

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6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6章

フレーム解析

教科書 6-1 ~ 6-33 P

第6章 フレーム解析

- 6.1 概念の理解
- 6.2 チュートリアル
- 6.3 構造計算の解説
- 6.4 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6章

フレーム解析

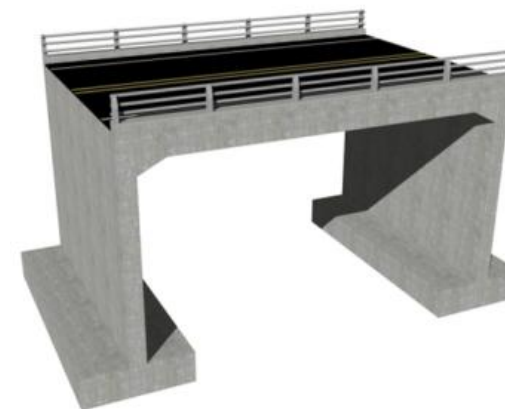
- 概念の理解 -

フレーム構造とは？

部材同士が剛接合されている構造をフレーム構造（Frame, Rigid frame, またはラーメン構造）という。一般に、柱と梁が剛接合された骨組み構造を指し、節点に接続された部材間では、**曲げモーメント**、**せん断力**および**軸力**が相互に伝達される。



(a) 鉄骨ラーメン



(b) RC門型ラーメン

写真 6.1 フレーム構造

CIVIL NXで学ぶ
構造力学 構造編

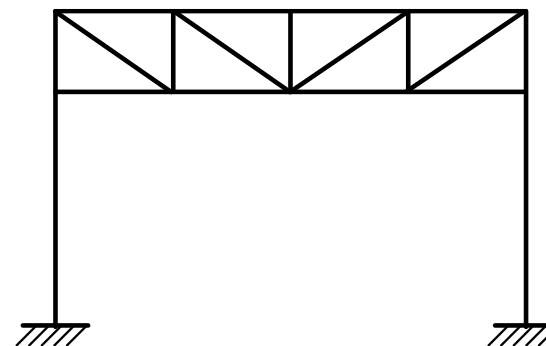
東京電気大学
宮地 一裕 先生

第6章

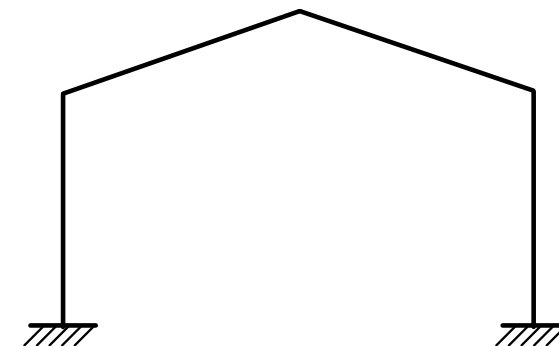
フレーム解析 — 概念の理解



(a) 静定フレーム



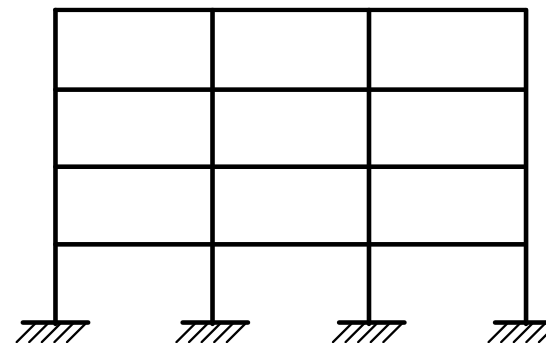
(b) 合成フレーム



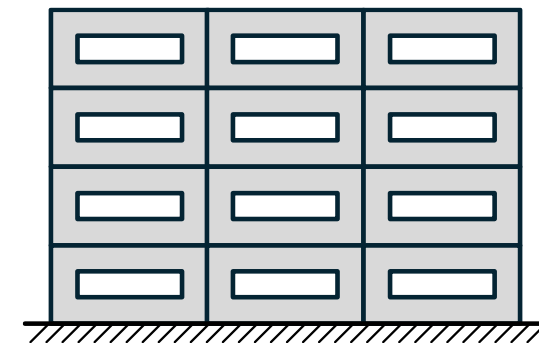
(c) 異形フレーム



(d) 長方形フレーム



(e) 長方形フレーム



(f) 壁式フレーム

写真 6.2 フレーム構造

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6章

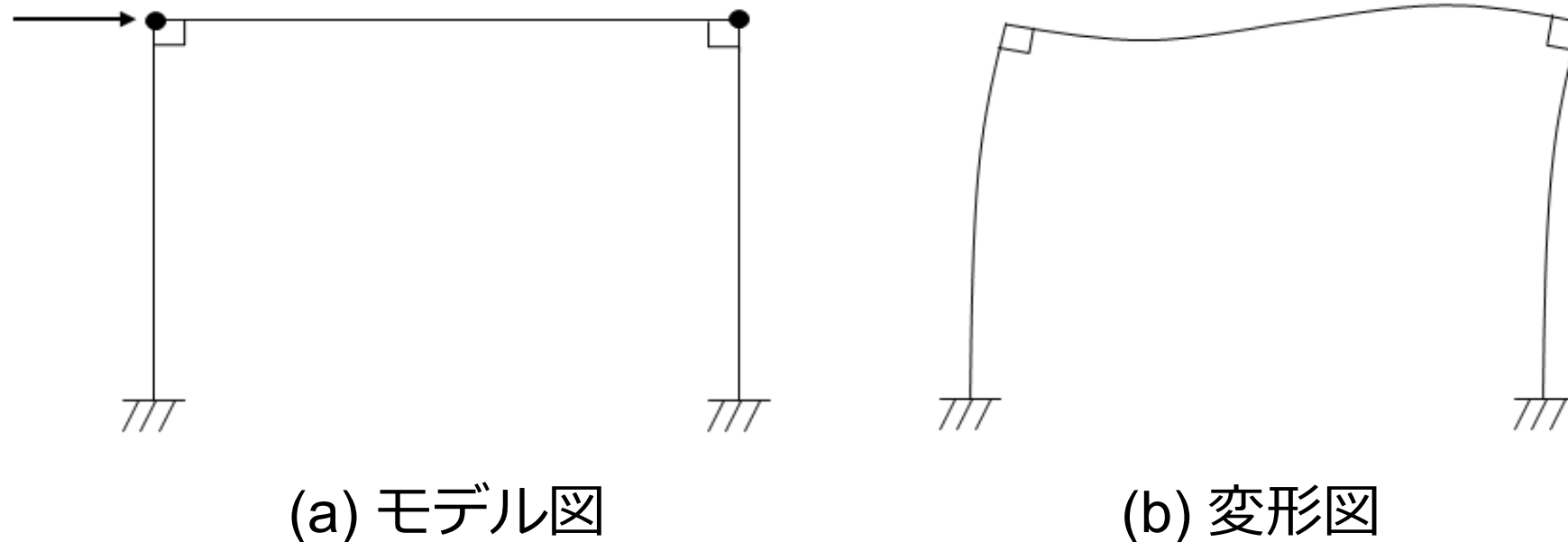
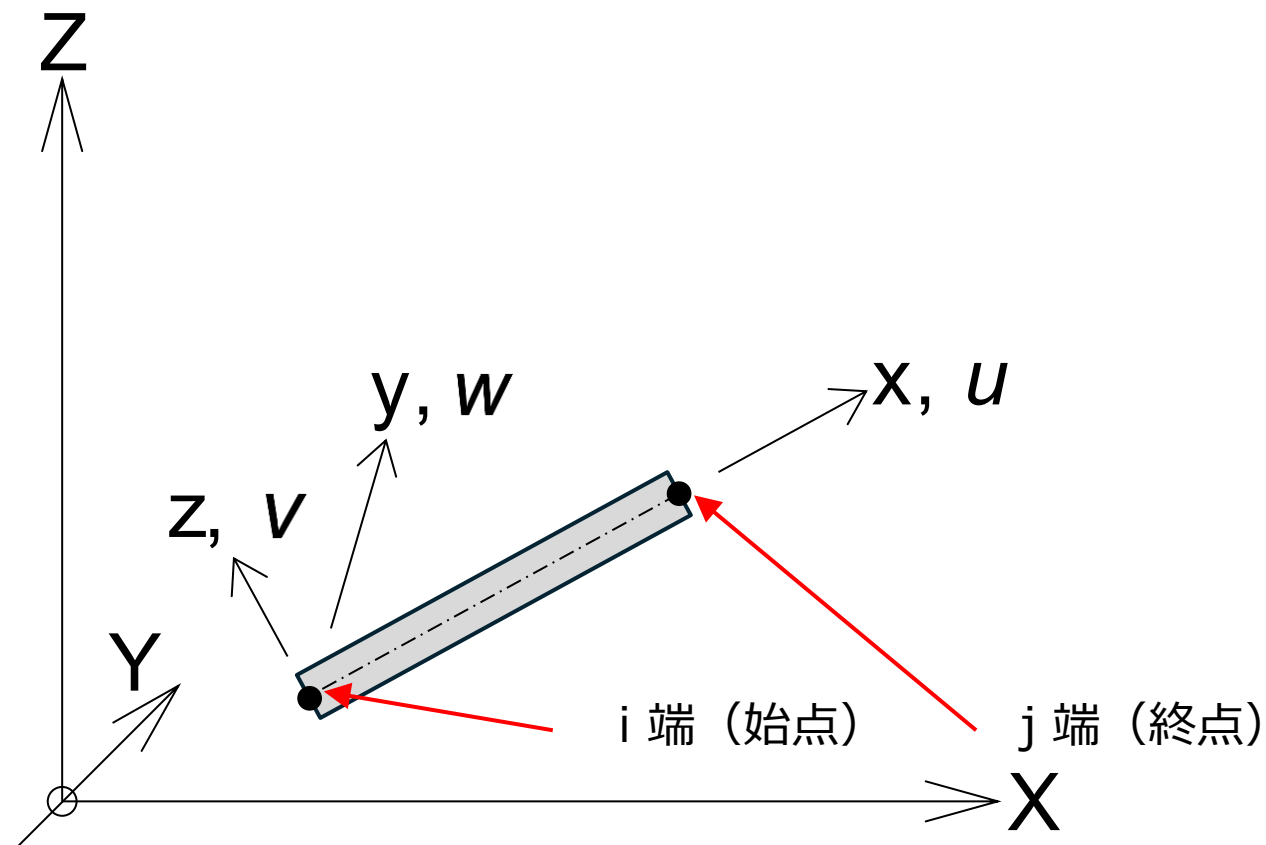


図 6.1 フレーム構造の変形

フレーム解析 — 概念の理解

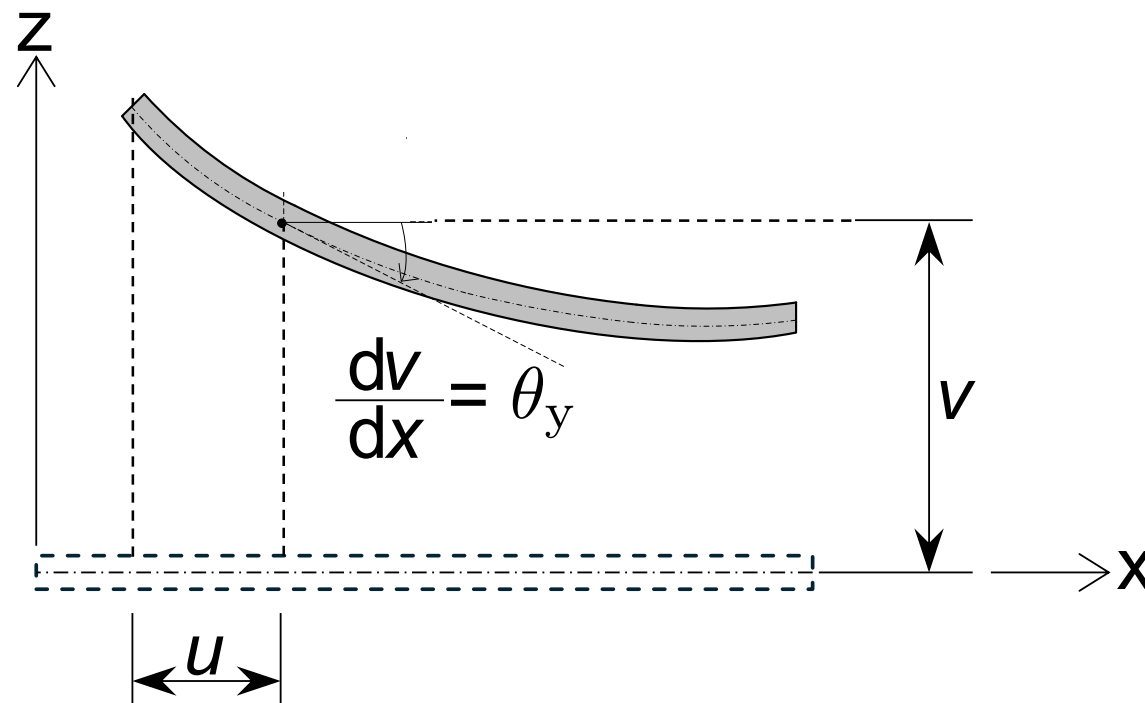


※ u, w, v はそれぞれ要素座標系を基準にした x, y, z 方向の変位を表す.
図 6.2 フレーム構造の要素座標系及び変位

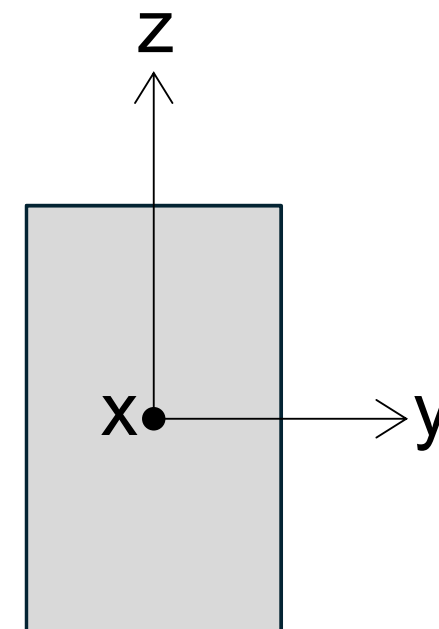
CIVIL NXで学ぶ
構造力学 構造編

東京電気大学
宮地 一裕 先生

第6章



(a) 要素座標系での変形



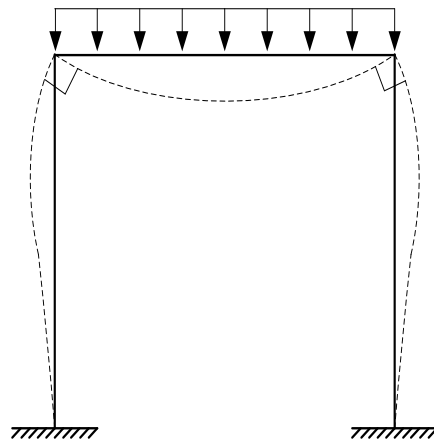
(b) 断面の軸

図 6.3 2次元フレームの変形及び断面の軸

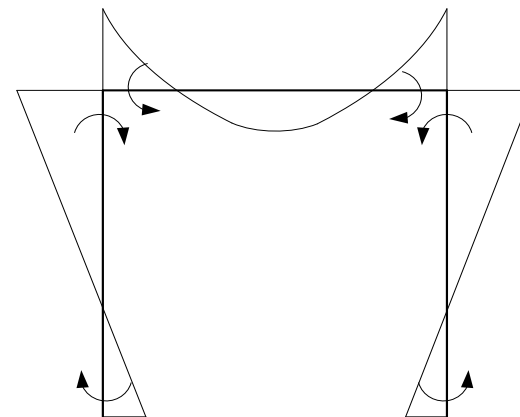
CIVIL NXで学ぶ
構造力学 構造編

東京電気大学
宮地 一裕 先生

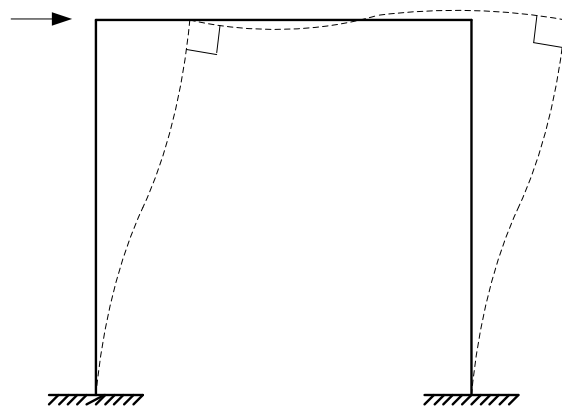
第6章



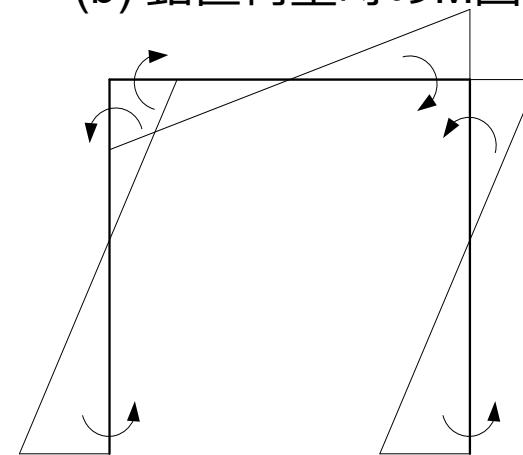
(a) 鉛直荷重時のモデル図・変形図



(b) 鉛直荷重時のM図



(c) 水平荷重時のモデル図・変形図



(d) 水平荷重時のM図

図 6.4 フレーム構造の外力に対する変形及び部材力

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6章

連続梁の解析

- チュートリアル -

チュートリアル ーモデルの概要

解析モデルは、すべての部材が剛接合されたモデル1と、要素中央にヒンジを設けたモデル2の2種類とする。

➤材料（コンクリート）

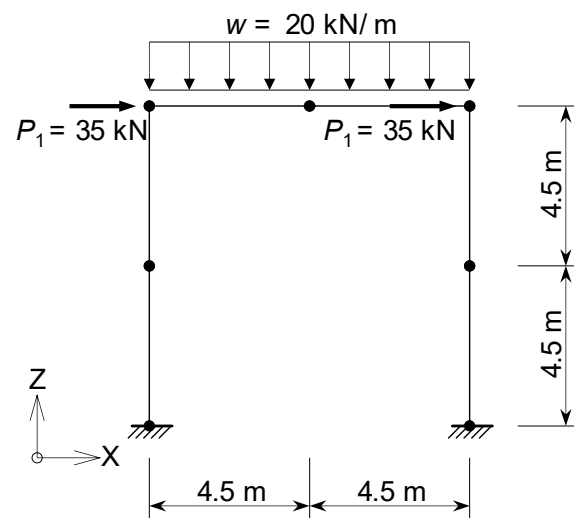
- ・設計基準強度： $\sigma_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$
- ・ヤング係数： $E_c = 2.50 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$

➤断面

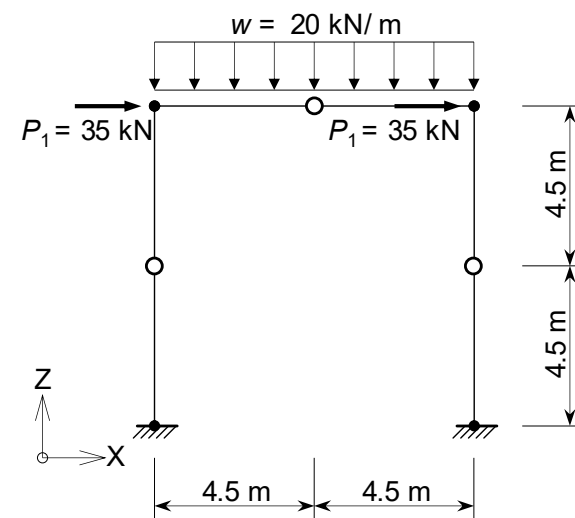
- ・断面積： $A = 5.0 \times 10^4 \text{ m}^2$
- ・断面二次モーメント： $I_y = 6.0 \times 10^{-3} \text{ m}^4$

➤荷重

- ・梁に鉛直下向・等分布荷重： $w = 20 \text{ kN/m}$
- ・柱頭に水平方向・集中荷重： $P_1 = 35 \text{ kN}$



(a) モデル1



(b) モデル2

図6.5 解析モデル

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6章

フレーム解析

- 構造計算の解説 -

フレーム解析 — 構造計算の解説

モデル1 ; 水平力が作用する場合

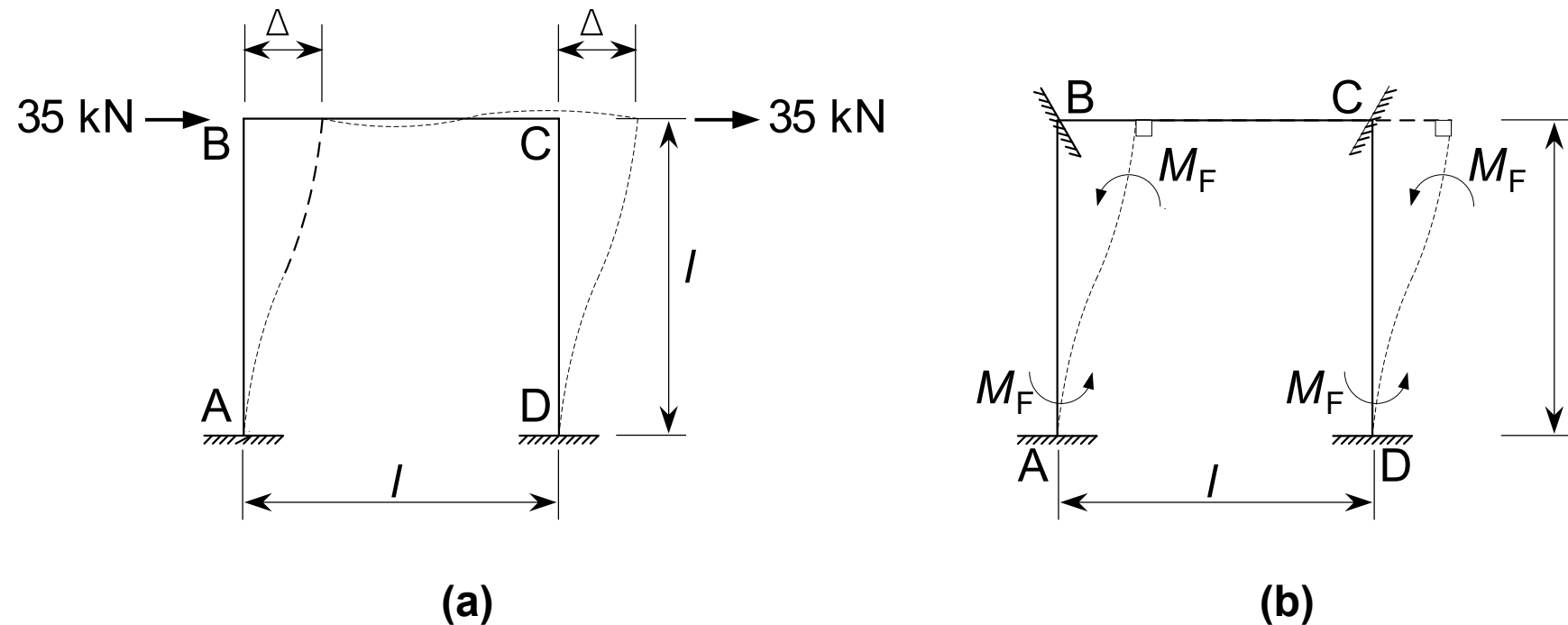
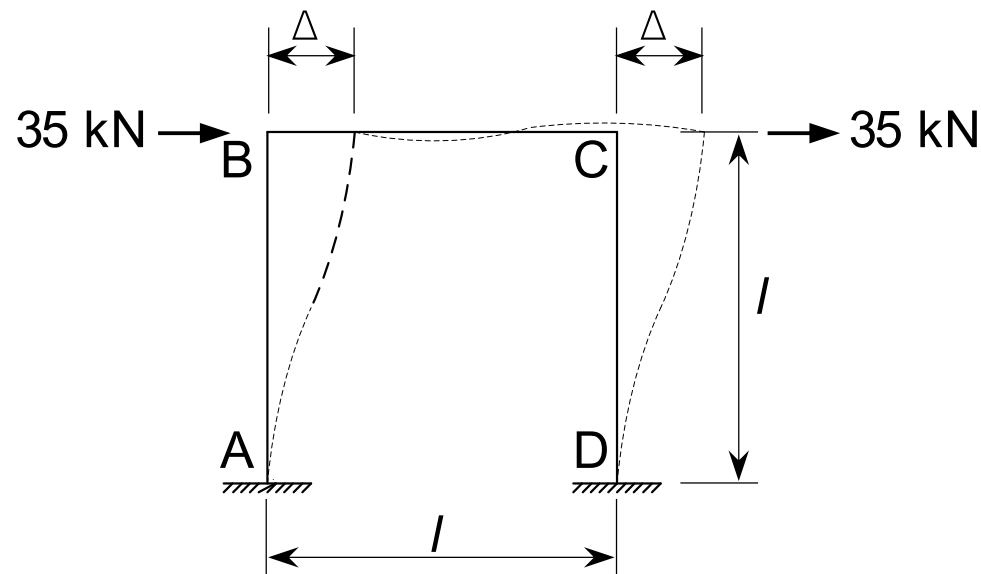
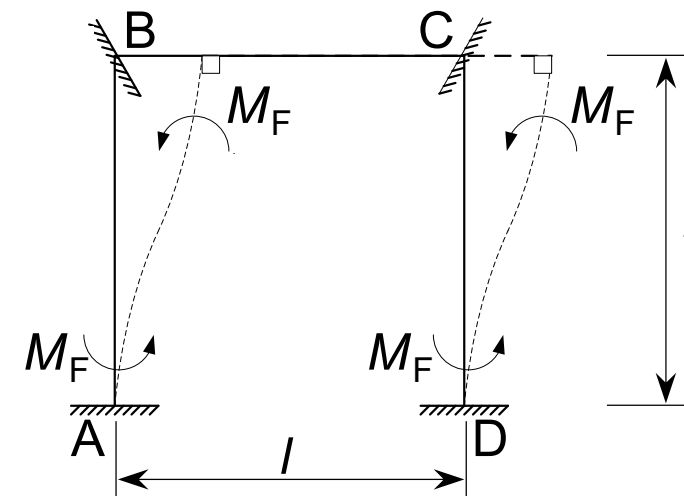


図 6.25 水平力作用時

モデル1；水平力が作用する場合



(a)



(b)

図 6.25 水平力作用時

分配率：柱 0.4 / 梁 0.6

$$k_{BA}(\text{他端固定}) = \frac{4EI}{l} \quad (6.1)$$

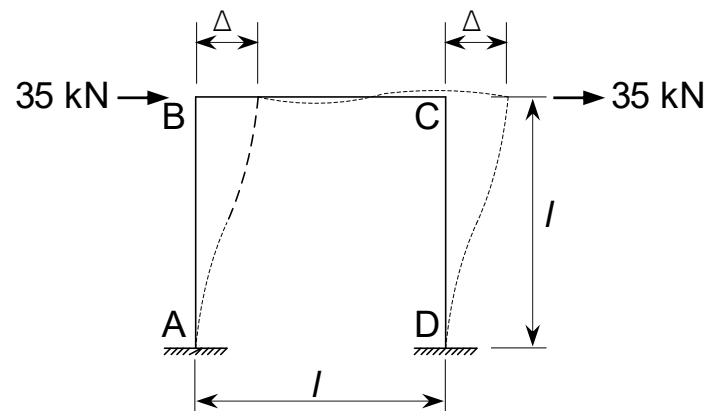
$$k_{BC}(\text{他端逆対象}) = \frac{6EI}{l} \quad (6.2)$$

CIVIL NXで学ぶ
構造力学 構造編

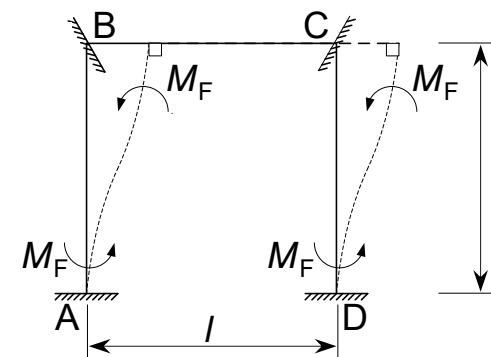
東京電気大学
宮地 一裕 先生

第6章

モデル1；水平力が作用する場合



(a)



(b)

分配率：柱 0.4 / 梁 0.6

モーメント分配法

分配率

固定端モーメント

解除モーメントの分配モーメント

到達モーメント（伝達率=0.5）

結果モーメント

節点A

1.0

M_F

0

$-0.2 M_F$

$0.8 M_F$

節点B

0.4

M_F

$-0.4 M_F$

0

$0.6 M_F$

0.6

0

$-0.6 M_F$

0

$-0.6 M_F$

分配モーメント：解除モーメントが分配率（剛比）により分配されるモーメント

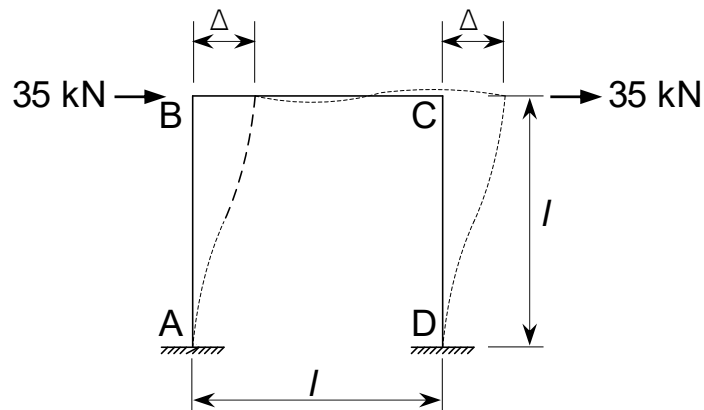
解除モーメント：当該節点の固定端モーメントの総和がゼロになるようにするモーメント

到達モーメント：接続する端部で発生するモーメントにより伝わってきたモーメント

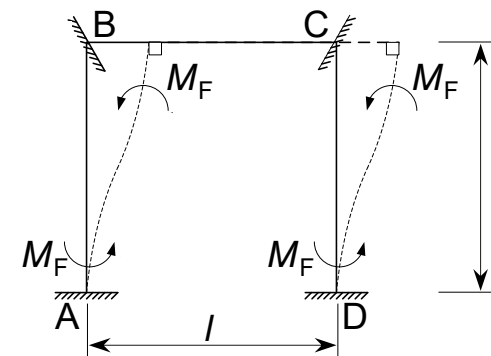
CIVIL NXで学ぶ
構造力学 構造編

東京電気大学
宮地 一裕 先生

モデル1；水平力が作用する場合

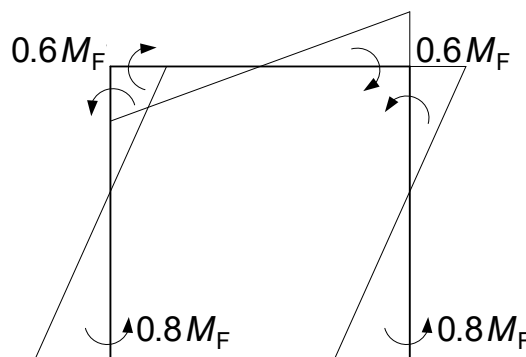


(a)

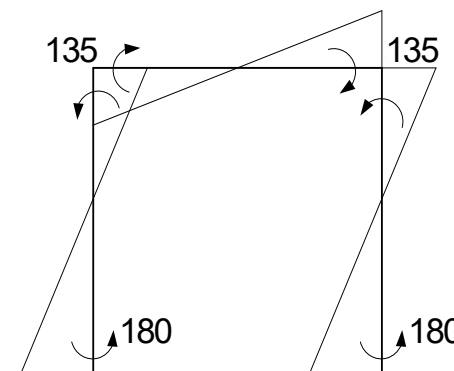


(b)

$$70 = 2 \times \frac{0.6M_F + 0.8M_F}{l} = \frac{2.8M_F}{l}, M_F = 225 \text{ kN m} \quad (6.3)$$



(a)



(b)

CIVIL NXで学ぶ
構造力学 構造編

東京電気大学
宮地 一裕 先生

フレーム解析 — 構造計算の解説

モデル1；垂直荷重が作用する場合

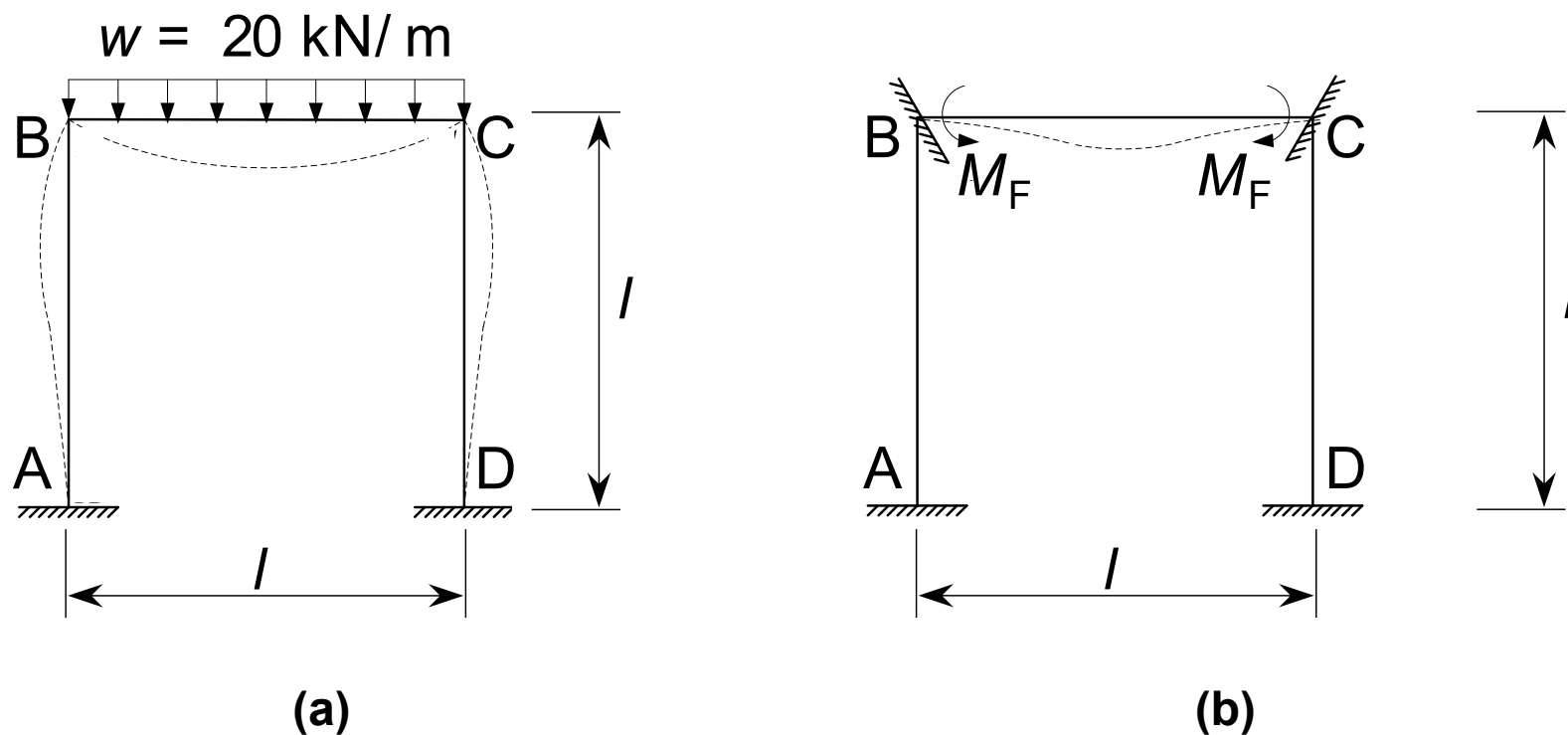
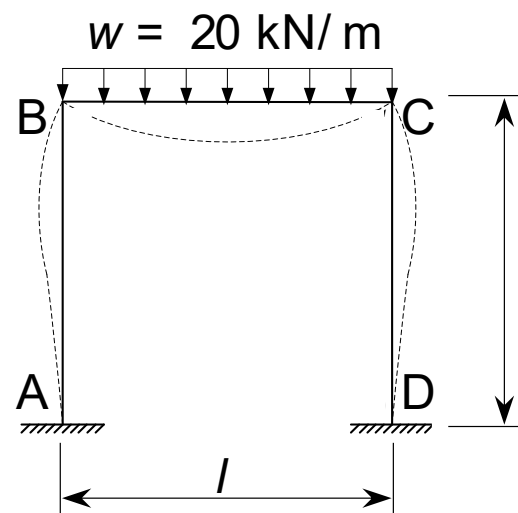
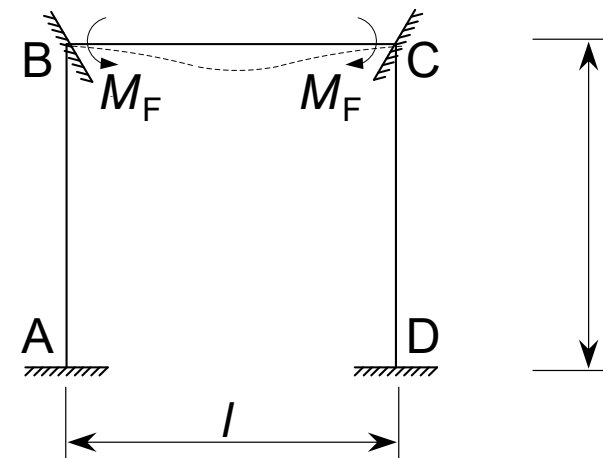


図 6.27 鉛直荷重作用時

モデル1；垂直荷重が作用する場合



(a)



(b)

図 6.27 鉛直荷重作用時

$$M_F = \frac{wl^2}{12} = 135 \text{ kN m} \quad (6.4)$$

$$k_{BA}(\text{他端固定}) = \frac{4EI}{l} \quad (6.5)$$

$$k_{BC}(\text{他端逆対象}) = \frac{2EI}{l} \quad (6.6)$$

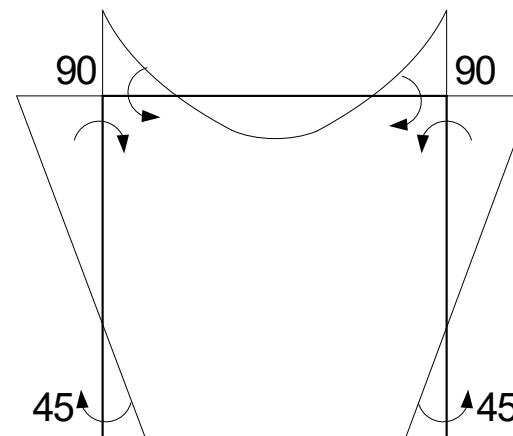
CIVIL NXで学ぶ
構造力学 構造編

東京電気大学
宮地 一裕 先生

第6章

モデル1；垂直荷重が作用する場合

モーメント分配法	節点A		節点B
分配率	1.0	2/3	1/3
固定端モーメント	0	0	-135
解除モーメントの分配モーメント	0	90	45
到達モーメント（伝達率=0.5）	45	0	0
結果モーメント	45	90	-90



CIVIL NXで学ぶ
構造力学 構造編

東京電気大学
宮地 一裕 先生

モデル2；水平力が作用する場合

$$\sum H = 0 ;$$

$$\sum V = 0 ;$$

$$\sum M_A = 0 ;$$

$$\sum M_E = 0 ;$$

$$\sum M_G = 0 ;$$

$$\sum M_F = 0 ;$$

$$-H_A - H_D + 35 + 35 = 0$$

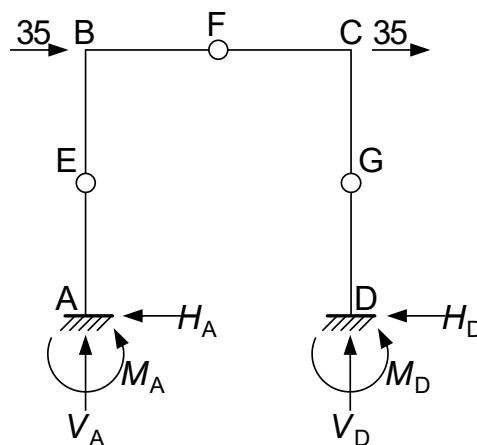
$$V_A + V_D = 0$$

$$-M_A - M_D - 9V_D + 35 \times 9 + 35 \times 9 = 0$$

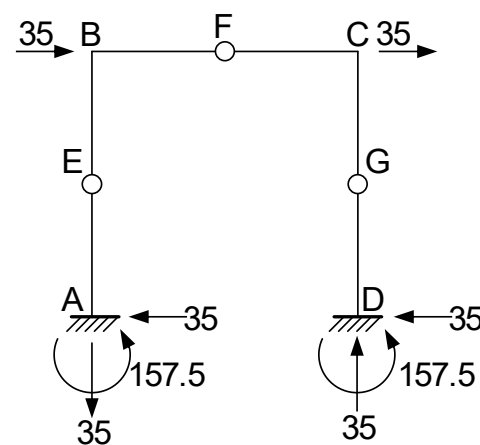
$$4.5H_A - M_A = 0$$

$$4.5H_D - M_D = 0$$

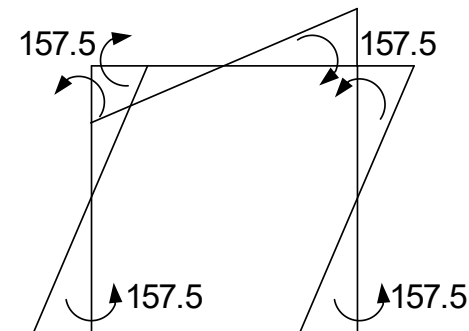
$$9H_D - 4.5V_D - M_D = 0$$



(a)



(b)



(c)

CIVIL NXで学ぶ
構造力学 構造編

東京電気大学
宮地 一裕 先生

モデル2；垂直荷重が作用する場合

$$\sum H = 0 ;$$

$$\sum V = 0 ;$$

$$\sum M_A = 0 ;$$

$$\sum M_E = 0 ;$$

$$\sum M_G = 0 ;$$

$$\sum M_F = 0 ;$$

$$H_A + H_D = 0$$

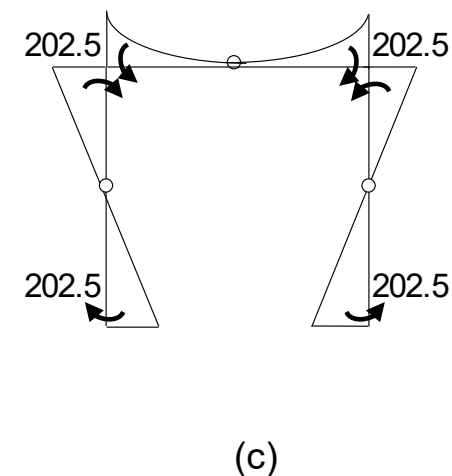
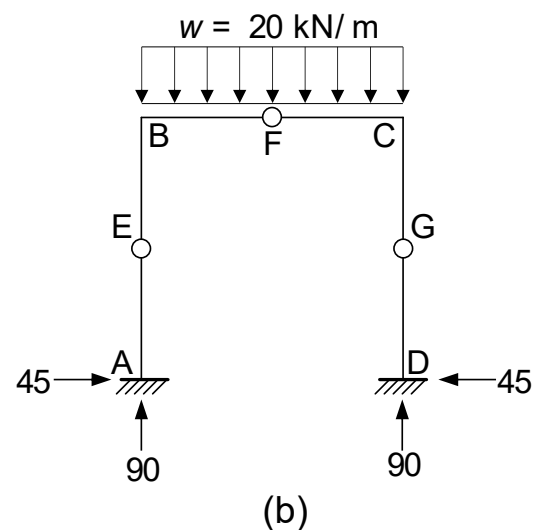
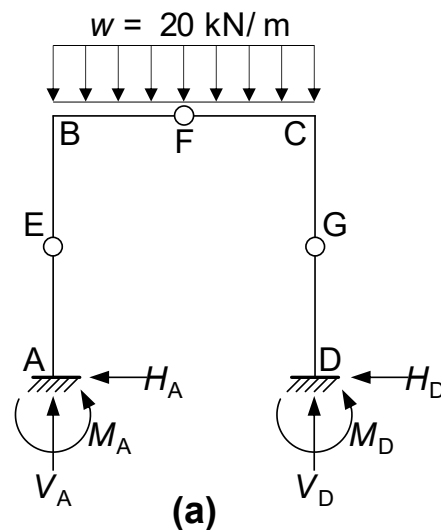
$$V_A + V_D = 20 \times 9$$

$$M_A + M_D + 9V_D - 20 \times 9 \times 4.5 = 0$$

$$-4.5H_A + M_A = 0$$

$$-4.5H_D + M_D = 0$$

$$-9H_D + 4.5V_D + M_D - 20 \times 4.5 \times \frac{4.5}{2} = 0$$



CIVIL NXで学ぶ
構造力学 構造編

東京電気大学
宮地 一裕 先生