

三点弯折实验

本章模拟三点弯折实验，并介绍界面的基本操作方法。数值计算模型示意图如图 4-1 所示，相关参数如表 4.1 所示：

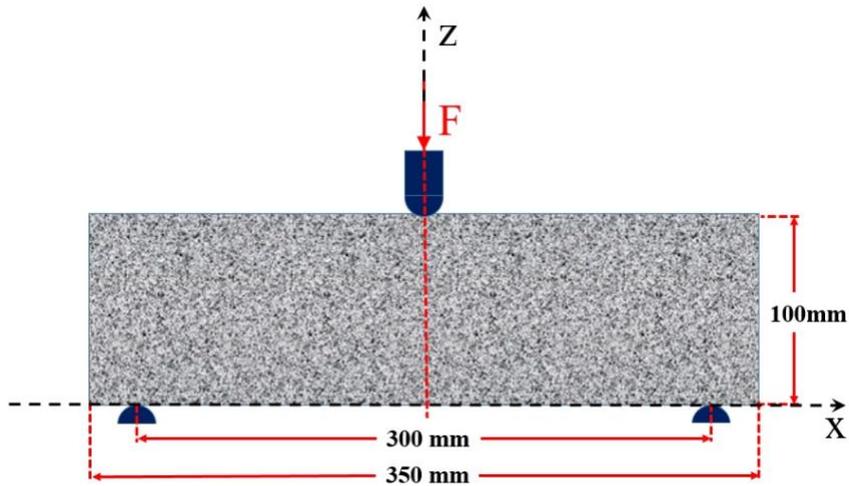


图 4-1 三点弯折实验示例图

表 1-1 材料参数(采用简单的线弹性本构模型)

Parameters	Value
Young's Modulus (GPa)	60
Poisson's Ratio	0.25

1.1 FSSI-CAS-2D/3D 图形界面操作——前处理

1.1.1 新建工程文件

用户首先在任何路径新建一个文件夹，自定义文件名，比如命名为 `Central_Point>Loading`；

用户点击图标 ，即可启动 FssiCAS 软件；

在 FssiCAS 软件中，用户点击 File—New，即可新建一个项目；用户点击 File—Save，选择之前新建的文件夹（选择 Central_Point_Loading 文件夹），即可将新建的项目保存在之前新建的文件夹里；当用户点击右上角 ×（退出软件）时，在弹出的窗口中选择 Yes，可保存当前项目，选择 No 即不保存当前项目，即可将新建的项目保存在之前新建的文件夹里，如图 4-2 所示。

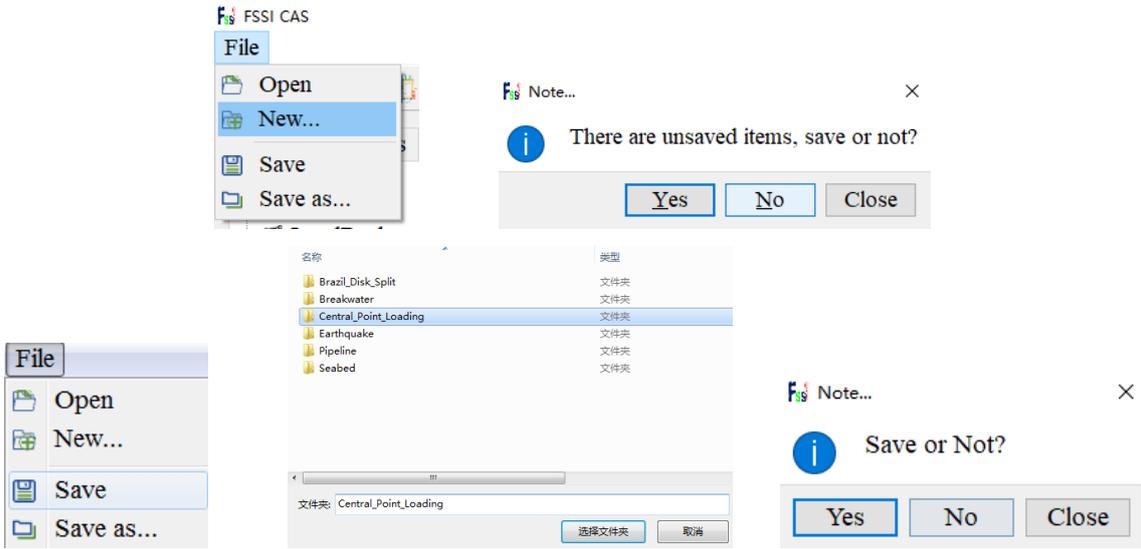


图 4-2 在 FSSICAS 软件中新建和保存一个项目的过程图

1.1.2 导入网格

用户点击在前处理界面上 Model 树状菜单栏中的 Load Mesh，在弹出 Choose Abaqus .inp File 窗口中，选择从 Abaqus 软件中导出的网格文件，双击或点击打开按钮，可导入几何模型的网格，如图 4-3 所示。

在弹出的 Load Mesh 窗口中设置固体节点数和流体单元阶次，在本案例中固体节点采用四边形四节点二阶单元，不设置流体单元阶次，因此，固体节点数设置为 4，流体节点阶次设置为 0（即没有流体存在），点击 OK，如图 4-4 所示。在工作区中显示几何模型如图 4-5 所示。

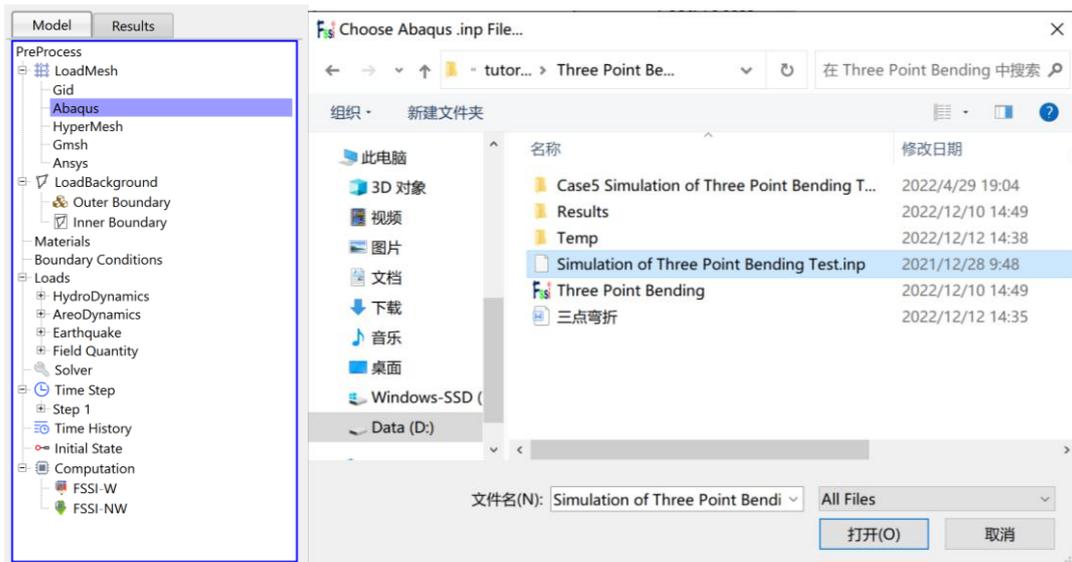


图 4-3 导入几何模型的网格文件

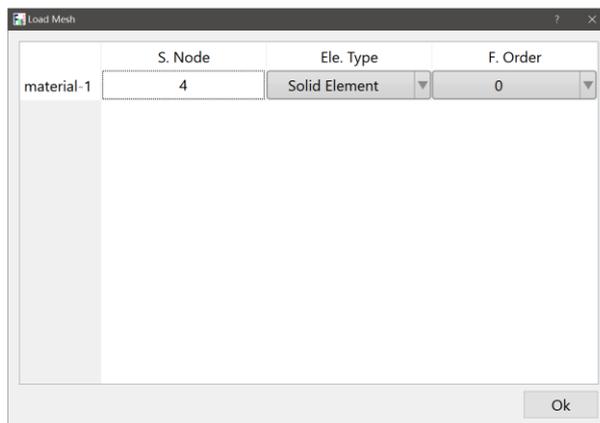


图 4-4 设置固体节点数和流体单元阶次

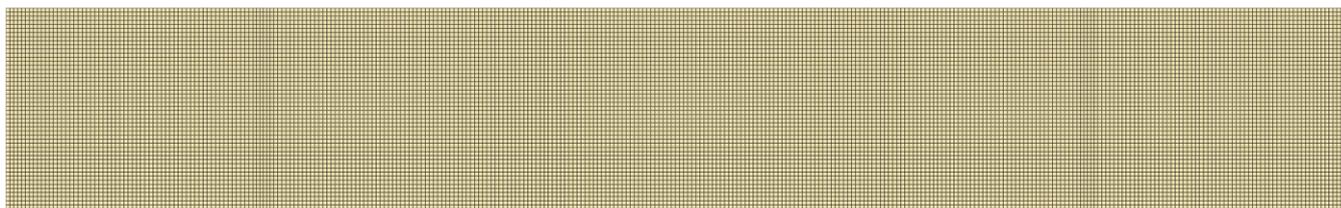


图 4-5 几何模型的显示

1.1.3 导入背景线

加载几何模型的背景线,是为了后续施加边界条件、区分材料以及设置输出时程结果的线。在几何模型比较复杂的情况下,添加背景线可以使施加边界条件更加便捷。

1.1.4 添加边界条件

需要将几何模型的边界条件设置为：将模型上方中点压头处施加 50Mpa 的恒定的分布力；模型底部两侧压头处设置为 Y 方向位移固定；模型纵向对称轴上的所有节点设置为 X 方向位移固定；

点击工具栏 2 中图标，进入边界选择模式，如图 4-6 所示；

点击工具栏 2 中图标，进入单元选择模式，如图 4-7 所示；

点击键盘‘R’键，开始选择；



图 4-6 进入边界选择模式



图 4-7 进入单元选择模式

在命令行中输入 highlight/460，确定模型中点位置，左键拖动鼠标框选模型上方中点压头处单元，左右各选四个单元，点击选择后被选择单元出现高亮，如图 4-8 所示；

点击鼠标右键，在显示边界条件下拉菜单中，选择 Distribution Pressure—Apply，如图 4-9 所示；

在弹出的对话框中施加恒定的分布力边界条件，大小为 50Mpa，并给此边界条件命名为 BC-1，如图 4-10 所示；



图 4-8 定位模型上方中点位置

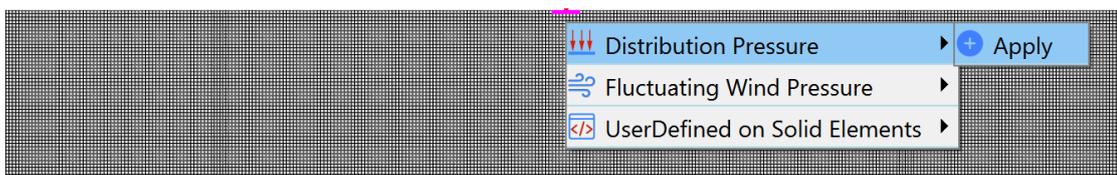


图 4-9 框选模型上方中点压头处背景线并选择施加恒定的分布力

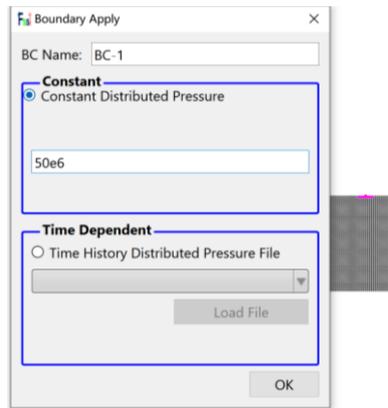


图 4-10 将模型上方中点压头处施加 50Mpa 的恒定的分布力

点击工具栏中图标, 进入边界选择模式。

点击工具栏中图标, 进入节点选择模式。

点击键盘‘R’键，开始选择。

在命令行中输入 `highlight/16354` 和 `16620`，确定型底部两侧压头处位置，点击鼠标左键拖动框选模型底部两侧压头处节点，左右各选择五个节点，点击选择后被选择线出现高亮；点击鼠标右键，在显示边界条件下拉菜单中选择 **Displacement—Apply**，如图 4-11 所示；在弹出的对话框中施加 Y 方向位移固定，点击 **Ok**，如图 4-12 所示；再次点击键盘‘R’键，可结束选择；

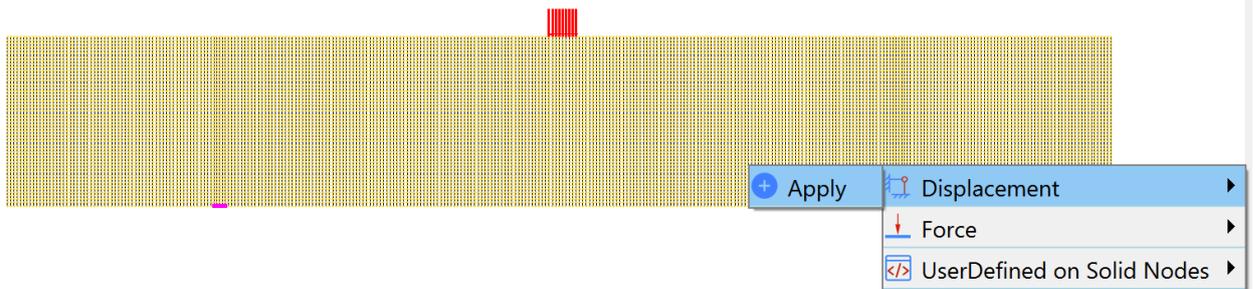


图 4-11 框选模型底部两侧压头

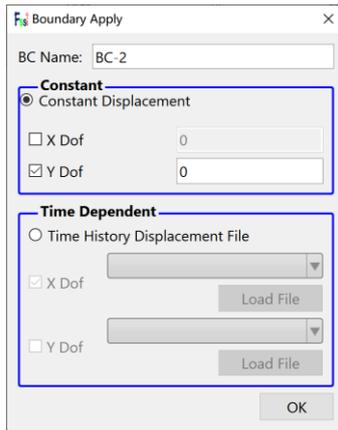


图 4-12 将框选模型底部两侧压头设置为 Y 方向位移固定

在工作区中拖动鼠标框选模型纵向对称轴上的所有节点，点击选择后被选择的节点出现高亮。

点击鼠标右键，在显示边界条件下拉菜单中选择 **Displacement—Apply**，如图 4-13 所示。在弹出对话框中施加 X 方向位移固定，点击 **Ok**，如图 4-14 所示。再次点击键盘‘R’键，可结束选择。

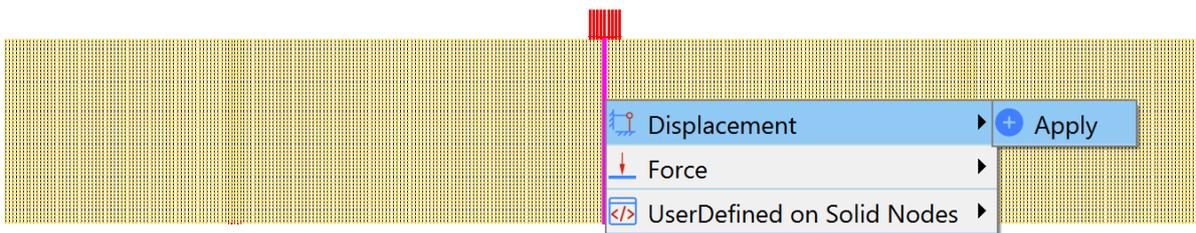


图 4-13 框选模型纵向对称轴上的所有节点

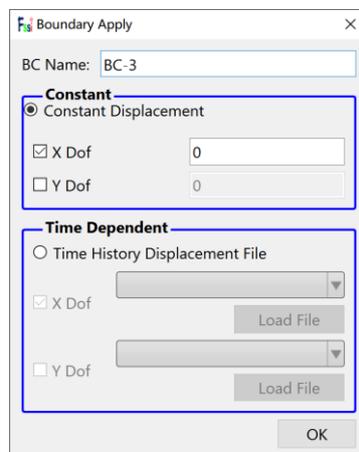


图 4-14 将模型纵向对称轴上的所有节点设置为 X 方向位移固定

在右侧的伸缩区中勾选 **Show Boundary Condition**，如图 4-15 所示，可以检查是否正确添加边界条件，该案例添加的边界条件如图 4-16 所示。

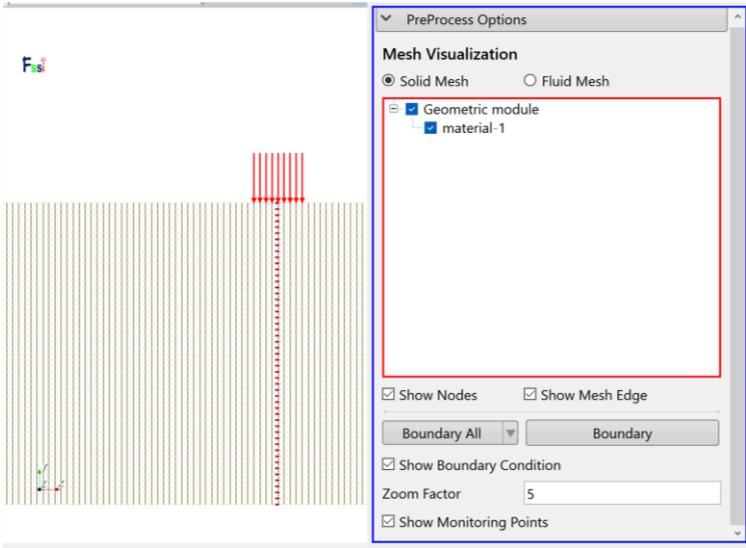


图 4-15 在右侧的伸缩区中勾选 **Show Boundary Condition**

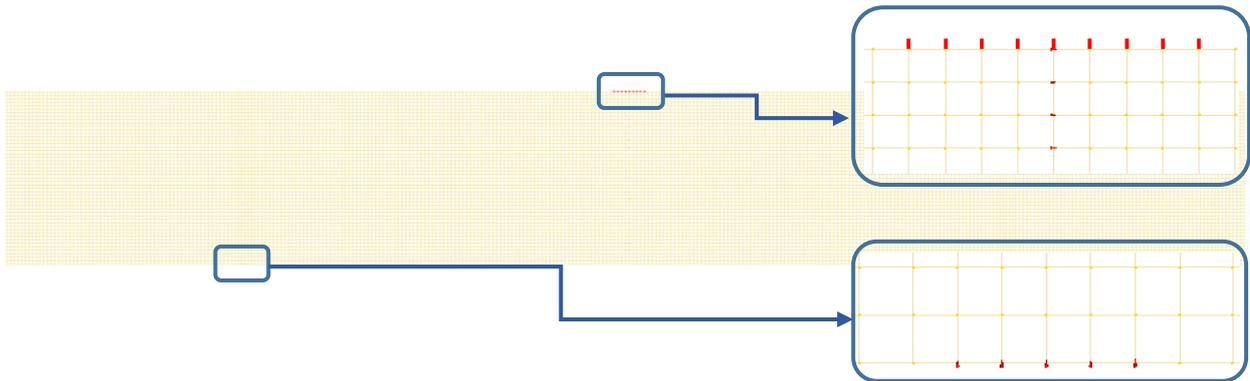


图 4-16 该案例添加的边界条件

1.1.5 设置材料参数

在前处理界面正上方的工具栏 2 中，点击从左往右第七个设置材料属性和参数的功能按钮 **Material**；

在工作区中用鼠标左键点击几何模型，点击鼠标右键，在弹出的窗口中选择线弹性本构模型，输入对应的材料属性参数，点击 **OK**，材料属性和参数设置如图 4-18 所示；



图 4-17 前处理界面正上方的工具栏 2 中设置材料属性和参数的功能按钮 Material

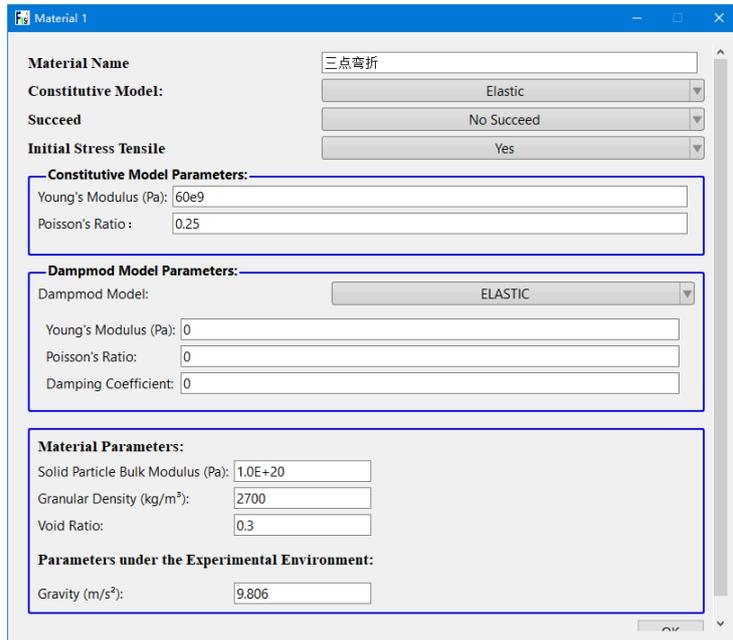


图 4-18 设置材料的相关属性参数

1.1.6 设置重力

点击在前处理界面上 Model 树状菜单栏中的 Loads-Field Quantity-Uniform Acceleration Field, 在弹出 Field Quantity 窗口中, 设置 X 方向的重力加速度为 0m/s^2 , Y 方向的重力加速度为 -9.806m/s^2 , 如图 4-19 所示。

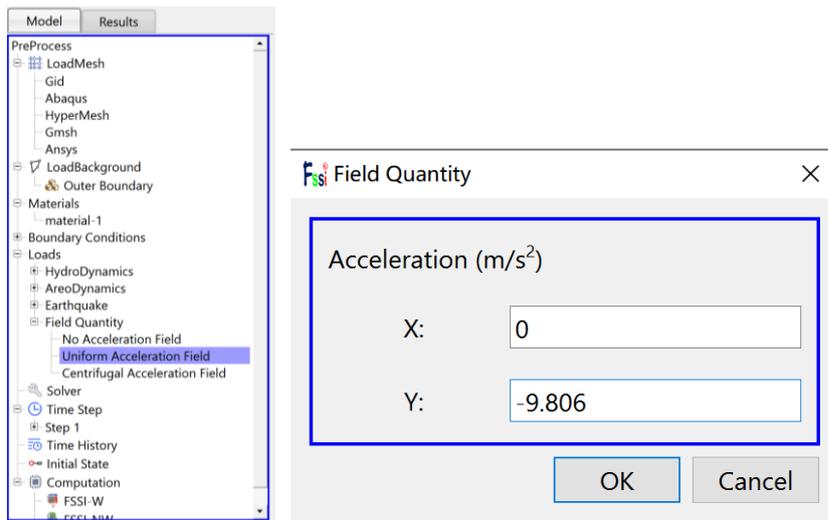


图 4-19 设置重力

1.1.7 水动力边界条件设置

由于本案例不考虑流体节点，不设置水动力边界条件。因此，设置耦合方式为非耦合，不考虑波浪动力，点击 FssiCAS—Preprocess—Loads-Hydrodynamics—No Hydro，如图 4-20 所示；

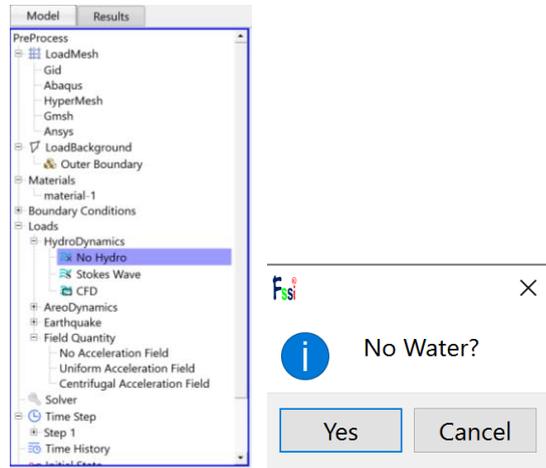


图 4-20 耦合方式选择非耦合（不考虑波浪动力）

1.1.8 设置求解器类型和时间步

点击前处理界面上 Model 树状菜单栏里的 Solver，在弹出的对话框中设置求解器类型，求解器设置为 Static（Static 表示与时间无关的静态），并进行相关属性参数设置，如图 4-21 所示；

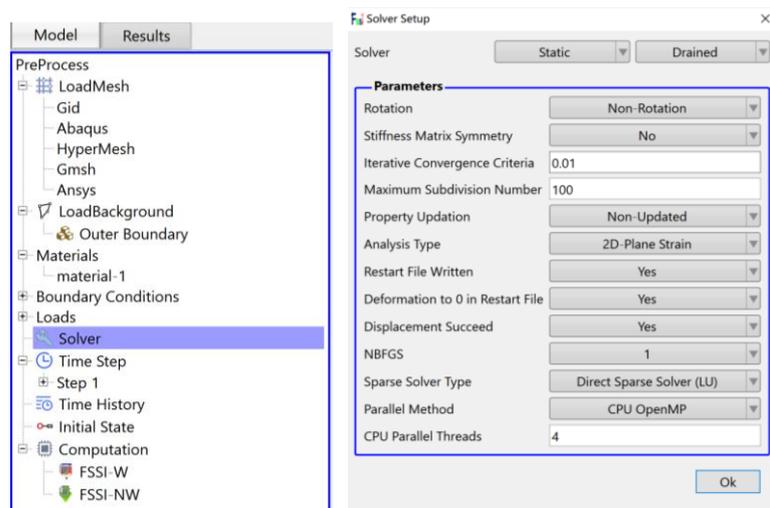


图 4-21 设置求解器的相关属性参数

在前处理界面上的 Model 树状菜单栏中的 Time Step 中，点击 Sub_Step1，设置求解时间步数为 $20 \times 0.01s = 0.2s$ ，时间步长为 0.1s，不更新坐标，不更新刚度矩阵，每步最大迭代 10 次，不输出重启文件，每 0.1s 输出分布图结果，每 0.1s 输出时程结果，输出高斯点上结果，如图 4-22 所示；

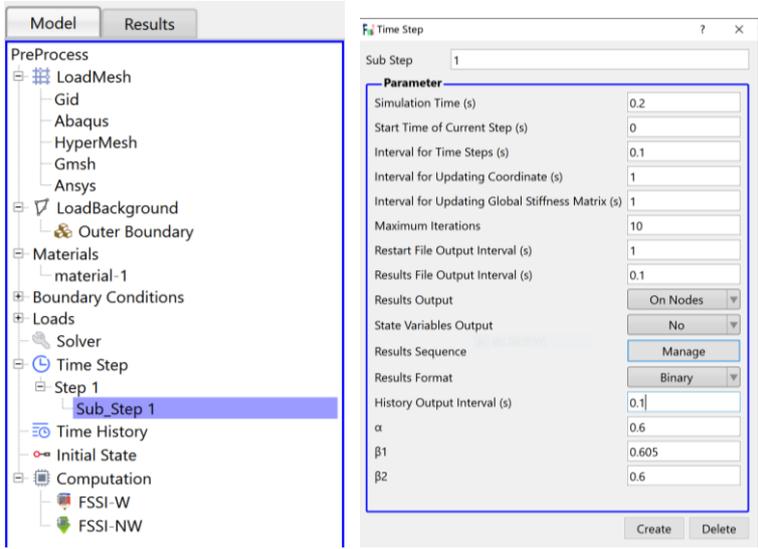


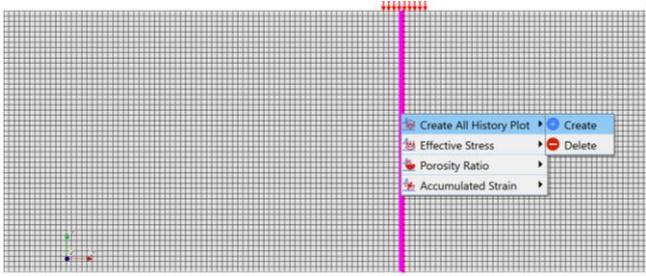
图 4-22 设置时间步和相关属性参数

1.1.9 添加时程输出

需要输出时程结果的点设置为：模型的纵向对称轴上的所有节点和单元；
 点击工具栏中图标 ，进入输出时程选择模式；

点击工具栏中图标  和 ，进入单元和节点选择模式；

选择纵向对称轴，输出 X 方向位移、Z 方向位移、有效应力 (σ_x 、 σ_z 、 σ_y 、 τ_{xz})，孔隙比 e，应变 (ϵ_x 、 ϵ_z 、 ϵ_y 、 γ_{xz})，如图 4-23 所示；



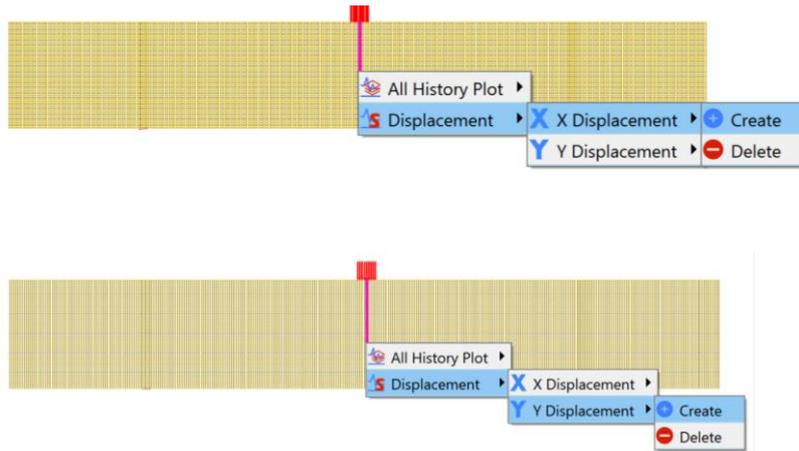


图 4-22 设置输出时程结果的单元和节点

在右侧的伸缩区中勾选 **Show History Plot** 可以显示已经输出时程结果的点或单元；
 点击 **FssiCAS—Preprocess—Solver—Time History**，可以显示输出的时程结果列表，选择列表中的项，点击右键可以进行删除操作，如图 4-24 所示；

Coordinate	Type	No.
(0.00199, -0.00200, 0.00000)	Element_Porous_Ratio	7325 X
(0.00199, -0.00200, 0.00000)	Element_Strain	7325 X
(0.00199, -0.00200, 0.00000)	Element_Stress	7325 X
(0.00199, -0.00200, 0.00000)	Node_Displ_X	8259 X
(0.00199, -0.00200, 0.00000)	Node_Displ_Y	8259 X
(0.00199, -0.00400, 0.00000)	Element_Porous_Ratio	7324 X
(0.00199, -0.00400, 0.00000)	Element_Strain	7324 X
(0.00199, -0.00400, 0.00000)	Element_Stress	7324 X
(0.00199, -0.00400, 0.00000)	Node_Displ_X	8258 X
(0.00199, -0.00400, 0.00000)	Node_Displ_Y	8258 X
(0.00199, -0.00600, 0.00000)	Element_Porous_Ratio	7323 X
(0.00199, -0.00600, 0.00000)	Element_Strain	7323 X
(0.00199, -0.00600, 0.00000)	Element_Stress	7323 X
(0.00199, -0.00600, 0.00000)	Node_Displ_X	8257 X
(0.00199, -0.00600, 0.00000)	Node_Displ_Y	8257 X
(0.00199, -0.00800, 0.00000)	Element_Porous_Ratio	7322 X

图 4-24 显示输出的时程结果列表

1.1.10 设置初始条件

在前处理界面上 **Model** 树状菜单栏中，点击 **Initial State**，设置起始时间为 **0s**，点击 **OK**，即可完成初始状态设置，如图 4-25 所示；

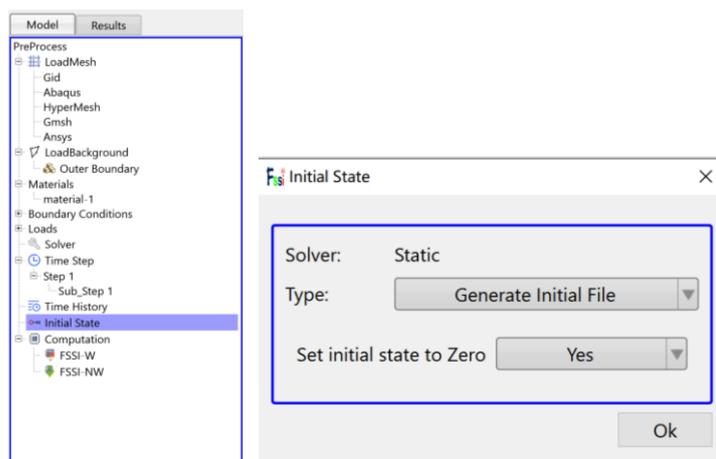


图 4-25 设置初始状态

1.1.11 计算并保存

点击在前处理界面上 Model 树状菜单栏里 Computaton 中的 FSSI-W, 或者在前处理界面正上方工具栏 2 中的 WriteCalculate 功能按钮 , 保存当前项目, 开始计算, 如图 4-26 所示;

计算完成后结果储存在 Project\Results\Soil_Model\Static。

在退出 FssiCAS 软件时, 用户在弹出的 Note 窗口中点击 Yes, 即可退出软件时保存项目如图 4-27 所示。

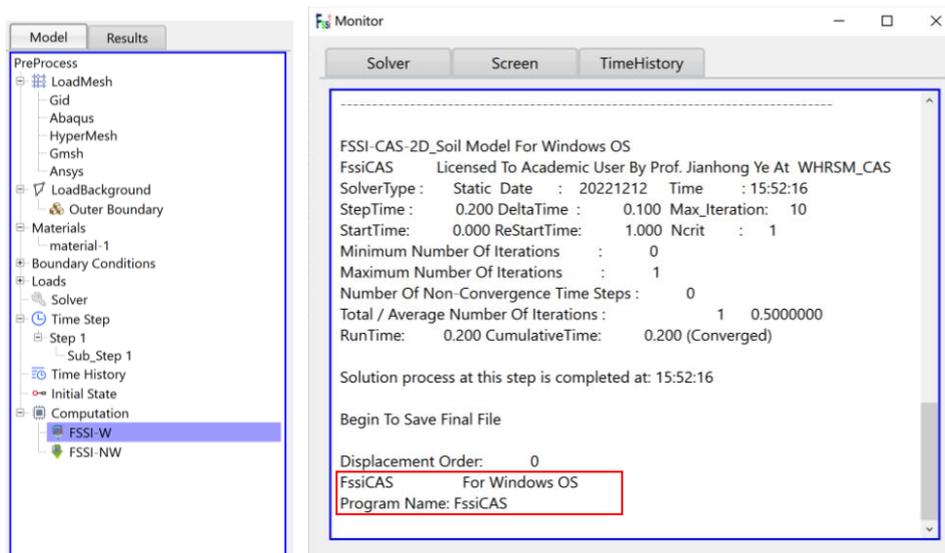


图 4-26 计算完成

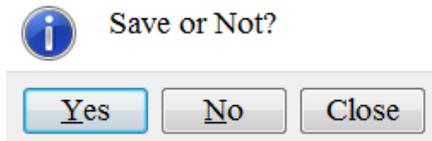


图 4-27 保存项目文件

1.2 FssiCAS 图形界面操作——后处理

用户点击树状菜单栏上的 Results，即可进入后处理界面。

1.2.1 加载文件

点击在后处理界面上 Results 树状菜单栏中的 Open Results File，在弹出的窗口中的 File Type 中选择 FssiCAS，点击 Load Files，选择需要处理的结果文件夹，即可进入后处理阶段，如图 4-27 所示。

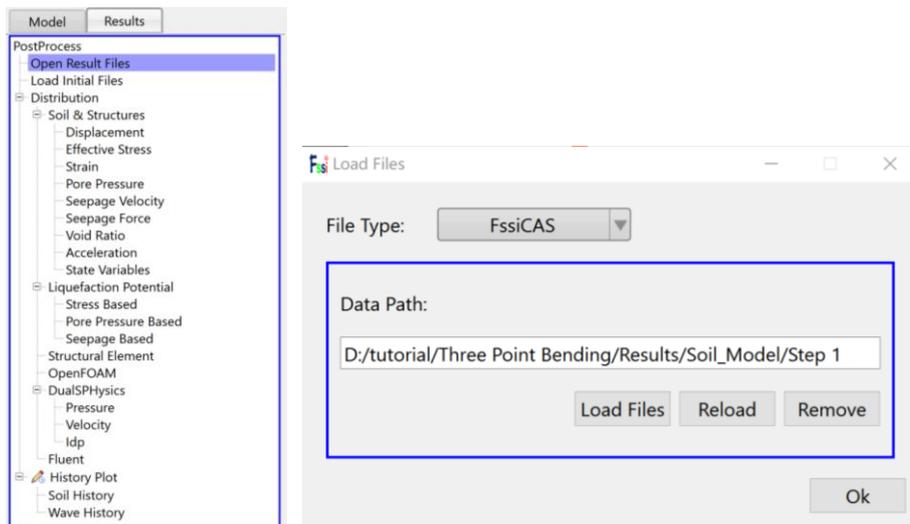
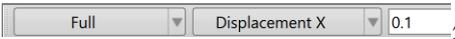


图 4-28 打开结果文件

1.2.2 绘制分布图

在工作区中显示选择 ，在工具栏 2 中的输入窗口  处输入时间步，按键盘上的“回车键”，即可在工作区中显示该时间步的位移分布图；

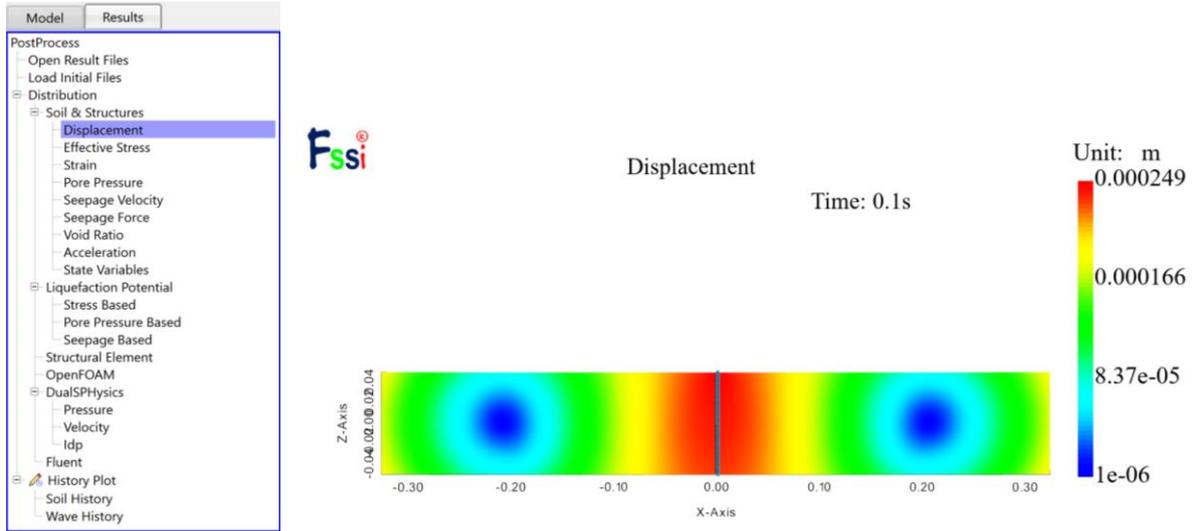
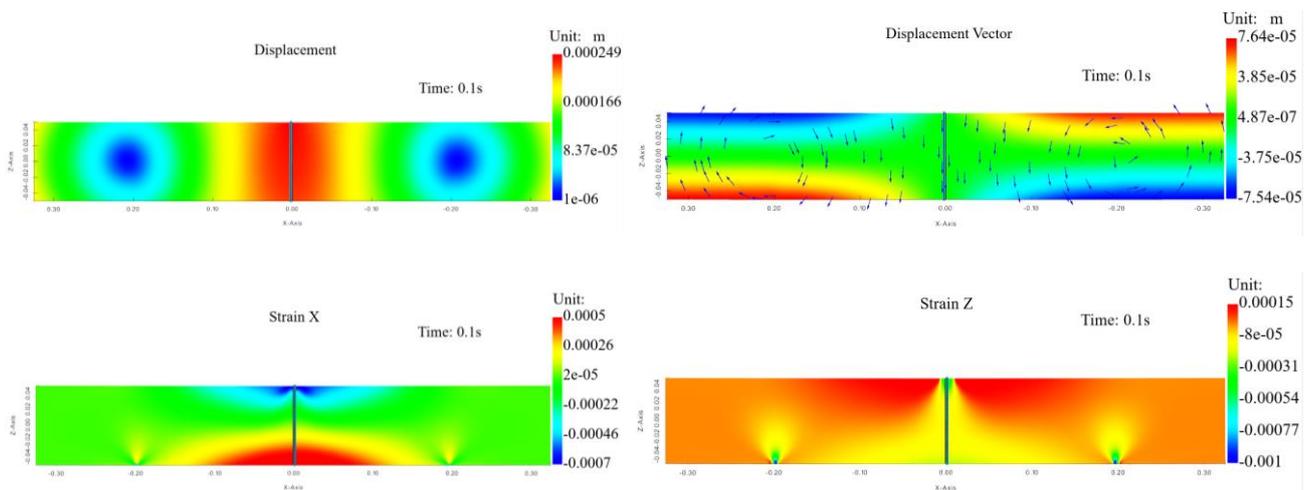


图 4-29 绘制分布图

本案例计算结果分布图如图 4-30 所示



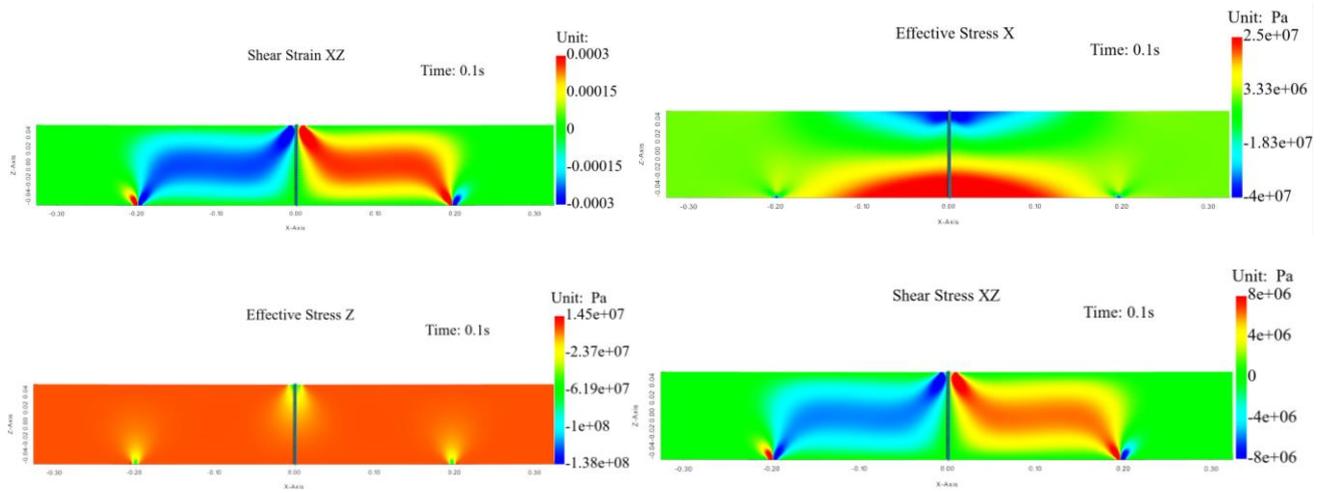


图 4-30 结果分布