

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

目录

发电机对弹性基础的动力影响分析.....	1
1.1 输入.....	2
1.2 生成网格.....	4
1.3 计算.....	4
1.4 结果.....	8

发电机对弹性基础的动力影响分析

使用 PLAXIS 可以模拟土与结构相互作用的动力效应。本例研究振动源对周围土体的动力影响。振动源是一个发电机，固定在直径为 1m，厚度为 0.2m 的混凝土基础上，如图 1.1 所示。发电机激发的振动通过基础传递给周围土层。

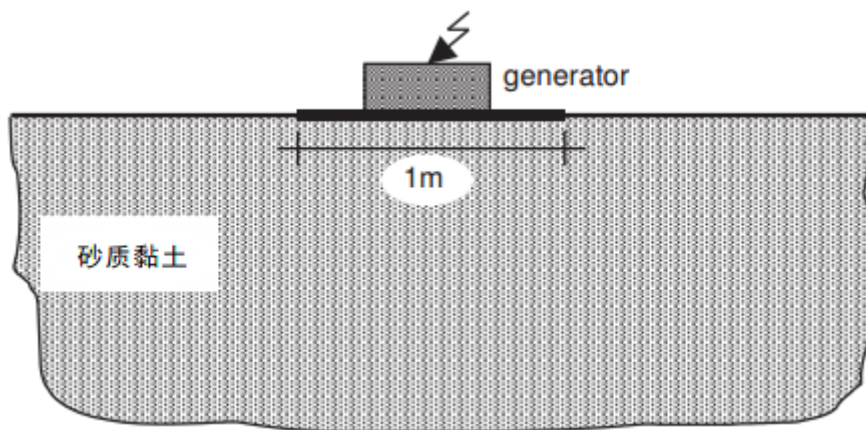


图 1.1 研究问题的几何尺寸

用瑞利阻尼来考虑由粘滞作用引起的物理阻力。同时由于径向波的传播，几何阻尼对减弱振动有明显作用。

边界条件的模拟是动力计算的关键点之一。为了避免在模型边界上产生伪波反射（实际情况中不存在），需要施加特殊的边界条件吸收到达边界的振动波。

目标：

- 动力分析
- 定义动力荷载
- 使用瑞利阻尼定义材料阻尼

1.1 输入


1.1.1 一般设置


- 打开 PLAXIS 2D AE 软件，在出现的快速选择对话框中选择一个新的项目。
- 在工程属性窗口的工程标签下，键入一个合适标题。
- 由于是三维问题，使用轴对称模型。在模型标签下，模型(轴对称)和单元(15-Node)保持默认选项。
- 保持单位和一般设置框为默认值。
- 在几何形状设定框中设定土层模型尺寸 $x_{min}=0$, $x_{max}=20$, $y_{min}=0$, $y_{max}=20$ 。
- 点击 OK 即关闭工程属性窗口，完成设定。

提示：模型边界距离关注区域应该足够远，以避免可能产生的反射波的干扰。尽管我们采取了特殊的措施(吸收波边界)来避免伪波反射，但仍会存在一些小的影响，因此将边界设置足够远是一个好的习惯。对于边界范围，动力分析要比静力分析的远。

1.1.2 土层定义

利用钻孔生成地基土层，模型中考虑 10m 厚的土层，地下水位 $y=0$ 。本例不考虑地下水的情况。定义土层：

-  在 $x=0$ 处创建第一个钻孔。
- 修改土层窗口将出现。土层的顶部=0 和底部=-10。
- 水头高度 $y=0m$ 。

 打开材料设置窗口。

- 根据表 1.1 定义土层材料属性。土层为砂质黏土，认为是弹性的。赋予土的弹性模型的值相对很高，这是因为动态分析时，动力荷载施加的非常快且因其土的变形非常小，土的刚度要比静态的大。建议土的单位重量是饱和重度，忽略地下水的存在。
- 关闭修改土层窗口，切换到结构模式定义结构单元。

表 1.1 土层材料属性


参数	名称	地基土	单位
一般			
材料模型	模型	线弹性	-
材料类型	类型	排水的	-
水位以上土体容重	γ_{unsat}	20	kN/m^3
水位以下土体容重	γ_{sat}	20	kN/m^3
参数			
弹性模量	E'	50000	kN/m^2

泊松比	ν'	0.3	-
初始条件			
K_0	-	manual	-
静止侧压力系数	$K_{0,y}$	0.5	-

提示：当使用摩尔库伦或线弹性模型时， V_p 和 V_s 根据弹性参数和土的重度计算。 V_p 和 V_s 也可以输入；接着弹性参数自动计算。详细信息请查看参考手册弹性参数和波速关系相关章节。

1.1.3 定义结构单元

在结构模式中定义发电机：

 指定点 (0,0) 至 (0.5,0) 创建板，代表基础。

 打开材料设置窗口。

- 根据表 1.2 定义基础材料属性。基础假定为弹性材料，重度为 5kN/m^3 。

表 1.2 板的材料属性



参数	名称	建筑	单位
材料类型	类型	弹性；各向同性	-
轴向刚度	EA	7.6×10^6	kN/m
抗弯刚度	EI	2.4×10^4	kNm^2/m
重度	w	5	kNm/m^3
泊松比	ν	0	-

施加分布荷载模拟发电机的重量以及由它产生的振动。荷载的真实值后面在定义。施加后的模型如图 1.2。



图 1.2 模型

1.2 生成网格

- 切换标签进入网格模式
-  划分网格。使用单元分布参数默认选项。
-  查看网格，生成的网格如图 1.3。
- 单击关闭按钮退出输出程序。

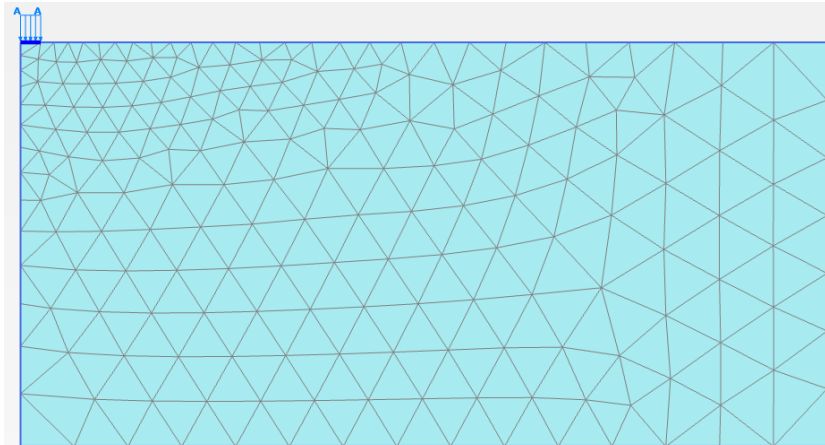


图 1.3 生成的网格


1.3 计算

计算分四个阶段，在分步施工模式中定义。

初始阶段

程序默认在阶段浏览器添加了初始阶段，本例使用默认的设置。

Phase 1

-  添加新的阶段，使用默认的设置。
- 激活基础。
- 激活分布荷载的静力部分。在选择浏览器中修改 $q_{y,start,ref}$ 值设置为-8 kN/m/m.不要激活动力荷载部分。如图 1.4

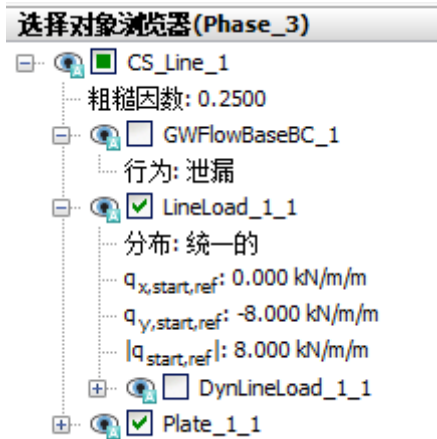



图 1.4 选择浏览器指定静力部分荷载

阶段 2

这个阶段，施加垂直方向简谐波，振动简谐波模拟频率为 10Hz，振幅 10 kN/m².总的的时间间隔为 0.5 秒，5 个循环。

 添加新的阶段。

 阶段浏览器中一般子目录下计算类型选择动力分析。

- 设置动力时间间隔为 0.5 秒。
- 在阶段窗口变形控制参数子目录，选中重置位移为零。其它值默认。
- 展开模型浏览器的属性库子目录。
- 右键动力乘子子目录并在出现的菜单中选择编辑。将弹出乘子窗口。
- 单击荷载乘子标签。

 为荷载添加一个乘子。

- 定义信号为简谐波，振幅为 10，阶段为 0°，频率为 10Hz，如图 1.5。

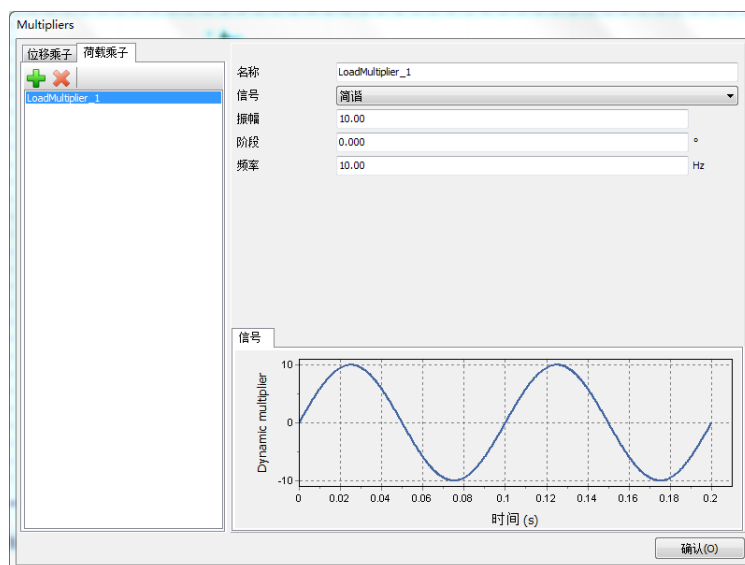


图 1.5 定义简谐波乘子

在**选择浏览器**中，激活动力荷载部分。

- 指定荷载 $(q_x, q_y) = (0, -1)$ 。单击乘子_y，从下拉菜单中选择 `LoadMultiplier_1`，如图 1.6。

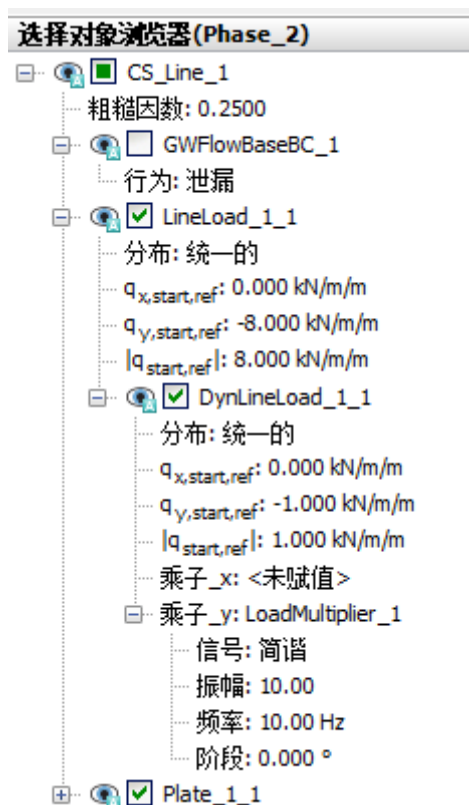


图 1.6 选择浏览器指定动力荷载部分

提示：动力乘子既可以在激活模式又可以在计算模式中指定。

实际上土是半无限介质，因此需要定义特殊的边界条件。如果没有这些特殊的边界条件，振动波将在模型边界上发生反射，造成扰动。为了避免这种不真实的反射，要在 Xmax, Ymin 处指定粘性边界。在模型浏览器中的模型条件下的动力子目录中指定动力边界条件，如图 1.7。

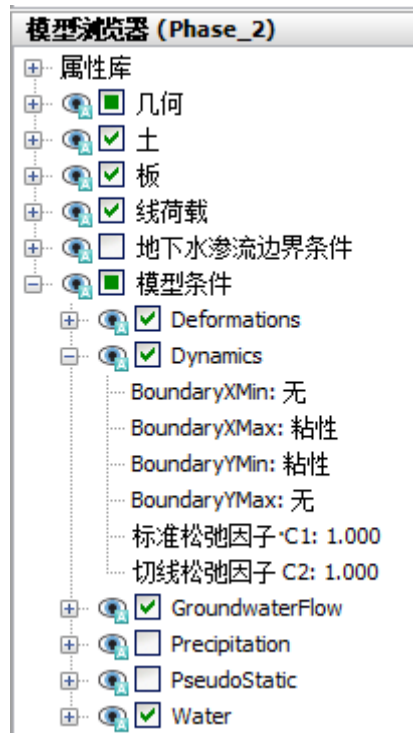




图 1.7 模型浏览器模型条件下动力边界


Phase 3

 添加新的阶段。

 阶段浏览器中一般子目录下计算类型选择动力分析。

- 设置动力时间间隔为 0.5 秒。
- 在分步施工模式中冻结面荷载的动力荷载。但是静力荷载仍然处于激活状态。这个阶段的动力边界条件和前述一样。

 选择为曲线生成的点地面点（如（1.40），（1.90），（3.60））。

 通过单击分步施工模式中的计算按钮，计算该项目。

 计算完成后保存项目。

1.3.1 考虑阻尼的计算

PLAXIS 2D AE 案例教程：发电机对弹性基础的动力影响分析

在第二次计算中,通过瑞利阻尼的形式引入材料阻尼。瑞利阻尼可以在材料组中进行输入。步骤如下:

- 用另一名字保存项目。
- 打开土体材料组窗口。
- 在一般页面中点击瑞利 α 参数框。注意一般页面右伴部分显示单自由度等效框。
- 设置两个目标的 ξ 参数均为 5%。
- 分别将目标 1 和目标 2 的频率值设为 9 和 11。
- 点击瑞利参数的其中一个定义框。程序自动计算出 α 和 β 值。
- 点击确定, 关闭数据组。
- 查看各计算阶段是否正确定义(根据前面给出的信息), 然后开始计算。

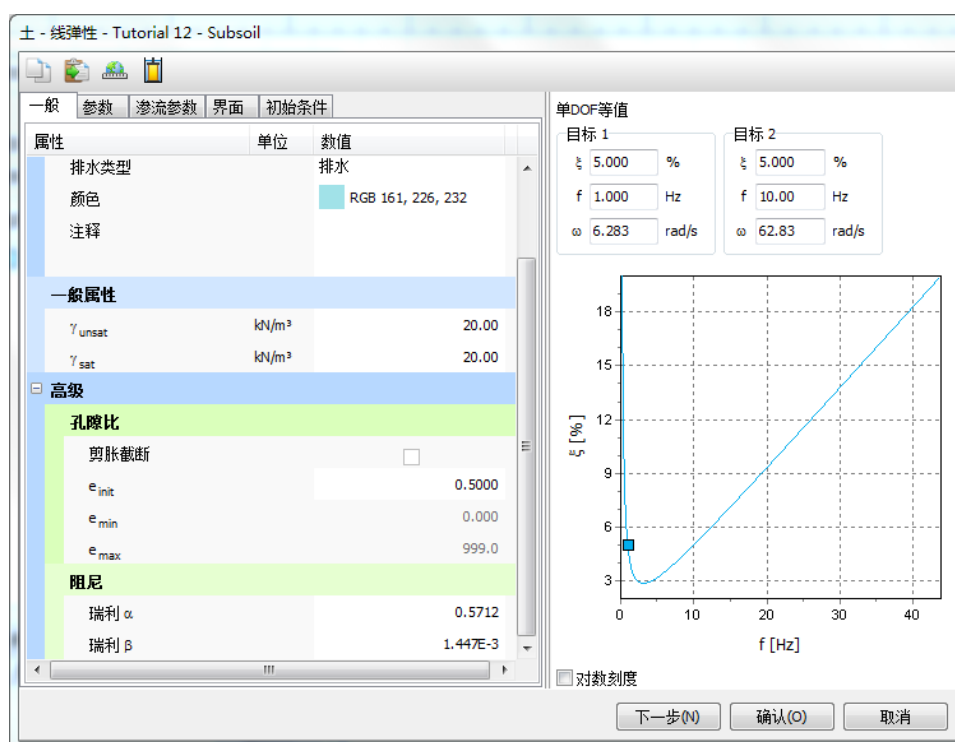


图 1.8 瑞利阻尼的输入

1.4 结果

曲线管理器工具对动力分析特别有用。可以很容易的绘制加载-时间曲线(输入值), 以及选定点的位移、速度和加速度随时间变化的曲线。乘子随时间变化曲线可以通过设定 x 轴为动力时间, y 轴为 U_z 来绘制。图 1.9 显示了结构表面选取点的响应。可以看出即使没有阻尼, 振动波也将由于几何阻尼而发生衰减。

图 1.10 中存在明显的阻尼现象。可以看出力被撤销之后 ($t=0.5s$) 一段时间, 振动波完全衰减掉。同时, 位移振幅也变的很小。对比图 1.9 (无阻尼) 和图 1.10 (有阻尼)。

也可以通过选择变形菜单中适当的选项, 在输出程序中显示某一特定时间的位移, 速度和加速度。图 1.11 显示了阶段 2 结束时 ($t=0.5s$) 土体内的总加速度。

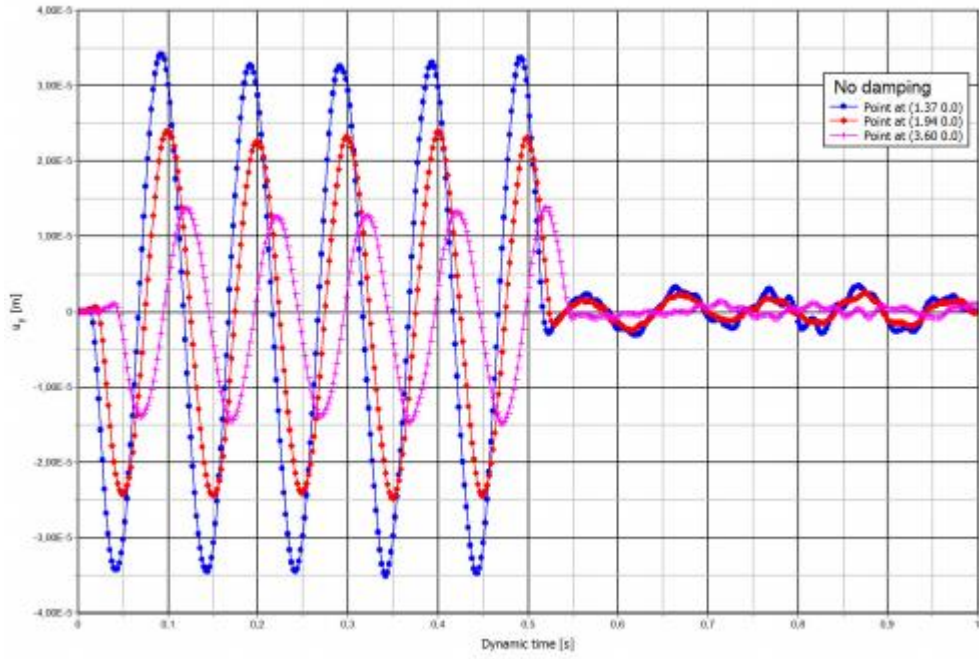


图 1.9 距振源不同距离处地表的垂直位移-时间曲线（无阻尼）

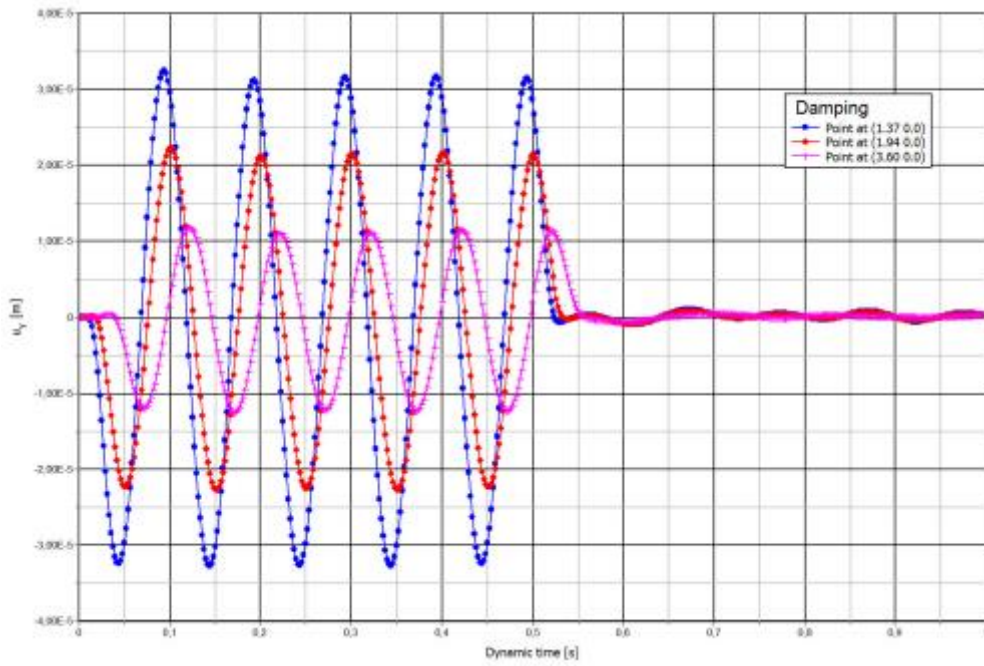


图 1.10 距振源不同距离处地表的垂直位移-时间曲线（有阻尼）

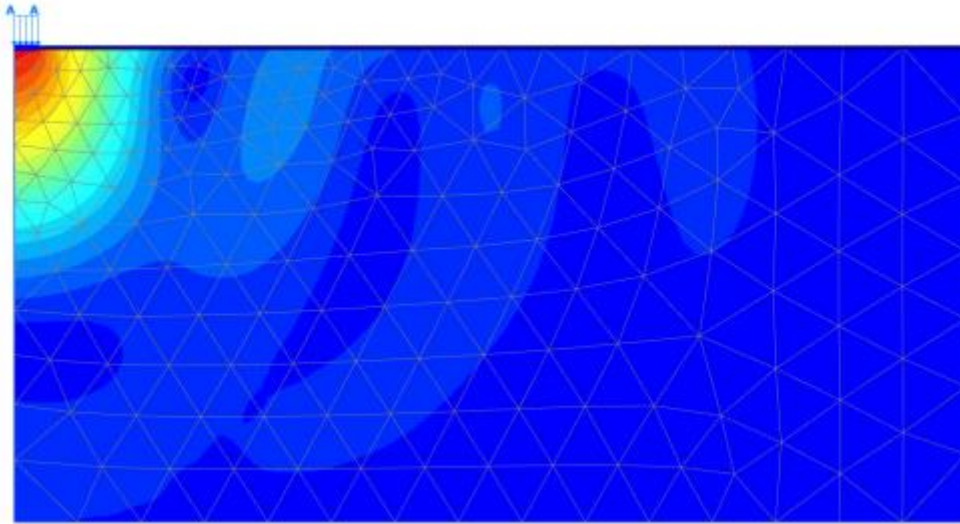


图 1.11 阶段 2 结束时土体中的总加速度（无阻尼）

本教程到此结束！