

算例 1-010

框架 – 端部偏移

算例描述

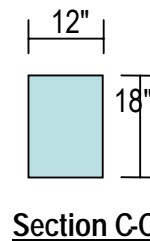
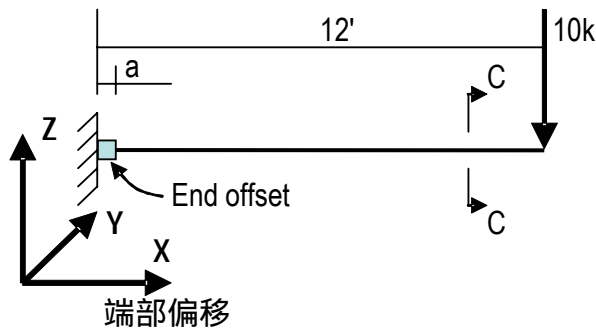
本例采用一个悬臂梁测试 SAP2000 的端部偏移。在 SAP2000 中，端部偏移可以是非刚性的、半刚性的或全刚性的。端部偏移的刚性通过刚性区系数指定。该系数指定端部偏移中的一部分长度的比例，该长度由框架单元端部开始，并认为是无限刚的。端部偏移的其它部分认为和梁具有相同的弹性。

本例中建立了四个模型。第一个模型中没有端部偏移，从第二个到第四个有端部偏移，其刚性区系数分别为 0%，50% 和 100%。分别将各模型中自由端的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。

几何特性、属性和荷载

模型



材料属性

$E = 4,320 \text{ k/in}^2$
 $\nu = 0.2$
 $G = 1,800 \text{ k/in}^2$

截面属性

$b = 12 \text{ in}$
 $d = 18 \text{ in}$
 $A = 216 \text{ in}^2$
 $I = 5,832 \text{ in}^4$
 $A_v = 180 \text{ in}^2$ (剪切面积)

- 模型 A:** $a = 0$, 无端部偏移
模型 B: $a = 6''$ 端部偏移, 0% 刚性
模型 C: $a = 6''$ 端部偏移, 50% 刚性
模型 D: $a = 6''$ 端部偏移, 100% 刚性

所测试的 SAP2000 技术要点：

- 框架端部释放的使用，包括
 - 非刚性偏移
 - 半刚性偏移
 - 全刚性偏移
- 端部偏移的静力分析结果

结果比较

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

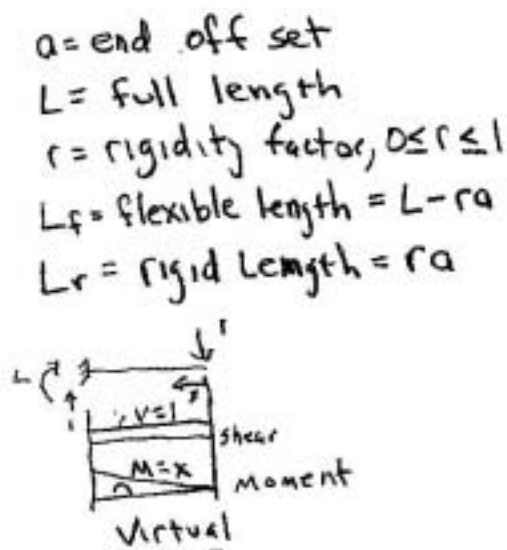
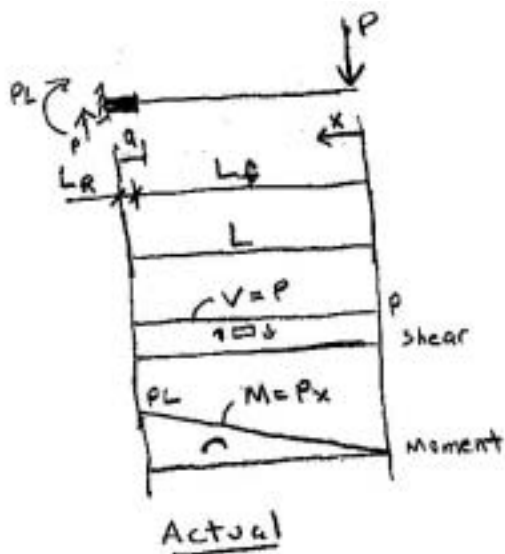
模型	刚性区 系数	输出参数	SAP2000	独立结果	差值百分 比
A	无	U_z (自由端) in	-0.39951	-0.39951	0%
B	0.0	U_z (自由端) in	-0.39951	-0.39951	0%
C	0.5	U_z (自由端) in	-0.37523	-0.37523	0%
D	1.0	U_z (自由端) in	-0.35197	-0.35197	0%

计算模型文件: 算例 1-010a, 算例 1-010b, 算例 1-010c, 算例 1-010d

结论

SAP2000 的结果和独立计算的结果精确地吻合。

手算过程



$$\Delta = \int_0^{L_f} \frac{Px^2}{EI} dx + \int_{L_f}^L \frac{Px^2}{\infty} + \int_0^{L_f} \frac{Pdx}{GA_v} + \int_{L_f}^L \frac{Pdx}{\infty}$$

$$\Delta = \frac{PL_f^3}{3EI} + \frac{PL_f}{GA_v} = \frac{10L_f^3}{3 \times 4320 \times 5832} + \frac{10L_f}{1800 \times 180}$$

$$\Delta = \frac{L_f^3}{7558272} + \frac{L_f}{32400}, \text{ where } L_f \text{ is in inches}$$

Model	a in	r in	L_f in	Δ_{bending} in	Δ_{shear} in	Δ_{total} in
A	0	0	144	0.3995062	0.004444	0.399506 ↓
B	6	0	144	0.3995062	0.004444	0.399506 ↓
C	6	0.5	141	0.370881	0.004352	0.375233 ↓
D	6	1	138	0.347708	0.004259	0.351967 ↓