

## 算例 1-027

### 框架 - 施工顺序荷载

#### 算例注释

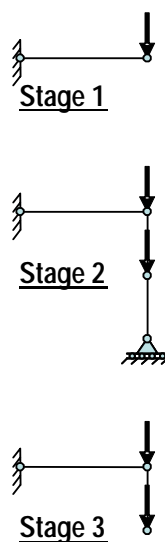
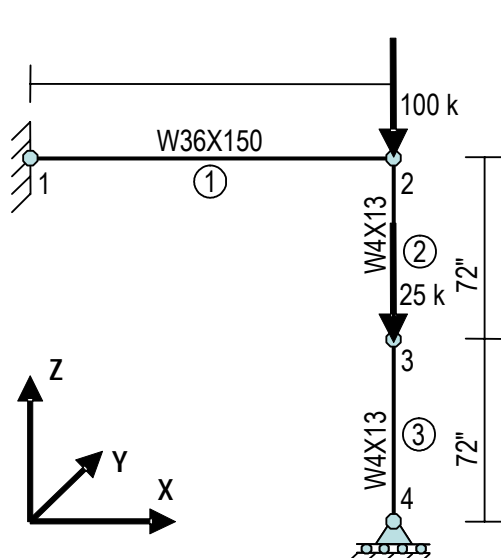
本例中将施工顺序荷载施加给三个单元的框架结构来进行 SAP2000 施工阶段顺序荷载验算。

施工第一阶段只包含对象 1，第二阶段添加量对象 2 和 3。最后，第三阶段将对象 3 从框架中移走。

对于每个施工阶段，节点 1 的竖向反力和节点 2 的竖向位移与手算结果进行了对比。

**重要注释:**本例中包含了弯曲、剪力和轴向所有变形。在这个二维算例中，只有  $U_x$ ,  $U_z$  和  $R_y$  自由度是激活的。

#### 几何、属性和荷载参数



#### 材料属性

$E = 29,900 \text{ k/in}^2$   
 $\nu = 0.3$   
 $G = 11,500 \text{ k/in}^2$

#### 截面属性

W36X150  
 $I = 9040 \text{ in}^4$   
 $A_v = 22.4375 \text{ in}^2$  (shear area)  
  
W4X13  
 $A = 3.83 \text{ in}^2$

#### 荷载

节点 2:  $F_z = -100 \text{ k}$   
节点 3:  $F_z = -25 \text{ k}$

## 校验的 SAP2000 的技术特色

- 使用施工顺序加载的非线性分析
- 框架端部释放

## 结果对比

手算结果是根据 Cook and Young (1985) 244 页所描述的单位荷载方法和基本变形公式得到的。

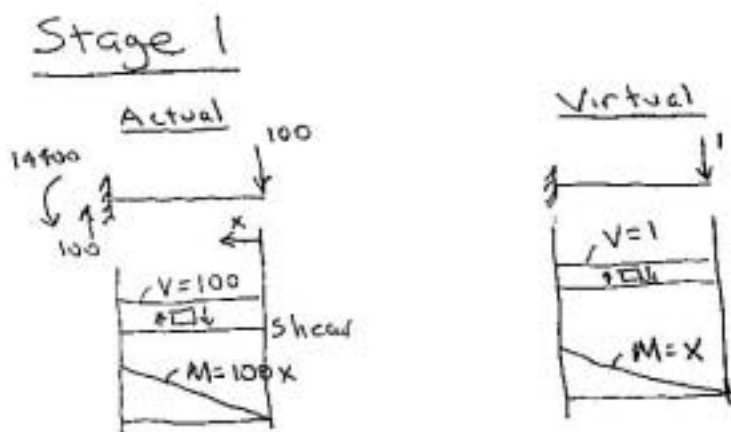
阶段	输出参数	SAP2000	手算解	差异百分比
1	$U_z$ (节点 2) in	-0.42404	-0.42404	0%
	$F_z$ (节点 1) kips	100	100	0%
2	$U_z$ (节点 2) in	-0.43617	-0.43617	0%
	$F_z$ (节点 1) kips	102.859	102.859	0%
3	$U_z$ (节点 2) in	-0.53005	-0.53005	0%
	$F_z$ (节点 1) kips	125	125	0%

计算模型文件： Example 1-027

## 结论

SAP2000 结果与手算结果完全一致。

## 手算过程



$$\Delta = \int_0^L \frac{100X^2}{EI} dx + \int_0^L \frac{100 dx}{GA_v} = \left. \frac{100X^3}{3EI} \right|_0^{144} + \left. \frac{100X}{GA_v} \right|_0^{144}$$

$$\Delta = \frac{100 \times 144^3}{3 \times 29700 \times 9040} + \frac{100 \times 144}{11500 \times 22.4375}$$

$$\Delta = 0.368236 + 0.055807$$

$$\Delta = \underline{\underline{0.424043 \text{ in} \downarrow}}$$

## Stage 2

$\Delta$  of W36x150 cantilever under 1<sup>k</sup> tip load = 0.00424043 in

For W4x13  $\Delta = \frac{PL}{EA} = \frac{1 \times 72}{29900 \times 3.93} = 0.00062873 \text{ in}$

Portion of 25<sup>k</sup> load that goes down to joint 4  $= \frac{0.00062873 + 0.00424043}{2(0.00062873) + 0.00424043} \times 25^k$   
 $= 22.14104^k$

Portion of 25<sup>k</sup> load that goes to joint 1  $= 25 - 22.14104 = 2.85896^k$

$F_z$  at joint 1  $= 100 + 2.85896 = 102.85896^k$

$\Delta_z$  at joint 2  $= \frac{102.85896}{100} \times 0.424043 = \underline{\underline{0.436166 \text{ in} \downarrow}}$

## Stage 3

$F_z = 100 + 25 = 125^k$

$\Delta_z = \frac{125}{100} \times 0.424043 = \underline{\underline{0.530054 \text{ in} \downarrow}}$