

结构单元案例

14.1 桁架单元

本节通过展示一个二维简单桁架结构，介绍本软件桁架单元的应用及界面基本操作方法。数值计算模型示意图如图 14-1 所示，结构跨度 18m，高 3m。该计算模型左侧和右侧角点 xy 方向位移固定，同时在结构顶部相应位置分别施加大小为 1kN 和 2kN 的集中荷载。模型材料相关参数如表 1 所示：

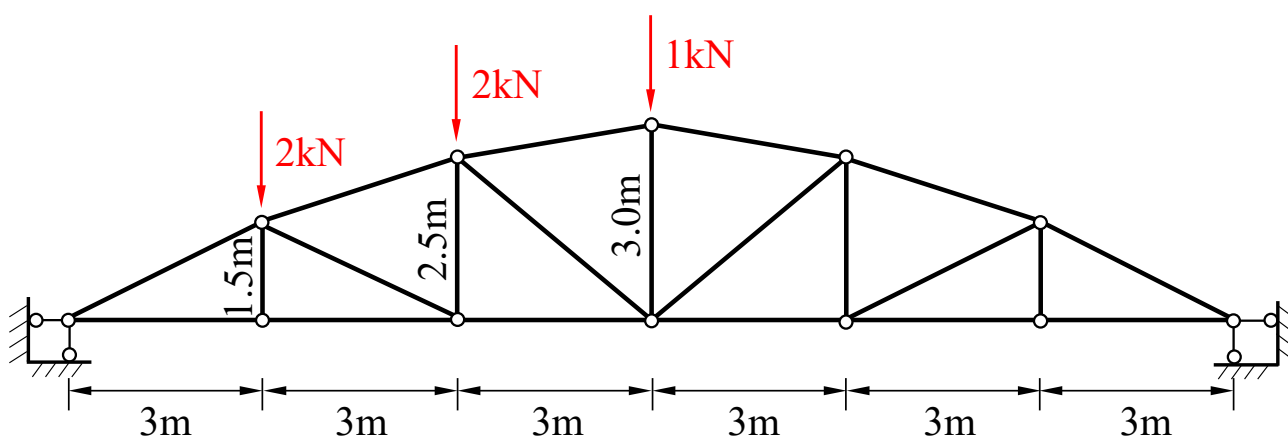



图 14-1 计算模型示意图（单元类型：桁架单元）

表 1 模型材料参数（采用简单的线弹性本构模型）

弹性模量 E (GPa)	泊松比	截面积 A (m ²)
200	0.3	0.04

14.1.1 FssiCAS 图形界面操作——前处理

14.1.1.1 在 FssiCAS 软件中创建工程文件

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 Truss；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 Truss 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 14-2 所示。

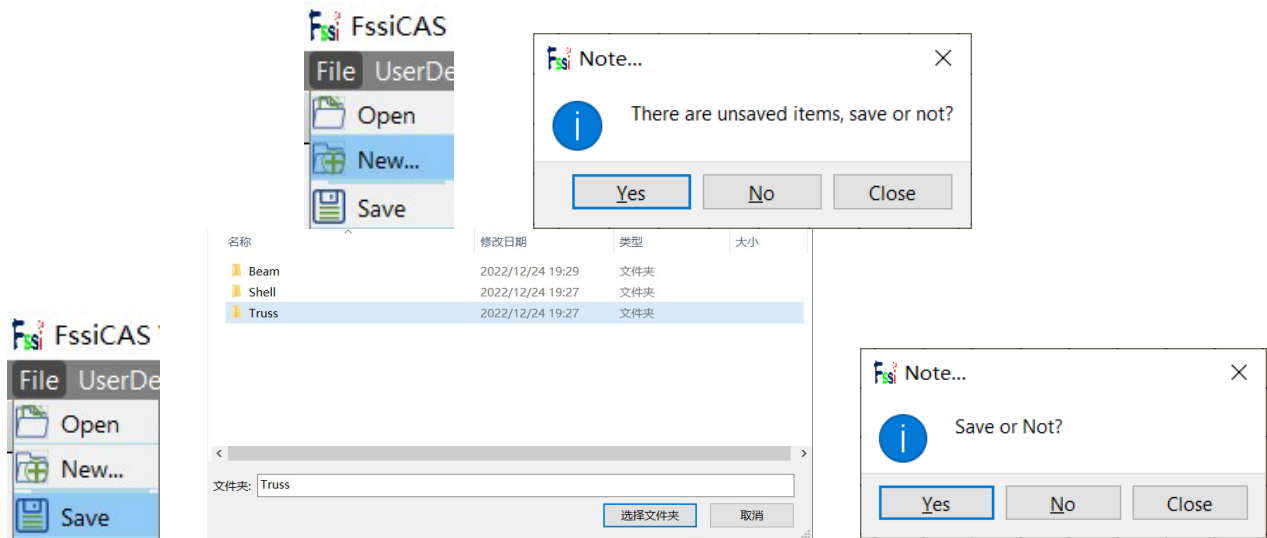


图 14-2 在 FssiCAS 软件中新建和保存一个项目的过程图

14.1.1.2 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 GIDmesh File 窗口中，选择从 Gid 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 14-3 所示。

在弹出的 Load Mesh 窗口中设置固体单元类型和流体单元阶次，在本案例中固体单元采用 Truss 桁架单元，不设置流体单元阶次（即没有流体存在），点击 OK，如图 14-4 所示。在工作区中显示几何模型如图 14-5 所示。

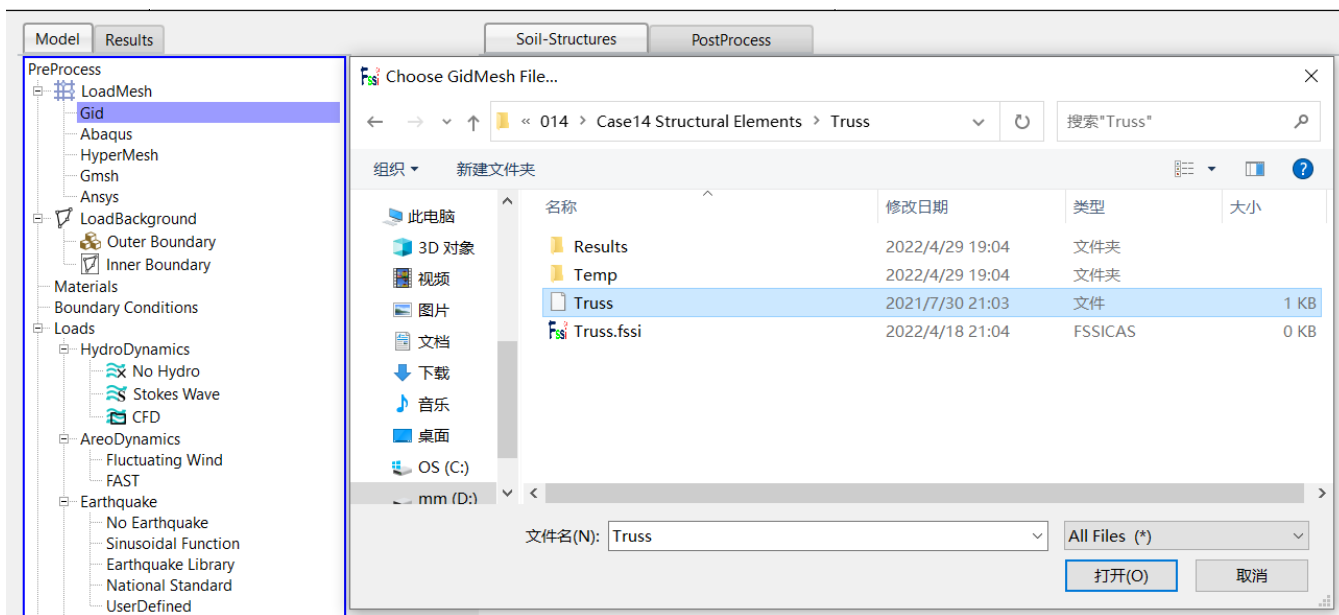


图 14-3 导入几何模型的网格文件

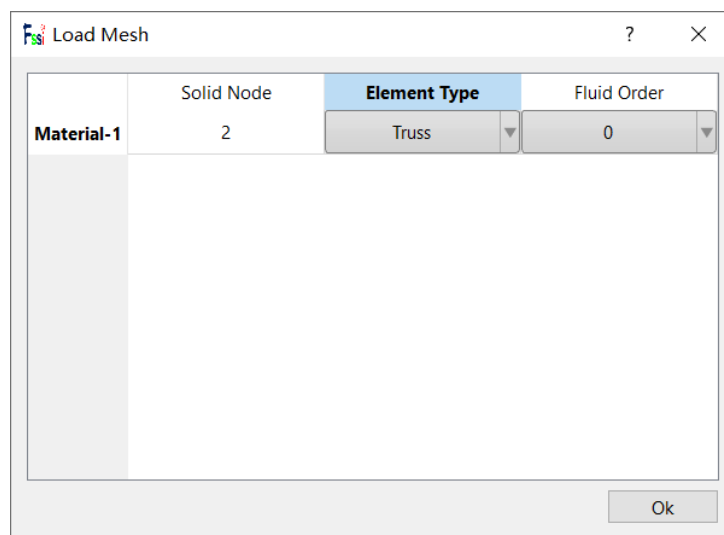


图 14-4 设置固体单元类型和流体单元阶次

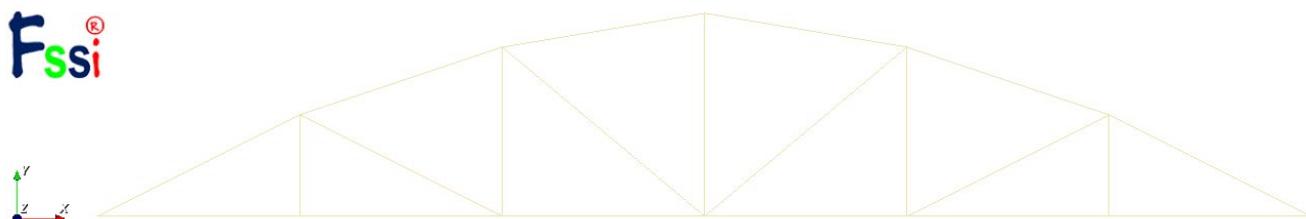




图 14-5 几何模型的显示

14.1.1.3 设置边界条件

需要将几何模型的边界条件设置为：将模型左侧和右侧角点设置为 xy 方向位移固定，同时在结构顶部相应位置分别施加大小为 1kN 和 2kN 的集中荷载。

点击工具栏中图标，进入边界选择模式，如图 14-6 所示；

点击工具栏中图标，进入节点选择模式，如图 14-7 所示；

点击键盘‘R’键，开始选择。



图 14-6 Apply Boundary

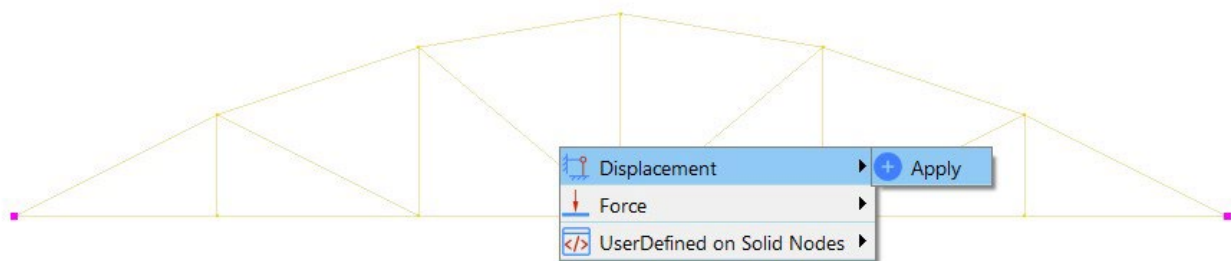


图 14-7 Select Node

在工作区中拖动鼠标框选模型左侧和右侧角点，点击选择后被选择节点出现高亮，点击鼠标右键，在显示边界条件下拉菜单中选择 **Displacement—Apply**，在弹出对话框中施加 xy 方向位移固定，点击 OK，如图 14-8 所示；

在工作区中拖动鼠标框选模型顶部施加集中荷载节点，点击选择后被选择节点出现高亮，点击鼠标右键，在显示边界条件下拉菜单中选择 **Force—Apply**，在弹出对话框中输入数值施加竖向集中力，集中力正负号与坐标同号，点击 OK，如图 14-9 所示；

再次点击键盘‘R’键，可结束选择。



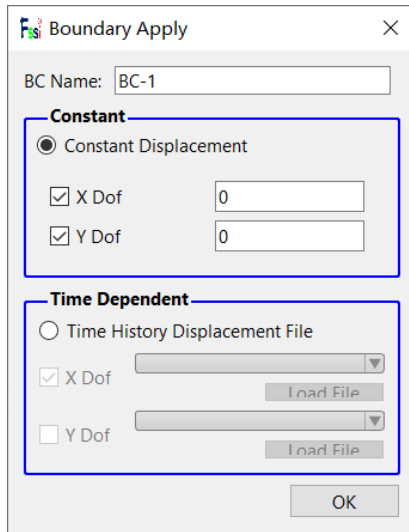


图 14-8 框选模型左右侧角点并设置为 xy 方向位移固定

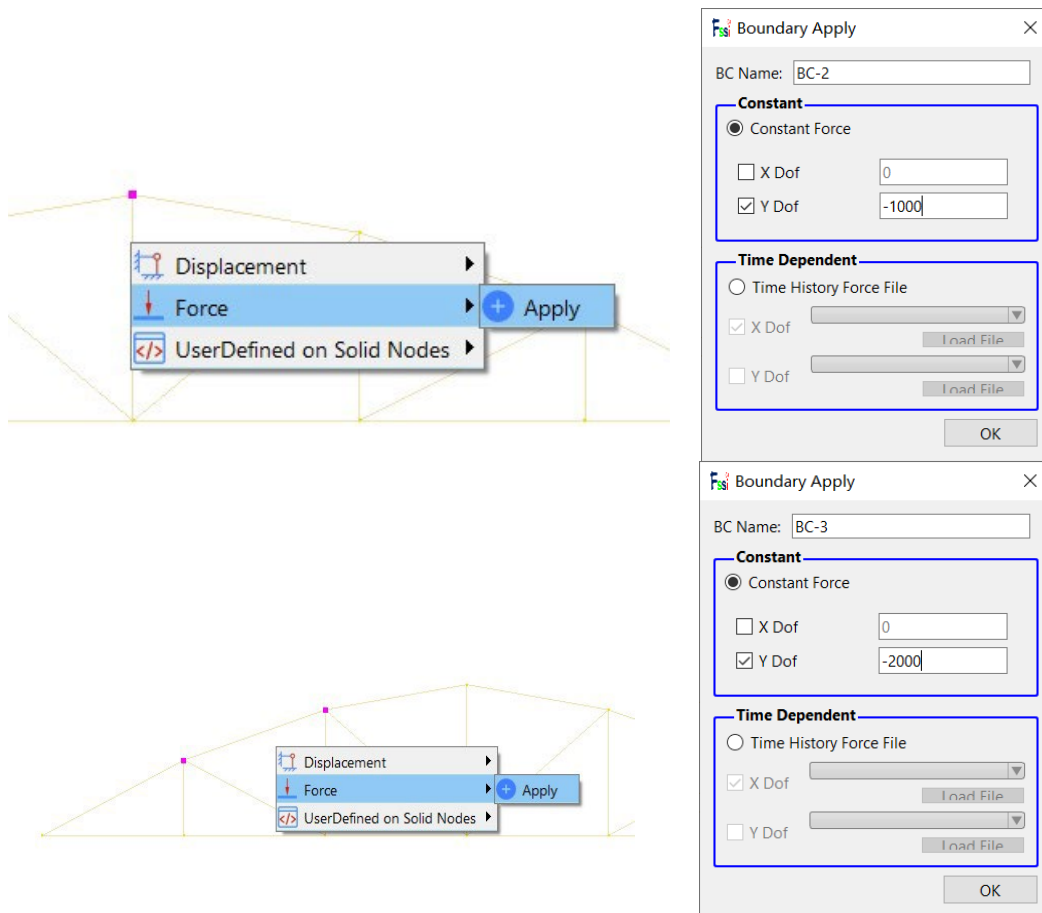


图 14-9 框选模型顶部节点并添加竖向集中力

在右侧的伸缩区中勾选 Show Boundary Condition，可以显示案例添加的边界条件，检查是否正确添加边界条件，如图 14-10 所示。

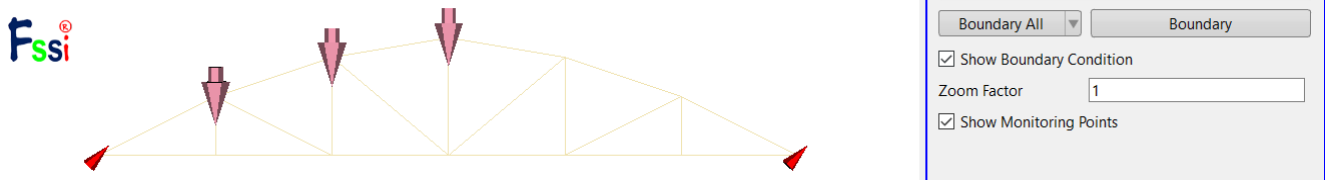


图 14-10 在右侧的伸缩区中勾选 Show Boundary Condition 以展示案例添加的边界条件

14.1.1.4 设置材料参数与本构模型

用户点击在前处理界面上 Model 树状菜单栏中的 Material，分别设置多种材料的属性参数。针对壳单元材料，在工作区中用鼠标左键点击本构模型，在弹出的窗口中选择 Elastic_Truss 模型，输入对应的材料属性参数，点击 OK，完成材料属性设置。材料属性和参数设置如图 14-11 所示。

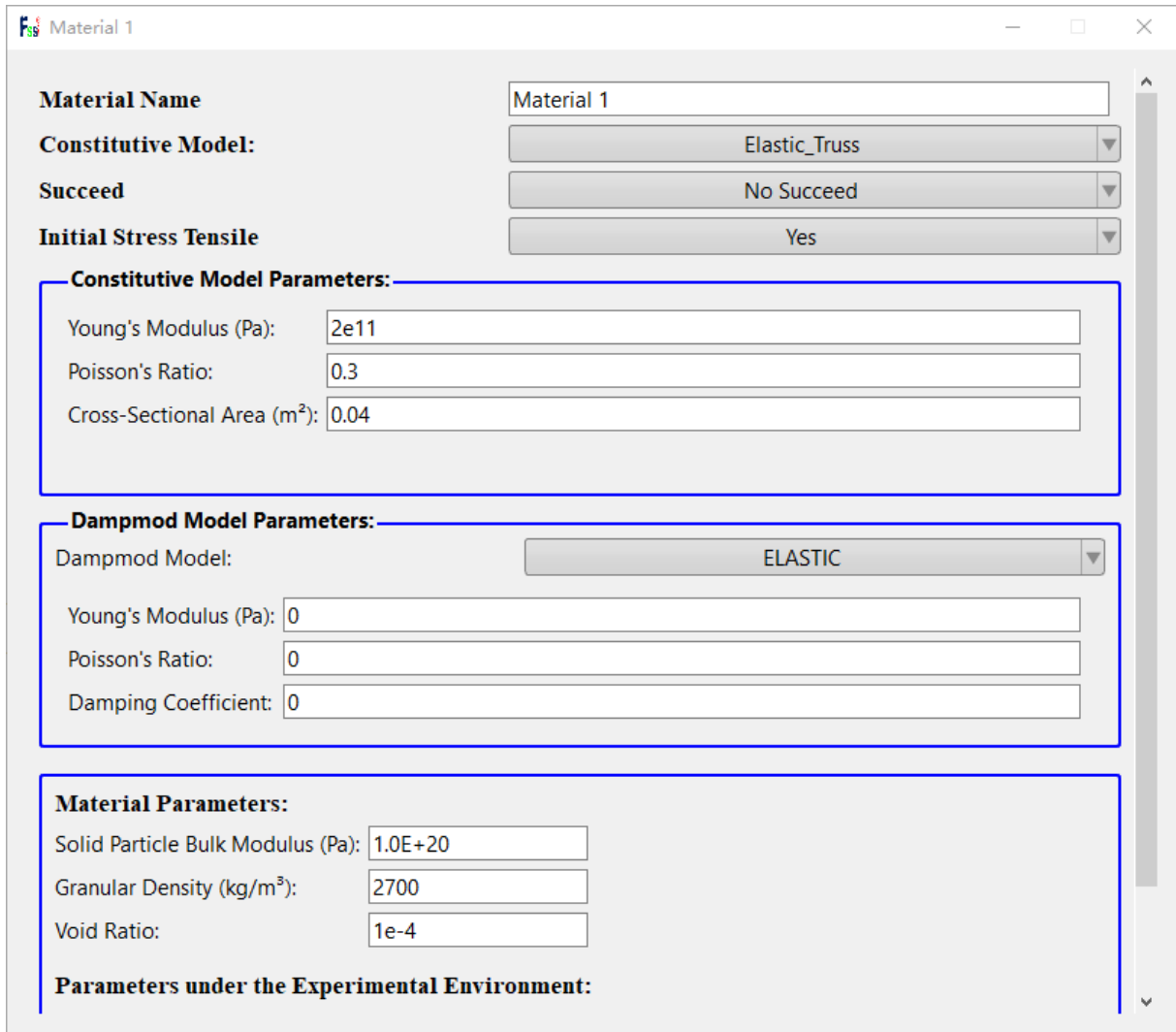


图 14-11 设置材料的相关属性参数

14.1.1.5 设置水动力边界条件

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—HydroDynamics—No Hydro，如图 14-12 所示。

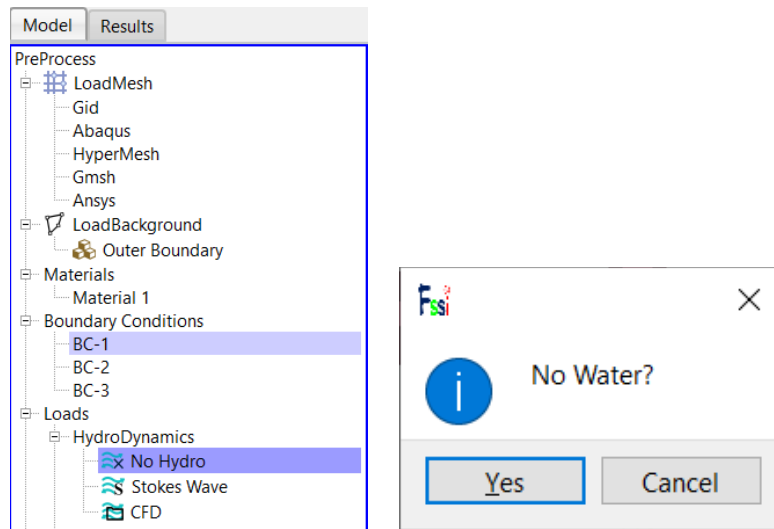


图 14-12 耦合方式选择非耦合（不考虑波浪动力）

14.1.1.6施加重力场

用户点击前处理界面上 Model 树状菜单栏里的 Loads—Field Quantity—Uniform Acceleration Field 施加重力场，如图 14-13 所示。

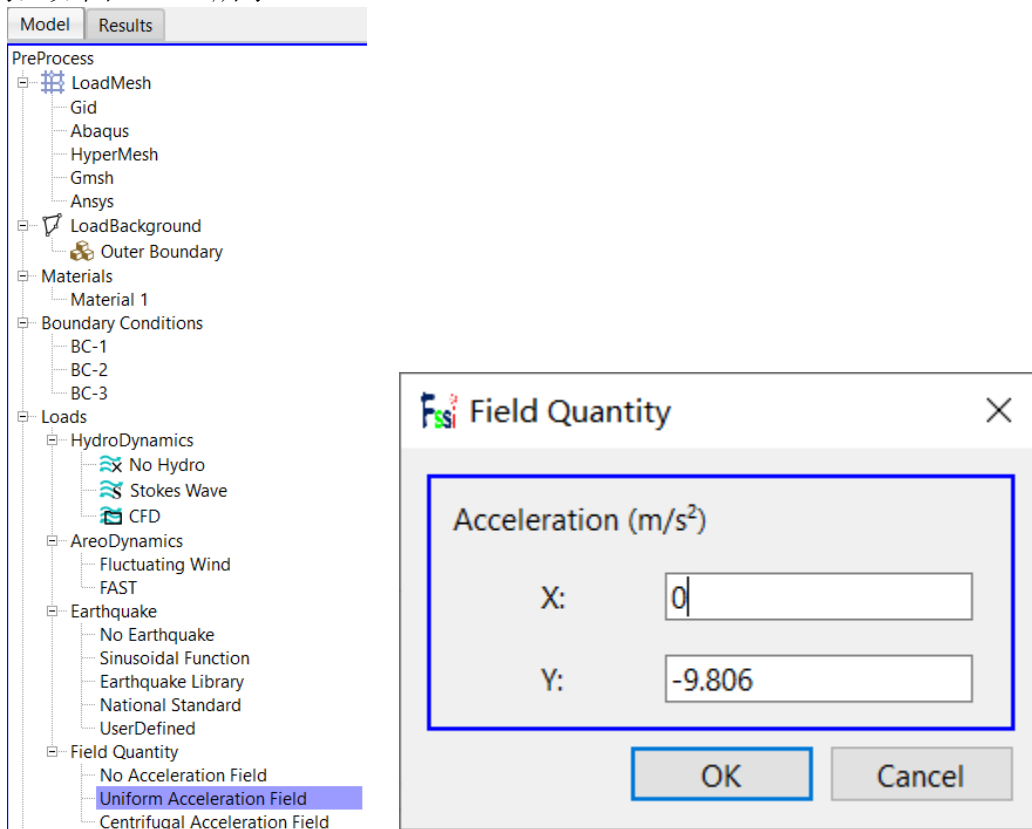


图 14-13 施加重力场

14.1.1.7 设置求解器与时间步

用户点击前处理界面上 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 表示与时间无关的最终状态），并进行相关属性参数设置，如图 14-14 所示。

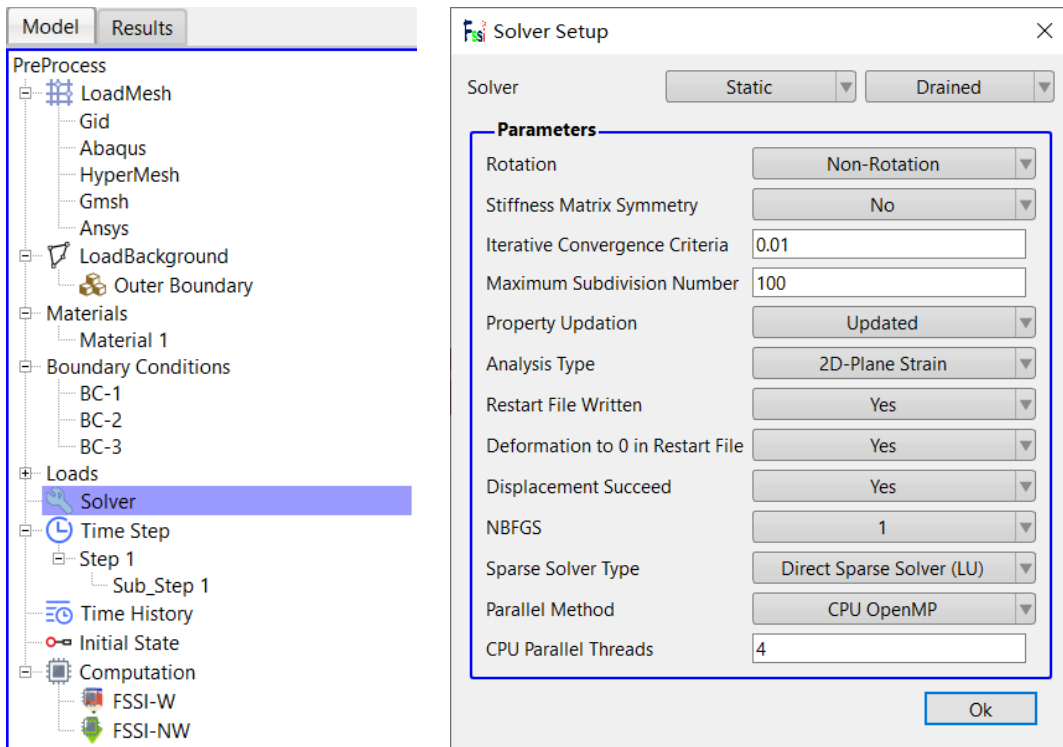


图 14-14 设置求解器的相关属性参数

在前处理界面上的 Model 树状菜单栏中的 Solver 中，点击 Time Step，设置求解时间步数为 $10 \times 0.1s = 1s$ ，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 $1 \times 0.1s = 0.1s$ 输出分布图结果，每 $1 \times 0.1s = 0.1s$ 输出时程结果，不输出高斯点上结果，如图 14-15 所示；

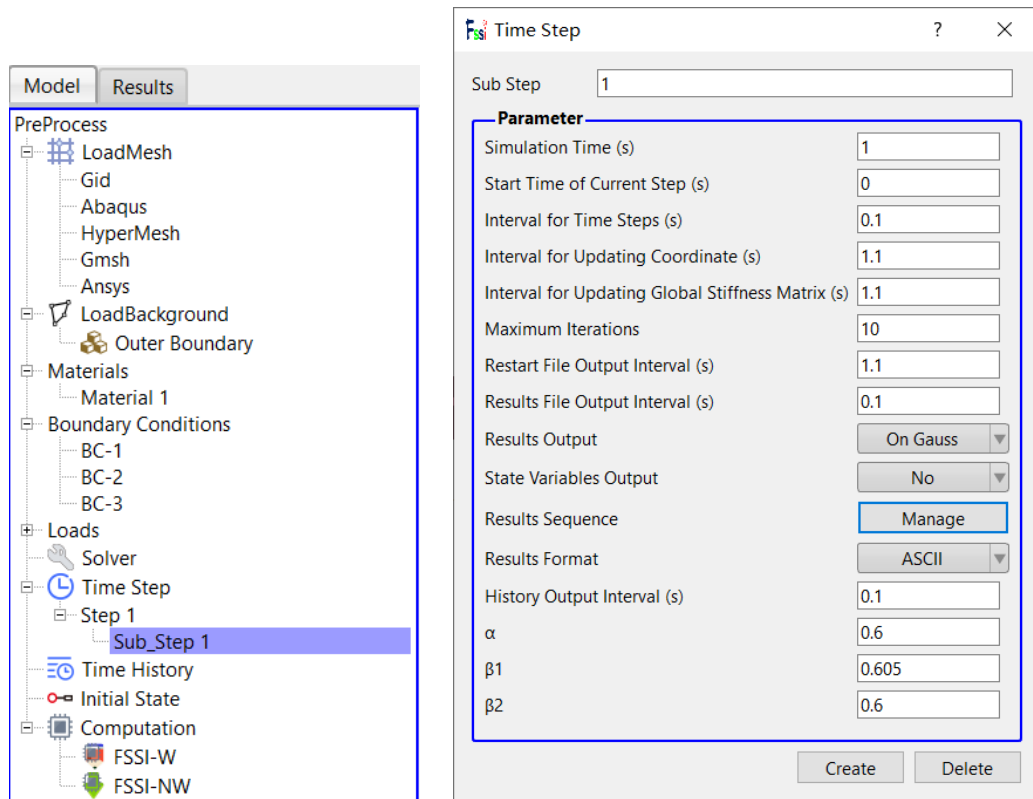


图 14-15 设置时间步和相关属性参数

14.1.1.8 添加时程输出

需要输出时程结果的点设置为：模型横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 ，进入节点选择模式；

点击工具栏中图标 ，进入单元选择模式；

选择横向对称轴，输出各个方向挠度、有效应力、应变、孔隙比 e 等；

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 **Preprocess—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。

14.1.1.9 设置初始状态

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 14-16 所示：

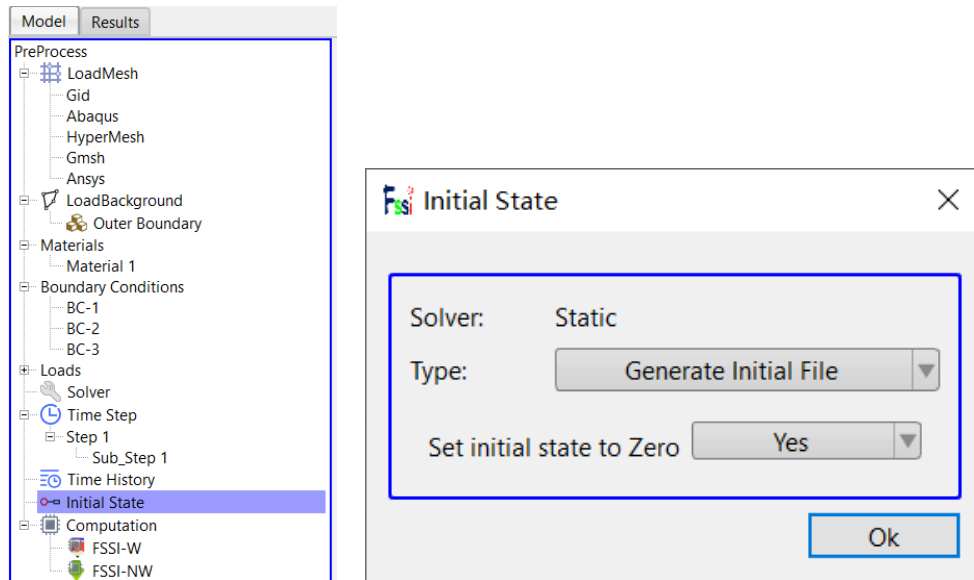


图 14-16 设置初始状态

14.1.1.10 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，保存当前项目，开始计算，计算完成后结果储存在 Project\Results\Soil_Model\Step 1。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。

14.1.2 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。

14.1.2.1 加载文件

点击在后处理界面上 Results 树状菜单栏中的 Open Results File，在弹出的窗口中点击 Soil Result Files Director—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 14-17 所示。

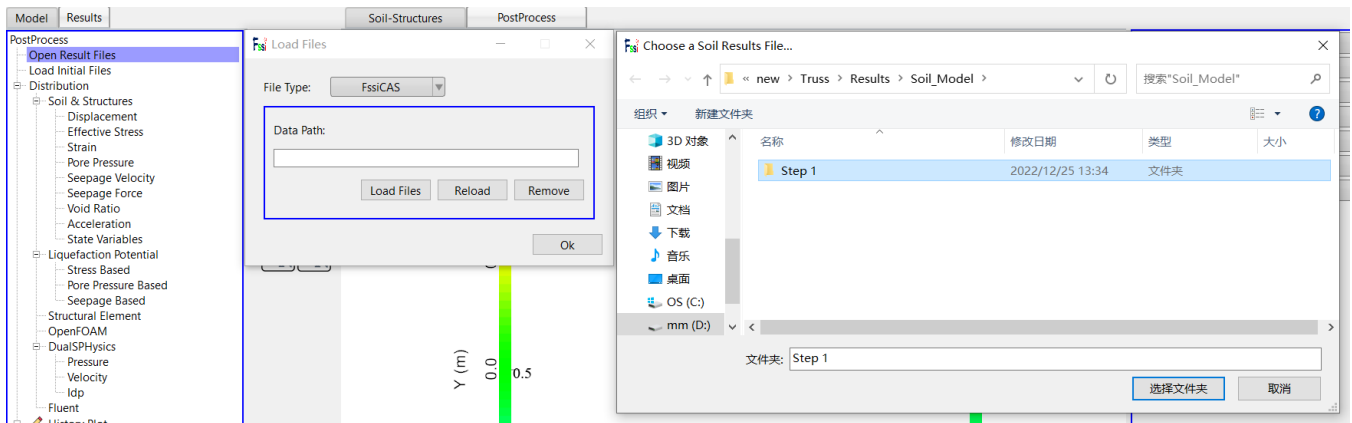
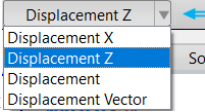
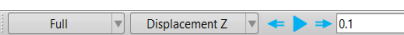


图 14-17 打开结果文件

14.1.2.2 绘制分布图

在工作区中显示选择 ，在工具栏的输入窗口  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 z 方向位移 u_z 分布图，如图 14-18 所示。

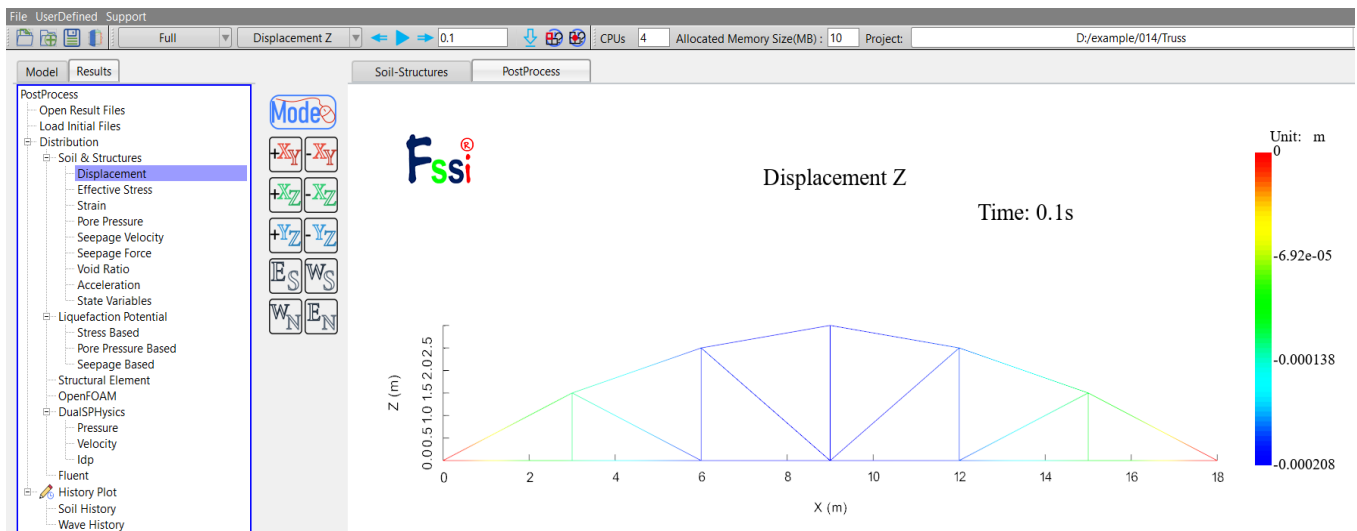


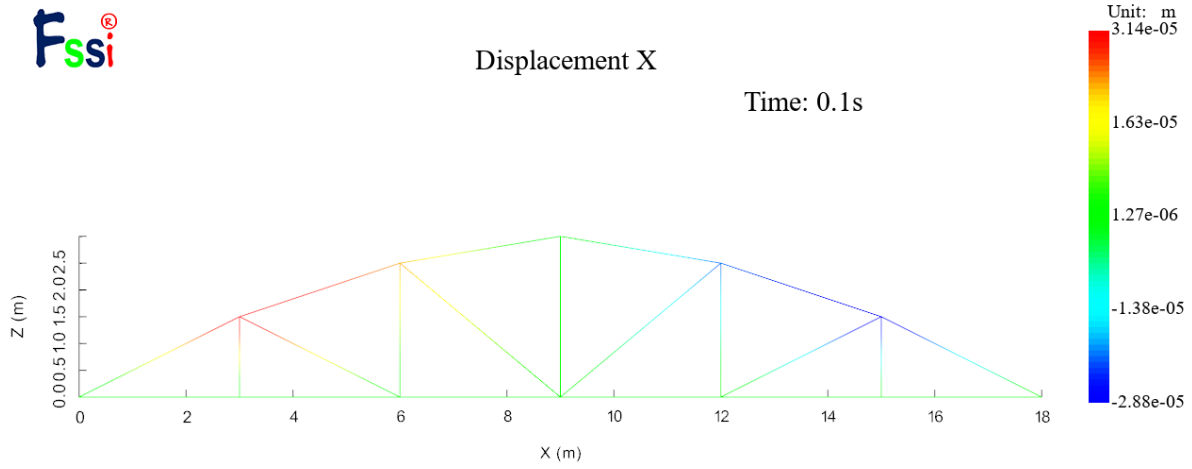
图 14-18 绘制分布图

本案例计算结果分布图如图 14-19 所示：



Displacement X

Time: 0.1s

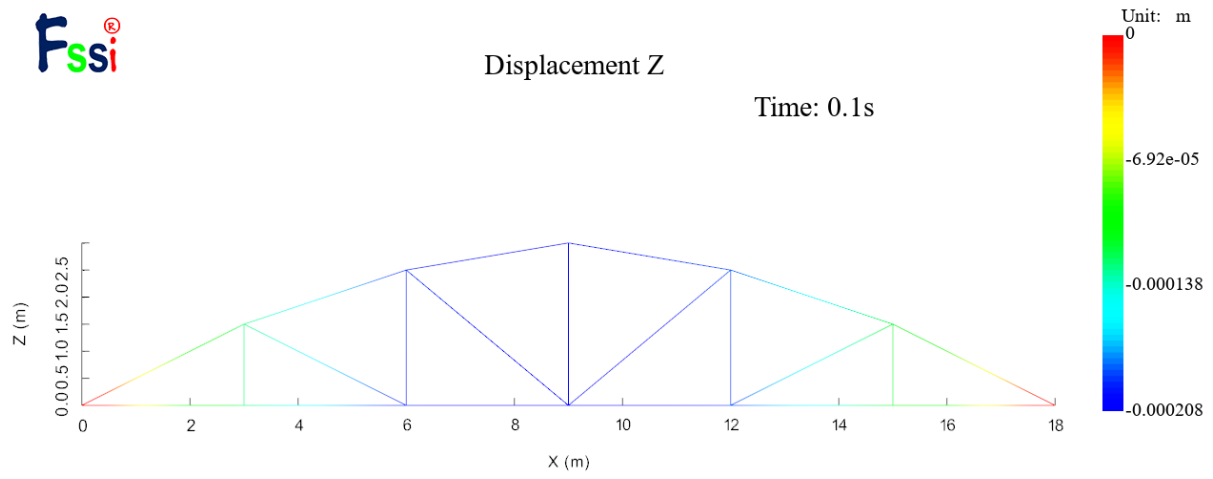


(a) x 方向位移



Displacement Z

Time: 0.1s

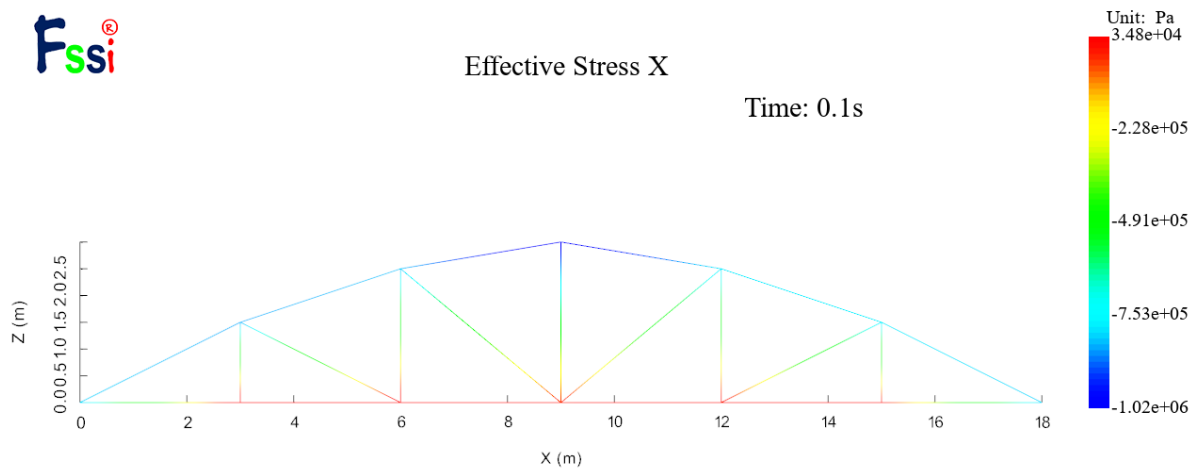


(b) z 方向位移



Effective Stress X

Time: 0.1s

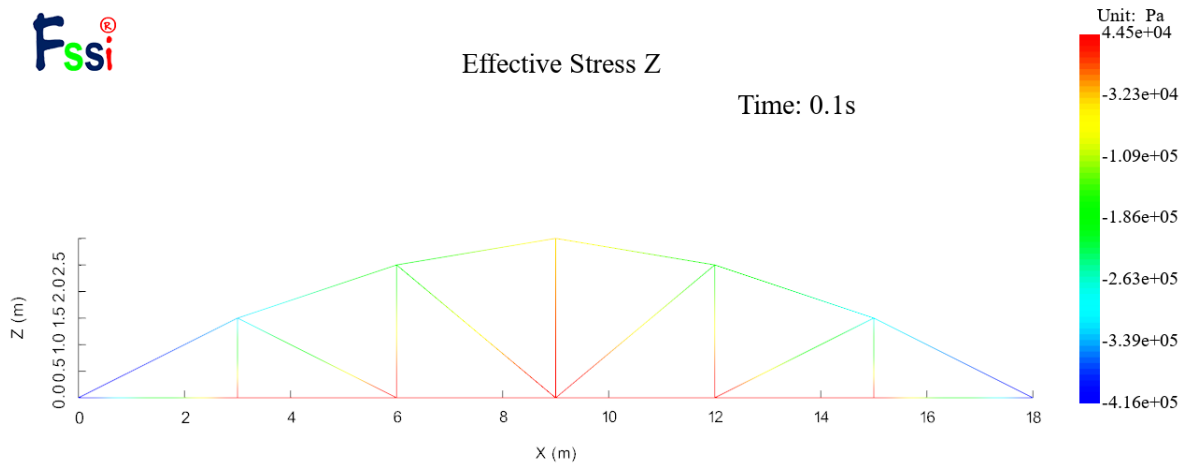


(c) x 方向应力



Effective Stress Z

Time: 0.1s



(d) z 方向应力

图 14-19 计算结果分布云图

14.2 梁单元

本节通过展示一个二维简单桁架结构，介绍本软件梁单元的应用及界面基本操作方法。数值计算模型示意图如图 14-20 所示，结构跨度 18m，高 3m。该计算模型左侧和右侧角点 xy 方向位移固定，转角自由，同时在结构顶部相应位置分别施加大小为 1kN 和 2kN 的集中荷载。模型材料相关参数如表 2 所示：

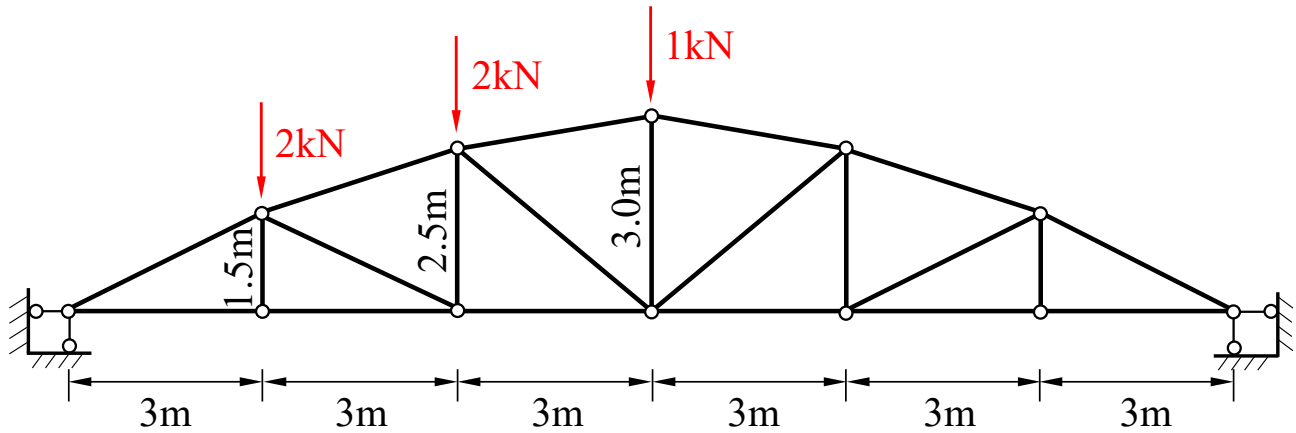



图 14-20 计算模型示意图（单元类型：梁单元）

表 2 模型材料参数（采用简单的线弹性本构模型）

弹性模量 E (GPa)	泊松比	截面类型	截面参数 b	截面参数 d	截面参数 t	截面参数 h
200	0.3	工字形	0.068	0.0045	0.0076	0.1

14.2.1 FssiCAS 图形界面操作——前处理

14.2.1.1 在 FssiCAS 软件中创建工程文件

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 Beam；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 Truss 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 14-21 所示。

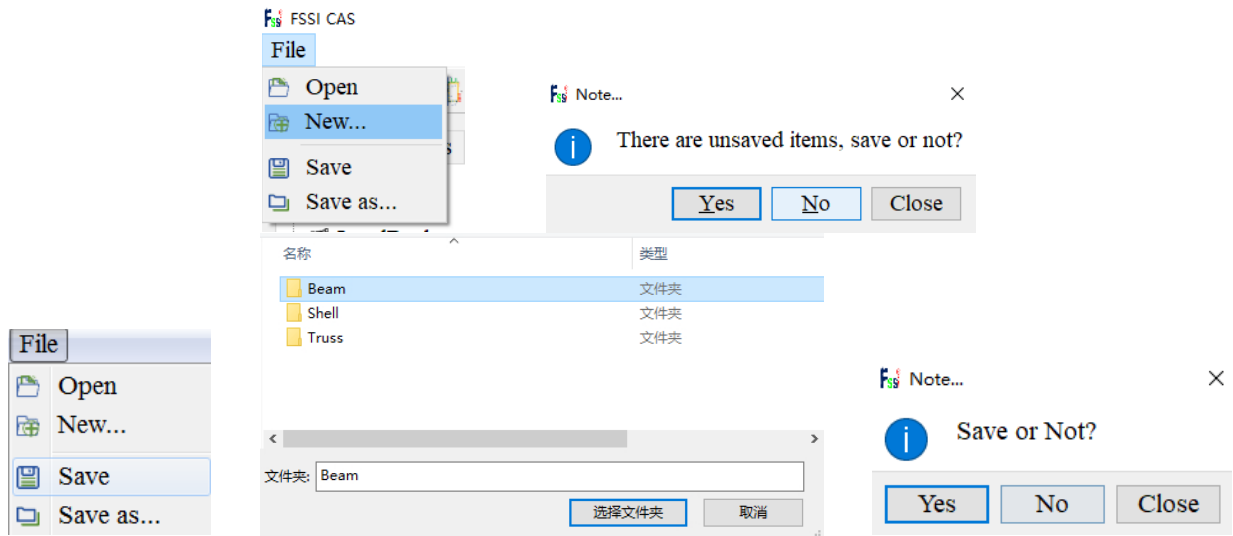


图 14-21 在 FssiCAS 软件中新建和保存一个项目的过程图

14.2.1.2 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 GIDmesh File 窗口中，选择从 Gid 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 14-22 所示。

在弹出的 Load Mesh 窗口中设置固体单元类型和流体单元阶次，在本案例中固体单元采用 Beam 梁单元，不设置流体单元阶次（即没有流体存在），点击 OK，如图 14-23 所示。在工作区中显示几何模型如图 14-24 所示。

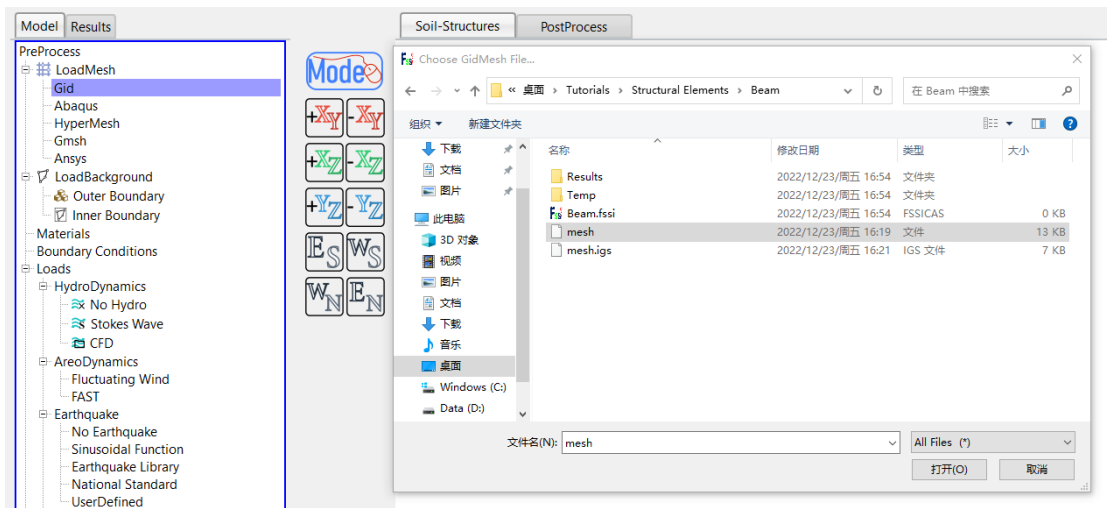


图 14-22 导入几何模型的网格文件

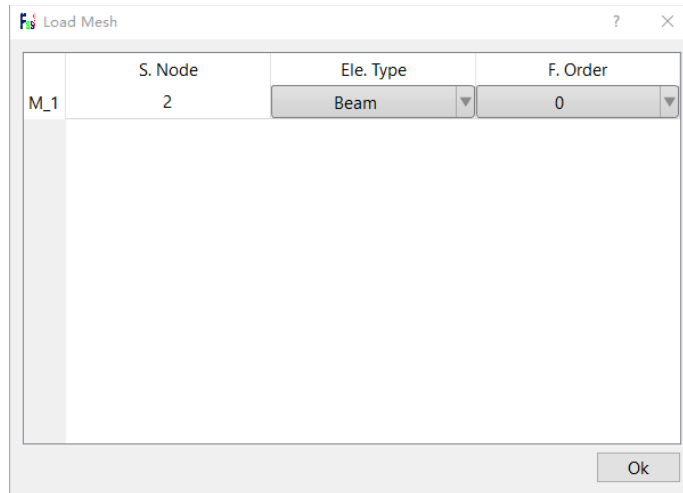


图 14-23 设置固体单元类型和流体单元阶次

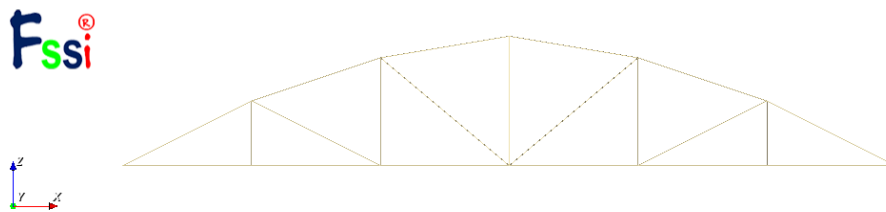




图 14-24 几何模型的显示

14.2.1.3 设置边界条件

需要将几何模型的边界条件设置为：将模型左侧和右侧角点设置为 xyz 方向位移固定且转角固定，同时在结构顶部相应位置分别施加大小为 1kN 和 2kN 的集中荷载。

点击工具栏中图标 ，进入边界选择模式，如图 14-25 所示；

点击工具栏中图标 ，进入节点选择模式，如图 14-26 所示；

点击键盘‘R’键，开始选择。



图 14-25 Apply Boundary



图 14-26 Select Node

在工作区中拖动鼠标框选模型左侧和右侧角点，点击选择后被选择节点出现高亮，点击鼠标右键，在显示边界条件下拉菜单中选择 **Displacement—Apply**，在弹出对话框中施加 xyz 方向位移固定，且同时转角固定，点击 **OK**，如图 14-27 所示；

在工作区中拖动鼠标框选模型顶部施加集中荷载节点，点击选择后被选择节点出现高亮，点击鼠标右键，在显示边界条件下拉菜单中选择 **Force—Apply**，在弹出对话框中输入数值施加竖向集中力，集中力正负号与坐标同号，点击 **OK**，如图 14-28 所示；

再次点击键盘‘R’键，可结束选择。

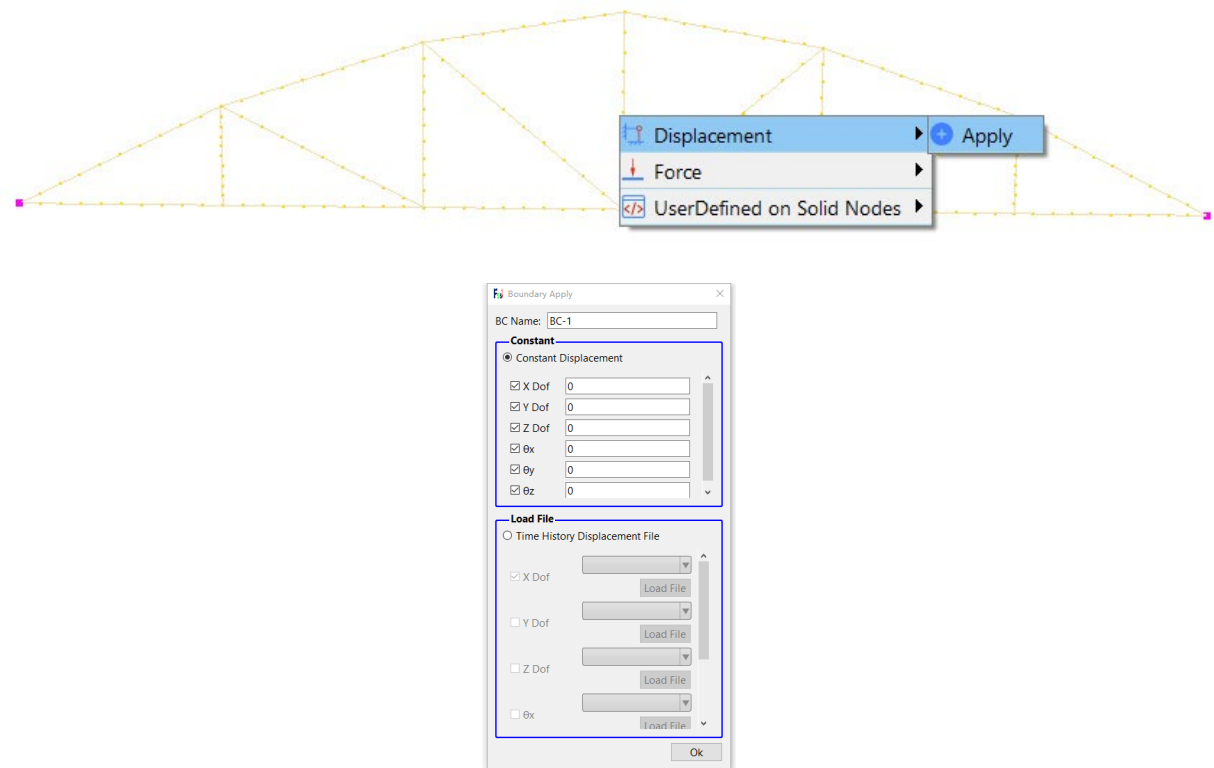


图 14-27 框选模型左右侧角点并设置为 xyz 方向位移和转角固定

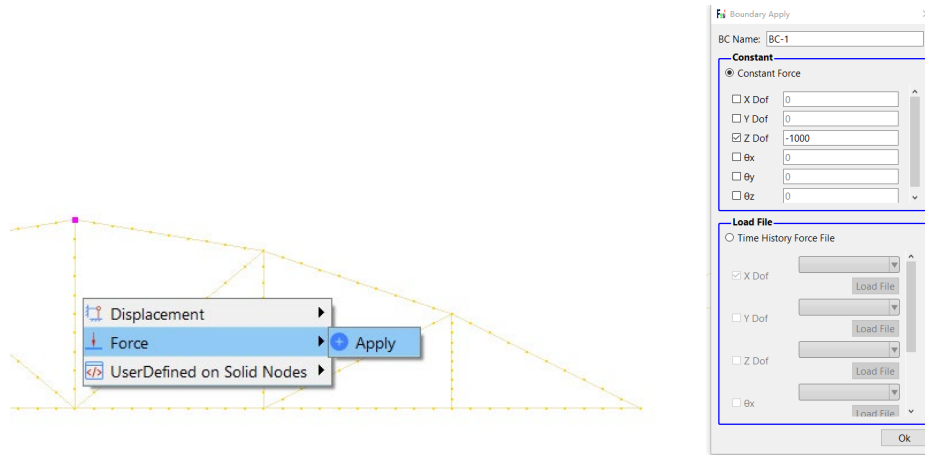


图 14-28 框选模型顶部节点并添加竖向集中力

在右侧的伸缩区中勾选 Show Boundary Condition，可以显示案例添加的边界条件，检查是否正确添加边界条件，通过 Zoom Factor，如图 14-29 所示。

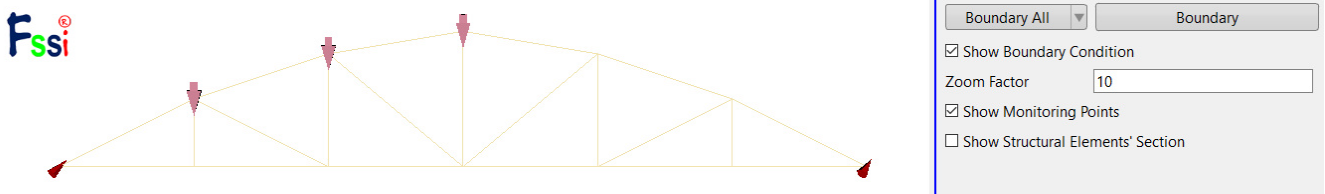


图 14-29 在右侧的伸缩区中勾选 Show Boundary Condition 以展示案例添加的边界条件

14.2.1.4 设置材料参数与本构模型

用户点击在前处理界面上 Model 树状菜单栏中的 Material，分别设置多种材料的属性参数。针对壳单元材料，在工作区中用鼠标左键点击本构模型，在弹出的窗口中选择 Elastic_Beam 模型，选择所需的截面类型，输入对应的材料属性参数，点击 OK，完成材料属性设置。材料属性和参数设置如图 14-30 所示。

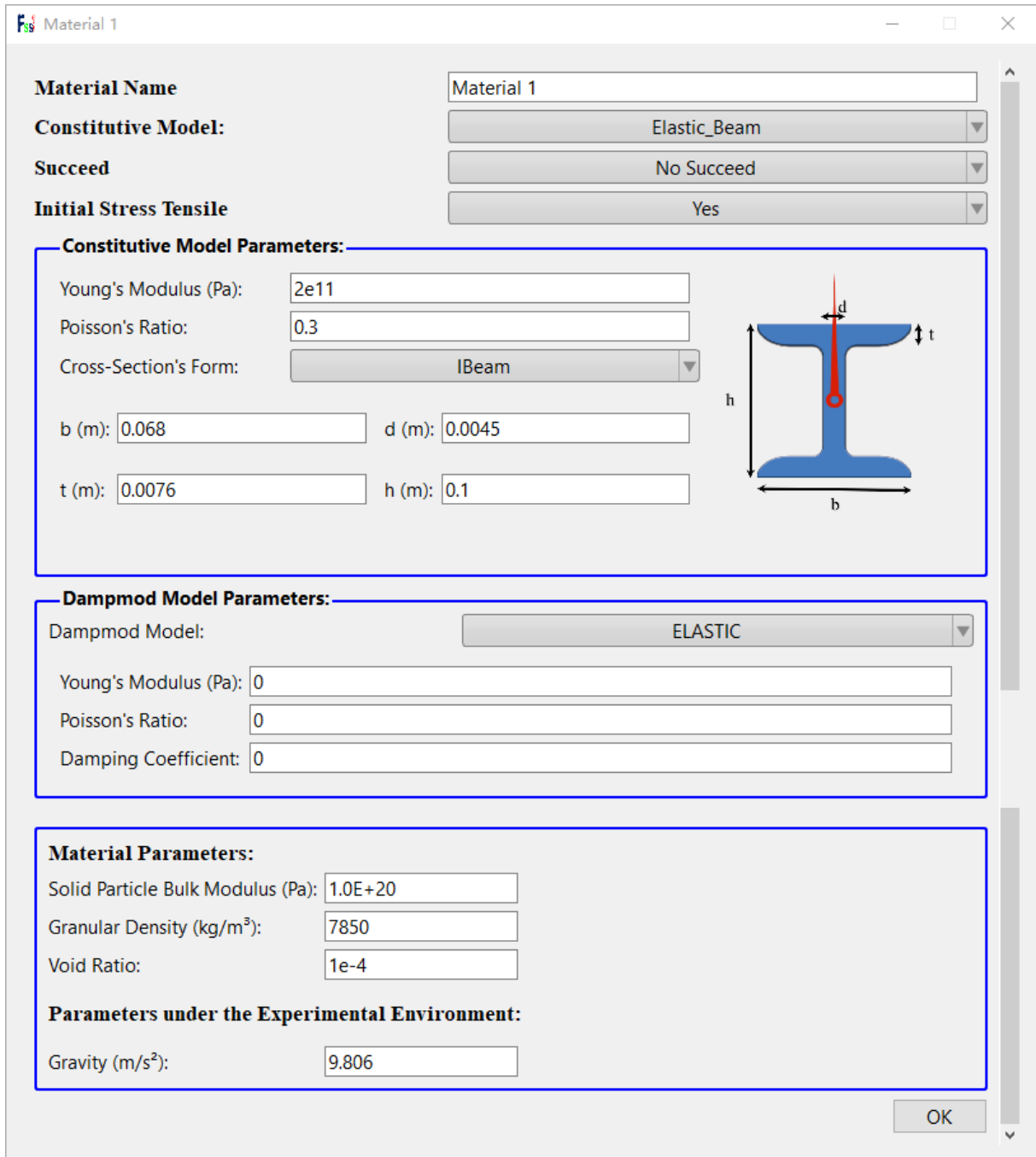


图 14-30 设置材料的相关属性参数

14.2.1.5 设置梁截面摆放方向

在三维模型中的梁单元可设置截面摆放方向。首先需要导入网格的 iges 文件。

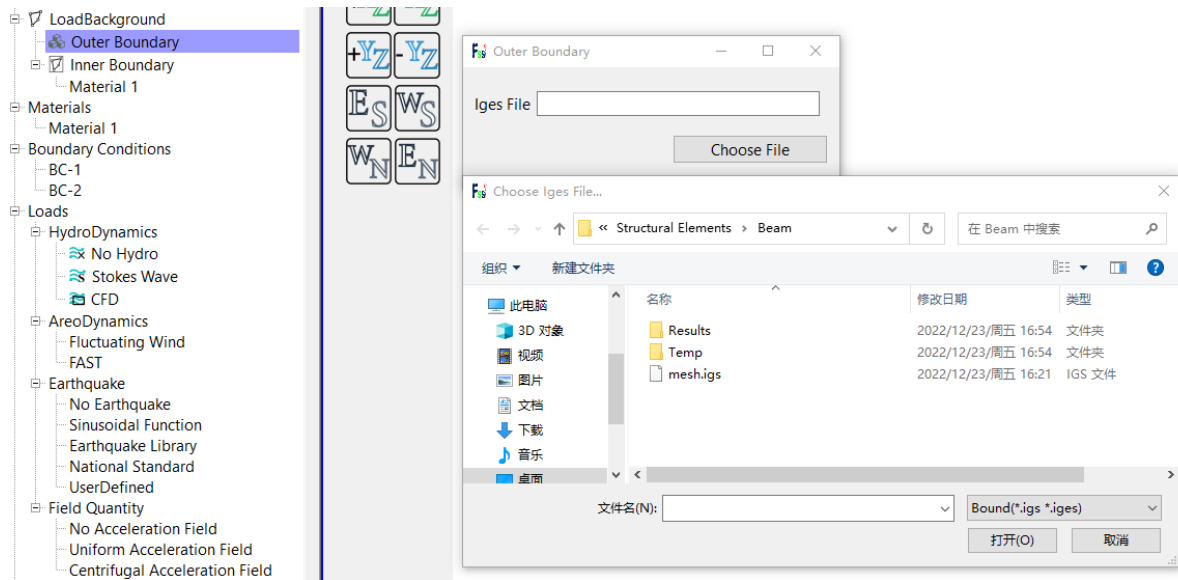


图 14-31 导入 IGES 文件

导入 IGES 边界文件后，通过工具栏图标  激活选择模式，键盘按“R”，开始框选需要调整摆放方向的单元，框选完成后点击右键点击 **Section Assignment** 进入摆放方向设置窗口。

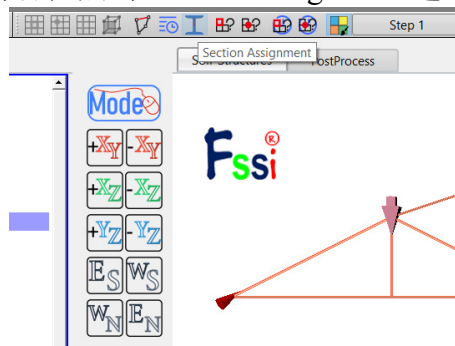


图 14-32 激活选择模式

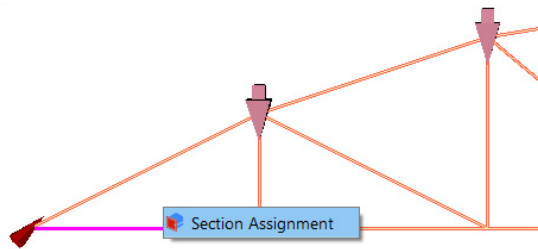
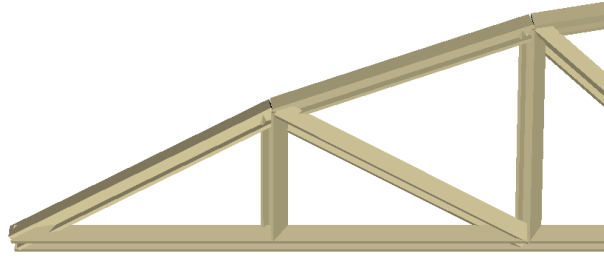


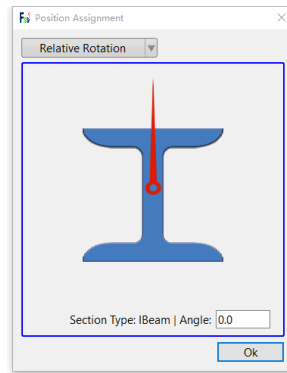
图 14-33 框选梁单元

摆放方向的设置方法包括三种：

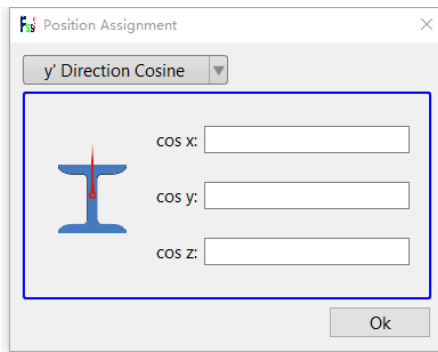
- (1) Relative Rotation



导入网格时，每个梁单元会随机生成一个初始方向，Relative Rotation 的旋转角度是基于该初始方向计算的，并不是当前摆放方向。

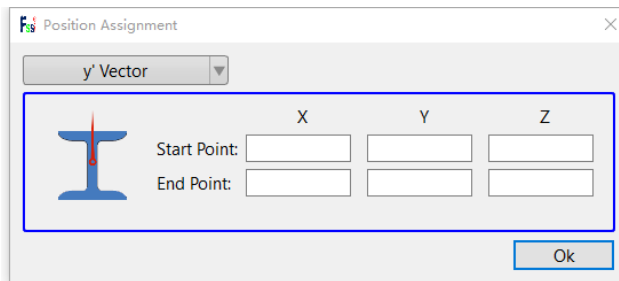


旋转示意图或直接输入旋转角度，点击 Ok，完成截面摆放方向设置。
(2) y' Direction Cosine



通过直接输入标准截面竖直向上方向 y' 与坐标轴三个夹角的 Cosine 值，设置的方向须与单元轴线垂直，点击 Ok，完成截面摆放方向设置。

(3) y' Vector



输入标准截面竖直向上方向 y' 的方向向量，设置的方向须与单元轴线垂直，点击 Ok，完成

截面摆放方向设置。

设置完成后，勾选侧边收缩栏中 Show Structural Elements' Section，显示截面。

14.2.1.6设置水动力边界条件

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—Hydrodynamics—No Coupled，如图 14-34 所示。

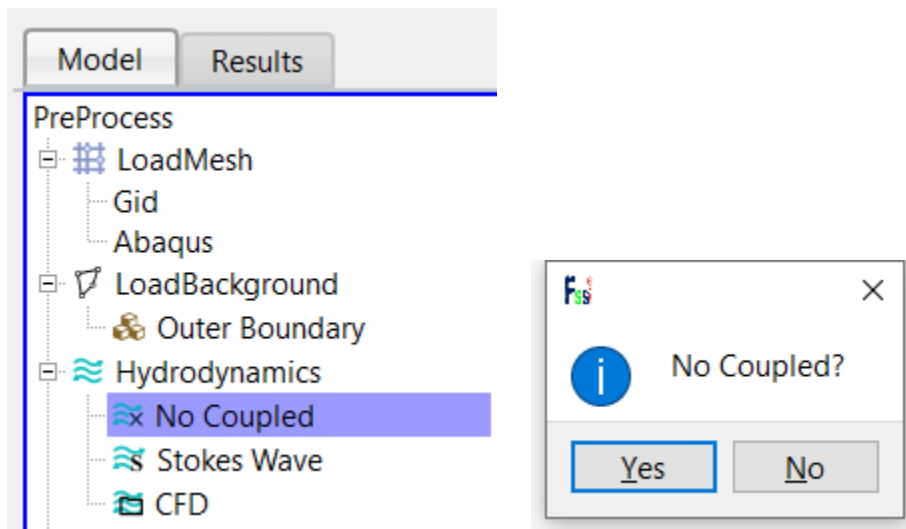


图 14-34 耦合方式选择非耦合（不考虑波浪动力）

14.2.1.7设置重力场

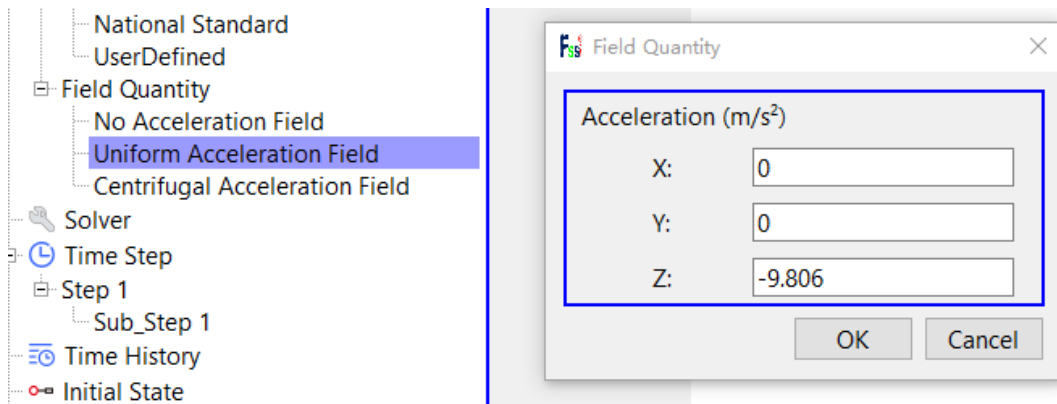


图 12-35 施加重力场

点击 Uniform Acceleration Field，输入重力加速度场，点击 Ok，设置完成。

14.2.1.8 设置求解器与时间步

用户点击前处理界面上 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 表示与时间无关的最终状态），并进行相关属性参数设置，如图 14-36 所示。

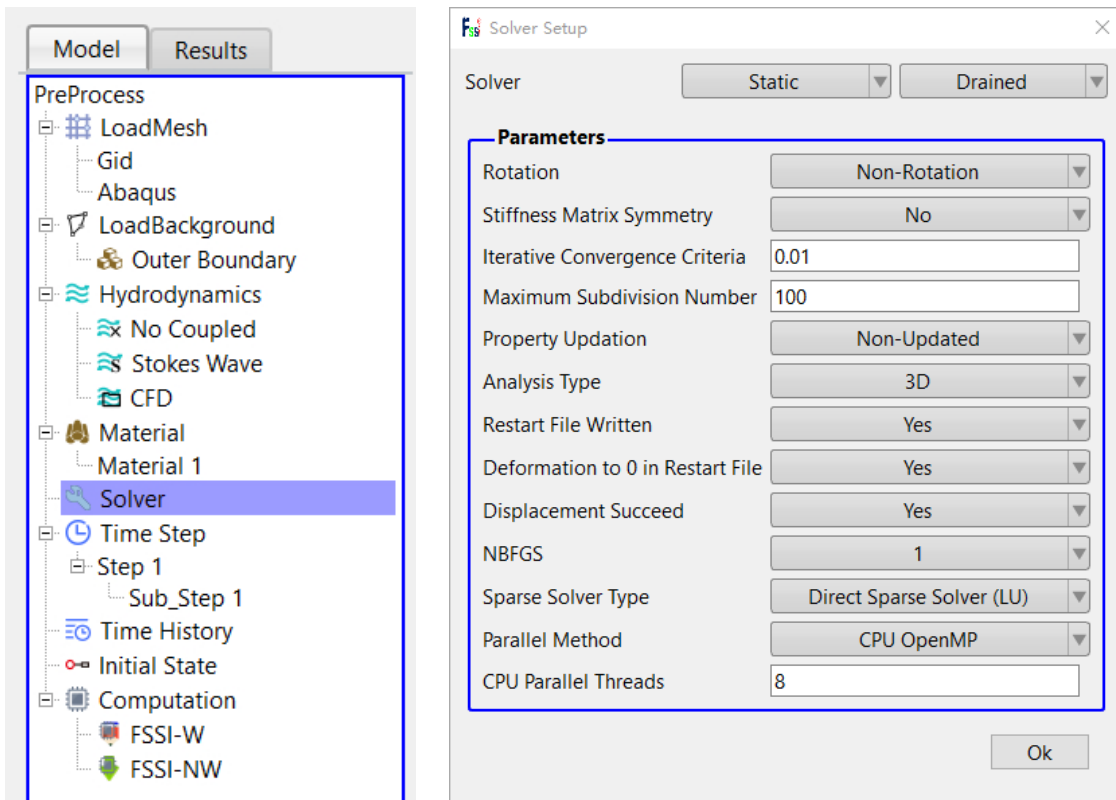


图 14-36 设置求解器的相关属性参数

在前处理界面上的 Model 树状菜单栏中的 Solver 中，点击 Time Step，设置求解时间步数为 $10 \times 0.1s = 1s$ ，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 $1 \times 0.1s = 0.1s$ 输出分布图结果，每 $1 \times 0.1s = 0.1s$ 输出时程结果，输出高斯点上结果，如图 14-37 所示；

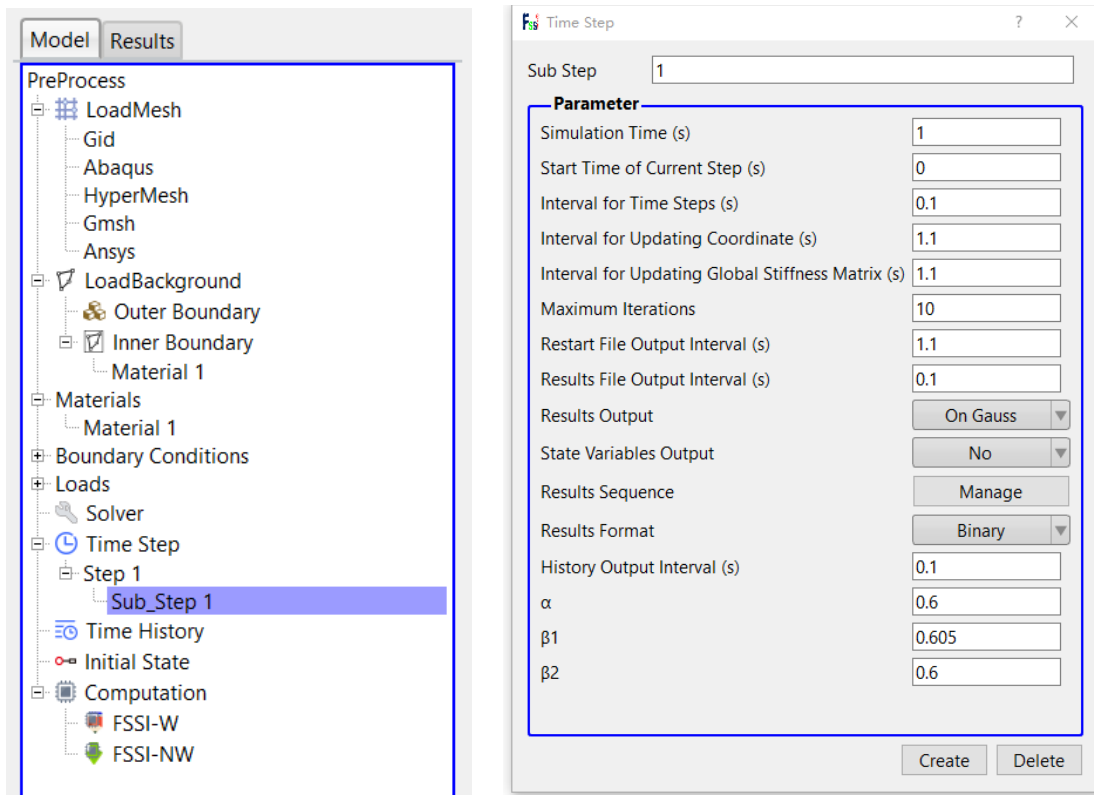



图 14-37 设置时间步和相关属性参数

14.2.1.9 添加时程输出

需要输出时程结果的点设置为：模型横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 ，进入节点选择模式；

点击工具栏中图标 ，进入单元选择模式；

选择横向对称轴，输出各个方向挠度、有效应力、应变、孔隙比 e 等；

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 Preprocess—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。

14.2.1.10 设置初始状态

在前处理界面上 Model 树状菜单栏中，点击 Initial State，选择 Generate Initial File，点击 OK，

即可完成初始状态设置，如图 14-38 所示：

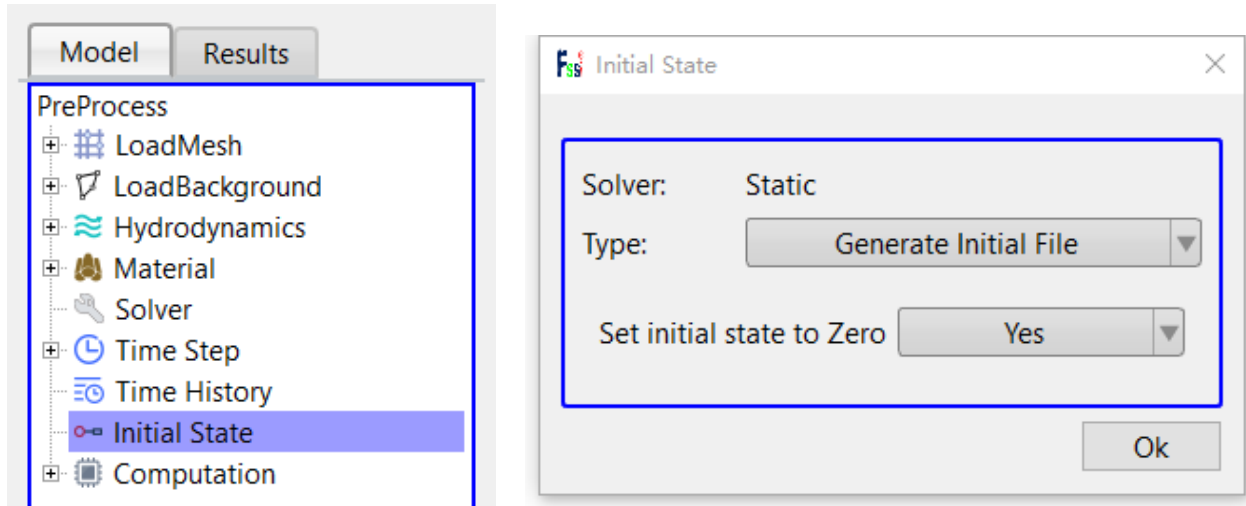


图 14-38 设置初始状态

14.2.1.11 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，保存当前项目，开始计算，计算完成后结果储存在 Project\Results\Soil_Model\Step 1。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。

14.2.2 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。

14.2.2.1 加载文件

点击在后处理界面上 Results 树状菜单栏中的 Open Results File，在弹出的窗口中点击 Soil Result Files Director—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 14-39 所示。

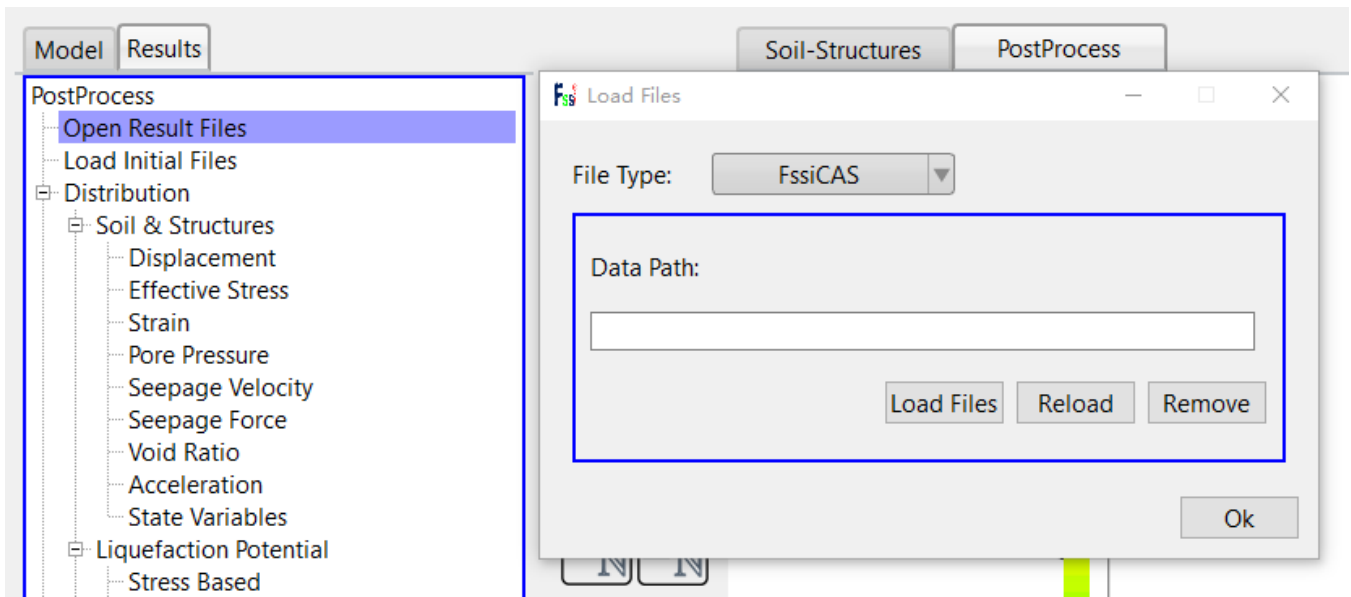
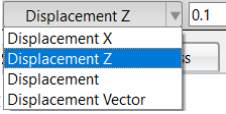
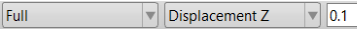


图 14-39 打开结果文件

14.2.2.2 绘制分布图

在工作区中显示选择 ，在工具栏的输入窗口  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 z 方向位移 u_z 分布图，如图 14-10 所示。点击在后处理界面上 Results 树状菜单栏中的 Structural Element，可选择查看梁单元节点弯矩转角分布云图。点击右侧伸缩区 Display Option 下拉菜单，勾选 Distribution，可选择查看梁单元高斯点上的弯矩转角以及轴力分布图。

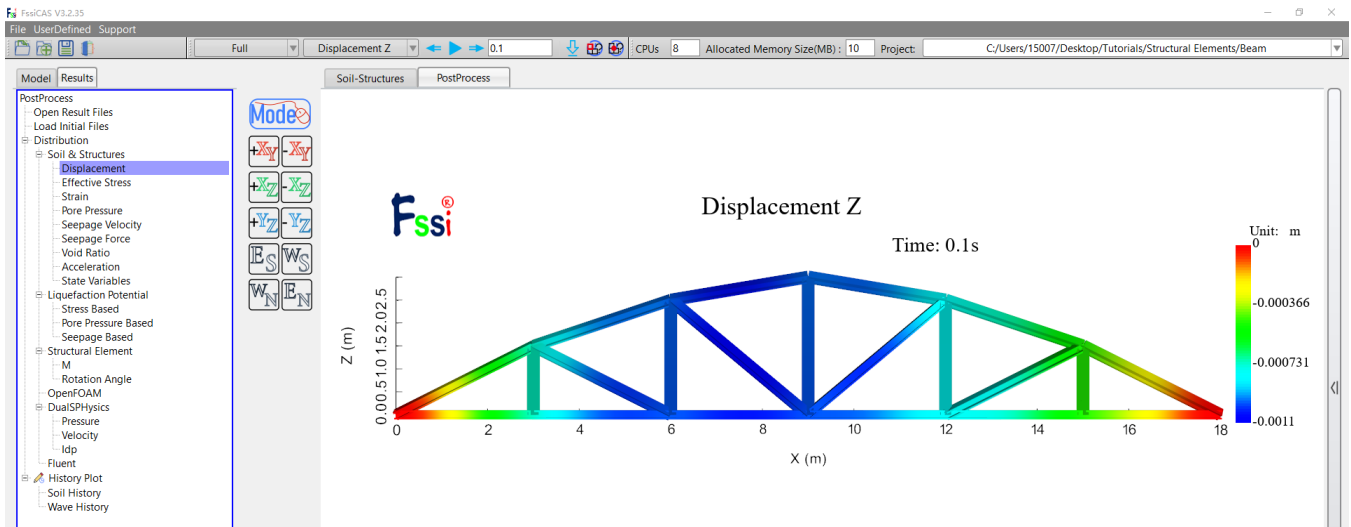
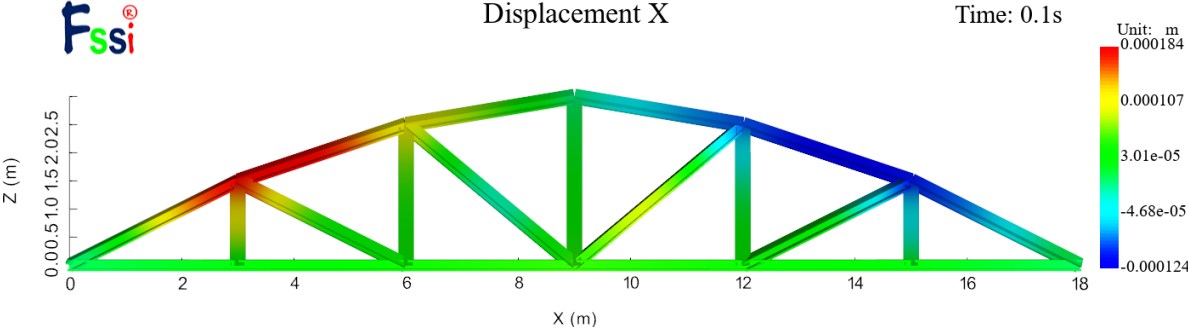
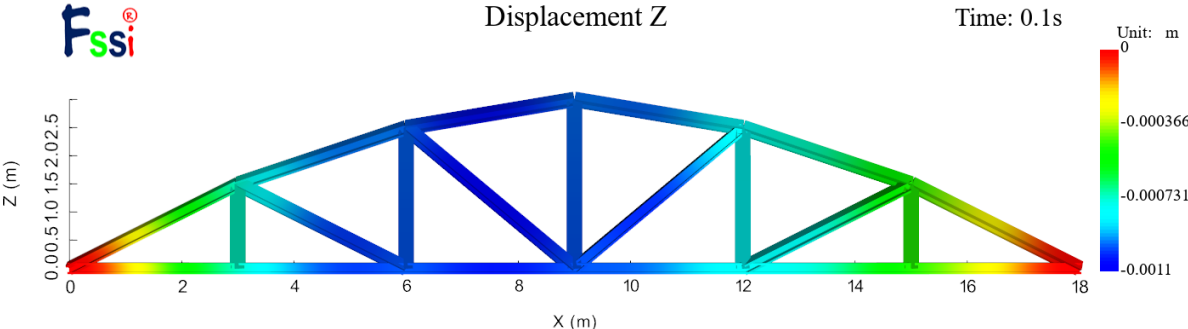


图 14-10 绘制分布图

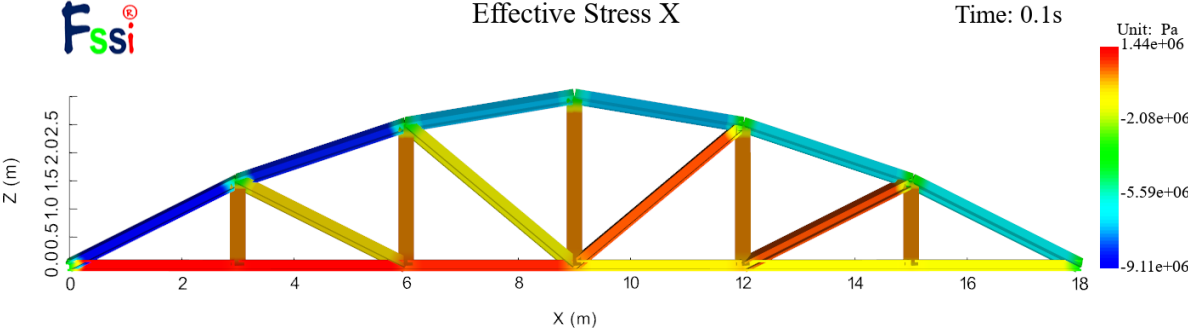
本案例计算结果分布图如图 14-41 所示：



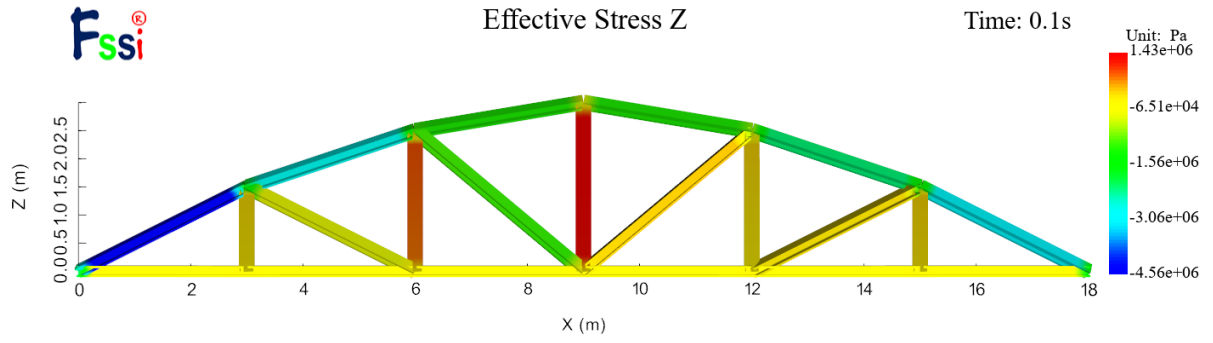
(a) x 方向位移



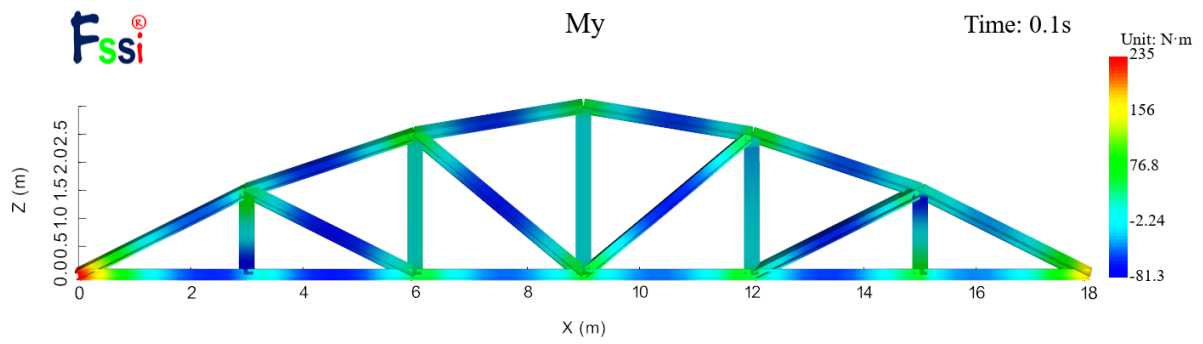
(b) z 方向位移



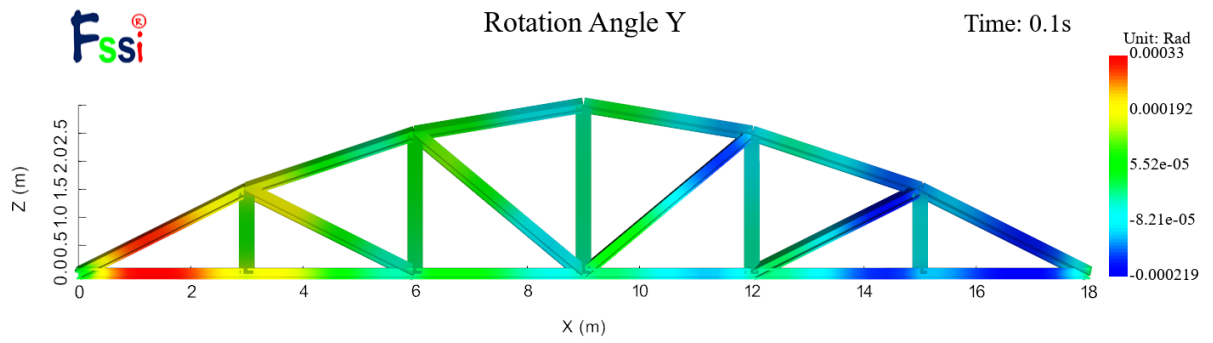
(c) x 方向应力



(d) z 方向应力



(f) 绕 y 轴弯矩 My



(h) 绕 y 轴转角 θ_y

图 14-41 计算结果分布云图

14.3 壳单元

本节通过展示一个三维壳单元案例，介绍本软件壳单元的应用及界面基本操作方法。数值计算模型示意图如图 14-42 所示，为薄板结构，板长 2m，宽 1m，厚 0.0363m。该计算模型左侧固支右侧自由，在薄板结构右半部分施加大小为 12kPa 的分布压力荷载。材料相关参数如表 3 所示：

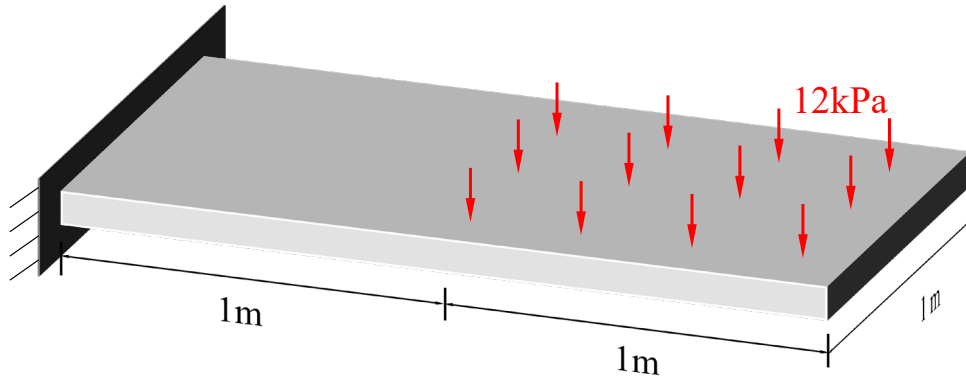



图 14-42 计算模型示意图

表 3 模型材料参数（采用简单的线弹性本构模型）

弹性模量 E (GPa)	泊松比	厚度 t (m)
200	0.3	0.0363

14.3.1 FssiCAS 图形界面操作——前处理

14.3.1.1 在 FssiCAS 软件中创建工程文件

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 Shell；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 Shell 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 14-43 所示。

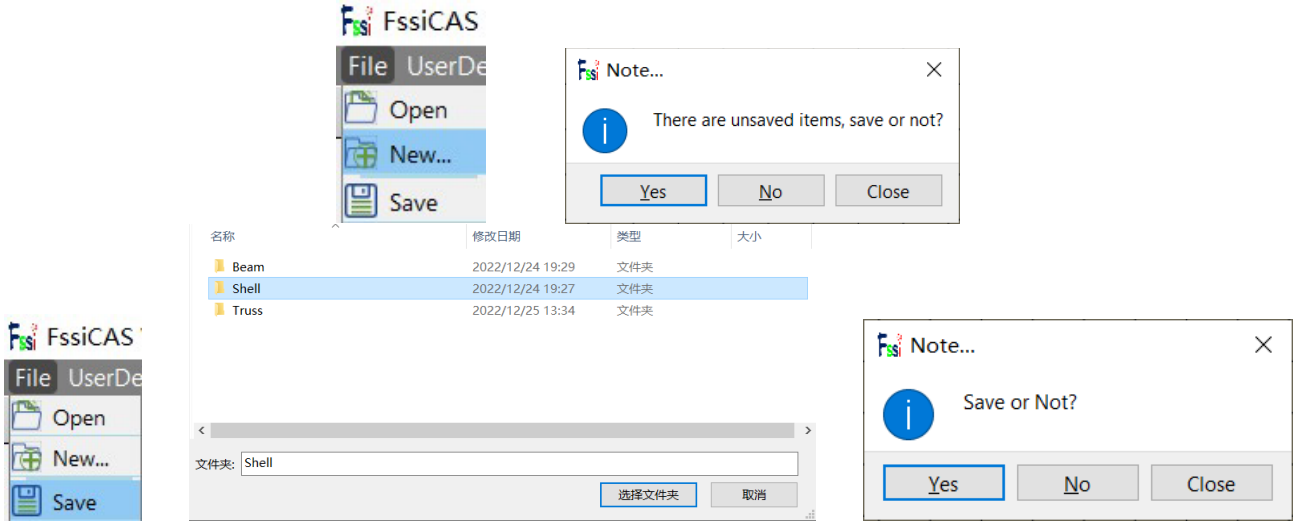


图 14-43 在 FssiCAS 软件中新建和保存一个项目的过程图

14.3.1.2 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 GIDmesh File 窗口中，选择从 Gid 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 14-44 所示。

在弹出的 Load Mesh 窗口中设置固体单元类型和流体单元阶次，在本案例中固体单元采用 DKQ 四节点一阶壳单元，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 14-45 所示。在工作区中显示几何模型如图 14-46 所示。

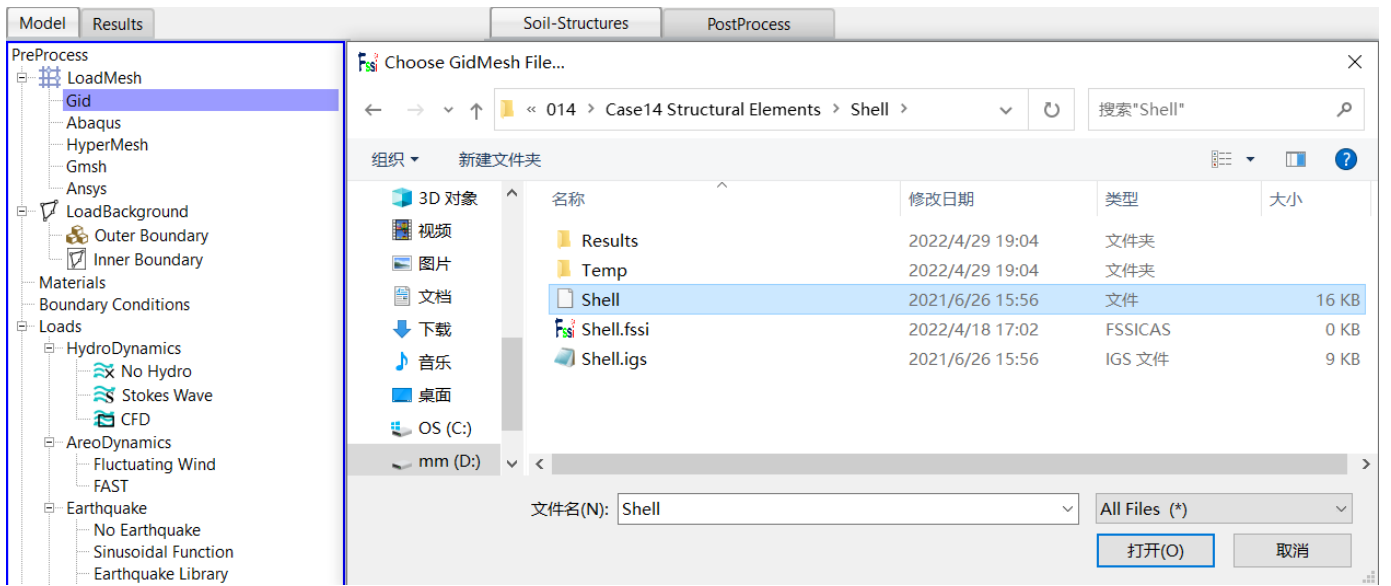


图 14-44 导入几何模型的网格文件

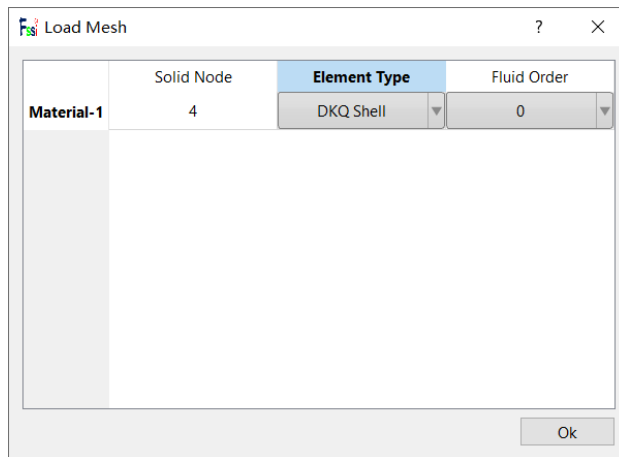


图 14-45 设置固体单元类型和流体单元阶次

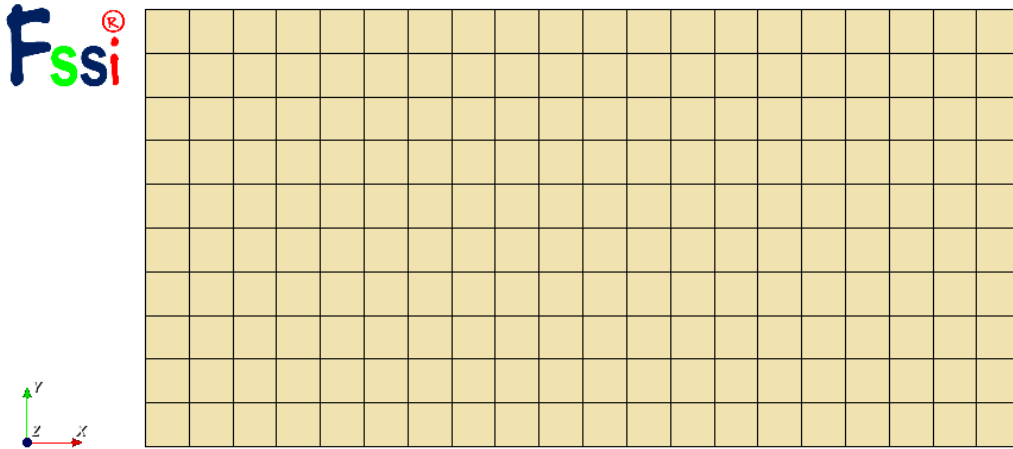


图 14-46 几何模型的显示

14.3.1.3 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 Model 树状菜单栏中的 Load Background 中，用户点击 Outer Boundary，在弹出的 Outer Boundary 窗口中点击 Choose File，选择从 Gid 或 Solidworks 等建模软件中导出的背景线.igs 文件，点击打开，关闭弹出的 Outer Boundary 窗口，可导入几何模型的背景线，如图 14-47 所示。在工作区中显示几何模型的背景线，如图 14-48 所示。

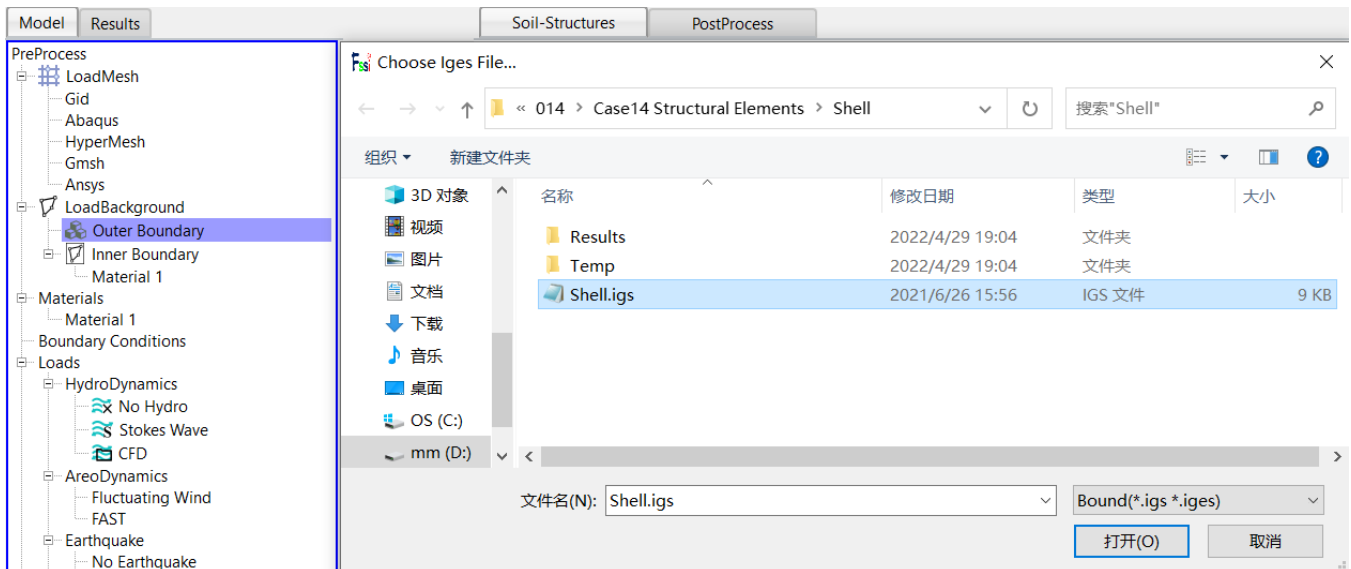


图 14-47 导入几何模型的背景线

Fssi[®]

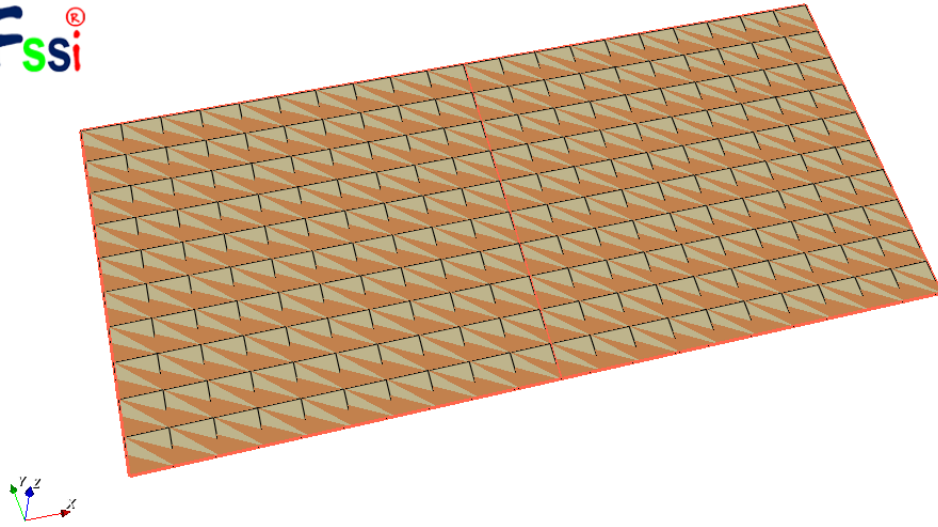




图 14-48 显示几何模型的背景线

14.3.1.4 设置边界条件

需要将几何模型的边界条件设置为：将模型左侧设置为 xyz 方向位移固定，同时转角固定；在模型右半部分表面施加大小为 12kPa 的分布压力。

点击工具栏中图标 ，进入边界选择模式，如图 14-49 所示；

点击工具栏中图标 ，进入背景面选择模式，如图 14-50 所示；

点击键盘‘R’键，开始选择。



图 14-49 Apply Boundary



图 14-50 Select Surface

在工作区中拖动鼠标框选模型右半部分表面，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 14-51 所示；

在弹出的对话框中施加分布力边界条件，正值为压力，负值为拉力，输入具体数值，点击 OK，如图 14-52 所示；

再次点击键盘‘R’键，可结束选择。

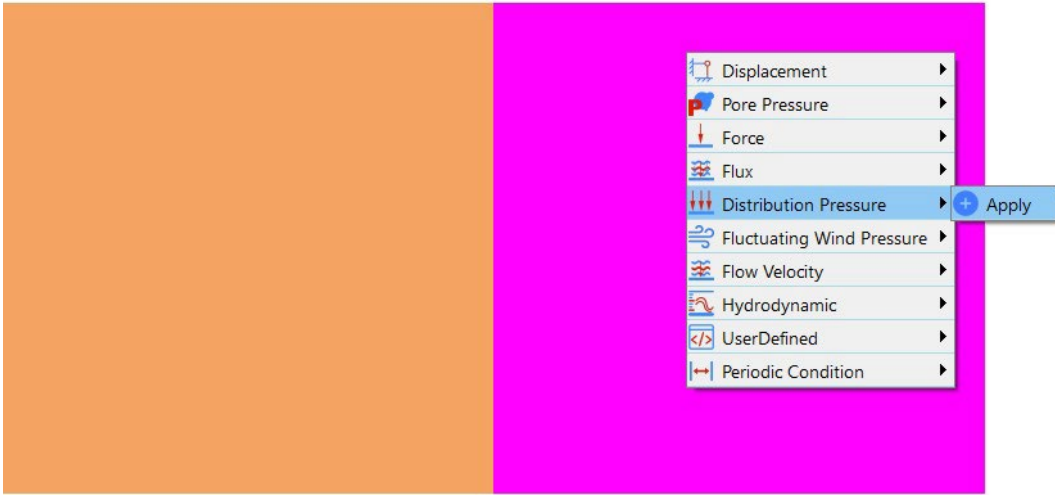


图 14-51 框选模型右半部分表面并选择施加分布力荷载

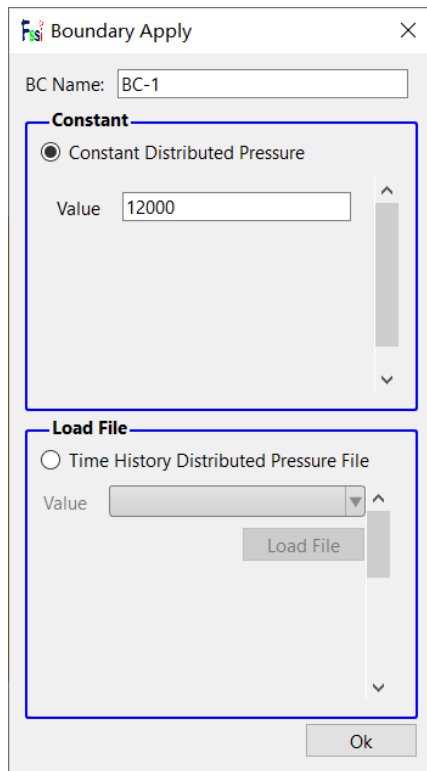



图 14-52 施加分布力荷载

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;

在工作区中拖动鼠标框选模型左侧边界所有节点，点击选择后被选择节点出现高亮，点击鼠标右键，在显示边界条件下拉菜单中选择 **Displacement—Apply**，在弹出对话框中施加 xyz 方向位移固定，同时三个方向转角固定，点击 **OK**，如图 14-53 所示；

再次点击键盘‘R’键，可结束选择。

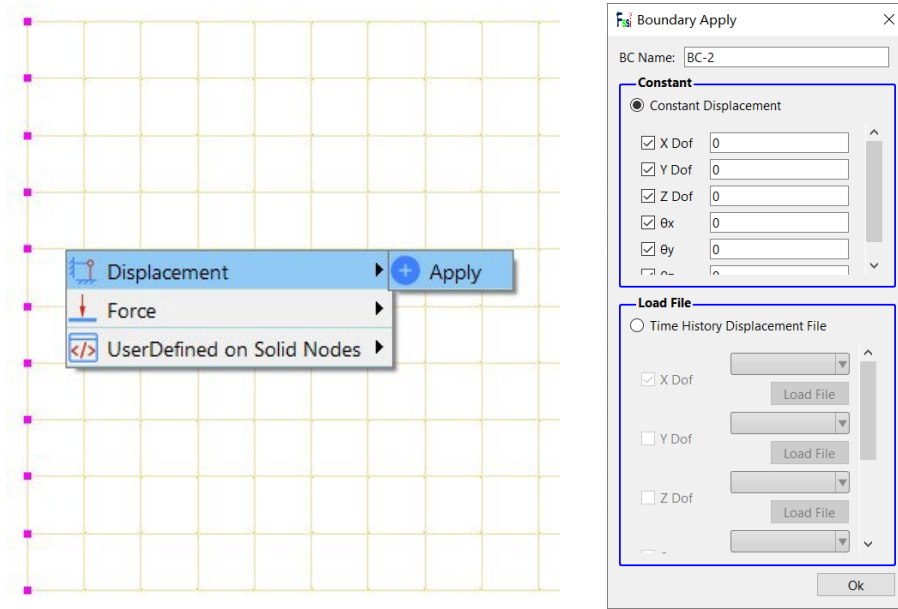


图 14-53 框选模型左侧边界并设置为全部位移转角固定

在右侧的伸缩区中勾选 **Show Boundary Condition**，可以显示案例添加的边界条件，检查是否正确添加边界条件，如图 14-54 所示。

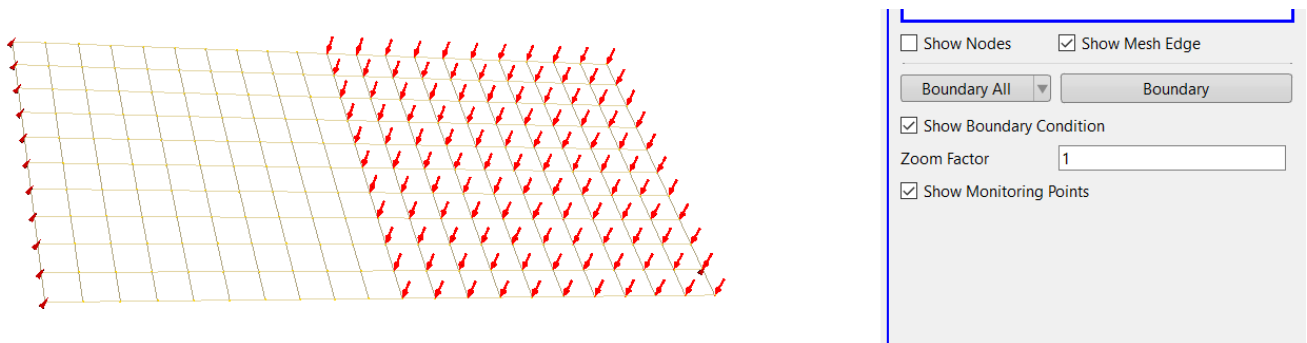


图 14-54 在右侧的伸缩区中勾选 **Show Boundary Condition** 以展示案例添加的边界条件

14.3.1.5 设置材料参数与本构模型

用户点击在前处理界面上 **Model** 树状菜单栏中的 **Material**，分别设置多种材料的属性参数。

针对壳单元材料,在工作区中用鼠标左键点击本构模型,在弹出的窗口中选择 **Elastic_Shell** 模型,输入对应的材料属性参数,点击 **OK**,完成材料属性设置。材料属性和参数设置如图 14-55 所示。

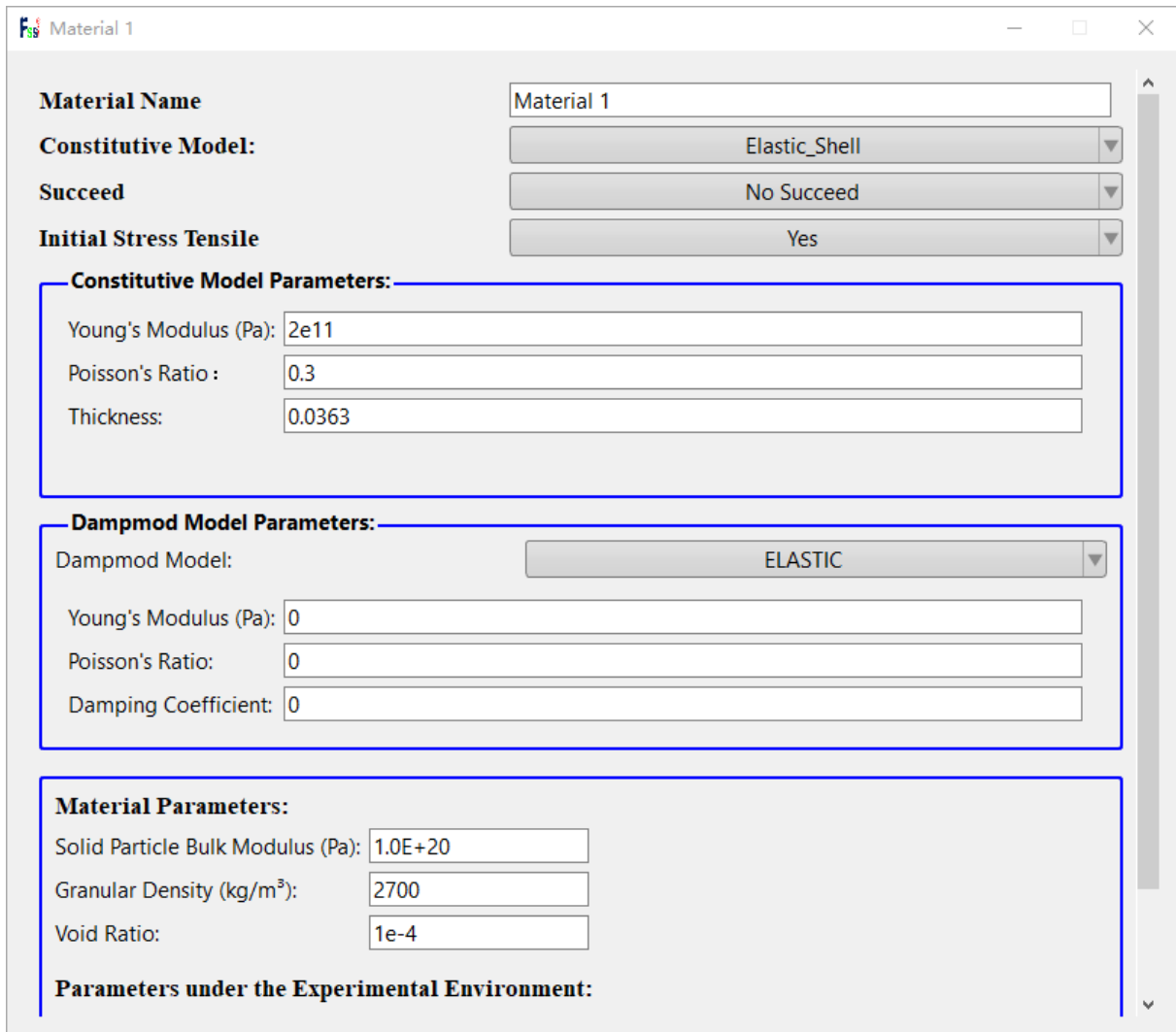


图 14-55 设置材料的相关属性参数

14.3.1.6 设置水动力边界条件

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—HydroDynamics—No Hydro**,如图 14-56 所示。

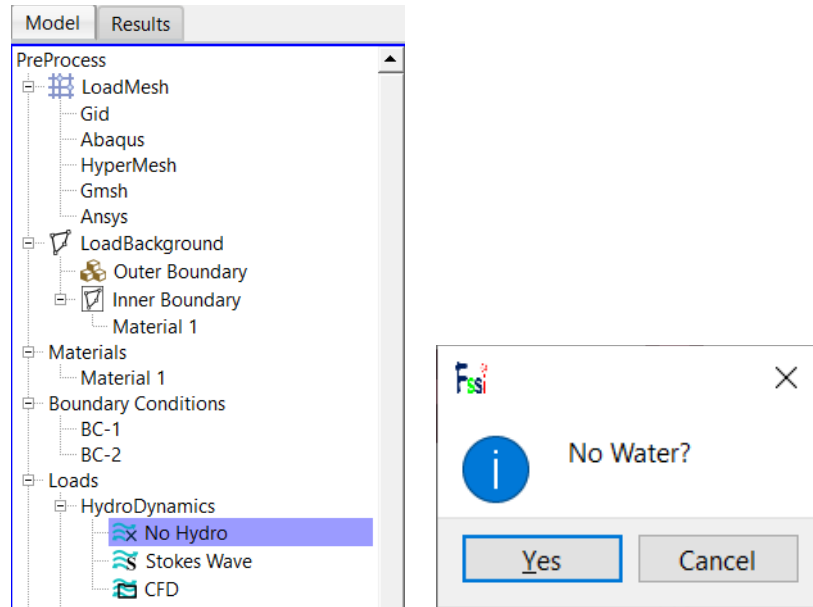


图 14-56 耦合方式选择非耦合（不考虑波浪动力）

14.3.1.7 施加重力场

用户点击前处理界面上 Model 树状菜单栏里的 Loads—Field Quantity—Uniform Acceleration Field 施加重力场，如图 14-57 所示。

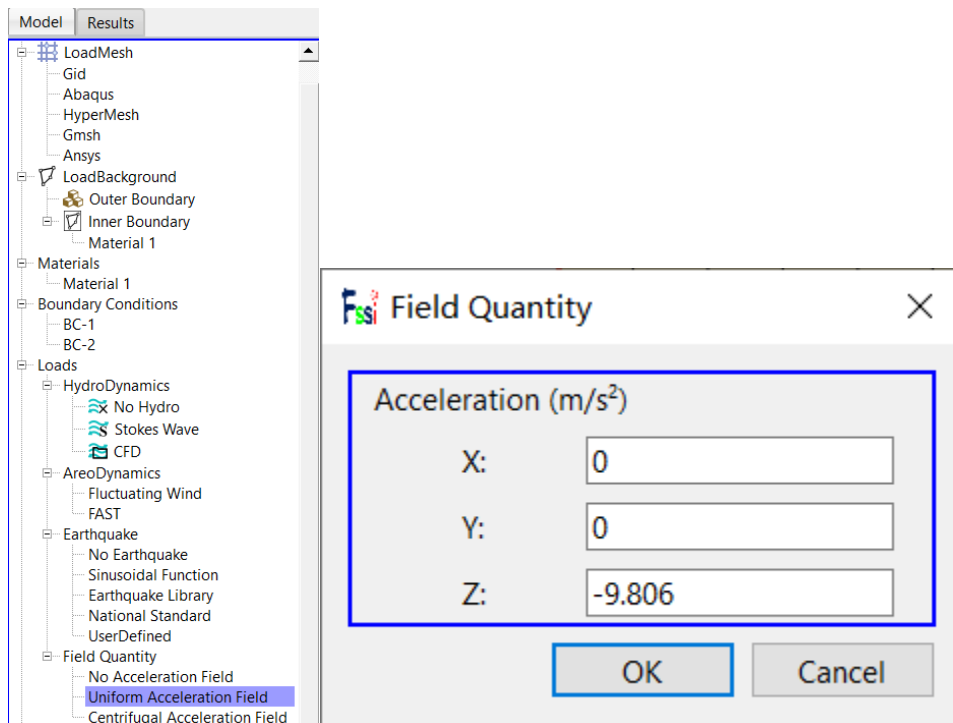


图 14-57 施加重力场

14.3.1.8 设置求解器与时间步

用户点击前处理界面上 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 表示与时间无关的最终状态），并进行相关属性参数设置，如图 14-58 所示。

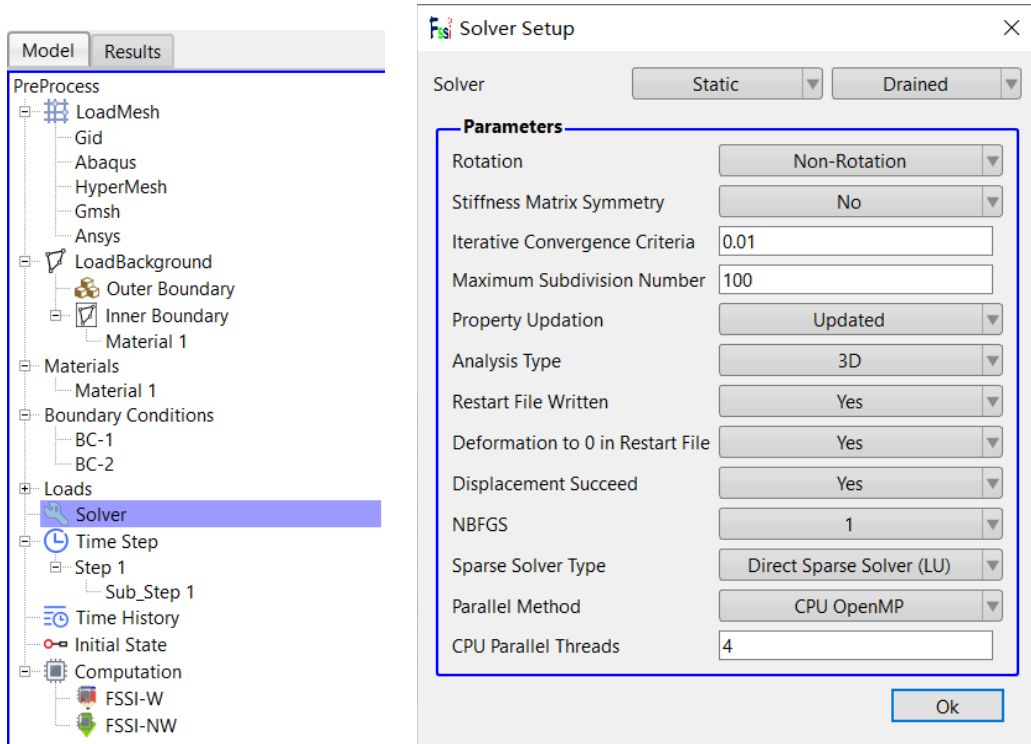


图 14-58 设置求解器的相关属性参数

在前处理界面上的 Model 树状菜单栏中的 Solver 中，点击 Time Step，设置求解时间步数为 $10 \times 0.1s = 1s$ ，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 $1 \times 0.1s = 0.1s$ 输出分布图结果，每 $1 \times 0.1s = 0.1s$ 输出时程结果，输出高斯点上结果，如图 14-59 所示；

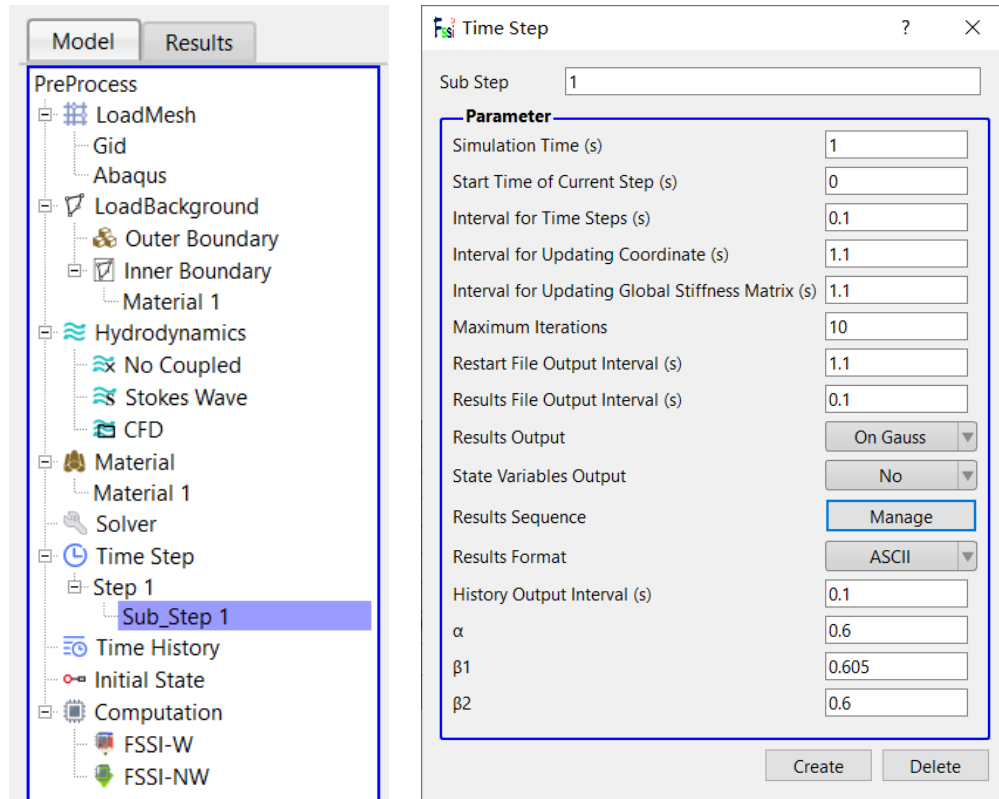


图 14-59 设置时间步和相关属性参数

14.3.1.9 添加时程输出

需要输出时程结果的点设置为：模型横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 ，进入节点选择模式；

点击工具栏中图标 ，进入单元选择模式；

选择横向对称轴，输出各个方向挠度、有效应力、应变、孔隙比 e 等；

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 Preprocess—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。

14.3.1.10 设置初始状态

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 14-60 所示：

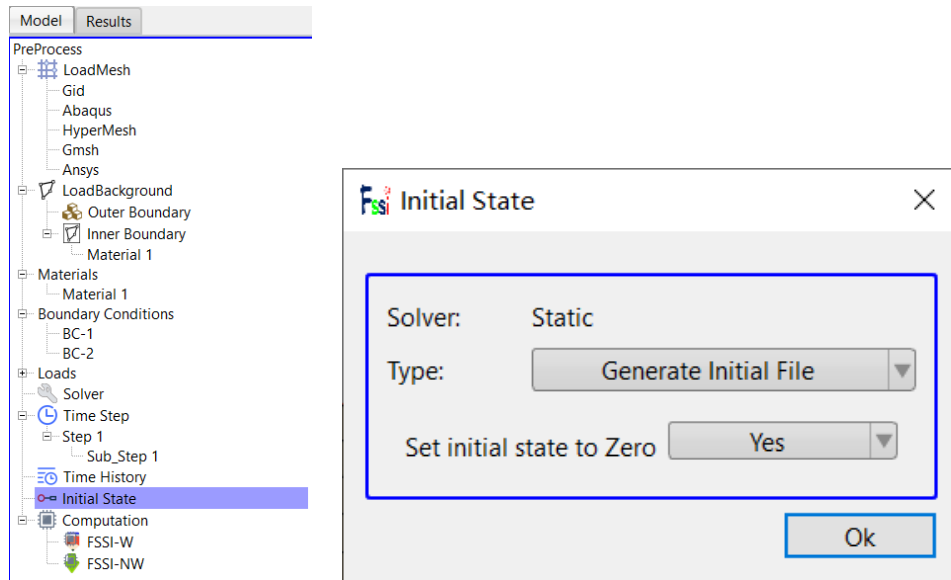


图 14-60 设置初始状态

14.3.1.11 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，保存当前项目，开始计算，计算完成后结果储存在 Project\Results\Soil_Model\Step 1。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。

14.3.2 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。

14.3.2.1 加载文件

点击在后处理界面上 Results 树状菜单栏中的 Open Results File，在弹出的窗口中点击 Soil Result Files Director—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 14-61 所示。

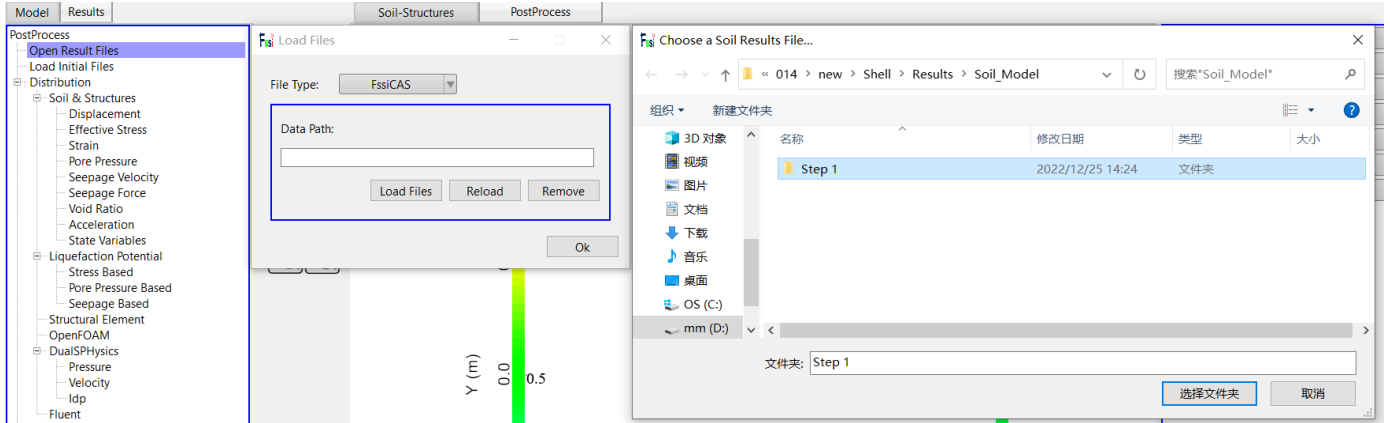
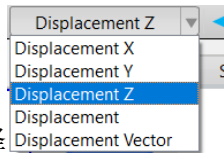


图 14-61 打开结果文件

14.3.2.2 绘制分布图



在工作区中显示选择 **Displacement Z**，在工具栏的输入窗口 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 z 方向位移 u_z 分布图，如图 14-62 所示。点击在后处理界面上 Results 树状菜单栏中的 Structural Element，可选择查看壳单元节点弯矩转角分布云图。点击右侧伸缩区 Display Option 下拉菜单，勾选 Distribution，可选择查看壳单元高斯点上的弯矩转角分布图。

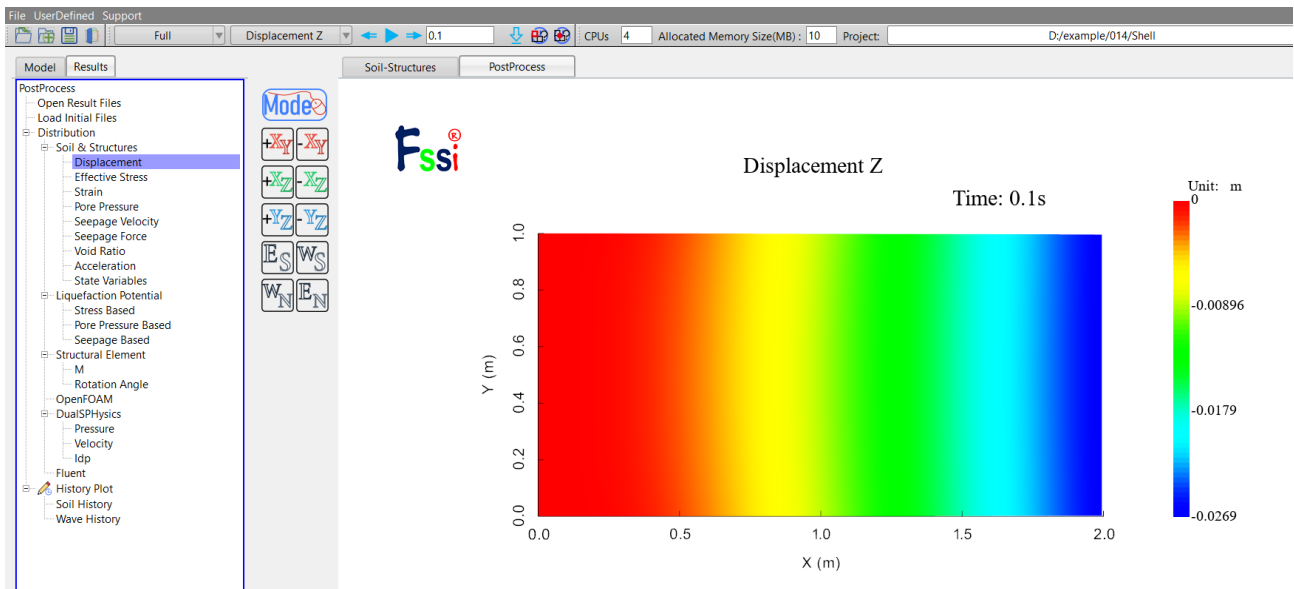


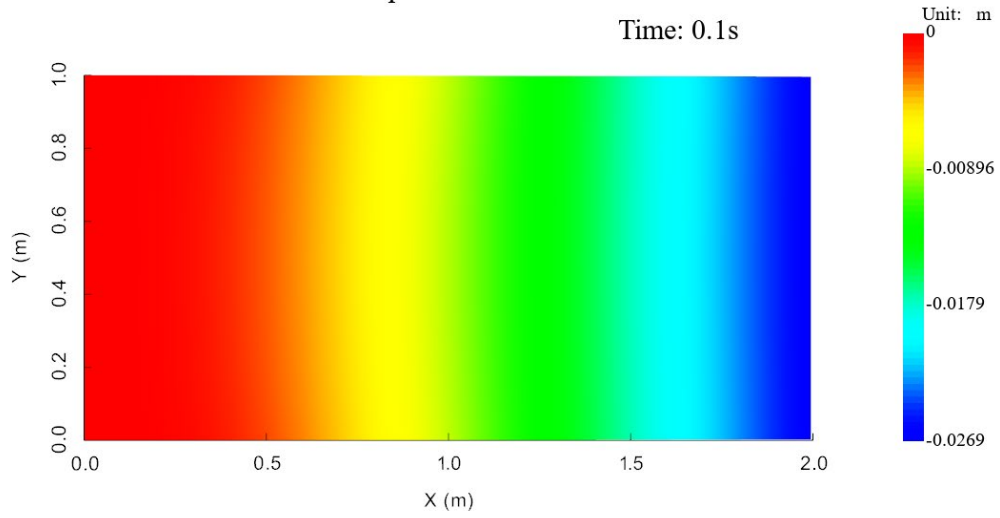
图 14-62 绘制分布图

本案例计算结果分布图如图 14-63 所示：



Displacement Z

Time: 0.1s

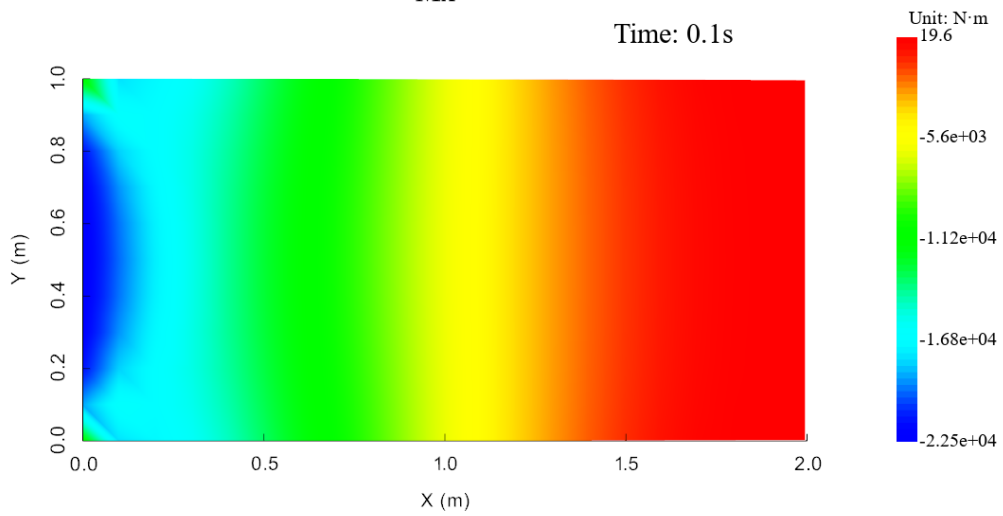


(a) z 方向位移



M_x

Time: 0.1s

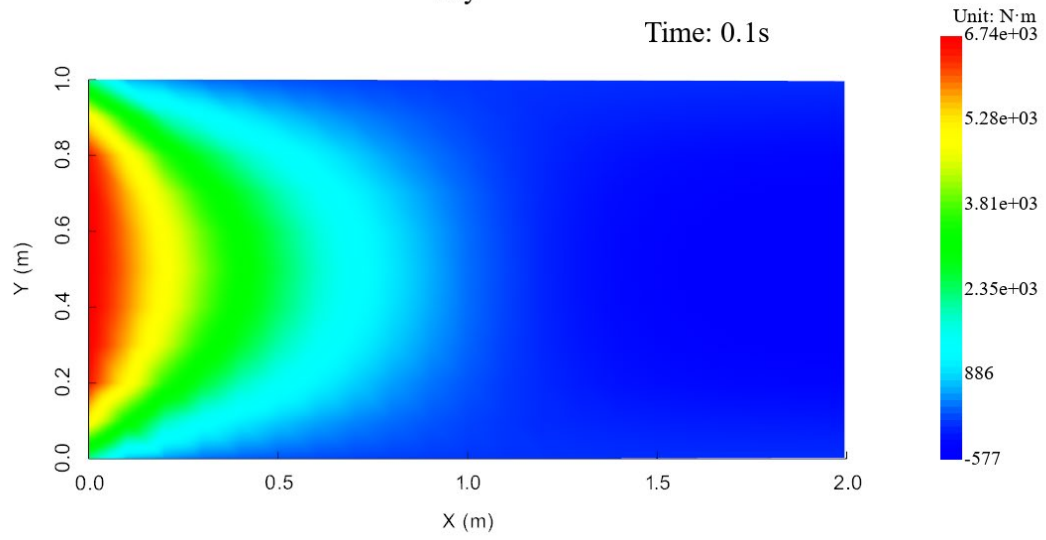


(b) M_x



My

Time: 0.1s

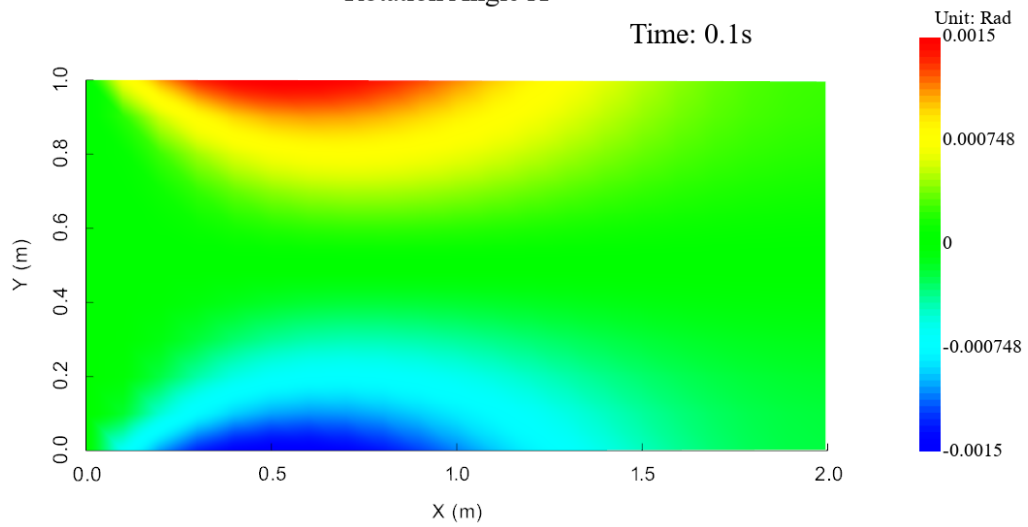


(c) M_y

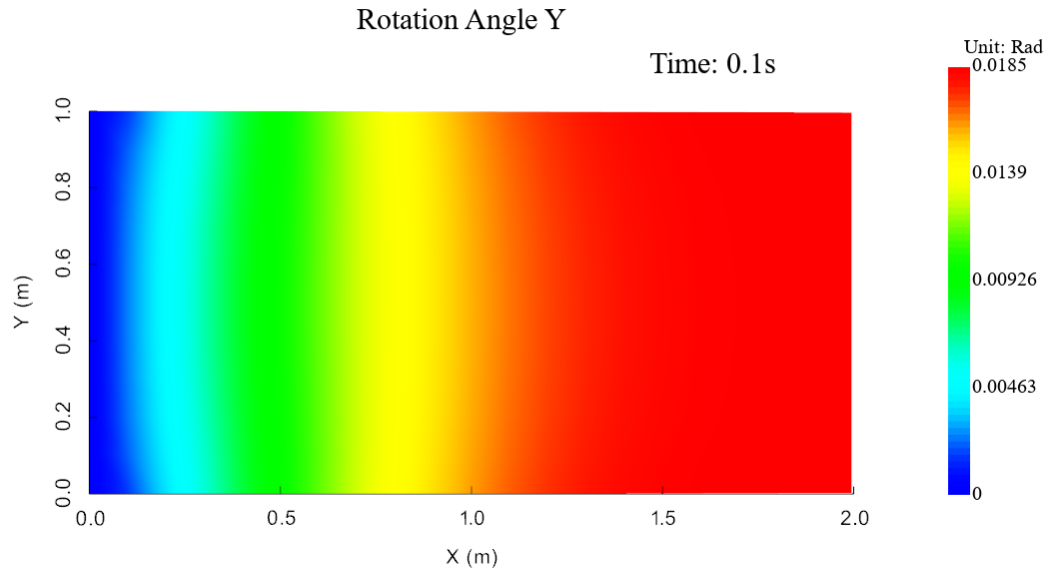


Rotation Angle X

Time: 0.1s



(d) θ_x



(e) θ_y

图 14-63 计算结果分布云图