

算例 5-012

实体单元 – 弹性地基上的板

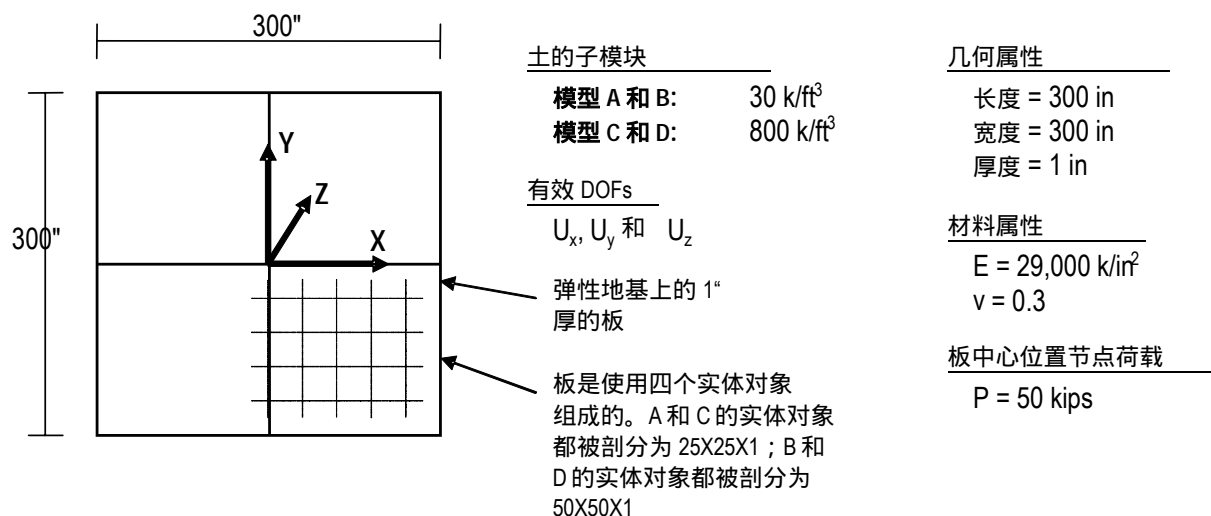
问题描述

在本例中, 一个独立的 50-kip 节点荷载被作用在弹性地基上 1-inch 厚的无穷大板上。对于本例, 这个无穷大的板是使用 300X300 的剖分为 50X50X1 的板单元来模拟的。节点荷载是施加在板的中心位置。节点位置的板变形的程序计算结果将与使用 Timoshenko and Woinowsky-Krieger 1959 发表的理论方法的计算结果进行对比。

本例中使用了两个不同的子模型和两个不同的剖分细度, 共使用了四个单独的模型。模型 A 和 B 使用了 30 k/ft^3 的子模型, 而模型 C 和 D 使用了 800 k/ft^3 的子模型。

板的模型是使用四个实体元进行模拟的。在模型 A 和 C, 每个实体对象被细分为 $25\text{X}25\text{X}1$, 整个模型剖分为 $50\text{X}50\text{X}1$ 。在模型 B 和 D 中, 每个实体对象被细分为 $50\text{X}50\text{X}1$, 整个模型剖分为 $100\text{X}100\text{X}1$ 。

几何、属性和荷载



PROGRAM NAME: SAP2000
REVISION NO.: 0

所测试的 SAP2000 技术要点：

- 使用实体元的板弯曲分析
- 实体单元表面弹簧的指定
- 实体对象的自动剖分
- 节点力荷载

结果比较

独立结果是使用 Timoshenko and Woinowsky-Krieger 1959 发表的理论方法第 275 页公式 185 进行计算的。

独立的屈曲模型

模型、剖分和模块	输出参数	SAP2000	独立结果	误差
A 50x50x1 ($k = 30 \text{ k/ft}^3$)	板中点位置的 U_z	-0.8881	-0.9205	-3.5%
B 100x100x1 ($k = 30 \text{ k/ft}^3$)		-0.9177		-0.3%
C 50x50x1 ($k = 800 \text{ k/ft}^3$)		-0.1576	-0.1782	-11.6%
D 100x100x1 ($k = 800 \text{ k/ft}^3$)		-0.1759		-1.3%

计算模型文件: Example 5-012a, Example 5-012b,
Example 5-012c, Example 5-012d

结论

SAP2000 的结果随着剖分细度的深化，显示了一个与独立结果之间可以接受的差异。

手算过程

Reference: Timoshenko and Woinowsky-Krieger 1959

Equation 185, page 275

$$W_{max} = \frac{P \lambda^2}{8K}$$

Equation h, page 271

$$\lambda^4 = \frac{K}{D}$$

$$D = \frac{E t^3}{12(1-\nu^2)}$$

$$D = \frac{29000 \times 1^3}{12(1-0.3^2)} = 2655.678$$

For $K = 30 \text{ K/ft}^3$

$$W_{max} = \frac{P \lambda^2}{8K} = \frac{P \sqrt{K/D}}{8K}$$

$$K = \frac{30 \text{ K}}{\text{ft}^3} \times \frac{1 \text{ ft}^3}{1728 \text{ in}^3} = 0.0173611 \text{ K/in}^3$$

$$W_{max} = 50 \frac{\sqrt{\frac{0.0173611}{2655.678}}}{8 \times 0.0173611}$$

$$\underline{\underline{W_{max} = 0.9205 \text{ in}}}$$

$$\underline{\text{For } K = 800 \text{ K/f}^3}$$

$$K = 800 \frac{\text{K}}{\text{f}^3} \times \frac{1 \text{ f}^3}{1728 \text{ in}^3} = 0.462963 \text{ K/in}^3$$

$$W_{max} = 50 \frac{\sqrt{\frac{0.462963}{2655.678}}}{8 \times 0.462963}$$

$$\underline{\underline{W_{max} = 0.1782 \text{ in}}}$$