

構造解析実習レポート：材料および境界条件の影響比較

地球総合工学科 古賀 光一郎

2026 年 1 月 30 日

1 解析対象と条件

本課題では、梁の材料特性および支持条件（境界条件）の違いが、構造解析結果（変形、応力）に及ぼす影響を検証する。

1.1 解析モデル

解析対象の梁（Beam 2）の形状および荷重条件を以下に示す。

- 形状: 長さ 1000 mm × 幅 20 mm × 高さ 10 mm の角柱
- 荷重: 大きさ 300 N の集中荷重（梁中央に作用）

1.2 要素分割（メッシュ）

解析精度を確保するため、以下の設定でメッシュ生成を行った。

- メッシュサイズ: $2 \times 2 \times 4$ mm
- 要素数: 約 12,500
- 節点数: 約 18,036

2 解析ケース 1：材料による影響の比較

同一の形状・境界条件（片側固定）において、材料を「鋼 (Steel)」と「アルミニウム (Aluminum)」に変更した場合の比較を行った。解析結果を表 1 に示す。

表 1 材料の違いによる解析結果の比較（片側固定、荷重 300 N）

項目	鋼 (Steel)	アルミニウム (Alumi)	比率 (Al/St)
ヤング率 (E)	210 GPa	70 GPa	0.33
最大変位	89.07 mm	267.2 mm	3.00
最大応力 (Mises)	587.7 MPa	587.7 MPa	1.00
最大ひずみ	0.0028	0.0084	3.00

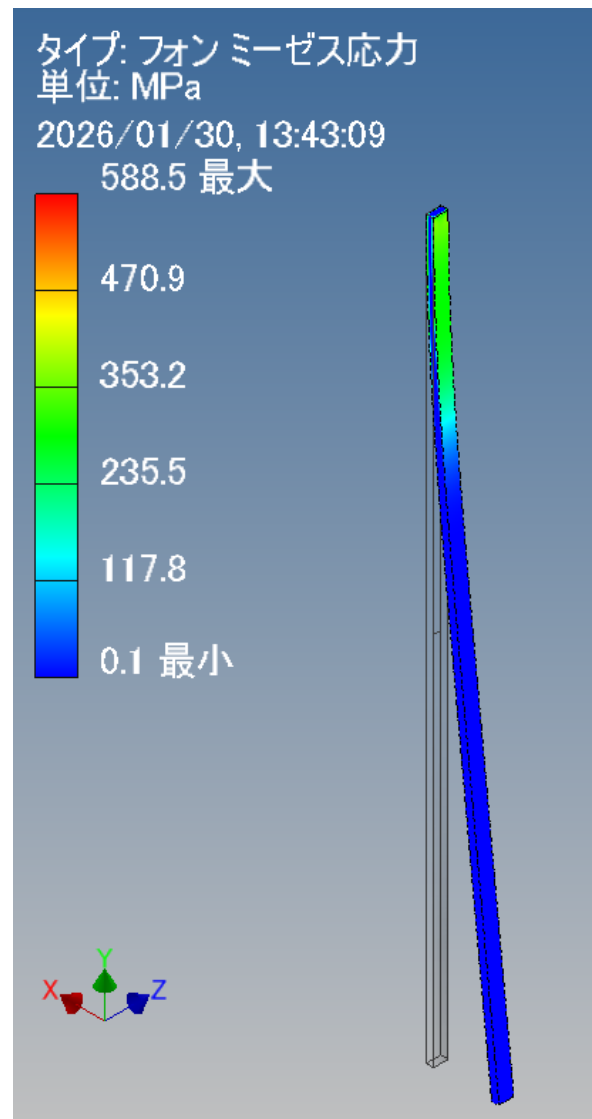
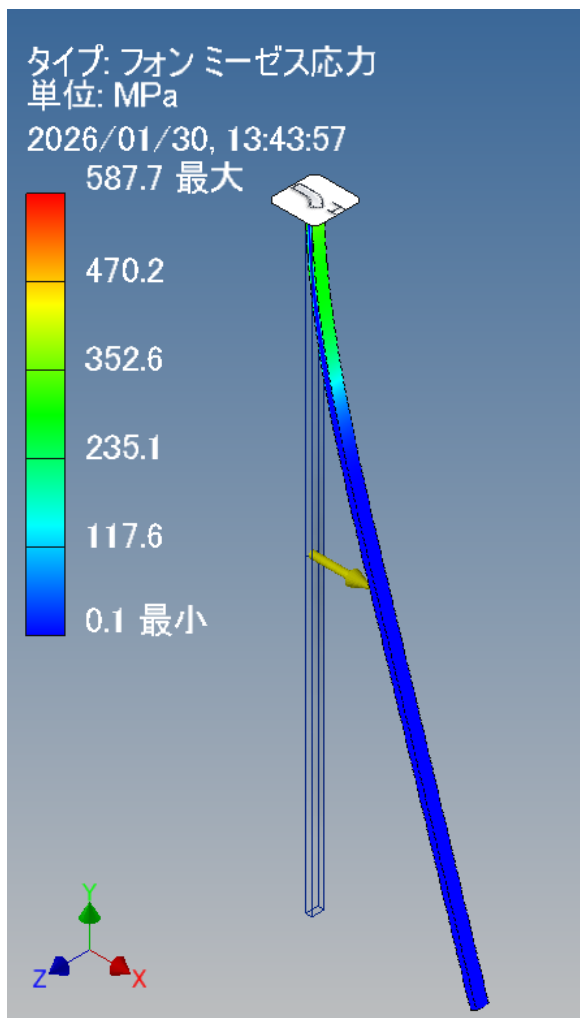


図 1 鋼における境界条件の違いによる応力分布の比較（左：片側固定、右：単純支持）

2.1 考察

解析の結果、ヤング率が約 3 倍小さいアルミニウムは、鋼に比べて約 3 倍の変位を示した。一方で、発生する最大応力（Mises 応力）は両者で同等の値となった。これは、静定構造において応力は外力と形状（断面係数）のみに依存し、材料剛性（ヤング率）には依存しないためである。

3 解析ケース 2：境界条件による影響の比較

同一の材料（鋼）を使用し、支持条件を変更して比較を行った。課題図示の形状に基づき、一端を固定した「片側固定（Cantilever）」と、両端を単純支持した「単純支持（Simply Supported）」の 2 ケースについて解析した。

表 2 境界条件の違いによる解析結果の比較（材料：鋼、荷重 300 N）

項目	片側固定	単純支持
拘束条件	完全固定（1 箇所）	変位拘束・回転自由（2 箇所）
最大変位	89.07 mm	17.87 mm
最大応力 (Mises)	587.7 MPa	454.7 MPa
最大主応力	-	226.0 MPa

3.1 結果の理論検証

単純支持梁（中央集中荷重）として解析した結果、最大変位は 17.87 mm であった。これに対し、材料力学の公式を用いた理論解を算出する。

- 荷重 $P = 300 \text{ N}$
- ヤング率 $E = 210\,000 \text{ MPa}$
- 断面二次モーメント $I = \frac{bh^3}{12} = \frac{20 \times 10^3}{12} \approx 1666.7 \text{ mm}^4$

最大たわみ δ_{max} の理論値は以下の通りである。

$$\delta_{max} = \frac{PL^3}{48EI} = \frac{300 \times 1000^3}{48 \times 210000 \times 1666.7} \approx 17.86 \text{ mm} \quad (1)$$

解析値（17.87 mm）は理論値（17.86 mm）と極めて良く一致しており、誤差は 0.1% 未満である。また、最大主応力（226 MPa）についても、理論曲げ応力 $\sigma = \frac{M}{Z} = \frac{75000}{333.3} \approx 225 \text{ MPa}$ と良い一致を示した。

4 結論

本解析により以下の知見が得られた。

1. 材料変更の影響：剛性（ヤング率）の低下は変位の増大を招くが、静的応力値には影響しない。
2. 境界条件の影響：片側固定（片持ち）に対し、両端を単純支持することで、最大変位は約 1/5（理論比 1/4.8）に低減された。
3. 妥当性の確認：課題図示の単純支持条件に基づく解析結果は、理論解と高い精度で一致した。