

算例 2-018

壳 – 轴向大位移

例题注释

本例中使用了一个三铰拱来进行 SAP2000 轴向大位移静力非线性分析。一个集中竖直向下的荷载 P 施加在三铰拱的中心节点位置。荷载 P 不断的增加，直到拱中心的向下位移达到 1ft 为止。节点 1 位置的竖向支撑反力与手算结果进行了对比。

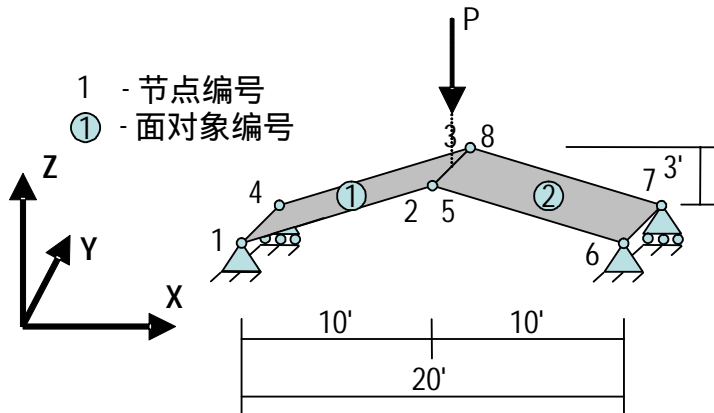
注意节点 2 和 5 与节点 3 和 8 位置相同。节点 2 和 5 添加了相同的约束，除了 R_y 方向的自由度，其它方向自由度都被约束了。节点 3 和 8 添加了相同的约束。在面对象 1 和 2 之间，相同的约束产生了连续的支撑，形成了三铰拱。荷载 P 是作为节点荷载施加的，并且在节点 2、3、5 和 8 之间进行了均分。

节点 1 和 6 具有 U_x , U_y 和 U_z 方向的约束。节点 4 和 7 具有 U_x 和 U_z 方向的约束。保持节点 4 和 7 的自由度避免了分析中局部泊松比的影响，以便与手算结果保持一致。

通过设置刚度修正中的参数 m_{11} , m_{22} and m_{12} 为 1000，本例中忽略了失稳状态。

PROGRAM NAME: SAP2000
REVISION NO.: 0

几何、属性和荷载参数



材料属性

$$E = 3600 \text{ k/in}^2$$

截面属性

宽度 = 12 in

厚度 = 1 in

荷载

荷载 P 逐渐增加，
直到节点 2 竖向
位移达到 1foot

校验的 SAP2000 的技术特色

- 在 SAP2000 中使用 P - 效应与大变形叠加来进行壳结构轴向大变形的静力非线性分析。
- 节点约束

结果对比

手算结果是使用基本静力分析得到的。

壳元类型	输出参数	SAP2000	手算解	差异百分比
厚板	$F_z(\text{jt } 1) \text{ kips}$	98.299	98.299	0%
薄板	$F_z(\text{jt } 1) \text{ kips}$	98.299	98.299	0%

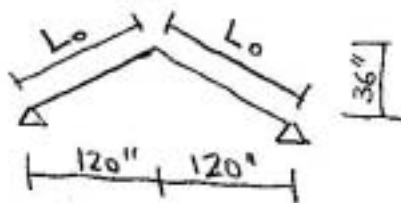
计算模型文件: Example 2-018-thick, Example 2-018-thin

结论

无论对于厚板还是薄板，SAP2000 的结果与手算结果都是完全一致的。

手算过程

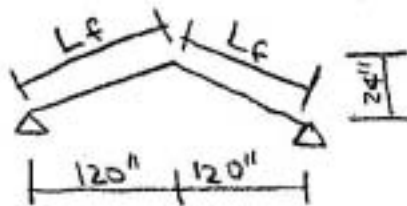
Original Geometry



$$L_0 = \sqrt{120^2 + 36^2}$$

$$L_0 = 125.293678 \text{ in}$$

Final Geometry



$$L_f = \sqrt{120^2 + 24^2}$$

$$L_f = 122.376468 \text{ in}$$

$$\Delta = \text{shortening} = 125.293678 - 122.376468$$

$$\Delta = 2.90721 \text{ in}$$

$$E = 3600 \text{ Ksi}$$

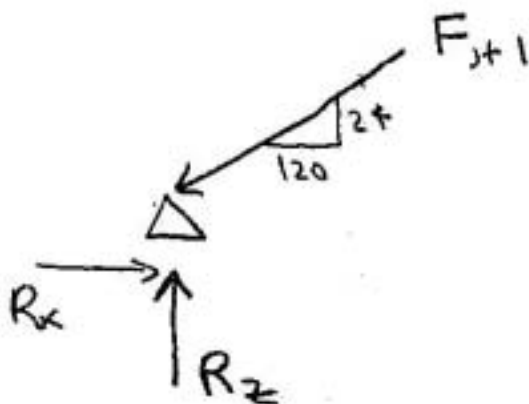
$$A = 12 \times 1 = 12 \text{ in}^2$$

$$I = 12 \times 1^3 / 12 = 1 \text{ in}^4$$

$$F = \text{Force in strut} = \frac{EA\Delta}{L_0}$$

$$F = \frac{3600 \times 12 \times 2.90721}{125.293678} = 1002.4568 \text{ K}$$

$$\text{Force to joint 1} = F/2 = \frac{1002.4568}{2} = 501.228 \text{ k}$$



$$R_z = \frac{24}{L_f} F_{j+1} = \frac{24 \times 501.228}{122.376468}$$

$$\underline{\underline{R_z = 98.299 \text{ k}}}$$