

算例 2-009

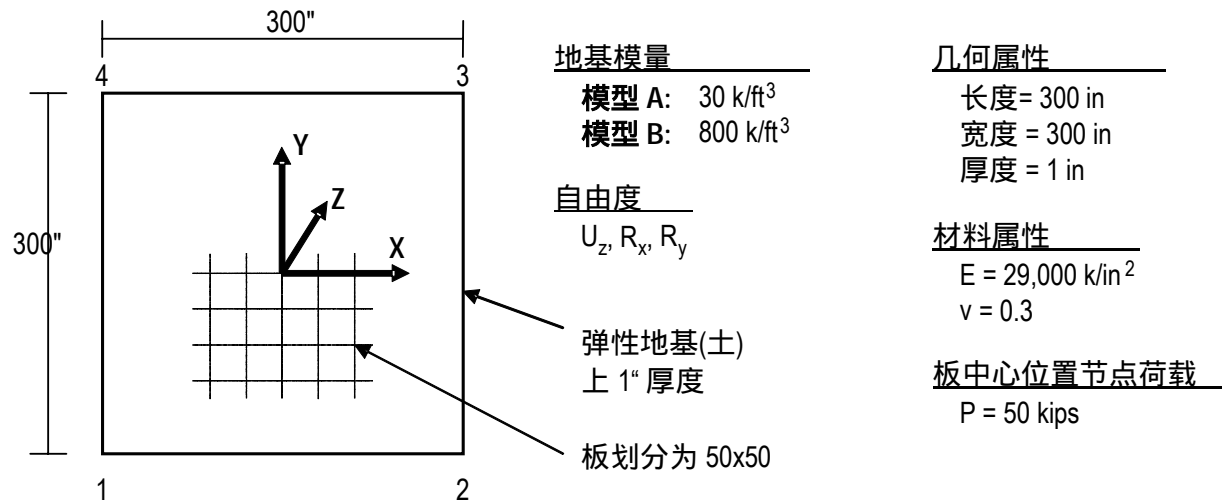
壳 – 弹性基础上的板

问题描述

本例中，一个隔离的 50 kip 点荷载作用在一个 1 英寸厚无限大的支撑在弹性基础的板上。本例中，无限大板用 300 英寸长 300 英寸宽模拟，网格划分 50x50。点荷载作用在板中心。在点荷载作用位置板的变形与手算结果（使用参考文献 Timoshenko 和 Woinowsky-Krieger 1959 中的理论）进行比较。

建立两个不同的模型，每个使用不同的土地基模量。模型 A 使用 30 k/ft³ 地基模量，模型 B 使用 800 k/ft³ 地基模量。使用这些值来近似表示沙土强度的上下界。

几何，属性和加载



SAP2000 测试的技术特性

- 用壳单元进行板弯曲分析
- 面对象弹簧指定
- 节点力荷载

结果比较

手算结果用 Timoshenko and Woinowsky-Krieger 1959 书中 275 页公式 185 计算。SAP2000 结果对薄板和厚板分别给出。

薄板选项

模型和模量	输出参数	SAP2000	手算解	差别
A ($k = 30 \text{ k/ft}^3$)	板中心处 U_z in	-0.9285	-0.9205	+0.9%
B ($k = 800 \text{ k/ft}^3$)		-0.1827	-0.1782	+2.5%

厚板选项

模型和模量	输出参数	SAP2000	手算解	差别
A ($k = 30 \text{ k/ft}^3$)	板中心处 U_z in	-0.9250	-0.9205	+0.5%
B ($k = 800 \text{ k/ft}^3$)		-0.1783	-0.1782	+0.1%

注意本例中厚板比薄板有较小的变形。这是因为厚板模型比薄板模型更刚。对薄板模型，如果剪切变形相对于弯曲变形比较小，厚板比薄板有较小的变形。

文件: Example 2-009a-thick, Example 2-009a-thin,
Example 2-009b-thick, Example 2-009b-thin

结论

对薄板和厚板，结果显示 SAP2000 与手算解符合很好。

手算结果

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

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

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

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

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

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

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

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

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