

# 应用等参单元对 L 梁进行有限元分析

## 1 程序模型的建立

通过 ABAQUS 进行建立程序所需要的模型即 L 梁，如图 1 所示，将 L 梁的下端设置为固定端，集中力作用在左上端，利用 ABAQUS 进行划分网格，将单元编号与节点坐标导出，分别求解 L 梁的位移、应力与应变的分量。

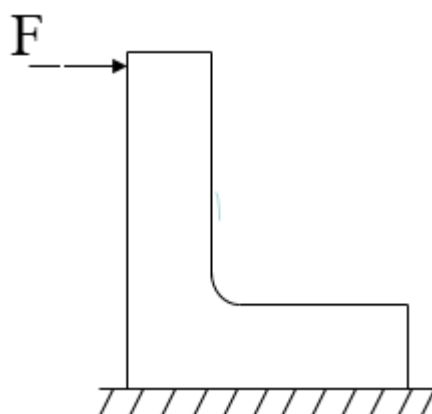


图 1 L 梁示意图

## 2 L 梁的基本参数

如图 2 所示，L 梁的几何基本参数已在图中标注出。

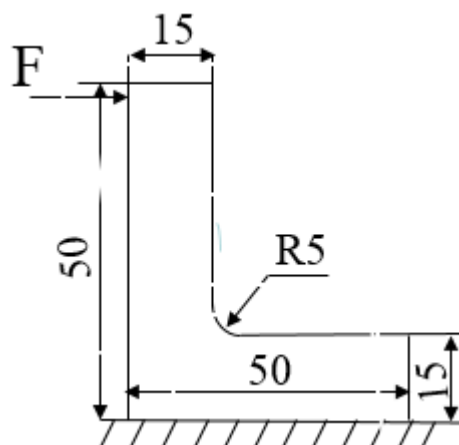


图 2 L 梁的几何参数

其他基本参数：集中力： $F=500\text{N}$ ；

厚度： $h=1$ ；

弹性模量： $E=2.1\text{e}6$ ；

泊松比： $\nu=0.3$ 。

### 3 程序编写流程

利用 MATLAB 软件进行编写程序，程序的编写过程包括以下几个部分：（1）网格划分、提取节点坐标与单元编号；（2）单元刚度的求解；（3）系统刚度矩阵的求解；（4）对 L 梁进行加载与边界条件设置；（5）求解 L 梁受载后的位移、应力与应变；（6）绘制 L 梁的位移、应力与应变的云图。

#### （1）网格划分、提取节点坐标与单元编号

通过 ABAQUS 软件，利用等参元四边形单元对 L 梁进行网格划分，然后将单元的编号与节点的坐标导出，保存为 txt 格式，然后通过 MATLAB 中‘load’指令将单元与节点的信息导入程序中。

#### （2）单元刚度的求解

利用 MATLAB 编程分别将各个单元的 4 节点坐标进行提取，通过  $2 \times 2$  的高斯积分对单元的形函数  $N$  与应变矩阵  $B$  进行求解，然后对单元的刚度矩阵进行求解。

#### （3）系统刚度矩阵的求解

通过第二步对各单元的刚度矩阵进行了求解，在完成单元刚度矩阵的求解后，将各单元的刚度矩阵对应到系统坐标系下进行组装，进而完成系统的刚度矩阵求解。

#### （4）对 L 梁进行加载与边界条件设置

将集中载荷  $F$  加载到 L 梁的左上端，集中载荷的大小为 500N，将 L 梁的下端进行固定，作为固定端。

#### （5）求解 L 梁受载后的位移、应力与应变

首先对 L 梁的位移进行求解，求解出位移后，求解转换矩阵，通过转换矩阵将各个高斯点的应力与应变转换到对应的节点上。

#### （6）绘制 L 梁的位移、应力与应变的云图

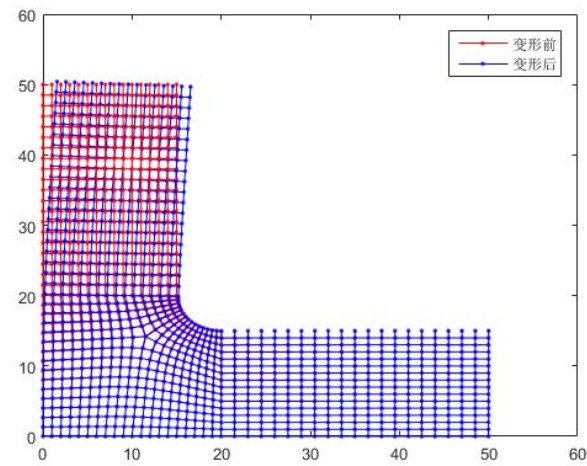
根据第（5）步对 L 梁的位移、应力与应变的求解结果，利用 MATLAB 分别对 L 梁的位移、应力与应变进行绘制相应的云图，进而与 ABAQUS 软件分析的结果进行比较。

### 4 MATLAB 计算结果与 ABAQUS 仿真结果的比较

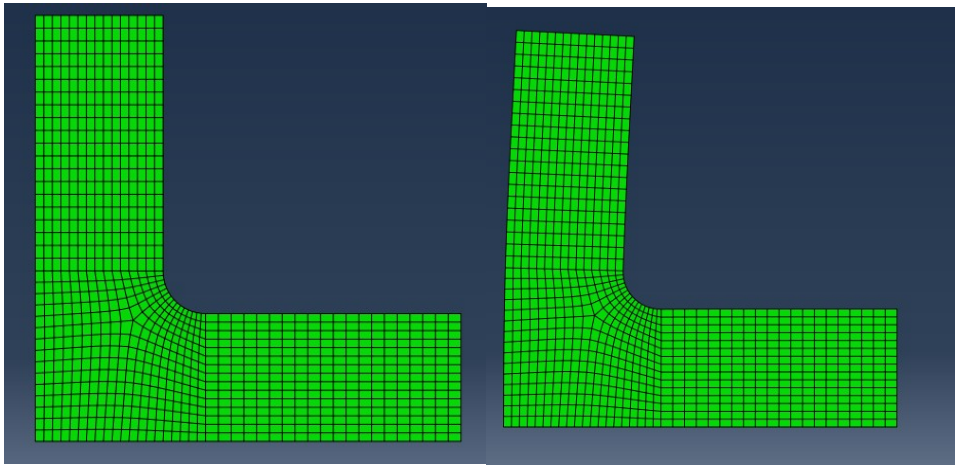
通过 MATLAB 编程分别将 L 梁受载后的变形情况以及对位移、应变与应力完成计算，并分别绘制出位移、应变、应力的云图。并在 ABAQUS 中进行计算 L 梁受载后的位移、应变与应力，进而比较在 MATLAB 与 ABAQUS 的计算结果。

(1) 变形前后情况

如图 3 所示，a、b 分别为在 MATLAB 与 ABAQUS 中计算的结果。



a. MATLAB 计算结果



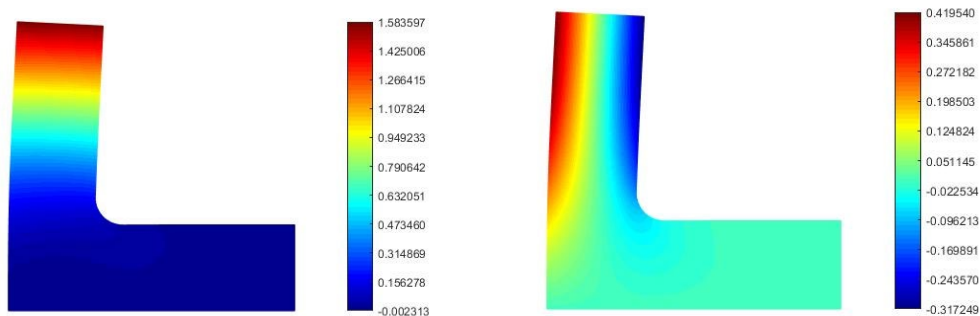
b. ABAQUS 计算结果

图 3 变形前后结果

通过在 MATLAB 与 ABAQUS 中计算的结果比较,L 梁受载后的前后变形趋势是几乎是相同的。

(2) 位移

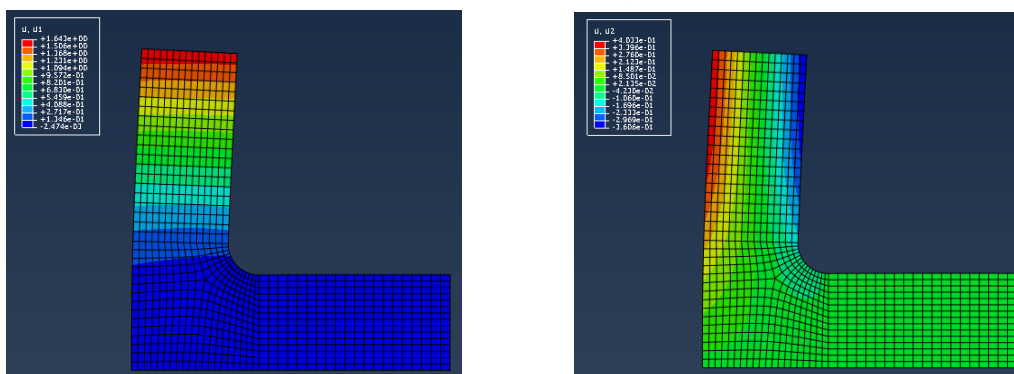
利用 MATLAB 与 ABAQUS 对位移计算的结果，如图 4 与图 5 所示。



a. x 向位移

b. y 向位移

图 4 MATLAB 位移计算结果



a.x 向位移

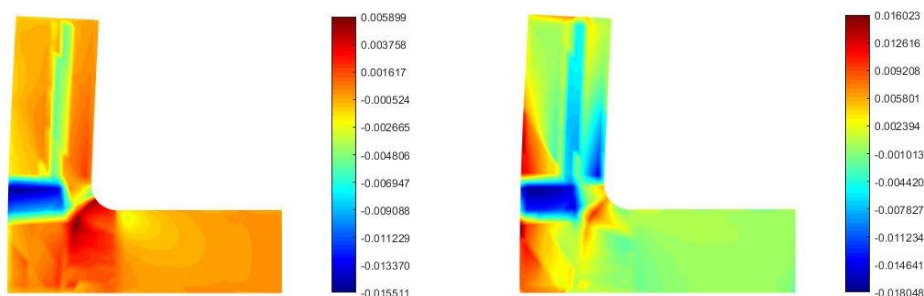
b. y 向位移

图 5 ABAQUS 位移计算结果

通过图 4 与图 5 比较可知，MATLAB 编程计算的 x 方向的位移最大值为 1.583597；y 向的位移最大值为 0.419540。ABAQUS 分析的 x 方向的位移最大值为 1.643；y 方向的位移最大值为 0.4033。且其云图分布趋势大致相同。

### (3) 应变

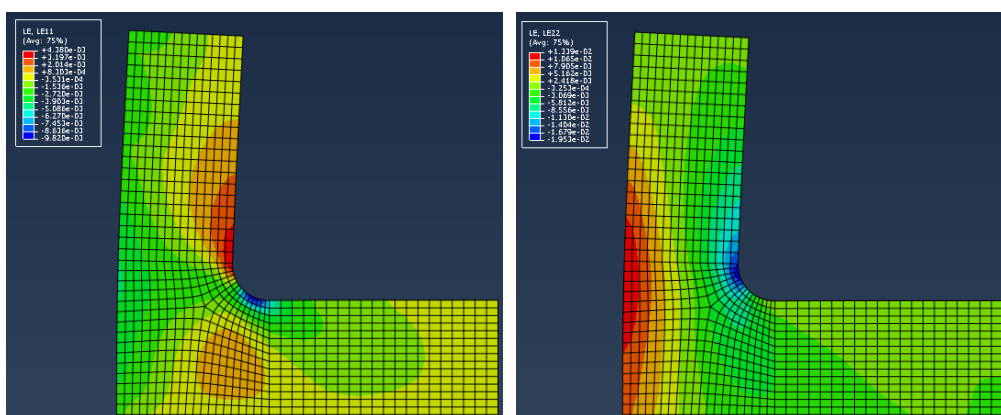
利用 MATLAB 与 ABAQUS 对应变计算的结果，如图 6 与图 7 所示。



a. x 向应变

b. y 向应变

图 6 MATLAB 应变计算结果



a. x 向应变

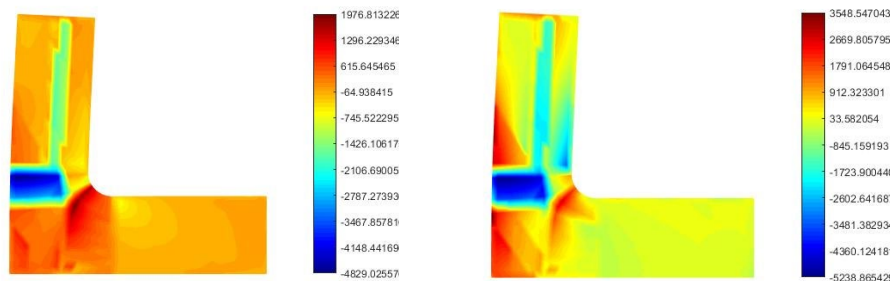
b. y 向应变

图 7 ABAQUS 应变计算结果

由图 6 与图 7 可知，MATLAB 计算的应变结果与 ABAQUS 分析的结果分布趋势大部分相同，但由于从 ABAQUS 导出的点的顺序在计算过程中有些点没有对应，所以出现了一定的差值。MATLAB 编程计算的 x 方向的应变最大值为 0.005899；y 向的应变最大值为 0.016023。ABAQUS 分析的 x 方向的应变最大值为 0.00438；y 方向的应变最大值为 0.01339。

#### (4) 应力

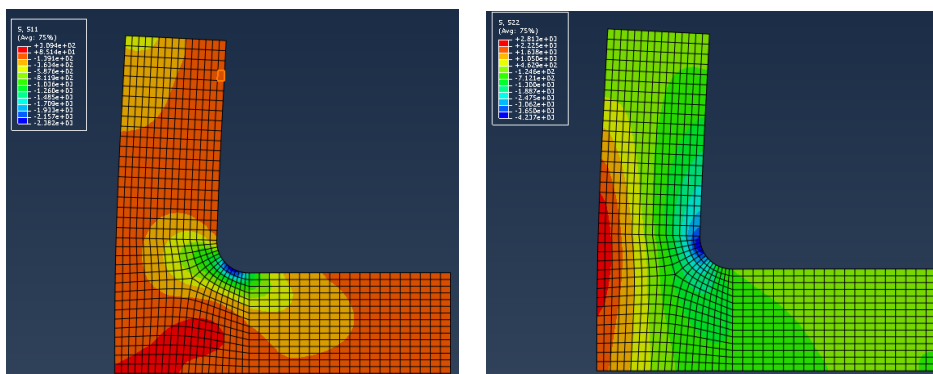
利用 MATLAB 与 ABAQUS 对应力计算的结果，如图 8 与图 9 所示。



a. x 向应力

b. y 向应力

图 8 MATLAB 应变计算结果



a. x 向应力

b. y 向应力

图 9 ABAQUS 应变计算结果

由图 8 与图 9 可知，MATLAB 计算的应力结果与 ABAQUS 分析的结果分布趋势大部分相同，但由于从 ABAQUS 导出的点的顺序在计算过程中有些点没有对应，所以出现了一定的差值。MATLAB 编程计算的 x 方向的应力最大值为 1976.8132；y 向的应力最大值为 3548.547。ABAQUS 分析的 x 方向的应力最大值为 1094；y 方向的应力最大值为 2813。