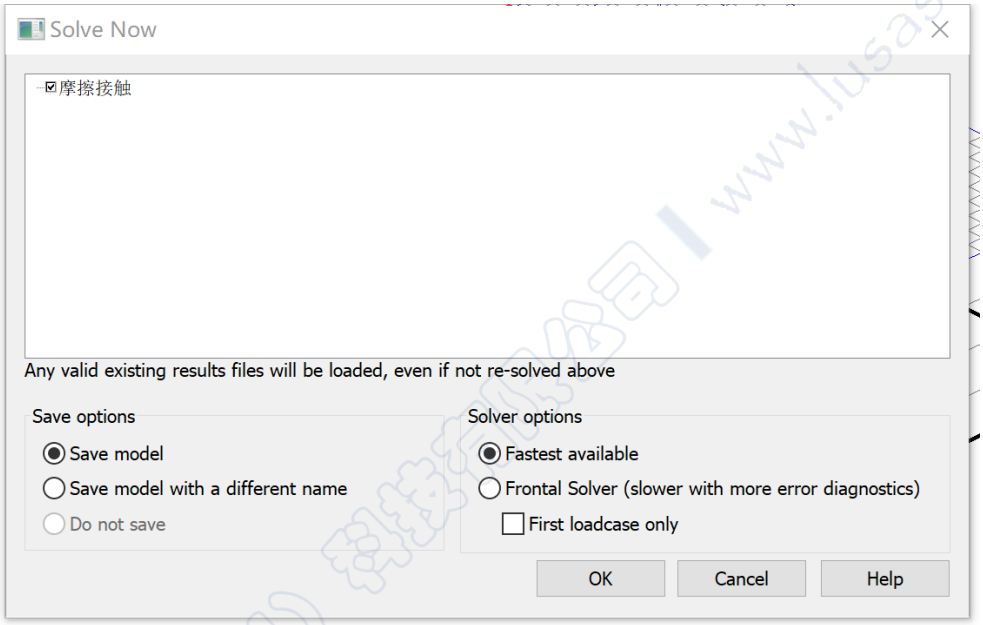


设置支撑属性

按住**S+Shift**键选择混凝土块B的所有底面，拖动**属性**树形目录中的支撑属性**底部固支**至视图窗口，在弹出的对话框中点击**确定**选项。

运行分析

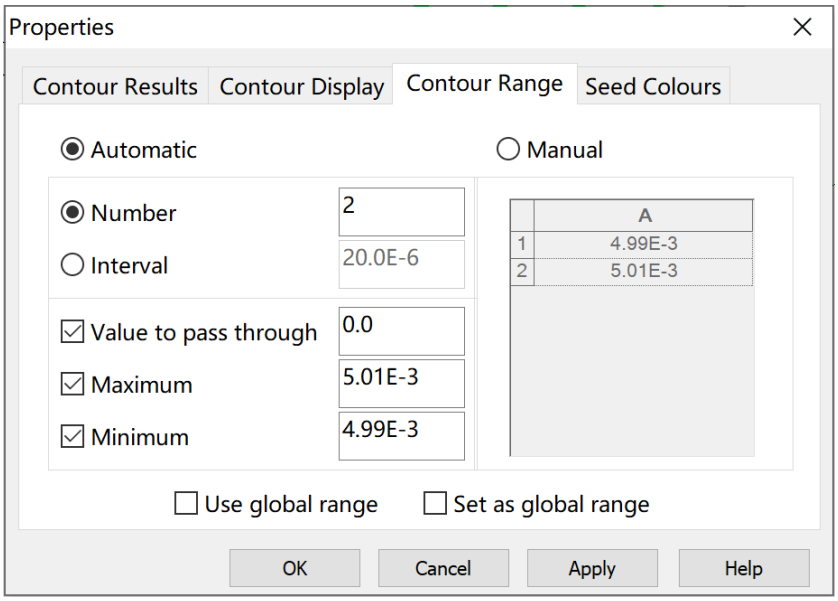
点击按钮保存模型，之后点击按钮运行分析，在弹出的对话框中勾选**摩擦接触**，点击**确定**选项。

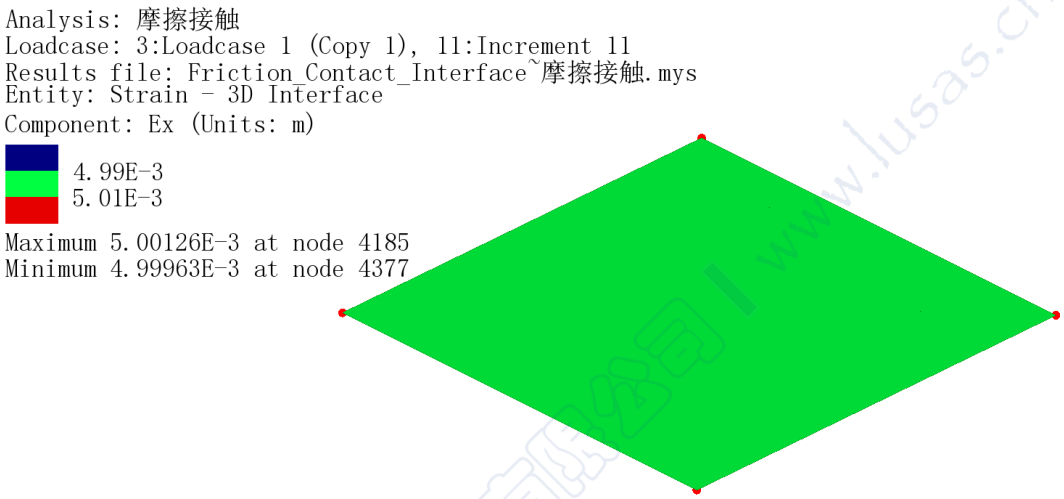


查看结果

求解完成后，右键点击**属性**树形目录中的网格属性**界面单元**，选择**仅显示主属性**选项。

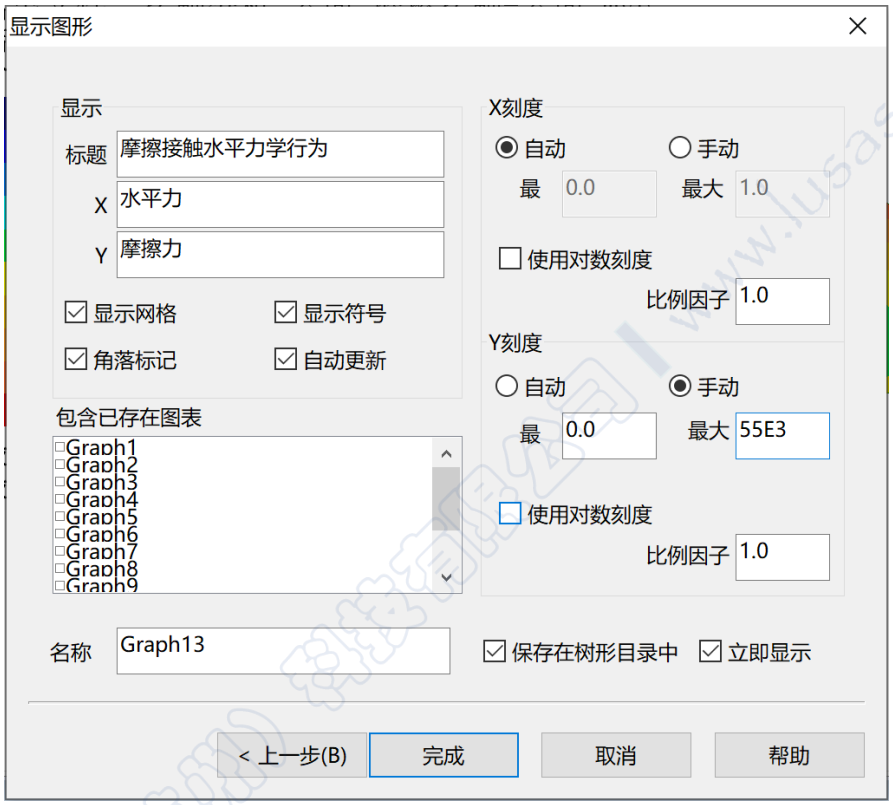
双击**层**树形目录中的**云图**，选择结果项为**应变**，下拉分量改为**Ex**，点击**云图范围**选项切换到云图范围对话框，输入图阶**数量**为**2**，**最大值**为**5.01E-3**，**最小值**为**4.99E-3**，点击**确定**选项，鼠标右键点击**Increment 11**工况，选择激活，查看水平荷载50kN/m^{2}作用下接触面的应变。

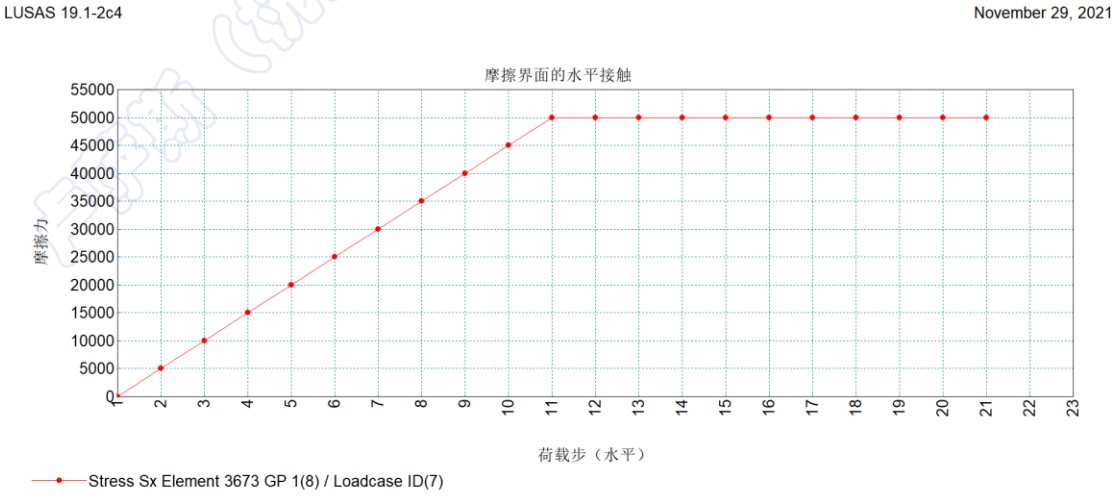




选中视图中的任意结点单元(除最外圈结点)，点击按钮，在弹出的图形向导对话框中，选择**时程曲线**选项，点击**下一步**，在数据项中选择**名称**，样本工况选择**整体分析下的摩擦接触**，点击**下一步**，在新弹出的对话框中，选择**工况ID**，点击**下一步**。

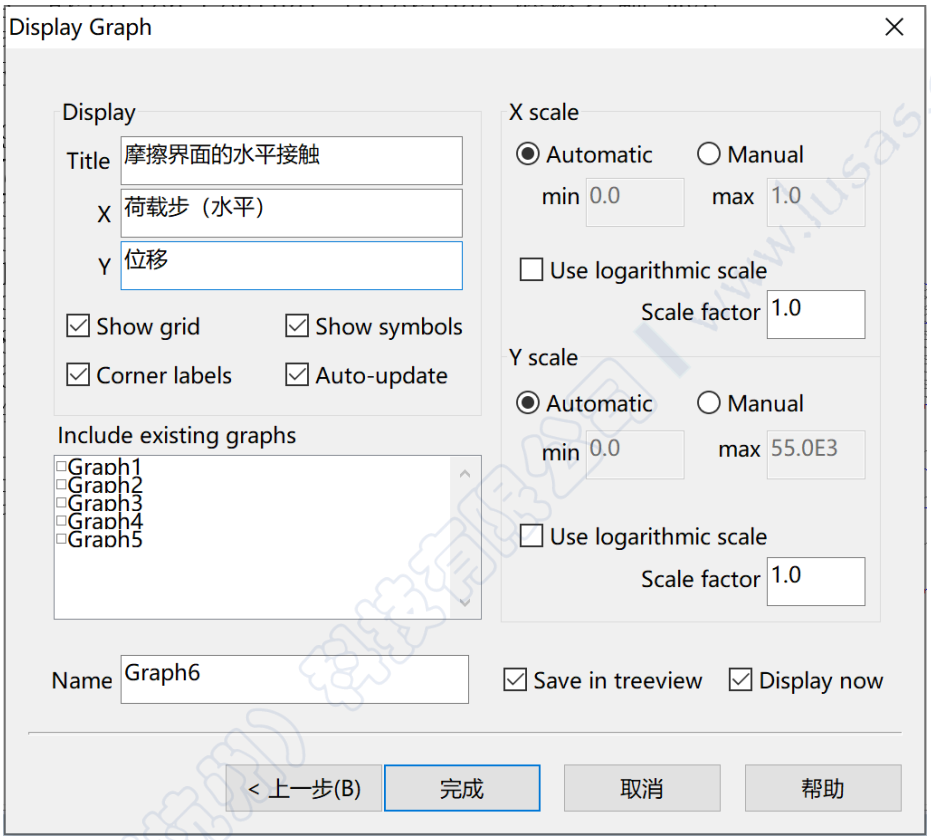
在弹出的时程曲线-Y属性对话框中，选择数据项为**高斯点**，点击**下一步**，在新弹出的对话框中，选择结果项为**应力**，分量为**Sx**，点击**下一步**，修改标题为**摩擦界面的水平接触**，输入**X**轴坐标标题为**荷载步(水平)**，**Y**轴坐标标题为**摩擦力**，选择**Y刻度**为手动，输入**最小值**为**0**，**最大值**为**55E3**，点击**完成**选项。



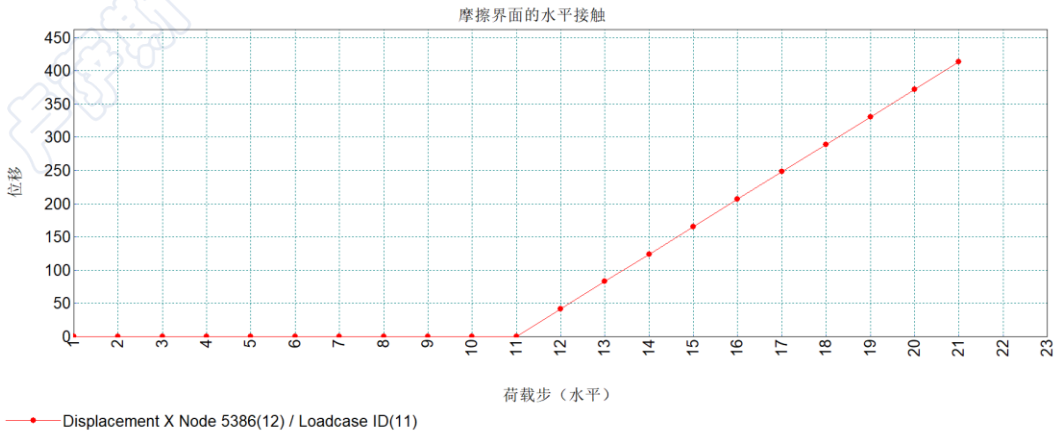


关闭显示的绘图窗口，右键点击视图窗口，选择**全部显示**，选择混凝土块A上的任一节点，点击按钮，在弹出的对话框中，选择**时程曲线**选项，点击**下一步**，在数据项中选择**名称**，样本工况选择**整体分析**下的**摩擦接触**，点击**下一步**，在新弹出的对话框中，选择**工况ID**，点击**下一步**。

在弹出的时程曲线-Y属性对话框中，选择数据项为**节点**，点击**下一步**，在新弹出的对话框中，选择结果项为**位移**，分量为**DX**，点击**下一步**，输入**Y**轴名称为**位移**，选择**Y刻度**为**自动**，保持其它选项不变，点击**完成**选项。



LUSAS 19.1-2c4 November 29, 2021



D:\LUSAS GEO\LUSAS建模-例子手册案例\Contact Analysis\Friction_Contact_Interface.mdl Units: N,m,kg,s,C

5. 摩擦接触建模-滑移线

新建模型

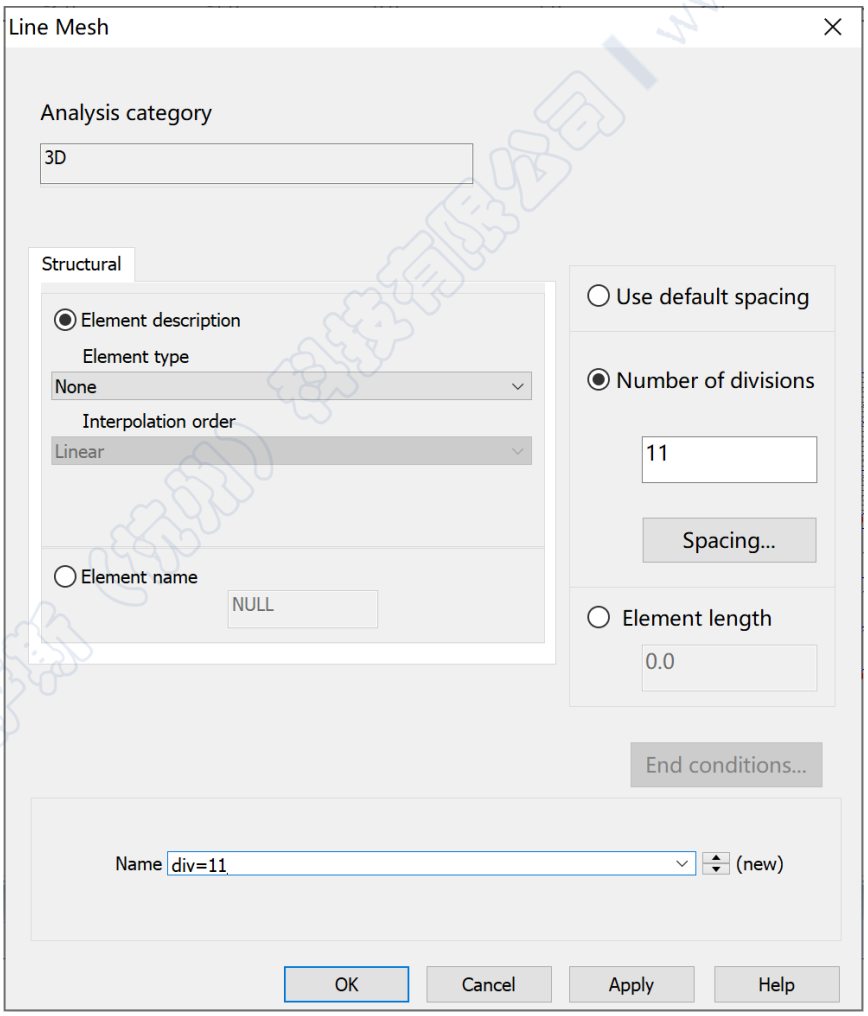
打开**接触分析-界面**模型文件，点击**文件>另存为**，在新弹出的对话框中输入文件名称**摩擦接触-滑移线**，点击**保存**。

取消界面属性

鼠标右键点击**属性**竖形目录中的网格属性**界面单元**，选择**取消设置>从所有项中**。鼠标右键点击**属性**树形目录中的材料属性**摩尔库伦界面**，选择**取消设置>从所有项中**。

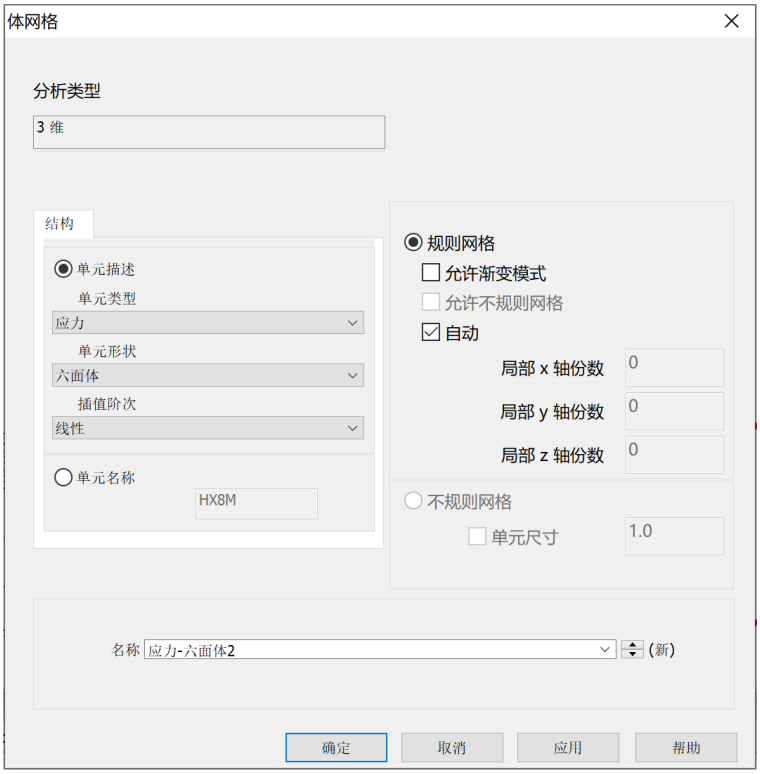
网格

选择**属性>网格>线**，在弹出的线网格对话框中，选择单元类型为**无**，输入分段数量为**11**，名称为div=11，点击**确定**选项。



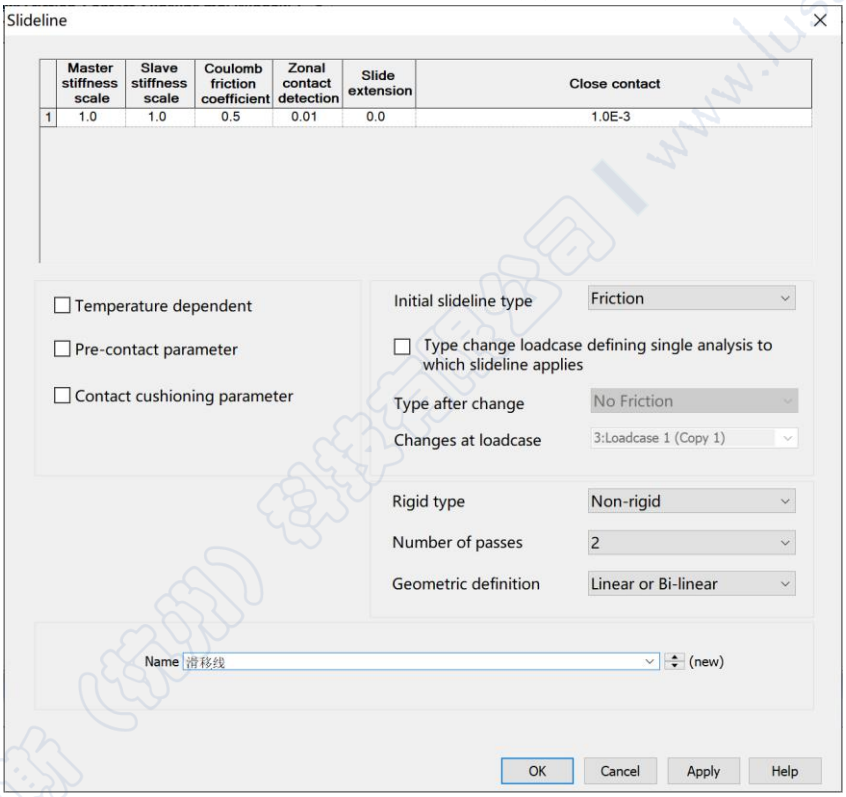
说明：滑移线通过搜索半径自动搜索并建立节点间的接触，在主从接触面上使用不一致的网格划分有助于提高模型计算的收敛性。

双击**属性**树形目录中的体网格属性**应力-六面体**，在弹出的对话框中，勾选规则网格中的**自动**选项，更改名称为**应力-六面体2**，点击**确定**选项。



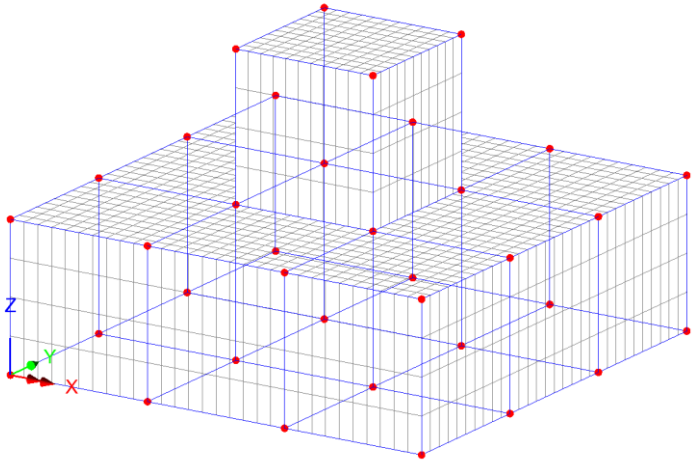
滑移线

选择**属性>滑移线**，输入**库伦摩擦系数**为**0.5**，初始滑移线类型选择**摩擦**，输入名称为**滑移线**，保持其它选项不变，点击**确定**选项。



设置网格

选择混凝土块A几何体，点击鼠标右键，选择**仅保持此项可见**，拖动**属性**树形目录中的体网格属性**应力-六面体2**至视图窗口。按住**L+Shift**键选择混凝土块1上表面和下底面的几何线，拖动**属性**竖形目录中的线网格属性**div=11**至视图窗口。在视图窗口点击鼠标右键，选择**全部显示**选项。



设置支撑

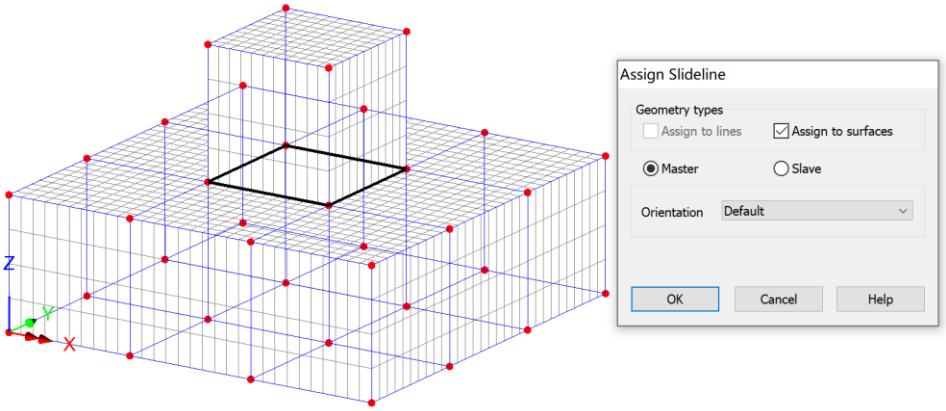
双击**属性**树形目录中的支撑属性**弹簧刚度**，修改**X**方向的弹簧刚度为**1E3**，点击**确定**选项。



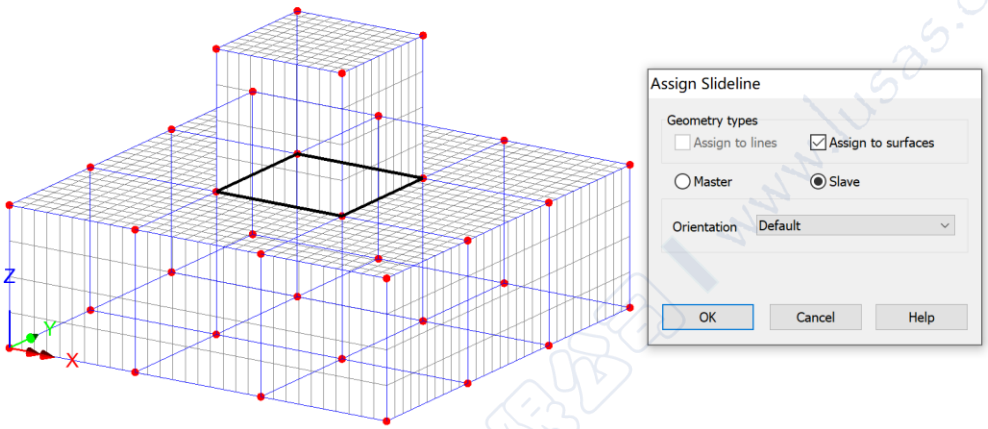
说明：滑移线通过搜索域的半径自动搜索可能连接的节点并自动建立连接，当位移过大时，接触建立将会失败，因此通过增大节点弹簧刚度减小混凝土块A滑动时的节点位移，从而建立接触，增大刚度至1000N/m对计算结果影响很小，可以忽略。

设置滑移线

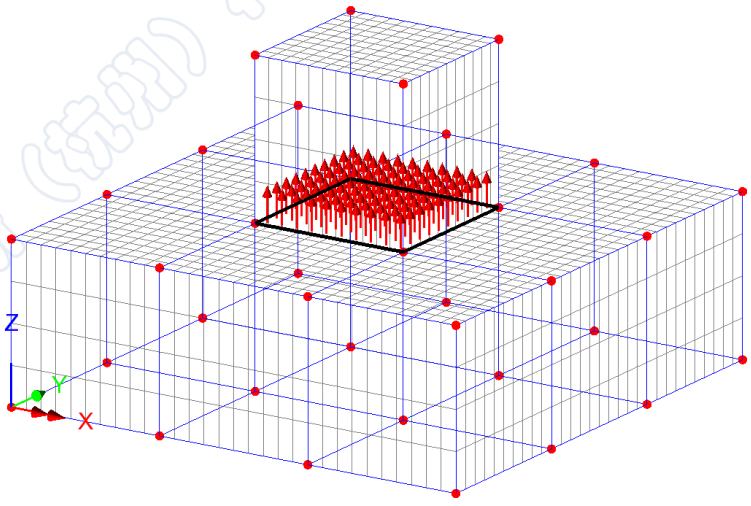
选择混凝土块B中间的上表面，拖动属性树形目录中的**滑移线**至视图窗口，在弹出的对话框中，勾选**主属性**，方向保持为**默认**，点击**确定**选项。



选择混凝土块A的下表面，拖动属性树形目录中的**滑移线**至视图窗口，在弹出的对话框中，勾选**从属性**，方向保持为**默认**，点击**确定**选项。

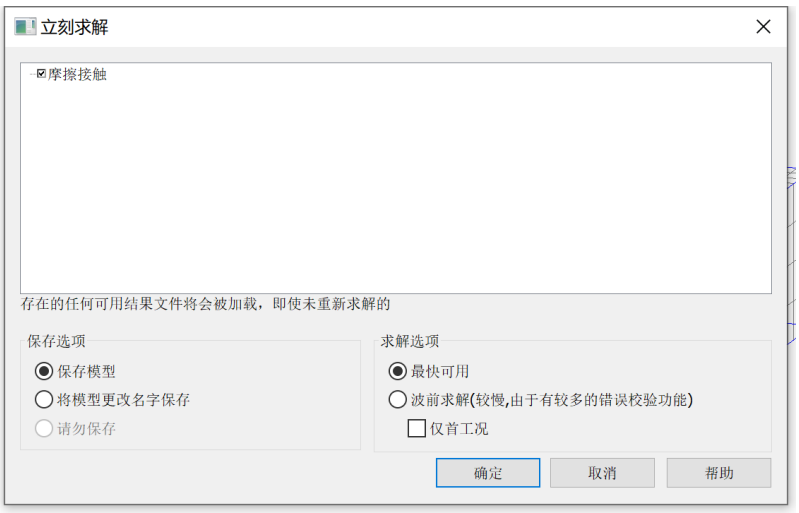


右键点击属性树形目录中的**滑移线**，点击**显示主属性设置项(从属性设置项)**，可以查看设置主属性(从属性)，再次点击**显示主属性设置项(从属性设置项)**可取消显示，下图显示的是主属性设置结果。



运行分析

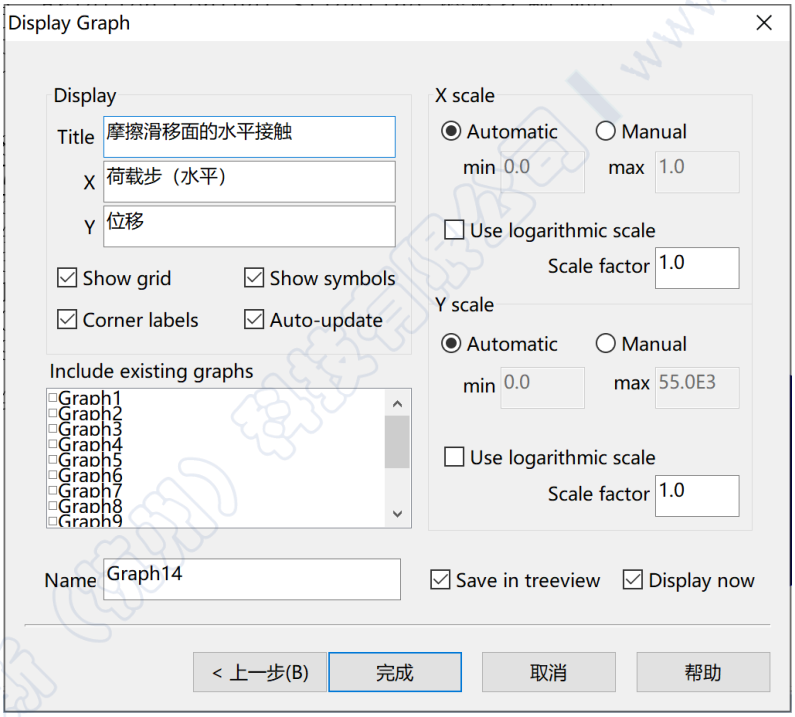
点击按钮保存模型，之后点击按钮运行分析，在弹出的对话框中勾选**摩擦接触-界面**，点击**确定**选项。

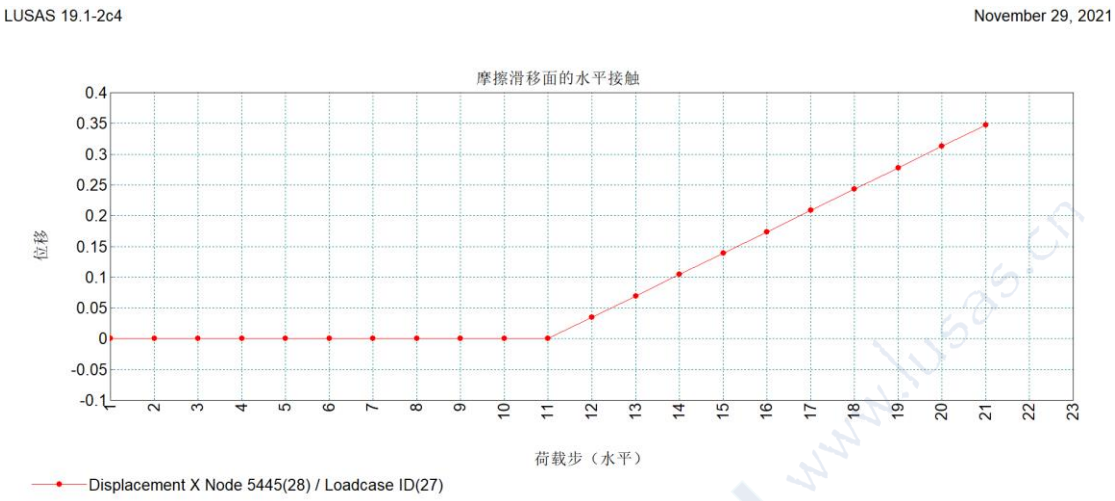


查看结果

求解完成后，选中混凝土块A上任一结点，点击按钮，在弹出的图形向导对话框中，选择**时程曲线**选项，点击**下一步**，在数据项中选择**名称**，样本工况选择**整体分析下的摩擦接触**，点击**下一步**，在新弹出的对话框中，选择**工况ID**，点击**下一步**。

在弹出的时程曲线-Y属性对话框中，选择数据项为**节点**，点击**下一步**，在新弹出的对话框中，选择结果项为**位移**，分量为**DX**，点击**下一步**，修改标题为**摩擦滑移线的水平接触**，输入**X**轴坐标标题为**荷载步(水平)**，**Y**轴坐标标题为**位移**，点击**完成**选项。




LUSAS 19.1-2c4
November 29, 2021
摩擦滑移面的水平接触
位移
荷载步（水平）
Displacement X Node 5445(28) / Loadcase ID(27)
D:\LUSAS GEO\LUSAS建模-例子手册案例\Contact Analysis\Friction_Contact_Slideline.mdl
Units: N,m,kg,s,C

至此此例完成。