

材料力学 I

Material of Mechanics I

第四回

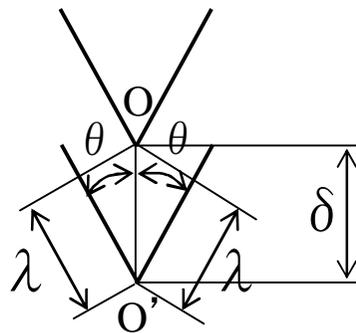
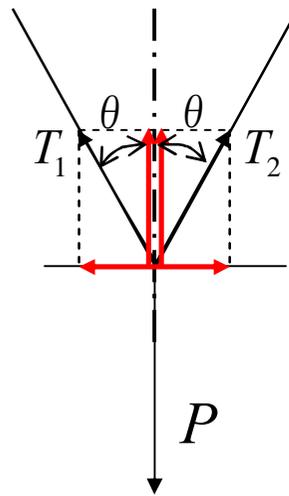
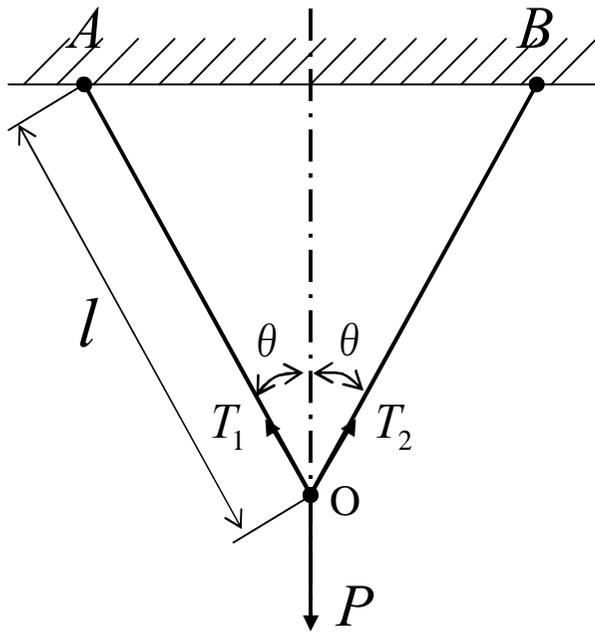
指導教員：于 強 准教授

授業内容・方法

1. 材料力学の目的、材料力学における基本仮定:0.5回
(連続体仮定、均質材料、等方材料)
2. 棒の引張りと圧縮における応力とひずみ:1.5回
(垂直応力、せん断応力、垂直ひずみ、せん断ひずみ)
3. フックの法則と弾性係数:1回
(弾性変形、フックの法則、縦弾性係数、せん断弾性係数、ヤング率、ポアソン比)
4. 材料の機械的性質(力学特性)と材料試験、許容応力と安全率:1回
(材料の力学的性質、材料強度、材料試験法、塑性、疲労、クリープ、許容応力、安全率)
5. 静定骨組構造物における軸力と変形:1.5回
(軸力、のび、釣り合いの微分方程式)
6. 不静定骨組構造物における軸力と変形:1.5回
(静定と不静定、変形の適合条件)
7. 熱応力:1回
(線膨張係数、熱応力)
8. 残留応力・初期応力、応力集中:1回
(残留応力、初期応力、応力集中、応力集中係数)
9. ねじり:1.5回
(中実丸棒、中空丸棒のねじり、ねじりモーメント、ねじりによるせん断応力、断面極2次モーメント、比ねじれ角、円形断面以外のねじり、密巻きコイルばねの応力と変形)
10. 真直はりの曲げ:3回
(曲げ、せん断、はりの支持条件、集中荷重、分布荷重、合応力、曲げモーメント図、せん断力図、平面保持の仮定、断面の図心、断面2次モーメント、中立軸、曲げによる垂直応力)
11. 真直はりのせん断応力とたわみ:0.5回
(はりのせん断応力の釣り合いと分布)

引張り・圧縮

(1) 簡単な骨組構造



一様断面積 A の縦弾性係数が E である2本の真直棒からなる骨組構造物を考える

力のつりあい

$$T_1 \sin \theta = T_2 \sin \theta$$

$$T_1 \cos \theta + T_2 \cos \theta = P$$

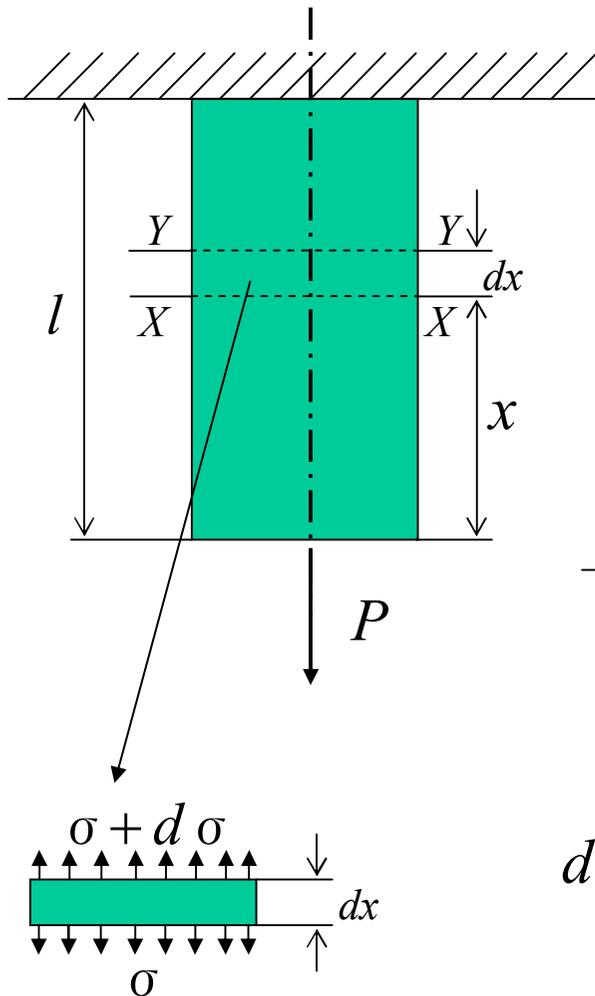
$$T_1 = T_2 = T = \frac{P}{2 \cos \theta}$$

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda = \frac{Tl}{AE} = \frac{Pl}{2AE \cos \theta}$$

$$\delta = \frac{\lambda}{\cos \theta} = \frac{Pl}{2AE \cos^2 \theta}$$

引張り・圧縮

(1) 棒の自重によって生ずる応力



縦弾性係数を E 、比重量 (単位体積当たりの重量) を γ とする

$$\sigma = \frac{P + A \gamma x}{A} = \frac{P}{A} + \gamma x$$

$$\sigma_{\max} = \frac{P}{A} + \gamma l$$

$$A(\sigma + d\sigma) = A\sigma + A\gamma dx$$

$$\therefore d\sigma = \gamma dx$$

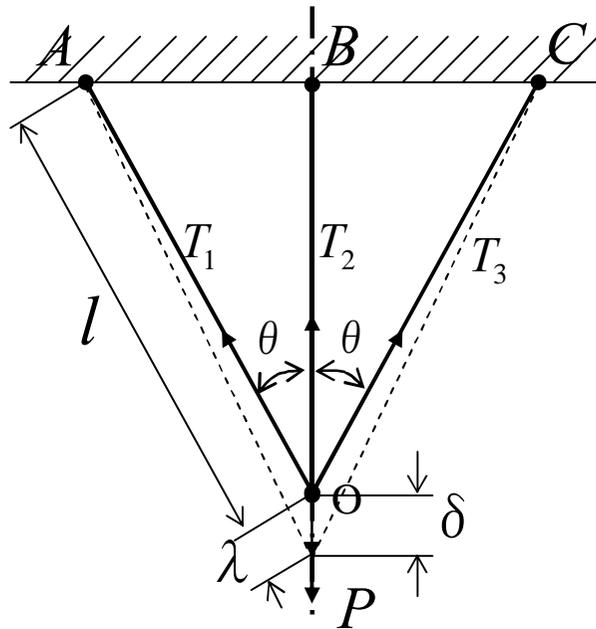
$$\sigma = \int_0^x \gamma dx$$

$$d\lambda = \varepsilon dx = \frac{\sigma}{E} dx$$

$$\lambda = \int_0^l d\lambda = \int_0^l \frac{\sigma}{E} dx = \int_0^l \frac{1}{E} \left(\frac{P}{A} + \gamma x \right) dx = \frac{l}{AE} \left(P + \frac{1}{2} A \gamma l \right)$$

2-2 不静定問題

(1) 不静定骨組構造



引張り・圧縮

3本の棒は同一断面積Aをもち、同一材料で縦弾性係数がEであるとする

力のつりあい

$$T_1 \cos \theta + T_2 + T_3 \cos \theta = P$$

$$T_1 \sin \theta = T_3 \sin \theta$$

変位の条件

$$\lambda = \delta \cos \theta$$

$$\lambda = \frac{T_1 l}{AE}$$

$$\delta = \frac{T_2 l \cos \theta}{AE}$$

$$T_1 = T_3 = \frac{P \cos^2 \theta}{1 + 2 \cos^3 \theta}$$

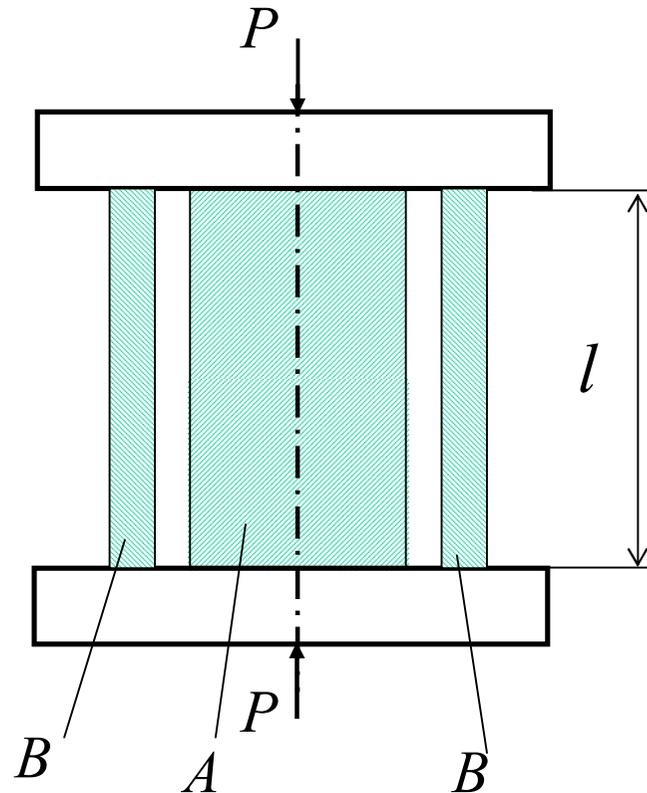
$$\lambda = \frac{Pl}{AE} \frac{\cos^2 \theta}{1 + 2 \cos^3 \theta}$$

$$T_2 = \frac{P}{1 + 2 \cos^3 \theta}$$

$$\delta = \frac{Pl}{AE} \frac{\cos \theta}{1 + 2 \cos^3 \theta}$$

2-2 不静定問題

(2) 圧縮不静定問題



引張り・圧縮

棒A: 断面積 A_a , 縦弾性係数 E_a , 圧縮荷重 P_a

管B: 断面積 A_b , 縦弾性係数 E_b , 圧縮荷重 P_b

力のつりあい

$$P_a + P_b = P$$

変位の条件

$$\lambda = \frac{P_a l}{A_a E_a} = \frac{P_b l}{A_b E_b}$$

$$P_a = \frac{A_a E_a}{A_a E_a + A_b E_b} P$$

$$P_b = \frac{A_b E_b}{A_a E_a + A_b E_b} P \quad \lambda = \frac{Pl}{A_a E_a + A_b E_b}$$