

岩土工程有限元分析软件

PLAXIS 2D 2015[®]

案例教程



北京筑信达工程咨询有限公司
北京市古城西街 19 号研发主楼 4 层, 100043

版 权

计算机程序 PLAXIS 及全部相关文档都是受专利法和版权法保护的产品。全球范围的所有权属于 Plaxis bv。如果没有 Plaxis 和北京筑信达工程咨询有限公司的预先书面许可，未经许可的程序使用或任何形式的文档复制一律禁止。

更多信息和此文档的副本可从以下获得：

北京筑信达工程咨询有限公司

北京市古城西街 19 号研发主楼 4 层 100043

电话：86-10-6892 4600

传真：86-10-6892 4600 - 8

电子邮件：support@cisec.cn

网址：www.cisec.cn

北京筑信达工程咨询有限公司版权所有 ©, 2014.

目录

打桩对周围土体影响分析.....	1
1 输入.....	2
2 网格生成.....	5
3 计算.....	5
4 结果.....	8

打桩对周围土体影响分析

该例题是打混凝土桩，桩穿过 11m 厚黏土进入砂土，如图 1 所示。桩的直径为 0.4m。打桩是动力过程，会引起周围土体的振动。由于桩周围土体中的应力快速增加，土体中会产生超孔隙水压力。

本例题着重研究桩下土体的塑性变形。为了精确模拟实际情况，砂层的土体模型采用 HS 模型。

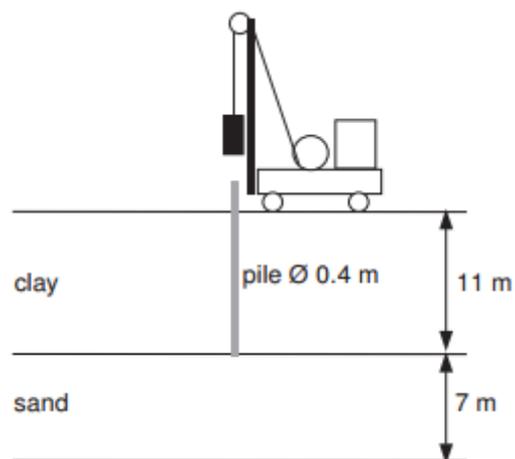


图 1 打桩模拟

1 输入

创建几何模型，按照下列步骤：

1.1 一般设置

- 打开 PLAXIS 2D AE 程序。将会弹出快速选择对话框，选择一个新的工程。
- 在工程属性窗口的工程标签下，键入一个合适标题。
- 在模型标签下，模型（轴对称）和单元（15-Node）保持默认选项。
- 在几何形状设定框中设定土层模型尺寸 $X_{min}=0$ ， $X_{max}=30$ ， $Y_{min}=0$ ， $Y_{max}=18$ 。
- 点击 OK 即关闭工程属性窗口，完成设定。

1.2 土层定义

地基由 11 米厚的黏土层和 7 米厚的砂层组成。水位线认为在地表。根据这条水位线生成整个模型中的静水压力。

定义土层：

-  点击创建钻孔命令，在 $x=0$ 处单击，修改土层窗口将出现。
- 添加两层土并指定其高度，分别为 $y=18$ 到 $y=7$ 和 $y=7$ 到 $y=0$ 。
- 水位线位于 $y=18m$ 。

黏土采用摩尔库伦本构模型，认为不排水（B）。用界面折减系数模拟桩侧减少的摩擦力。

为了正确模拟桩端非线性变形，砂土层采用小应变土体硬化本构模型。因为快速的加载过程，砂层被认为是不排水的。砂层中的延长界面并不模拟土体-结构间相互作用，所以，界面强度折减系数应当设置为刚性的。



打开材料设置窗口。

- 根据表 1 的信息，在土和界面类型中创建土层材料属性,并将材料属性赋值给相应土层。

表 1 地基土层的材料属性

参数	符号	黏土	砂土	桩	单位
一般设定					
材料模型	<i>Model</i>	摩尔库伦	硬化土模型	线弹性模型	--
排水类型	<i>Type</i>	不排水(B)	不排水(A)	非多孔	--
地下水以上重度	γ_{unsat}	16	17	24	kN/m^3
地下水以下重度	γ_{sat}	18	20	-	kN/m^3
参数					
弹性模型	E'	5×10^3	-	3×10^7	kN/m^2
标准三轴排水试验割线刚度	E_{50}^{ref}	-	5×10^4	-	kN/m^2
主固结加载切线刚度	E_{oed}^{ref}	-	5×10^4	-	kN/m^2

卸载/重加载刚度	E_{ur}^{ref}	-	1.5×10^5	-	kN/m^2
刚度的应力水平相关幂值	m	-	0.5	-	-
泊松比	ν_{ur}	0.3	0.2	0.1	-
内聚力	c_{ref}	-	0	-	kN/m^2
不排水抗剪强度	$S_{u,ref}$	5	-	-	kN/m^2
摩擦角	ϕ'	0	31	-	°
剪胀角	ψ	0	0	-	°
剪应变 $G_s=0.722G_0$	$\gamma_{0.7}$	-	1×10^{-4}	-	-
小应变时剪切模量	G_0^{ref}	-	1.2×10^5	-	kN/m^2
杨氏模量增量	E'_{inc}	1×10^3	-	-	kN/m^2
参考位置	y_{ref}	18	-	-	m
不排水抗剪强度增量	$S_{u,inc}$	3	-	-	kN/m^2
参考位置	y_{ref}	18	-	-	m
界面					
界面强度	--	手动	刚性	刚性	-
强度折减因子	$R_{int \phi'}$	0.5	1	1	-
初始条件					
K_0 的确定	--	手动	自动	自动	-
侧压力系数	K_0, x	0.5	0.485	1	-

1.3 定义结构单元

桩宽度 0.2m。桩体周围设置界面单元，模拟桩和土体的相互作用。界面需要延伸入砂土层 0.5m（见图 2）。注意界面定义在有土这一侧。适当的桩-土界面模型对材料阻尼很重要，这个阻尼由于桩体周围土体滑移而且允许桩端周围充分变形而产生的（模拟桩-土界面对于考虑在打桩过程中由于土体滑移所产生的材料阻尼以及使桩尖具有足够的弹性而言都是很重要的）。使用放大选项来生成桩和界面。

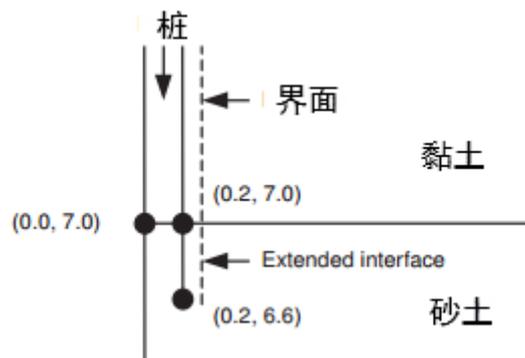


图 2 界面延长

为了定义混凝土桩：

PLAXIS 2D 2015 案例教程：打桩对周围土体影响分析

- 单击结构模式模式，在结构模式中定义结构单元。
- 📐 选择竖向工具栏中的创建多边形，单击 (0 18)，(0.2 18)，(0.2 7) 和 (0 7)。
- 🔗 创建负向界面模拟桩土相互作用，通过单击 (0.2 6.6) 和 (0.2 18)。

桩体是混凝土材料，用线弹性模型来模拟。首先，桩并不存在，所以桩体赋予了粘土层参数。两层土和混凝土桩的参数在下表中列出。

为了模拟打桩力，在桩顶部施加分布荷载。创建动力荷载过程如下：



通过单击 (0 18) 和 (0.2 18) 定义分布荷载。

- 在选择浏览器中定义荷载分量。注意本例不使用静力荷载。如果静力荷载不激活程序将忽略静力荷载。
- 展开动力荷载子目录并延重力方向指定单位荷载。



单击乘子_y 下拉菜单并单击出现的+按钮。弹出乘子窗口，并自动添加了一个位移乘子。

- 在信号下拉菜单选择简谐波选项。设置振幅为 5000，阶段是 0，频率为 50Hz，如图 3。

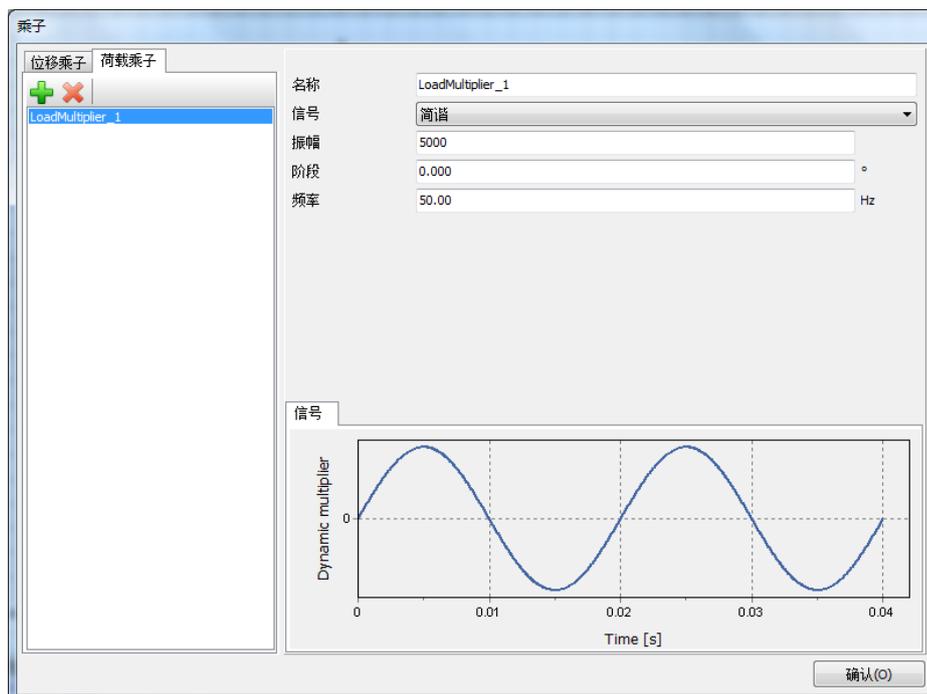


图 3 简谐波乘子的定义

最终的几何模型如图 4 所示。



图 4 模型几何图形

2 网格生成

- 切换到网格模式

 单击单元分布参数，使用默认中等。

 生成的结果如图 5。

- 单击关闭按钮，关闭输出窗口。

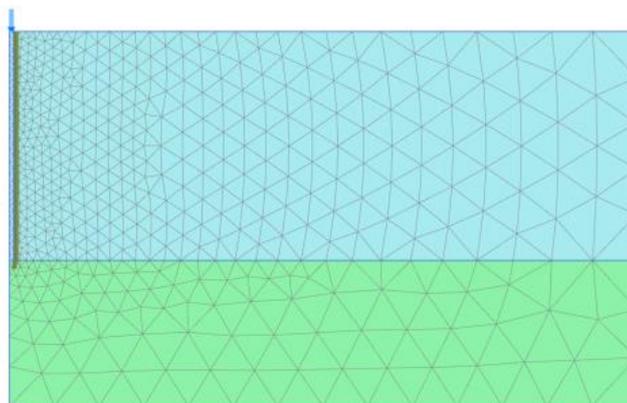


图 5 生成的网格

3 计算

计算过程包含三个阶段。初始阶段，生成初始应力场。阶段 1 生成桩；阶段 2 通过激活半个周期的简谐波荷载给桩施加一个冲击；阶段 3 冻结荷载，分析桩土的动力响应。后两步都是动力分析计算。

阶段 1

 添加新的阶段。

- 阶段窗口一般标签中选择塑性计算。
- 默认荷载类型为分布施工。
- 在分步施工模式中指定桩的材料给代表桩的土层。
- 激活界面。在分步施工模式中阶段 1 的模型如图 6 所示。

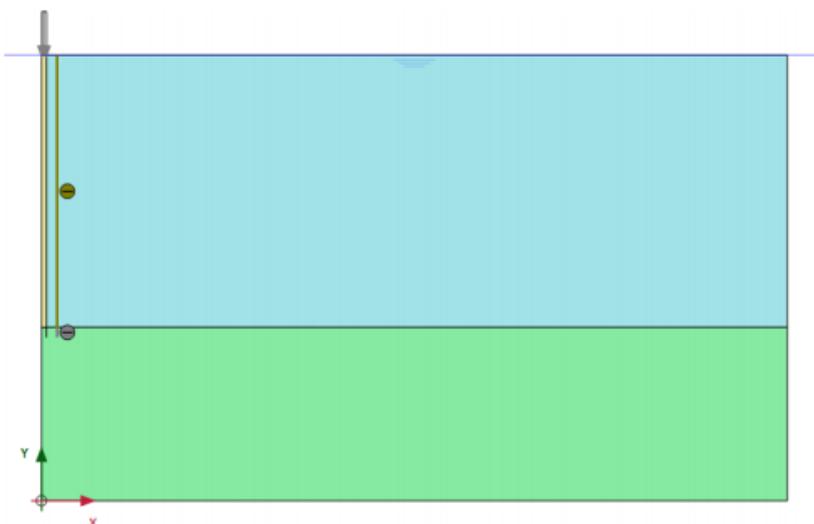


图 6 分步施工模式阶段 1 几何模型

阶段 2

 添加新的阶段。

- 阶段窗口一般标签中选择动力计算。
- 设置动力时间间隔为 0.01s。
- 选中阶段窗口变形参数标签中的重置位移为零选项。其余的值采用默认的值。
- 在分步施工模式中激活分布荷载动力分量。选择浏览器中激活的动力荷载分量如图 7 所示。
- 展开模型浏览器模型条件中动力子目录树。
- 指定 Xmax 和 Ymin 为粘性边界（如图 8）。

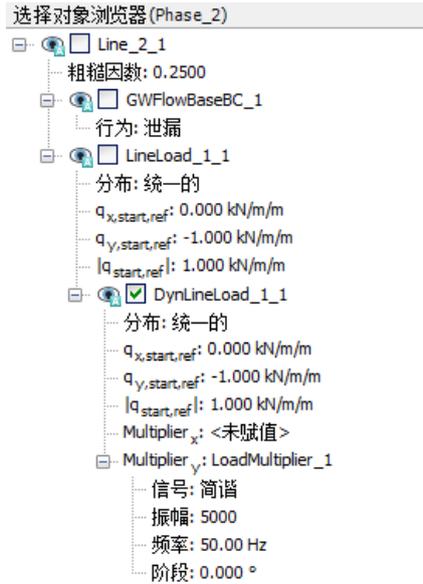


图 7 选择浏览器中动力荷载分量

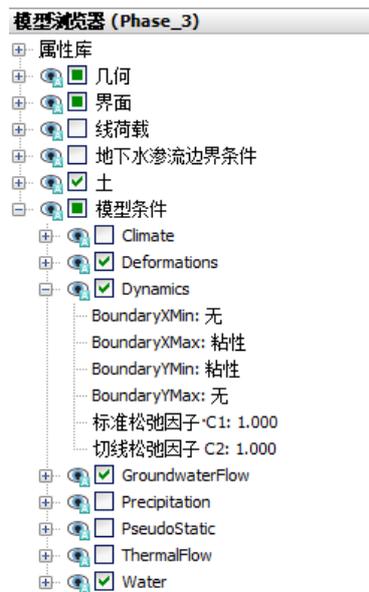


图 8 动力计算边界条件

这一步的结果是在荷载上施加半个周期的简谐波荷载。在本步结束后荷载值归为 0。

阶段 3

 添加新的阶段。

 阶段窗口中计算类型选择为动力计算。

- 设置动力时间间隔为 0.19 秒。
- 在分步施工模式中冻结点荷载。

 单击桩顶部位的节点，生成荷载位移曲线所需的点。

 计算项目。

 计算完成后保存项目。

4 结果

图 9 显示了桩（顶点）的时间位移曲线。从图中可以看出：

- 由于冲击产生的桩顶最大沉降为 13mm，最终沉降为 10mm。
- 大部分的沉降发生在阶段 3 冲击结束后。这是因为压缩波沿着桩体向下传播，引起附加沉降。
- 虽然没有瑞利阻尼，但由于土体的塑性和振动波能量在模型边界上被吸收，桩体的振动逐渐减弱。

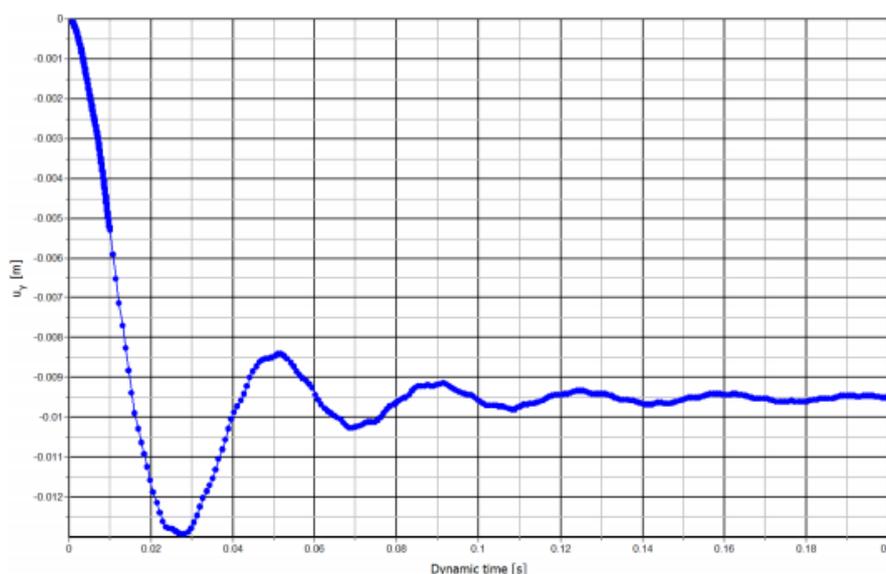


图 9 桩的位移-时间曲线

当查看第二计算步的输出结果时（ $t = 0.01$ s，冲击发生后），可以发现在桩端周围产生了很大的超孔隙水压力，这减小了土体的抗剪强度，使桩体沉入砂土层。超孔隙压力持续到阶段 3，因为例题中没有考虑固结。

图 10 为 0.01 秒时界面单元上的剪切应力。这个图已经使用缩放因子手动放大了 10 倍，显示一小部分桩体的应力分布。图形显示出沿桩长所有部分都达到了最大剪应力，表明土体已经开始沿桩体滑移。

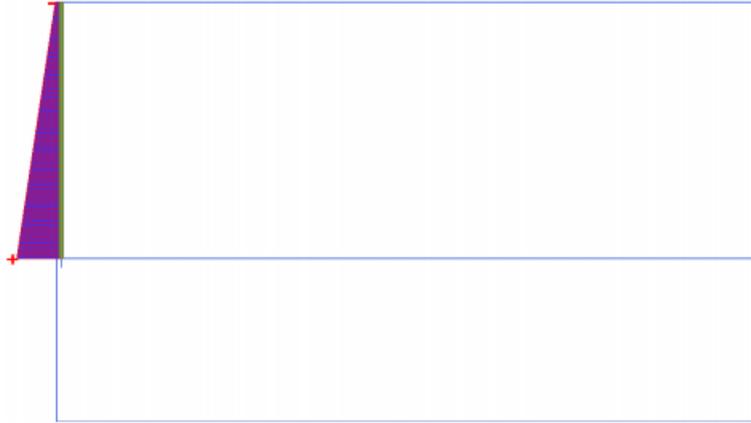


图 10 $t=0.01s$ 时界面单元上的最大剪应力

当查看最后计算步($t = 0.2 s$)的变形网格时,也可以发现桩体的最终沉降为 10mm。为了观察到全部动力过程,建议使用生成动画来查看变形网格随时间的“运动”。你会注意到第一部分的动画比第二部分要慢。

本教程到此结束!