

# 有限元课程大作业

汤英杰 S230200244

## 一、有限元模型

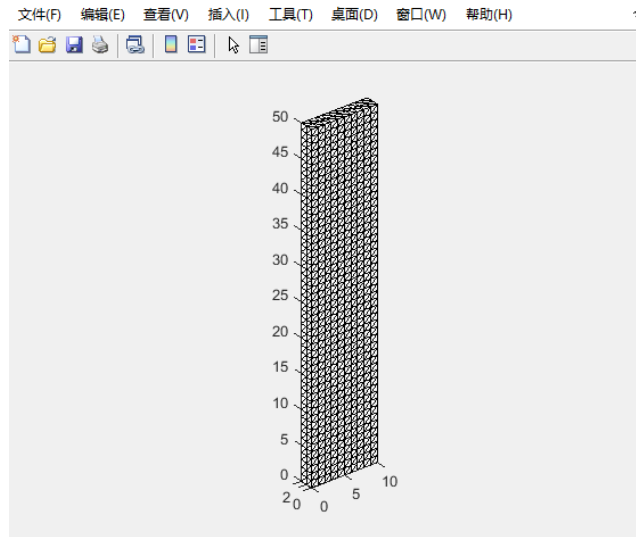


图 1 长方体钢材

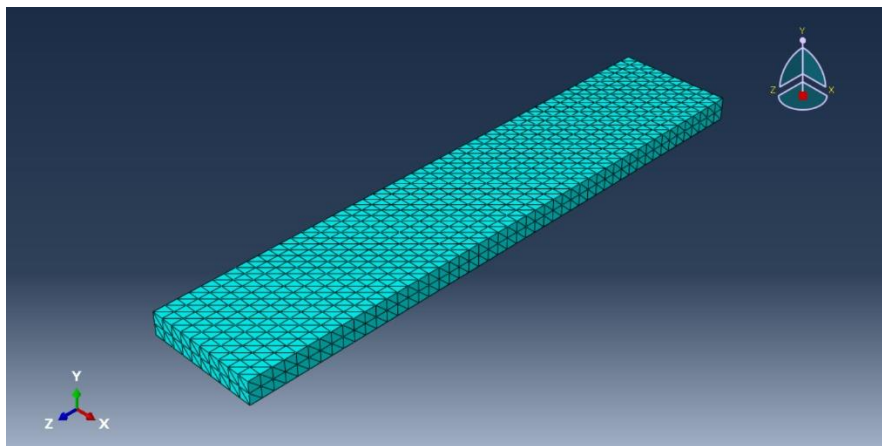


图 2 C3D4 网格划分

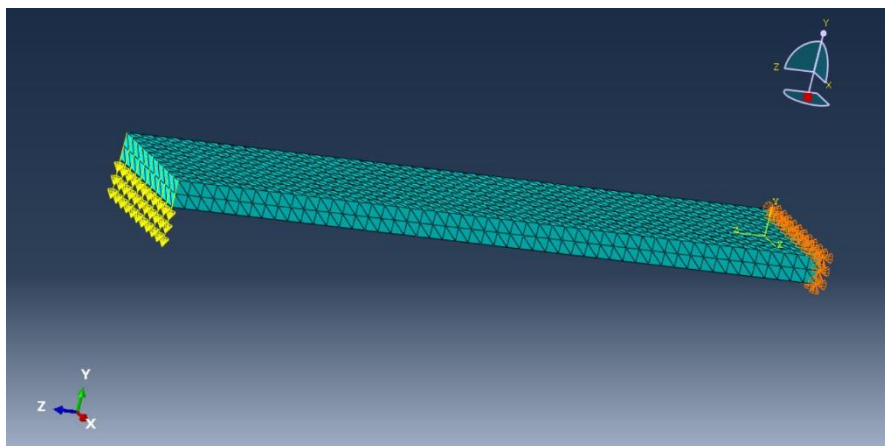


图 3 约束与载荷

对如图 1 所示的长方体钢材，划分如图 2 所示 1mm 的 C3D4 四面体四节点单元，共 2051 个节点，6153 个自由度。如图 3 所示施加固定约束与 y 负方向载荷。如图 4 所示为材料属性。

```
%材料属性编辑
elastic = 210000;
poisson = 0.3;
iopt = 4;
D = Element_D(iopt,elastic,poisson);
```

图 4 材料属性

## 二、流程

- (1) 利用 Matlab 软件，使用线性四面体单元进行有限元分析；
- (2) 提取 Abaqus 作业文件.inp 中的节点坐标及单元节点；利用 Python 语言，通过 VTK 库，根据 Matlab 计算结果生成.vtk 文件；
- (3) 在 ParaView 中打开.vtk 文件，将 Abaqus 分析结果与 Matlab 计算结果进行对比。

## 三、文件介绍

### 1. Matlab 文件

- (1) C3D4\_K.m: 获得四面体单元刚度矩阵；
- (2) Element\_D.m: 返回线性四面体单元的 D 矩阵；
- (3) GLI\_PW1.m: 返回一维高斯积分点坐标及权重；
- (4) GLI\_PW3.m: 返回三维高斯积分点坐标及权重；
- (5) K\_Assemble.m: 组装刚度矩阵，由于其效率较低，不调用该代码选择将其直接嵌入主函数；
- (6) Load\_Apply.m: 施加节点力，生成 F 矩阵；
- (7) Boundary\_Apply.m: 施加固定边界；
- (8) Main.m: 主程序，读取节点、单元、边界节点、载荷节点，求解位移、应力分量。

### 2. txt 文件

- (1) Boundary\_Nodes.txt: 存储施加 PINNed 边界条件节点编号；
- (2) 3D4C\_Elements.txt: 所有 3D4C 单元序号及对应四个节点编号；
- (3) Load\_Nodes.txt: 载荷节点编号；

(4) Nodes.txt: 节点编号及坐标;

(5) U1、U2、U3.txt: 节点在 x、y、z 方向计算位移;

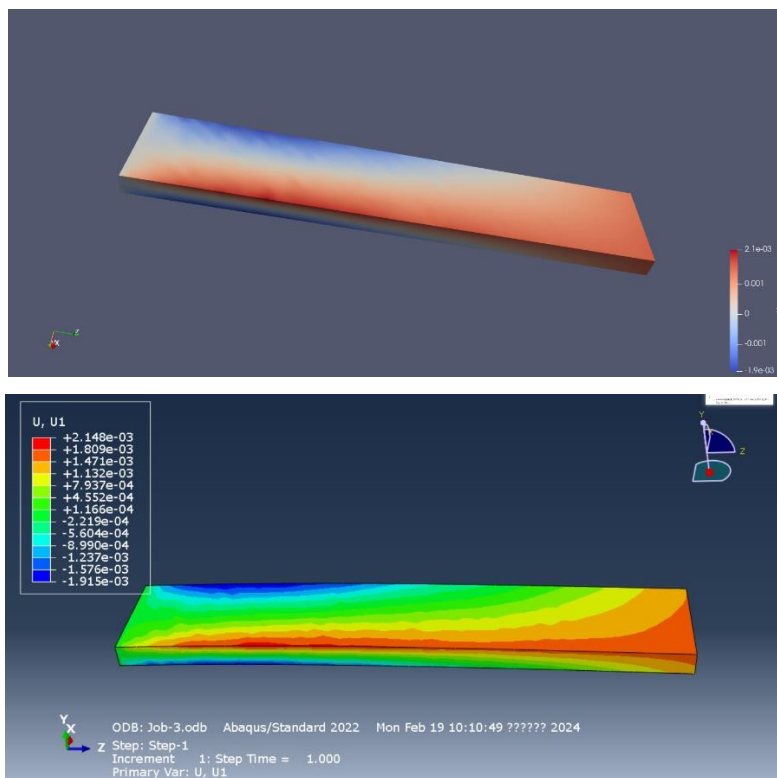
### 3. Python 文件

(1) txt2tvk.py: 将上述位移、应力分量转化为.vtk 文件, 便于 ParaView 打开。

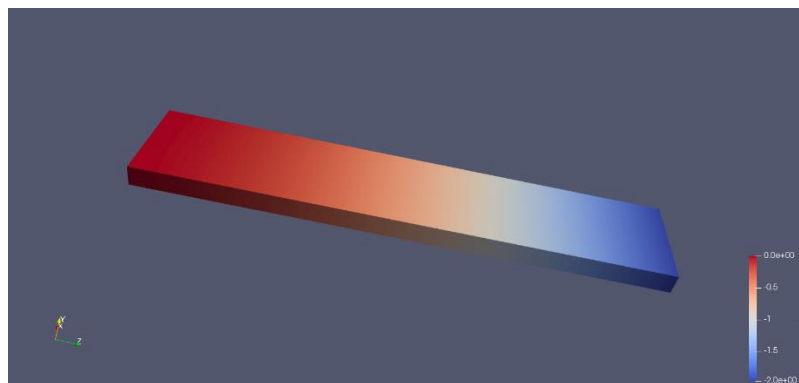
## 四、结果

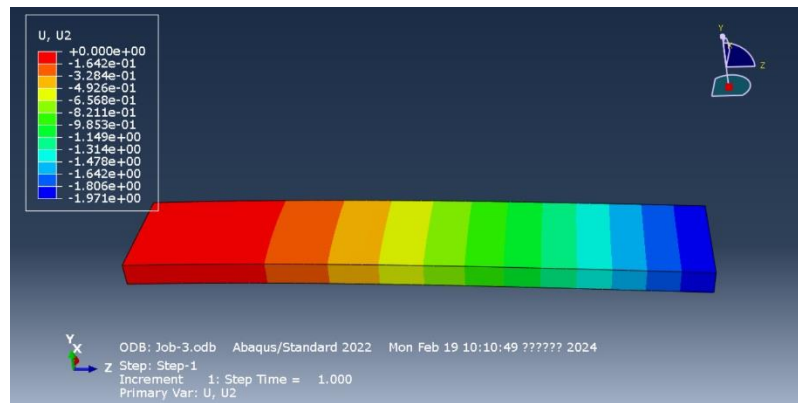
上侧为作业计算结果, 下侧为 Abaqus 同网格计算结果。

### 1. U1

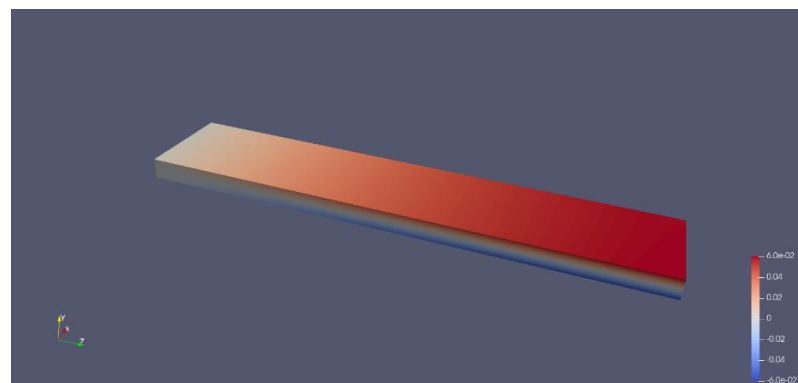


### 2. U2





3. U3



4. 数值结果

```
>> max(U1)

ans =

    0.0021

>> min(U2)

ans =

   -1.9707

>> max(U2)

ans =

    0

>> max(U3)

ans =

    0.0599

>>
```

如上图与 U1、U2、U3 的对比可得出结论，此作业计算结果与 Abaqus 计算结果相近。