

# 4章：曲げモーメントを受ける部材

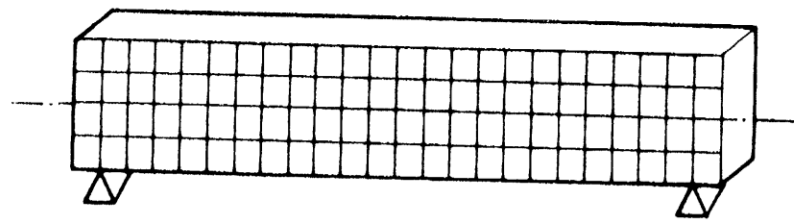
キーワード：非線形挙動、断面解析、終局耐力、  
等価応力ブロックによる塑性解析、  
限界状態/終局限界(3-2-2参照)

## 4-1 曲げ部材の変形挙動

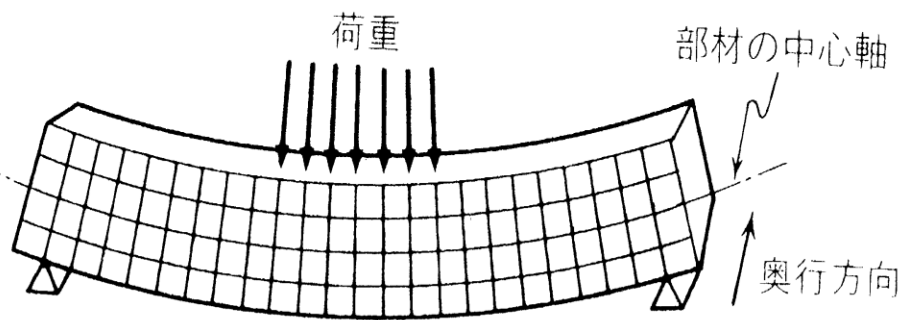
### 4-1-1 曲げ部材の変形と応力

⇒ **図4-1**を理解する

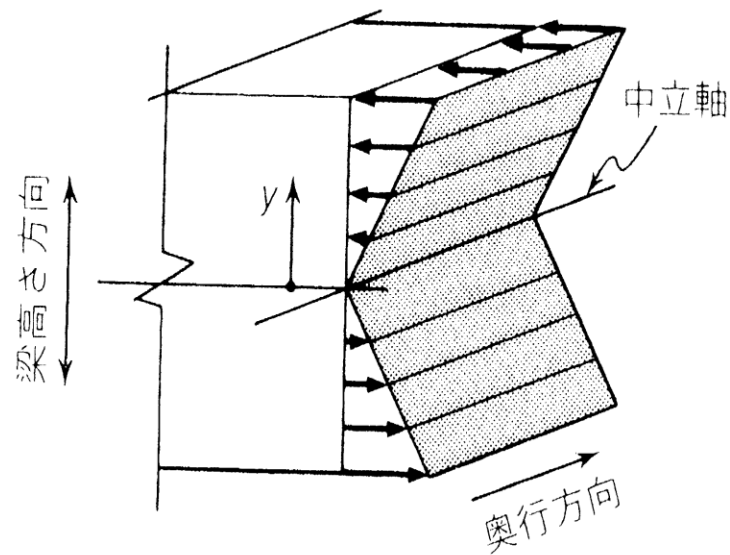
圧縮縁、引張縁、中立軸、平面保持



(a) 変形前



(b) 曲げ変形後



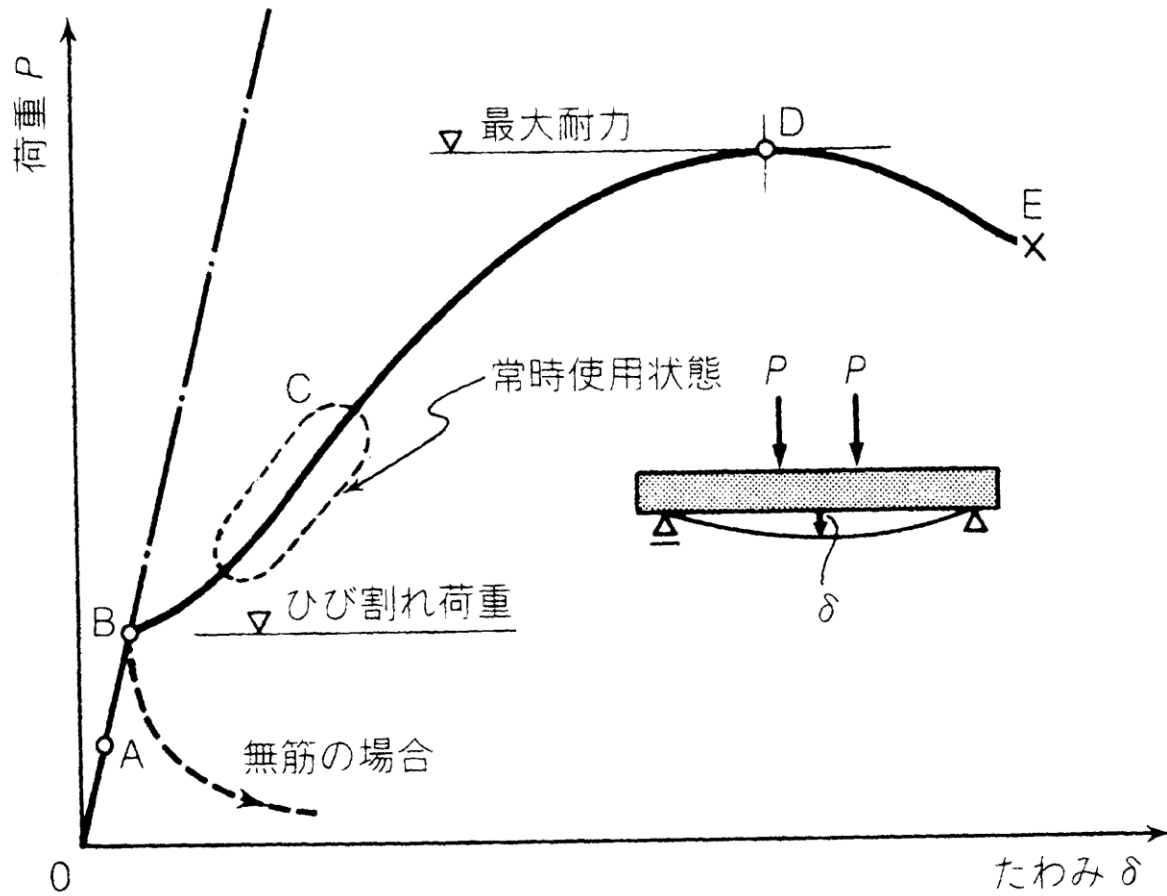
(c) 断面のひずみ(応力)分布

図 4-1 梁部材の曲げ変形とひずみ(応力)分布

## 4-1-2 鉄筋コンクリートの非線形挙動

⇒ **スケッチせよ** ⇒ **図4-2**(a)

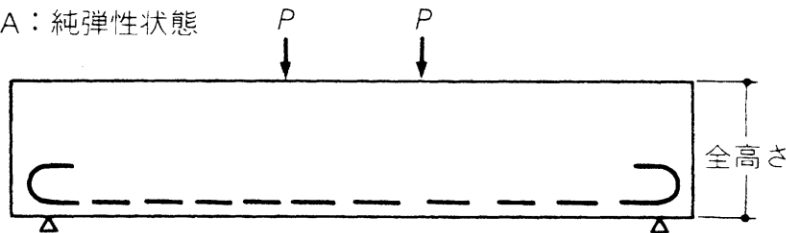
- A: 純弾性状態 (ひび割れ発生前)
- B: 初期ひび割れ発生
- C: ひび割れ進展段階
- D: 最大荷重近傍
- E: 終局状態



- A: 純弾性状態  
(ひび割れ発生前)
- B: 初期ひび割れ発生
- C: ひび割れ進展段階
- D: 最大荷重
- E: 終局状態

(a) 荷重とたわみの関係

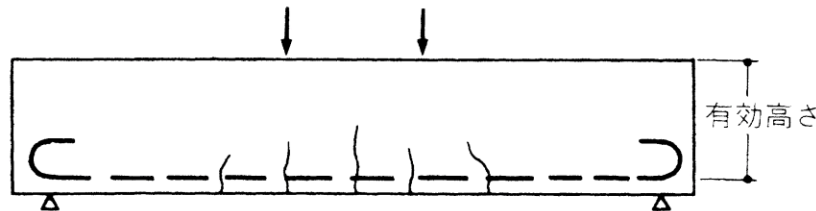
A: 純弾性状態



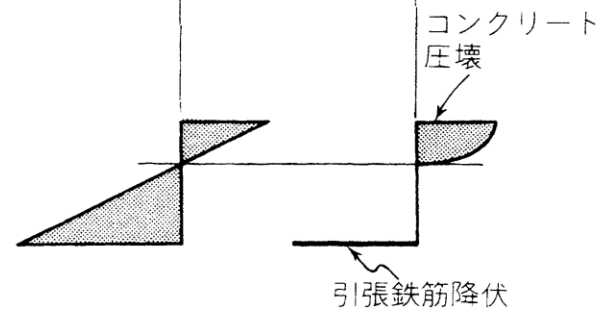
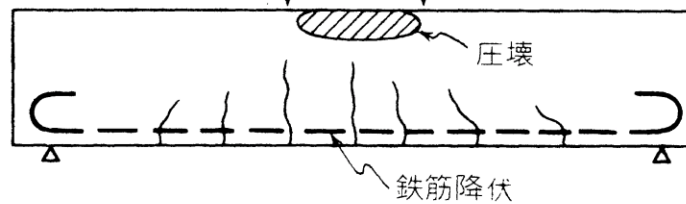
伸び ← 縮み    引張 ← 圧縮



C: ひび割れ進展状態



D: 最大荷重近傍

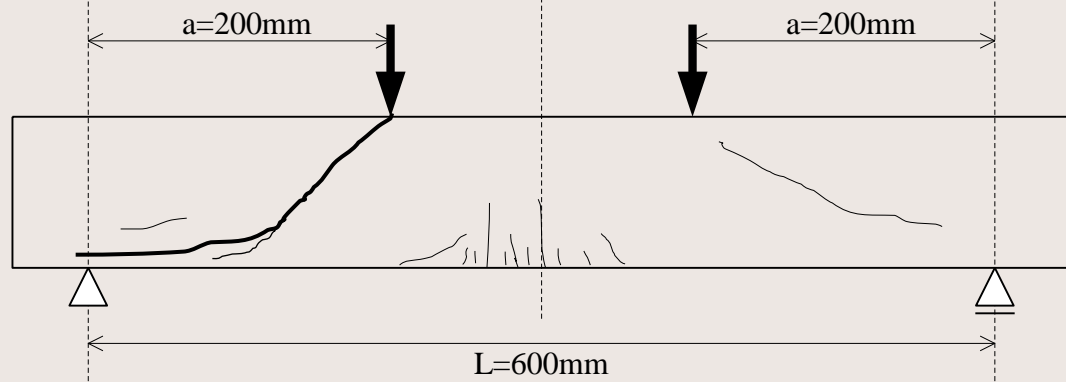
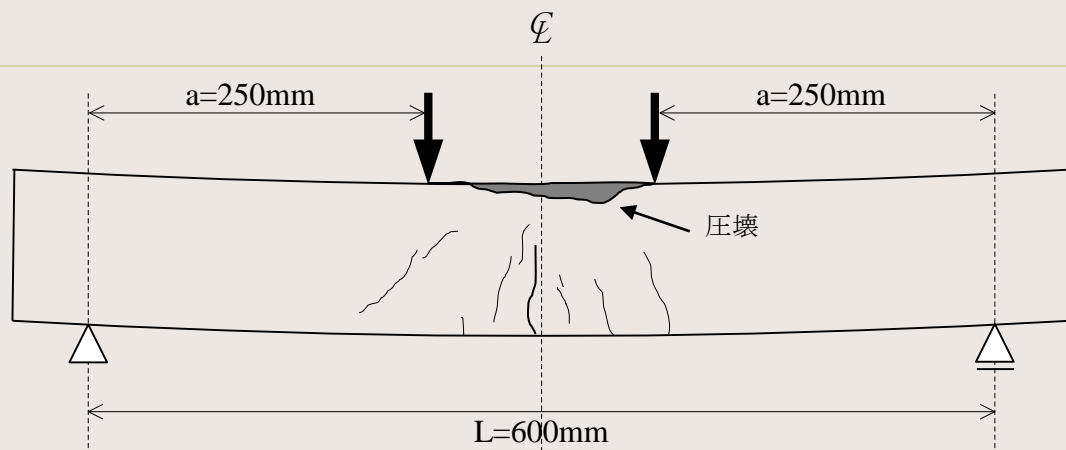


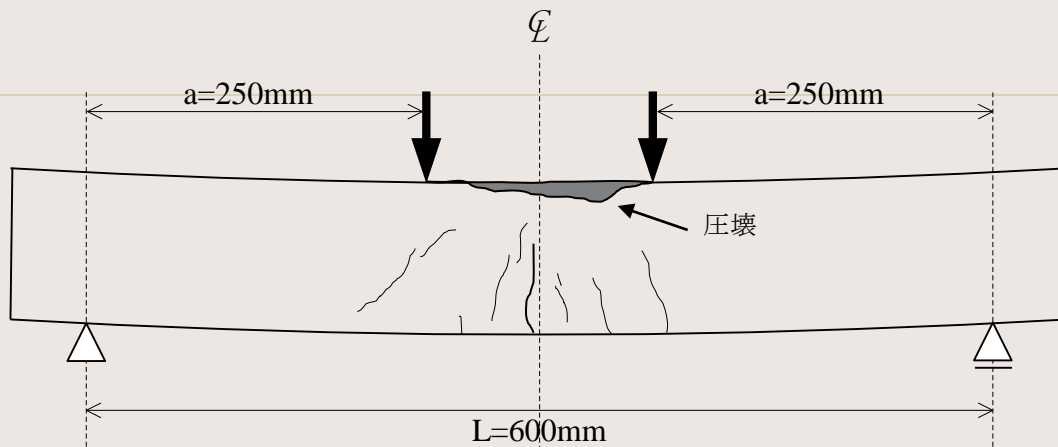
(b) ひび割れ分布

(c) ひずみ分布

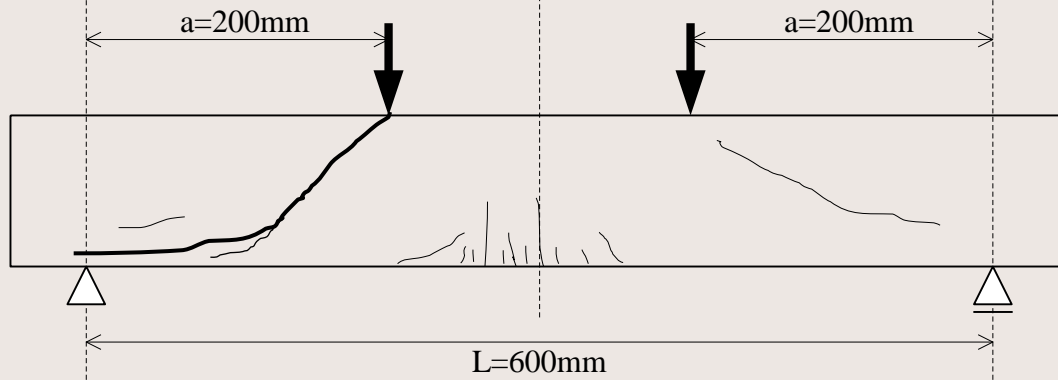
(d) 応力分布

図 4-2 鉄筋コンクリート梁の荷重とたわみの関係, ひび割れ分布および中央断面のひずみ分布, 応力分布





(a) 曲げ破壊型



(b) せん断破壊型

# 4-2 曲げ部材の弾性解析

## 4-1-2 弾性解析(RC断面)

(1) 複鉄筋⇒単鉄筋長方形断面に変更

**図4-3をスケッチする(記号表を含む)**

・単鉄筋長方形断面:

圧縮コンクリート:必要

引張コンクリート:元々考えない

圧縮鉄筋:省略、引張鉄筋:必要



## 4-1-2 弾性解析(RC断面) 単鉄筋長方形断面

- a. 各材料のひずみ  $\Rightarrow$  平面保持の仮定
    - ・引張鉄筋とコンクリート(圧縮側)に対して記述
  
  - b. 各材料の応力
    - ・引張鉄筋とコンクリート(圧縮側)に対して記述
  
  - c. 力の釣合い 水平力=0、モーメント=M
- 最終的に、《例題4.1》の結果を導く**

## 4-1-2 弾性解析 (RC断面) 単鉄筋長方形断面

未知量:  $\sigma_s, \sigma_{cu}', \varepsilon_s, \varepsilon_c', \varepsilon_{cu}', x$   
⇒ 6個

方程式: 材料ひずみ、材料応力、釣合い条件  
⇒ 6個

この方程式は解ける！

⇒ 《例題4.1》の結果を導く

## 4-1-2 弾性解析 (RC断面) 単鉄筋長方形断面

最終的に、《例題4.1》の結果を導く

中立軸比:  $k =$

コンクリート応力:  $\sigma_{cu}' =$

鉄筋応力:  $\sigma_s =$

## 4-1-2 弾性解析 (RC断面) 単鉄筋長方形断面

- ・中立軸比 $k$ : ヤング係数比 $n$ 、鉄筋比 $p$ にて算定される。

ヤング係数比 $n=***$

鉄筋比 $p=***$

- ・コンクリート応力 $\sigma_{cu}'$ : 曲げモーメント $M$ に比例

- ・鉄筋応力 $\sigma_s$ :  $\sigma_{cu}'$ に比例

# 《例題4.2》 単鉄筋断面として解答 本日提出

《例題4.2》: 単鉄筋断面として解答せよ

Step1: 付表-4.2から、各自の解析条件を決定  
(材料強度も決定せよ)

Step2: 中立軸比、コンクリート応力、鉄筋応力

**算出式は2つ用いて、同じ結果となることを確認せよ**

Step3: 材料強度との比を求めよ

コンクリート :  $\text{コンクリート応力} / \text{圧縮強度} = ? < 1$

引張鉄筋 :  $\text{鉄筋応力} / \text{降伏強度} = ? < 1$

**(いずれも、1以下となることを確認せよ)**

# 4-3 曲げ部材の終局耐力

## 4-3-1 単鉄筋長方形断面

(1) 等価矩形応力ブロック

**図4-4をスケッチ(記号を含む)**

**図4-5右をスケッチ**

単鉄筋断面(圧縮鉄筋を省略)とする

## 4-3 曲げ部材の終局耐力

### 4-3-1 単鉄筋長方形断面

(2) 釣合い鉄筋比  $p_b$  (b:balance 釣合い)

∈ 釣合い破壊:

終局時にコンクリートの圧縮破壊と鉄筋の降伏が、同時に発生すること。

∈ 釣合い鉄筋比:

このときの鉄筋比 式(4.35)

# One Point アドバイス 材料の限界ひずみ

**応力-ひずみ曲線（ $\sigma - \varepsilon$  曲線）上にて確認せよ**

• コンクリート： $\varepsilon'_{cu} =$

• 鉄筋： $\varepsilon_y =$

$\varepsilon'_{cu}$ 、 $\varepsilon_y$ ：図4-6(b)にて確認せよ



# 破壊モードの分類と定義:

・破壊モードの判定: 式(4.36) p.62

- ①  $p < p_b$  (under-reinforcement):  
⇒鉄筋降伏先行型(設計上好ましい)
- ②  $p = p_b$  (balanced reinforcement):  
⇒釣合い破壊
- ③  $p > p_b$  (over-reinforcement/過鉄筋):  
⇒コンクリート圧縮破壊先行型(脆性破壊)

$p$ : 実際に配筋される鉄筋比

$p_b$ : 釣合い鉄筋比(仮想上の鉄筋比)

(3) 曲げ終局耐力 (under-reinforcement の場合)

鉄筋降伏先行型 (under-reinforcement) を前提  
**式(4.37) ~ 式(4.44) まで誘導せよ**

- 式(4.44a): 算定式1と呼ぶ (実単位:  $\text{kN}\cdot\text{m}$ )
- 式(4.44b): 算定式2と呼ぶ (無次元表示)

# 《例題4.3》曲げ終局耐力

## 単鉄筋断面として解答

《例題4.2》で設定した断面を用いる

Step1: 断面諸元の確認

Step2: 釣合い鉄筋比、破壊モード

Step3: 曲げ終局耐力の算定

**まず、予備計算を行う**

**算出式は2つ用いて、同じ結果となることを確認せよ**

**★テスト終了時提出**

## 4-3 曲げ部材の終局耐力：まとめ

- under-reinforcement:

⇒鉄筋降伏先行型（設計上好ましい）

- over-reinforcement/過鉄筋:

⇒コンクリート圧縮破壊先行型（脆性破壊）

**図4.7(a)をノートに転記して特徴を列記せよ**

1:

2:

3:

# 鉄筋コンクリート構造：評価方法

- 評価方法：

提出課題(30点)：5-6課題程度

中間テスト#1(15点)：11月6日実施

中間テスト#2(15点)：12月12日実施

期末テスト(40点)

# 鉄筋コンクリート構造：今後の予定

- ・12月12日：4章/曲げ耐力の算定（演習）
- ・12月19日：中間テスト（第2回）
- ・補講：日時？6章/せん断力を受ける部材
- ・1月9日：6章/せん断力を受ける部材
- ・1月16日：11章/耐震設計入門
- ・期末テスト：試験期間中

# 耐震One point アドバイス：—コンクリート系実験式の単位変換に要注意!!—

- 従来単位系(重力単位系)から, 国際SI単位系への移行がほぼ完了しているが, このとき, コンクリート材料、部材耐力などの各種実験式の係数が変更されていることに気が付く. 例えば, 棒部材のせん断耐力の算定に用いるせん断強度の場合, 次のように変換されている.
- 従来単位:  $\Rightarrow$  SI単位: