



同濟大學  
TONGJI UNIVERSITY



# 结构概念分析 及ANSYS程序实现

郭小农

同济大学建筑工程系





同濟大學  
TONGJI UNIVERSITY

# 第01讲

# 求解简支梁的挠度

郭小农

同济大学建筑工程系



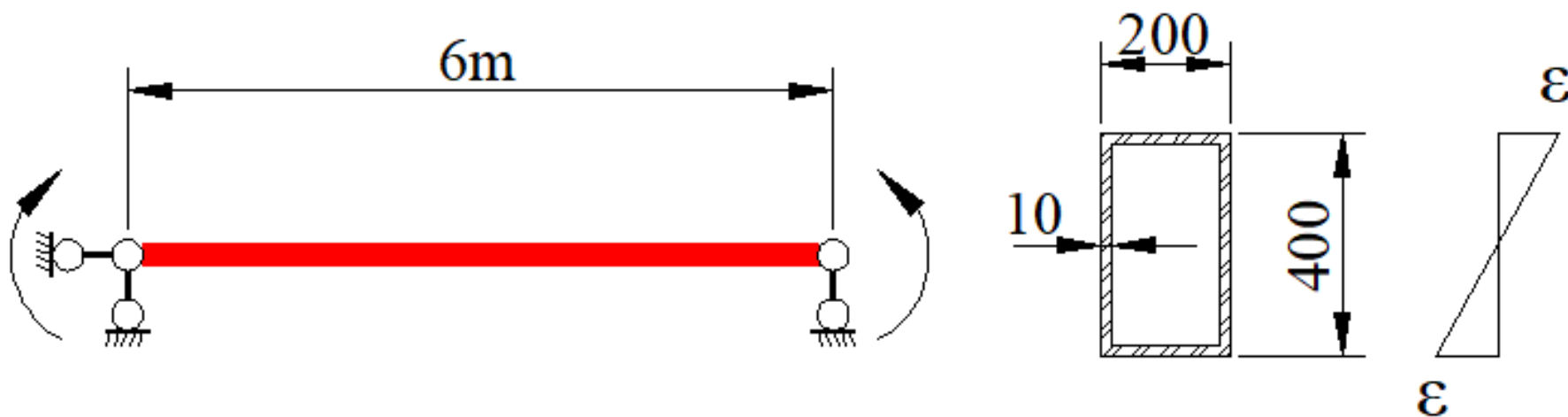
# 【算例Ex01a】



同济大学  
TONGJI UNIVERSITY

【已知】 钢梁跨度 $L=6\text{m}$ ，矩形管截面宽度 $b=200\text{mm}$ ，高度 $h=400\text{mm}$ ，壁厚 $t=10\text{mm}$ ，钢梁两端作用相等弯矩 $M$ ；材料为线弹性，弹性模量 $E=200\text{GPa}$ 。

【试求】 钢梁截面边缘应变 $\varepsilon=0.002$ 时，钢梁的跨中挠度



## 结构力学解

$$\delta = \frac{ML^2}{8EI}$$

$$\sigma = \varepsilon E$$

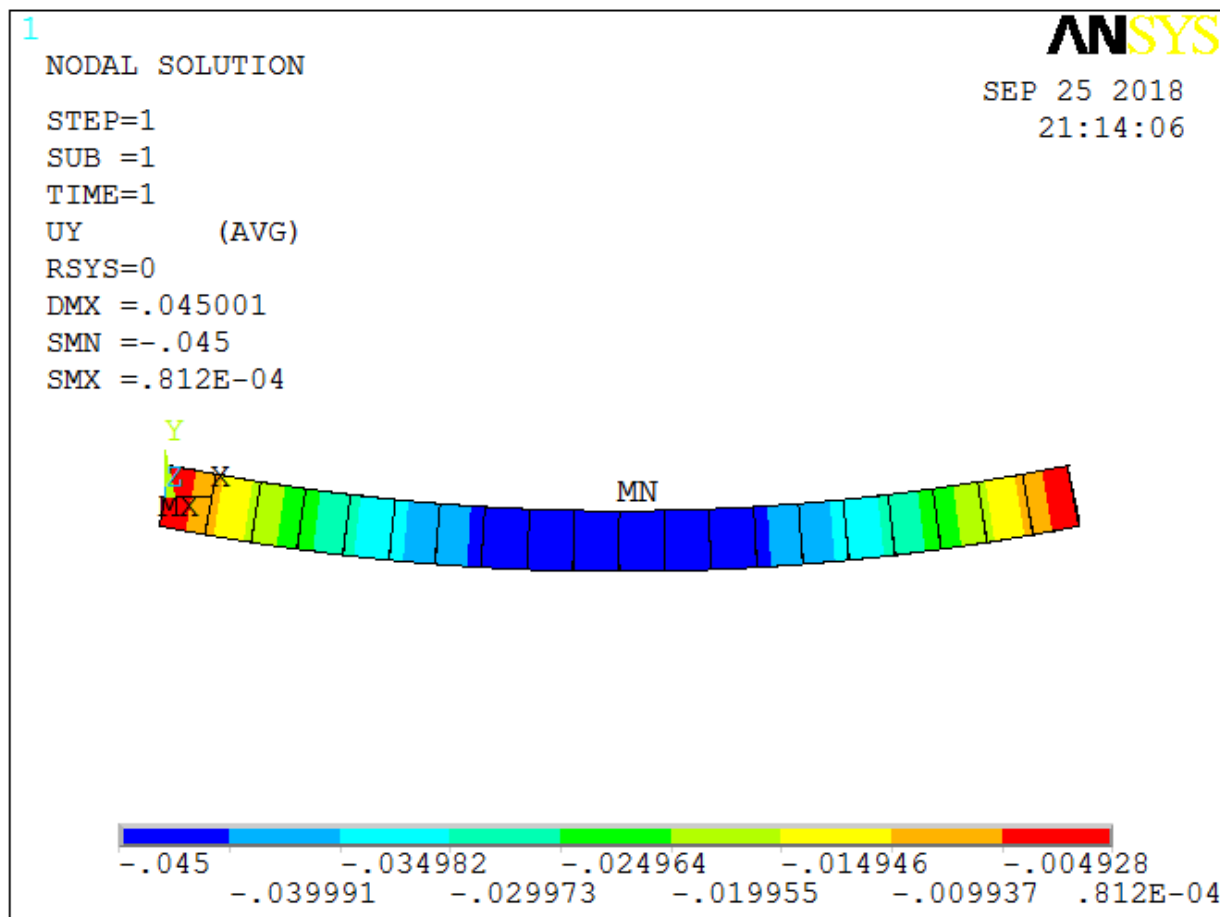
$$M = \sigma W$$

$$W = I / (h / 2)$$

$$\delta = \frac{\varepsilon EI}{h / 2} \times \frac{L^2}{8EI} = \frac{\varepsilon L^2}{4h}$$

【xls】采用ex01a.xls求理论解

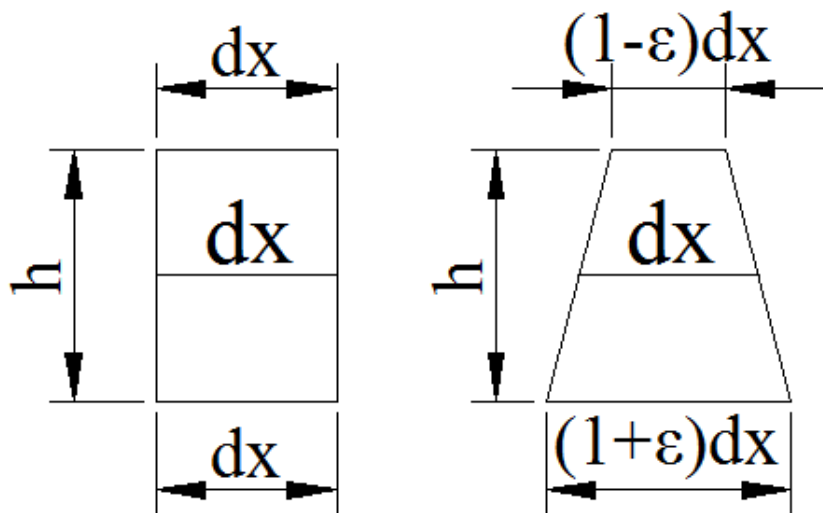
## 【命令流】 Ex01a.mac



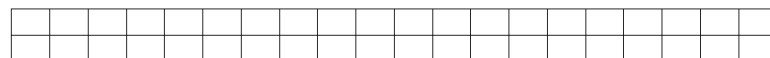
## 如何用AutoCAD画图解答？

### 1. 平截面假定

变形后截面保持为平面  
中和轴长度不变



### 2. 划分单元



### 3. 求变形图



1. 通过AutoCAD解，理解有限元的基本思想
2. 为使变形明显取 $\varepsilon=0.02$ ，研究分段数量对CAD解的影响。分段数量越多，挠度越大，为什么？
3. 研究分段数量对ANSYS解答的影响。分段数量对ANSYS解答有何影响，为什么？
4. 取 $\varepsilon=0.10$ ，分别对比xls解、CAD解、ANSYS解？哪个才是正确的？为什么？

# 【算例Ex01b】

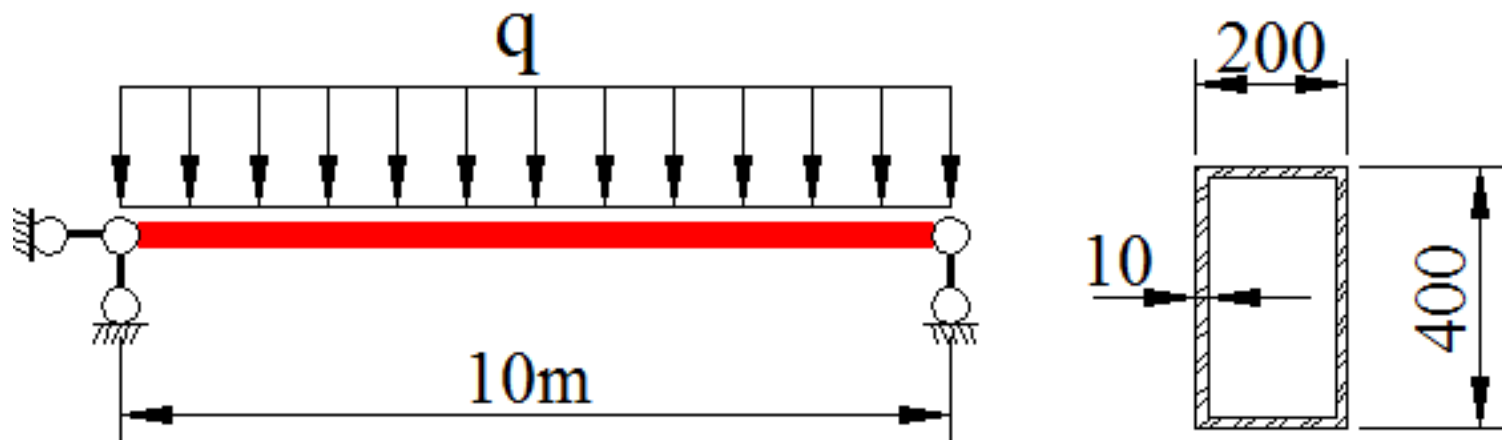


同濟大學  
TONGJI UNIVERSITY

【已知】 钢梁跨度 $L=10\text{m}$ ，矩形管截面宽度 $b=200\text{mm}$ ，高度 $h=400\text{mm}$ ，壁厚 $t=10\text{mm}$ ，钢梁跨中作用均布荷载 $q$ ；材料为线弹性，弹性模量 $E=200\text{GPa}$ 。

【试求】 荷载 $q=1\text{kN/m}$ 时，钢梁的跨中挠度

【注意】 分别采用Beam3和Beam188建模计算





## 结构力学解

$$\delta = \frac{5}{384} \times \frac{qL^4}{EI}$$

【xls】采用Ex01b.xls求理论解

## ANSYS解

【命令流】 Ex01b.mac 采用Beam3单元

【命令流】 Ex01c.mac 采用Beam188单元

1. 改变单元划分数，对比Beam3和Beam188的计算结果，为何Beam188收敛更慢？查询帮助，自学Beam188的形函数方程。
2. 打开Beam188高阶形函数开关后，研究分段数量对挠度的影响。讨论形函数和分段数量对数值解精确性的影响。
3. 当划分数很大时，Beam3和Beam188的计算结果和理论解并不相同，谁更正确？为什么？
4. 改变钢梁跨度，其余条件不变，对比挠度计算结果。理论解、Beam3、Beam188，谁正确？
5. 观察小跨度钢梁的变形图。理解剪切变形和弯曲变形。
6. 研究剪切变形占比和钢梁跨高比之间的关系

# 【算例Ex01d】

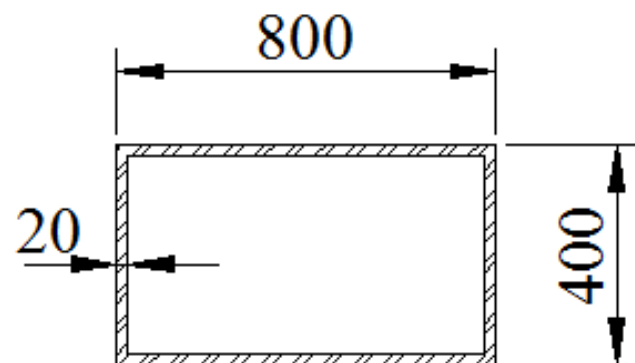
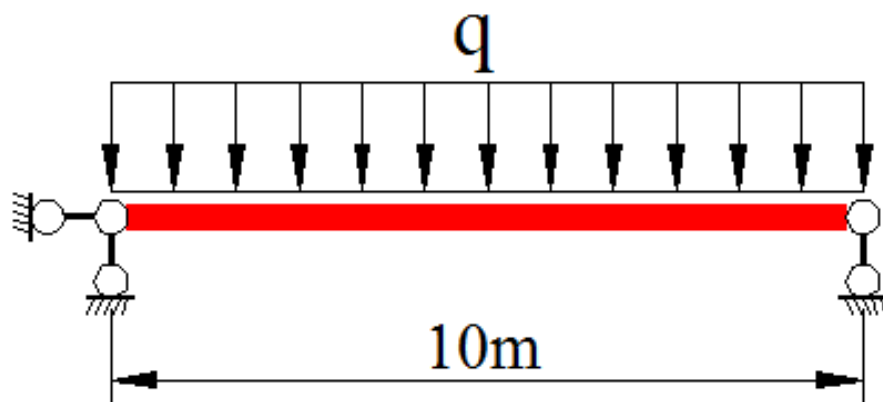


同濟大學  
TONGJI UNIVERSITY

【已知】 钢梁跨度 $L=10\text{m}$ ，矩形管截面宽度 $b=800\text{mm}$ ，高度 $h=400\text{mm}$ ，壁厚 $t=20\text{mm}$ ，钢梁跨中作用均布荷载 $q$ ；材料为线弹性，弹性模量 $E=200\text{GPa}$ 。

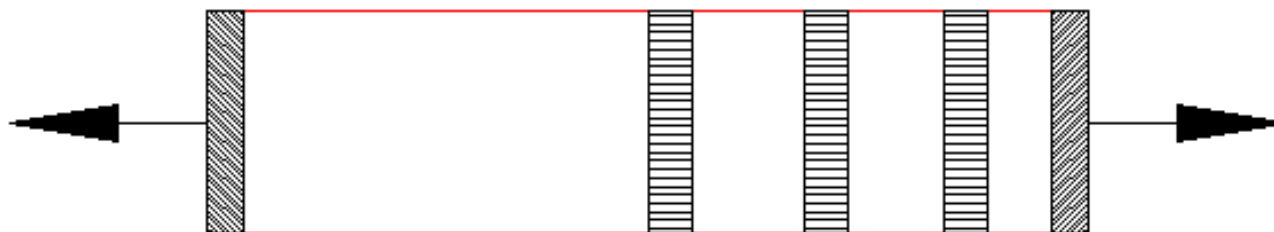
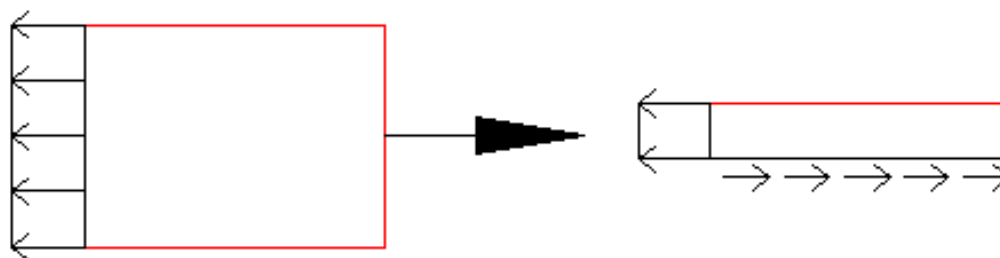
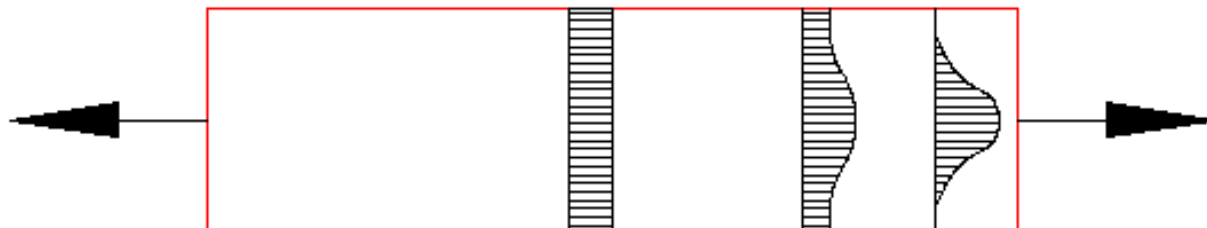
【试求】 荷载 $q=10\text{kN/m}$ 时，钢梁跨中截面上的正应力

【注意】 宽翼缘梁的剪力滞后效应

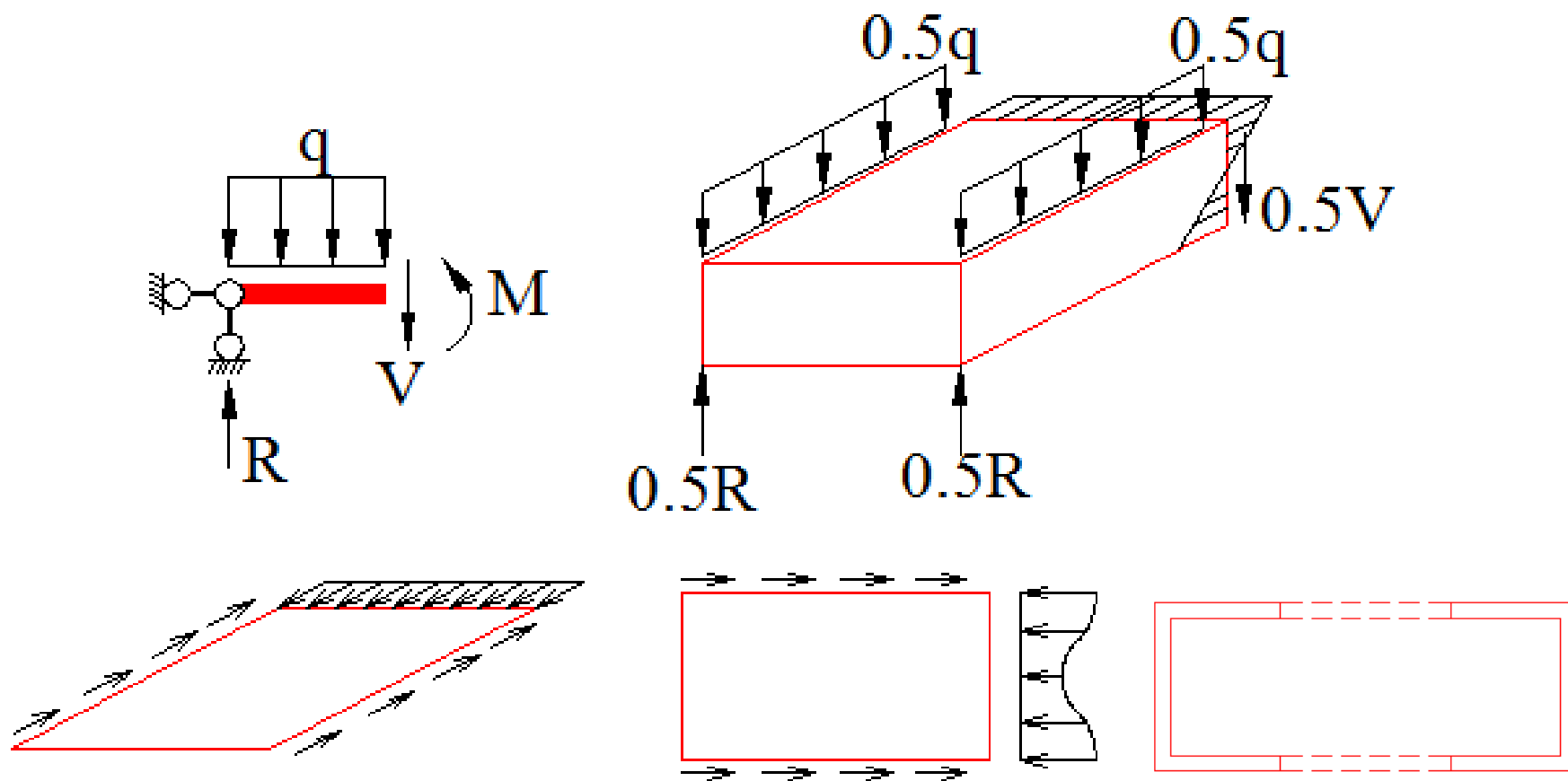


1. 回顾剪力滞后的概念。
2. 直接改写命令流Ex01c.mac，查看计算截面应力分布。
3. 计算目的和单元选取。梁单元能否计算宽翼缘梁剪力滞后效应？能否计算钢梁受压翼缘的局部失稳问题？能否计算翼缘和腹板焊缝的三向应力问题？
4. 采用壳单元编写命令流Ex01d.mac。
5. 应用Ex01d.mac，改变翼缘宽度，观察纵向正应力分布不均匀情况。

## 剪力滞后效应

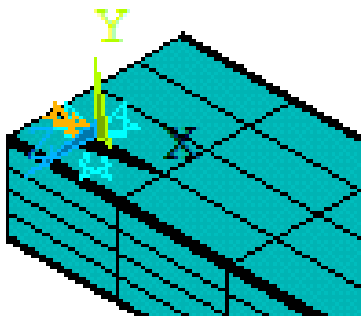


## 梁翼缘中的剪力滞后效应

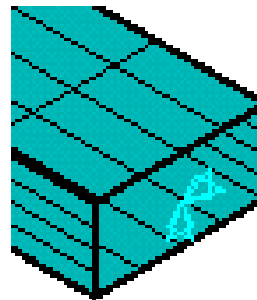


## 采用板壳单元时，端部约束如何精确等效？

约束位置  
截面形心

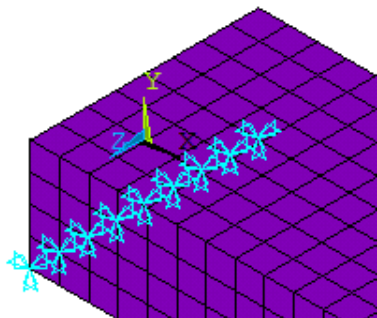


左端  
 $UX=0$   
 $UY=0$   
 $UZ=0$   
 $RotX=0$

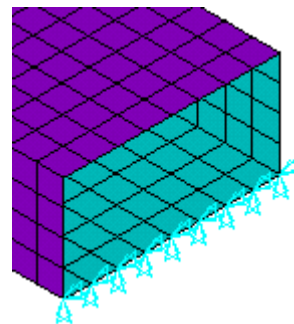


右端  
 $UY=0$   
 $UZ=0$

约束位置  
下边中点



左端  
 $UX=0$   
 $UY=0$   
 $UZ=0$   
 $RotX=0$   
 $RotY=0$

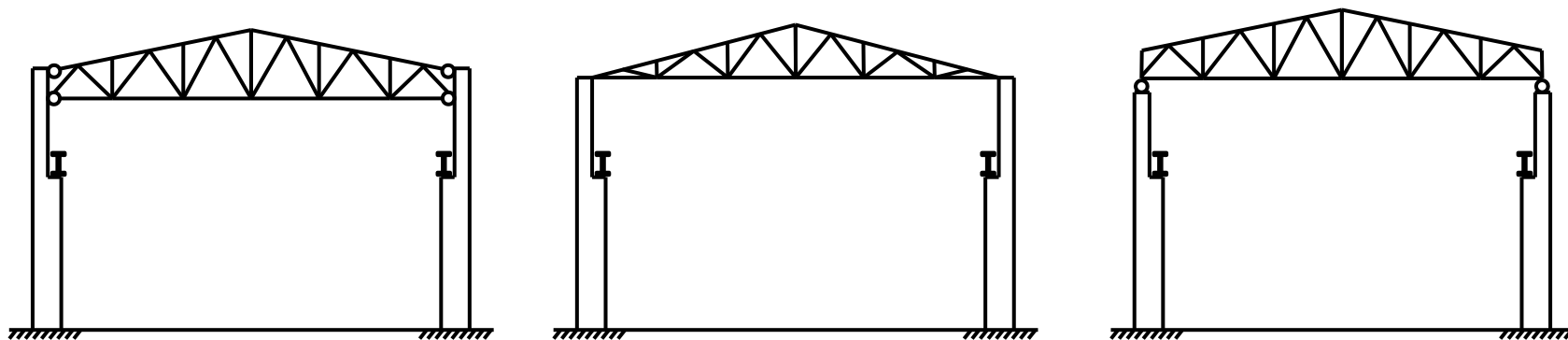


右端  
 $UY=0$   
 $UZ=0$   
 $RotX=0$

编写命令流 Ex01e.mac，精确模拟端部约束

在命令流Ex01d.mac中，约束下边节点的转动自由度，对计算结果有什么影响？如何理解之？

钢结构设计思考题1：下图中屋架和钢柱是铰接还是刚接？



钢结构设计思考题2：  
图示桁架结构杆件较为细长，腹杆两端刚接或铰接对跨中挠度的影响大不大？

