

## 算例 1-024

### 框架—一个三维有侧移框架的反应谱分析

#### 例题注释

在本算例中，对一个两层的 X、Y 方向各两榀的底部固接三维框架结构使用反应谱法进行了分析。模型的周期和结构各层质心 X 方向位移结果都与 Peterson 1981 发表的另一程序进行了对比。

结构除了每层质心的位置稍有偏心外，结构平面在两个方向是对称的，质心坐标  $X = 38\text{ft}$ ， $Y = 27\text{ft}$ ，如图中所示。附加节点标签 28 和 29 被添加在结构每层的质心位置。所有层质量都集中在这个位置。

模型只考虑 X 和 Y 方向的质量。与 Peterson 1981 一致，不考虑扭转质量矩。因此本例题有四个自然振型。这四个振型都在反应谱分析中得到了使用。

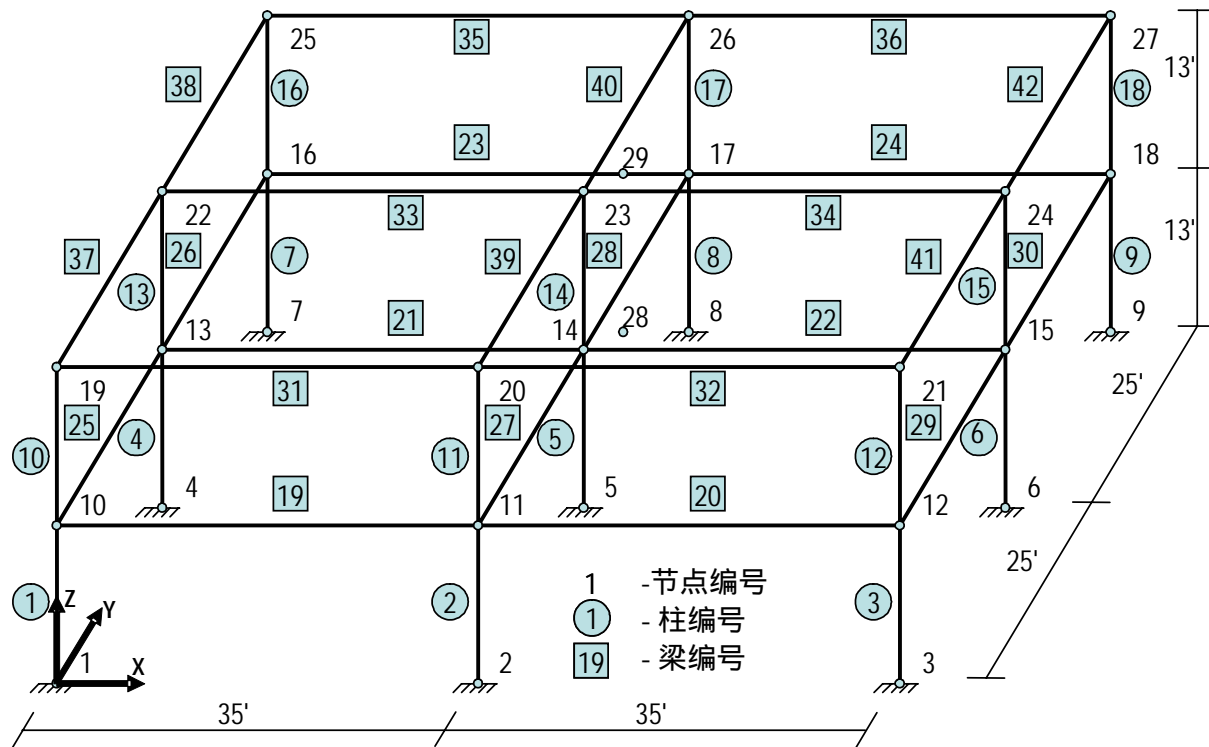
每个楼层都指定了刚性隔板。所有二层节点包括质心节点都约束在一起。同样的，所有屋顶节点都约束在一起。对于每层，所有节点 X 和 Y 方向和 Z 方向的转动都是相同的。

本例中使用了特征值方法进行模态分析。根据不同的组合形式，程序运行了四个反应谱工况。被使用的反应谱工况有 CQC（二次型方根法）、SRSS（平方和方根法）、ABS（绝对值）和 NRC10 Percent。这些结果与对此程序中相应的 CQC、SRSS、ABS 和 NRC10 Percent 方法的结果进行了对比。

对于所有振型，使用的加速度都是恒定的  $0.4g$ 。仅在 X 方向施加反应谱。所有振型的阻尼比都被假设为 4%。

**重要注释：**本例只考虑弯曲变形和轴向变形，通过设定框架属性修改系数中抗剪截面面积为 0 来忽略剪切变形。

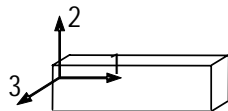
## 几何、属性和荷载参数



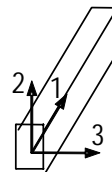
柱局部坐标轴



X方向梁局部坐标轴



Y-方向梁局部坐标轴



### 柱属性

$E = 350,000 \text{ k/ft}^2$   
 $A = 4 \text{ ft}^2$   
 $I_{33} = 1.25 \text{ ft}^4$   
 $I_{22} = 1.25 \text{ ft}^4$

### 梁属性

$E = 500,000 \text{ k/ft}^2$   
 $A = 5 \text{ ft}^2$   
 $I_{33} = 2.61 \text{ ft}^4$   
 $I_{22} = 1.67 \text{ ft}^4$

### 质量中心和质量信息

2层质心(节点 28) 位于(38, 27, 13)  
1层质心(节点 29) 位于(38, 27, 26)  
典型的楼层质量位于  
节点 28 和 29 =  $6.2112 \text{ k} \cdot \text{sec}^2/\text{ft}$

PROGRAM NAME: SAP2000  
REVISION NO.: 0

## 校验的 SAP2000 的技术特色

- 三维框架分析
- 使用特征值法的振型分析
- 刚性隔板约束
- 节点质量指定
- 反应谱分析

## 结果对比

SAP2000 的结果与 Peterson 1981 进行了对比。

输出参数	SAP2000	手算解	差异百分比
振型 1 周期, S	0.2271	0.2271	0%
振型 2 周期, S	0.2156	0.2156	0%
振型 3 周期, S	0.0733	0.0733	0%
振型 4 周期, S	0.0720	0.0720	0%
X 位移 (节点 29) ft CQC 组合	0.02014	0.02014	0%
X 位移 (节点 29) ft SRSS 组合	0.02012	0.02012	0%
X 位移 (节点 29) ft ABS 组合	0.02050	0.02050	0%
X 位移 (节点 29) ft 10% 组合	0.02016	0.02016	0%

## Software Verification

---

PROGRAM NAME: SAP2000  
REVISION NO.: 0

计算模型文件: Example 1-024

### 结论

SAP2000 结果与对比程序的结果完全相同。