

# 工学4力 まとめノート (未完)

ver001

YuseiB

@saka216saka

2020年3月21日

# 目次

第 1 章	材料力学 Material Mechanics	2
1.1	応力と歪み 1 . . . . .	2
1.2	応力と歪み 2 . . . . .	3
1.3	トラス構造 . . . . .	3
第 2 章	機械力学 Dynamics of Machinery	4
第 3 章	流体力学 Fluid Dynamics	5
第 4 章	熱力学 Thermodynamics	6
参考文献		7

進捗管理

ver001: 2020-03-21 章立て、材料力学はじめた

## 第 1 章

# 材料力学 Material Mechanics

構造物の各部分に生じる内力や変形を解析することを目的とする分野。

## 1.1 応力と歪み 1

### 1.1.1 応力

仮想切断面にはたらく力：内力 (or 面力)  $F_{in} = F_{ex}$

単位面積当たり応力  $\sigma$  ( $A$ : 断面積) :

$$\sigma_y := \frac{F_{in}}{A}$$

剪断力 (shearing force)  $\tau$  :

$$\tau_{xy} = \frac{F_{in}}{A}$$

座標系に依存する応力の成分表示は実際には不便。→ テンソルを用いた解析、主応力評価, von Mises Stress.

### 1.1.2 ひずみ

\* 長さ  $(x, y) = (2s, l)$  の棒を  $y$  方向に引っ張ると  $y$  方向に  $\Delta l$  だけ伸びて、同時に  $x$  方向には  $\Delta s$  だけ縮んだ。

ひずみ  $\varepsilon$  :

$$\varepsilon_y = \frac{\Delta l}{l}, \quad \varepsilon_x = -\frac{\Delta s}{s}$$

または、

$$\varepsilon_y = \frac{\partial u}{\partial y}$$

材料固有の物性値 Poisson's Ratio  $\nu$  :

$$\nu = \frac{-\varepsilon_x}{\varepsilon_y}$$

\* 剪断変形のひずみ歪み  $\gamma$  :

$$\gamma_{yx} = \gamma_{xy} = \frac{\Delta u}{l} = \tan \theta \sim \theta$$

または、

$$\gamma_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y}$$

## 1.2 応力と歪み 2

応力-歪み曲線（図は省略）

\* 断面積  $A_0$ 、長さ  $l$  の棒に荷重  $P$  を与えて引き伸ばす。

公称ひずみ  $\varepsilon_n$  :

$$\varepsilon_n = \frac{l - l_0}{l_0}$$

公称応力  $\sigma_n$  :

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

弾性変形

ヤング率 (Young's Module)  $E$  :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad \left( \rightarrow \varepsilon = \frac{\sigma}{E} \right)$$

ポアソン比 (Poisson's Ratio)  $\nu$  :

$$\nu = \frac{-\varepsilon_x}{\varepsilon_y}$$

ひずみエネルギー  $U^e$  :

$$U^e = \frac{1}{2} \sigma \varepsilon = \frac{1}{2} E \varepsilon^2$$

↓

塑性変形

塑性ひずみ (or 永久ひずみ)  $\varepsilon_p$

弾性ひずみ  $\varepsilon_e$

全ひずみ :  $\varepsilon = \varepsilon_p + \varepsilon_e$

### 1.2.1 脆性材料と延性材料

脆性材料 : 亀裂が簡単に進み、簡単に破断される。例 : 鋳鉄、コンクリ

延性材料 : 亀裂が生じた場合でも簡単には破断されない。例 : アルミニウム合金、ステンレス鋼

一般に鉄鋼材料のヤング率は  $E \sim 200$  GPa 程度、降伏応力は  $\sigma_y \sim 300$  MPa 程度。

脆性材料が延性材料よりも高い引っ張り強さを表すかもしれない。しかし脆性材料の引っ張り強さ ( $\sigma_B$ ) の材料ごとのバラつきや事故の可能性の観点から、構造物には延性材料が用いられることが多い。

## 1.3 トラス構造

複数の棒が回転自由の継ぎ手によって連結されている構造をトラス構造 (Truss structure) とよぶ。

### 1.3.1 静定問題と不静定問題

静定問題 : 各部材が独立であるので、力のつり合いなどから決定できる。

不静定問題 : 各部材に関連があり、独立でない。

天井に接続された二つ（以上）の棒の下端を別の材料で束縛するような場合、不静定問題となる。

微小変形の立場をとり、変形が円弧上ではなく垂線上にあると近似すれば、変位先の点は比較的容易に決定できる。

[練習問題の題材] 組み合わせ棒 (前述)、自重を受ける棒、三角トラスの各棒の応力および変位

## 第 2 章

# 機械力学 Dynamics of Machinery

機械の稼働時にかかわる問題についての分野。

…工事中

## 第 3 章

# 流体力学 Fluid Dynamics

空気や水などの流れを扱う分野。

…工事中

## 第 4 章

# 熱力学 Thermodynamics

熱エネルギーを中心とした、マクロな視点での仕事やエネルギーについての分野。

…工事中



## 参考文献

- [1] [http://www.mech.kogakuin.ac.jp/ms/feature/about\\_4riki.html](http://www.mech.kogakuin.ac.jp/ms/feature/about_4riki.html) (2020-03-21 閲覧)
- [2] [http://www.fml.t.u-tokyo.ac.jp/lecture/handout/zairiki/material\\_mech\\_text2018\\_ver1.60.pdf](http://www.fml.t.u-tokyo.ac.jp/lecture/handout/zairiki/material_mech_text2018_ver1.60.pdf)  
(2020-03-21 閲覧)