

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©, 2015.

目录

通航船闸的热膨胀.....	1
1.几何模型.....	2
2 网格划分.....	4
3 执行计算.....	5
4 查看计算结果.....	10

通航船闸的热膨胀

由于要维修通航船闸（材料为混凝土），因此需要将其临时“挖空”。“挖空”一段时间后，空气温度上升很多，这将引起船闸里侧受热膨胀，然而靠近土一侧的船闸温度相对来说较低。这将使墙体产生向后的弯矩，进而增加了墙后土体的侧向应力，同时增加了墙体本身的弯矩。

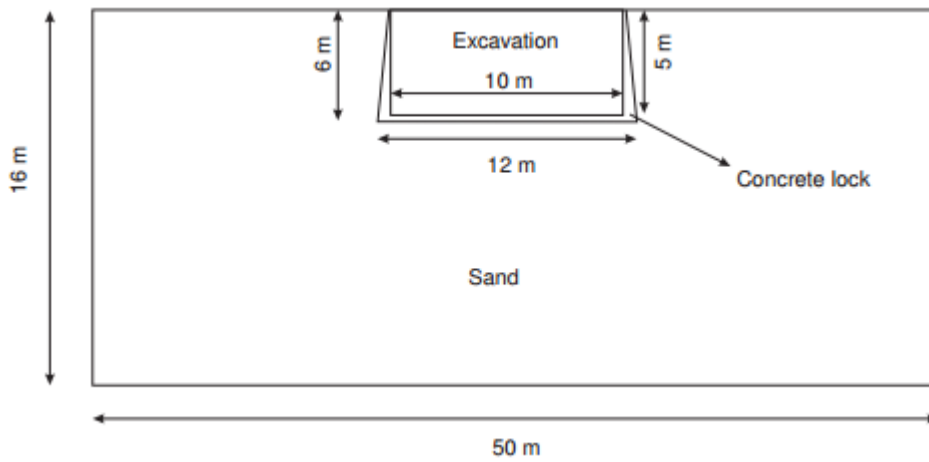


图 1 混凝土船闸

本例将展示如何使用温度模块进行这类问题的分析。

目标:

- 定义热力函数
- 使用热膨胀
- 执行完 THM(热-水-力学)全耦合计

1.几何模型

按照如下步骤创建几何模型：

1.1 一般设置

- 打开 PLAXIS 2D 2015 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（平面应变）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 $X_{min}=0$, $X_{max}=25$, $Y_{min}=-16$, $Y_{max}=0$ 。
- 点击 OK 即关闭工程属性窗口，完成设定。

1.2 土层定义

 在点 $x=0$ 处创建钻孔。这时修改土层窗口自动弹出。

- 本项目只有一层土。添加土层并指定其高度，顶部 0m，底部-16m。
- 水位线位于 $y=-4m$ 。在钻孔柱状图上边指定水头为-4m。

 打开材料设置窗口，为砂土和混凝土定义材料属性。

- 按表 1 中的参数定义土层并分别指定给相应土层。
- 关闭修改土层窗口。

表 1.1 土层材料属性


参数	符号	砂土	混凝土	单位
一般设定				
材料模型	$Model$	硬化土模型	线弹性模型	-
排水类型	$Type$	排水	非多孔	-
地下水位以上重度	γ_{unsat}	20	24	kN/m^3
地下水位以下重度	γ_{sat}	20	-	kN/m^3
初始孔隙比	e_{int}	0.5	0.5	-
参数				
弹性模型	E'	-	25×10^6	kN/m^2
泊松比	ν	-	0.15	-
标准三轴排水试验割线刚度	E_{50}^{ref}	40×10^3	-	kN/m^2
主固结加载切线刚度	E_{oed}^{ref}	40×10^3	-	kN/m^2
卸载/重加载刚度	E_{ur}^{ref}	1.2×10^5	-	kN/m^2
刚度的应力水平相关幂值	m	0.5	-	-
内聚力	c'_{ref}	1	-	kN/m^2
摩擦角	ϕ'	32	-	°
剪胀角	ψ	2	-	°

剪应变 $G_s=0.722G_0$	$\gamma_{0.7}$	0.1×10^{-3}	-	-
小应变时剪切模量	G_0^{ref}	8×10^4	-	kN/m^2
地下水				
数据组	-	USDA	-	-
模型	-	Van Gunuchten	-	-
土类	-	Sandy clay	-	-
设为默认	-	Yes	-	-
热力				
比热容	Cs	1000	900	$kJ/t/K$
导热系数	λ_s	1.0×10^{-3}	1.0×10^{-3}	$kW/m/K$
土密度	ρ_s	2.6	2.5	t/m^3
热膨胀 X 分量	α_x	0.5×10^{-6}	0.1×10^{-4}	$1/k$
热膨胀 Y 分量	α_y	0.5×10^{-6}	0.1×10^{-4}	$1/k$
热膨胀 Z 分量	α_z	0.5×10^{-6}	0.1×10^{-4}	$1/k$
界面				
界面强度	-	刚性	手动	-
强度折减因子	R_{inter}	1	0.67	-
初始条件				
K_0 的确定	1	自动	自动	-

1.3 结构单元定义

在分步施工模式下，船闸用混凝土块来模拟。


- 切换到结构模式

 单击竖向工具栏中的创建土层多边形命令，并在出现的下拉菜单选择创建土层多边形。

- 在绘图区单击(0-5)、(5-5)、(5,0)、(5.5,0)、(6-6)、(0-6)和(0-5)。

提示：可以选择捕捉选项，并将间距设置为 0.5，这可以很方便生成多边形。

混凝土材料稍后将在分步施工模式中指定。

 单击竖向工具栏中的创建热流动边界按钮，并创建竖向边界和底部边界。

- 竖向边界默认行为选项为关闭。
- 选中底部边界，并将选择对象浏览器中的行为选择为温度。
- 设置参考温度 Tref 为 283.4K，如图 2 所示。

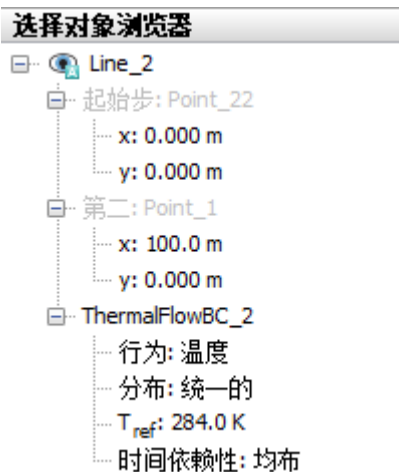


图 2 选择对象浏览器中的热边界条件

模型的几何的形状现在已经完成，如图 3 所示。

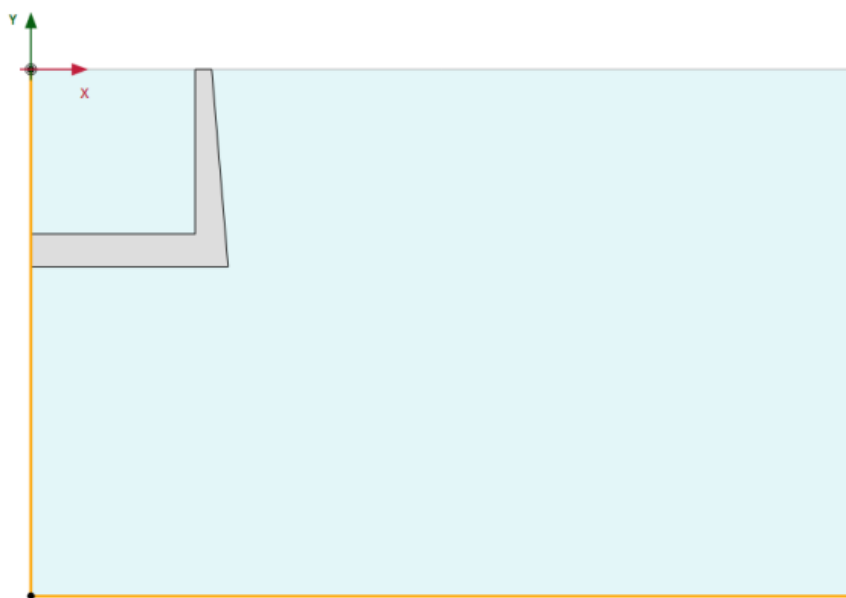



图 3 模型的几何形状

2 网格划分

- 进入网格模式。
- 选择刚才创建的土多边形，并将选择对象浏览器中的粗糙度设置为 0.25。

 创建网格。设置单元分布为中等。

 查看网格。生成的网格如图 4 所示。

- 单击关闭按钮，退出输出程序。

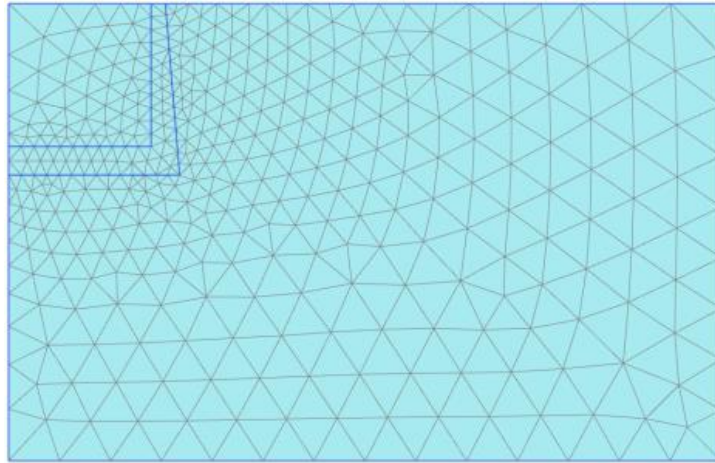


图 4 生成的网格

3 执行计算

本例的计算过程分三个阶段。在塑性计算阶段激活混凝土块，激活之后增加混凝土块的温度，同时定义为完全耦合流动变形分析。

初始阶段

- 切换至分步施工模式。
- 双击阶段浏览器的初始阶段。
- 本例中计算类型和孔压计算类型使用默认的选项。
- 选择热计算类型选项选为地温梯度，并关闭阶段窗口。
- 在分步施工模式中激活模型条件子目录下的热流动，并设置 T_{ref} 的值为 283K。 h_{ref} 和地温梯度取默认的值。如图 5 所示。

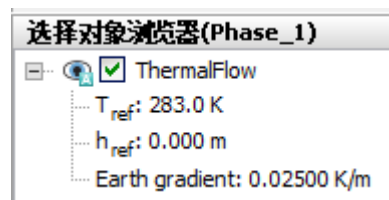


图 5 选择对象浏览器的热流动选项

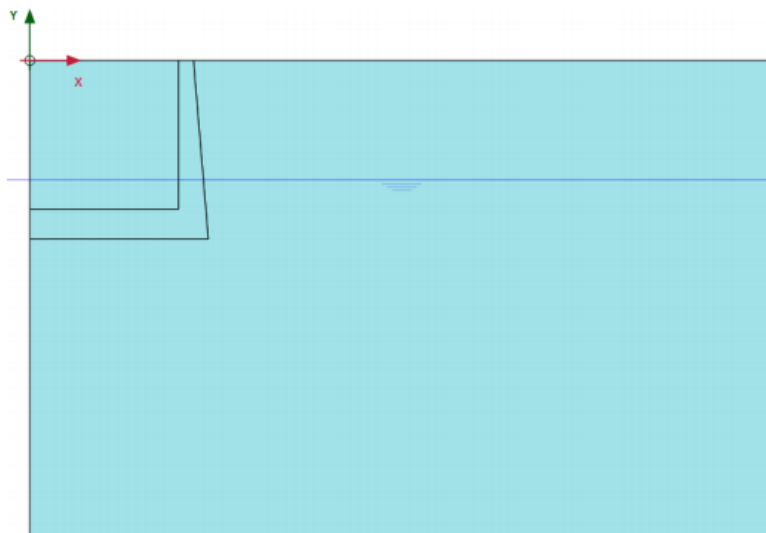




图 6 初始阶段

阶段 1

 添加一个新的阶段（阶段 1）。

- 双击阶段浏览器中的阶段 1。

 在阶段浏览器，ID 名称中键入一个合适的名字并将孔压计算类型选择为稳态地下水流动。

 热计算类型选择为稳态热流动。

- 注意重置位移为零和忽略吸力都勾选上。
- 在分步施工模式下，为生成的土多边形（代表通航船闸）选择材料为混凝土，如图 7 所示。

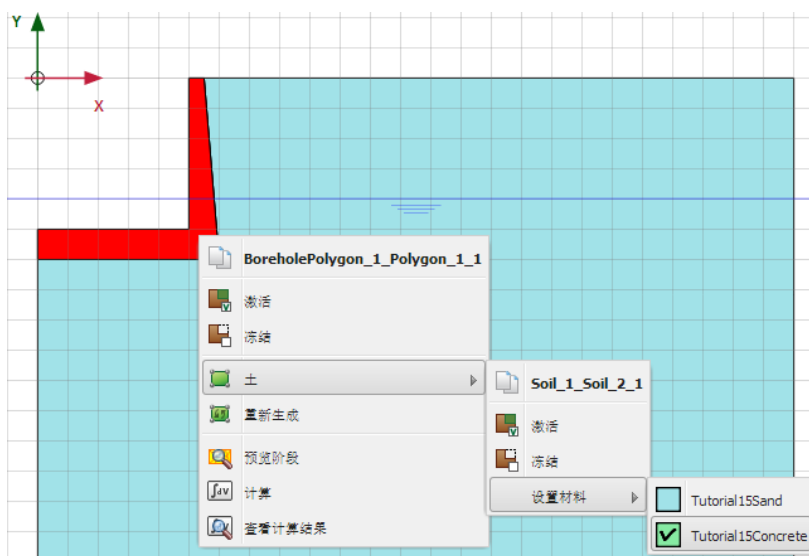



图 7 为通航船闸指定混凝土材料数据

 右键要挖空的土层类组，选择下拉菜单中的冻结选项。

- 将选择对象浏览器中该土层类组的水力条件设置为干。
- 多选开挖墙的侧向竖直和底部水平边界线。
- 激活选择对象浏览器中地下水流动边界条件。
- 将行为设置为水头， h_{ref} 为-5m，如图 8 所示。这用来模拟被“挖空”的船闸。



图 8 选择对象浏览器地下水流动边界条件

- 激活模型浏览器中的全部的热流边界条件。
- 激活模型浏览器中模型条件子目录中的气候条件。
- 设置空气温度为 283K 和表面热传递 1kW/m^2 ，如图 9 所示。这用来定义地面和船闸内侧的温度条件。

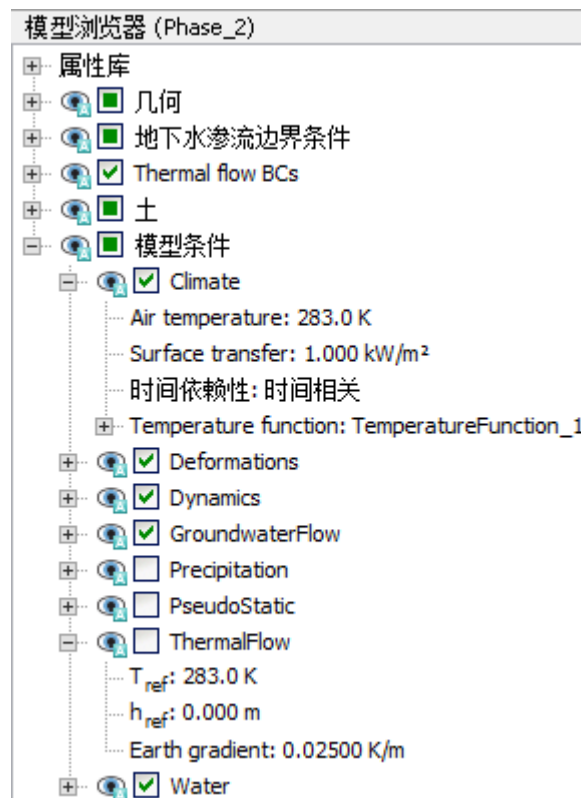


图 9 阶段 1 的模型条件

- 冻结热流选项。这是因为进行稳态热流计算时才使用包含气候条件的热流边界条件，而选择地温梯度选项时，不使用热流边界条件。
- 如图 10 所示，显示了阶段 1 定义完成后的模型。

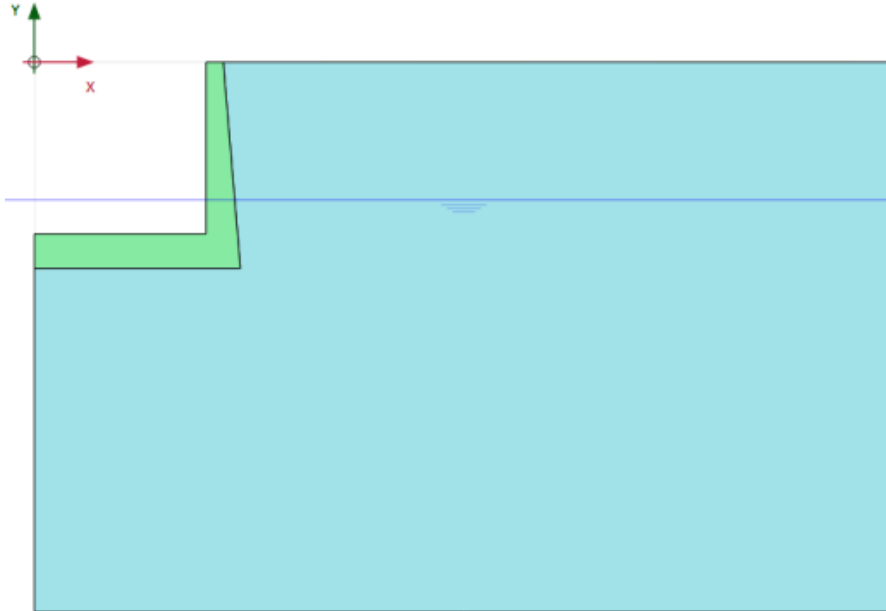



图 10 阶段 1 的模型

阶段 2

 添加一个新的阶段 *Phase_2*。

- 双击阶段浏览器中的 *Phase_2*。
- 设置计算类型为渗流与变形完全耦合分析。
- 热计算类型设置为使用前一阶段温度。这意味着计算时考虑了温度效应并且初始温度使用前一阶段温度。
- 时间间隔设置为 10 天。
- 选中重置位移为零和忽略吸力选项。

本阶段气候选项需要定义一个和时间相关的温度函数。创建温度函数的具体步骤如下：

- 右键模型浏览器属性库中的热函数选项，在出现的下拉菜单中选择编辑选项。将弹出热函数窗口。



在温度函数标签中，通过单击对应按钮添加一个新的函数。这个新的函数默认被高亮显示，同时右侧显示需要定义的信息。

- 信号栏中默认选项为简谐波。
- 为振幅指定值为 15，时间为 40 天。图表显示了定义的函数，如图 11。因为阶段的时间间隔定义为 10 天，本阶段仅考虑了温度循环的四分之一，这意味着 10 天后温度增加到 15K。

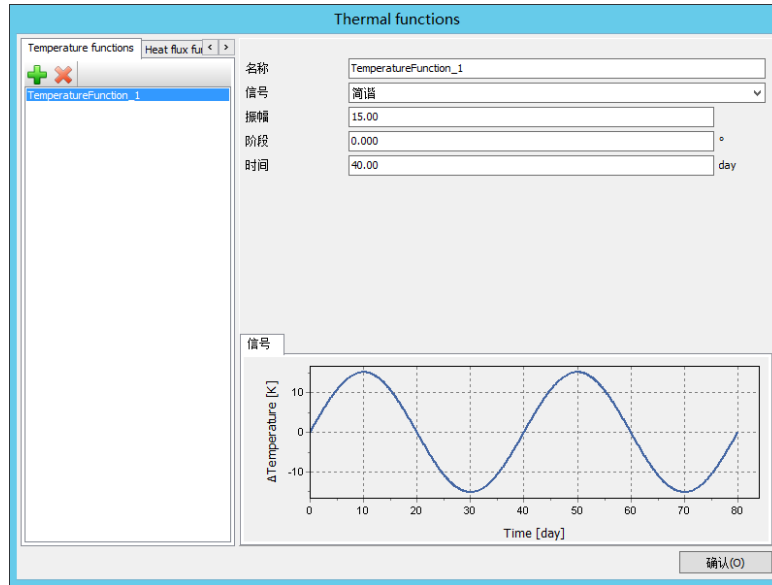


图 11 温度函数窗口

- 单击 OK，关闭热函数窗口。
- 展开模型浏览器中模型条件子目录。
- 将气候选项中的与时间相关选项选择为和时间相关，并指定上面定义好的温度函数，如图 12 所示。

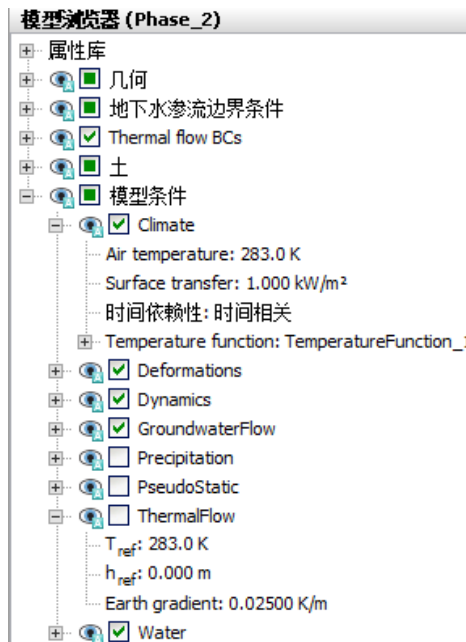





图 12 阶段 2 模型条件

计算的定义现在已经完成。在开始计算前，建议为稍后生成的曲线选择节点或应力点。

 单击竖向工具栏中为生成曲线选择点按钮。选择一些为生成曲线的特殊的点（例如开挖的顶点，（50））

 开始运行计算。

 计算完成之后保存。

4 查看计算结果

在阶段浏览器, 选择初始阶段并单击竖向工具栏中的查看计算结果按钮。在输出程序中, 选择应力菜单中热流动<<温度选项。

图 13 显示了初始温度分布, 初始温度基于参考地面温度和地温梯度。视图显示了地面温度为 283K 和模型底部为 283.4。

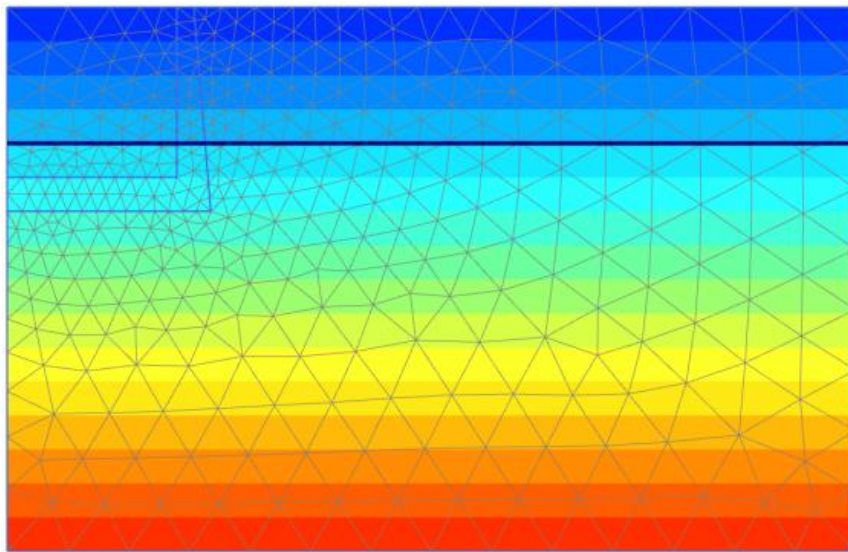


图 13 初始温度分布

图 14 显示了阶段 1 稳态热流计算的温度分布。事实上, 模型顶部和底部的温度和初始阶段的温度一样。然而, 因为地表温度现在定义为气候条件 (空气温度), 这个温度也施加在船闸内侧, 影响地表的温度分布。

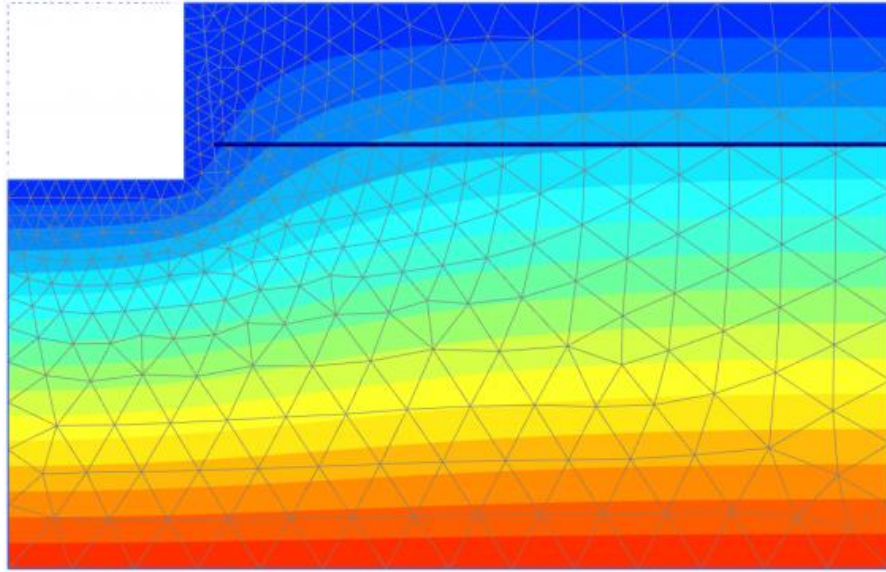


图 14 阶段 1 稳态温度分布

阶段 2，气候条件中的空气温度逐渐从 283K 到 298K（通过定义振幅为 15K,四分之一的简谐波），得到了最关注的计算结果。图 15 显示了地表的温度与时间的函数。

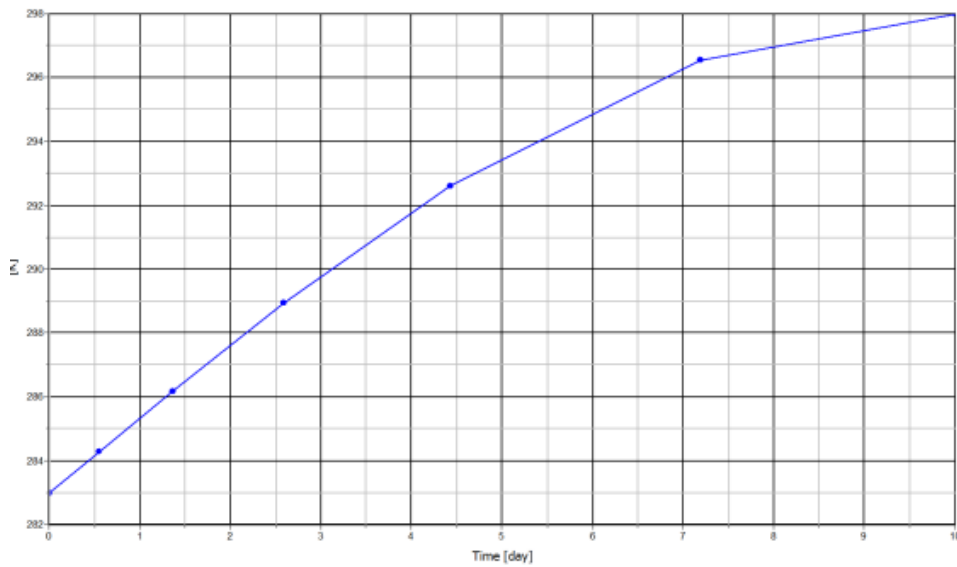


图 15 A 点随时间函数变化的温度分布

由于船闸内侧温度的增加，然而船闸外侧的温度保持不变，这将使墙弯向土体。图 16 显示了阶段 2 的变形网格。这个弯向后面的弯矩，将使船闸后面土体的侧向应力增大，向被动土压力状态发展，如图 17.注意，图 17 的图形是不同的。因为它只显示了多孔介质的应力。在后处理窗口中，点击查看菜单<<设置，设置窗口结果标签下可以改变(参考手册 8.5.2 节)。

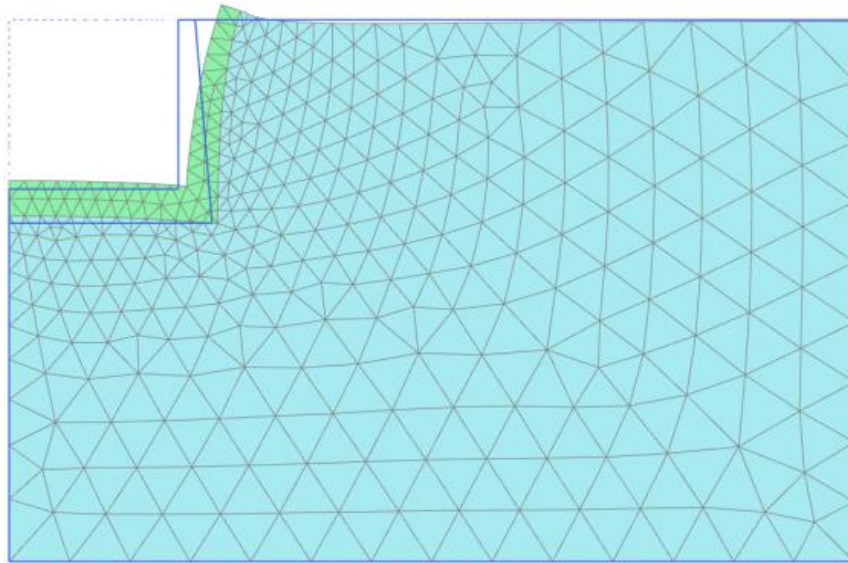


图 16 阶段 2 变形的网格

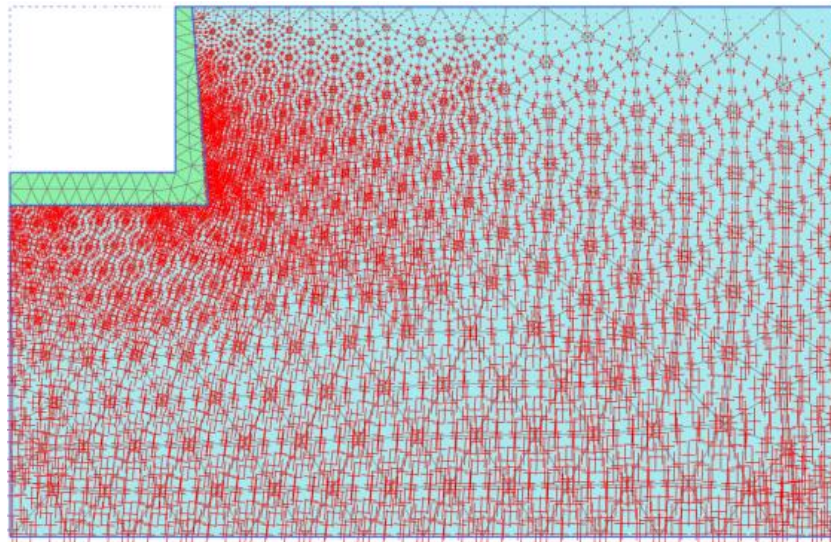


图 17 阶段 2 的有效主应力

本教程到此结束！