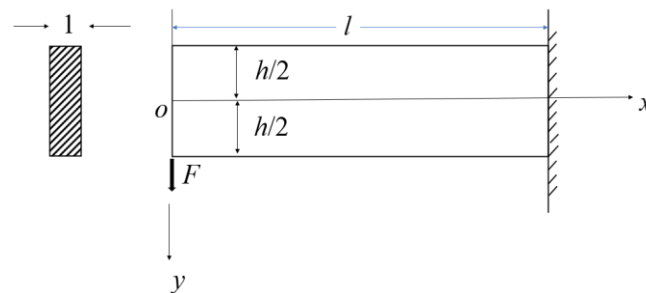
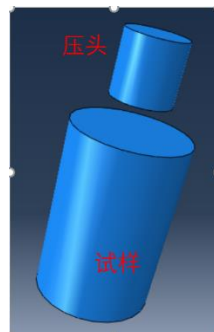


材料力学 第三次作业 2021

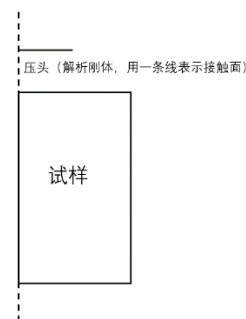
1. 各向同性弹性介质中常用的弹性常数有三个，但只有两个是独立的，三者之间存在约束方程 $G = \frac{E}{2(1+\nu)}$ ，请证明。
2. 一任意形状弹性体处于周围气体压强为 P 的环境中，忽略重力，请推导出或猜出弹性体内各处的应力场并利用唯一性原理验证其为正解。并请讨论弹性体的弹性性质如弹性模量的空间均匀性或各向异性是否影响所求结果。
3. 设有矩形截面的悬臂梁，在自由端受到集中载荷 F ，如下图所示，体力不计。(a) 请使用材料力学的方法计算弯曲应力 σ_x 和切应力 τ_{xy} 随坐标变化的表达式（假设横向挤压应力 $\sigma_y = 0$ ），并计算梁的挠度。(b) 请使用弹性力学的方法计算梁的位移分量，并与 (a) 的计算结果进行比较。




4. 请利用各向异性弹性体的广义胡克定律进行分析：(a) 在什么条件下，弹性体中的主应力方向和主应变方向重合。(b) 若该各向异性弹性体的材料性能对称于 Oxy 平面，则应满足什么条件。(c) 若该弹性体为各向同性，又应满足什么条件。
5. 问题描述：在一单向局部压缩试验中，圆柱形试样高为 30mm，直径为 20mm，试样的上下底面润滑良好。圆柱形压头直径为 10mm，可以视为刚体。压头与试样的对称轴重合且两者初始距离为 5mm。试验中压头向下移动距离为 7mm。已知试样的弹性模量 $E=210000\text{N/mm}^2$ ，泊松比 $\mu=0.3$ 。
现使用有限元软件以上单向局部压缩试验过程进行模拟，同学们可以使用 Abaqus 或 Ansys 或其它有限元软件进行模拟。Abaqus 模拟操作可以按如下过程进行：
















模型示意图









轴对称模型

- (1) 启动 ABAQUS/CAE, 点击 Create Model Database。进入 Part 功能模块, 点击 , 在 Name 后面输入 Specimen, 将 Modeling Space 设为 Axisymmetric, 保持默认

的参数 Type: Deformable; Base Feature: Shell, 然后点击 Continue。点击左侧工具区中的 绘制顶点坐标为 (0,30) 和 (10,0) 的矩形。在视图区中连续点击鼠标中键完成操作。

- (2) 再次点击, 在 Name 后面输入 Head, 参数 Modeling Space 设为 Axisymmetric, 参数 Type 改为 Analytical rigid, 点击 Continue。点击左侧工具栏中的 绘制一条顶点为 (0,35) 和 (5,35) 的直线来代表压头的底面。在视图区中连续点击鼠标中键完成操作。
- (3) 在主菜单中选择 Tools→Reference Point, 点击压头中点。参考点在视图区中显示为一个黄色的叉子, 旁边标以 RP。
- (4) 进入 Property 功能模块, 点击, 点击 Mechanical→Elasticity→Elastic 设置 Young's Modulus 为 210000, Poisson's Ratio 为 0.3。点击 OK
- (5) 点击, 点击 Continue, 然后点击 OK。
- (6) 将视图区上方 Part: 更换为 Specimen, 点击, 选择 Specimen 部件, 点击 OK。
- (7) 进入 Assembly 功能模块, 点击, 在弹出的 Creat Instance 对话框中选中全部部件, 然后点击 OK。
- (8) 进入 Mesh 功能模块, 在窗口顶部的环境栏中将 Object 选项设为 Part: Specimen。点击, 把 Approximate global size 设为 1.5。点击, 选择 Incompatible modes, 即单元类型为 CAX4I (4 节点四边形双线性非协调轴对称单元)。点击 得到网格。
- (9) 进入 Step 功能模块, 点击, 在 Name 后边输入 InContact, 点击 Continue, 在弹出的 Edit step 对话框里把 Nlgeom 设为 On, 点击 OK。再次点击, 在 Name 后边输入 Press, 在 Edit step 对话框中点击 Incrementation 标签, 把 Initial 和 Maximum 都改为 0.06667, 点击 OK。
- (10) 进入 Interaction 功能模块, 在主菜单中选择 Tools→Surface→Manager, 点击 Creat, 在 Name 后面输入 Surf-Specimen, 点击 Continue。点击试样的顶面, 在视图区中点击鼠标中键确认。重复上述操作定义压头与试样相接触的面为 Surf-Head。由于压头是解析刚体部件, 窗口底部会提示根据视图区中的颜色选择刚体的外侧。
- (11) 点击, 点击 Continue, 再点击 OK。
- (12) 在主菜单中选择 Interaction→Manager, 点击 Create, 设置 Step 为 initial, 然后点击 Continue。选择 Surf-Head 作为主面, Surf-Specimen 作为从面, 在弹出的 Edit Interaction 对话框中, 保持各项默认参数不变, 点击 OK。
- (13) 进入 Load 模块, 在主菜单选择 Tools→Set→Manager, 点击 Creat, 依次定义以下集合: ①集合 Set-Y-Fix: 试样的底边。②集合 Set-X-Fix: 试样位于对称轴上

的边。③集合 Set-Head-Ref: 压头的参考点。

- (14) 在主菜单选择 BC→Manager, 点击 Creat, 在 Name 后边输入 BC-Fix-Y, 将 Step 设为 Initial, 将 Types for Selected Step 设为 Displacement/Rotation, 点击 Continue。选中集合 Set-Y-Fix, 点击 Continue, 选中轴向位移 U2, 点击 OK。重复上述操作, 创建 BC-Fix-X 边界条件, 选中集合 Set-X-Fix, 约束径向位移 U1
- (15) 在 Boundary Condition Manager 对话框中点击 Creat, 在 Name 后输入 BC-Move, 将 Step 设为 InContact, 将 Types for Selected Step 设为 Displacement/Rotation, 点击 Continue。选中集合 Set-Head-Ref, 点击 Continue, 选中 U1,U2 和 UR3, 并将 U2 的位移值改为-5.001, 点击 OK。
- (16) 在 Boundary Condition Manager 对话框中, 点击边界条件 BC-Move 在第二个分析步 Press 下边的 Propagated, 点击 Edit 按钮, 把 U2 的位移改为-7, 点击 OK。
- (17) 进入 Job 功能模块, 点击  创建名为 Specimen 的分析作业, 然后保持默认参数不变, 点击 OK, 点击窗口顶部工具栏中的  保存模型, 点击  右侧的 , 点击 Submit 提交分析。
- (18) 分析完成后, 点击 Results, 进入 Visualization 功能模块。长按  后选择 , 可以看到变形后的 Mises 应力云图。
 - (a) 请使用 ABAQUS cae 按照以上操作步骤进行操作并提交计算结果中 Mises 应力云图的截图。
 - (b) 请结合以上操作, 对 ABAQUS cae 操作界面的使用步骤进行归纳总结, 并说明每一步的作用。

Note: 如果同学们自己课题组没有会安装这些软件的同学帮着安装软件而且自己以后不做模拟的话, 这道题也可以不做。