



筑波大学
University of Tsukuba



構造力学のイントロダクション

Introduction of Structure Mechanics

構造力学 00

システム情報系 助教

山本亨輔

yamamoto_k@kz.tsukuba.ac.jp

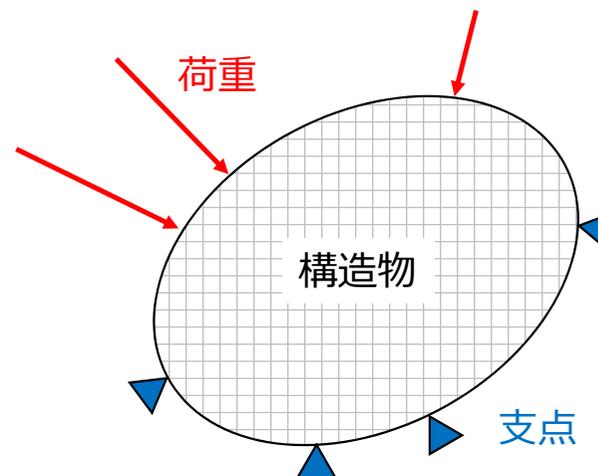
作成日：2018年2月24日

What is Structure Mechanics?

構造力学とは何か？

構造力学とは、荷重を受ける**構造物**の応力や変形量を解析する学問のことである

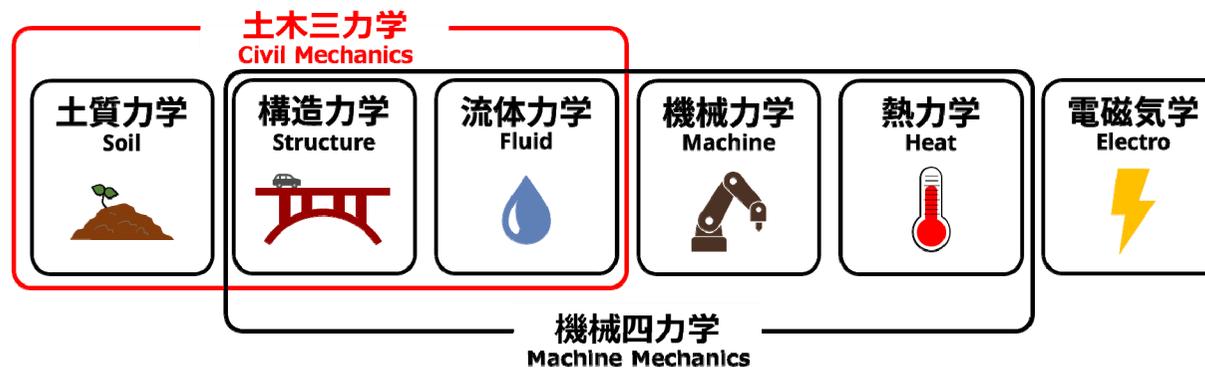
□ 構造物 複数の材料・部材からなる力学的システム



Structure Mechanics As a part of Civil Eng. Mechanics

専門科目としての構造力学

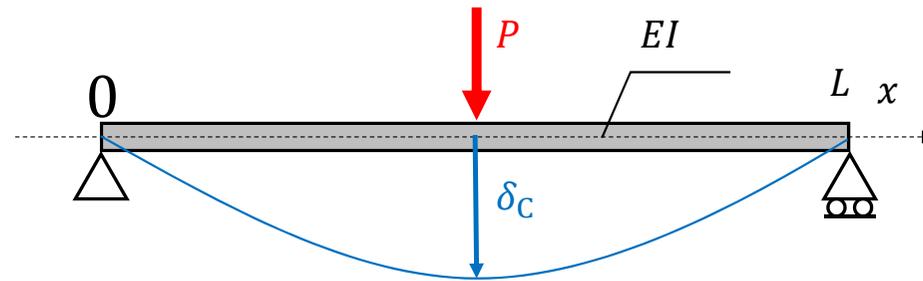
構造力学は土木三力学の一つで、機械四力学の材料力学と範囲は、ほぼ同じ！



- 土木三力学 構造力学・土質力学・水理学（≒流体力学）から成る
- 機械四力学 材料力学（≒構造力学）・流体力学・機械力学・熱力学
- 材料力学 扱う対象が単一の材料・部材のとき材料力学という
構造力学と比べると、棒材のねじり問題などがある

The minimum required competence必要最低限のコンピテンス『**何ができたら合格か？**』

【例題】 単純梁（剛性： EI ）に荷重 P が作用するとき、生じるたわみ δ_c を求めよ。



□ 土木系の構造力学では『**梁のたわみ**』が求められたら、**可**（C：60点レベル）

Let's start Structure Mechanics

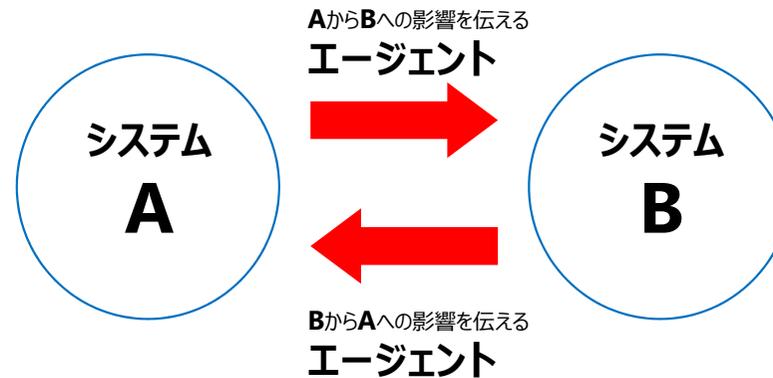
構造力学の開始

では、**構造力学**を**始**めましょう！


力学？

System システム論

- システムとは、『**対象とする宇宙の一部**』のこと
 - システムは**複数のシステムとより大きなシステムを構成する**
 - 二つのシステムの相互作用を**エージェント**という
 - エージェントとは、『**システムそのものでないが他のシステムに影響を与えるもの**』のこと



What is Force?

力とは何か？

力とは、『物体の**運動・形状**に変化を生じるエージェント』

- 運動方程式： $F = ma$
質量×加速度
 合力（働く力の和）

$$f - kx = m\ddot{x}$$

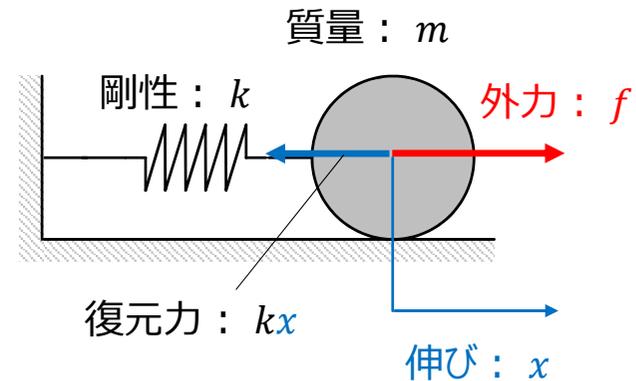
- 運動の変化は、慣性力

$$m\ddot{x}$$

※ (̈)は二階時間微分

- 形状の変化は、復元力（弾性力）

$$-kx$$



The Equation of Motion

運動方程式

運動方程式は運動量保存則と質量保存則から導出可能

『運動量の変化は力積に等しい』

$$F\Delta t = mv_1 - mv_0$$

$$\Leftrightarrow F = \frac{mv(t + \Delta t) - mv(t)}{\Delta t}$$

運動量 : $p = mv = m \frac{dx}{dt}$



運動量保存則 |
運動量の時間変化は、力である。

$$F = \frac{dp}{dt}$$

質量保存則 |
質量は時間変化しない

$$\frac{dm}{dt} = 0$$

$$\frac{dp}{dt} = \frac{dm}{dt}v + m \frac{dv}{dt}$$

$$= m \frac{dv}{dt}$$

運動方程式 |
力は、加速度に比例する。

$$F = ma$$

加速度、つまり、運動の変化

Static Problem

静的問題

静的とは『**運動が変化しない**』こと

- 数式表現： $a = 0$
- 運動方程式がつりあい式に変わる： $F = 0$
- **形状は変化**しているかもしれない！
- 『構造力学』では静的問題が主なテーマ！

External Force and Internal Force

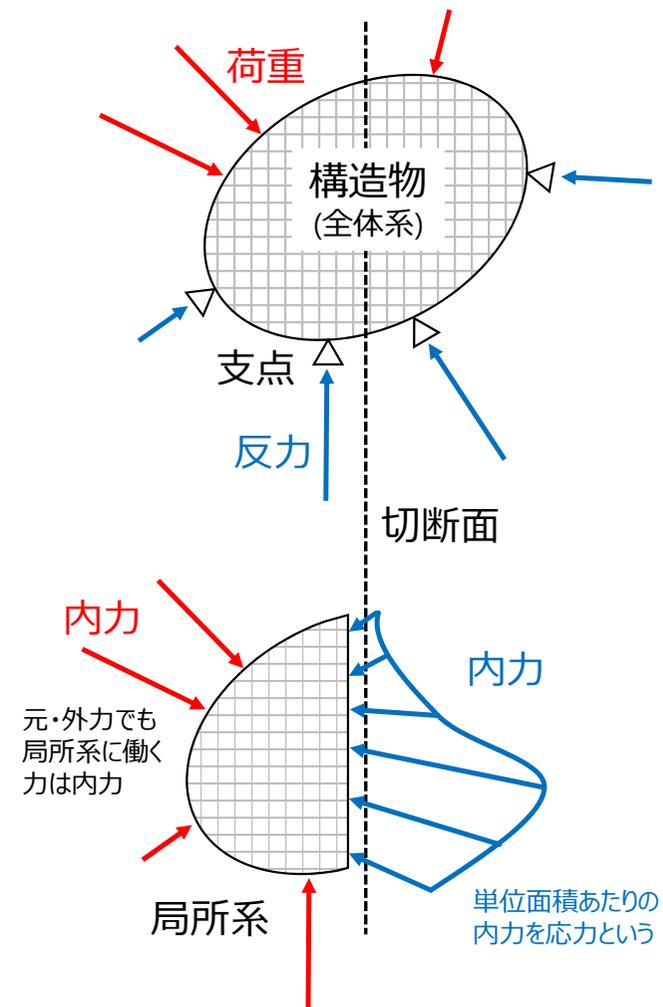
力の分類：外力と内力

□ 外力…全体系に働く力

- 荷重…他の系によって働く外力
※ 計算問題では与えられることが多い（**既知**）
- 反力…支点に働く力
※ 計算問題では**未知**のことが多い

□ 内力…局所系に働く力

- 応力…単位面積あたりの内力
※ 変形の原因！



Equation of Equilibrium

つりあい式

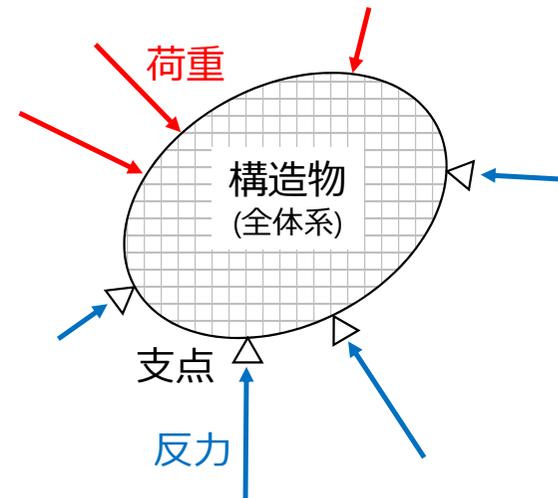
静的つりあい条件

- 外力の和がゼロ

$$\sum_i F_i = 0$$

- 力のモーメントの和がゼロ

$$\sum_i r_i \times F_i = 0$$

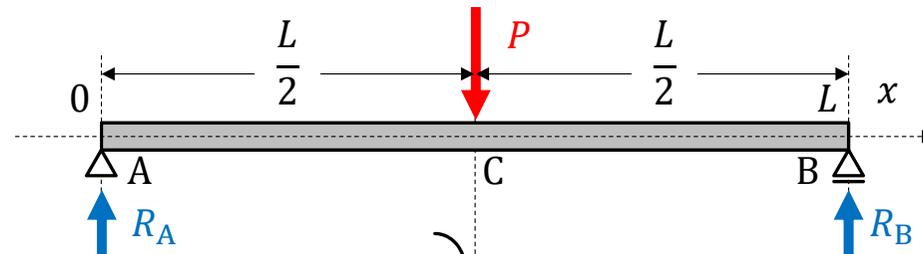


Statically-determinate problems

静定問題

□ 静定問題

□ 全体系のつりあい式から反力が求められる問題



力のつりあい式：

$$P - R_A - R_B = 0$$

C点まわりの力のモーメントのつりあい式

$$\frac{L}{2} \times R_A - \frac{L}{2} \times R_B = 0$$

$$R_A = R_B = \frac{P}{2}$$

静的問題において力のモーメントはどの点を中心にしても必ずつりあう（イコール・ゼロになる）

Summary of Important Words

重要な用語のまとめ

□ 定義

- 構造物 複数の材料・部材からなる力学的システム
- 力 物体の運動・形状を変化させるエージェント
- 外力 全体系に働く力
- 内力 局所系に働く力
- 荷重 他の系によって全体系に生じる力（多くの問題では既知）
- 反力 荷重に抵抗するように、支点に生じる外力（多くの問題では未知）
全体系に含まれる部材によって全体系に生じる力

