

算例 1-008

框架 – 部分固定端部释放

算例描述

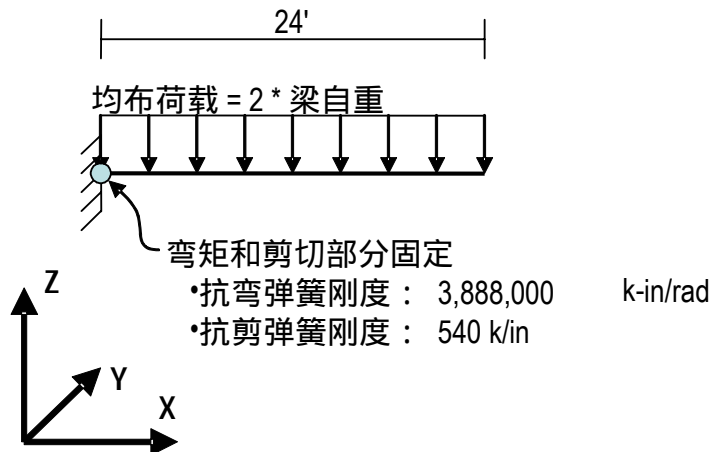
本例测试了框架单元的部分固定端部释放。

本例为一个承受两倍自重的均布荷载的悬臂梁。在悬臂梁固接端指定了一个部分固定抗弯(M_y)弹簧和一个部分固定抗剪(V_z)弹簧。将程序得到的自由端竖向位移与独立手算结果进行了比较。

重要提示：本例中考虑了弯曲和剪切变形。

重要提示：采用 SAP2000 中的重力荷载功能施加均布荷载。

几何特性、属性和荷载



材料属性

$E = 4,320 \text{ k/in}^2$
 $\nu = 0.2$
 $G = 1,800 \text{ k/in}^2$
单位重量 = 0.15 k/ft^3

截面属性

$b = 18 \text{ in}$
 $d = 30 \text{ in}$
 $A = 540 \text{ in}^2$
 $I = 40,500 \text{ in}^4$
 $A_v = 450 \text{ in}^2$ (剪切面积)

所测试的 SAP2000 技术要点：

- 框架单元部分固定端部释放，包括：
 - 抗剪部分固定
 - 抗弯部分固定
- 框架单元的重力荷载的使用

PROGRAM NAME: SAP2000
REVISION NO.: 0

结果比较

采用 Cook and Young 1985 一书第 244 页的单位力法计算手算得出独立结果。

输出参数	SAP2000	独立结果	差值百分比
U_z (cantilever tip) in	-0.8036	-0.8036	0%

计算模型文件: 算例 1-008

结论

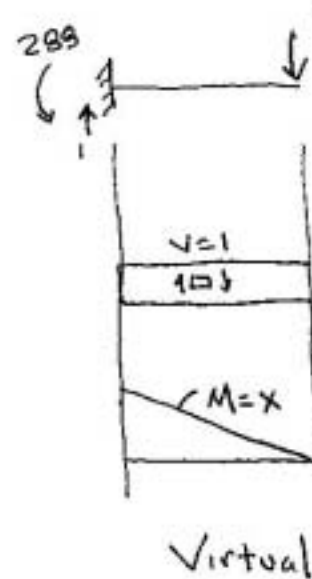
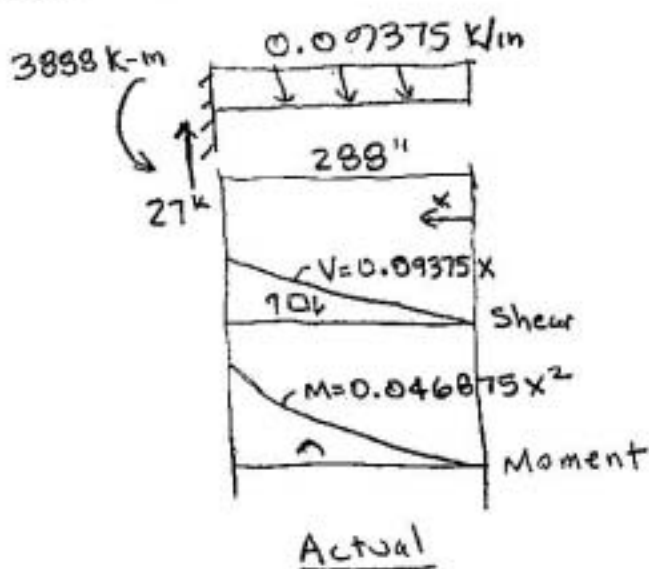
SAP2000 的结果和独立计算的结果精确地吻合。

手算过程

$$\text{Self weight} = (540 \text{ m}^2) \left(\frac{1 \text{ ft}^2}{144 \text{ in}^2} \right) \left(\frac{0.15 \text{ K}}{\text{ft}^3} \right) = 0.5625 \text{ K/ft}$$

$$\left(\frac{0.5625 \text{ K}}{\text{ft}} \right) \left(\frac{1 \text{ ft}}{12 \text{ in}} \right) = 0.046875 \text{ K/in}$$

$$W = 2 \times 0.046875 = 0.09375 \text{ K/in}$$



$$\text{Total Deflection} = \text{Deflection of Frame Object} + \text{Deflection of Shear spring} + \text{Deflection due to rotation of moment spring}$$

Calculate deflection of frame object

$$\begin{aligned}\Delta_1 &= \int_0^L \frac{Mm}{EI} dx + \int_0^L \frac{Vv}{GA_v} dx \\ &= \int_0^{298} \left(\frac{0.046875x^3}{EI} + \frac{0.09375x}{GA_v} \right) dx \\ &= \frac{0.01171875x^4}{EI} \Big|_0^{298} + \frac{0.046875x^2}{GA_v} \Big|_0^{298} \\ &= \frac{0.01171875 \times 298^4}{4320 \times 40500} + \frac{0.046875 \times 298^2}{1800 \times 450} \\ &= 0.4608 + 0.0048\end{aligned}$$

$\Delta_1 = 0.4656 \text{ in} \downarrow$ due to frame deformation alone

Calculate deflection of shear spring

$$\Delta_2 = (27 \text{ k}) \left(\frac{1 \text{ in}}{540 \text{ k}} \right) = 0.05 \text{ in} \downarrow$$

Calculate deflection due to rotation of moment spring

$$\Delta_3 = (3888 \text{ k-in}) \left(\frac{1 \text{ rad}}{3888000 \text{ k-in}} \right) (298 \text{ in}) = 0.298 \text{ in} \downarrow$$

Calculate total deflection

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0.4656 + 0.05 + 0.298$$

$$\Delta = \underline{\underline{0.8036 \text{ in} \downarrow}}$$