

# 構造解析実習レポート：実習問題の設計

地球総合工学科 氏名：古賀 光一朗

2026年1月23日

## 1 対象試験片と寸法

本解析では、単純な角柱形状の梁（梁1）を解析対象とした。Autodesk Inventor Professional 2026 を用いてモデルを作成した。

試験片の寸法および物理特性は以下の通りである。体積および表面積のデータより、幾何形状は 幅 10 mm、高さ 10 mm、長さ 100 mm の角柱である。

- 体積: 10 000 mm<sup>3</sup>
- 表面積: 4200 mm<sup>2</sup>
- 質量: 0.0785 kg

## 2 要素分割

メッシュ生成には Inventor の自動メッシュ生成機能を使用した。設定されたメッシュパラメータは以下の通りである。

- 平均要素サイズ: モデル寸法の 0.1
- 最小要素サイズ: 平均サイズの 0.2
- 要素拡大係数: 1.5

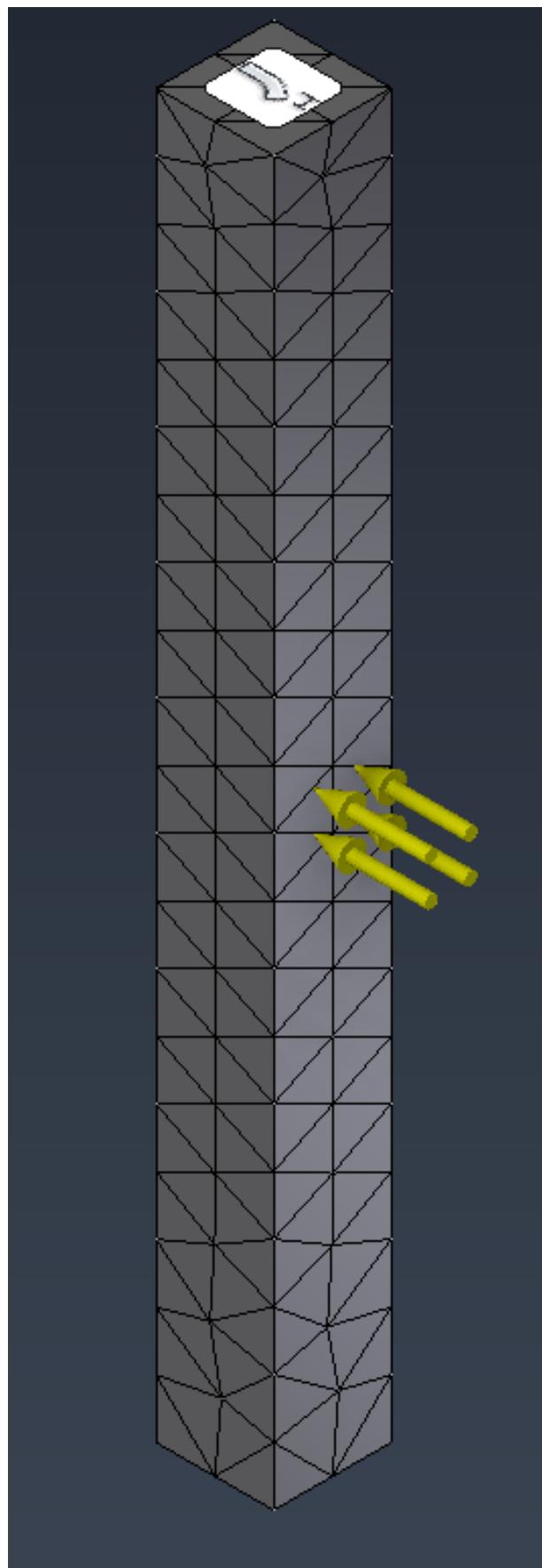


図1 メッシュ分割のイメージ図

### 3 材料特性

解析対象の材料には「鋼、軟鋼 (Mild Steel)」を適用した。解析に使用された主な材料定数を表 1 に示す。

表 1 材料特性 (鋼、軟鋼)

項目	値	単位
ヤング率 ( $E$ )	206	GPa (206 000 MPa)
ポアソン比 ( $\nu$ )	0.275	-
密度 ( $\rho$ )	7.85	g/cm <sup>3</sup>
降伏強さ ( $\sigma_Y$ )	207	MPa

### 4 境界条件

梁の一端に対して「固定拘束」を適用した。これにより、当該面上の全ての自由度が拘束される。

- 拘束タイプ: 固定拘束
- 適用箇所: 梁の端面 (10 × 10 mm の面)

### 5 荷重条件

梁の側面（上面）に対して、圧力荷重を付与した。

- 荷重タイプ: 圧力
- 大きさ: 0.100 MPa
- 適用箇所: 梁の上面 (100 × 10 mm の面)

これは梁の長手方向に一様に分布する等分布荷重として作用する。

## 6 評価項目と考察

### 6.1 解析結果

解析によって得られた各評価項目の最大値および反力を表 2 に示す。

表 2 FEM 解析結果のまとめ

評価項目	最大値	単位	参照元
最大変位	0.0731	mm	
相当ひずみ	$1.335 \times 10^{-4}$	-	
フォン・ミーゼス応力	30.25	MPa	
反力 (大きさ)	100	N	
反モーメント (大きさ)	5.00	N · m	

最大応力は固定端付近で発生し、最大変位は自由端で発生した。また、最大安全率は 15、最小安全率は 6.84 であった。

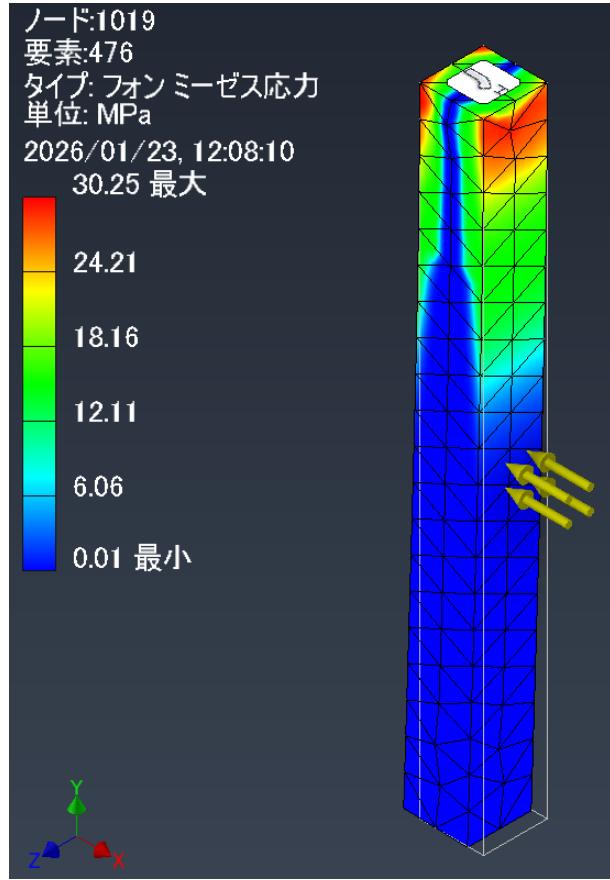


図 2 フォン・ミーゼス応力分布

## 6.2 現象説明・考察

本解析モデル（等分布荷重を受ける片持ち梁）の理論解を算出し、解析結果の妥当性を検証する。

### 理論値の算出

荷重条件および断面特性は以下の通りである。

- 単位長さあたりの荷重:  $w = p \cdot b = 0.1 \times 10 = 1.0 \text{ N/mm}$
- 断面二次モーメント:  $I = \frac{bh^3}{12} = \frac{10 \times 10^3}{12} \approx 833.33 \text{ mm}^4$
- 断面係数:  $Z = \frac{bh^2}{6} \approx 166.67 \text{ mm}^3$
- ヤング率:  $E = 206\,000 \text{ MPa}$

これらの値を用いて、最大曲げ応力  $\sigma_{max}$  および最大たわみ  $\delta_{max}$  の理論値を計算する。

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{Z} = \frac{wL^2}{2Z} = \frac{1.0 \times 100^2}{2 \times 166.67} \approx 30.0 \text{ MPa} \quad (1)$$

$$\delta_{max} = \frac{wL^4}{8EI} = \frac{1.0 \times 100^4}{8 \times 206000 \times 833.33} \approx 0.0728 \text{ mm} \quad (2)$$

また、固定端における反力  $R$  および反モーメント  $M$  の理論値は以下の通りである。

- 反力:  $R = wL = 1.0 \times 100 = 100 \text{ N}$
- 反モーメント:  $M = \frac{wL^2}{2} = 5000 \text{ N mm} = 5.0 \text{ N m}$

## 比較と結論

解析値と理論値の比較を表 3 に示す。

表 3 解析値と理論値の比較

項目	解析値	理論値
最大応力 (MPa)	30.25	30.0
最大変位 (mm)	0.0731	0.0728
反力 (N)	100	100
反モーメント (N m)	5.00	5.0

変位、応力、反力のいずれにおいても、FEM 解析結果は理論値と極めて良い一致を示している。わずかな誤差は、メッシュ分割による近似や、固定端付近の拘束条件による応力集中（特異点）の影響が含まれるためと考えられるが、工学的には十分な精度が得られている。また、発生した最大応力 (30.25 MPa) は材料の降伏強さ (207 MPa) を大きく下回っており、安全率も最小値で 6.84 であることから、本構造は弾性域内で安全であると判断できる。