

Chapter 5. Analysis and Design of Beams

for Bending, Transverse Loading

曲げを受ける梁の解析と設計

鉛直荷重を受ける梁



1

Introduction

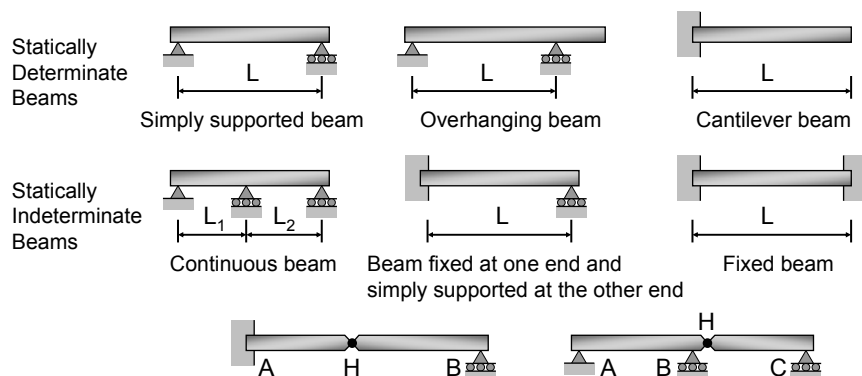
梁の部材軸方向に沿って鉛直な荷重が作用
集中荷重, 分布荷重 kN/m

梁は支持条件によって分類される

生じる反力, つりあい条件と変位の適合条件

Statically determinate, statically indeterminate 静定, 不静定

Free-Body Diagram



2

Introduction

Free-Body Diagram

切断した面に仮定する断面力:

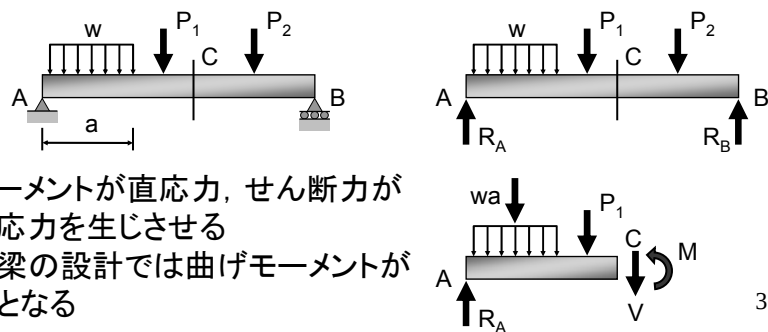
軸力, せん断力, モーメント

符号に注意

梁では正の面で下向きに正のせん断力を仮定することが多い

部材軸をx, 下向きにz軸をとると右手系が守れる

この教科書で唯一, 統一の取れていないこと



曲げモーメントが直応力, せん断力が
せん断応力を生じさせる

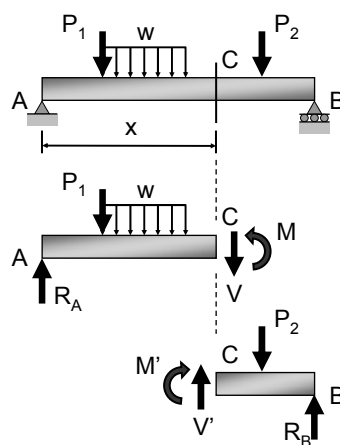
通常の梁の設計では曲げモーメントが
支配的となる

Shear and Bending-Moment Diagrams

せん断力図と曲げモーメント図

せん断力VとモーメントMを部材軸に沿って図示したもの

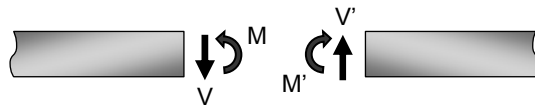
VとV', MとM': 向かい合った面



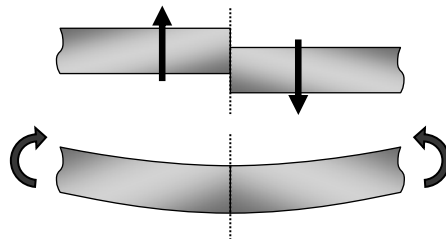
Shear and Bending-Moment Diagrams

せん断力図と曲げモーメント図

断面力 (Internal Force) としてのせん断力と曲げモーメントの正負



外力作用 (Effect of External Forces) としてのせん断力と曲げモーメントの正負



5

Shear and Bending-Moment Diagrams

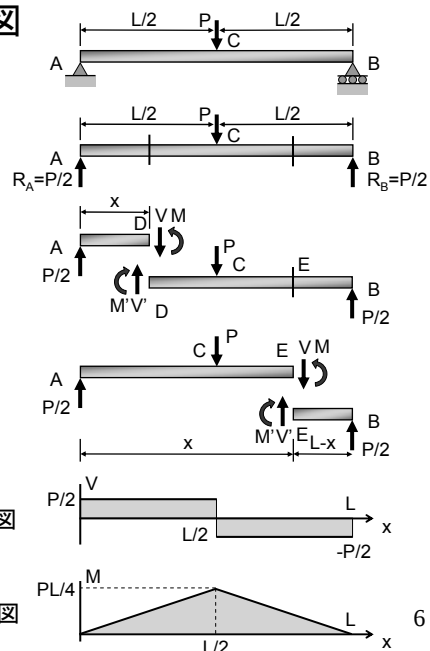
せん断力図と曲げモーメント図

せん断力図:
基線より上側を正として図示

モーメント図:
基線より上側を正として図示
しかし、下側を正とする事も
多いので注意

Example 5.01

右図の梁のせん断力図と
モーメント図を示せ



せん断力図

モーメント図

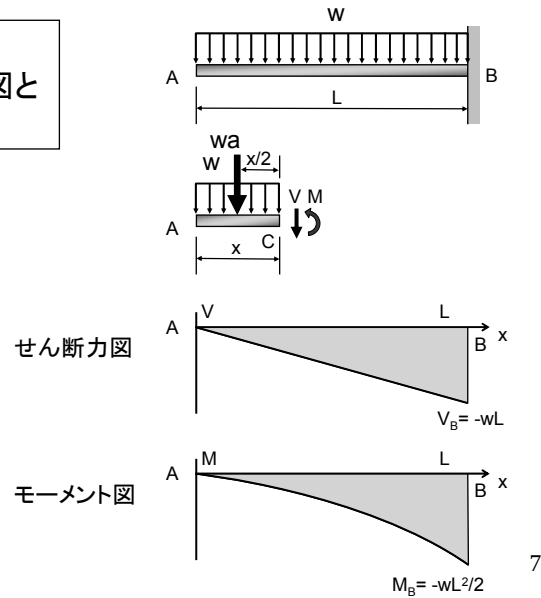
6

Shear and Bending-Moment Diagrams

せん断力図と曲げモーメント図

Example 5.02

右図の梁のせん断力図と
モーメント図を示せ

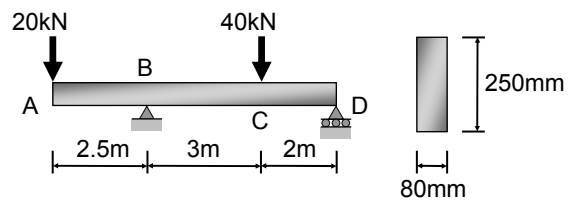


Shear and Bending-Moment Diagrams

せん断力図と曲げモーメント図

Sample Problem 5.1

せん断力図とモーメント図を描き、曲げモーメントにより
生じる最大直応力を求めよ



Relations among Load, Shear, and Bending-Moment

荷重, せん断力, 曲げモーメントの関係

$$+\uparrow \sum F_y = 0 \quad V - (V + \Delta V) - w\Delta x = 0$$

$$\Delta V = -w\Delta x \quad \frac{dV}{dx} = -w$$

$$V_D - V_C = -\int_{x_C}^{x_D} w dx$$

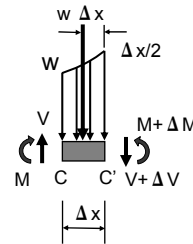
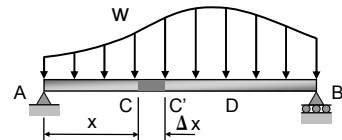
$$V_D - V_C = -(\text{area under load curve between C and D})$$

$$+\curvearrowright \sum M_{C'} = 0 \quad (M + \Delta M) - M - V\Delta x + w\Delta x \frac{\Delta x}{2} = 0$$

$$\Delta M = V\Delta x - \frac{1}{2}w(\Delta x)^2 \quad \frac{dM}{dx} = V$$

$$M_D - M_C = -\int_{x_C}^{x_D} V dx$$

$$M_D - M_C = (\text{area under shear curve between C and D})$$



9

Design of Prismatic Beams for Bending

梁の設計

$$\sigma_m = \frac{|M|_{\max} c}{I} \quad \sigma_m = \frac{|M|_{\max}}{S}$$

$$S_{\min} = \frac{|M|_{\max}}{\sigma_{\text{all}}} \quad \sigma_{\text{all}} : \text{Allowable stress for the material used}$$

構造設計とは最も効率よく断面を決めること
発生する応力を許容応力以下にすること
最小の断面で上記を実現すること

10