

第 8 回 軸の引張り・圧縮，熱応力

無機材料工学科
准教授 安田公一

1. はじめに

今回は，軸の引張り・圧縮，熱応力に関する材料力学の問題を具体的に解いて，理解を深めることにする。

2. 剛体棒を支える弾性棒

図 1 に示すように，長さ 2.2m の剛体棒 CBD が垂直壁に回転支点で支えられ，また，壁から 1.6m の距離のところで垂直な弾性棒 AB でも支えられている。剛体棒の端 D に荷重 P を加えて，弾性棒 AB に 50MPa の応力を発生させるには，荷重 P にどれだけの力を与えればよいか？ ただし，弾性棒 AB の断面積を 540mm^2 とする。

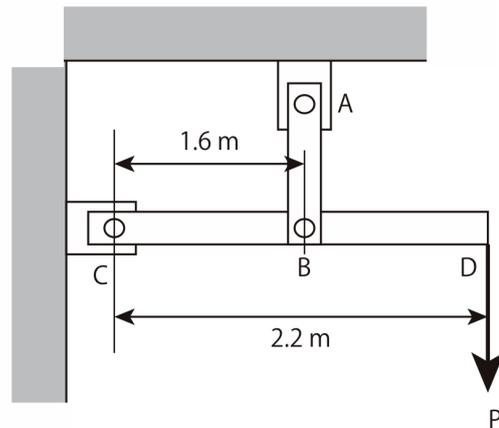


図 1 剛体棒を支える弾性棒

3. 剛体壁の反力

図 2 に示すように，長さ $(\ell_1 + \ell_2)$ の棒 AC の両端を剛体壁で固定し，C の位置に荷重 P を加えた場合を考える。以下の間に答えよ。ただし，棒の断面積を A，ヤング率を E とする。

- ① 剛体壁の反力 R_1, R_2 を図 2 にように仮定して，力の釣り合いを式で表せ。
- ② 棒 AC の部分に作用する力と，棒 CB の部分に作用する力を求めよ。
- ③ 棒 AC の部分に作用する応力と，棒 CB の部分に作用する応力を求めよ。
- ④ 荷重点 C の変位を求めよ。

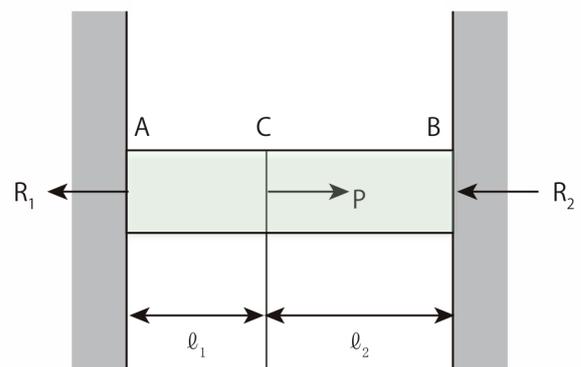


図 2 剛体壁の反力

4. 組合せ棒

図3に示すように、体積分率 f の一方向強化複合材料がある。強化相のヤング率を E_f 、マトリックスのヤング率を E_m とする。また、複合材料の全断面積を S とする。この複合材料に荷重 P をかけた時に、この複合材料が全体として ε のひずみを持った。以下の問に答えよ。

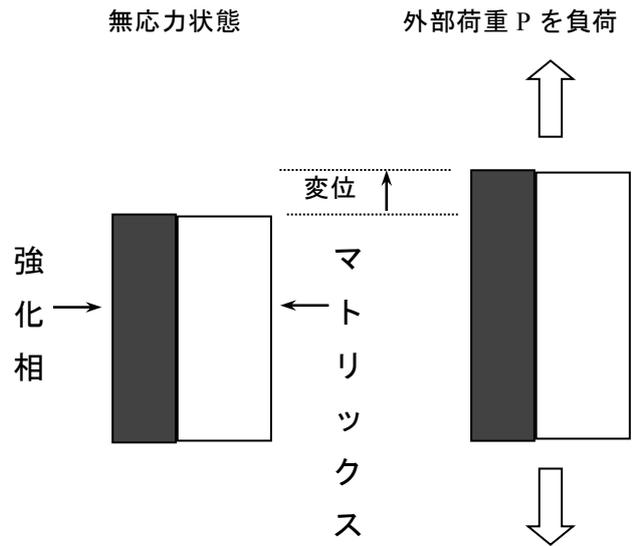


図3 組合せ棒

- ① 荷重 P が負荷されたときに、強化相に発生している応力 σ_f 、およびマトリックスに発生している応力 σ_m を求めよ。
- ② ①の結果を用いて、強化相が分担している荷重 P_f とマトリックスが分担している荷重 P_m を求めよ。
- ③ ②の結果を用いて、この複合材料にかかる平均応力 σ_c を求めよ。
- ④ ③の結果を用いて、この複合材料全体のヤング率 E_c を求めよ。

4. 熱応力

図4に示すように、体積分率 f の一方向強化複合材料がある。強化相のヤング率と熱膨張係数を E_f, α_f とし、マトリックスのヤング率と熱膨張係数を E_m, α_m とする。また、この複合材料の全断面積を S とする。そして、この複合材料は高温で焼結した状態では無応力状態であったが、焼結温度 T_0 から室温 T まで温度変化 $\Delta T (=T-T_0 < 0)$ をさせると、複合材料全体で収縮して、 $\varepsilon (< 0)$ だけひずんだとする。以下の問に答えよ。

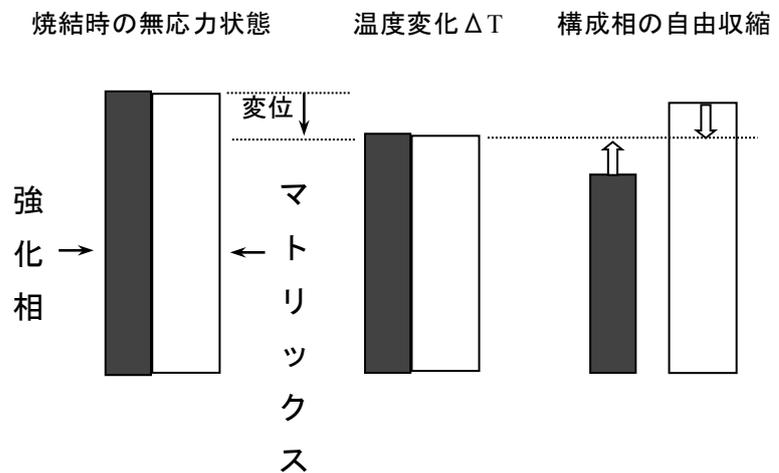


図4 熱応力

- ① 強化相とマトリックス相が、それぞれ、自由に収縮していたとした場合の強化相の熱ひずみ ε_f とマトリックスの熱ひずみ ε_m を求めよ。

講義名 連続体力学 配付資料 OCW-i

- ② 強化相の熱応力を σ_f とし、マトリックスの熱応力を σ_m として、複合材料全体としての力の釣り合い式を求めよ.
- ③ 複合材料全体のひずみ ε は、熱ひずみによる部分と熱応力による弾性ひずみの部分の和となることを利用して、ひずみ ε を表せ.
- ④ ②の結果と③の結果を用いて、強化相の熱応力 σ_f とマトリックスの熱応力 σ_m を求めよ.
- ⑤ ④の結果を③の式に代入して、ひずみ ε を ΔT の関数として表せ.
- ⑥ 複合材料の熱膨張係数を α_c として、これを求めよ.