

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10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10章

移動荷重の解析

教科書 10-1 ~ 10-22 P

第10章

移動荷重の解析

10.1 概念の理解

10.2 チュートリアル

10.3 構造計算の解説

10.4 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10章

移動荷重の解析

- 概念の理解 -

移動荷重の解析 = 活荷重や車両の**移動荷重**を
考慮した解析を行う際に使用

目的： 車両や列車などの「動く重み」が構造物を渡るとき、**どこで一番大きなストレス（最大・最小の断面力や変位）が発生するか**を突き止める解析

メリット： 車両を「1センチ動かしては再計算...」
という気の遠くなるような繰り返し計算は**不要**

「**影響線（面）**」という特殊なモノサシを最初に作ることで、一発で最悪の荷重位置を見つけ出せる

CIVIL NXで学ぶ
構造力学 **構造編**

東京電気大学
宮地 一裕 先生

車線の定義： 橋（桁）の上に、車両が通る「ルート（車線・車線面）」を設定する

影響線の作成： そのルート上に「**単位荷重（基準となる1の重み）**」を走らせて、各部材の反応のクセ（影響線・影響面）を計算する

最悪ケースの自動算出： 定義した実際の車両荷重（大型トラックなど）を影響線に掛け合わせ、構造物が受ける「たわみ・断面力・支点反力の最大値／最小値」を自動で算定する

影響線（Influence Line）：【線】での評価

構造物の「線上」を単位荷重（ z 方向の基準重み）が移動するときの反応を記録

主に**梁（ビーム）要素**や、ルートが固定された橋梁の解析に使用

影響面（Influence Surface）：【面】での評価

構造物の「面内（床版など）」の各節点に単位荷重を載荷したときの反応を記録

板（プレート）要素を使い、車線変更や斜め走行など、横方向の広がりを持つ荷重に使用

3ステップの解析手順：

- 【定義】 車両の重さや、
走るルート（車線・車線面）を決める
- 【計算】 単位荷重 1 を走らせて、
構造物固有の「影響線・影響面」を作る
- 【算出】 実際の車両を重ね合わせ、
移動に伴う反応を全パターン計算する

結果が「**最大値**」と「**最小値**」の2種類になる理由：
車が移動すると、部材に
「**下向きの力（最大）**」がかかる瞬間もあれば、
テコの原理で「**上に浮き上がる力（最小）**」がかかる
瞬間もある

構造物の安全を確かめるため、
最もキツイ「**最悪の表と裏の顔**」を同時に出力する
(他の荷重との組合せも可能)

CIVIL NXで学ぶ
構造力学 **構造編**

東京電気大学
宮地 一裕 先生

影響線を「Müller-Breslauの原理」でイメージする

原理： 影響線の形は、「知りたい力を解除して、そこを『1』だけ動かしたときの、梁の変形形状」そのものになる

メリット： 面倒な数式を使わずに、**グラフが直線になるか曲線になるか、プラスになるかマイナスになるか**が直感的にわかる

CIVIL NXで学ぶ
構造力学 **構造編**

東京電気大学
宮地 一裕 先生

移動荷重の解析 — 概念の理解

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10章

影響線の種類	(左) 単純梁の影響線	(右) 2 スパン連続梁の影響線
(a) 解析モデル		
(b) 反力 V_A		
(c) 反力 V_B		
(d) せん断力 Q_C		
(e) 曲げ モーメント M_C		
(f) 曲げ モーメント M_B		

図 10.1 影響線

移動荷重の解析 — 概念の理解

B点曲げモーメント (M_B) の影響線を「変形」で作る

•手順：

- 連続梁の真ん中 (B点) にピン (ヒンジ) を挿入して、カクカク動くようにする
- B点を「折れ角の合計が『1 (単位回転角)』」になるように、グッと上へ突き上げる

•結果：

- このときにできる梁のへの字の形 (図10.1の f 右) が、そのまま影響線 (モノサシ) になる
- **知りたいこと：** スパン中央 (一番折れ曲がっている中間地点) のたわみ Δ の数値はいくつになるか？

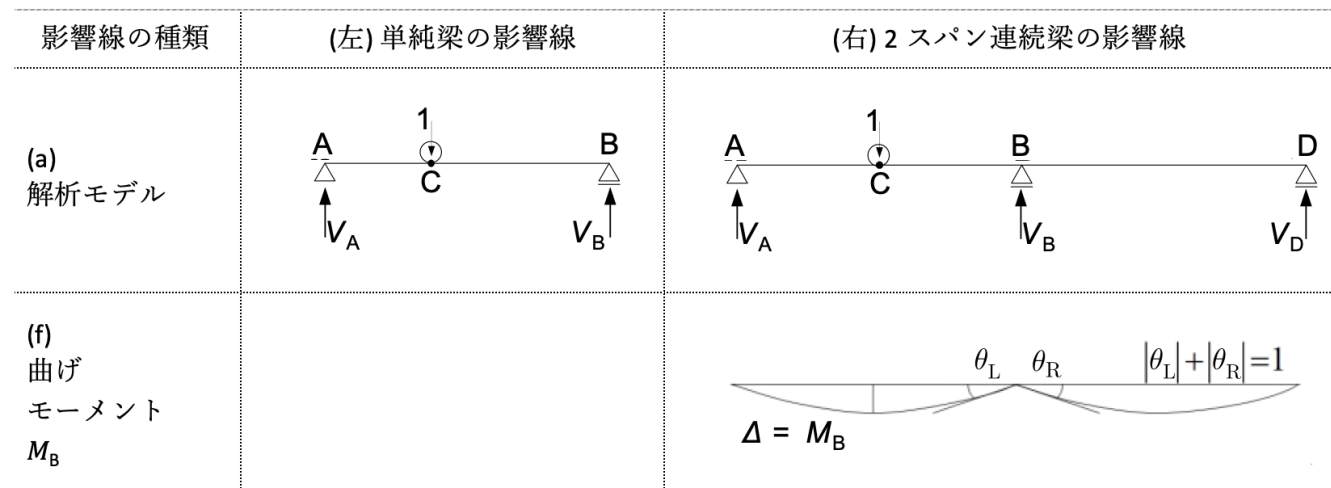


図 10.1 影響線

CIVIL NXで学ぶ
構造力学 構造編

東京電気大学
宮地 一裕 先生

移動荷重の解析 — 概念の理解

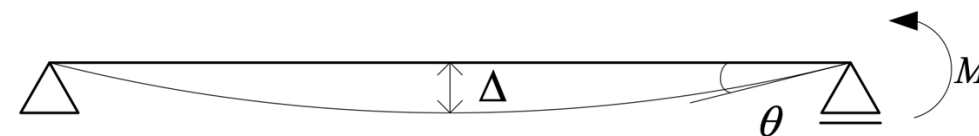
$$\theta = \frac{ML}{3EI} \quad (10.1)$$

$$\frac{ML}{3EI} \times 2 = 1 \quad (10.2)$$

$$M = \frac{3EI}{2L} \quad (10.3)$$

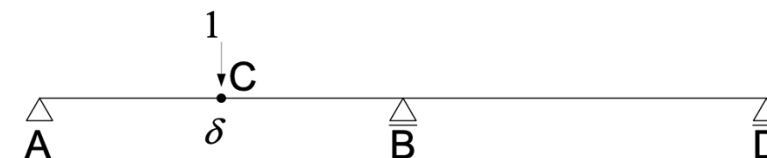
$$\Delta = M_B = \frac{ML^2}{16EI} = \frac{3EI}{2L} \times \frac{L^2}{16EI} = \frac{3L}{32} \quad (10.4)$$

$$W_F = V_A \times 1 - 1 \times \Delta = 0 \quad (10.5)$$

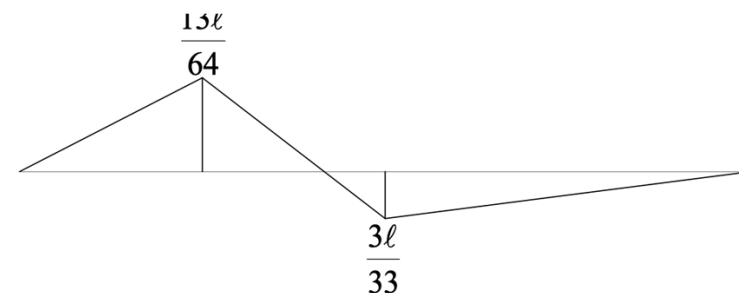


$$\theta = \frac{Ml}{3EI}, \Delta = \frac{Ml^2}{16EI}$$

図 10.2 B 点の回転角及びモーメント



(a) モデル



(b) M 図

図 10.3 2 スパン連続梁のモーメント図

CIVIL NXで学ぶ
構造力学 構造編

東京電気大学
宮地 一裕 先生

移動荷重の解析 — 概念の理解

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10章

影響線の種類	(左) 単純梁の影響線	(右) 2 スパン連続梁の影響線
(a) 解析モデル		
(b) 反力 V_A		
(c) 反力 V_B		
(d) せん断力 Q_C		
(e) 曲げ モーメント M_C		
(f) 曲げ モーメント M_B		

$$W_E = V_A \times 1 - 1 \times \Delta = 0 \quad (10.5)$$

図 10.1 影響線

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10章

移動荷重の解析

- チュートリアル -

チュートリアル — モデルの概要

3 スパン連続梁に移動荷重（標準トラック荷重）を載荷する際の，影響線を用いた部材位置ごとの最大断面力を算定し，最大断面力を発生させる移動荷重の位置を確認する。

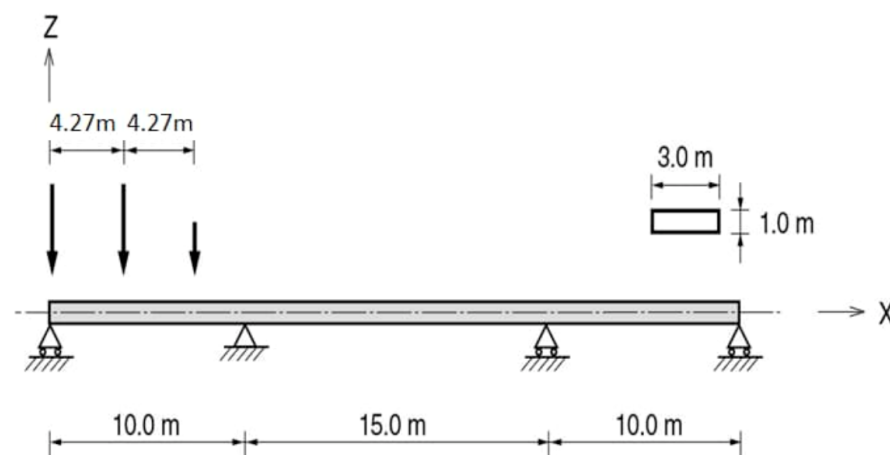


図 10.4 解析モデル

➤ 材料

コンクリート

- ・設計基準強度..... $\sigma_{ck} = 27 \text{ N/mm}^2$
- ・ヤング係数..... $E = 2.650 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$

➤ 断面

- ・断面積（長方形）.. $B \times H = 3.0 \text{ m} \times 1.0 \text{ m}$

➤ 荷重

- ・標準トラック荷重 .. AASHTO 規準荷重 HS-25

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10章

移動荷重の解析

- 構造計算の解説 -

$$i = \frac{15}{40 + L} = \frac{15}{40 + 15} = \frac{15}{55} = 0.273$$

$$\begin{aligned} M_{B,\max} &= (177.93 \times 1.227 + 177.93 \times 1.270 + 44.48 \times 0.462) \times (1 + 0.273) \\ &= 592 \text{ kN} \end{aligned}$$

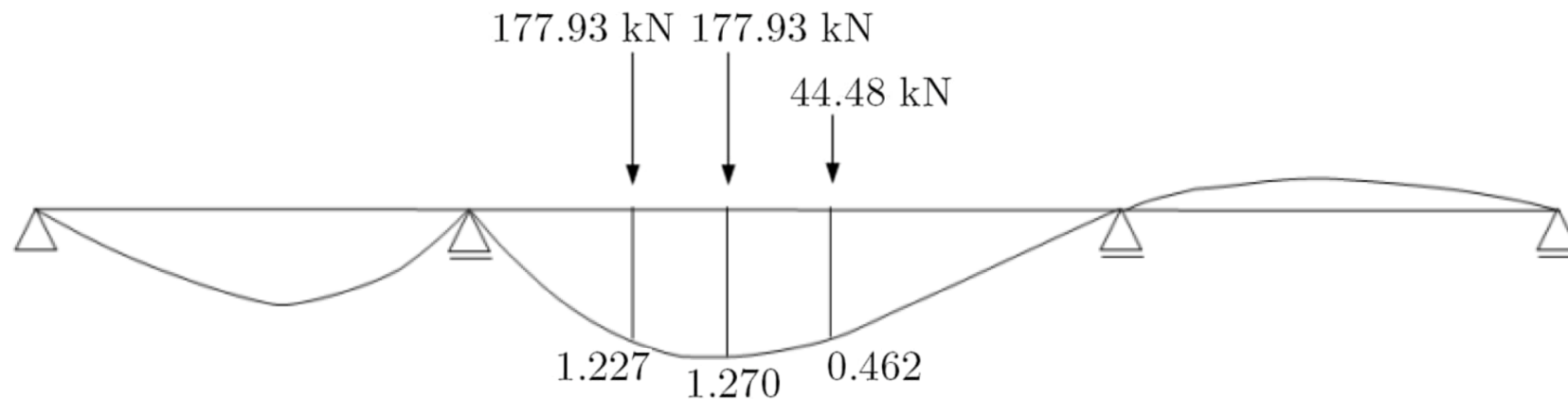


図 10.20 影響線の計算結果

CIVIL NXで学ぶ
構造力学 構造編

東京電気大学
宮地 一裕 先生