

德儒巴软件

RFEM 6

案例教程手册

岩土工程分析



德儒巴软件（上海）有限公司

2022 年 8 月

版 权 声 明

RFEM 计算机程序以及全部相关文档是受专利权法和著作权法保护的产品，版权属于德儒巴软件有限公司。未经德儒巴软件有限公司的书面许可，不得以任何形式、任何手段复制本产品或文档的任何部分。

德儒巴软件（上海）有限公司
联系电话：18389356559 (微信同号)
邮箱：info@dlubal.com
网址：www.dlubal.com
微信公众号：DLUBAL

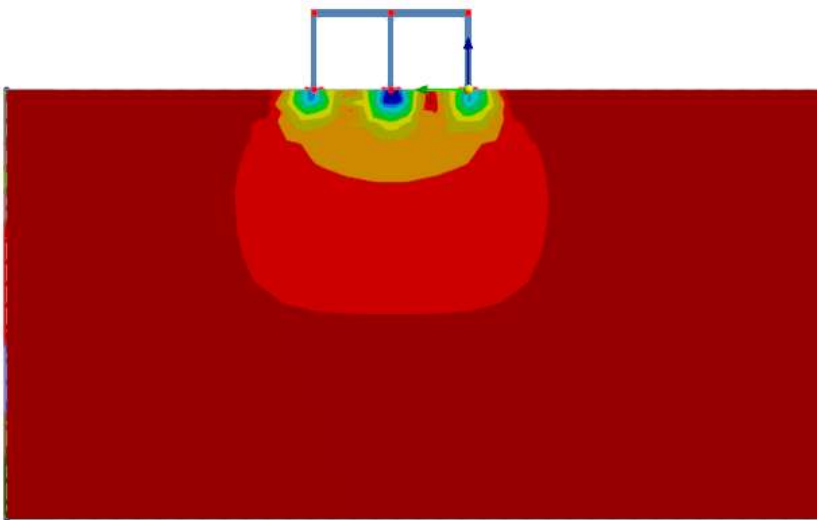
案例 4 岩土工程分析

摘要：

本案例通过对某钢结构进行地基承载力验算，详细介绍如何使用 RFEM 6 的岩土工程模块。

教程目录

1. 模型信息.....	1
1.1 模型信息.....	1
2. 建立模型.....	2
2.1 创建模型文件.....	2
2.2 创建上部结构.....	3
2.3 创建土体.....	7
2.4 施加边界条件.....	11
3. 荷载工况和荷载组合.....	11
4. 网格设置.....	15
5. 计算.....	16
6. 沉降查看.....	16
7. 附加应力查看.....	18



1. 模型信息

1.1 模型信息

土层信息(本案例中所取土样位于上海地区，地下水位为地面下 0.5m，故土容重均取饱和重度):

土层名称	土层厚度	压缩模量	容重	粘聚力	内摩擦角
灰黄色粉质黏土	3.5	4.6	18.10	19	17
灰色淤泥质粉质黏土	1.6	3.0	17.20	2	34.5
灰色黏质粉土	1.5	5.1	17.20	14	15
灰色淤泥质粉质黏土	2.1	3.0	17.20	2	34.5
灰色淤泥质黏土	7.8	2.3	16.80	11	9.5
暗绿色粉质黏土	4.6	6.3	18.90	17	19.5
草黄色砂质粉土	2.8	8.2	18.70	6	30.70
灰色砂质粉土	4.0	13.1	18.10	2	31.50

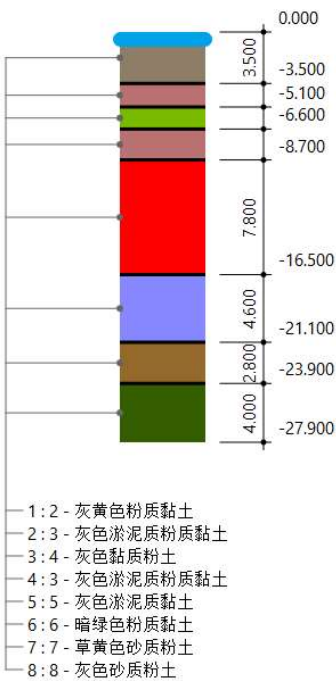


图 1-1 土层示意

上部结构情况：

上部结构为单层钢筋混凝土结构。

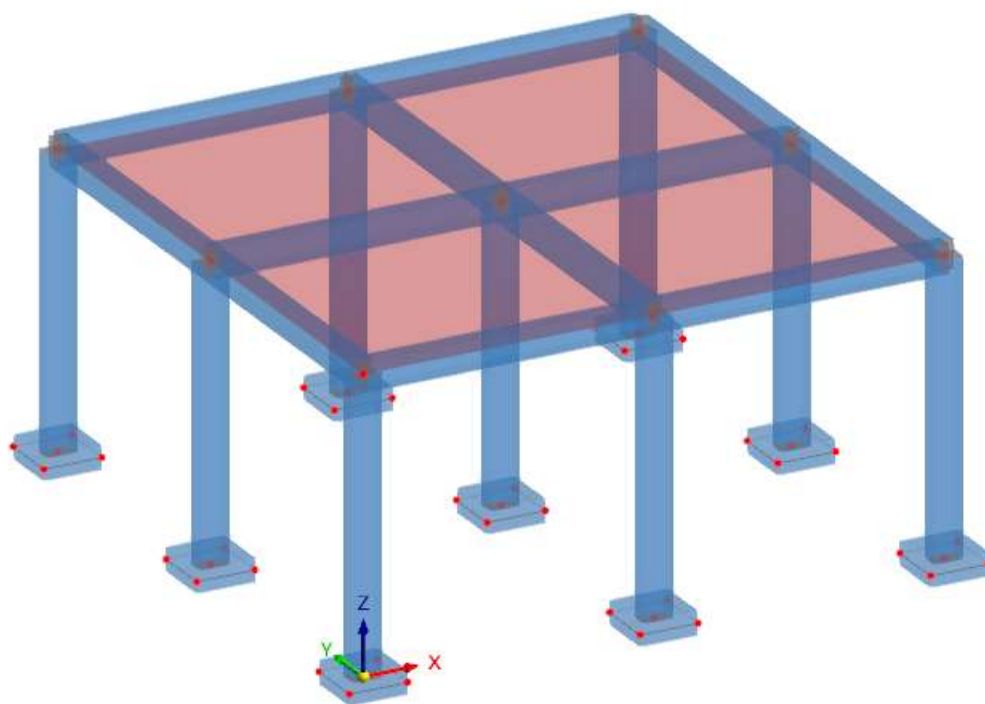


图 1-2 上部结构概览

基础形式：柱下独立基础(1mx1mx0.4m)。


2. 建立模型

2.1 创建模型文件

1. 打开 RFEM 6 程序，选择菜单栏[文件]-[新建]，打开[新建模型-基本数据]对话框。
2. 在[新建模型-基本数据]的基本选项卡的模型名称处，输入模型名称。
3. 将对话框切换到[模块]选项卡，勾选[岩土工程分析]模块；
4. 将对话框切换到[规范 I]选项卡，将[荷载工况分类和组合向导]的规范选择为“GB50068|GB50011”，将荷载向导的规范选择为“GB50009”。点击对话框右下角的[确定]按钮，关闭对话框，完成模型文件的创建。

2.2 创建上部结构

1. 点击导航器-数据>基本对象>材料，右键单击，选择新建材料，打开[新建材料]对话框。

2. 点击[新建材料]对话框中的  按钮，打开[从库中导入材料]对话框。在该对话框中选中 C30，点击右下角的[确定]按钮，关闭对话框，材料 C30 将被导入到模型中。点击新建材料右下角的[确定]按钮，关闭对话框。

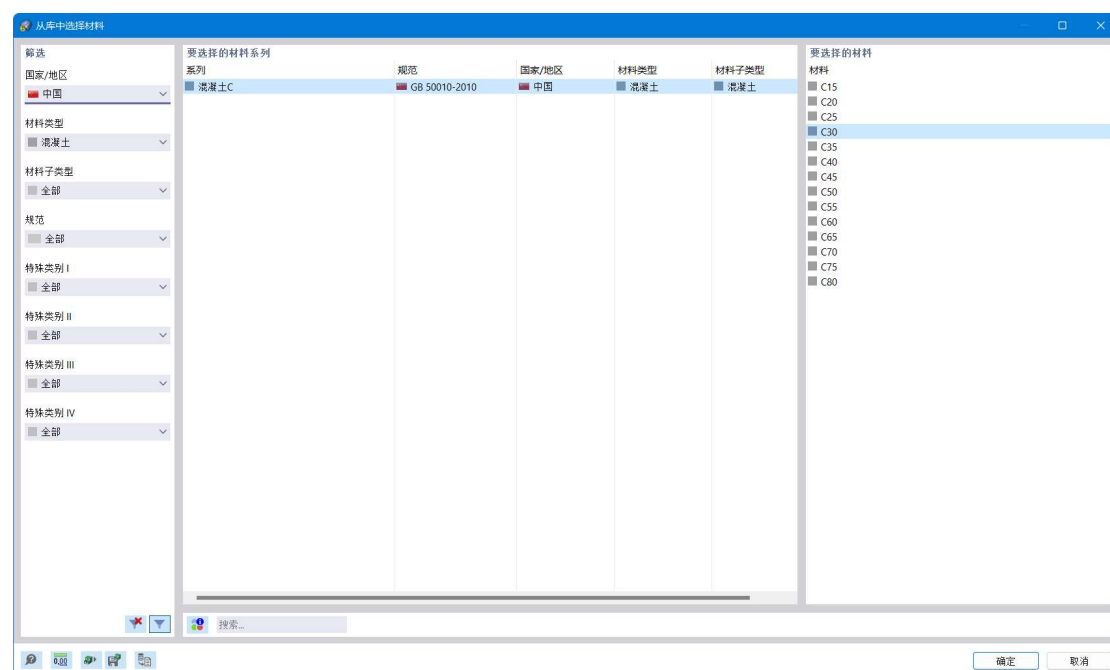


图 2-1 导入 C30

3. 点击导航器-数据>基本对象>截面，右键单击，选择新建截面，打开[新建截面]对话框。将截面材料选择为 C30，截面类型选择为“参数化-厚壁 I”，截面尺寸选择为矩形。将对话框切换到[参数化-厚壁 I]选项卡，将截面尺寸设置为 b: 300mm, h: 500mm。点击对话框右下角的[确定]按钮，关闭对话框。

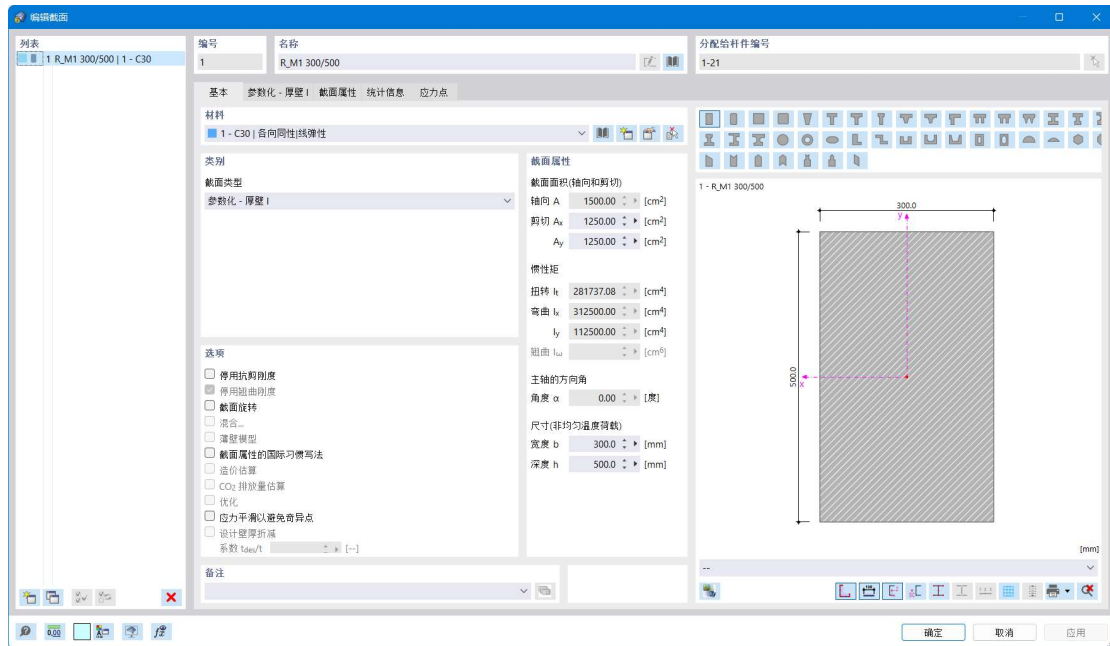






图 2-2 新建截面

4. 点击工具栏中的  按钮，打开[新建节点]对话框，在该对话框中，将节点坐标输入为坐标原点(0,0,0)。

5. 选中创建的节点，点击工具栏中的  按钮，打开[移动/复制]对话框，勾选创建副本，复制次数设置为 2，位移向量设置为(5, 0, 0)，点击对话框右下角的[确定]按钮，完成复制操作。

6. 选中创建的三个节点，点击工具栏中的  按钮，打开[移动/复制]对话框，勾选创建副本，复制次数设置为 2，位移向量设置为(0, 5, 0)，点击对话框右下角的[确定]按钮，完成复制操作。

7. 选中创建出的九个节点，点击工具栏中的  按钮，打开[移动/复制]对话框，勾选创建副本，复制次数设置为 1，位移向量设置为(0, 0, 5)，点击对话框右下角的[确定]按钮，完成复制操作。

8. 点击工具栏中的  按钮，将创建的节点连接。

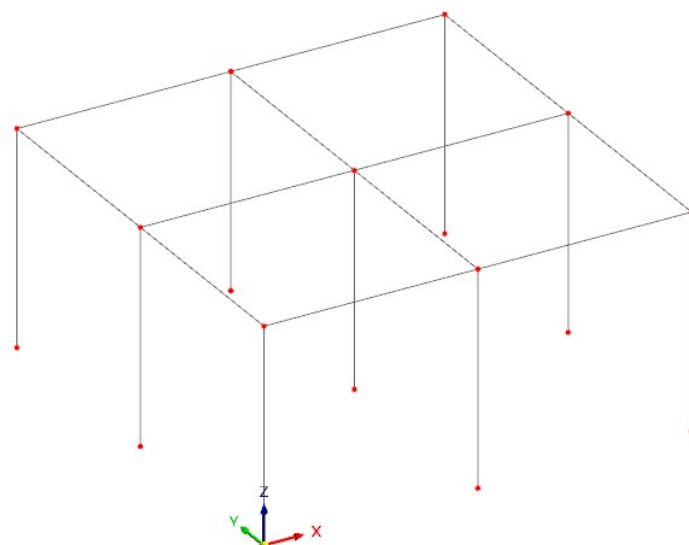


图 2-3 用线连接节点

9.选中所有线段，双击，打开[编辑线]对话框。在[编辑线]对话框的[基本]选项卡中，勾选[杆件]。打开[新建杆件]对话框，为线段赋予杆件的属性。在新建杆件对话框的基本选项卡中，将杆件类型设置为梁。将新建杆件对话框切换到截面选项卡，将杆件截面设置为 RM 300/500，点击右下角的确定按钮，关闭对话框，完成杆件的赋予。

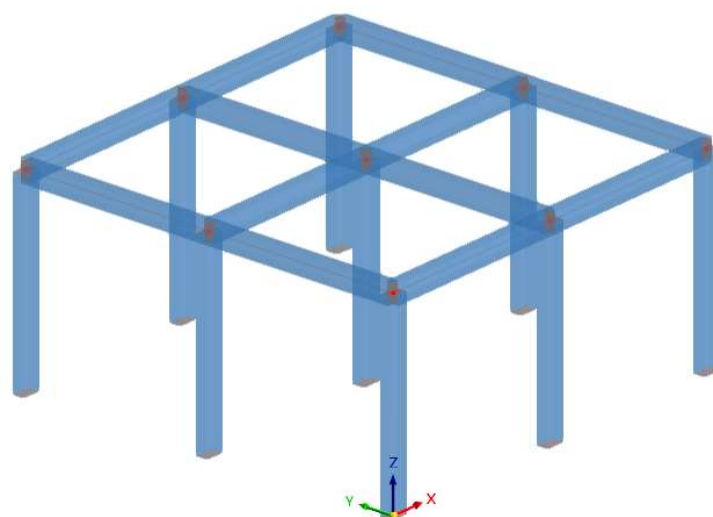




图 2-4 新建杆件

10.本案例中，柱下独立基础采用面单元模拟。独立基础尺寸为 $1\text{m} \times 1\text{m} \times 0.4\text{m}$ 。

*注：*一般短边尺寸 >5 倍厚度时，采用面单元模拟比较合适。当短边尺寸 <5 倍厚度时，采用实体单元模拟比较合适。本案例为了建模方便，采用面单元进行

模拟。

2.选中柱脚节点，点击工具栏中的按钮，打开[移动/复制]对话框。在[移动/复制]对话框中，勾选“创建副本”，复制次数设置为 1。位移向量设置为(0.5, 0.5, 0)。点击对话框右下角的[确定]按钮，关闭对话框，完成复制操作。

3.选中复制出的节点，点击工具栏中的按钮，打开[移动/复制]对话框。在[移动/复制]对话框中，勾选“创建副本”，复制次数设置为 1。位移向量设置为(-1, -1, 0)。点击对话框右下角的[确定]按钮，关闭对话框，完成复制操作。

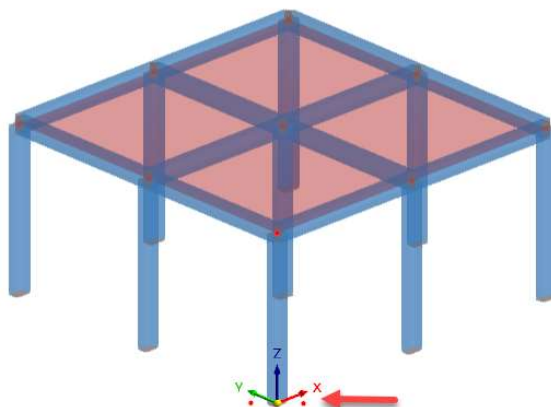



图 2-5 新建基础角点

4.点击工具栏中的按钮，打开[创建矩形面]对话框。刚度类型选择为“标准”。在“厚度与材料”下拉菜单中，选择“新建厚度”，打开[新建厚度]对话框。

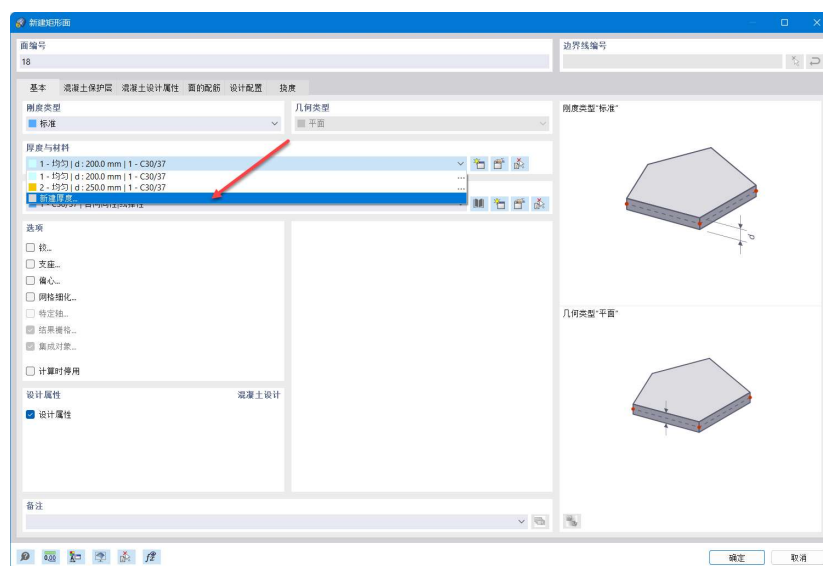


图 2-6 选择新建厚度

5.在[新建厚度]对话框中，将厚度的材料指定为混凝土 C30，厚度指定为 400mm，点击对话框右下角的[确定]按钮，完成厚度的创建，关闭对话框。

6.点击[新建矩形面]对话框右下角的[确定]按钮，指定矩形面的两个角点，完成独立基础的创建。

7.用户可以勾选导航器-显示>渲染>模型>实体模型>面>填充厚度，以在模型中查看面的厚度。

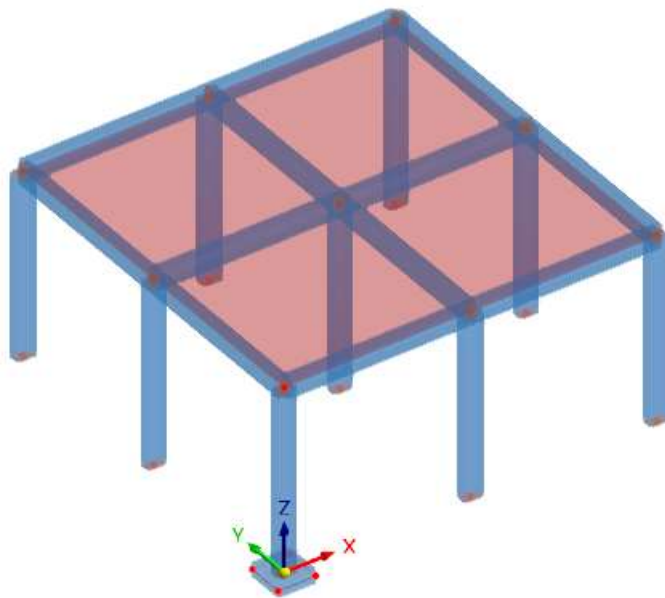


图 2-7 查看面的厚度

8.选中创建的独立基础，将其复制到其他柱脚下。

2.3 创建土体

1.点击导航器-数据>基本对象>材料，右键单击，选择新建材料。打开[新建材料]对话框。

2.在[新建材料]对话框中，将新建材料的名称输入为“灰黄色粉质黏土”，材料类型选择为“土”，材料模型选择为“各向同性|土|塑性|修改后的莫尔-库伦(实体)”。弹性模量输入为 4.6N/mm^2 ，材料的定义类型选择为“E|(G)| ν ”，泊松比设置为 0.30，天然重度和饱和重度均设置为 18.10kN/m^3 。

3.将对话框切换到[各向同性|土|塑性|修改后的莫尔-库伦(实体)]选项卡，定义

土体的粘聚力为 19kPa，内摩擦角为 17°。

4.以此类推，按照前文表格中的模型信息，将各个土体的土层创建完成。

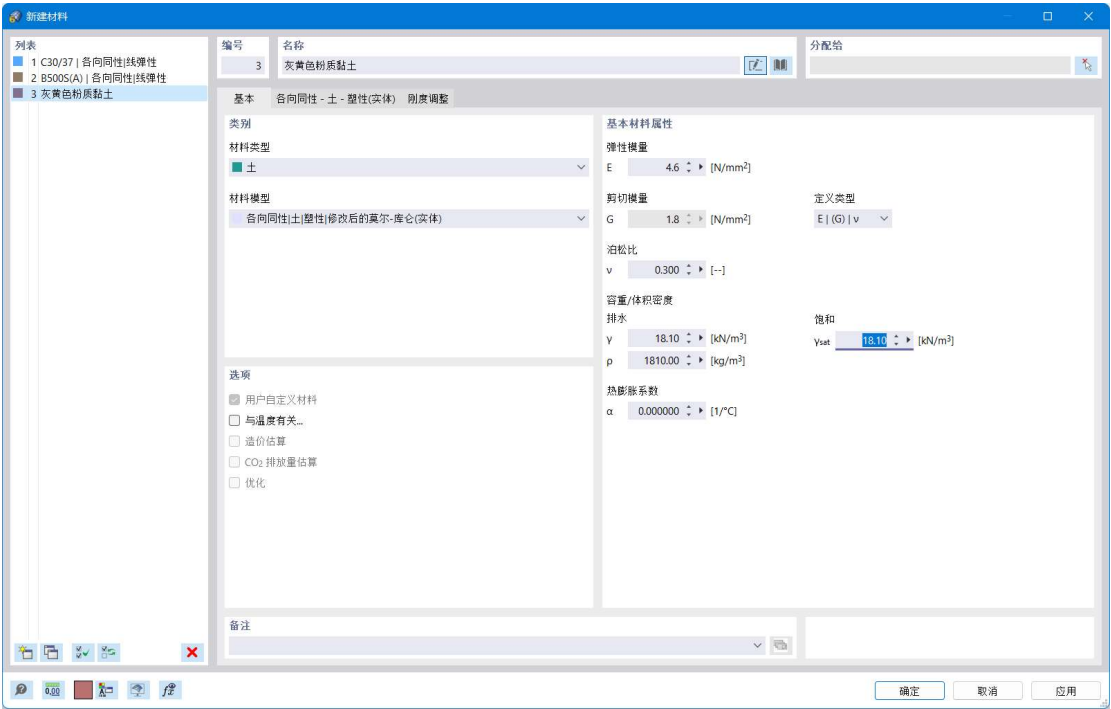


图 2-8 新建灰黄色粉质黏土

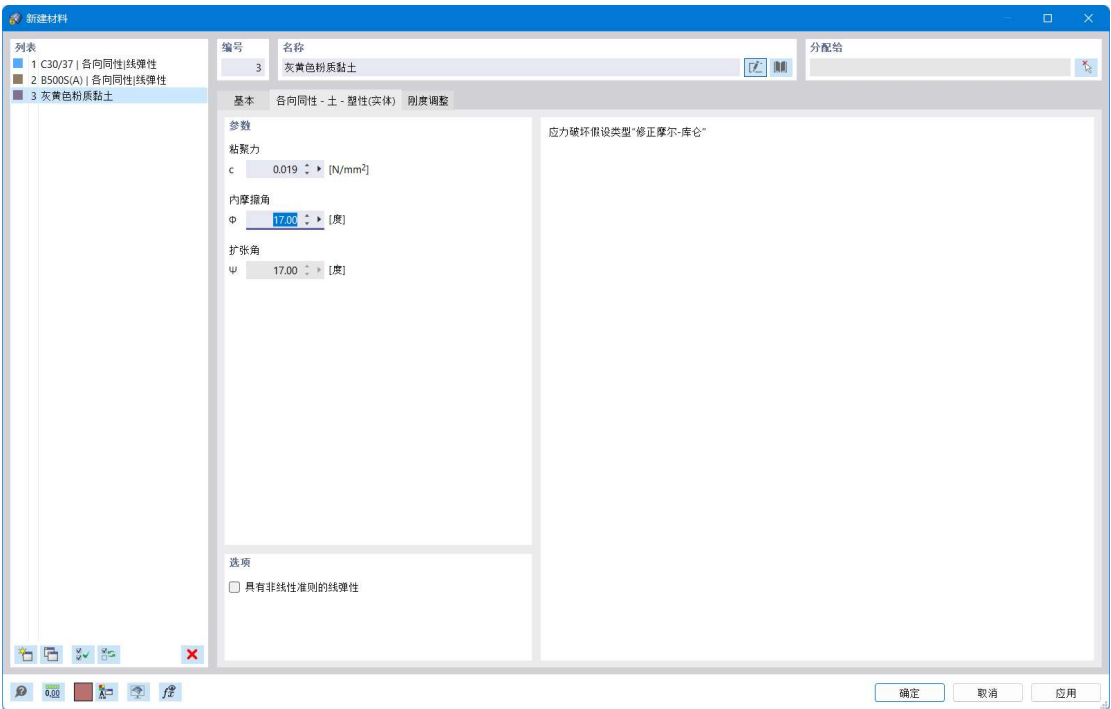


图 2-9 指定灰黄色粉质黏土的粘聚力和内摩擦角

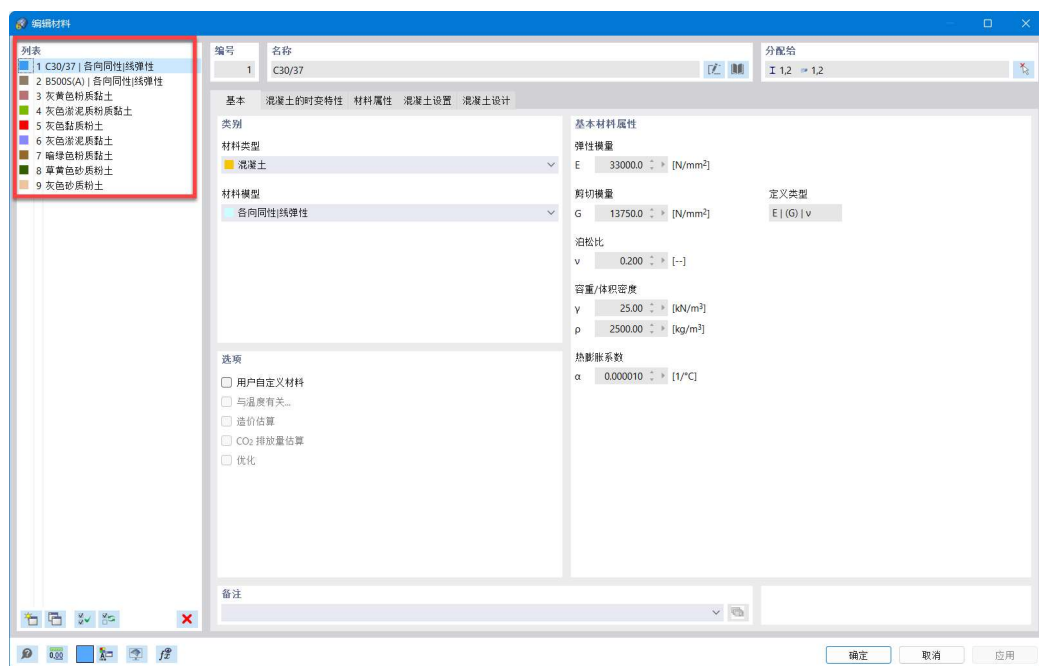


图 2-10 完成材料的创建

4.土样定义了某一点竖直方向上的土层分布情况。可以理解为地勘报告中的勘探点。根据各个点在竖直方向上的土层分布情况,程序使用样条曲面或 NURBS 曲面拟合出整个场地的土层分布情况。

5.点击导航器-数据>特殊对象>土样, 右键单击, 选择“新建土样”, 打开[新建土样]对话框。



图 2-11 特殊对象-土样

6.在[新建土样]对话框中, 按照前文表格输入各个土层厚度。勾选“地下水”的纵坐标, 将地下水的纵坐标设置为 0.5m。将土样坐标设置为(-30, -30, 0)。

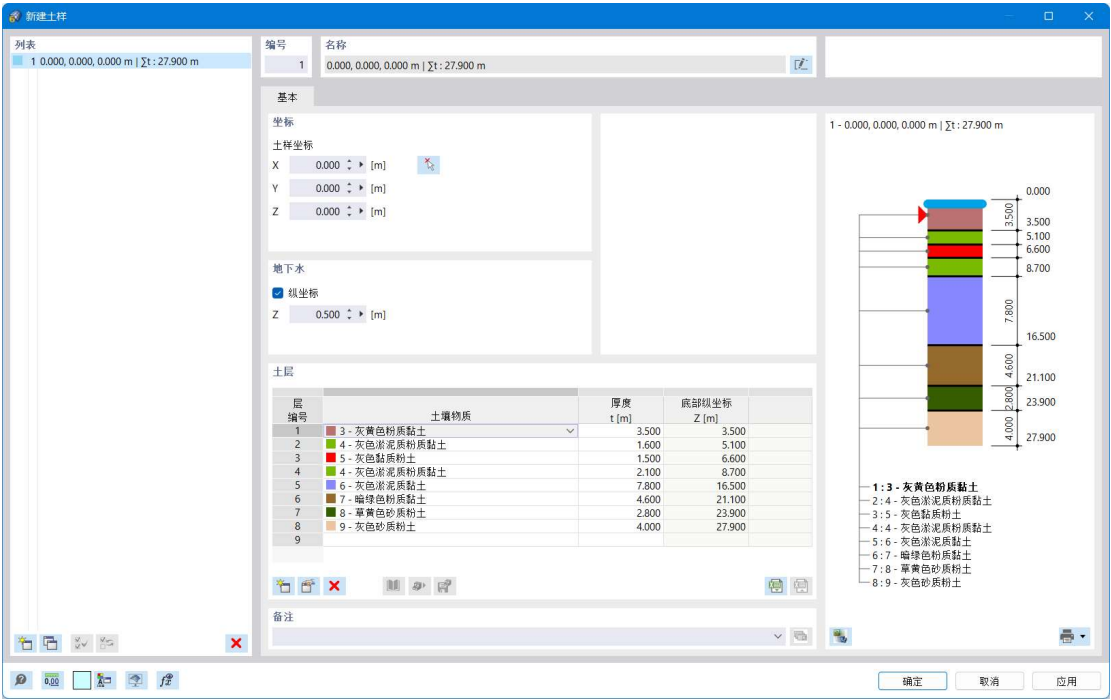



图 2-12 指定土样的土层分布情况

4. 点击对话框左下角的  按钮，复制出三个新的土样。将三个新的土样的坐标分别指定为(30, -30, 0)、(-30, 30, 0)、(30, 30, 0)。点击对话框右下角的[确定]按钮，关闭对话框。
5. 点击导航器-数据>特殊对象>土层，右键单击，选择新建土层，打开[新建土层]对话框。

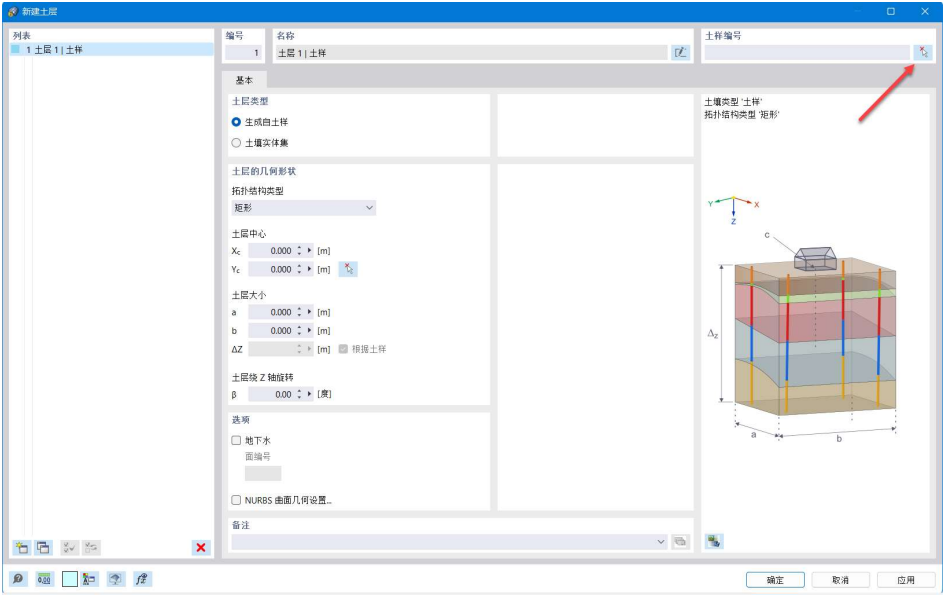



图 2-13 新建土层对话框

6. 点击对话框右上角的  按钮，指定生成土层参照的土样。土层中心指定为 (0, 0)。土层大小指定为 a: 60m; b: 60m。点击对话框右下角的[确定]按钮，关闭对话框，程序会生成场地土层。

7. 生成土层后，用户可以勾选导航器-显示>生成对象配色>对象属性>实体>材料，并在工作区中右键单击>显示模型>实体模型，以实体模式查看模型。

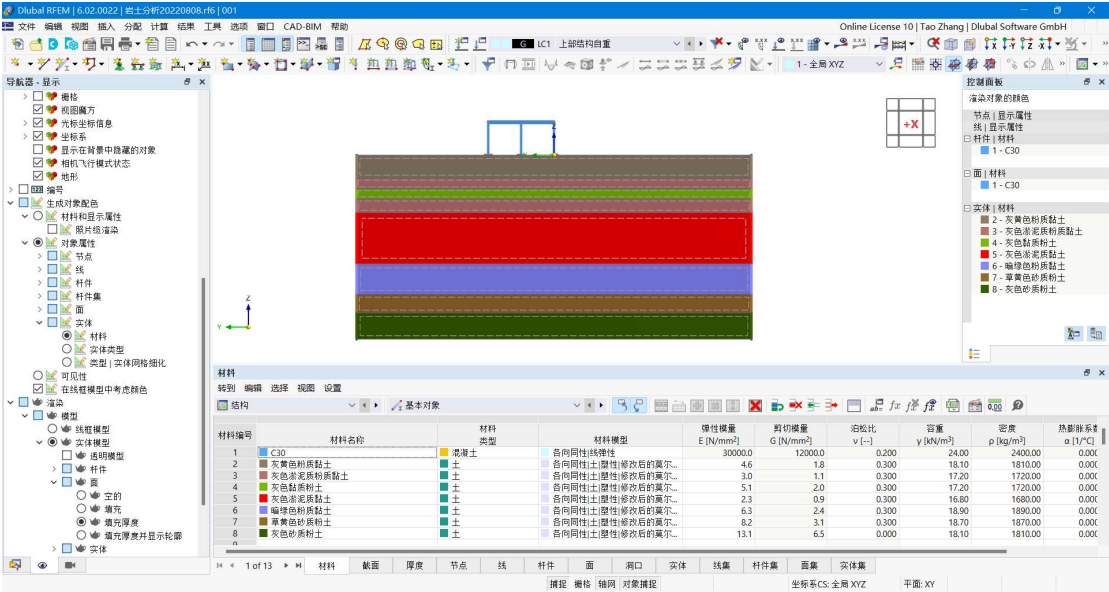


图 2-14 以实体模式查看模型

2.4 施加边界条件

在生成土层时，程序会自动为土层的边界面施加面支座。

3. 荷载工况和荷载组合

1. 点击导航器-数据>荷载工况和组合，右键单击，选择荷载工况和组合，打开[荷载工况和组合]对话框。

2. 在对话框的[基本]选项卡中，勾选“结果组合”。

3. 将[荷载工况和组合]对话框切换到[荷载工况]选项卡。可以看到，程序预设了两个荷载工况：LC1 自重和 LC2。其中，LC1 用于计算上部结构自重，LC2 用于计算土体自重。

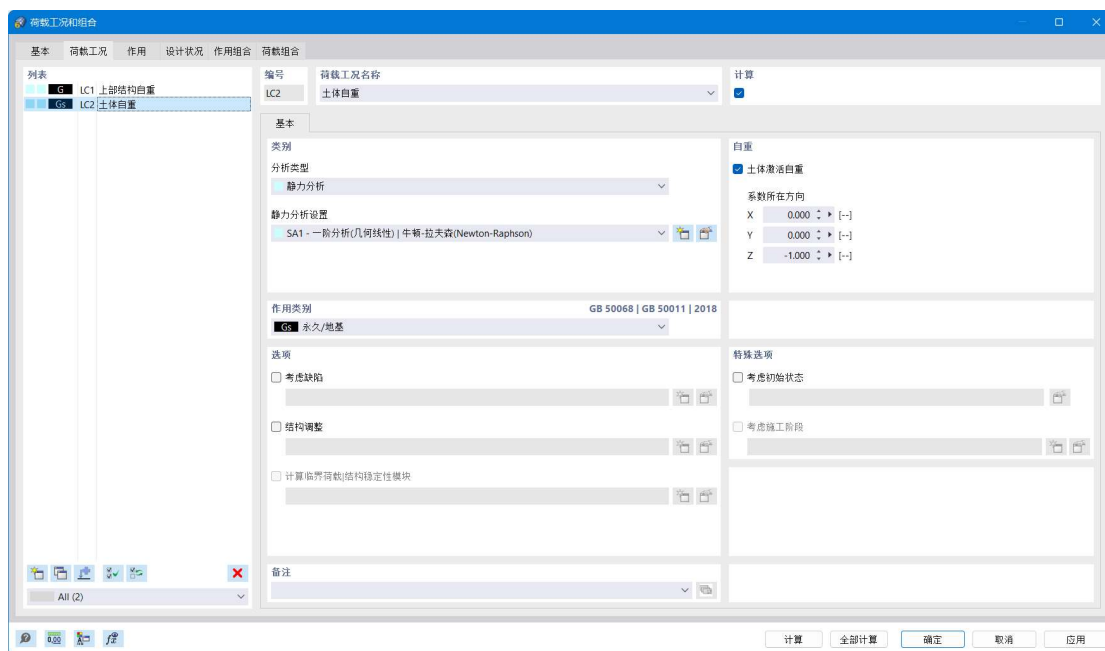


图 3-1 用于计算土体自重的荷载工况

4.将对话框切换到[设计状况]选项卡，由于本例中关注的是地基的沉降变形，故仅保留准永久组合。

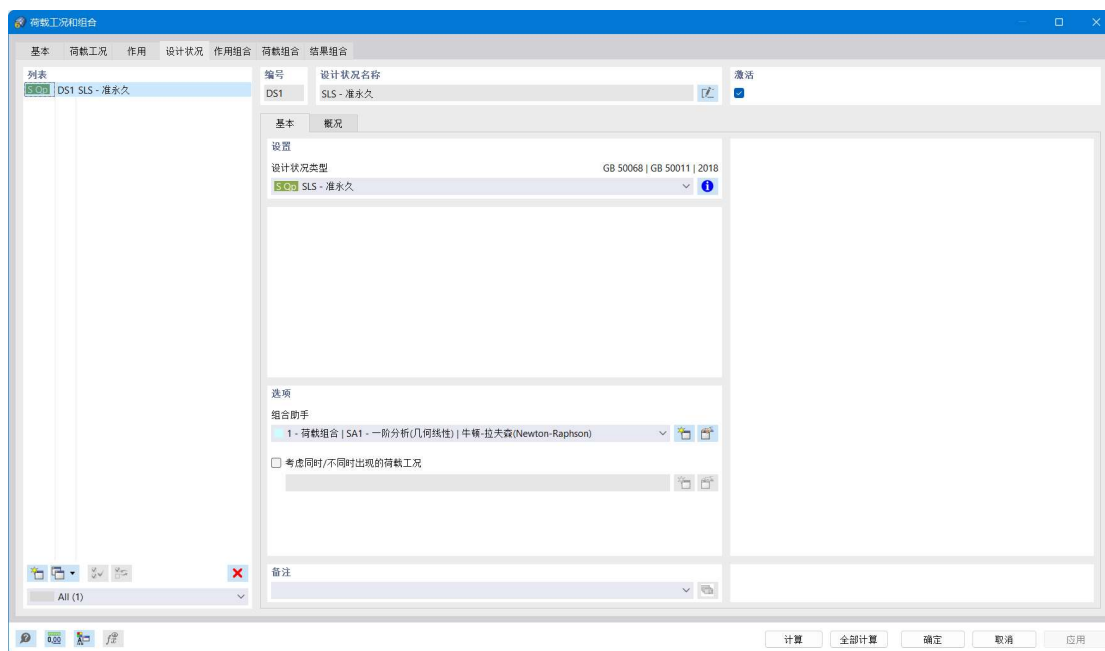



图 3-2 保留准永久组合

5. 点击准永久组合的组合助手右侧的  按钮，打开[新建组合向导]对话框。选择生成荷载组合，静力分析设置选择为 SA1-一阶分析(几何线性)。勾选考虑初始状态，初始状态来源于荷载工况 LC2 土体自重。点击对话框右下角的[确定]按钮。

钮，关闭对话框。

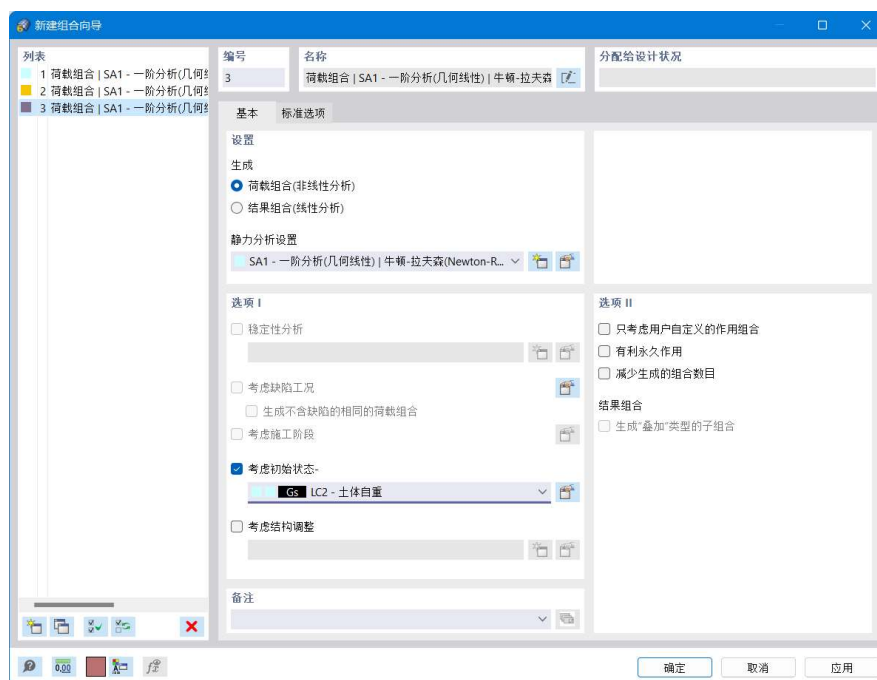



图 3-3 新建组合向导对话框

注：为结构施加初始状态后，程序会根据该初始状态对应的荷载工况或荷载组合的变形，来为结构施加强制变形。例如对于荷载组合 $LC1+LC2$ ，为其赋予 $LC1$ 下的变形作为该荷载组合的初始强制变形。计算时，该初始强制变形与 $LC1+LC2$ 中的 $LC1$ 互相平衡，并将 $LC1$ 作用下对应的刚度作为初始刚度。

计算完成后，程序会显示结构相对于初始状态的变形。当前版本仍显示的为相对于结构未变形时的变形，在后续版本中会修正这个问题，不需要再手动创建结果组合。

6. 将对话框切换到[结果组合]选项卡，点击对话框左下角的  按钮，新建结果组合。设计状况选择为准永久组合，组合类型选择为“叠加”。将对话框切换到[分配选项卡]，将该结果组合的表达式设置为 $CO1-LC2$ ，即荷载组合 1 相对于荷载工况 2 的结果，点击对话框右下角的[确定]按钮，关闭对话框。

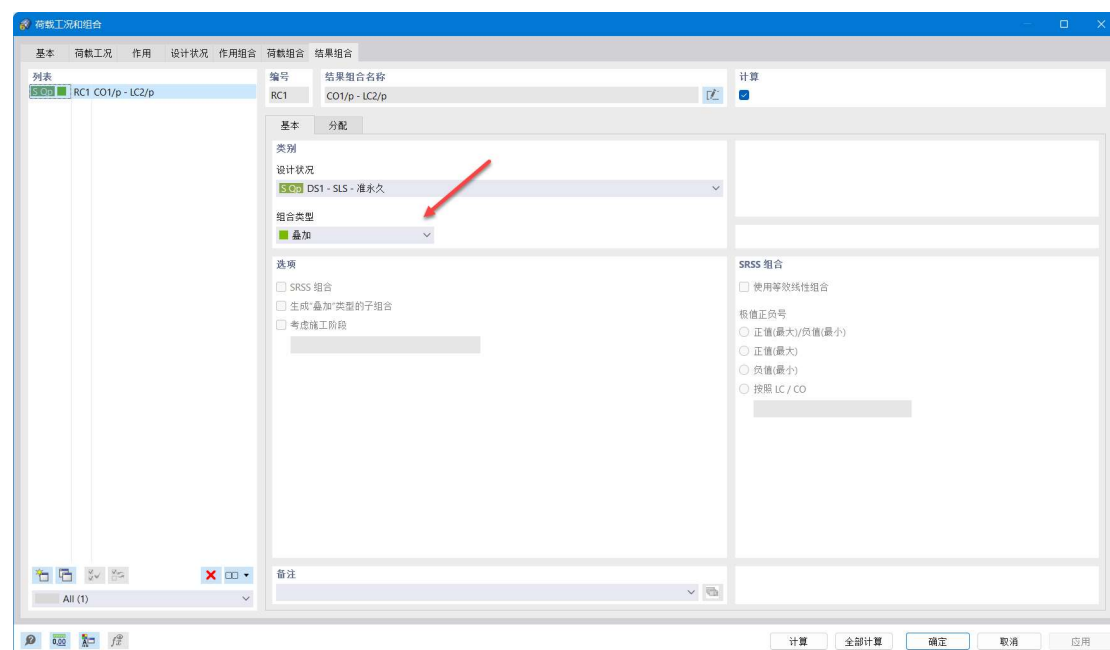



图 3-4 创建结果组合

7. 点击工具栏中的  按钮，打开[创建矩形面]对话框。在该对话框的[基本]选项卡中，将刚度类型选择为“传递荷载”，点击对话框右下角的[确定]按钮，关闭对话框，指定导荷虚面的两个角点。

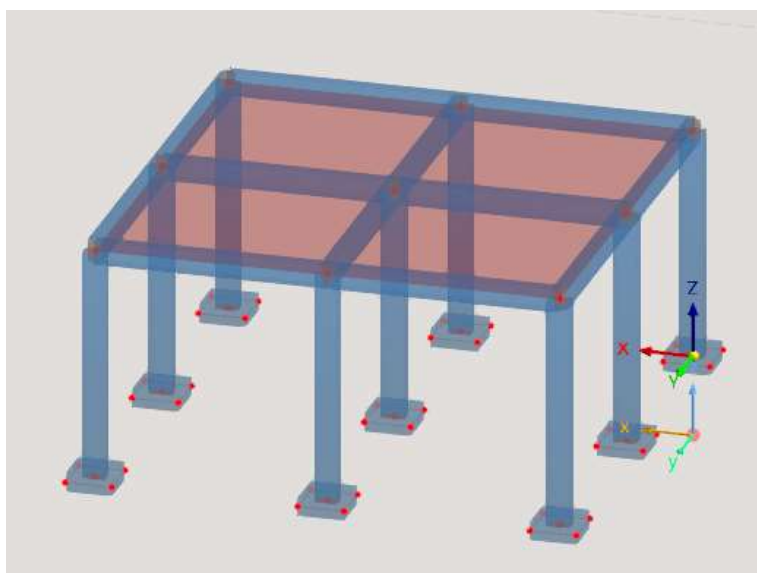



图 3-5 创建导荷虚面

8. 点击工具栏中的  按钮，打开[新建面荷载]对话框，将荷载类型选择为沿全局 Z 方向的均布力，荷载工况设置为 LC1: 上部结构自重，大小设置为 -5kN/m²，点击对话框右下角的[确定]按钮，关闭对话框，指定施加均布面荷载的面。

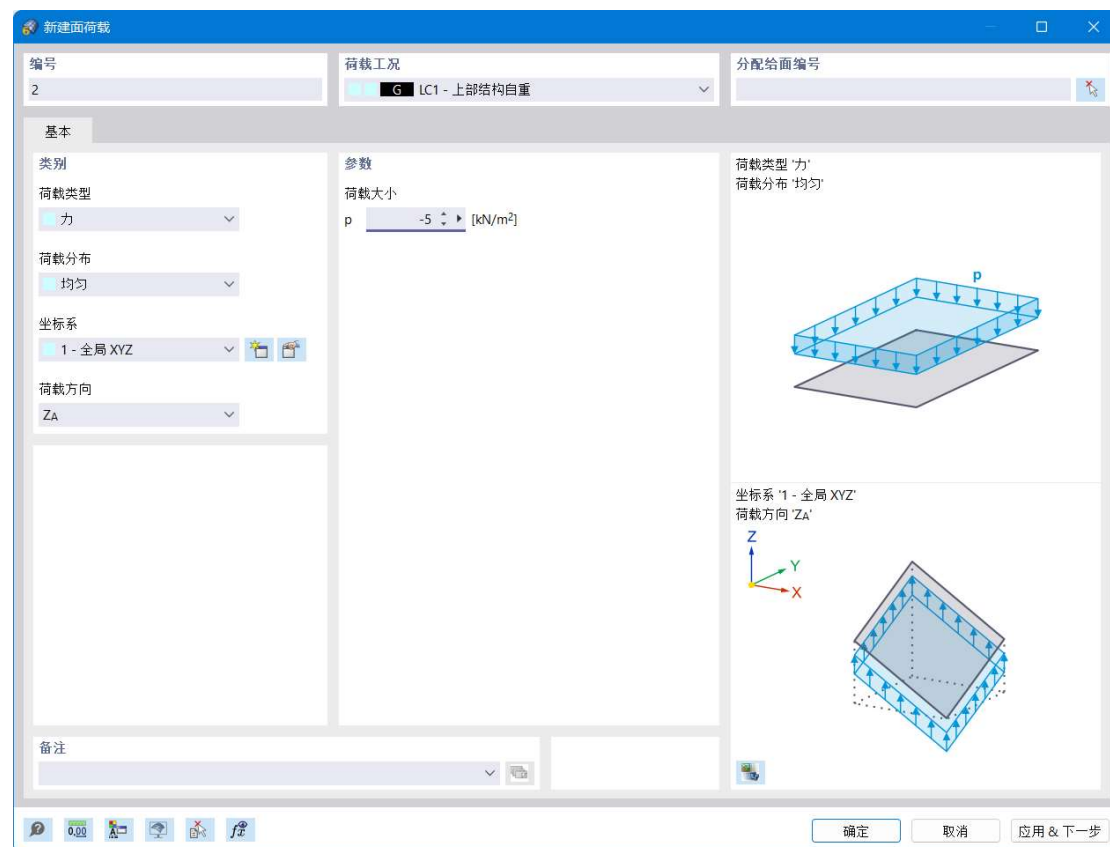


图 3-6 施加均布面荷载

4. 网格设置

1. 点击菜单栏[计算]-[网格设置], 打开[网格设置]对话框。

2.将对话框切换到[实体]选项卡,可以看到,程序将类型为土壤的实体对象的网格尺寸设置为 2m,这是由于场地土体一般规模较大,如果按照全局网格尺寸 0.5m 来划分,会产生过多的网格,增大计算时间。

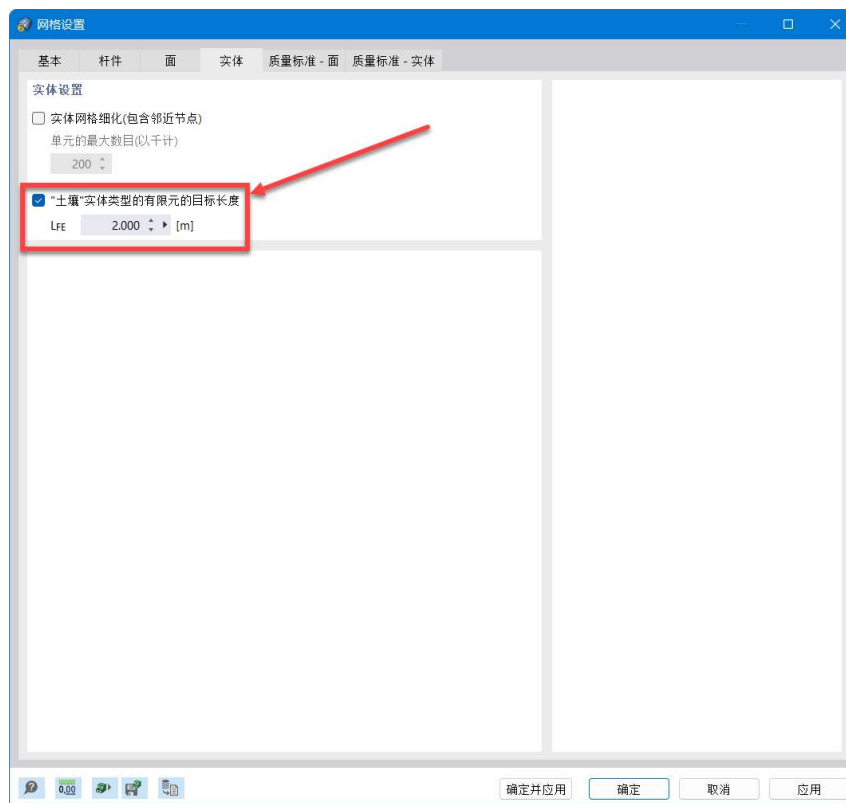


图 4-1 土体的网格尺寸

5. 计算

点击菜单栏[计算]-[全部计算]，程序会开始进行计算。

6. 沉降查看

1. 计算完成后，切换到结果组合 RC1，查看在上部结构自重作用下的地基变形。

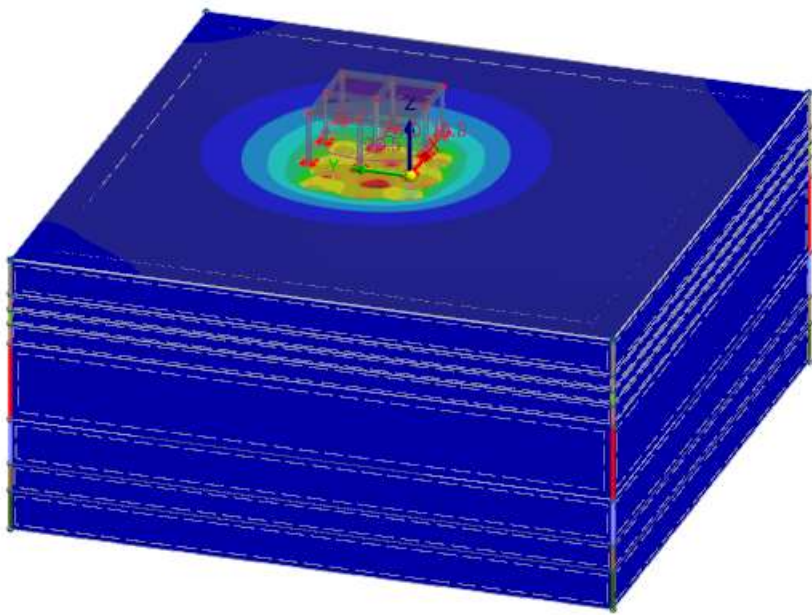


图 6-1 查看地基变形

2. 点击导航器-数据>辅助对象>裁剪平面>右键单击，选择[新建裁剪平面]，打开[新建裁剪平面]对话框。指定裁剪平面原点为上部结构中柱，并指定柱顶和边柱作为定位点，创建裁剪平面。点击对话框右下角的[确定并激活]，关闭对话框，激活裁剪平面。

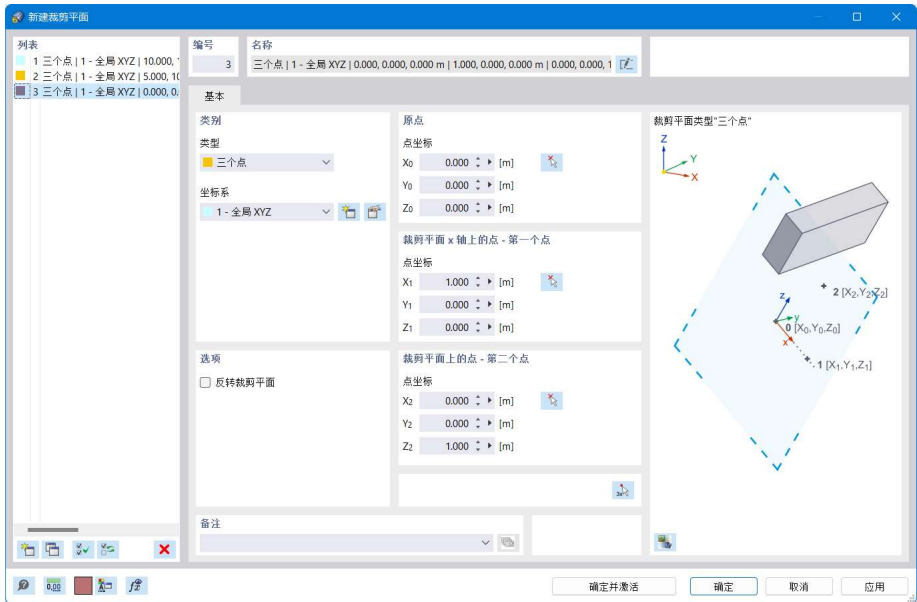


图 6-2 新建裁剪平面对话框

注：裁剪平面相当于结果剖面。

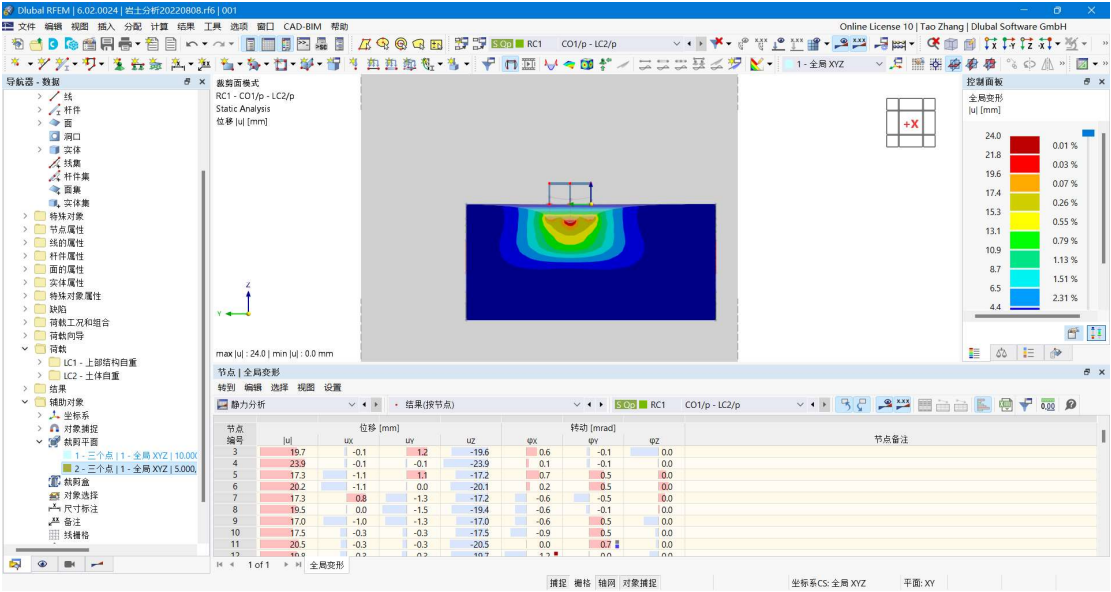


图 6-3 显示沉降

7. 附加应力查看

1. 点击左侧实体应力- σ_z ，显示竖向附加应力。

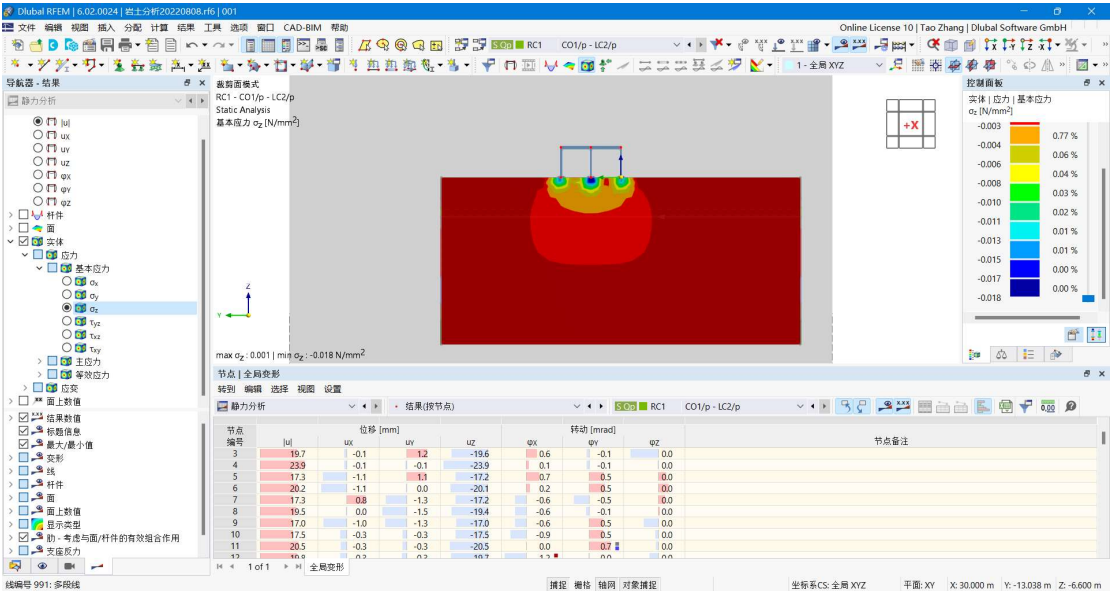


图 7-1 显示竖向附加应力