

東京電気大学 宮地 一裕 先生 監修

# MIDAS CIVIL NXで学ぶ構造力学

構造編

第1章

MIDAS × MIYACHI Kazuhiro

STRUCTURAL  
ANALYSIS

東京電気大学 宮地 一裕 先生 監修

MIDAS CIVIL NXで学ぶ構造力学

構造編



## 第1章

# 単純梁の解析

教科書 1-1 ~ 1-33 P

# 第1章 単純梁の解析

- 1.1 概念の理解
- 1.2 チュートリアル
- 1.3 構造計算の解説
- 1.4 練習問題

東京電気大学 宮地 一裕 先生 監修

MIDAS CIVIL NXで学ぶ構造力学

構造編



## 第1章

# 単純梁の解析

## - 概念の理解 -

## 単純梁とは？

両端が回転自由（曲げモーメントを伝達しない）な支持条件を持ち、  
静定構造として反力が力の**つり合い**条件のみで決定できる梁

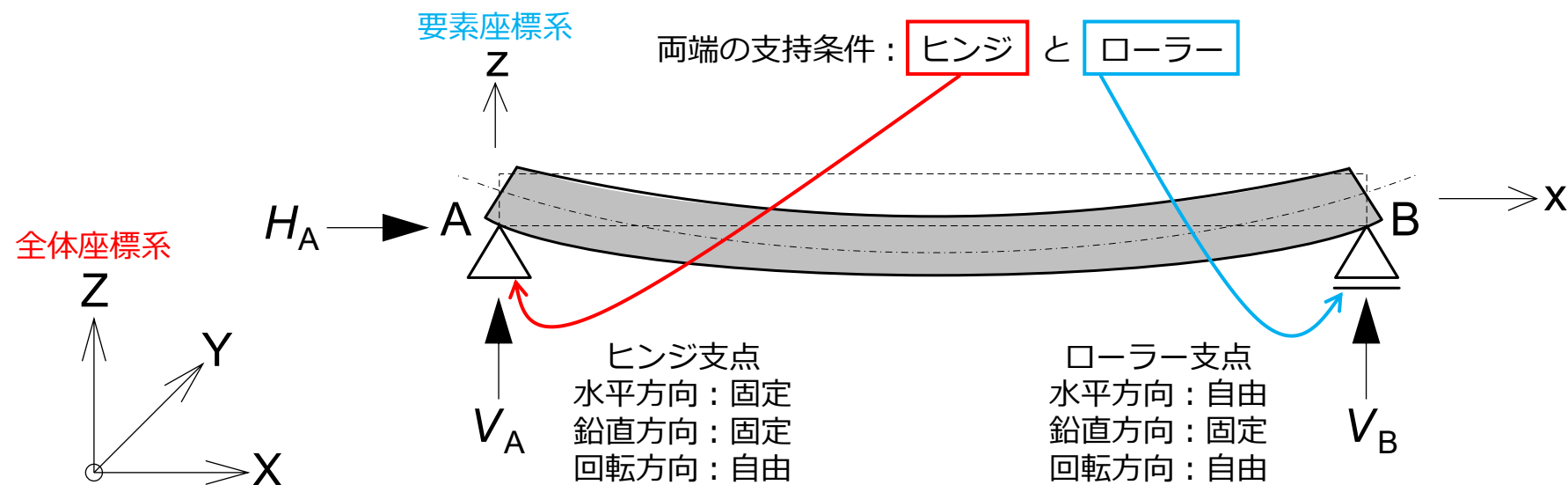


図 1.1 単純梁

CIVIL NXで学ぶ  
構造力学 構造編

東京電気大学  
宮地 一裕 先生

第1章

## つり合いとは？

すべての力や作用が打ち消し合って、状態が変わらないこと = 動かない  
(静止)

3つのつり合い条件式

$$\sum H = 0, \quad \sum V = 0, \quad \sum M = 0 \quad (1.1)$$

水平                  鉛直                  回転

**静定構造物**：3つのつり合い条件を、必要最小限に満足しているもの。

**不静定構造物**：3つのつり合い条件を、必要以上に満足しているもの。

**不安定構造物**：3つのつり合い条件を、満足していないもの。

Step1: つり合い式により反力を求める。

CIVIL NXで学ぶ  
構造力学 構造編

東京電気大学  
宮地 一裕 先生

Step2:反力を求めた後に断面力を求める.

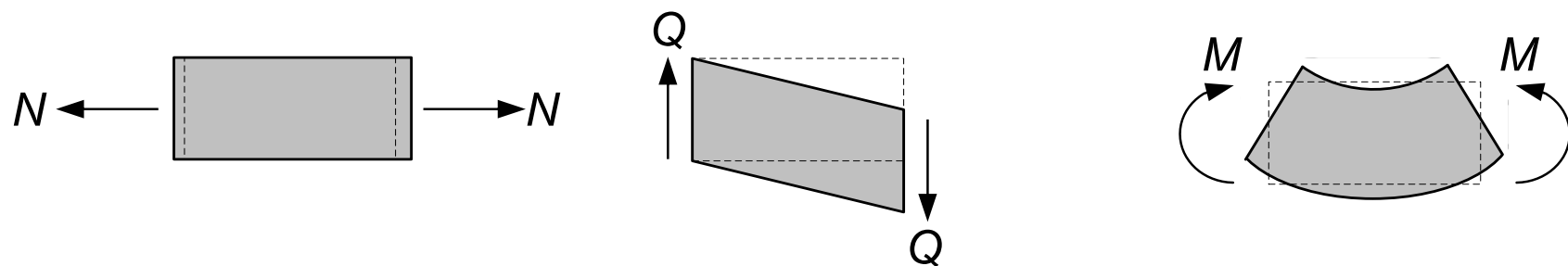


図 1.3 断面力の符号規約

(a) 軸力

軸力  $N$  は 部材要素が  
伸ばされる方向が  
+ 方向

(b) せん断力

せん断力  $Q$  は部材要素が  
右回転する(時計回り)方向が  
+ 方向

(c) 曲げモーメント

曲げモーメント  $M$  は部材  
要素が下に凸になる方向が  
+ 方向

CIVIL NXで学ぶ  
構造力学 構造編

東京電気大学  
宮地 一裕 先生

第1章

# 単純梁の解析 — 概念の理解

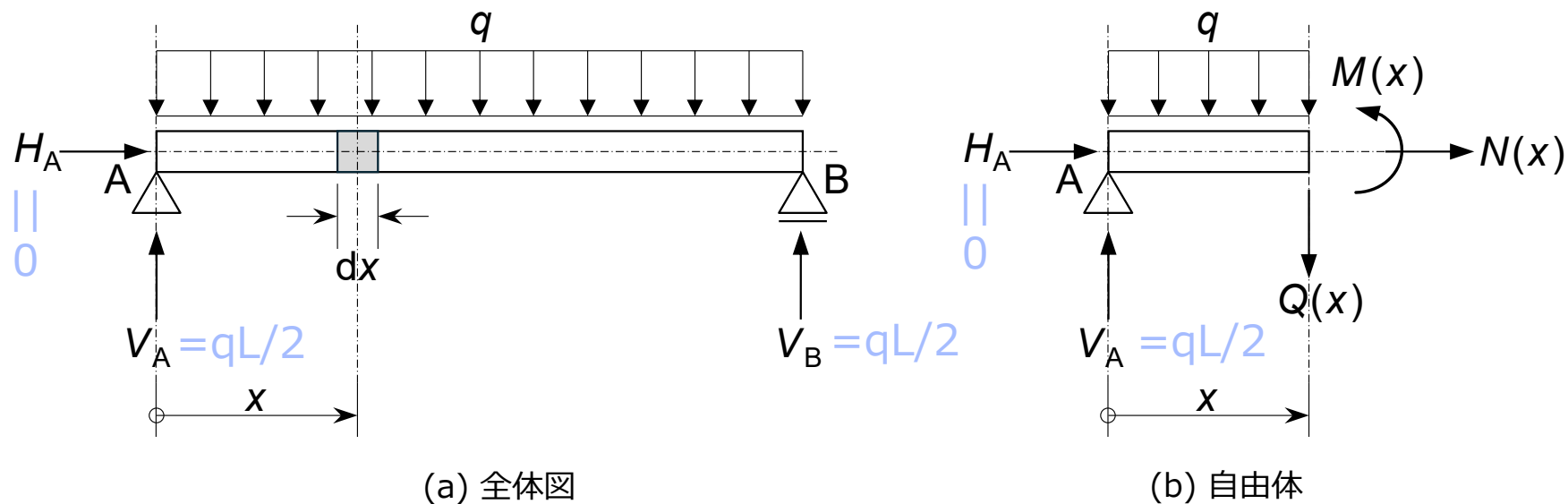


図 1.2 切断法による断面力算定

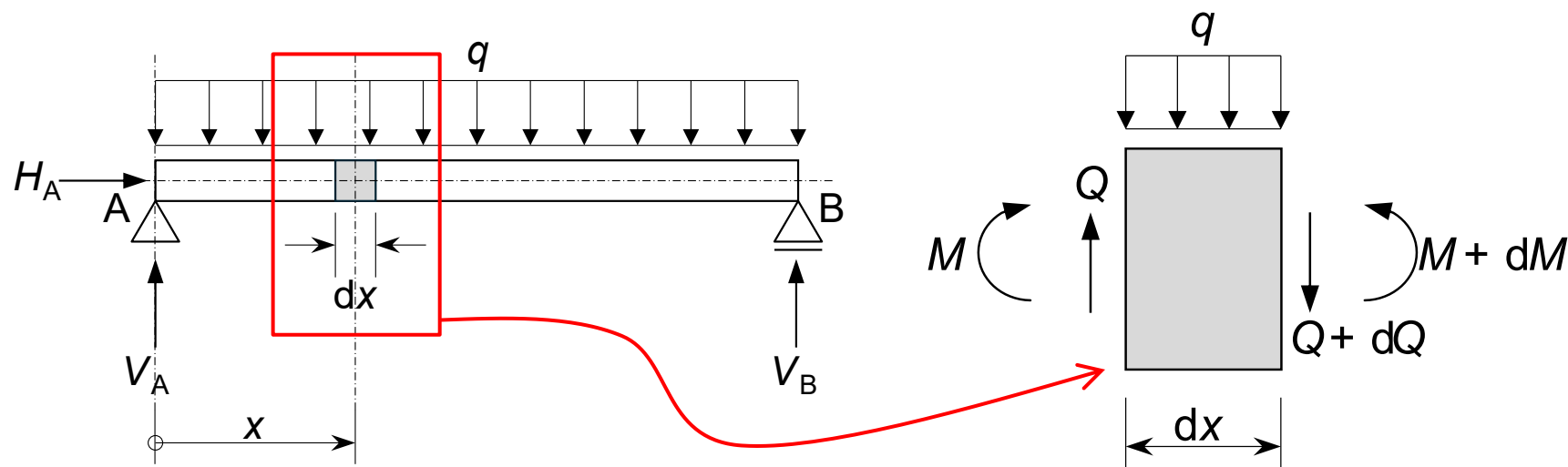
$$\overset{+}{\rightarrow} \sum H = 0 ; H_A + N(x) = 0 \quad (1.2a)$$

$$\overset{+}{\uparrow} \sum V = 0 ; V_A + (-q)x - Q(x) = 0 \quad (1.2b)$$

$$\overset{+}{\curvearrowright} \sum M_x = 0 ; V_A \cdot x - qx \cdot \frac{x}{2} - M(x) = 0 \quad (1.2c)$$

CIVIL NXで学ぶ  
構造力学 構造編

東京電気大学  
宮地 一裕 先生



(a) 全体図

図 1.2 切断法による断面力算定

図 1.4 分布荷重－せん断力－モーメントの相関関係

$$\frac{dQ}{dx} = -q \quad \longrightarrow \quad Q_{x2} - Q_{x1} = \int_{x1}^{x2} -q \, dx \quad (1.3a)$$

$$\frac{dM}{dx} = Q \quad \longrightarrow \quad M_{x2} - M_{x1} = \int_{x1}^{x2} Q \, dx \quad (1.3b)$$

CIVIL NXで学ぶ  
構造力学 構造編

東京電気大学  
宮地 一裕 先生

# 単純梁の解析 — 概念の理解

教科書 1-3

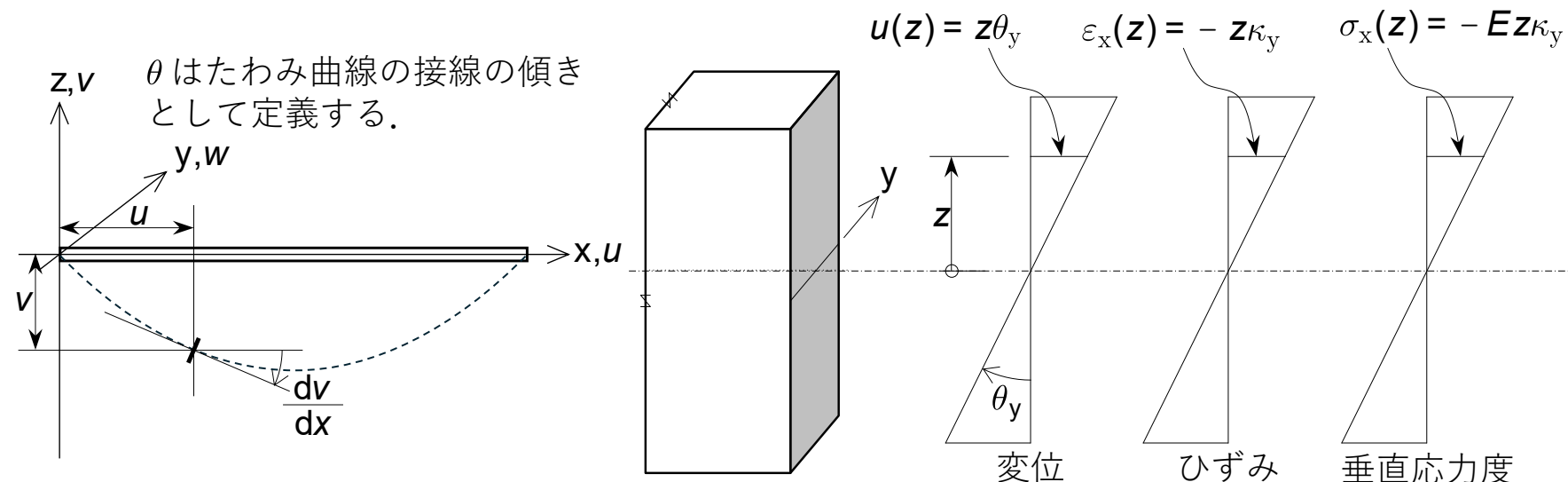


図 1.5 断面での変形, ひずみ, 応力の分布

モーメント  $M$ 

$$v(x) \quad ; \quad \text{たわみ} \quad (1.4a)$$

$$\theta(x) = \frac{dv}{dx} \quad ; \quad \text{たわみ角} \quad (1.4b)$$

$$\kappa(x) = \frac{d\theta}{dx} = \frac{d^2v}{dx^2} \quad ; \quad \text{曲率} \quad (1.4c)$$

微小面積  $dA$  に働く力 ( $\sigma \cdot dA$ ) に  
中立軸からの距離  $z$  をかけて  
断面全体で足し合わせた (積分した) もの

$$M = \int \sigma z dA = \int E z \kappa z dA = E \kappa \int z^2 dA$$

$$M = EI \kappa$$

$$\kappa = M/EI$$

CIVIL NXで学ぶ  
構造力学 構造編

東京電気大学  
宮地 一裕 先生

第1章

$$\kappa = \frac{M}{EI} \quad ; \quad \begin{array}{l} \text{曲げモーメントが曲率} \\ \text{(曲がり具合) を決める関係} \end{array} \quad (1.5a)$$

$$v(x) = \iint \frac{M(x)}{EI} dx \quad ; \quad \text{たわみ曲線を求める基本方程式} \quad (1.5b)$$

$$\frac{d^2v}{dx^2} = \frac{d\theta}{dx} = -\frac{M}{EI}$$

境界条件（支点条件）を定めることにより求める。

$C_1, C_2$  : 積分定数

$$\frac{dv}{dx} = \theta = -\frac{1}{EI} \int M dx + C_1 \quad \text{1回積分}$$

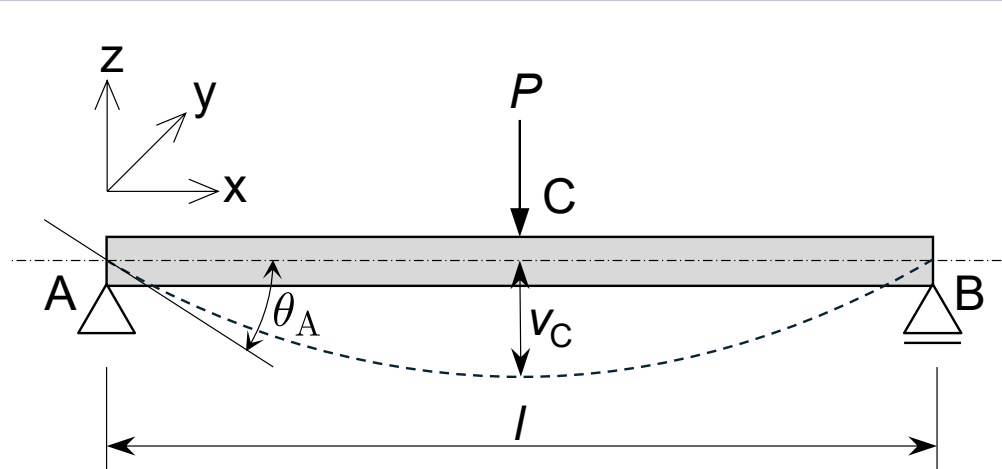
$$v = -\frac{1}{EI} \int \left( \int M dx \right) dx + C_1 x + C_2 \quad \text{2回積分}$$

CIVIL NXで学ぶ  
構造力学 構造編

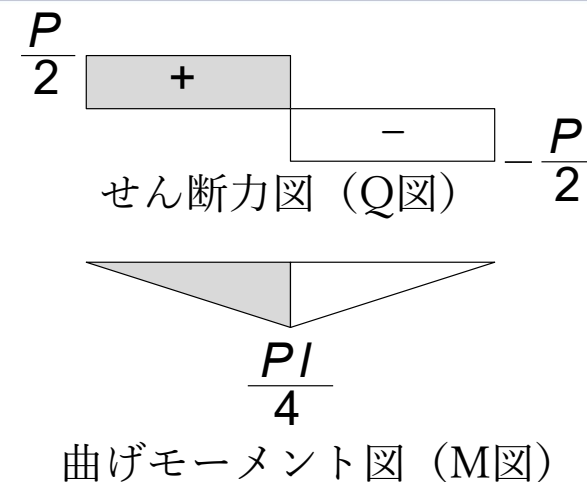
東京電気大学  
宮地 一裕 先生

第1章

# 単純梁の解析 — 概念の理解



(a) モデル



(b) 応力図

図 1.6 集中荷重がかかる単純梁

境界条件 (支点条件)

$x = 0$  の時,  $v = 0$

$x = l$  の時,  $v = 0$

支点部で  
たわみは生じない。

$$\theta_A = \frac{1}{EI} \left( \frac{l}{2} \cdot \frac{Pl}{4} \right) \frac{1}{2} = \frac{Pl^2}{16EI} \quad (1.6a)$$

$$v_C = \frac{Pl^2}{16EI} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{l}{2} = \frac{Pl^3}{48EI} \quad (1.6b)$$

$$\frac{dv}{dx} = \theta = -\frac{1}{EI} \int M dx + C_1$$

$$v = -\frac{1}{EI} \int \left( \int M dx \right) dx + C_1 x + C_2$$

CIVIL NXで学ぶ  
構造力学 構造編

東京電気大学  
宮地 一裕 先生

東京電気大学 宮地 一裕 先生 監修

MIDAS CIVIL NXで学ぶ構造力学

構造編



## 第1章

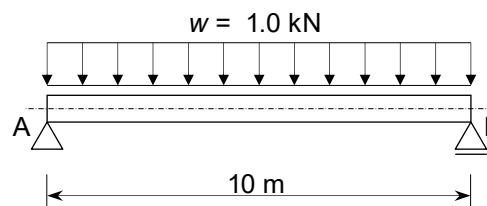
# 単純梁の解析

## - チュートリアル -

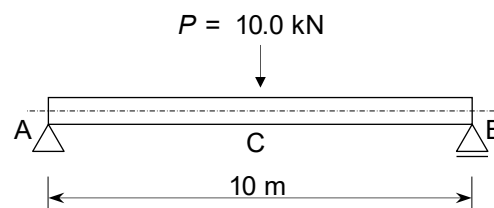
## チュートリアル モデルの概要

教科書 1-5

梁の片方はヒンジ支点，他方はローラー支点で構成されている  
単純梁の変形及び部材力をCIVIL NXで確認し，数値計算の結果と比較する



(a) モデル 1 (等分布荷重)



(b) モデル 2 (集中荷重)

図 1.7 解析モデル図

## ➤ 材料諸元

コンクリート

- ・設計基準強度 .....  $\sigma_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$
- ・ヤング係数 .....  $E_c = 2.50 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$

## ➤ 断面諸元

- ・断面寸法（幅×梁せい） .....  $B \times H = 1.0 \text{ m} \times 0.8 \text{ m}$
- ・断面積 .....  $A = 0.8 \text{ m}^2$
- ・断面二次モーメント .....  $I = 4.267 \times 10^{-2} \text{ m}^4$

## ➤ 荷重

モデル 1

- ・梁全長に等分布荷重を鉛直下向に作用させる.  $w = 1.0 \text{ kN/m}$

モデル 2

- ・梁中央に集中荷重を鉛直下向に作用させる.  $P = 10.0 \text{ kN}$

東京電気大学 宮地 一裕 先生 監修

MIDAS CIVIL NXで学ぶ構造力学

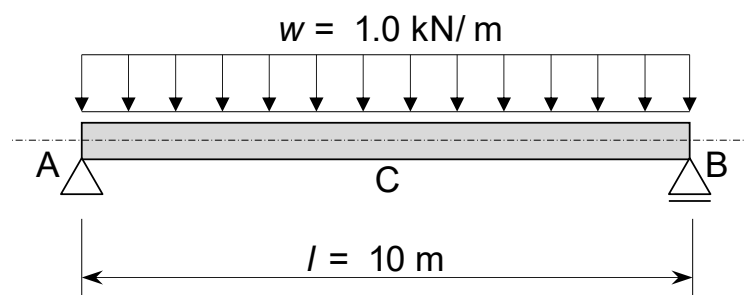
構造編



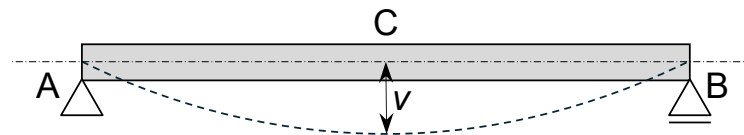
## 第1章

# 単純梁の解析

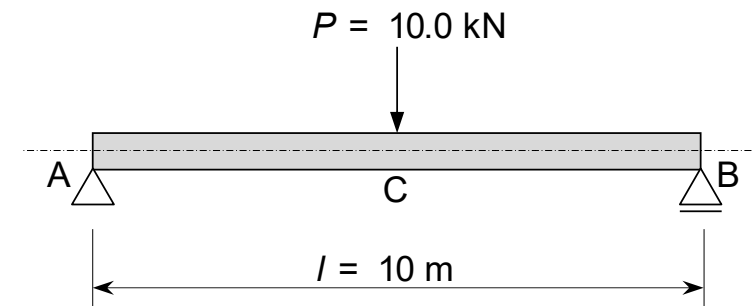
# - 構造計算の解説 -



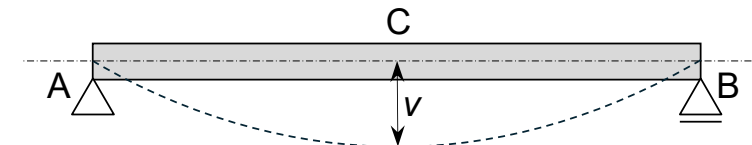
(a) モデル図 (モデル1)



(b) 変形図 (モデル1)



(c) モデル図 (モデル2)



(d) 変形図 (モデル2)

図1.41 解析モデル図

単位を N, m 系に換算する.

$$w = 1.0 \text{ kN/m} = 1.0 \text{ N/mm}$$

$$l = 10 \text{ m} = 10 \times 10^3 \text{ mm}$$

$$E_c = 2.50 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$$

$$I_y = 4.267 \times 10^{10} \text{ mm}^4$$

中央c点のたわみ量を算定する.

$$\frac{5wl^4}{384EI} = \frac{5 \times 1.0 \times (10 \times 10^3)^4}{384 \times 2.50 \times 10^4 \times 4.267 \times 10^{10}}$$

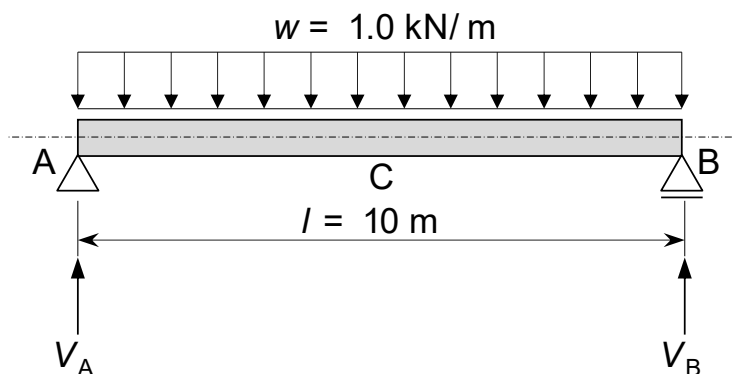
$$\underline{v = 0.122 \text{ mm}}$$

$$\frac{Pl^3}{48EI} = \frac{10.0 \times 10^3 \times (10 \times 10^3)^3}{48 \times 2.50 \times 10^4 \times 4.267 \times 10^{10}}$$

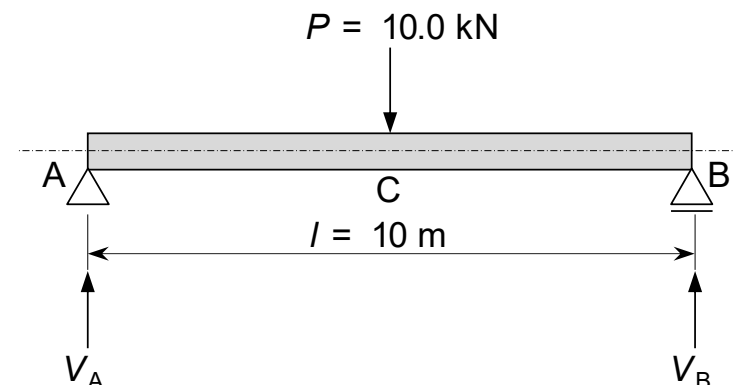
$$\underline{v = 0.195 \text{ mm}}$$

CIVIL NXで学ぶ  
構造力学 構造編

東京電気大学  
宮地 一裕 先生



(a) 反力図 (モデル1)



(d) 反力図 (モデル2)

図1.42 計算結果

断面力と反力の単位は N, m 系で算定する.

$$w = 1.0 \text{ kN/m}, \quad l = 10 \text{ m}$$

$$P = 10.0 \text{ kN}, \quad l = 10 \text{ m}$$

両端の支点に作用する鉛直反力を算定する.

$$V_A = V_B = \frac{wl}{2} = \frac{1.0 \times 10}{2} = 5.0 \text{ kN}$$

$$V_A = V_B = \frac{P}{2} = \frac{10.0}{2} = 5.0 \text{ kN}$$

CIVIL NXで学ぶ  
構造力学 構造編

東京電気大学  
宮地 一裕 先生

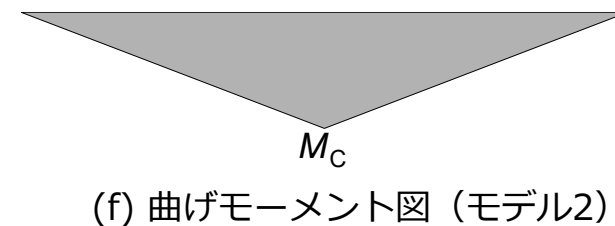
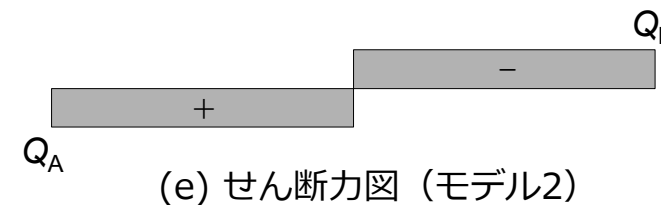
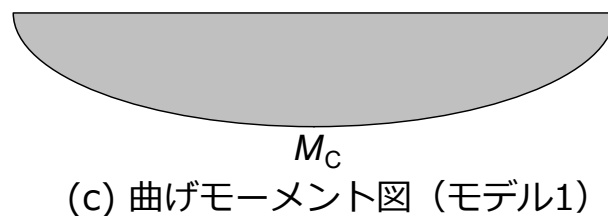
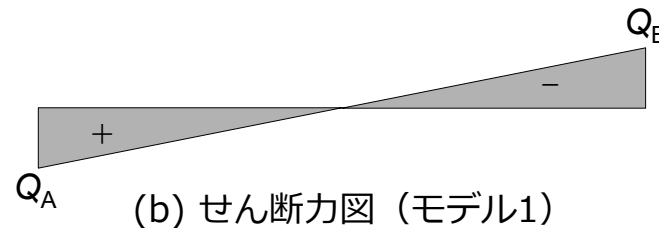


図1.42 計算結果

両端に生ずるせん断力を算定する.

$$Q = \pm \frac{wl}{2} = \pm \frac{1.0 \times 10}{2} = \pm 5.0 \text{ kN}$$

$$Q = \pm \frac{P}{2} = \pm \frac{1.0 \times 10}{2} = \pm 5.0 \text{ kN}$$

中央C点に生ずる曲げモーメントを算定する.

$$M_C = \frac{wl^2}{8} = \frac{1.0 \times 10^2}{8} = 12.5 \text{ kN m}$$

$$M_C = \frac{Pl}{4} = \frac{10.0 \times 10^2}{4} = 25.0 \text{ kN m}$$

CIVIL NXで学ぶ  
構造力学 構造編

東京電気大学  
宮地 一裕 先生