

構造演習・演習 7 (基本例題・アーチ構造・テンション構造/耐力計算)

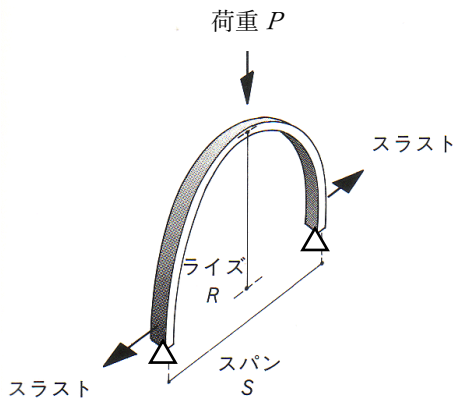
次の[1]~[6]の問いに対し、検討のために作成した Excel ファイルを提出せよ。

ただし、ファイル名は「学籍番号+演習 7 (アーチ構造等) .xlsx」とすること。

※なお、各問いには【解答】が示してあるので、その内容を十分確認すること。

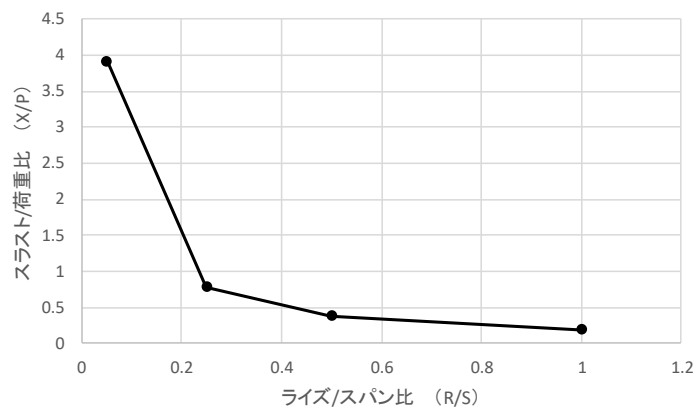
[1] 下図のようなアーチ構造の応力解析を Excel の構造解析ソフトによって行い、ライズ R とスパン S の比が、作用させている荷重 P とスラスト X の関係に及ぼす影響について検討せよ。このとき、アーチの形状は放物線 (2 次関数) とし、構造物の支点はピン支点とする。

数値解析モデルは、スパン $S=2000\text{mm}$ 、部材の断面形状は正方形 ($5\text{mm}\times 5\text{mm}$)、部材を構成する材料のヤング係数 E は $2.05\times 10^5\text{N/mm}^2$ とし、ライズを $R=100\text{mm}$, 500mm , 1000mm , 2000mm (ライズ/スパン比 $R/S=0.05$, 0.25 , 0.5 , 1.0) と変化させた場合、ライズ/スパン比 (R/S) に対するスラスト X と荷重 P の比 (X/P) の関係を求め、その特性について考察せよ。



【解答】

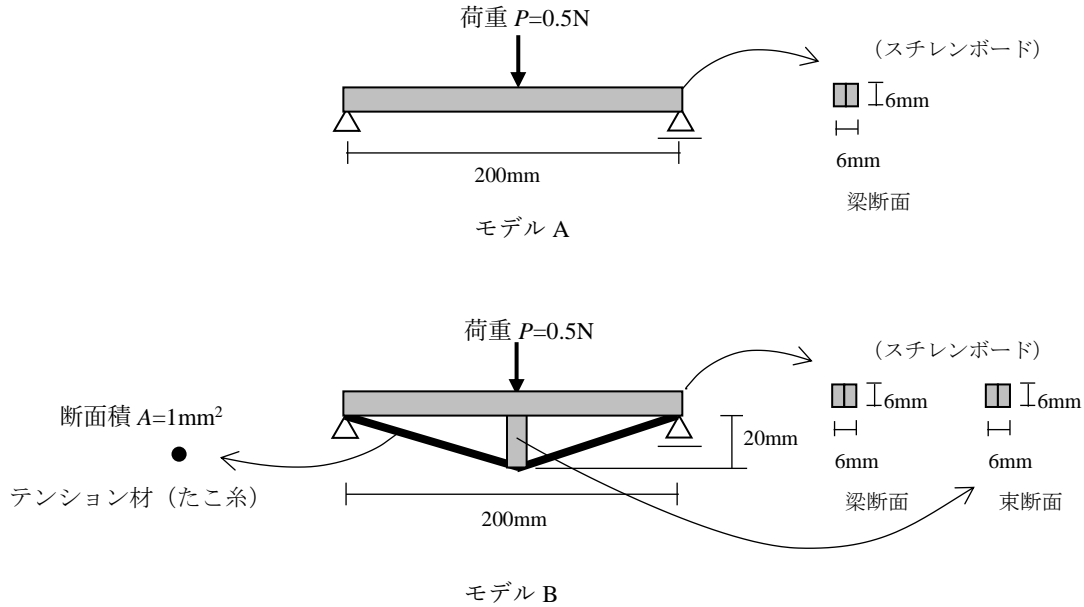
R/S	X/P
0.05	3.916215
0.25	0.776353
0.5	0.381142
1	0.185045



ライズ/スパン比 (R/S) が大きくなると、スラスト/荷重比 (X/P) は小さくなる。

すなわち、背の高いアーチの形状になると、生じるスラストは小さくなる。

[2] 下図に示すようなテンション材のない単純梁 (モデル A) とテンション材のある単純梁 (モデル B) の 2 つのモデルの最大耐力を求め、これらを比較せよ。ただし、梁部材、束部材 (鉛直材) はスチレンボード (ヤング係数 $E=400\text{N/mm}^2$ 、基準強度 $F=1.6\text{N/mm}^2$) とし、テンション材にはたこ糸 (ヤング係数 $E=900\text{N/mm}^2$ 、基準強度 $F=10\text{N/mm}^2$) を用いることとする。なお、本解析では簡単のため、テンション材の初期張力については考慮しないものとする。

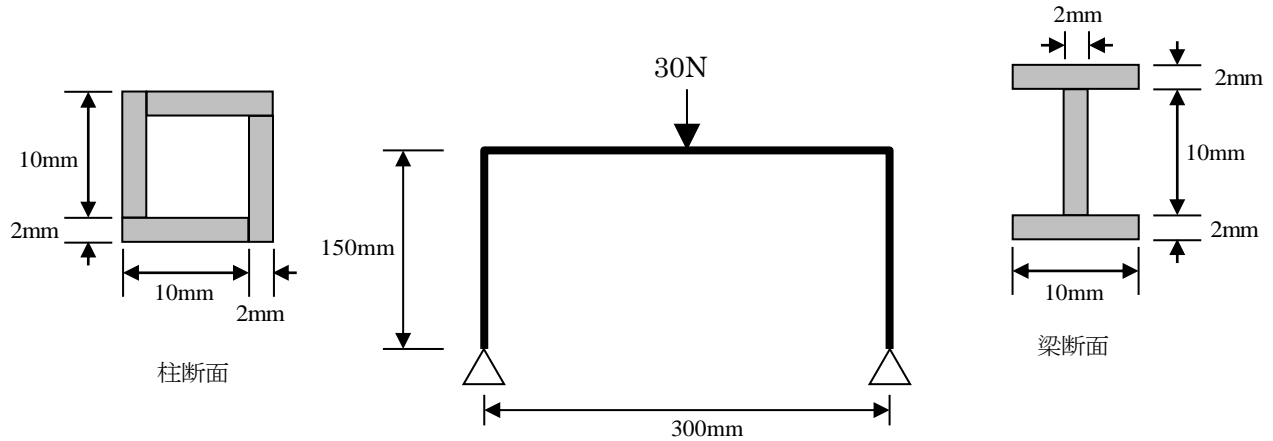


【解答】

モデル 1 の最大耐力 1.15N

モデル 2 の最大耐力 3.56N

- [3]** 下図のラーメン構造の応力度を Excel の構造解析ソフトを用いて計算し、作用させている荷重に耐えられるかどうかを検証せよ。ただし、部材を構成する材料の基準強度は 1.6N/mm^2 、ヤング係数は 400N/mm^2 とする。部材の断面形状は、柱は角形、梁は H 形（強軸に使用）とする。このとき、柱・梁の座屈およびせん断破壊は生じないものとする。

**【解答】**

Excel 構造解析ソフトの計算結果より

最大応力度 $6.316\text{N/mm}^2 > 1.6\text{N/mm}^2 \dots \text{NG}$

- [4]** [3]の問題で、最大何 N の荷重まで耐えられるかを計算せよ。

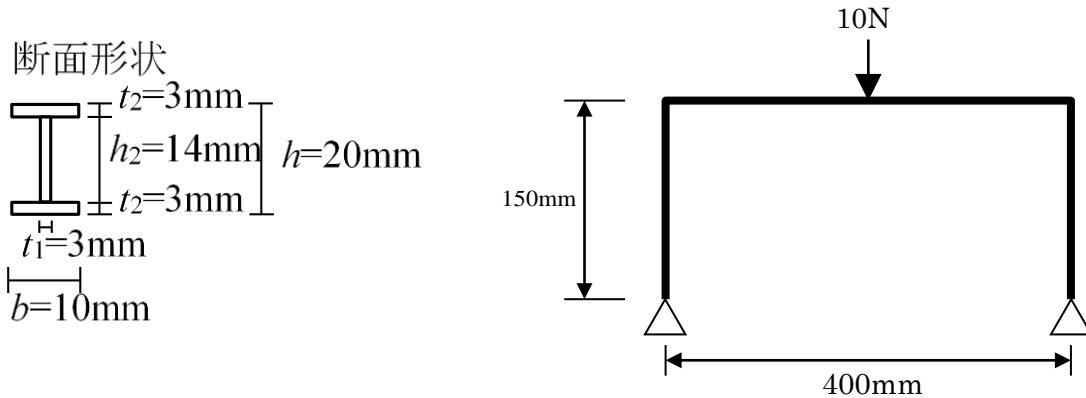
【解答】

最大耐力は曲げ応力度によって決まっているので、次式の比から最大耐力が計算できる。

$$30\text{N} : 6.316\text{N/mm}^2 = X : 1.6\text{N/mm}^2 \rightarrow X = 30 \times 1.6 / 6.316 = 7.60\text{N}$$

したがって、7.60N まで耐えられることになる。

- [5]** 下図のラーメン構造の応力度を Excel の構造解析ソフトを用いて計算し、作用させている荷重に耐えられるかどうかを検証せよ。ただし、部材を構成する材料の基準強度は 1.6N/mm^2 、ヤング係数は 400N/mm^2 とする。部材の断面形状は柱、梁ともに H 形とし、それぞれ強軸に用いる。このとき、柱・梁の座屈およびせん断破壊は生じないものとする。



【解答】

断面積 A

$$A = t_2 \times b \times 2 + t_1 \times h_2 = 3 \times 10 \times 2 + 3 \times 14 = 102 \text{ mm}^2$$

断面 2 次モーメント I_x

$$I_x = \frac{bh^3}{12} - \frac{(b-t_1)h_2^3}{12} = \frac{10 \times 20^3}{12} - \frac{(10-3) \times 14^3}{12} = 5.066 \times 10^3 \text{ mm}^4$$

断面係数 Z_x

$$Z_x = \frac{I}{y} = \frac{5.066 \times 10^3}{10} = 5.066 \times 10^2 \text{ mm}^3$$

Excel 構造解析ソフトの計算結果より

最大応力度 $1.212 \text{ N/mm}^2 < 1.6 \text{ N/mm}^2 \quad \dots \text{ OK}$

- [6]** [5]の問題で、最大何 N の荷重まで耐えられるかを計算せよ。

【解答】

最大耐力は曲げ応力度によって決まっているので、次式の比から最大耐力が計算できる。

$$10\text{N} : 1.212 \text{ N/mm}^2 = X : 1.6 \text{ N/mm}^2 \rightarrow X = 10 \times 1.6 / 1.212 = 13.2 \text{ N}$$

したがって、13.2 N まで耐えられることになる。