

## 算例 1-004

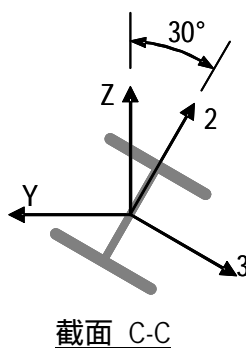
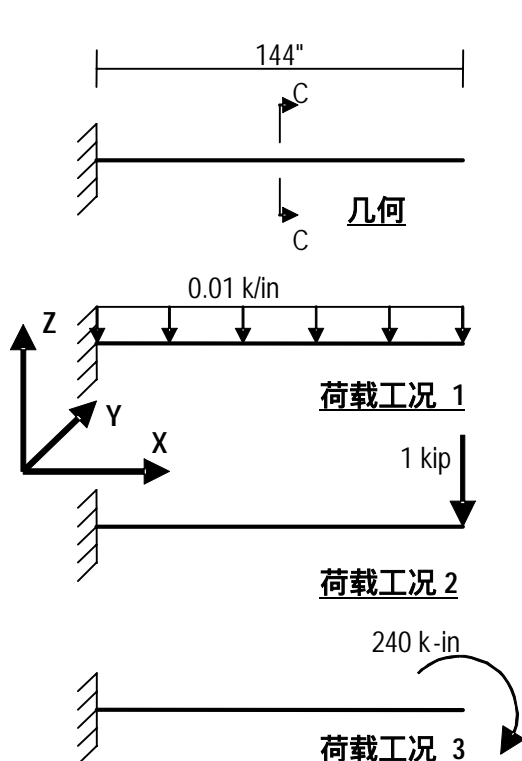
### 框架 – 旋转的局部坐标轴

#### 算例描述

本算例测试了 SAP2000 中局部坐标 2 轴和 3 轴不平行于全局坐标的框架单元承受不同类型荷载的情况。如下图所示，采用了一个截面为 W12X106 的悬臂梁，其局部坐标 2 轴从全局坐标 Z 轴旋转出 30 度。将全局坐标 Y 和 Z 方向的自由端位移与独立手算结果进行了对比。截面 W12X106 的属性由 SAP2000 的数据库文件 SECTIONS8.pro 读出。

**重要提示：**在分析中，忽略了剪切变形。在 SAP2000 中，通过将剪切属性修正系数设置为 0 实现这一点。

#### 几何特性、属性和荷载



#### 材料属性

$$E = 29,000 \text{ k/in}^2$$

#### 截面属性

W12X106

$$I_{33} = 933 \text{ in}^4$$

$$I_{22} = 301 \text{ in}^4$$

#### 荷载工况

荷载工况 1: 在整体 Z 方向的均部荷载 0.01k/in

荷载工况 2: 在自由端的集中荷载 1kip

荷载工况 3: 在自由端绕 Z 轴的集中弯矩 240k-in

## 所测试的 SAP2000 技术要点：

- 由全局坐标旋转出的局部坐标方向
- AISC 截面的使用

## 结果比较

分别采用 Roark and Young 1975 一书表 3 中 96 页的 1a 项和 98 页的 2a 项的梁挠度公式独立地计算出了荷载工况 1、2 的结果。

荷载 工况	输出参数	SAP2000	独立结果	差值百分比
1	$U_y$ (自由端) in	-0.01806	-0.01806	0%
	$U_z$ (自由端) in	-0.03029	-0.03029	0%
2	$U_y$ (自由端) in	-0.03345	-0.03345	0%
	$U_z$ (自由端) in	-0.05610	-0.05610	0%
3	$U_y$ (自由端) in	-0.08361	-0.08361	0%
	$U_z$ (自由端) in	-0.14024	-0.14024	0%

计算模型文件: 算例 1-004

## 结论

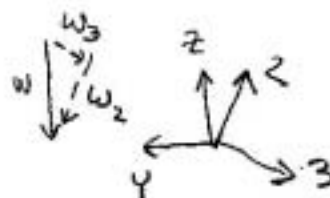
SAP2000 的结果和独立计算的结果精确地吻合。

手算过程

Load Case 1

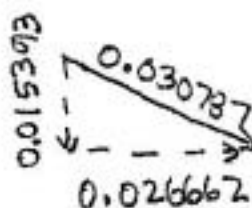
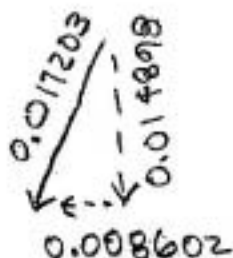
$$w_2 = w \cos(30)$$

$$w_3 = w \sin(30)$$



$$\Delta_2 = \frac{-w \cos(30) L^4}{8 E I_{33}} = \frac{-0.01 \cos(30) (144^4)}{8 \times 29000 \times 933} = -0.017203 \text{ in}$$

$$\Delta_3 = \frac{w \sin(30) L^4}{8 E I_{22}} = \frac{0.01 \sin(30) (144^4)}{8 \times 29000 \times 301} = +0.030787 \text{ in}$$



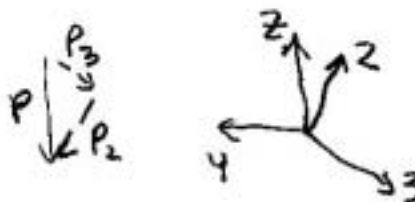
$$\Delta_y = 0.008602 - 0.026662 = \underline{\underline{-0.01806 \text{ in}}}$$

$$\Delta_z = -0.014898 - 0.015373 = \underline{\underline{-0.030271 \text{ in}}}$$

Load Case 2

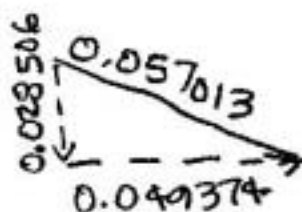
$$P_2 = P \cos(30)$$

$$P_3 = P \sin(30)$$



$$\Delta_2 = \frac{-P \cos(30) L^3}{3 E I_{33}} = \frac{-1 \cos(30) (144^3)}{3 \times 29000 \times 933} = -0.031858$$

$$\Delta_3 = \frac{P \sin(30) L^3}{3 E I_{22}} = \frac{1 \sin(30) (144^3)}{3 \times 29000 \times 301} = +0.057013$$



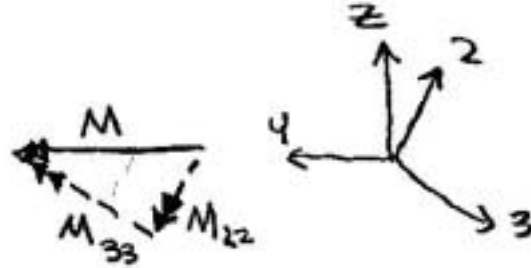
$$\Delta_y = 0.015929 - 0.049374 = \underline{\underline{-0.03345 \text{ in}}}$$

$$\Delta_z = -0.027590 - 0.028506 = \underline{\underline{-0.05610 \text{ in}}}$$

Load Case 3

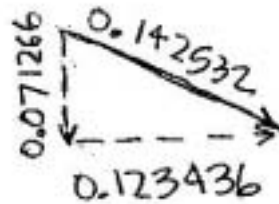
$$M_{22} = M \sin \theta$$

$$M_{33} = M \cos \theta$$



$$\Delta_2 = \frac{-M \cos \theta L^2}{2EI_{33}} = \frac{-240 \cos(30)(144^2)}{2 \times 29000 \times 933} = -0.079645$$

$$\Delta_3 = \frac{-M \sin \theta L^2}{2EI_{22}} = \frac{-240 \sin(30)(144^2)}{2 \times 29000 \times 301} = -0.142532$$



$$\Delta_y = 0.039822 + 0.123436 = \underline{\underline{-0.08361 \text{ in}}}$$

$$\Delta_z = -0.068974 + 0.071266 = \underline{\underline{-0.14024 \text{ in}}}$$