

PROGRAM NAME:	<u>SAP2000</u>
REVISION NO.:	<u>0</u>

### 算例 5-011

#### 实体单元 – 温度荷载

##### 问题描述

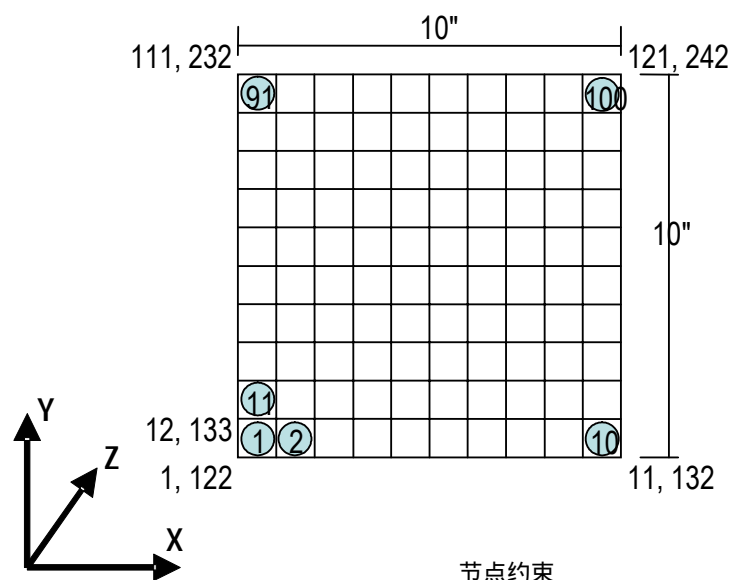
在本例中,使用了一个 10-inch 的方形、厚度为 1-inch 板,板的边进行了约束,板承担在板厚度方向为恒量的温度荷载。板在温度荷载下的程序计算应力与手算结果进行了对比。

本例的初始应力为  $60^{\circ}\text{F}$ ; 温度荷载施加后,温度将升至  $160^{\circ}\text{F}$ ,温度上升值为  $100^{\circ}\text{F}$ 。在 SAP2000 中参照温度被指定为  $60^{\circ}\text{F}$ ,指定实体单元的温度荷载被指定为  $160^{\circ}\text{F}$ 。

板底部周边节点被指定了  $U_x$ 、 $U_y$  和  $U_z$  方向自由度的水平约束。板顶部周边节点被指定了  $U_x$  和  $U_y$  方向自由度的水平约束。

PROGRAM NAME: SAP2000  
REVISION NO.: 0

## 几何、属性和荷载



### 节点约束

节点 1 到节点 121 具有  $U_x$ 、 $U_y$  和  $U_z$  的约束  
节点 122 到节点 242 具有  $U_x$ 、 $U_y$  的约束

### 图例

1, 122 - 节点号(底部、顶部)

① - 实体对象号

### 材料属性

$E = 1,000,000 \text{ lb/in}^2$

$\nu = 0.25$

$\gamma = \text{热膨胀系数}$

$= 5.5E-06$

### 截面属性

厚度 = 0.001 in

### 荷载

初始温度 = 60 °F

温度上升为 160 °F

## 所测试的 SAP2000 技术要点：

- 实体元的温度荷载
- 实体元的参照温度

PROGRAM NAME: SAP2000  
REVISION NO.: 0

## 结果比较

独立结果是使用 Cook and Yong 1985 发表的理论方法第 9 页公式 1.3.4 进行的手算结果。

### 独立模型

输出参数	SAP2000	独立结果	误差
$\sigma_{xx}$ lb/in <sup>2</sup> 在板的任意位置	-733.33	-733.33	0%
$\sigma_{yy}$ lb/in <sup>2</sup> 在板的任意位置	-733.33	-733.33	0%

计算模型文件: Example 5-011,

## 结论

SAP2000 的结果显示了一个与独立结果完全一致的结果。

## 手算过程

Reference: Cook and Young 1985  
Equation 1.3.4 on Page 9

$$\sigma_x = \frac{E}{1-\nu^2} (\epsilon_x + \nu \epsilon_y) - \frac{E \alpha T}{1-\nu}$$

$$\sigma_y = \frac{E}{1-\nu^2} (\epsilon_y + \nu \epsilon_x) - \frac{E \alpha T}{1-\nu}$$

Restrained so  $\epsilon_x = \epsilon_y = 0$

$$\sigma_x = \sigma_y = \frac{E \alpha T}{1-\nu} = \frac{1,000,000 \times 0.0000055 \times 100}{1-0.25}$$

$$\underline{\underline{\sigma_x = \sigma_y = 733.33 \text{ lb/in}^2}}$$