

算例 1-012

框架—带有限拉力和仅压力框架对象的框架

例题注释

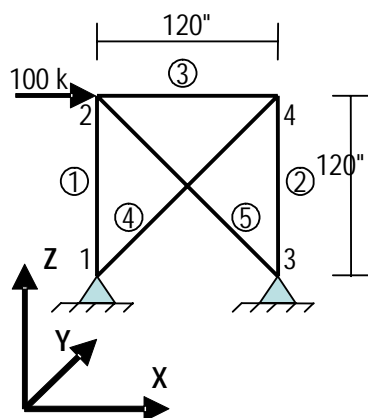
这个例子使用了一榀、一层的抵抗顶部水平荷载支撑框架，来验证 SAP2000 中框架对象的拉力和压力限值。在 SAP2000 中，框架对象都可以指定拉力和压力限值。如果对于一个框架对象拉力限值被设为 0，那么这个框架对象就不能够抵抗拉力作用。同样，如果框架对象压力限值被设为 0，那么框架对象就不能抵抗压力作用。

重要注释: 非常重要的一点是，拉力和压力限值只有在非线性分析中才能是有效的。

本例中建立了三个模型，模型 A 没有拉力和压力限制，并且进行的是静力线性分析。模型 B 在压力对话框中设置了 0 压力限值，模型 C 在拉力对话框中设置了 0 拉力限值。模型 B 和 C 运行了静力非线性分析。每个模型框架顶部的位移和支撑反力都与单独的手算结果进行了对比。

重要注释: 在本例中所有梁和支撑都是铰接的。

几何、属性和荷载参数



属性

$E = 30,000 \text{ k/in}^2$
 $A = 8 \text{ in}^2$

注释

1. 框架对象 3、4、5 端部铰接
2. 支撑在其相交处不相连

拉/压限定

模型 A: 无（线性静力分析）
模型 B: 框架对象 5 没有压力（非线性静力分析）
模型 C: 框架对象 4 没有拉力（非线性静力分析）

校验的 SAP2000 的技术特色

- 框架对象的拉力和压力限值
- 端部释放

结果对比

手算解是使用 Cook and Young 1985 , P244 均布荷载方法产生的组合, 进行的手算结果。

模型	输出参数	SAP2000	手算解	差异百分比
A	U _x (jt 2) in	0.10677	0.10677	0%
	F _x (jt 1) kip	-44.224	-44.224	0%
	F _z (jt 1) kip	-100	-100	0%
	F _x (jt 3) kip	-55.776	-55.776	0%
	F _z (jt 3) kip	100	100	0%
B	U _x (jt 2) in	0.24142	0.24142	0%
	F _x (jt 1) kip	-100	-100	0%
	F _z (jt 1) kip	-100	-100	0%
	F _x (jt 3) kip	0	0	0%
	F _z (jt 3) kip	100	100	0%
C	U _x (jt 2) in	0.19142	0.19142	0%
	F _x (jt 1) kip	0	0	0%
	F _z (jt 1) kip	-100	-100	0%
	F _x (jt 3) kip	-100	-100	0%
	F _z (jt 3) kip	100	100	0%

计算模型文件: Example 1-012a, Example 1-012b, Example 1-012c

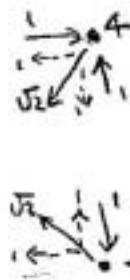
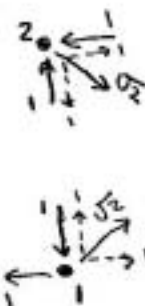
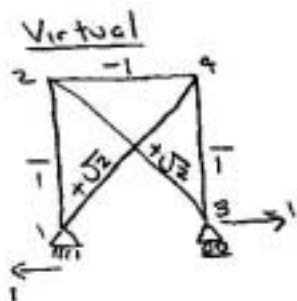
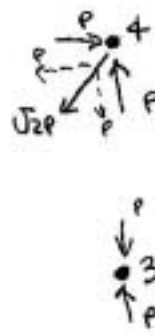
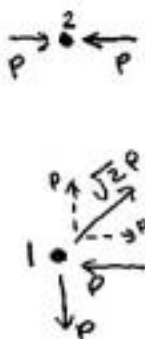
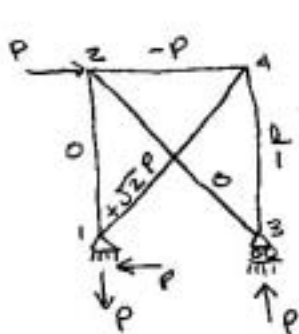
结论

SAP2000 计算结果与手算结果精确吻合。

手算过程

Model A

Solve actual model with Rx DOF at joint 3 free



$$\Delta_{3x} = \frac{1}{EA} (0 + PL + PL + 2\sqrt{2}PL + 0)$$

$$\Delta_{3x} = \frac{(2\sqrt{2} + 2)PL}{EA} = \frac{(2\sqrt{2} + 2) \times 100 \times 120}{30000 \times 8}$$

$$\Delta_{3x} = 0.05(2\sqrt{2} + 2)$$

Model A continued

Calculate force R_{3x} required to move joint 3 back to zero displacement

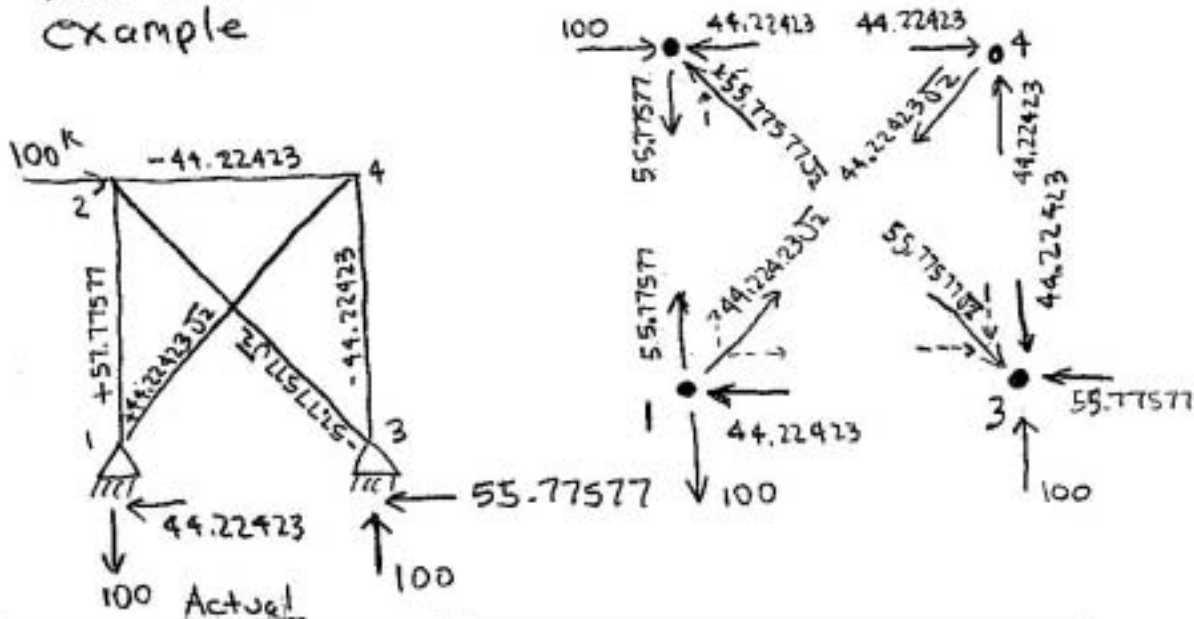
$$\Delta_{3x} = \frac{R_{3x}}{EA} (L + L + L + 2\sqrt{2}L + 2\sqrt{2}L)$$

$$R_{3x} = \frac{\Delta_{3x} EA}{(4\sqrt{2} + 3)L}$$

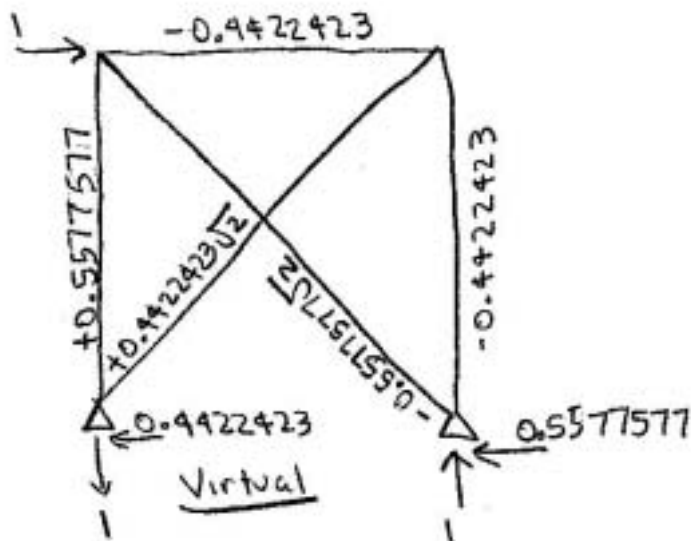
$$R_{3x} = \frac{(2\sqrt{2} + 2)(0.05)(30000)(8)}{(4\sqrt{2} + 3)(120)}$$

$$R_{3x} = 55.77577 \text{ k}$$

Now can solve the structure defined in the example



Model A - continued

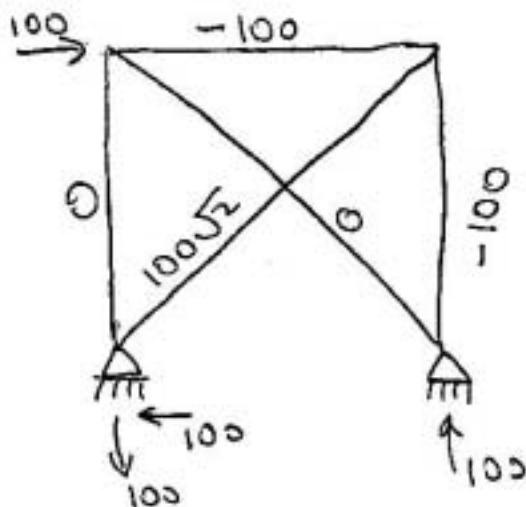


$$\Delta_{2x} = \frac{L}{EA} \left(55.77577 \times 0.5577577 + 44.22423 \times 0.4422423 + 44.22423 \times 0.4422423 + 44.22423\sqrt{2} \times 0.4422423\sqrt{2} \times \sqrt{2} + 55.77577\sqrt{2} \times 0.5577577\sqrt{2} \times \sqrt{2} \right)$$

$$\Delta_{2x} = \frac{L}{EA} \times 213.533471 = \frac{213.533471 \times 120}{30000 \times 8}$$

$$\Delta_{2x} = \underline{\underline{0.10677 \text{ in}}}$$

Model B (No compression in member ⑤)

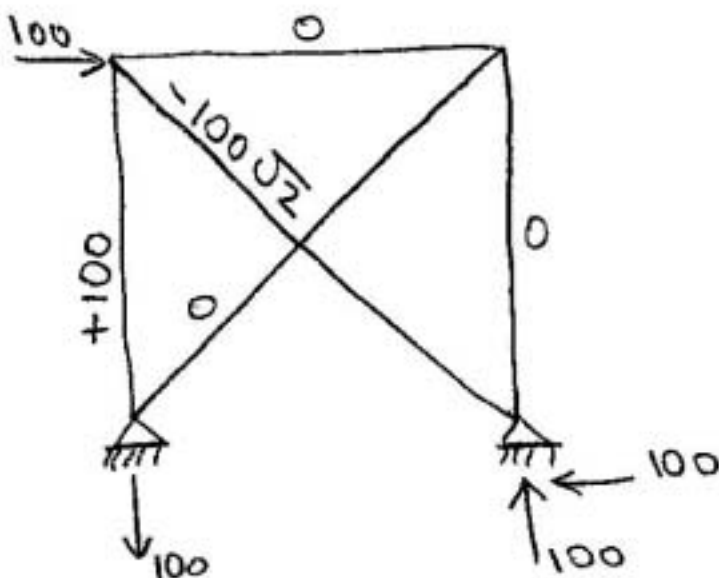


$$\Delta_{2x} = \frac{L}{EA} (0 + 100 \times 1 + 100 \times 1 + 100\sqrt{2}\sqrt{2}\sqrt{2} + 0)$$

$$\Delta_{2x} = \frac{482.94271 L}{EA} = \frac{482.94271 \times 120}{30000 \times 8}$$

$$\Delta_{2x} = \underline{\underline{0.24142 \text{ in}}}$$

Model C (No tension in member 4)



$$\Delta_{2x} = \frac{L}{EA} (100 \times 1 + 0 + 0 + 0 + 100\sqrt{2}\sqrt{2}\sqrt{2})$$

$$\Delta_{2x} = \frac{382.84271 L}{EA} \times \frac{382.84271 \times 120}{30000 \times 8}$$

$$\Delta_{2x} = \underline{\underline{0.19142 \text{ in}}}$$