客户支持文档

砂桩换填及路堤填筑固结分析

软件版本:	**V19.1-3**
最新更新:	**2022-7**

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

描述 1

建模 1

创建一个新模型 1

特征几何 2

网格 7

材料 10

支承 17

荷载 20

激活与钝化 20

设置网格 21

设置材料 22

设置分析1支承 23

设置分析1荷载 24

设置分析1工况 25

设置分析1非线性控制 27

创建瞬态分析2 27

新建荷载曲线 28

分析2工况1：修筑路堤1 30

分析2工况2：路堤1固结 33

分析2工况3：修筑路堤2 34

分析2工况4：路堤2固结 35

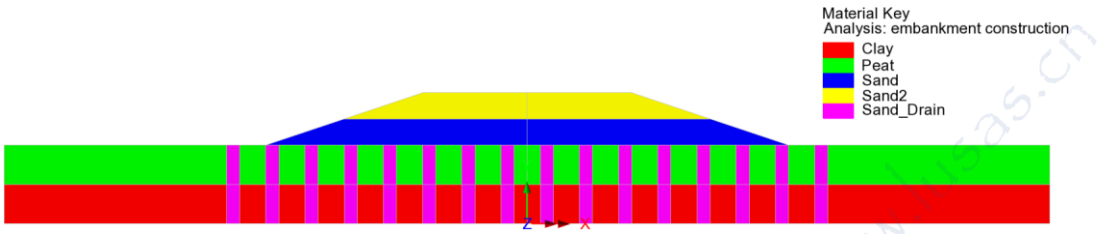
运行分析 36

查看结果 37

www.lusas.cn

描述

考虑高地下水位路基的路堤填筑施工及固结分析，填筑完成时完整模型如下图所示：



施工阶段如下：

1）地基土的排水砂桩换填；

2）填筑第一层路堤，施工时间为2天；

3）固结10天；

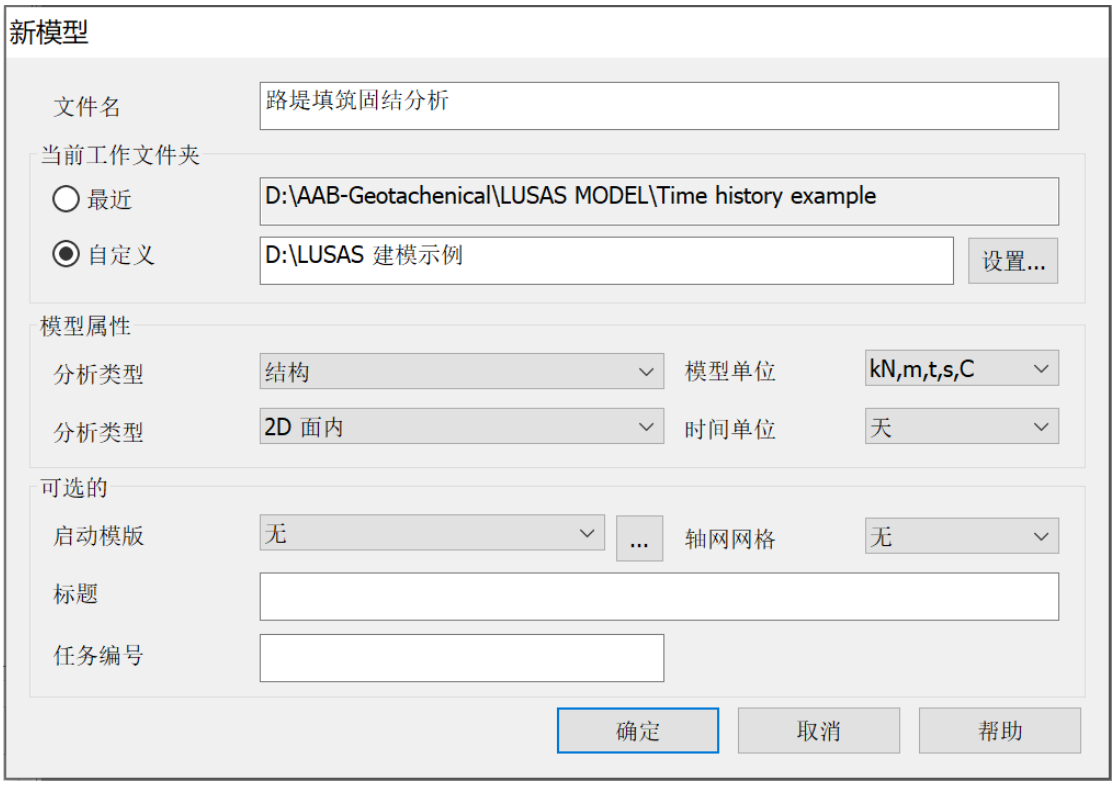
4）填筑第二层路堤，施工时间为2天；

5）长期固结。

建模

创建一个新模型

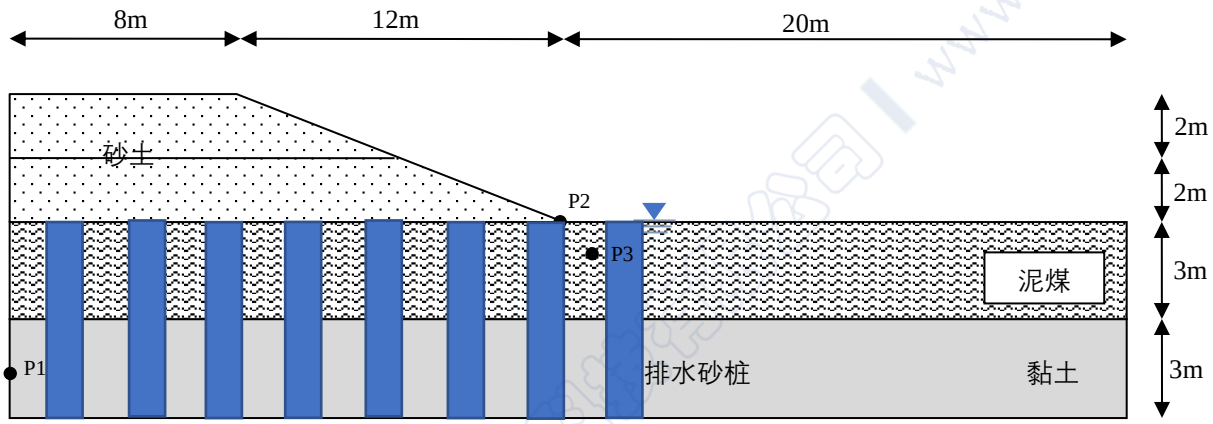
- 输入文件名为 **路堤填筑固结分析**
- 确保分析种类为 **结构**
- 设置分析类型为 **2D 平面**
- 设置模型单位为 **kN, m, t, s, C**
- 确保时间单位为 **天**



设置完成后，点击**确定**选项。

特征几何

由于模型对称，因此可以采取一半模型进行建模分析，几何尺寸如下所示（砂桩半径为1m，间隔2m布置）



新建面。选择**几何>面>通过坐标**，或点击按钮，在弹出的对话框中输入坐标(**0，0，0**)，(**1，0，0**)，(**1，3，0**)，(**0，3，0**)，点击**确定**选项。(按住**Tab**键可生成新的行)

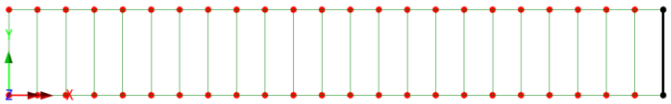


复制几何面。选中创建的面，点击按钮，在弹出的对话框中输入**X**方向的平移距离为**1**，复制份数为**22**，点击**确定**选项。



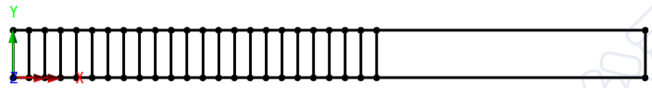


扫略新的面。选择如下的几何线，点击按钮，在弹出的对话框中输入**X**方向平移距离为**17**，点击**确定**选项。



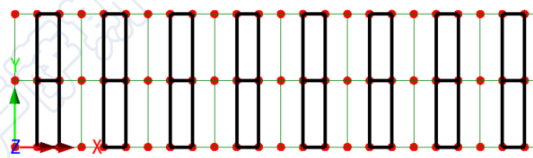


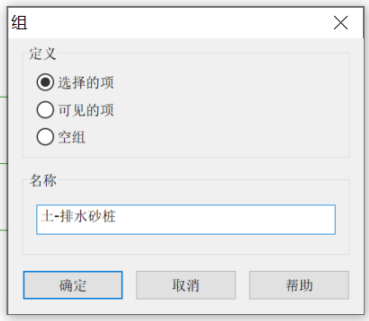
创建泥煤几何。选择创建的黏土几何面，如下所示，点击按钮，在弹出的对话框中输入**Y**方向平移距离为**3**，点击**确定**选项。



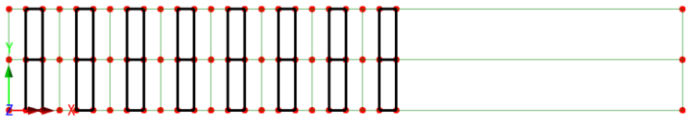


创建土-排水砂桩几何组，按住**Shift**键选择如下所示的几何面，点击按钮，输入组名称为**土-排水砂桩**，这些几何将在换填过程中被排水砂桩几何替换，点击**确定**选项。



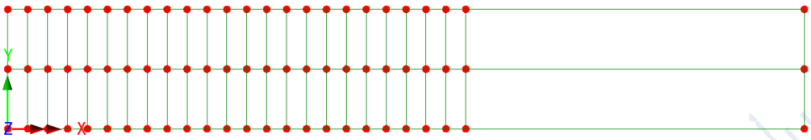


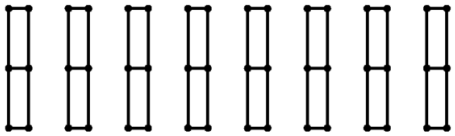
创建排水砂桩，点击按钮，在弹出的对话框中输入Y方向平移距离为-**10**，点击**确定**选项。

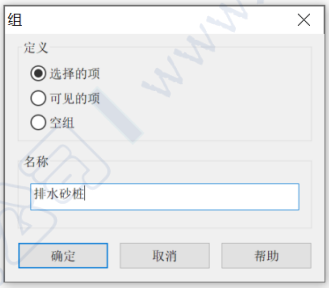




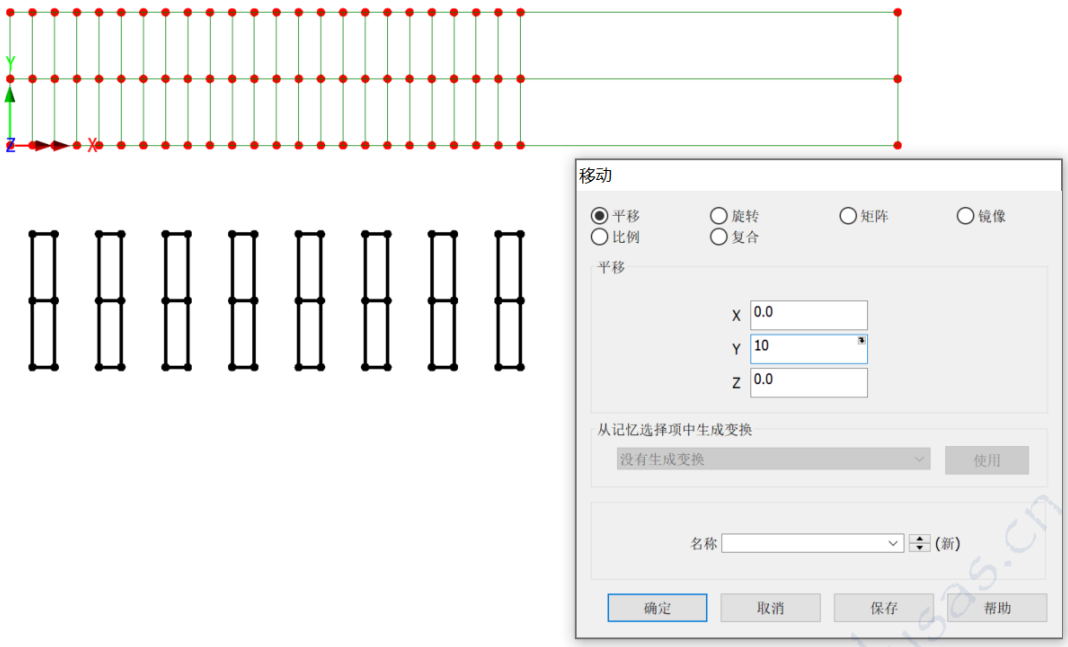
创建砂桩几何组。选择新创建的砂桩几何面，点击按钮，输入组的名称为**排水砂桩**，点击**确定**选项。







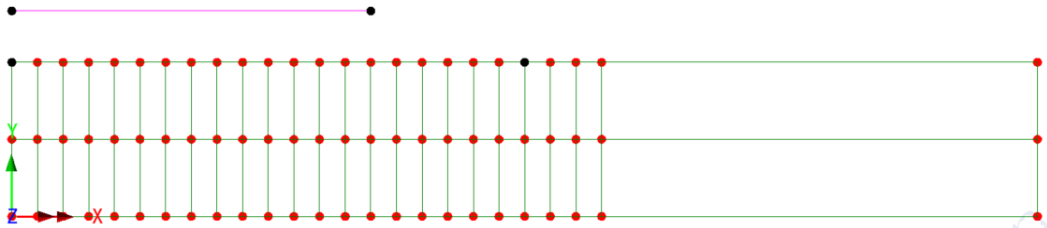
保持砂桩几何选中，选择**几何>面>使不可合并**，保持砂桩几何选中，点击按钮，在弹出的对话框中输入**Y**方向平移距离为**10**，点击**确定**选项。



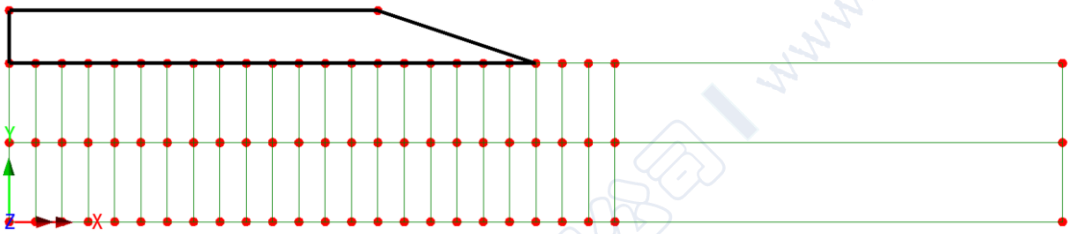
创建路堤1上边界线。点击按钮，在弹出的对话框中输入坐标(**14，8，0**)，(**0，8，0**)，点击**确定**选项。



创建路堤1左右边界线。按住**Shift**键依次选择如下图所示的路堤1左侧两个点，点击按钮，创建左边界线。按住**Shift**键依次选择如下图所示的路堤1右侧两个点，点击按钮，创建右边界线。

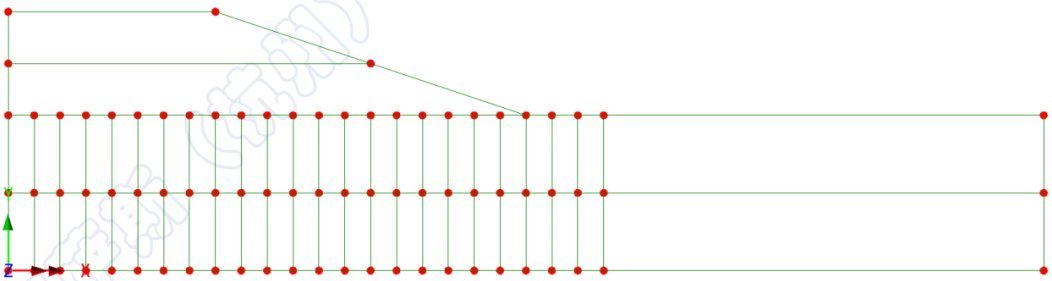


创建路堤1几何面。按住**Shift**键选择如下所示的几何线，点击按钮，创建路堤1几何面。



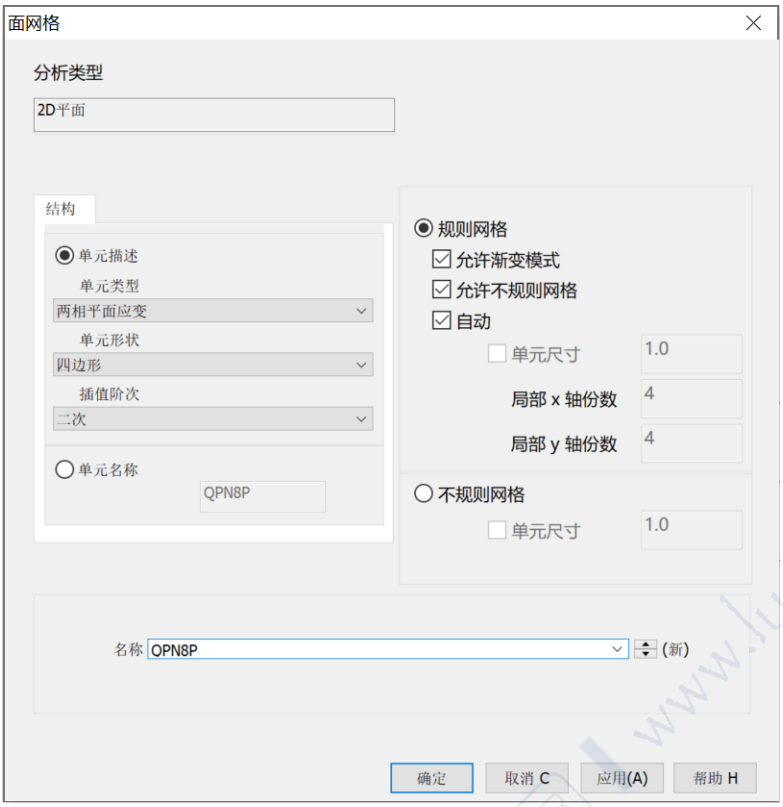
创建路堤2几何面。点击按钮，在弹出的对话框中输入坐标(**0，8，0**)，(**14，8，0**)，(**8，10，0**)，(**0，10，0**)，点击**确定**选项。

至此模型几何创建完成。

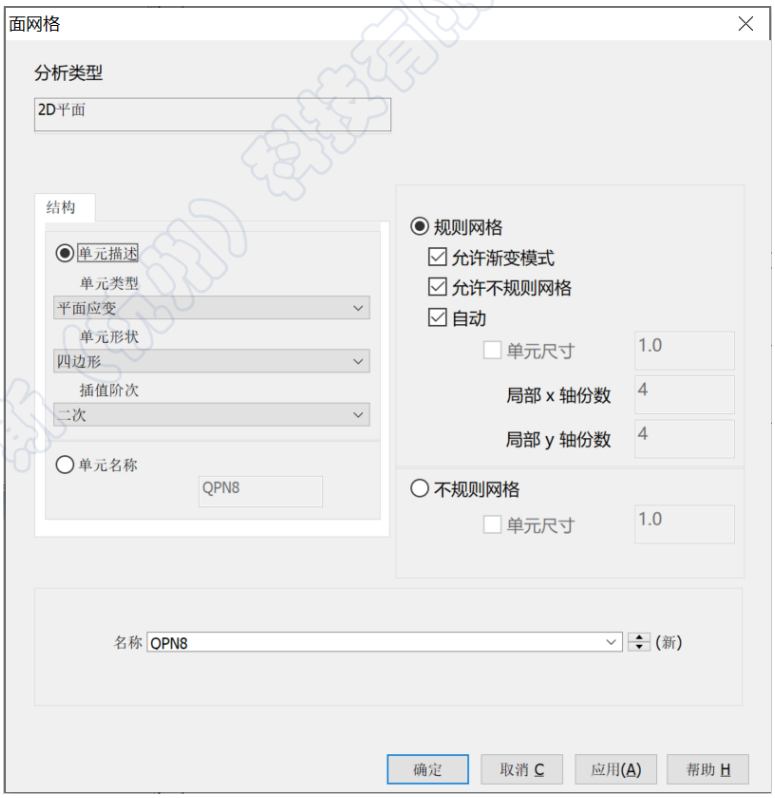


网格

定义两相平面应变单元。选择**属性>网格>面**，在弹出的面网格对话框中，选择单元类型为**两相平面应变**，单元形状为**四边形**，插值阶次为**二次**，输入名称为**QPN8P**，点击**应用**选项。



定义平面应变单元。更改单元类型为**平面应变**，选择单元形状为**四边形**，插值阶次为**二次**，输入名称为**QPN8**，点击**确定**选项。



定义线网格单元。选择**属性>网格>线**，在弹出的线网格对话框中，输入单元长度为**1**，名称为**单元长度=1m**，点击**应用**选项。



选择**分段数量**选项，输入分段数量为**20**，名称为**分段数=20**，点击**确定**选项。



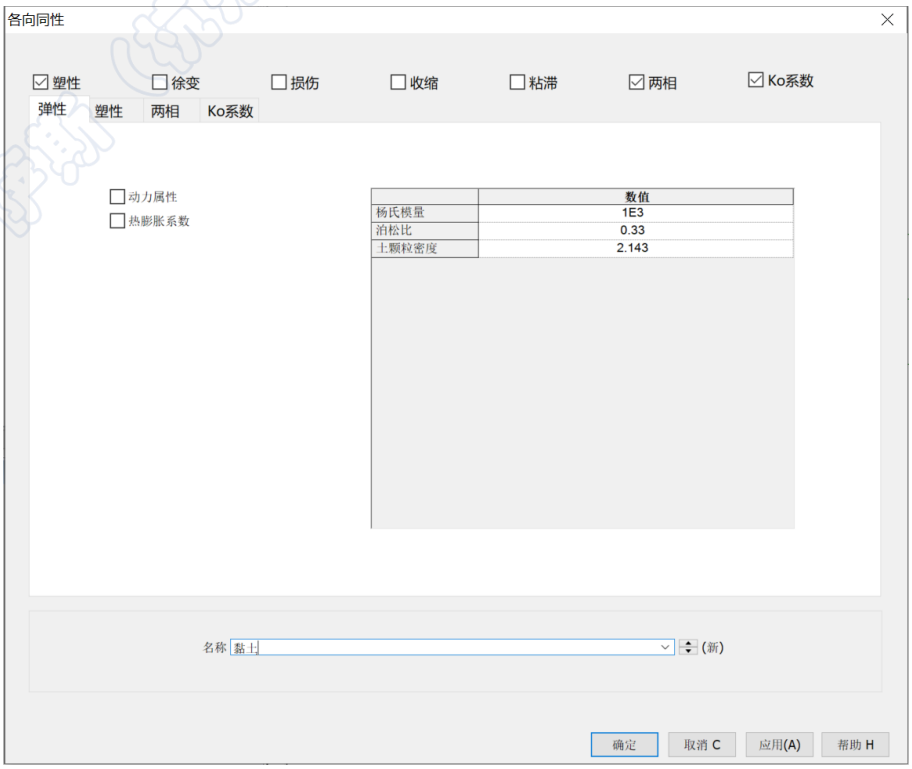
材料

对于两相材料密度，LUSAS中可以选择输入**土颗粒密度**或者**土体完全饱和密度**，材料属性定义对话框中默认的输入参数为土体完全饱和密度。

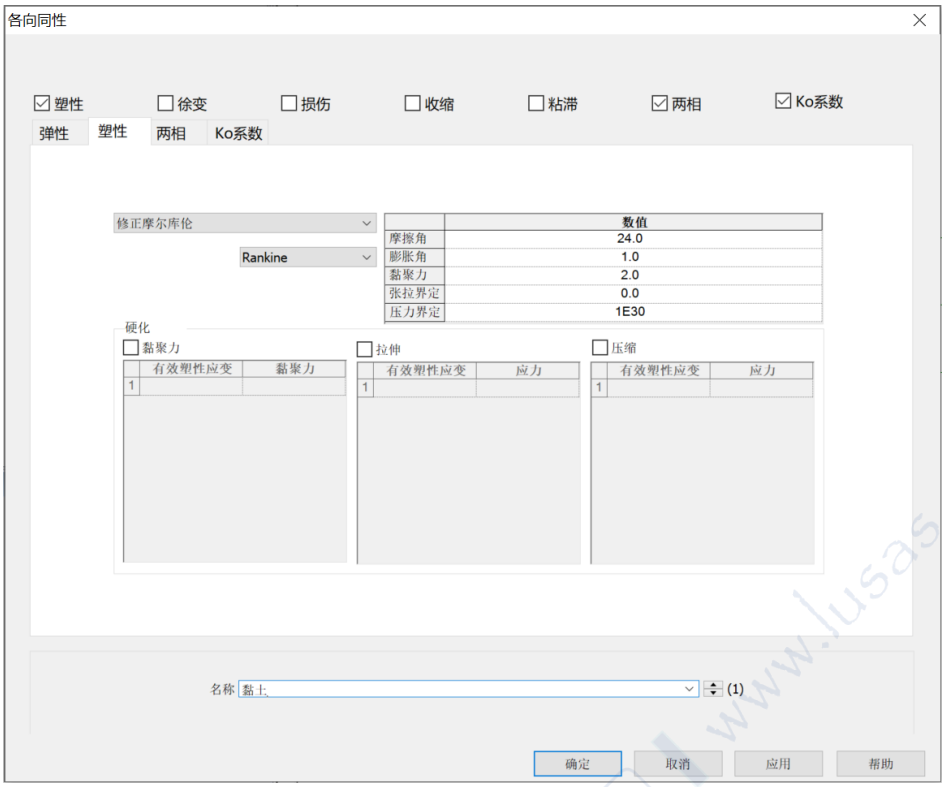
点击**文件>模型属性>属性**，勾选**输入两相材料的土颗粒密度**，点击**确定**选项，此时材料属性定义对话框中输入参数由土体完全饱和密度转换为土颗粒密度。



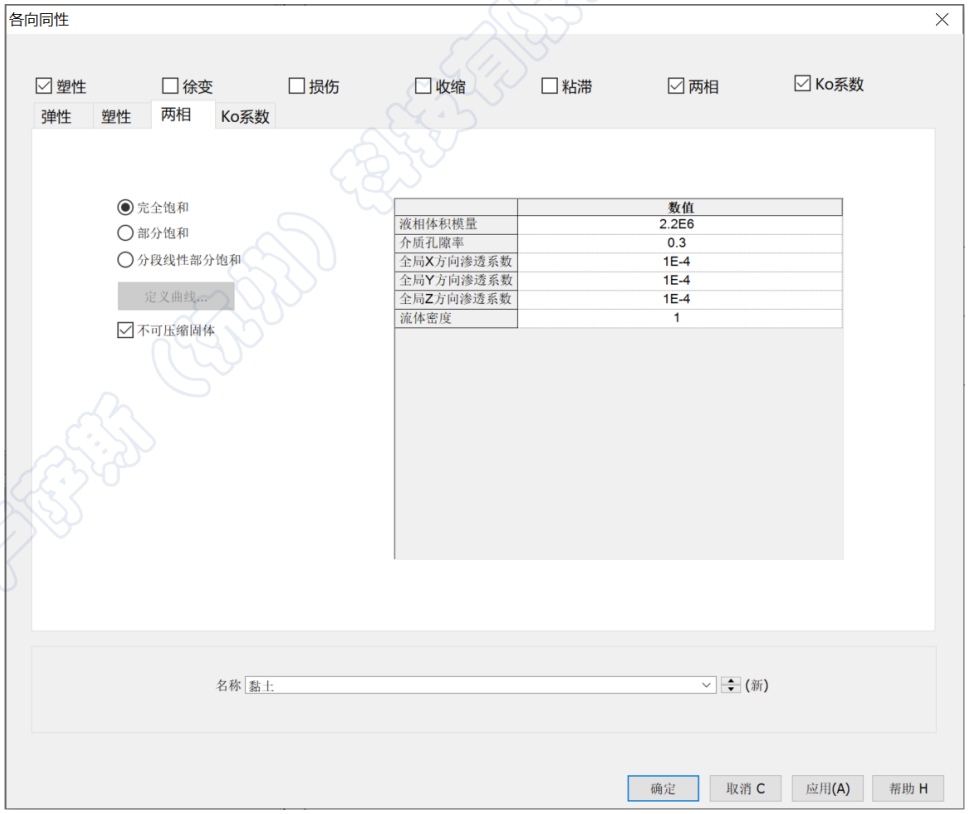
定义黏土材料属性。选择**属性>材料>岩土>修正摩尔库伦**，在弹出的对话框中，勾选**两相**和**Ko系数**选项。更改名称为**黏土**，点击**弹性**选项回到弹性属性输入对话框，输入杨氏模量为**1E3**，泊松比为**0.33**，土颗粒密度为**2.143**。



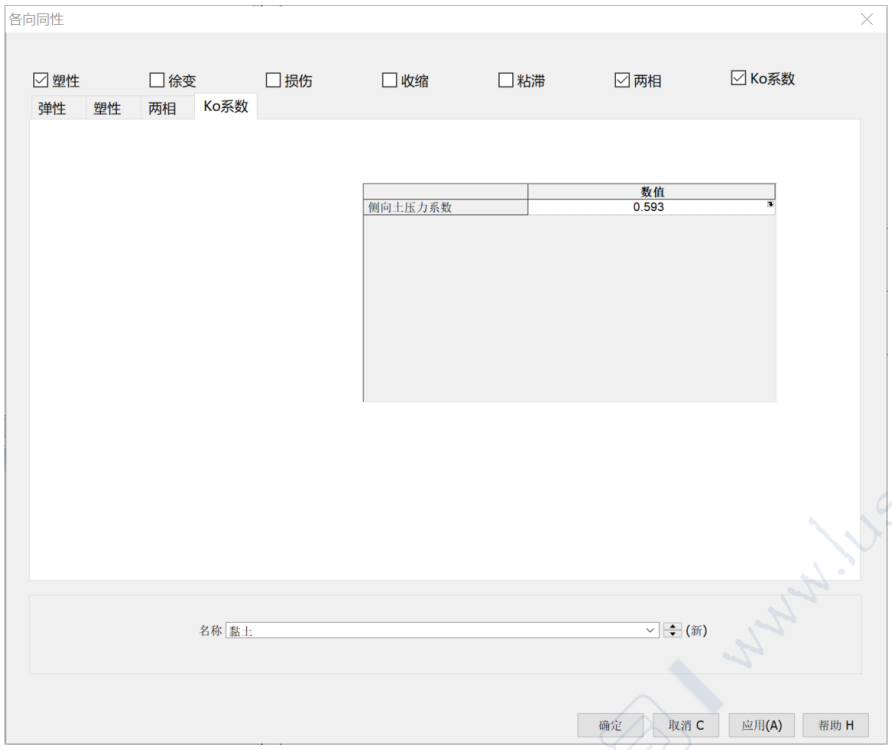
点击**塑性**选项切换至塑性对话框，选择**Rankine**选项，输入摩擦角为**24**，膨胀角为**1**，黏聚力为**2**，张力界定和压力界定分别为**0**和**1E30**。



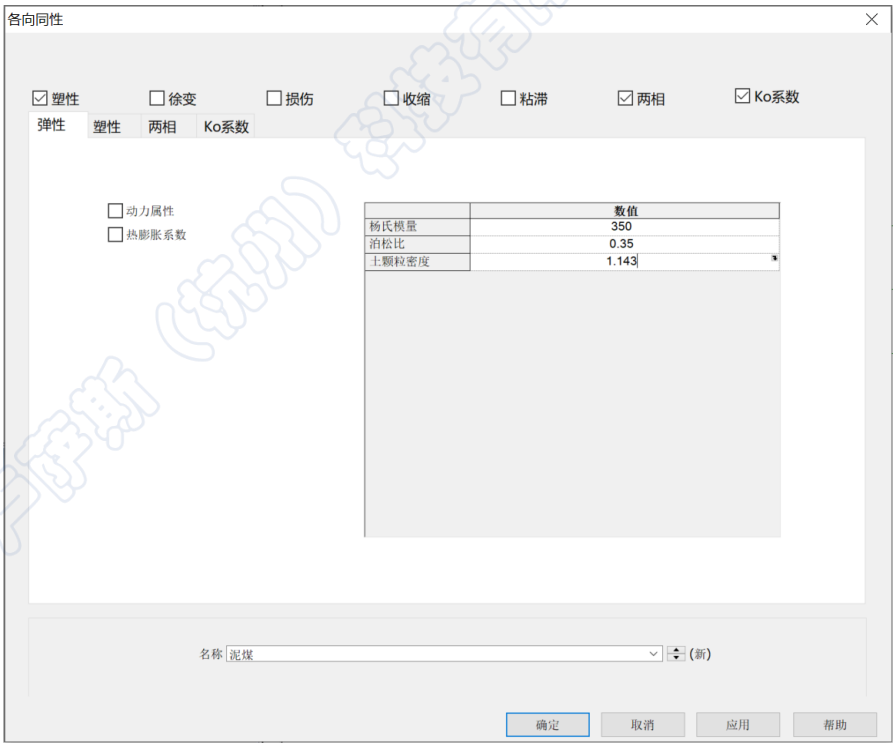
点击**两相**选项。勾选**不可压缩土体**选项，输入液相体积模量为**2.2E6**，介质孔隙率为**0.3**，全局X、Y、Z方向渗透系数为**1E-4**，流体密度为**1**。



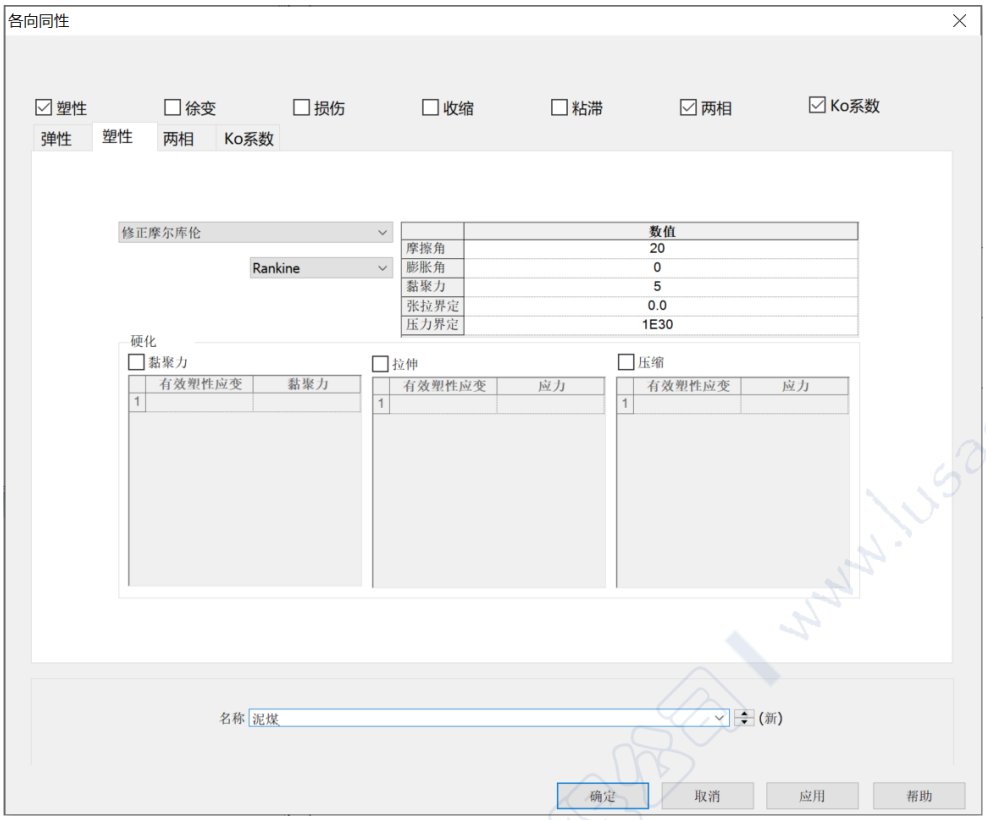
点击**Ko系数**选项，在弹出的对话框中输入侧向土压力系数为**0.593**，点击**应用**选项。



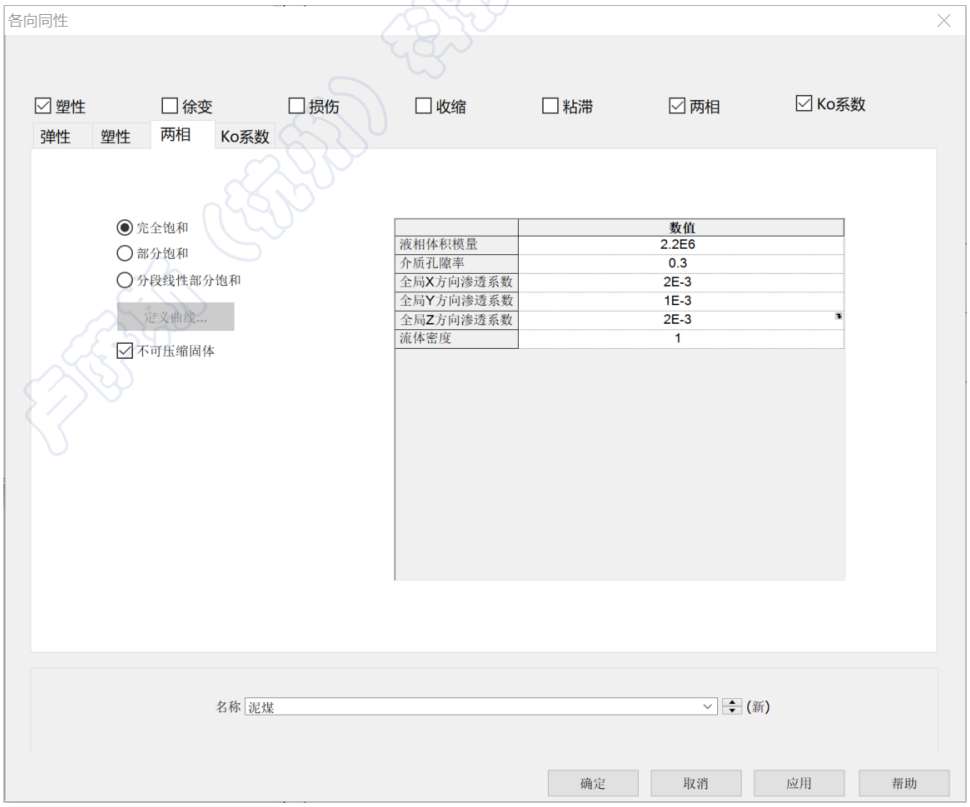
定义泥煤材料属性。修改土体名称为**泥煤**，点击**弹性**选项，更改杨氏模量为**350**，泊松比为**0.35**，土颗粒密度为**1.143**。



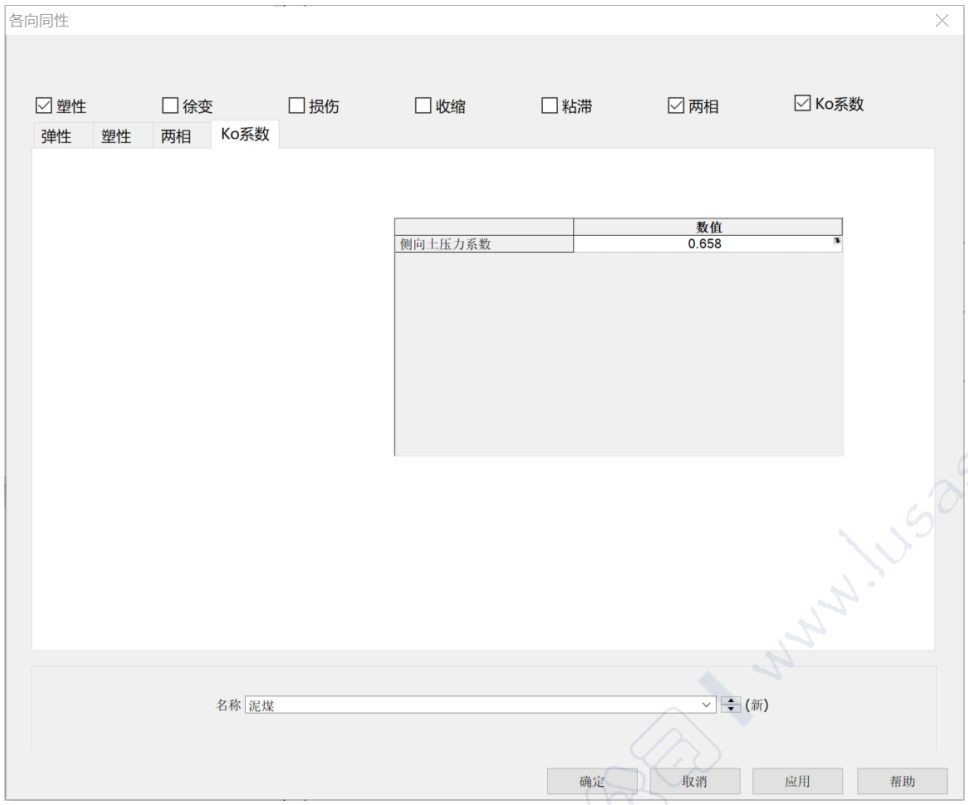
点击**塑性**选项，更改摩擦角为**20**，膨胀角为**0**，黏聚力为**5**，保持其他参数不变。



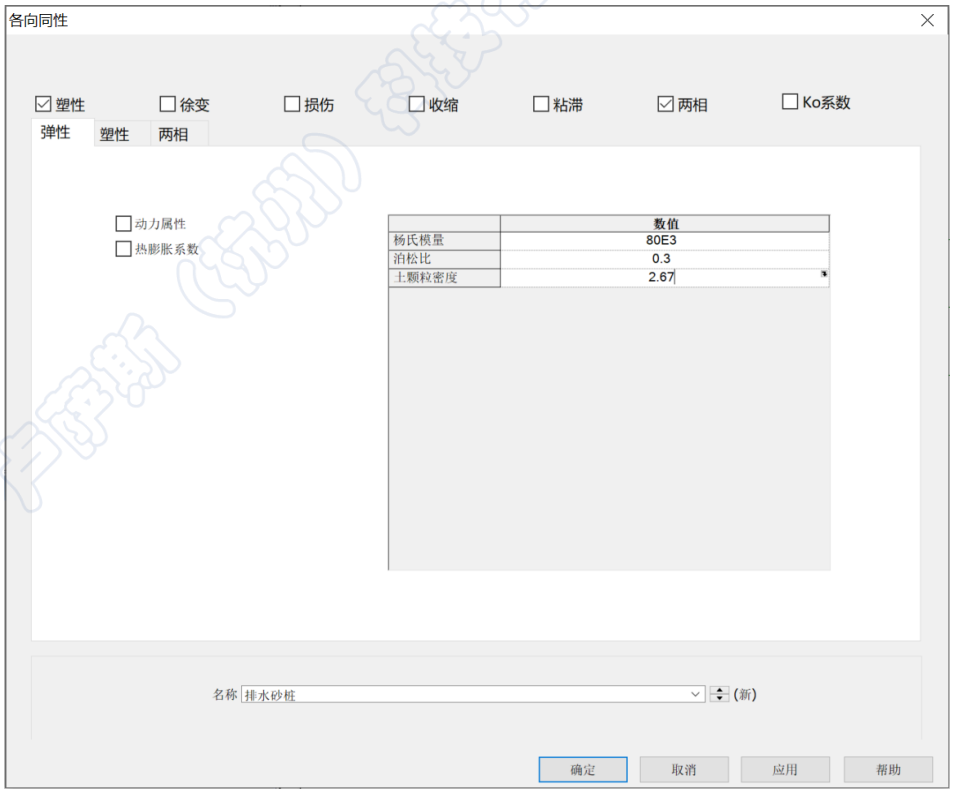
点击**两相**选项，更改全局X、Z方向渗透系数为**2E-3**，全局Y方向渗透系数为**1E-3**，保持其他选项不变。



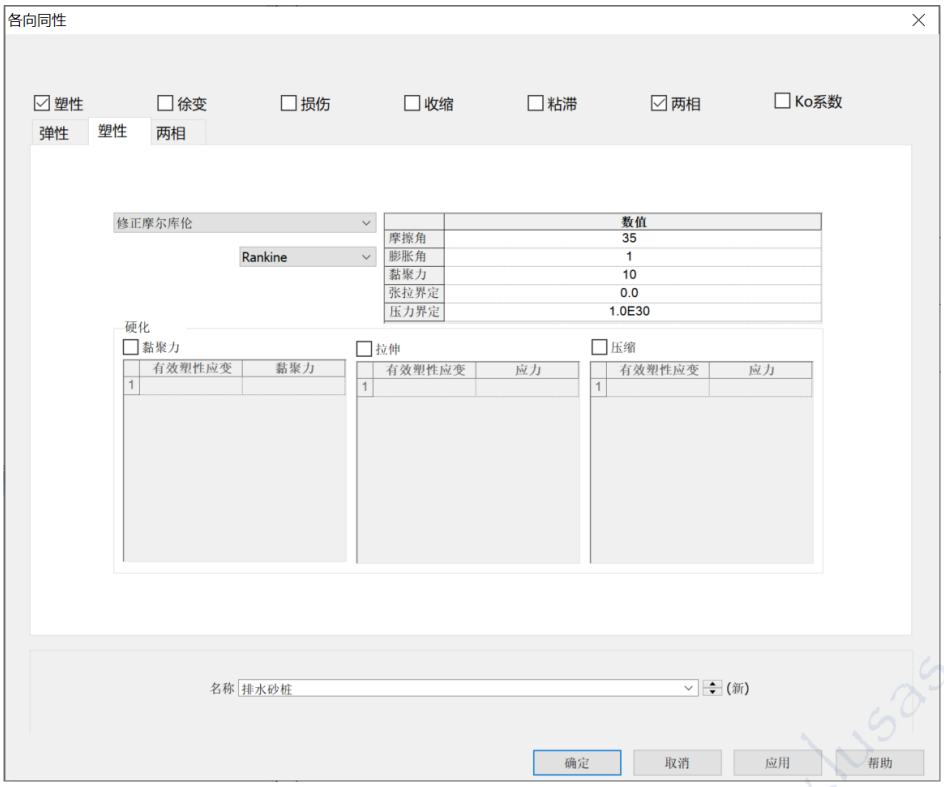
点击**Ko系数**选项，更改Ko系数为**0.658**，点击**应用**选项。



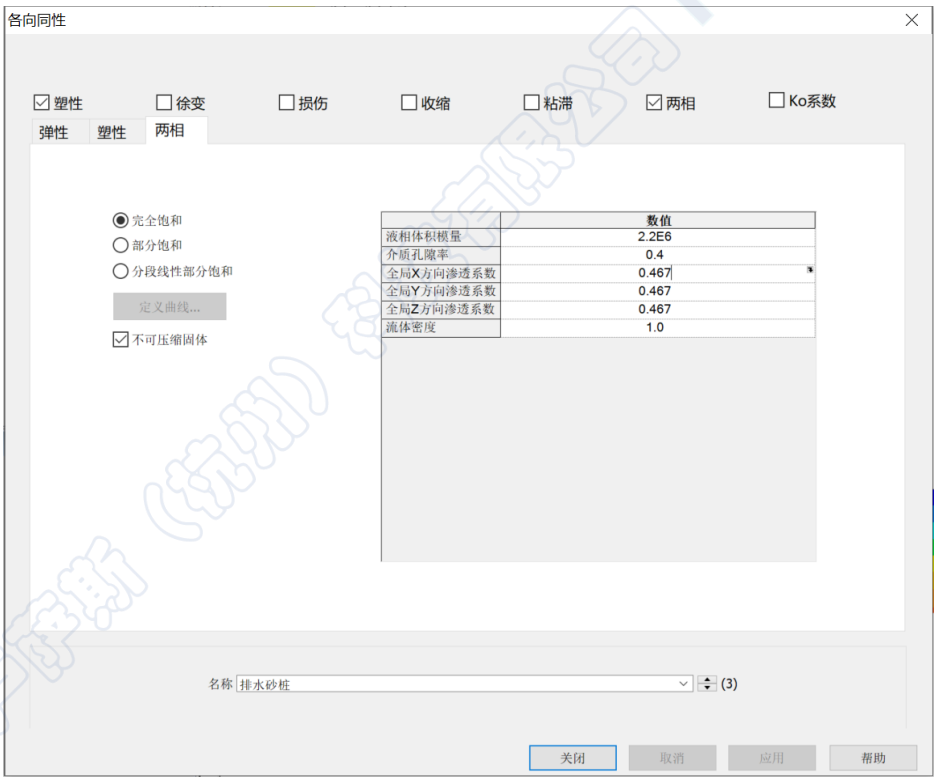
定义排水砂桩材料属性。取消勾选**Ko系数**选项，在弹性属性对话框中更改杨氏模量为**80E3**，泊松比为**0.3**，土颗粒密度为**2.67**。



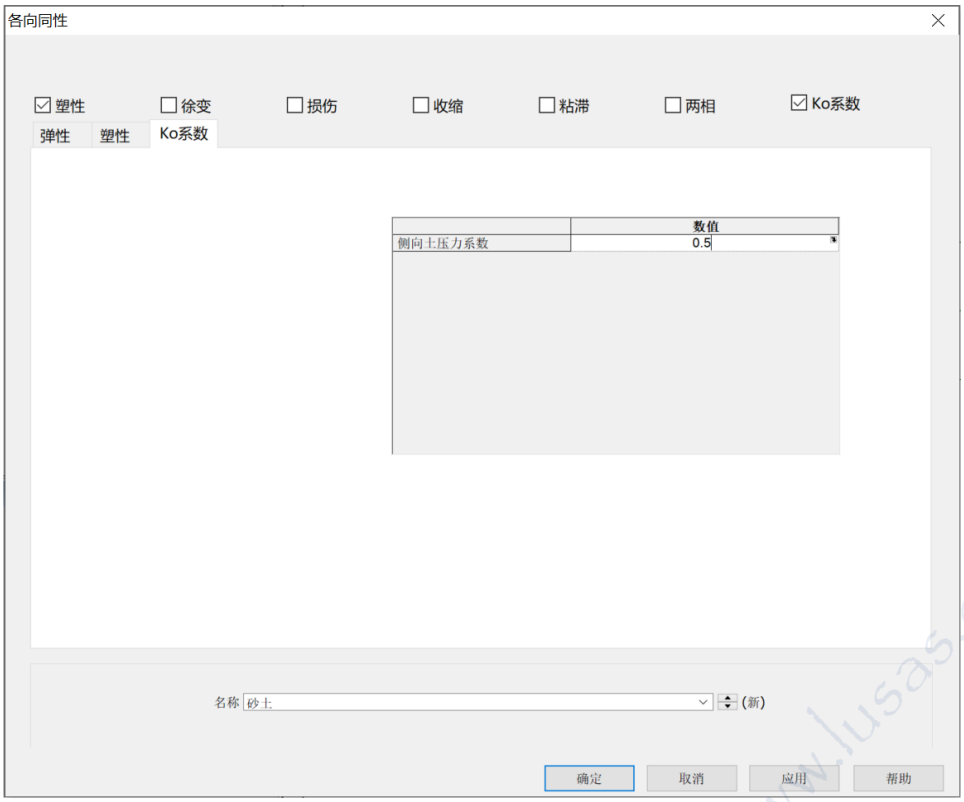
点击**塑性**选项，更改摩擦角为**35**，膨胀角为**1**，黏聚力为**10**，保持其他参数不变。



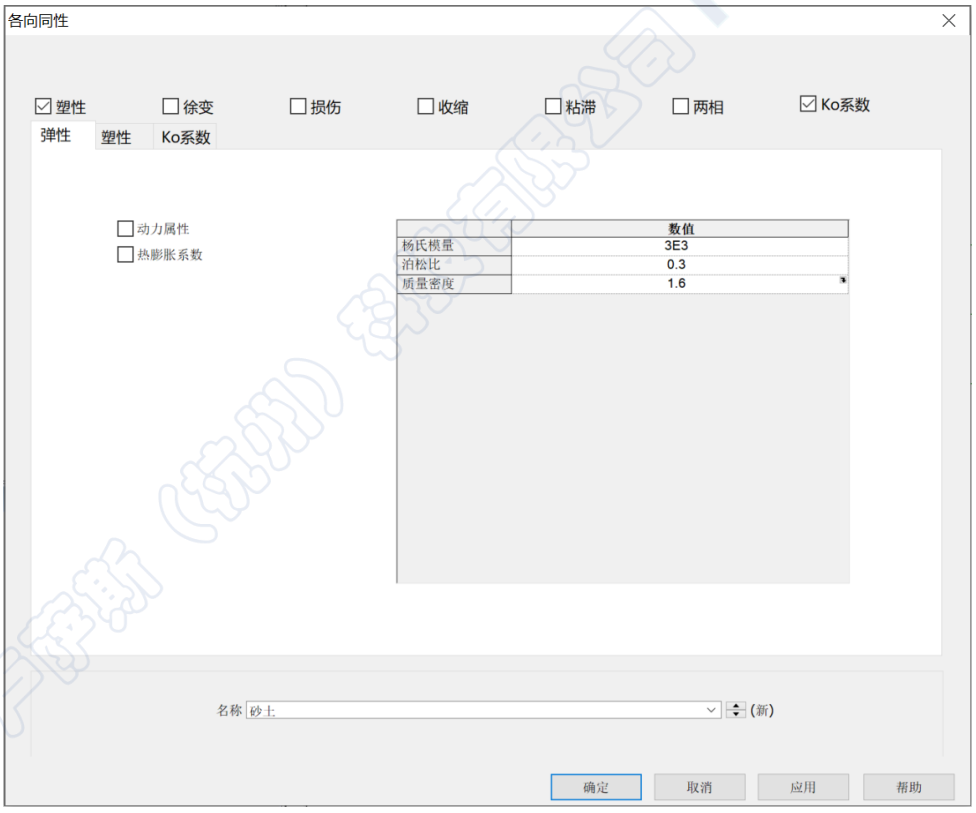
点击**两相**选项，更改介质孔隙率为**0.4**，全局X、Y、Z方向渗透系数为**0.467**，点击**应用**选项。



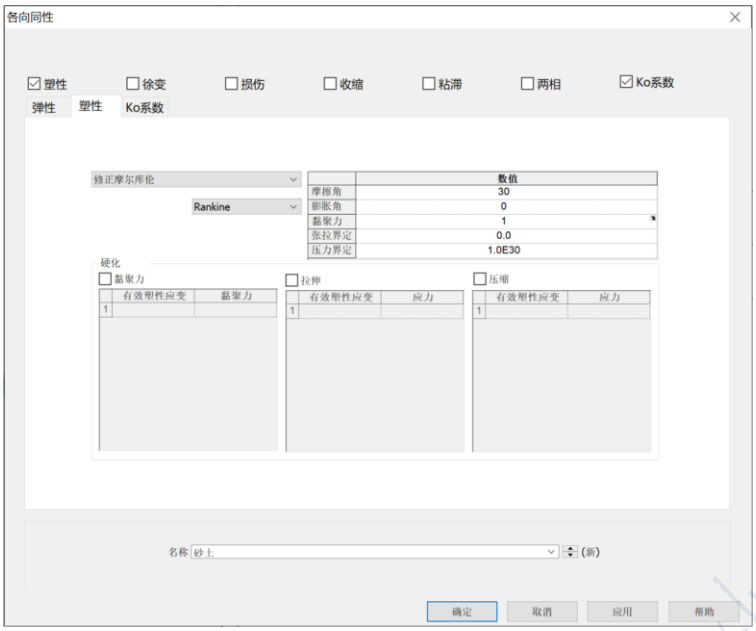
定义路堤土材料属性。取消勾选**两相**选项，重新勾选**Ko系数**选项。更改名称为**砂土**，输入侧向土压力系数为**0.5**。



点击**弹性**选项，更改杨氏模量为**3E3**，质量密度为**1.6**。



点击**塑性**选项，更改摩擦角为**30**，膨胀角为**0**，黏聚力为**1**，保持其他选项不变，点击**确定**选项。



至此模型材料定义完成

支承

定义黏土底部边界支承。选择**属性>支承**，在弹出的对话框中，选择X、Y平移自由度为**固接**，输入名称为**XY固接**，点击**应用**选项。



更改孔隙压力自由度为**固接**，输入名称为**XY固接，孔隙水压力固定**，点击**应用**选项。



更改Y方向自由度为**自由**，孔隙压力自由度为**自由**，输入名称为**X固接**，点击**应用**选项。



更改孔隙压力自由度为**固结**，输入名称为X**固结，孔隙水压力固定**，点击**应用**选项。



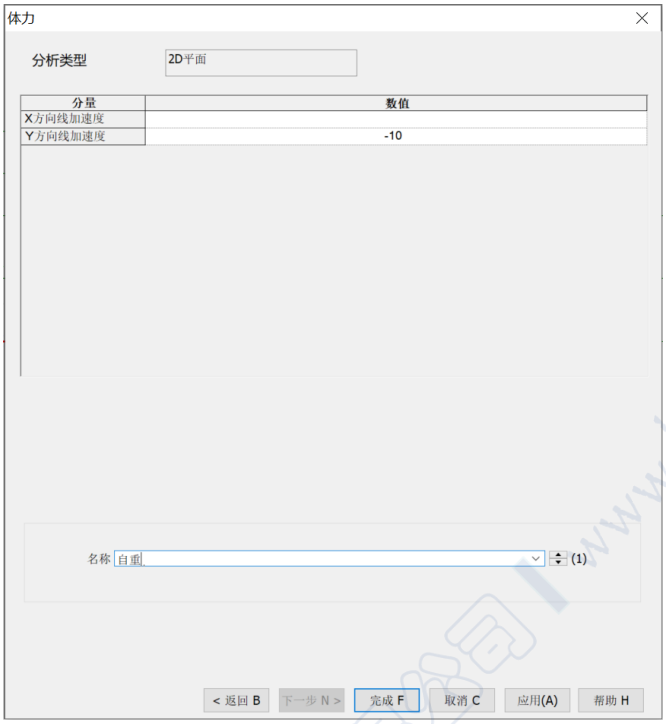
更改X方向自由度为**自由**，孔隙压力自由度为**固接**，输入名称为**孔隙水压力固定**，点击**确定**选项。



至此模型支撑定义完成

荷载

定义自重荷载属性。选择**属性>荷载**，在弹出的对话框中，选择**体力**，点击**下一步**，输入Y方向线加速度为**-10**，输入荷载名称为**自重**，点击**完成**选项。



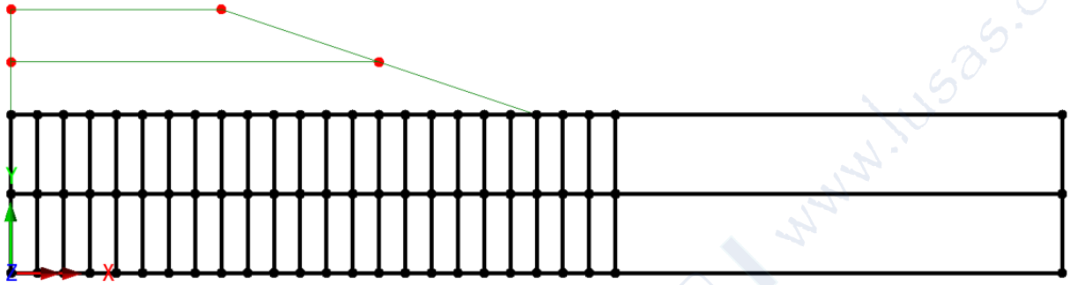
激活与钝化

定义激活与钝化属性。选择**属性>激活和钝化**，在弹出的对话框中，选择**激活**，点击**下一步**，输入名称为**激活**，点击**应用**选项。点击**返回**选项，选择**钝化**，点击**下一步**，输入名称为**钝化**，点击**完成**选项。

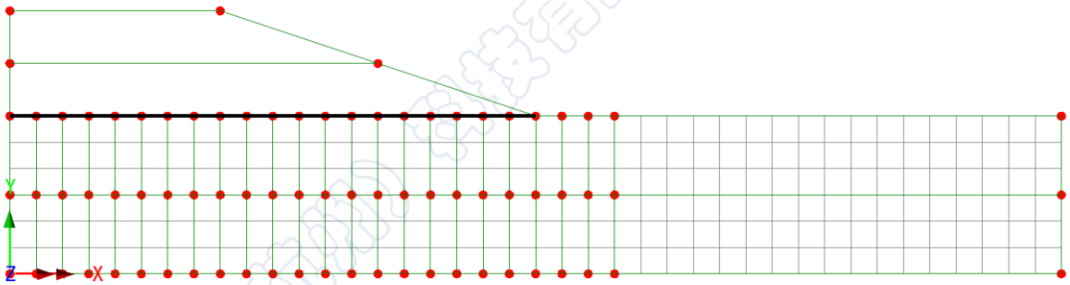


设置网格

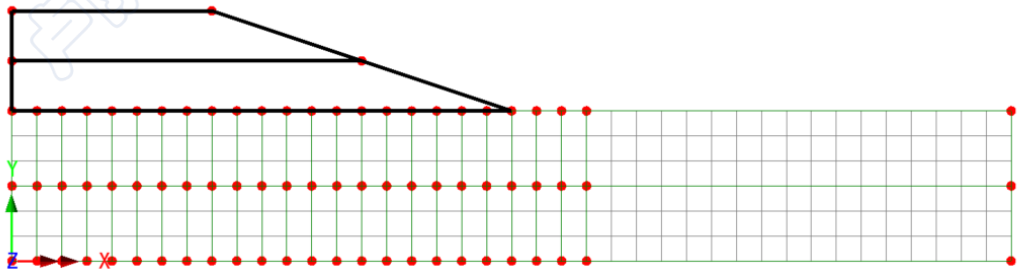
框选如下所示的黏土、泥煤和排水砂桩几何，依次拖动**属性**树形目录中的面网格属性**QPN8P**和线网格属性**单元长度=1m**至视图窗口。



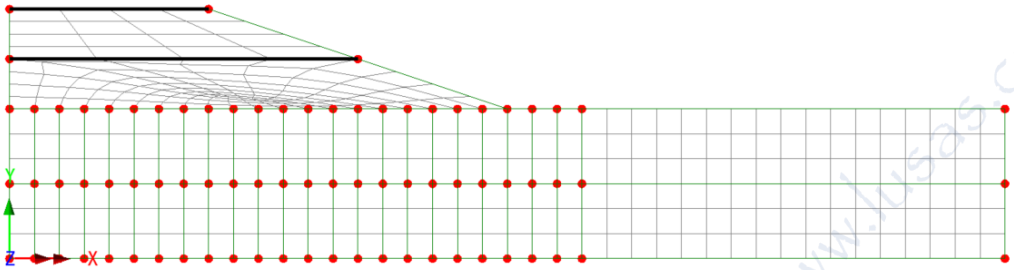
选中如下所示的几何线，点击**几何>线>组合线>线**，创建路堤1底部边界组合线。



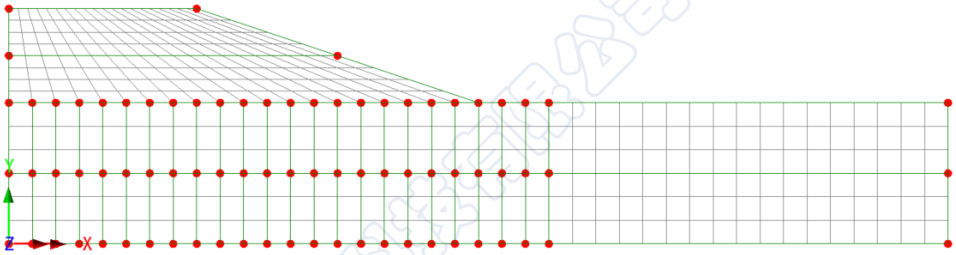
按住**Shift**键选中如下所示的路堤几何面，拖动**属性**树形目录中的面网格属性**QPN8**至视图窗口。



选中如下所示的几何线，拖动**属性**树形目录中的线网格属性**分段数=20**至视图窗口。

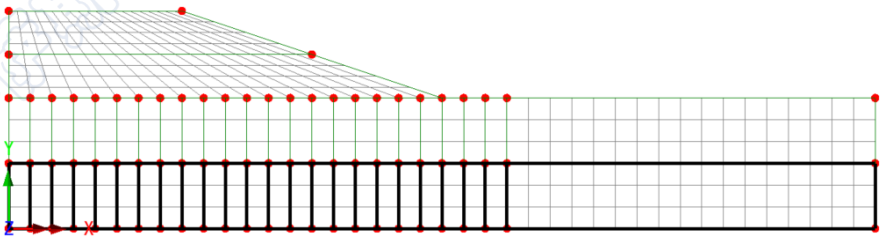


至此，模型网格划分完成。

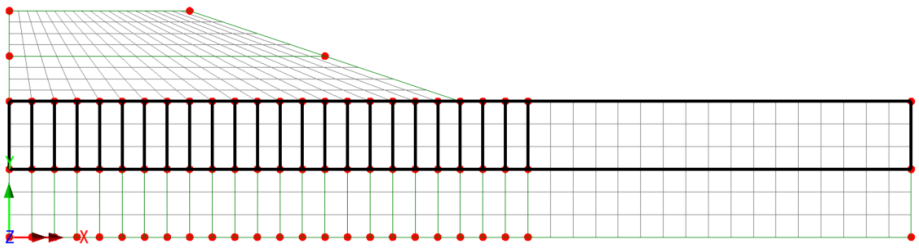


设置材料

设置黏土材料属性。选择如下所示的几何面，鼠标右键点击**组**树形目录中的**排水砂桩**，选择**取消选择成员**选项。拖动**属性**树形目录中的**黏土**至视图窗口，在弹出的对话框中，确保勾选了**设置到面**和**分析1**，点击**确定**选项。

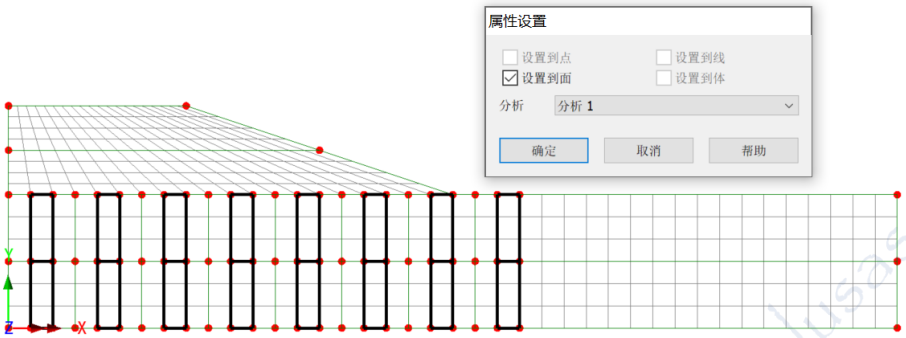


设置泥煤材料属性。选择如下所示的几何，鼠标右键点击**组**树形目录中的排水砂桩，选择**取消选择成员**选项。拖动**属性**树形目录中的**泥煤**至视图窗口，在弹出的对话框中，确保勾选了**设置到面**和**分析1**，点击**确定**选项。

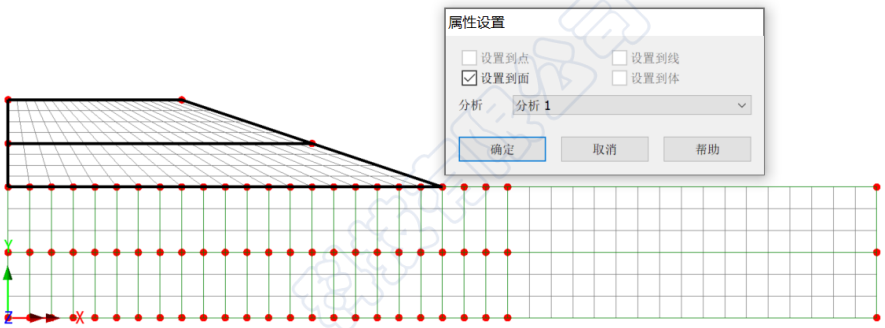


设置排水砂桩材料属性。点击视图窗口空白处以不选择任何几何，鼠标右键点击**组**树形目录中的**排水砂桩**，选择**选择成员**选项，拖动**属性**树形目录中的

排水砂桩至视图窗口，在弹出的对话框中，确保勾选了**设置到面**和**分析1**，点击**确定**选项。



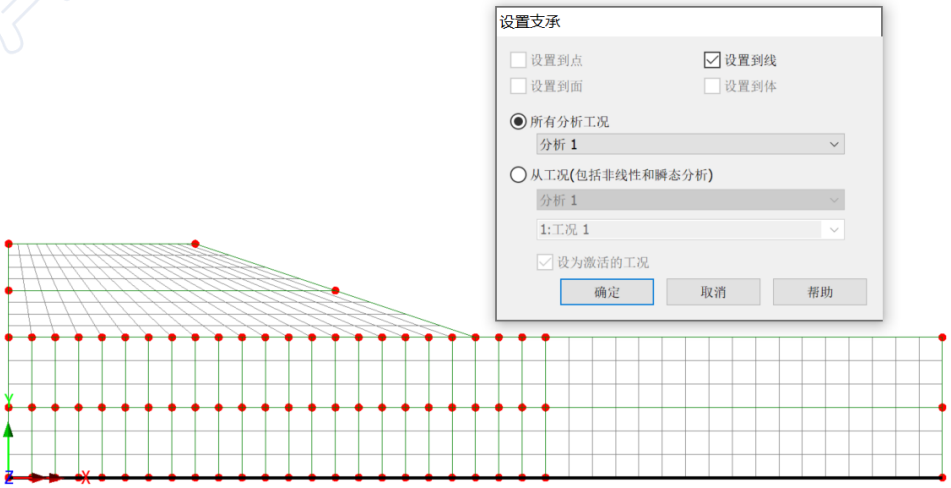
设置路堤材料属性。选择如下所示的几何，拖动**属性**树形目录中的**砂土**至视图窗口，在弹出的对话框中，确保勾选了**设置到面**和**分析1**，点击**确定**选项。



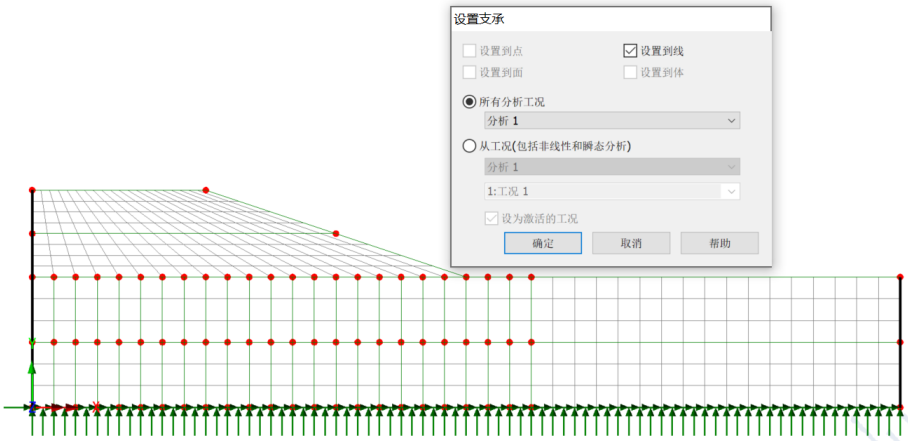
至此，模型材属性设置完成。

设置分析1支承

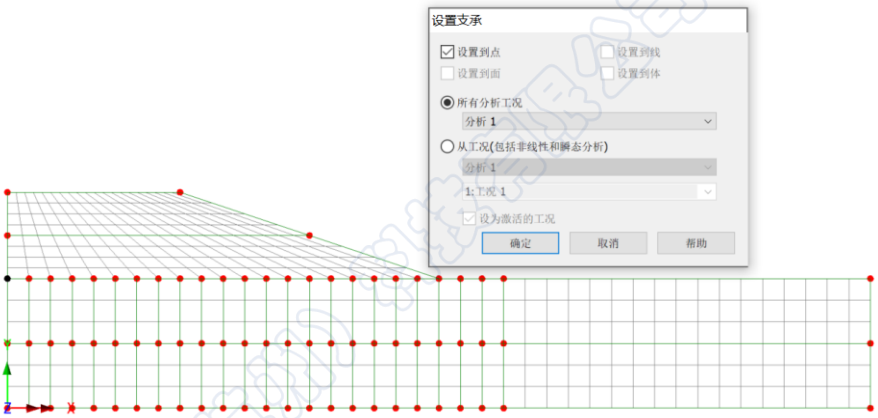
设置黏土底部支承属性。选择黏土底部的几何线，拖动**属性**树形目录中的支承属性**XY固接**至视图窗口，在弹出的对话框中，确保勾选了**设置到线**和**分析1**，点击**确定**选项。



设置两侧边界支承属性。选择如下所示的两侧边界线，拖动**属性**树形目录中的支承属性**X固接**至视图窗口，在弹出的对话框中，确保勾选了**设置到线**和**分析1**，点击**确定**选项。（点击按钮可显示或隐藏支承属性）

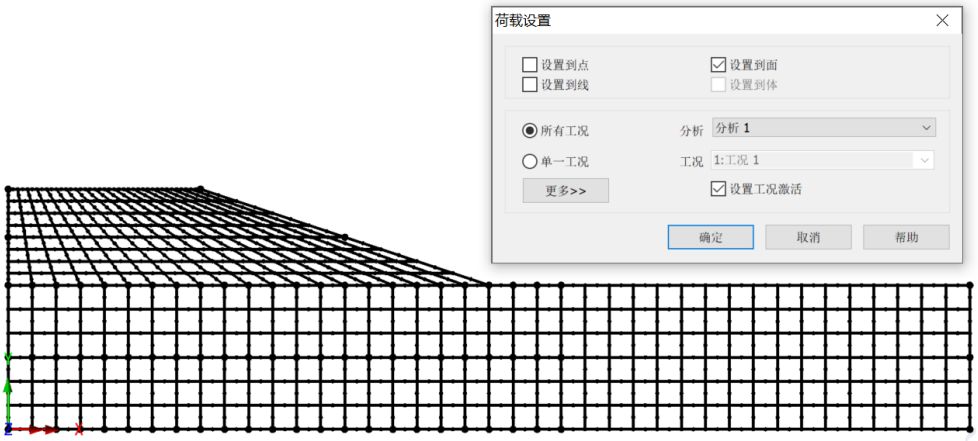


设置自由水面。选择如下所示的几何点，拖动**属性**树形目录中的支承属性**X固结，孔隙水压力固定**至视图窗口，在弹出的对话框中，确保勾选了**设置到点**和**分析1**，点击**确定**选项。



设置分析1荷载

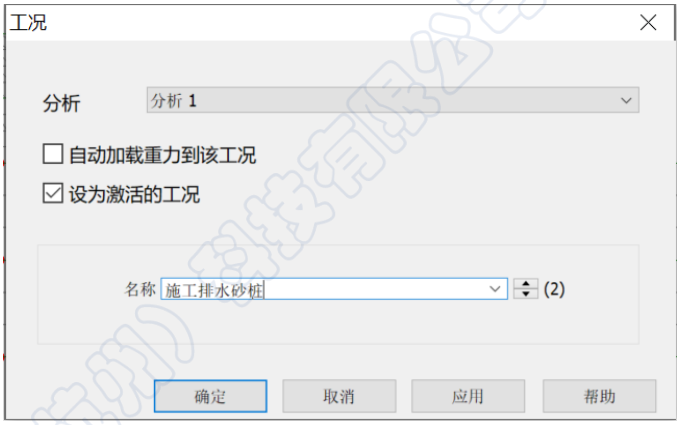
使用**Ctrl+A**组合键选中视图中的所有几何，拖动**属性**树形目录中的荷载属性**自重**至视图窗口，在弹出的对话框中，确保勾选了**设置到面**和**所有工况**，点击**确定**选项。（点击按钮可显示或隐藏荷载属性）



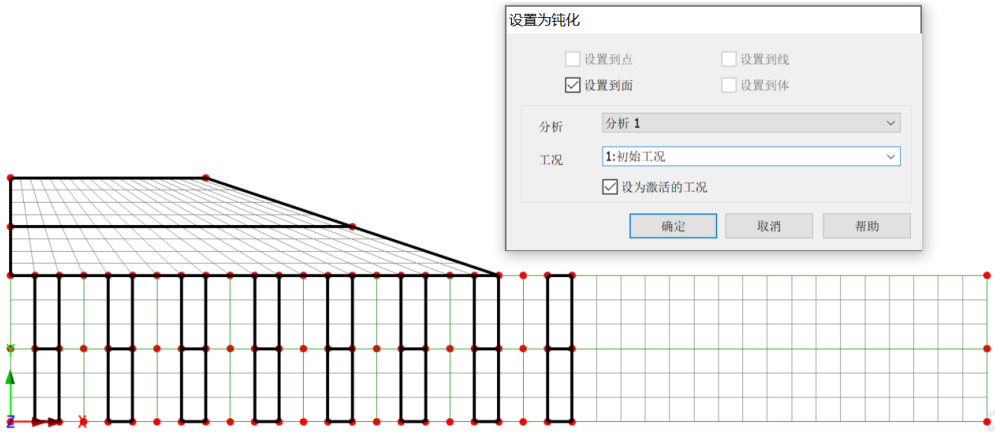
设置分析1工况

右键点击**分析**树形目录中的**工况1**，选择**重命名**选项，输入名称为**初始工况**。

右键点击**分析**树形目录中的**初始工况**，选择**新建>工况**，在弹出的对话框中，输入名称为**施工排水砂桩**，点击**确定**选项。

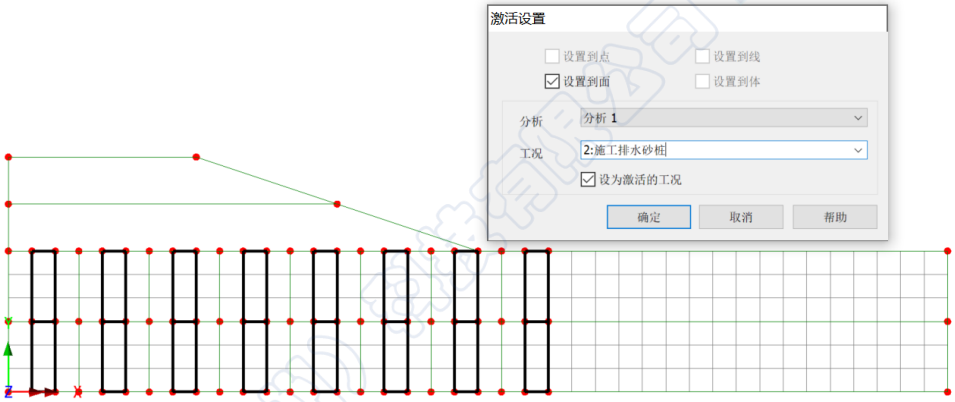


右键选择**属性**树形目录中的材料属性**排水砂桩**，选择**选择设置项**；右键选择**属性**树形目录中的材料属性**砂土**，选择**选择设置项**，在弹出的选项对话框中，选择**添加到选择项中**，点击**确定**选项。拖动**属性**树形目录中的**钝化**属性至视图窗口，在弹出的对话框中，确保勾选了**设置到面**和**初始工况**，点击**确定**选项。



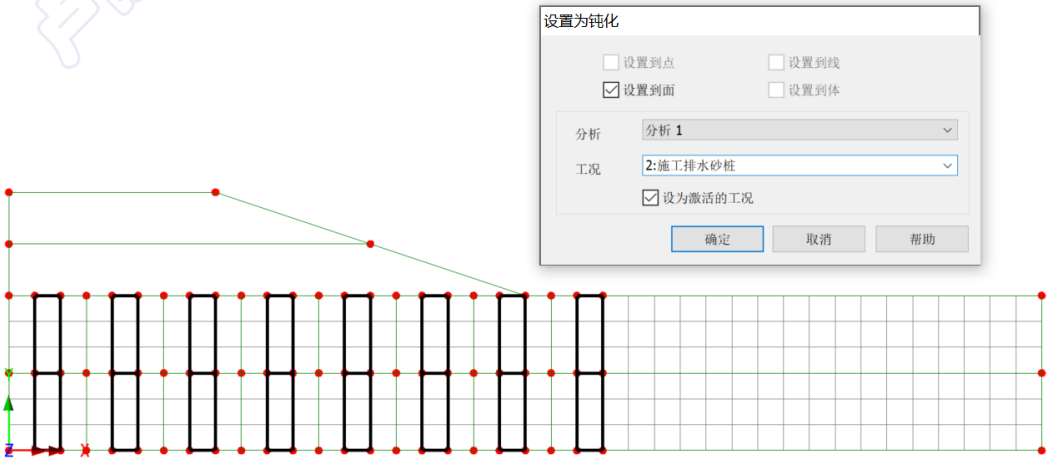
鼠标点击视图窗口的空白处，确保未选择任何几何。

鼠标右键选择**属性**树形目录中的材料属性**排水砂桩**，选择**选择设置项**选项，拖动**属性**树形目录中的**激活**属性至视图窗口，在弹出的对话框中，确认勾选了**设置到面**和**施工排水砂桩**工况，点击**确定**选项。



鼠标点击视图窗口的空白处，确保未选择任何几何。

鼠标右键点击**组**树形目录中的**土-排水砂桩**，选择**选择成员**选项，拖动**属性**树形目录中的**钝化**属性至视图窗口，在弹出的对话框中，确认勾选了**设置到面**和**施工排水砂桩**，点击**确定**选项。



设置分析1非线性控制

右键点击**分析**树形目录中的**初始工况**，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，点击**确定**选项。



右键点击**分析**树形目录中的**施工排水砂桩**工况，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，点击**确定**选项。

点击按钮保存模型。

至此，稳态分析1模型建立完成。

创建瞬态分析2

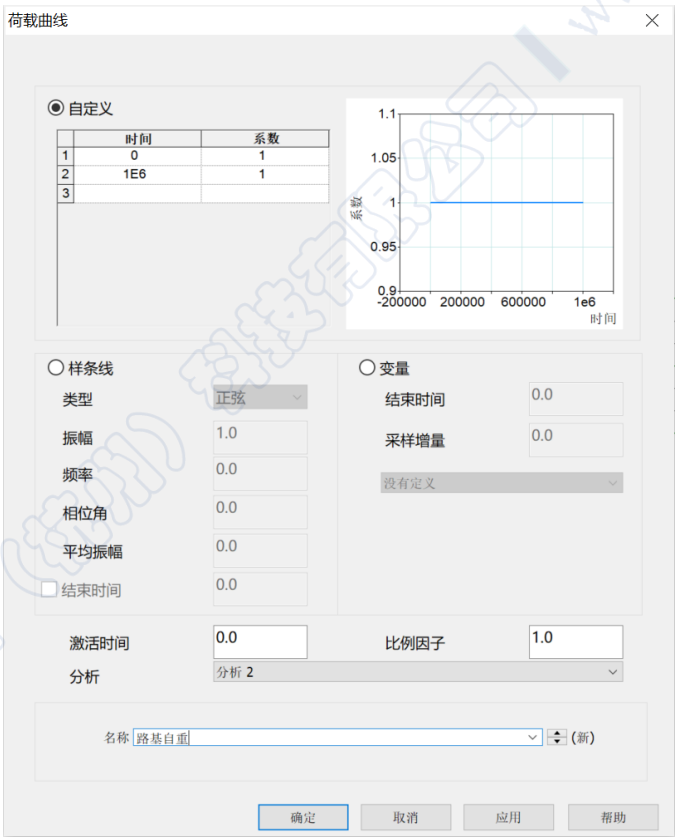
鼠标右键点击**分析**树形目录中的**结构分析**，选择**新建>分析>结构场分析**，在弹出的分析对话框中，点击**初始状态**选项，选择**从指定的工况继续（重新启动）**，确保选择的工况为**分析1**中的**施工排水砂桩**，点击**确定**选项。



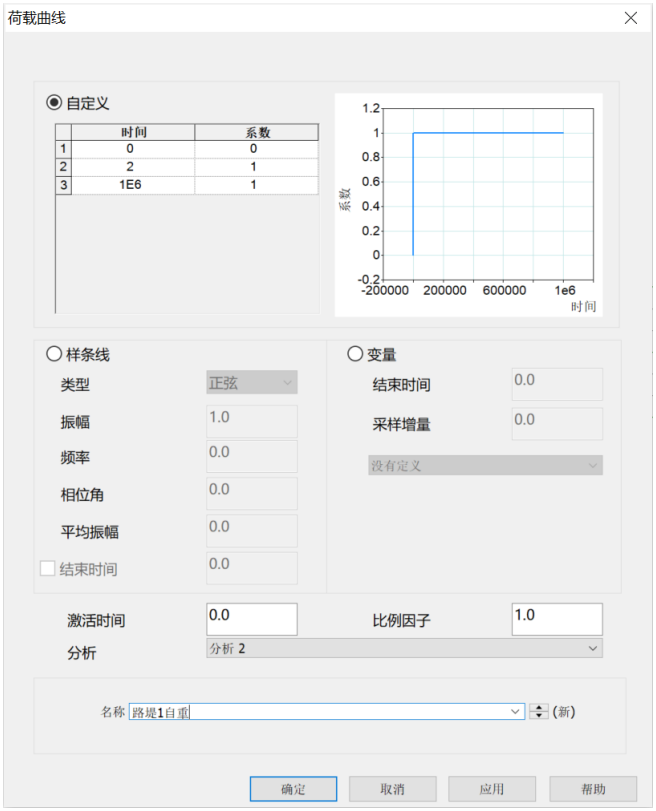
新建荷载曲线

为模拟路堤的分阶段施工和固结，拟创建如下的荷载曲线（荷载曲线时间-系数定义参考**描述**章节中的施工阶段）。

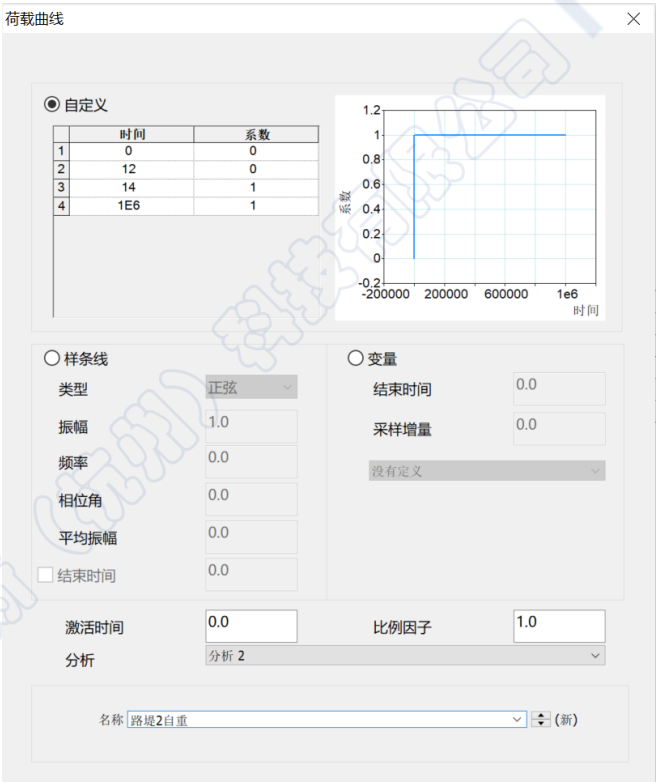
定义路基荷载曲线。点击**分析>荷载曲线**，在弹出的荷载曲线对话框中，输入如下的时间-荷载系数，确保分析选择了**分析2**，更改荷载曲线名称为**路基自重**，点击**应用**选项。



路堤1荷载曲线。修改时间-荷载系数如下所示，更改荷载曲线名称为**路堤1自重**，点击**应用选项**。



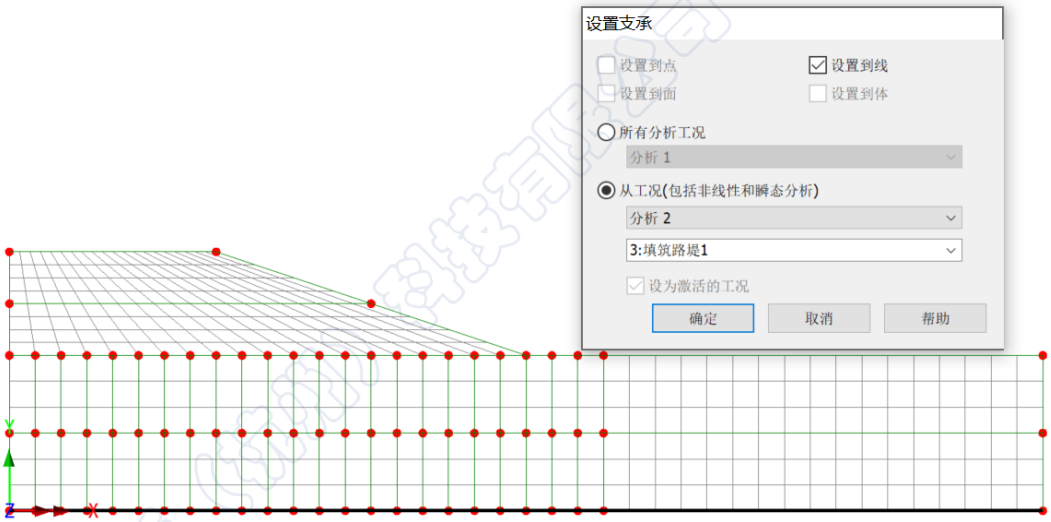
路堤2荷载曲线。修改时间-荷载系数如下图所示，更改荷载曲线名称为**路堤2自重**，点击**确定**选项。



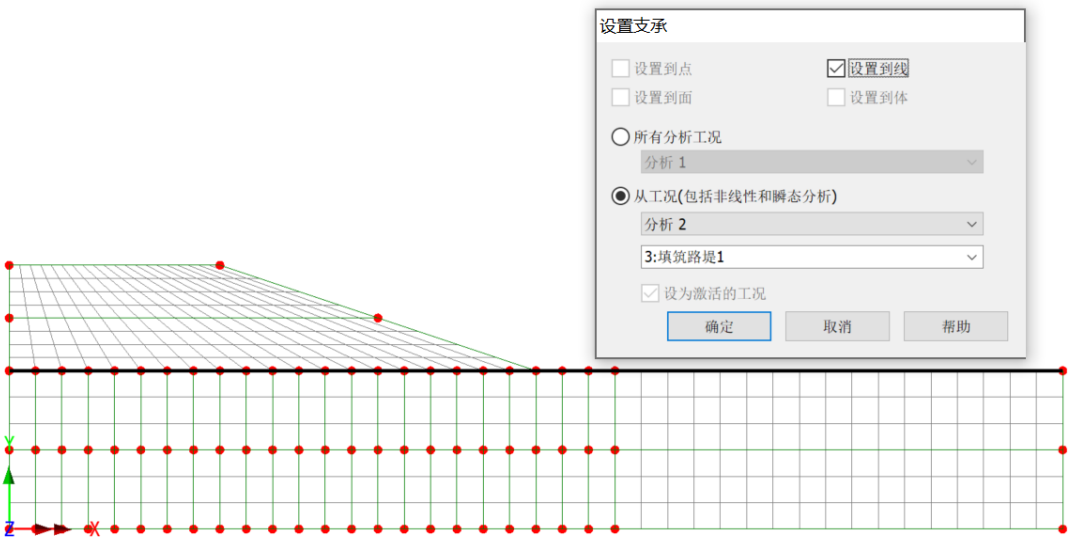
分析2工况1：修筑路堤1

鼠标右键点击**分析**树形目录中的工况，选择**重命名**，修改名称为**填筑路堤1**。

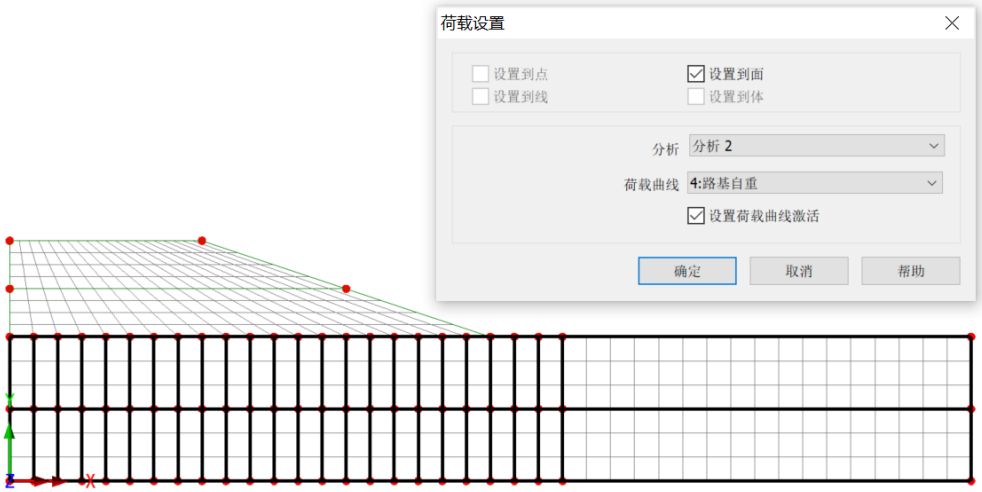
设置黏土底部边界支承属性。黏土底部边界可自由透水（黏土底部为砂土层，透水性很大，黏土底部的超孔隙水压力可自由消散至下层砂土中，在此模型中，底层砂土未创建）。选择黏土底部的边界线，拖动**属性**树形目录中的支承属性**XY固结，孔隙水压力固定**至视图窗口，在弹出的对话框中选择**分析2：填筑路堤1**，点击**确定**选项。



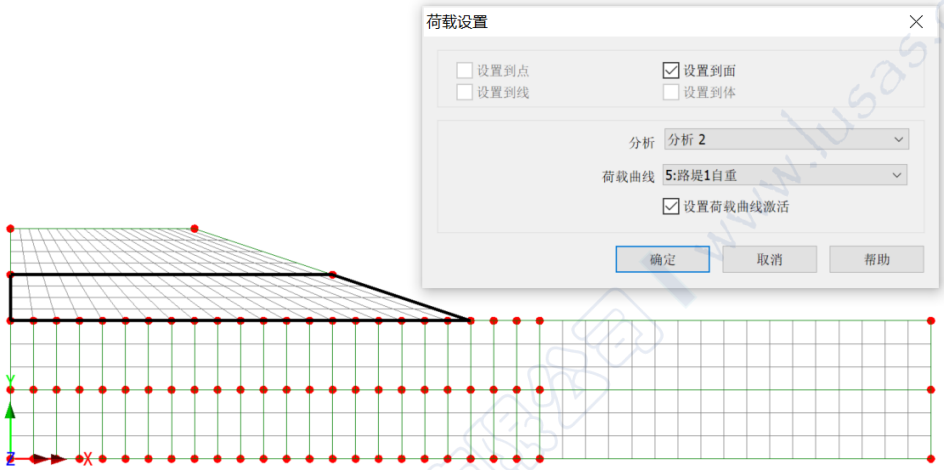
设置泥煤顶部边界支承属性。选择泥煤顶部边界线，拖动**属性**树形目录中的支承属性**孔隙水压力固定**至视图窗口，在弹出的对话框中，确保选择了**分析2：修筑路堤1**，点击**确定**选项。



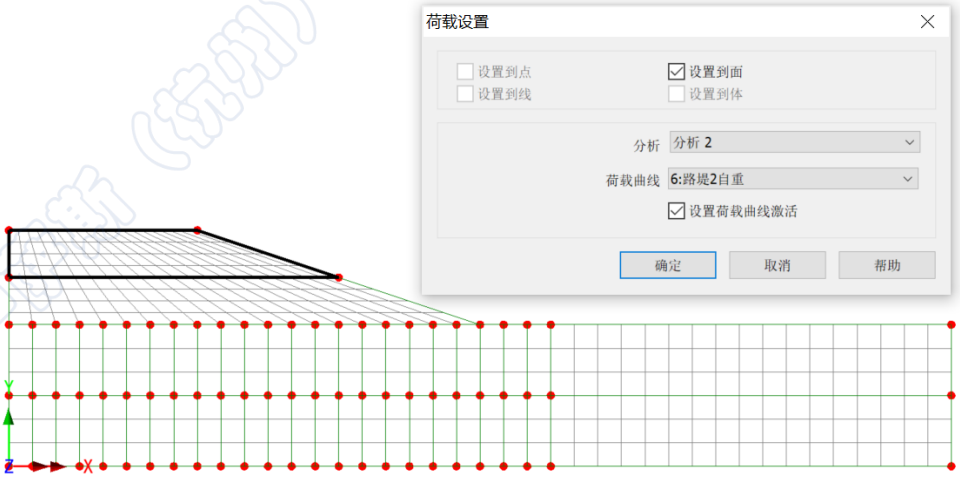
设置路基自重荷载。选择路基几何，拖动**属性**树形目录中的荷载属性**自重**至视图窗口，在弹出的对话框中，选择分析为**分析2**，荷载曲线选择**路基自重**，点击**确定**选项。



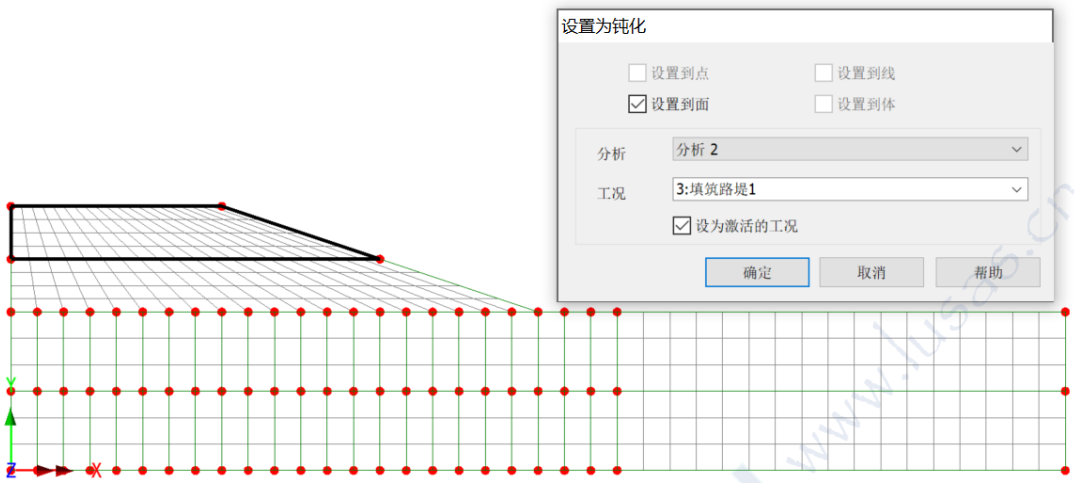
设置路堤1自重荷载。选择路堤1几何，拖动**属性**树形目录中的荷载属性**自重**至视图窗口，在弹出的对话框中，选择分析为**分析2**，荷载曲线选择**路堤1自重**，点击**确定**选项。



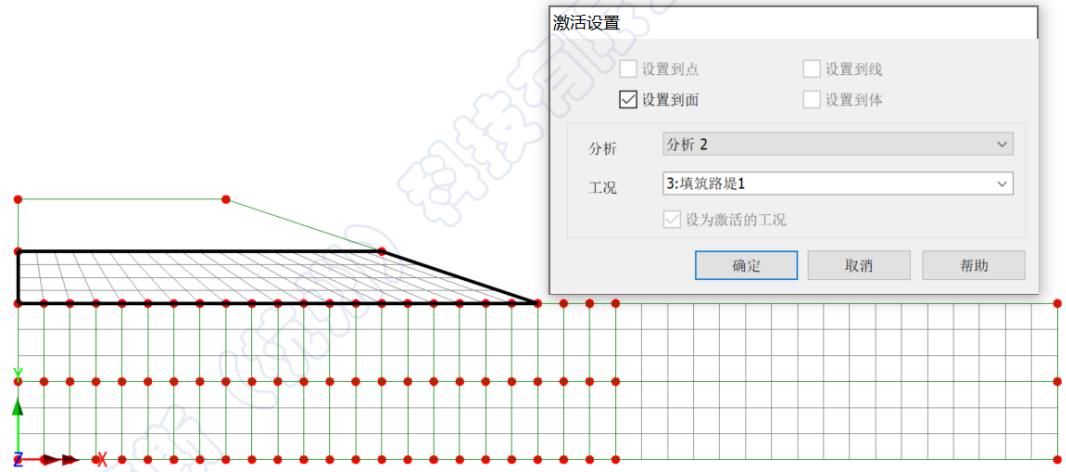
设置路堤2自重荷载。选择路堤2几何，拖动**属性**树形目录中的荷载属性**自重**至视图窗口，在弹出的对话框中，选择分析为**分析2**，荷载曲线选择**路堤2荷载曲线**，点击**确定**选项。



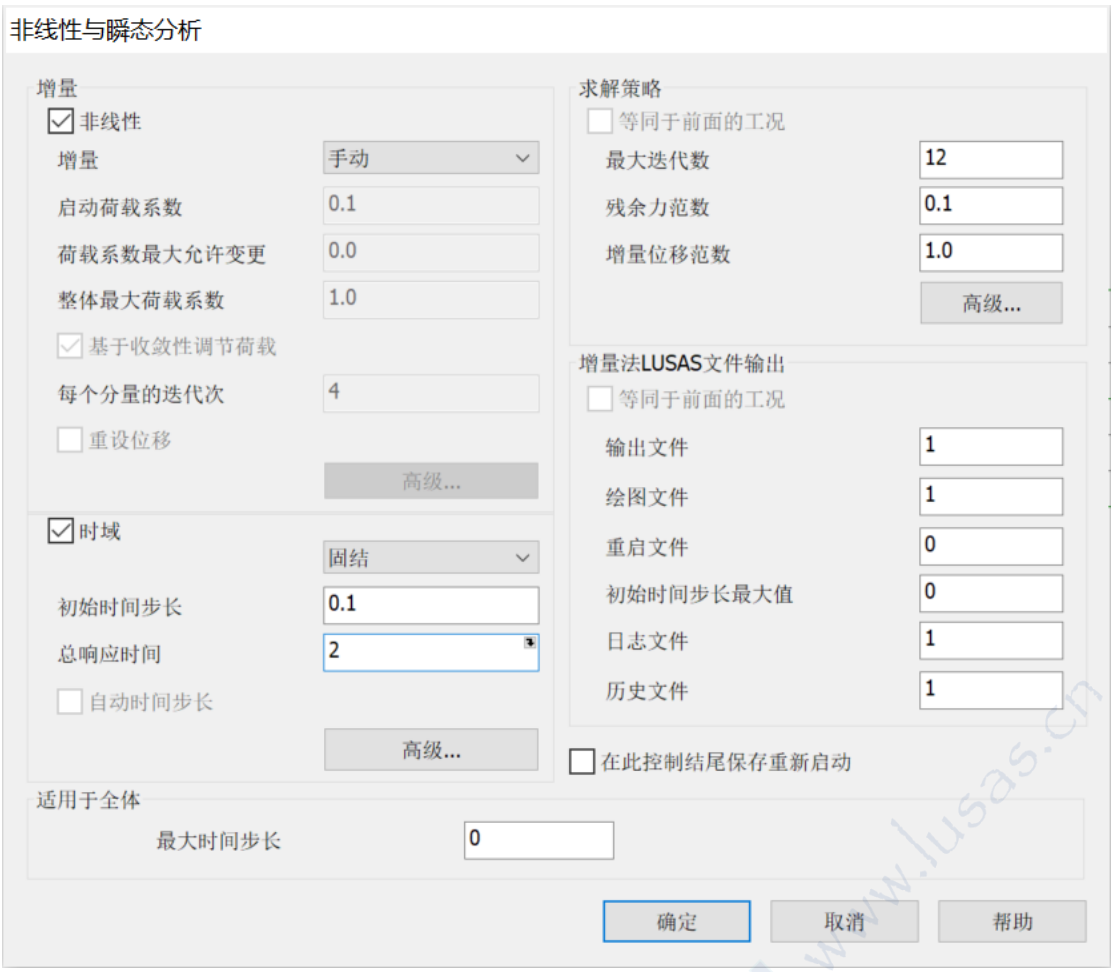
设置钝化属性。选择路堤2几何，拖动**属性**树形目录中的**钝化**属性至视图窗口，确保选择了**分析2**，**填筑路堤1**工况，点击**确定**选项。



设置激活属性。选择路堤1几何，拖动**属性**树形目录中的**激活**属性至视图窗口，确保选择了**分析2**，**填筑路堤1**工况，点击**确定**选项。

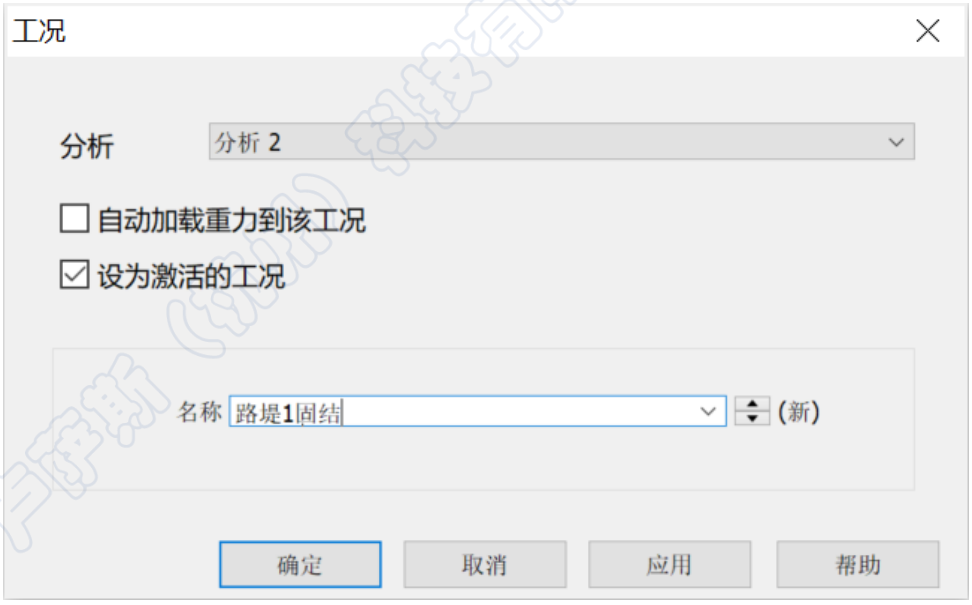


设置非线性控制选项。鼠标右键点击**分析**树形目录下的工况**修筑路堤1**，选择**控制>非线性和瞬态**，在弹出的对话框中，勾选**非线性**和**时域**选项，输入初始时间步长为**0.1**，总响应时间为**2**。点击**确定**选项。

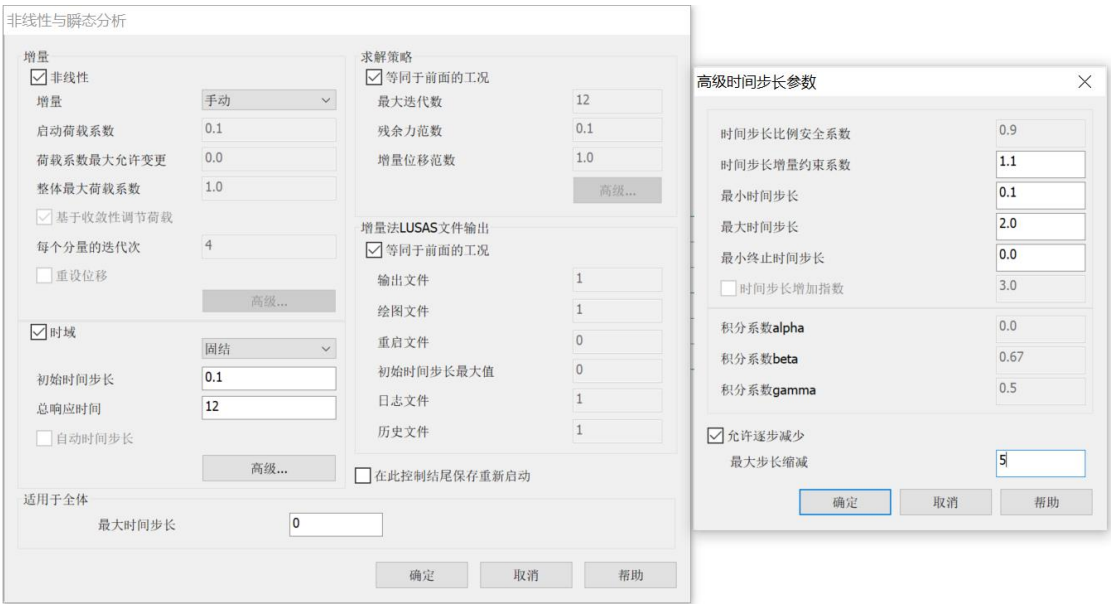


分析2工况2：路堤1固结

鼠标右键点击分析2中的工况：**修筑路堤1**，选择**新建>工况**，输入新建工况的名称为**路堤1固结**，点击**确定**选项。

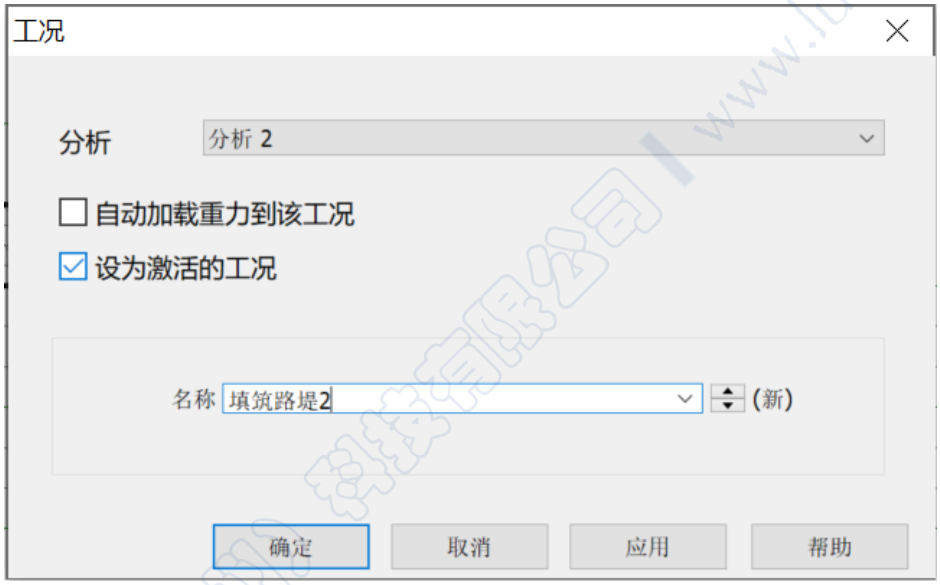


鼠标右键点击**分析**树形目录中的**路堤1固结**，选择**控制>非线性和瞬态**，在弹出的对话框中，勾选**非线性**和**时域**，输入初始时间步长为**0.1**，总响应时间为**12**。点击**高级**选项，在弹出的对话框中，输入时间步长增量约束系数为**1.1**，最小时间步长为**0.1**，最大时间步长为**2**。保持其它选项不变，点击**确定**选项回到非线性与瞬态分析对话框，点击**确定**选项。

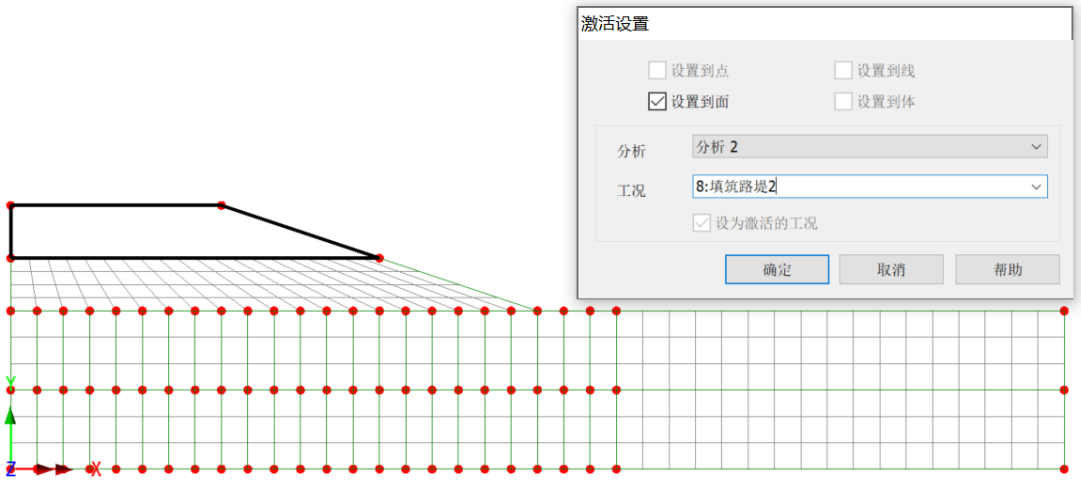


分析2工况3：修筑路堤2

鼠标右键点击分析2中的工况：**路堤1固结**，选择**新建>工况**，输入新建工况的名称为**填筑路堤2**，点击**确定**选项。



设置路堤2激活属性。选择如下图所示的路堤2几何，拖动**属性**树形目录中的**激活**属性至视图窗口，在弹出的对话框中，确保选择了**分析2：填筑路堤2**工况，点击**确定**选项。

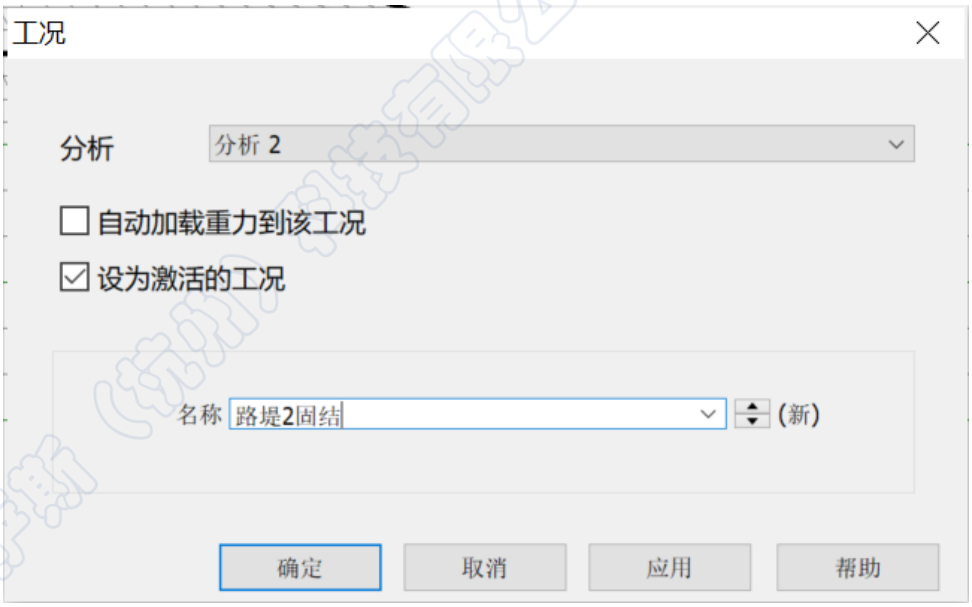


设置非线性控制和瞬态选项。鼠标右键点击**分析**树形目录中的**填筑路堤2**，选择**控制>非线性和瞬态**，在弹出的对话框中，勾选**非线性**和**时域**，输入初始时间步长为**0.1**，总响应时间为**14**。点击**确定**选项。

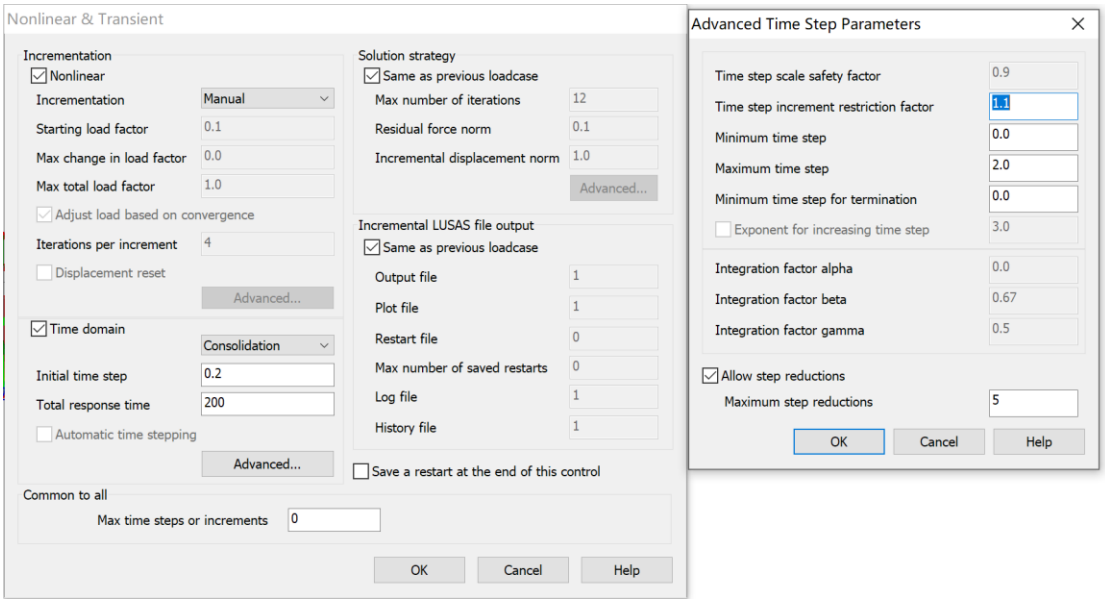


分析2工况4：路堤2固结

鼠标右键点击分析2中的工况：**填筑路堤2**，选择**新建>工况**，输入新建工况的名称为**路堤2固结**，点击**确定**选项。



鼠标右键点击**分析**树形目录中的**路堤2固结**，选择**控制>非线性和瞬态**，在弹出的对话框中，勾选**非线性**和**时域**，输入初始时间步长为**0.2**，总响应时间为**200**。点击**高级**选项，在弹出的对话框中，输入时间步长增量约束系数为**1.1**，最大时间步为**2**，保持其它选项不变，点击**确定**选项。



点击按钮 保存模型。

至此，瞬态分析2模型建立完成。

运行分析

点击按钮 运行分析，在弹出的对话框中点击**确定**选项。

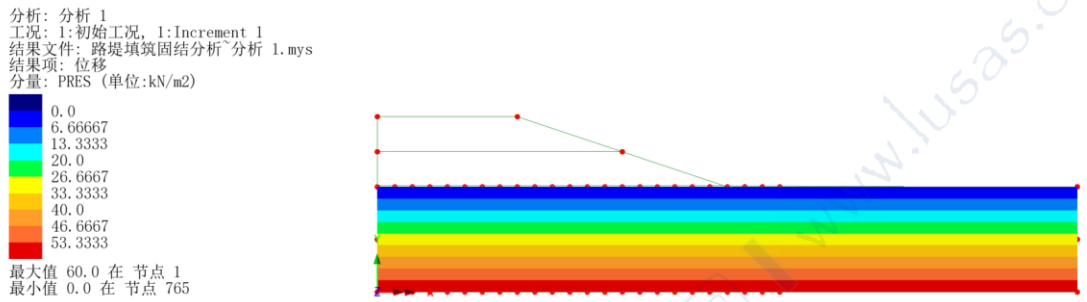


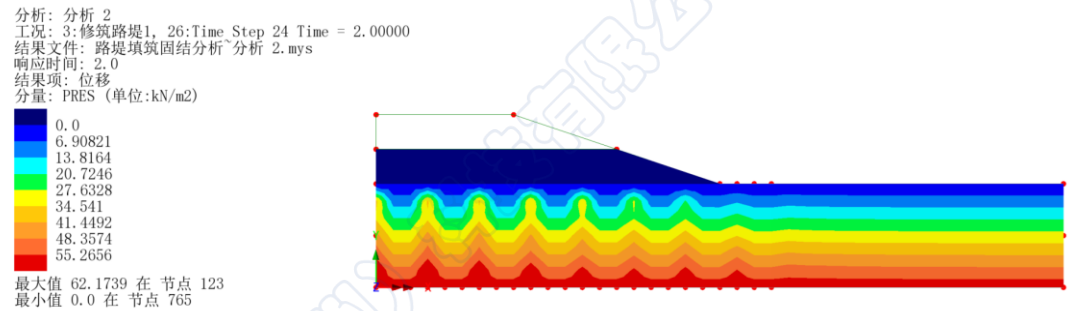
查看结果

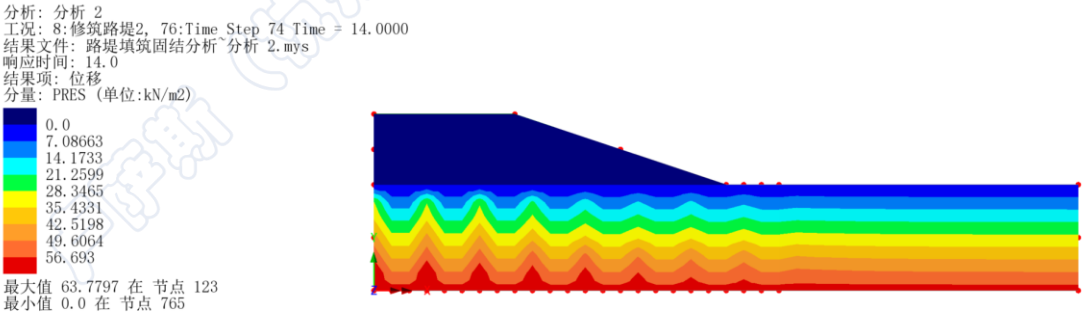
鼠标右键点击视图窗口空白处，选择**云图**，在弹出的对话框中，选择结果项为**位移**，分量为**PRES**（孔隙压力），点击**确定**选项。



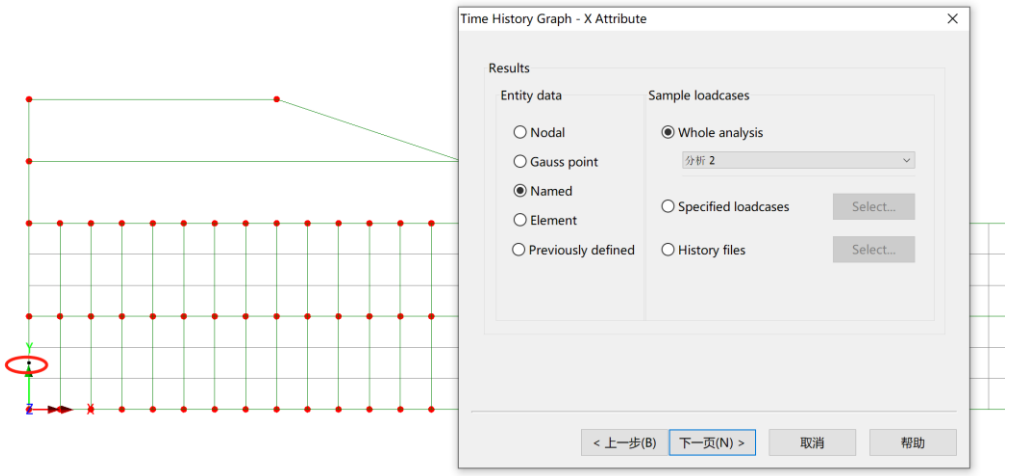
鼠标右键点击**分析**树形目录中的**初始工况**选项，点击**激活**查看初始状态下的孔隙水压力分布，使用同样的方法查看建筑路堤1和建筑路堤2完成时的孔隙水压力分布。





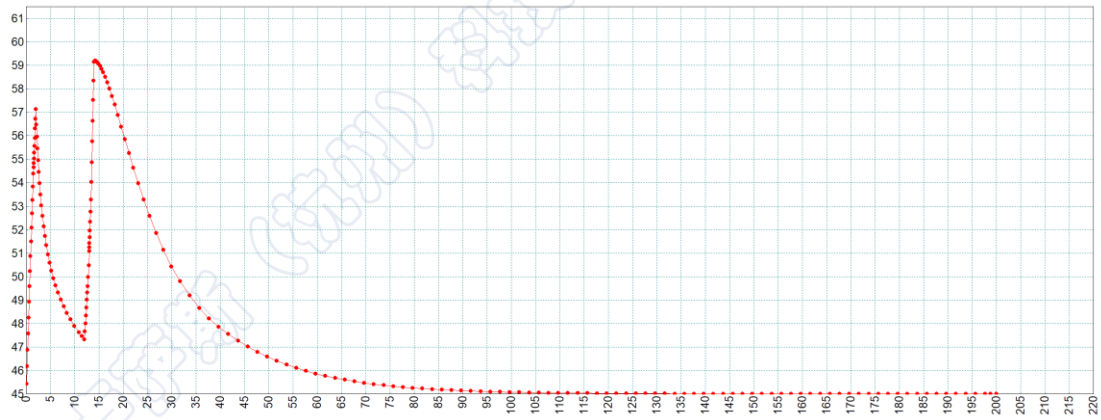


按住**N**键选择下图所示的节点，点击按钮，在弹出的图形向导对话框中，选择**时程曲线**，在数据项中选择**名称**，样本工况中点击**整个分析**，选择**分析2**，点击**下一页**。

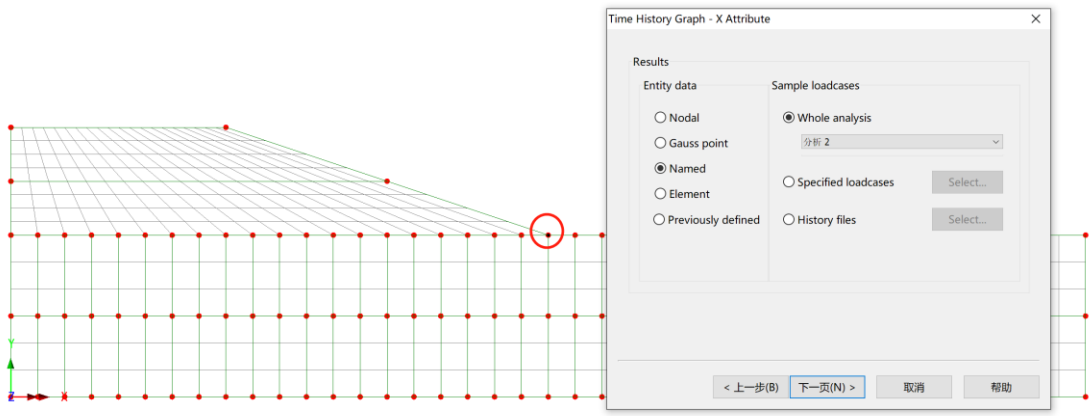


在弹出的时程曲线-X属性对话框中，选择名称数据为**响应时间**，点击**下一页**。

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**下一页**，选择结果项为**位移**，分量为**PRES**，点击**下一页**，点击**完成**选项。

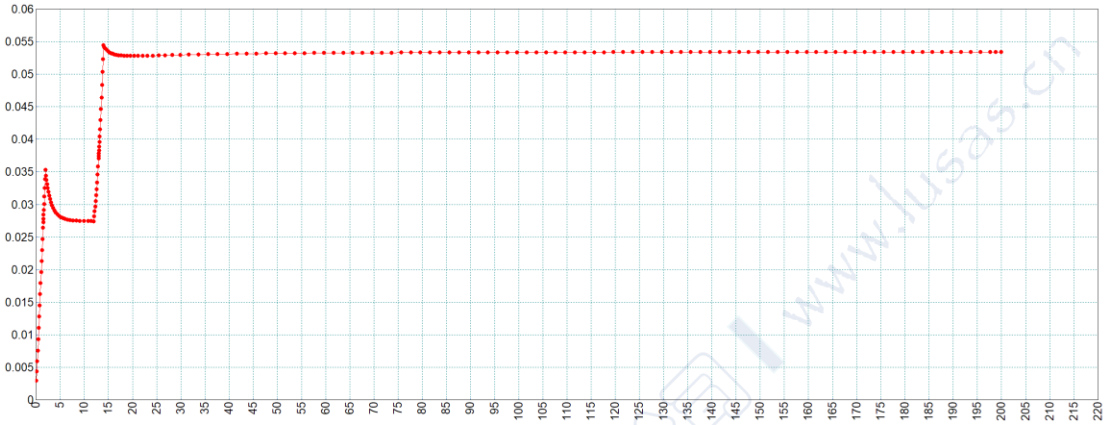


按住**N**键选择下图所示的节点，点击按钮，在弹出的图形向导对话框中，选择**时程曲线**，在数据项中选择**名称**，样本工况中点击**整个分析**，选择**分析2**，点击**下一页**。



在弹出的时程曲线-X属性对话框中，选择名称数据为**响应时间**，点击**下一页**。

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**下一页**，选择结果项为**位移**，分量为**RSLT**，点击**下一页**，点击**完成**选项。



至此此例完成。

卢萨斯（杭州）科技有限公司 www.lusas.cn