

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9章

MIDAS × MIYACHI Kazuhiro

STRUCTURAL
ANALYSIS

第9章

強制変位による解析

教科書 9-1 ～ 9-23 P

第9章 強制変位 による解析

- 9.1 概念の理解
- 9.2 チュートリアル
- 9.3 構造計算の解説
- 9.4 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9章

強制変位による解析

- 概念の理解 -

強制変位による解析 — 概念の理解

強制変位

特定の節点において、ある自由度方向の変位量が既知である場合、その変位条件の下での構造的挙動を解析する手法。

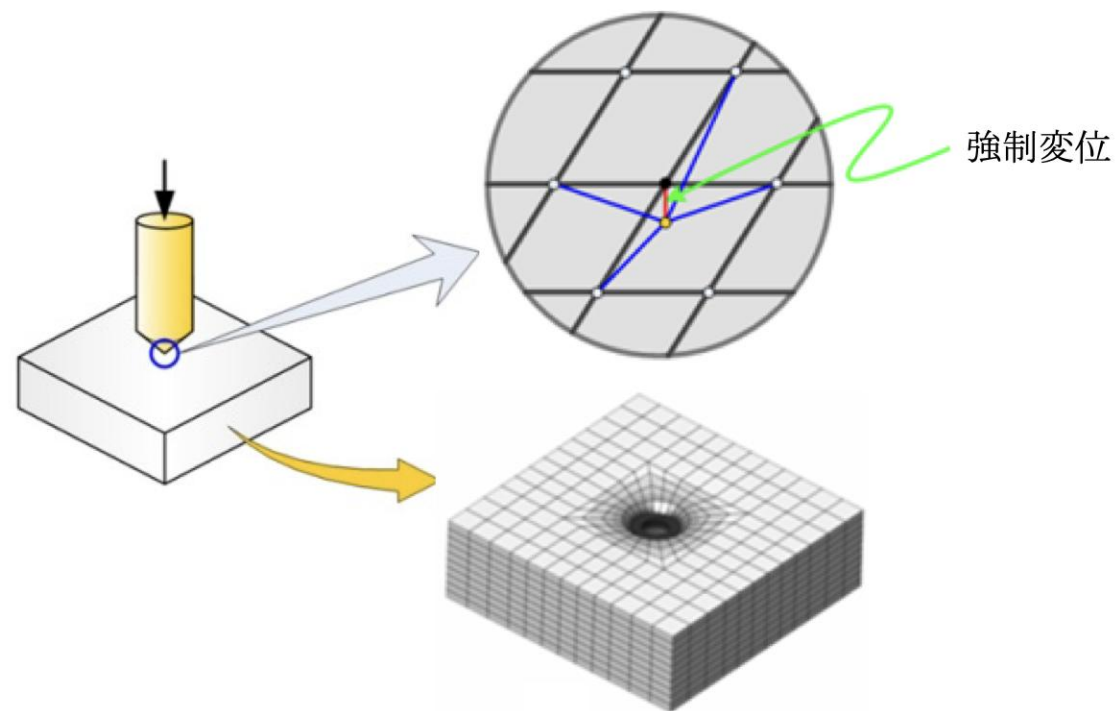


図 9.1 強制変位による解析の概念図

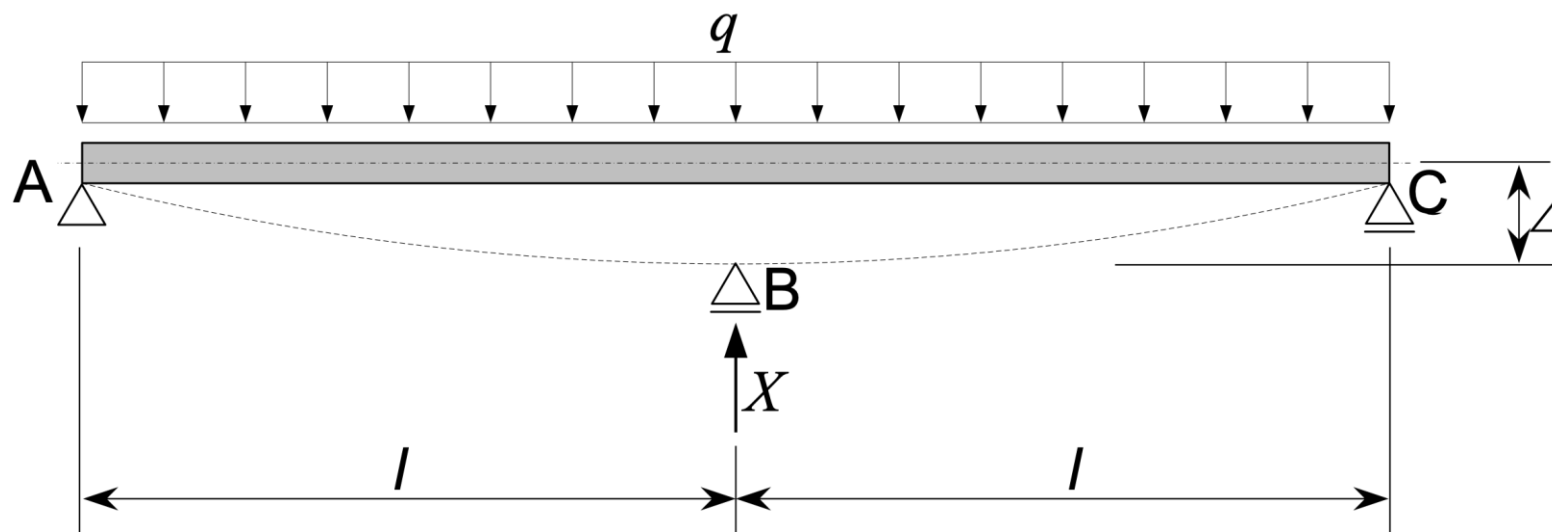


図 9.2 強制変位を持つ連続梁

$$E = 3 \times 10^7 \text{ kN/m}^2, I = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^4, q = 10, 0, -10 \text{ kN/m}, l = 4.5 \text{ m}$$

$$\Delta - \frac{5q(2l)^4}{384EI} = \frac{X(2l)^3}{48EI} \quad (9.1)$$

CIVIL NXで学ぶ
構造力学 構造編

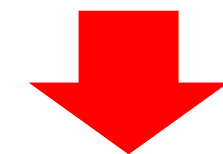
東京電気大学
宮地 一裕 先生

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9章

反力上向き



反力下向き

盛上る

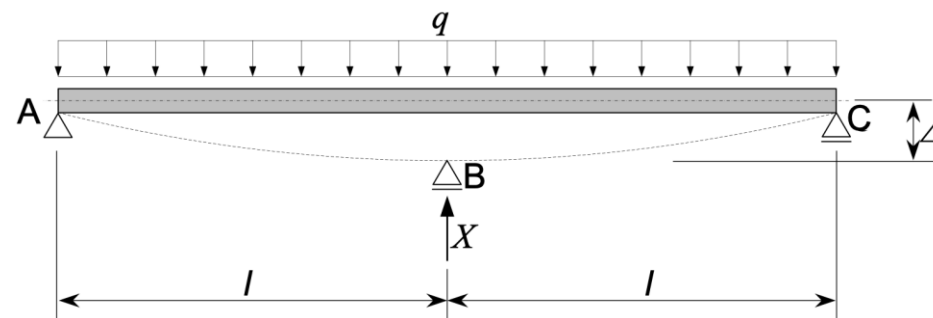


図 9.2 強制変位を持つ連続梁

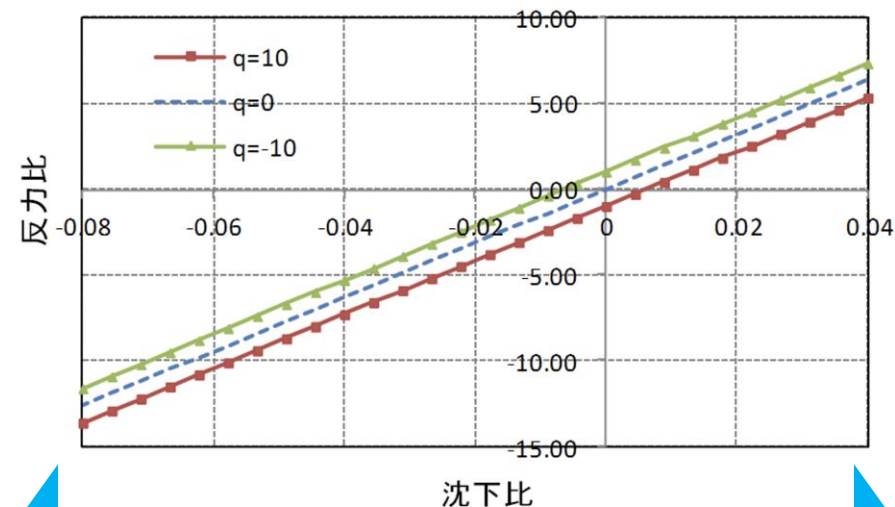


図 9.3 沈下比－反力比の関係

沈下

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9章

強制変位による解析

- チュートリアル -

チュートリアル — モデルの概要

本チュートリアルでは2スパン連続梁において、梁要素（要素1,2）には等分布荷重が載荷され、2つの支点（節点2, 3）には支点沈下が発生する際の支点反力、変形図、部材力を確認する。

特に、構造解析後の結果の分析において、支点沈下が発生する前と後の支点反力や各種の部材力の変化様相を確認する。

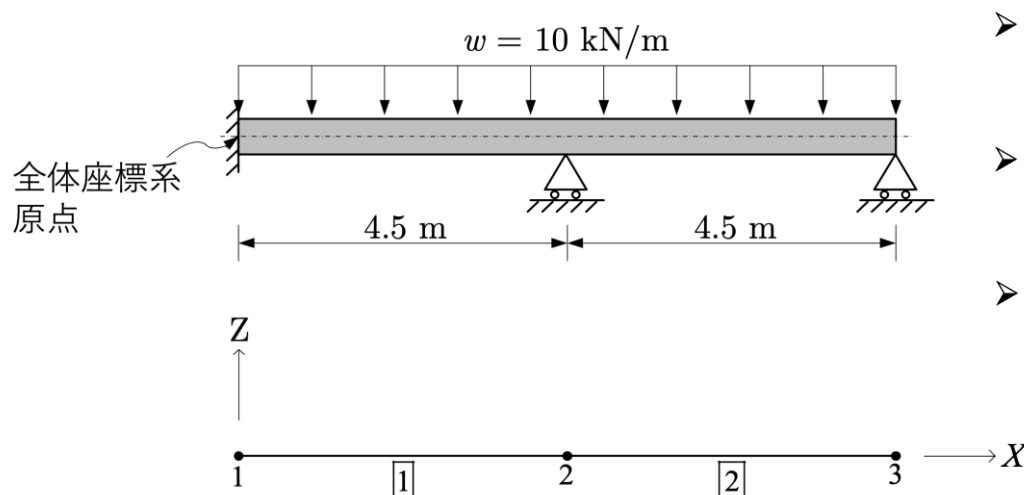


図 9.4 解析モデル

- 材料
 - ・ヤング係数 $E = 30,000 \text{ N/mm}^2$
- 断面
 - ・断面二次モーメント $I_{yy} = 1.0 \times 10^9 \text{ mm}^4$
- 荷重
 - ・等分布荷重 $w = 10 \text{ kN/m}$
 - ・支点2の支点沈下量 $D_{st2} = 40 \text{ mm}$
 - ・支点3の支点沈下量 $D_{st3} = 25 \text{ mm}$

東京電気大学 宮地 一裕 先生 監修

MIDAS CIVIL NXで学ぶ構造力学

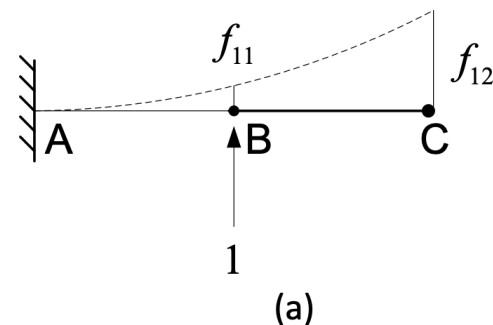
構造編



第9章

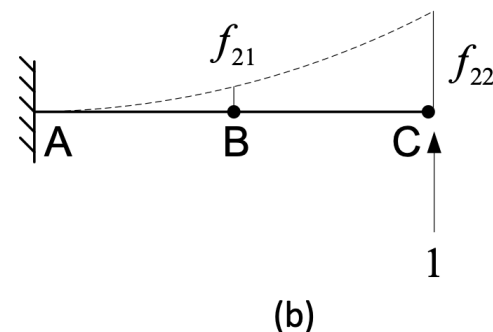
強制変位による解析

- 構造計算の解説 -

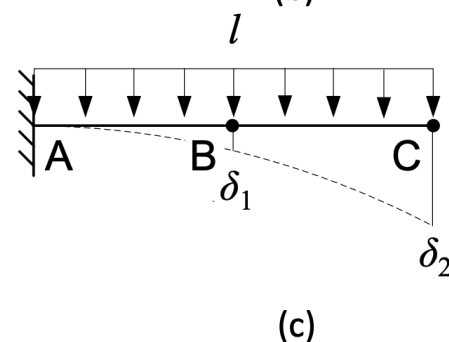


$$fX + \delta = \Delta \quad (9.2)$$

$$\begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} \\ f_{21} & f_{22} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \Delta_1 \\ \Delta_2 \end{Bmatrix} \rightarrow \begin{cases} f_{11}X_1 + f_{12}X_2 + \delta_1 = \Delta_1 \\ f_{21}X_1 + f_{22}X_2 + \delta_2 = \Delta_2 \end{cases} \quad (9.3)$$



$$\begin{bmatrix} 1.013 & 2.531 \\ 2.531 & 8.100 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} -96.820 \\ -273.375 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -40 \\ -25 \end{Bmatrix} \quad (9.4)$$



$$f_{11} = \frac{l^3}{3EI} = 1.013 \text{ mm}, f_{12} = f_{21} = \frac{5l^3}{3EI} = 2.531 \text{ mm}, f_{22} = \frac{8l^3}{3EI} = 8.100 \text{ mm}$$

$$\delta_1 = \frac{17l^4}{24EI} = -96.820 \text{ mm}, \delta_2 = \frac{2l^4}{EI} = -273.375 \text{ mm}$$

図 9.19 各荷重条件によるモーメントの比較

CIVIL NXで学ぶ
構造力学 構造編

東京電気大学
宮地 一裕 先生

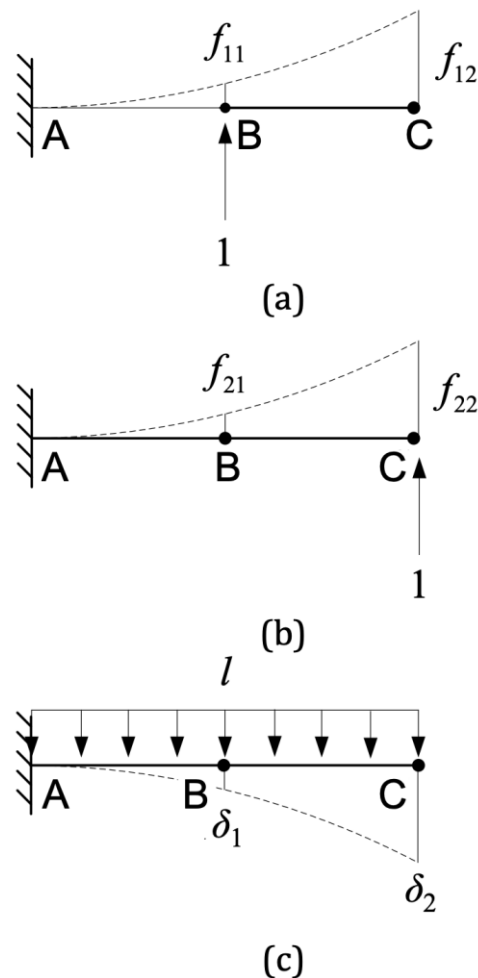


図 9.19 各荷重条件によるモーメントの比較

1. 荷重のみ作用し，支点沈下はない場合

$$\begin{bmatrix} 1.013 & 2.531 \\ 2.531 & 8.100 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} -96.820 \\ -273.375 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

$$X_1 = 51.429 \text{ kN}$$

$$X_2 = 17.679 \text{ kN}$$

2. 支点沈下のみ発生し，荷重はない場合

$$\begin{bmatrix} 1.013 & 2.531 \\ 2.531 & 8.100 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -40 \\ -25 \end{Bmatrix}$$

$$X_1 = -145.326 \text{ kN}$$

$$X_2 = 42.428 \text{ kN}$$

3. 荷重と支点沈下が同時に発生する場合

$$X_1 = 51.429 - 145.326 = -93.898 \text{ kN}$$

$$X_2 = 17.679 + 42.428 = 60.007 \text{ kN}$$

CIVIL NXで学ぶ
構造力学 構造編

東京電気大学
宮地 一裕 先生