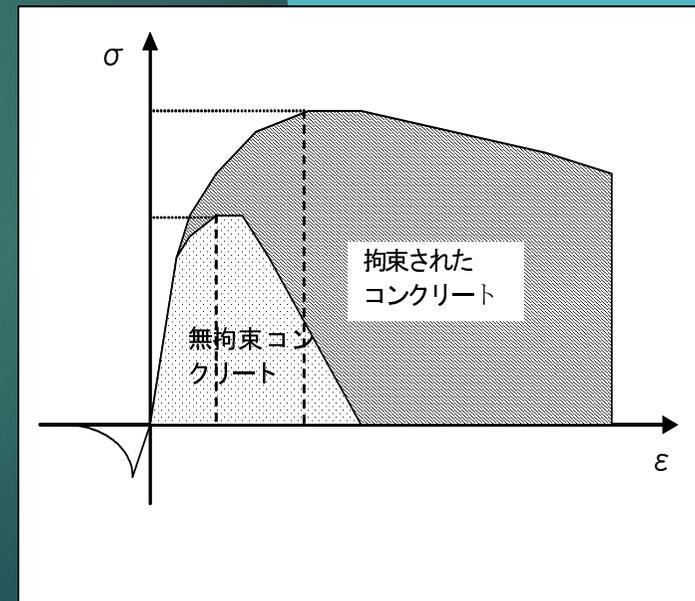




## 3.2 コンクリート構造

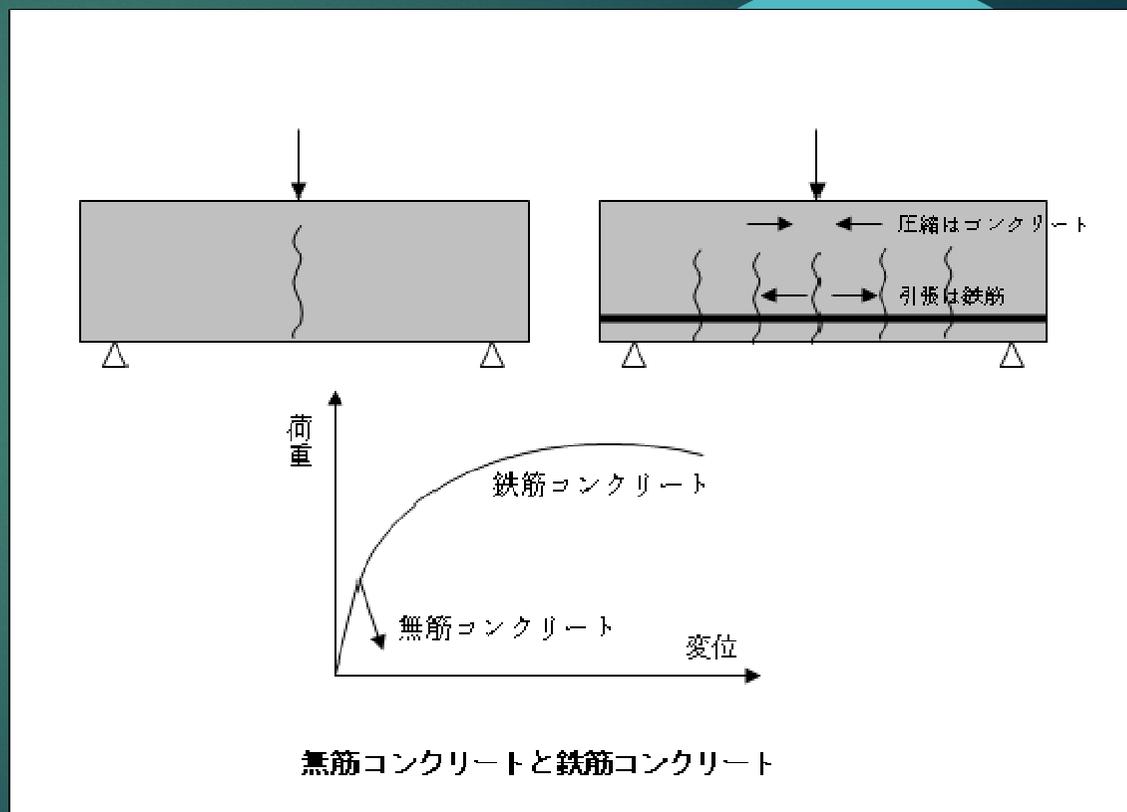
# コンクリートの力学的性質

- ▶ 圧縮に強い：20～30N/mm<sup>2</sup> ⇒ 200N/mm<sup>2</sup>
- ▶ 引張強度は圧縮強度の1/10程度 ⇒ ひび割れ



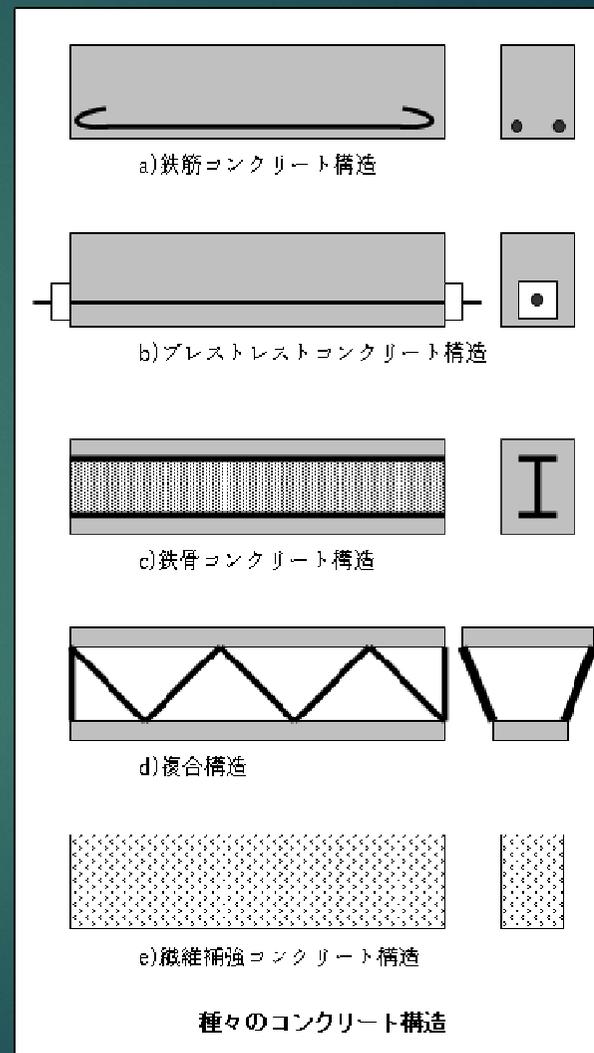
# 鉄筋コンクリート

- ▶ コンクリート中に補強鉄筋を挿入
- ▶ 圧縮はコンクリート
- ▶ 引張は鉄筋
- ▶ 表面に凹凸のリブを設けた異形鉄筋

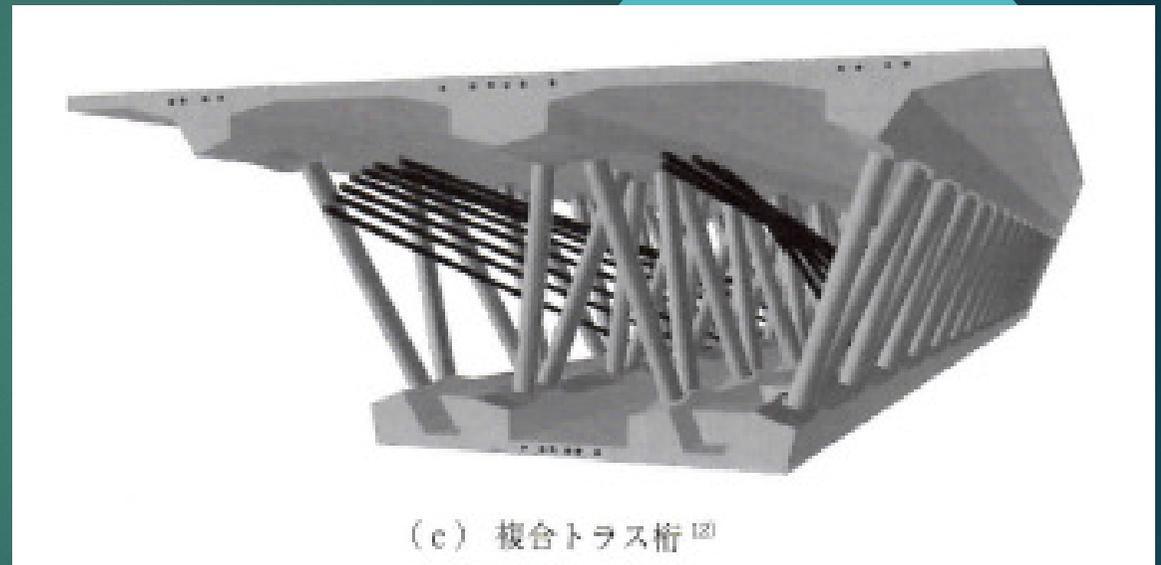
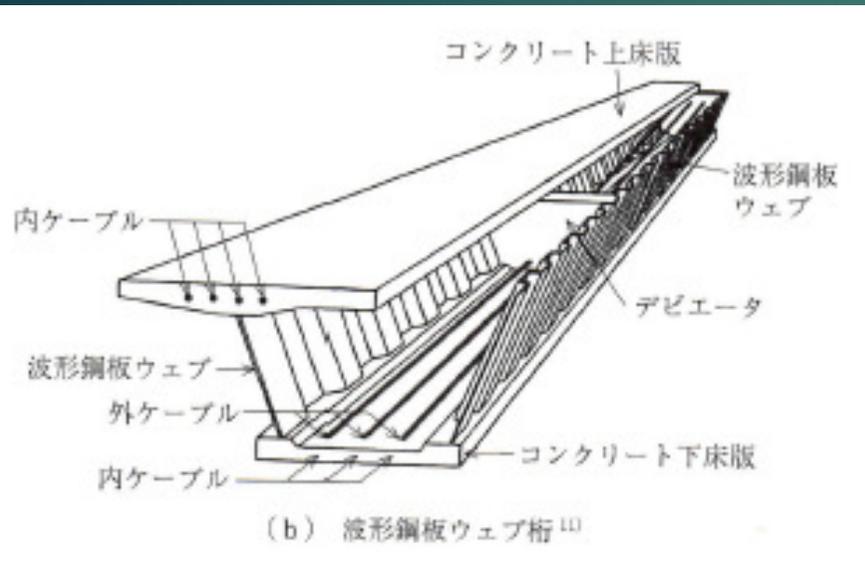


# 種々のコンクリート構造1

- ▶ (a)鉄筋コンクリート構造：定着
- ▶ (b)プレストレストコンクリート構造：初期圧縮力導入
- ▶ (c)鉄骨コンクリート構造
- ▶ (d)複合構造
- ▶ (e)短繊維補強コンクリート



# 種々のコンクリート構造2



# 鉄筋コンクリート部材の挙動 (1)

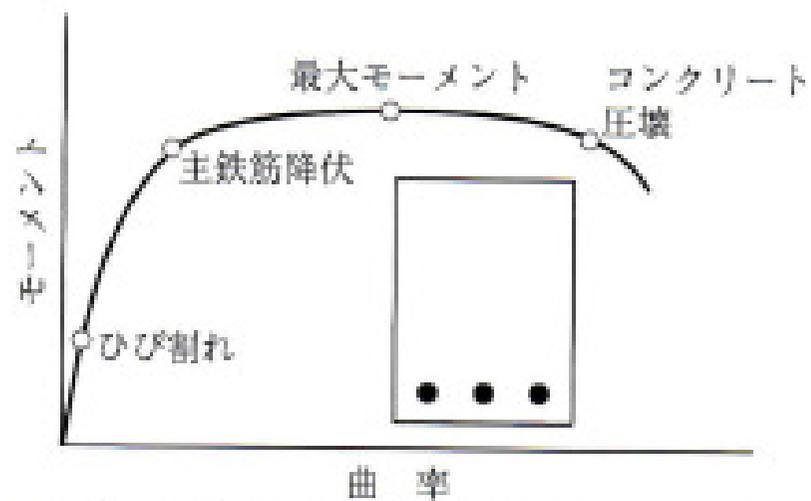


図 2-1 鉄筋コンクリート部材断面のモーメント-曲率関係

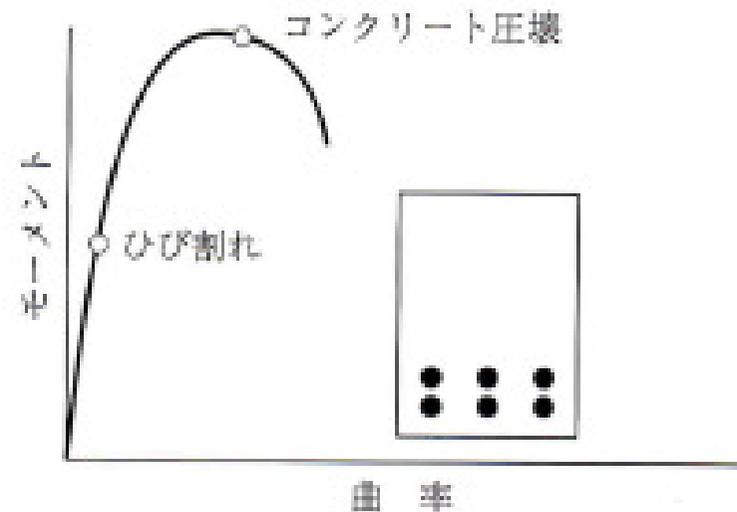


図 2-2 鉄筋コンクリート断面のモーメント-曲率関係 (高軸力・高鉄筋比)

# 鉄筋コンクリート部材の挙動 (2)

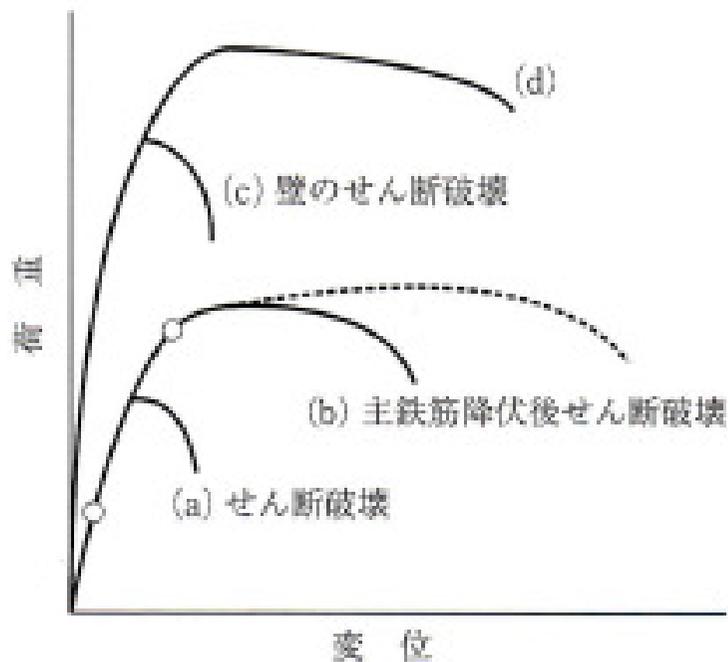


図 2・3 鉄筋コンクリート部材のせん断破壊

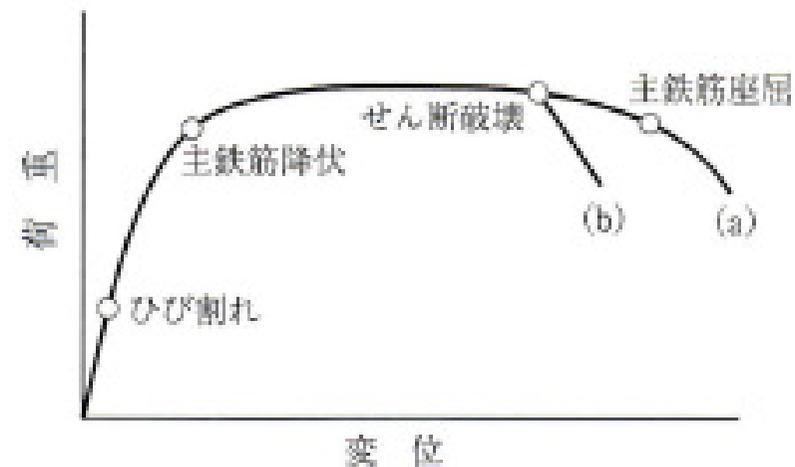


図 2・4 鉄筋コンクリート柱部材の荷重-変位関係

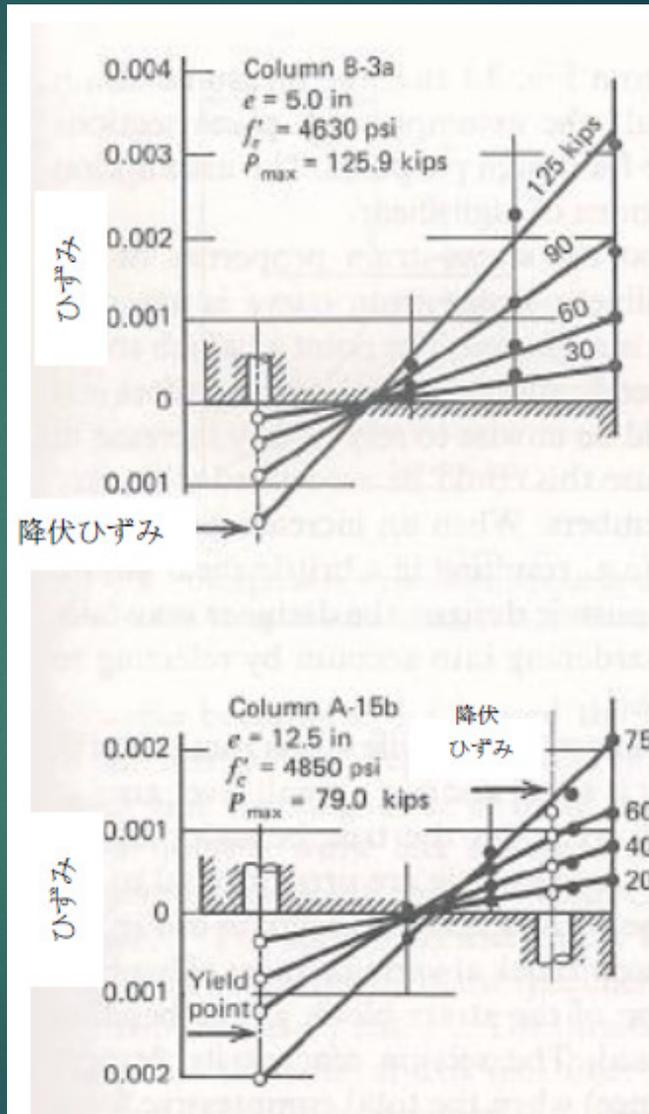
# 鉄筋コンクリート梁の曲げ強度



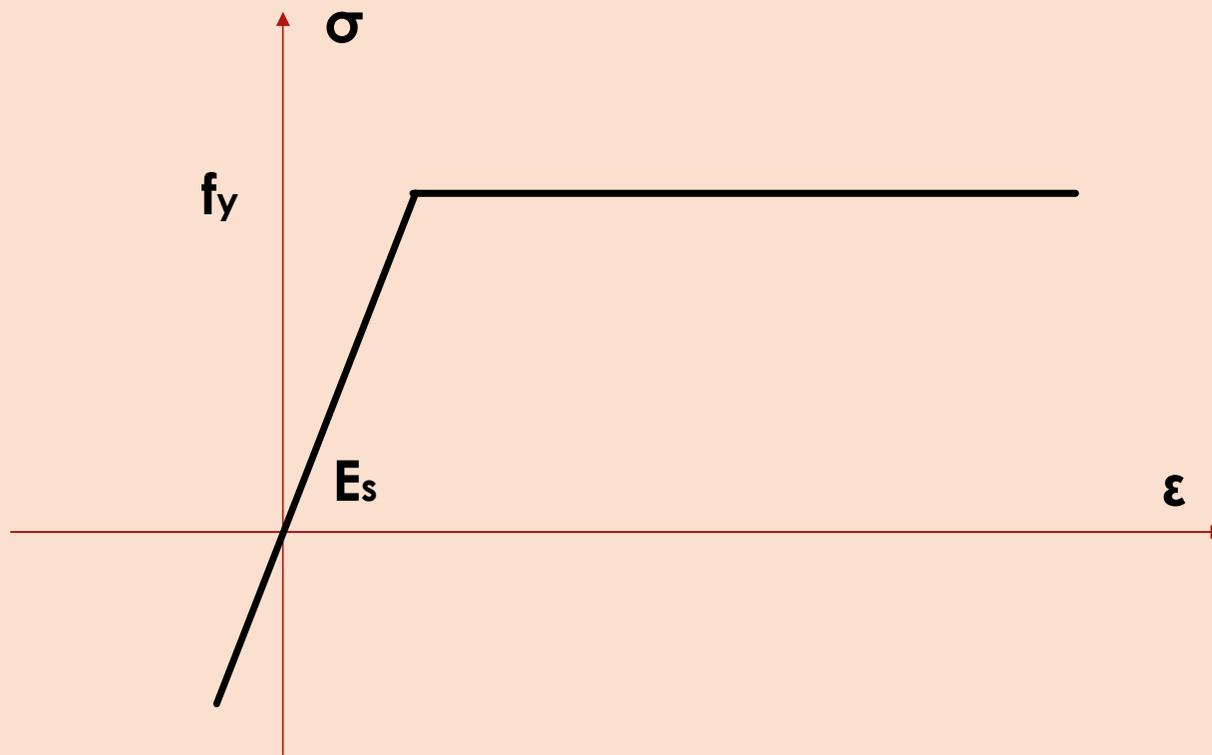
# 基本仮定

- ▶ 1. 曲げ変形を受ける前の平面断面は変形後も平面を保つ  
(平面保持)
- ▶ 2. 鉄筋の応力-ひずみ曲線は既知
- ▶ 3. コンクリートの引張強度は無視する
- ▶ 4. 断面内での圧縮応力とその分布を決定付けるコンクリートの応力-ひずみ曲線は既知

# 平面保持について



# 鉄筋の応力-ひずみ曲線について



# 断面内圧縮応力分布について

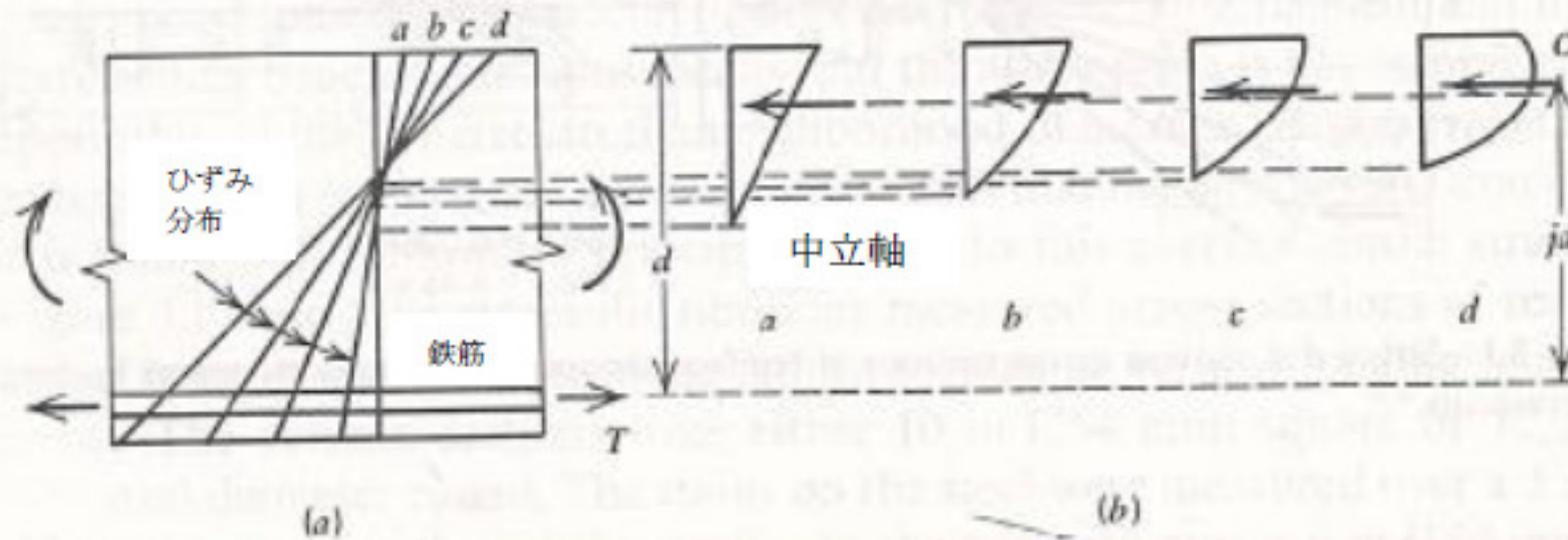


図 3.2 モーメント強度まで増加する際の圧縮コンクリート断面のひずみと応力分布  
(a) 梁要素、(b) ひずみ分布  $a, b, c, d$  に対応する圧縮応力分布

# 断面内圧縮応力分布に関する 計算上の取扱い

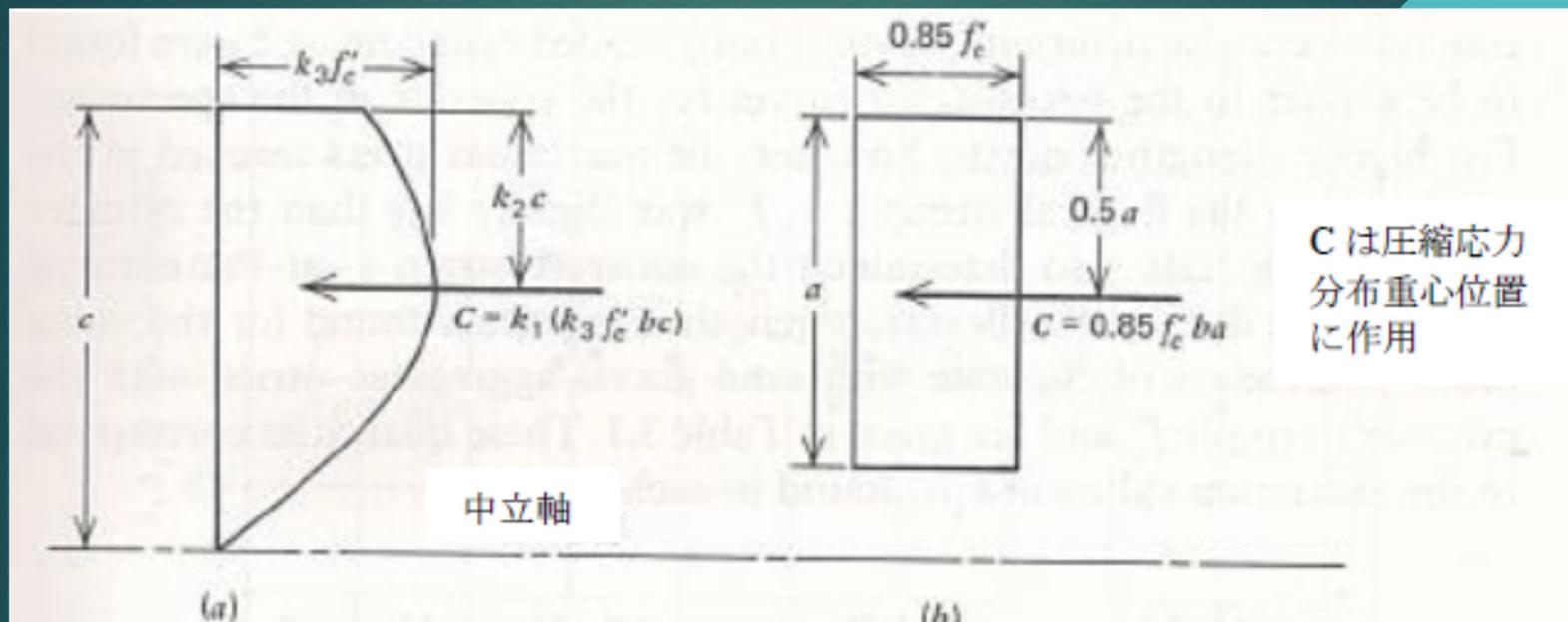
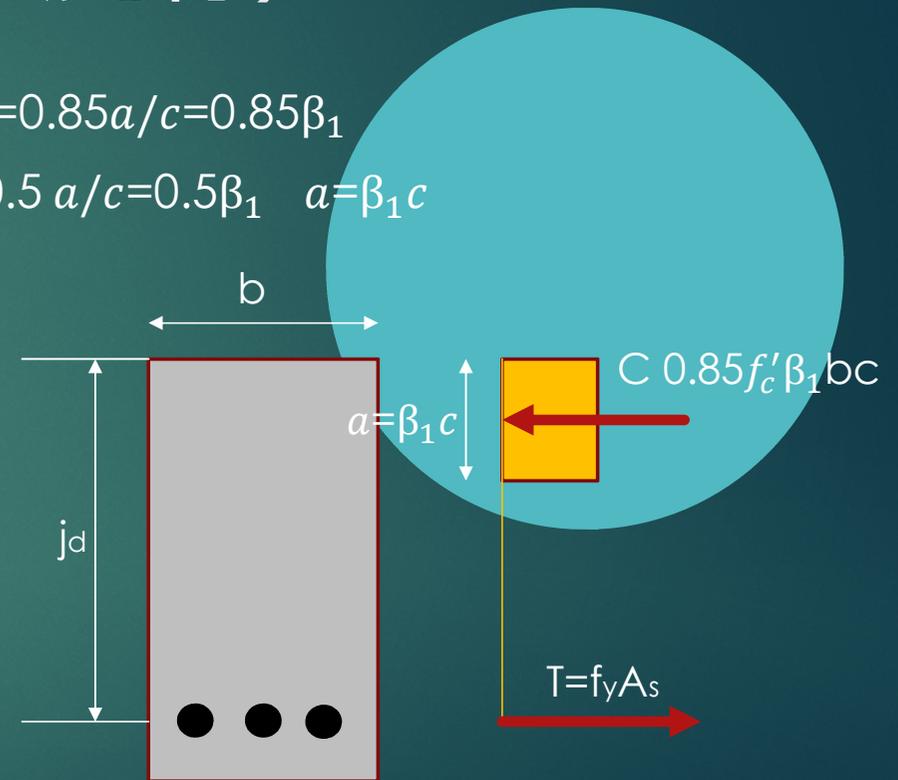


図 3.3 長方形コンクリート断面の圧縮域応力分布  
(a) 実際の分布、(b) 等価長方形応力分布

# 圧縮応力ブロックパラメータ $k_1, k_2, k_3$ と曲げ強度（引張鉄筋降伏先行）

- ▶ 圧縮合力 :  $C = k_1 k_3 f'_c b c = 0.85 f'_c b a \quad \therefore k_1 k_3 = 0.85 a / c = 0.85 \beta_1$
- ▶ 作用重心位置 :  $k_2 c = 0.5 a \quad \therefore k_2 = 0.5 a / c = 0.5 \beta_1 \quad a = \beta_1 c$

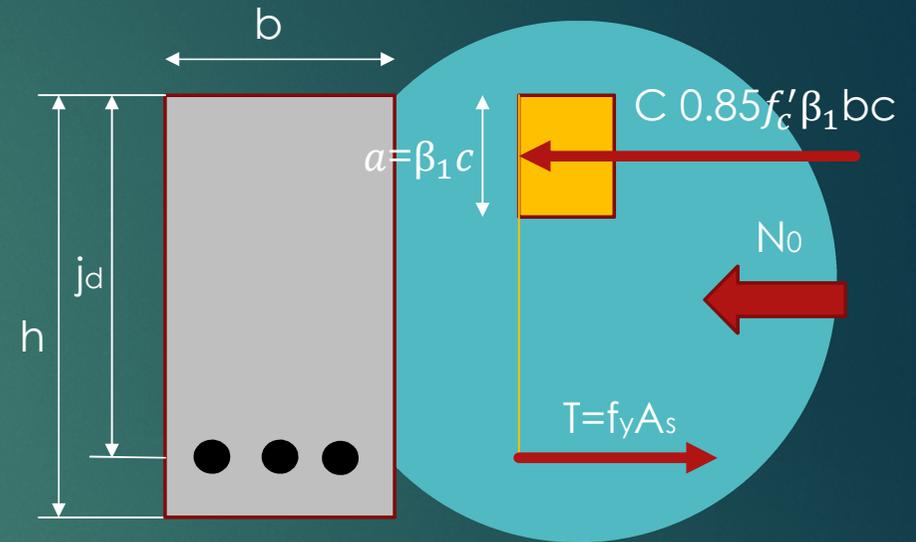
圧縮合力 :  $C = 0.85 f'_c b a = 0.85 f'_c \beta_1 b c$   
 引張合力 :  $T = f_y A_s$   
 $T = C$  より、  
 $f_y A_s = 0.85 f'_c \beta_1 b c \quad \therefore c = f_y A_s / 0.85 f'_c \beta_1 b$



$$M_u = T \times (j_d - a/2) = f_y A_s (j_d - \beta_1 c / 2) = f_y A_s (j_d - f_y A_s / 1.7 f'_c b)$$

# 圧縮軸力が作用する場合の曲げ強度 (引張鉄筋降伏先行)

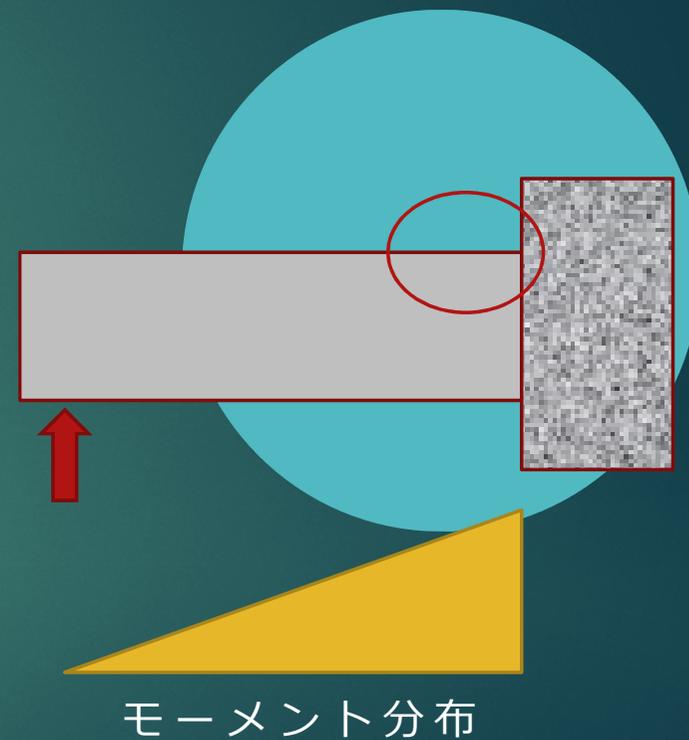
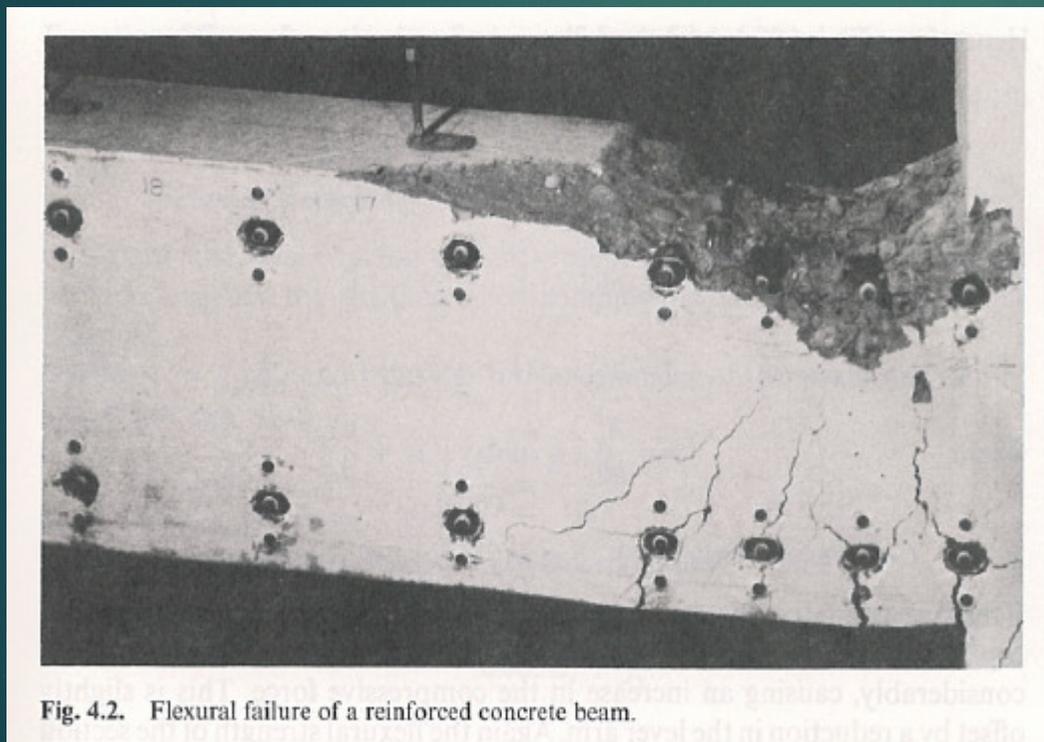
- ▶ 圧縮合力 :  $C = 0.85f'_c ba = 0.85f'_c \beta_1 bc$
- ▶ 引張合力 :  $T = f_y A_s$
- ▶  $C - T = N_0$ より、
- ▶  $0.85f'_c \beta_1 bc - f_y A_s = N_0 \quad \therefore c = (N_0 + f_y A_s) / 0.85f'_c b \beta_1$



断面中心周りのモーメントを考える

$$\begin{aligned} M_u &= T \times (j_d - h/2) + C \times (h/2 - \beta_1 c/2) = f_y A_s \times (j_d - h/2) + 0.85f'_c \beta_1 bc \times (h/2 - \beta_1 c/2) \\ &= 0.425f'_c \beta_1 bc \times (h - \beta_1 c) \end{aligned}$$

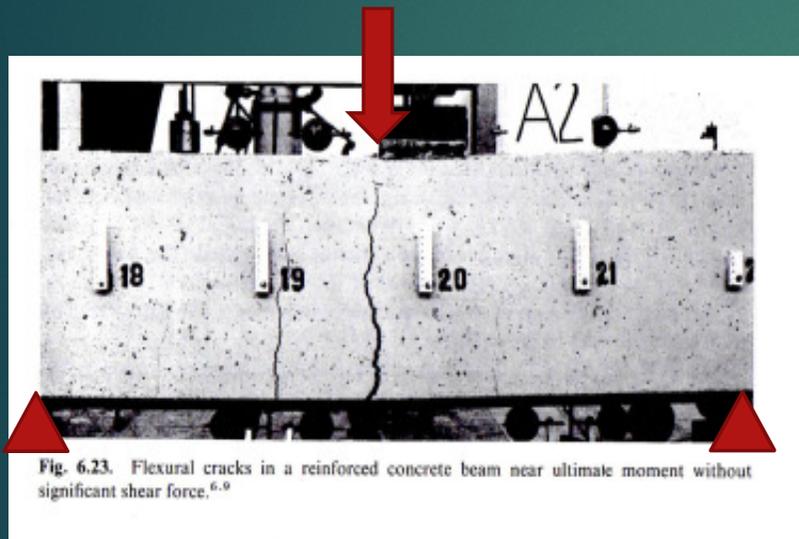
# 鉄筋コンクリート梁の曲げ破壊



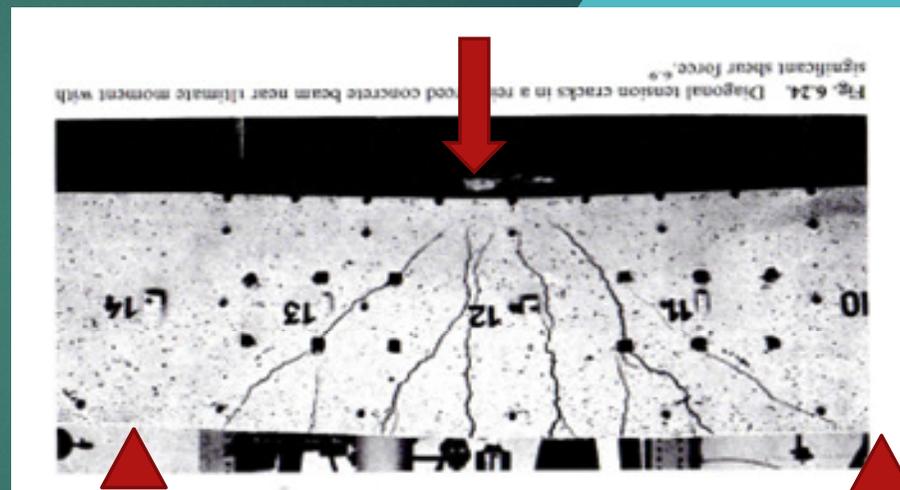
# 鉄筋コンクリート梁のせん断強度



# 曲げひび割れとせん断ひび割れ

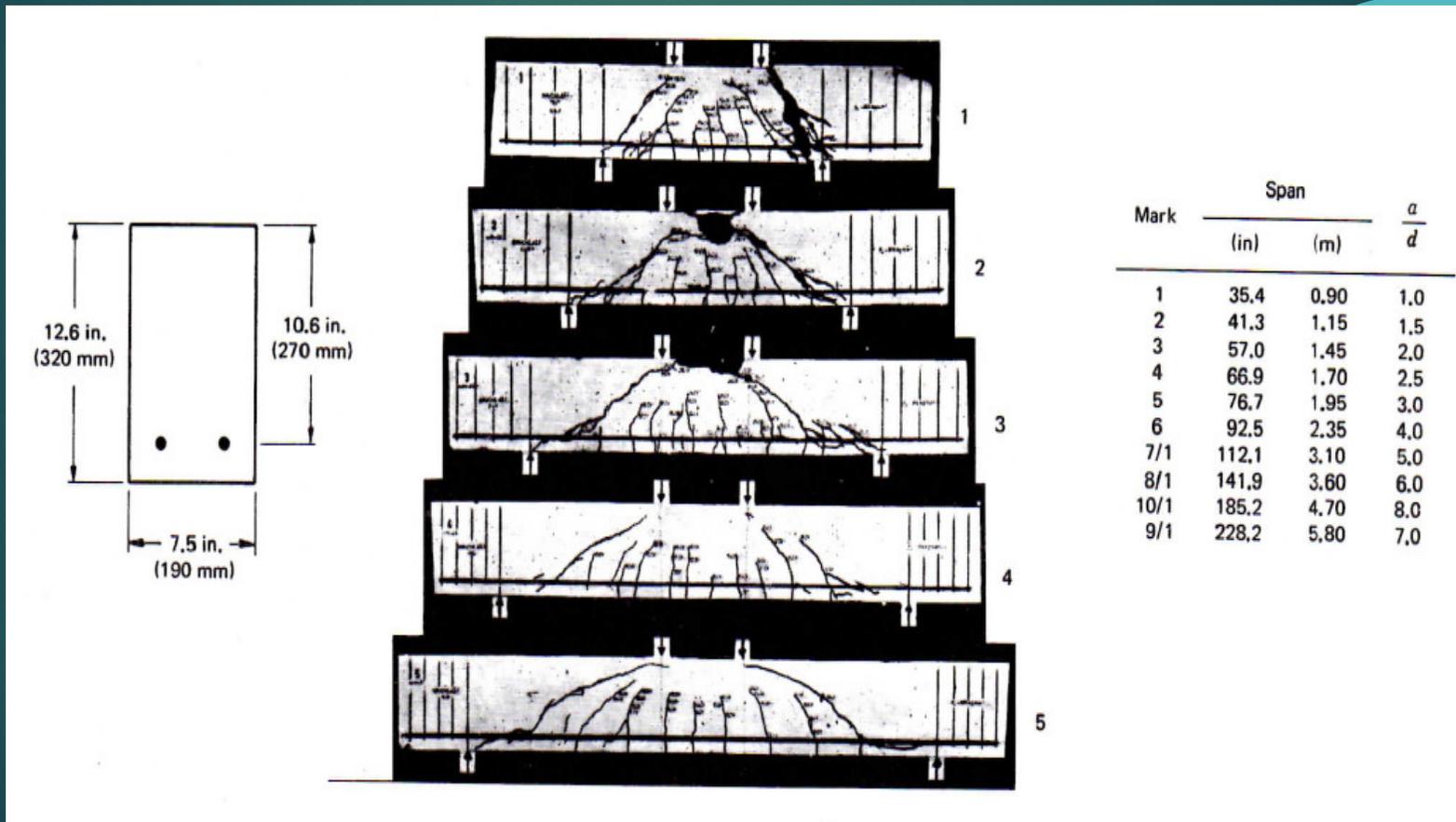


最大荷重直前の曲げひび割れ（せん断力が小さい場合）



最大荷重直前の斜め引張ひび割れ（せん断力が大きい場合）

# 鉄筋コンクリート梁のせん断破壊

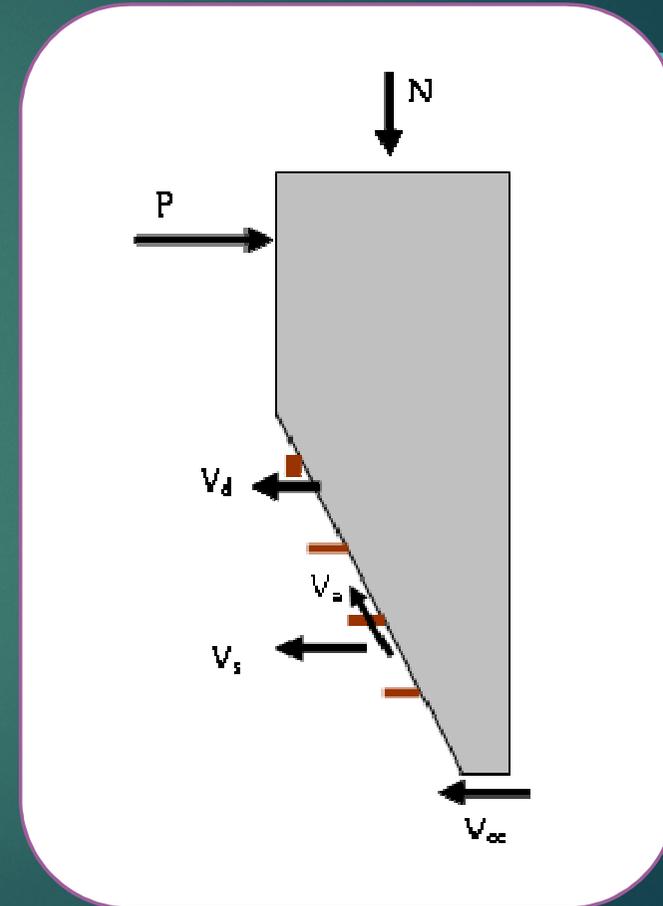


# せん断抵抗のメカニズム

- ▶  $V_{cc}$  : 曲げ圧縮域コンクリートの抵抗力
- ▶  $V_d$  : ひび割れ面に沿う骨材の噛み合わせによる抵抗力
- ▶  $V_d$  : 主鉄筋の局部的曲げまたはせん断による抵抗力 (ダウエル効果)
- ▶  $V_s$  : せん断補強筋の抵抗力



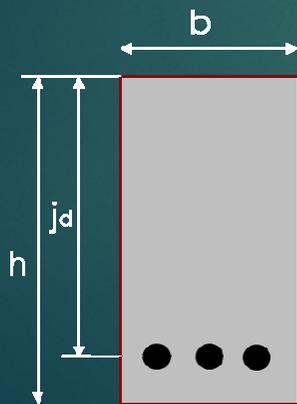
コンクリート負担分 :  $V_c = V_{cc} + V_d + V_d$   
せん断補強筋負担分 :  $V_s$



# せん断強度（土木学会式）

$$\begin{aligned} \blacktriangleright V_U &= V_C + V_S \\ \blacktriangleright V_C &= \beta_d \beta_p \beta_n f_{vc} j_d \\ \blacktriangleright V_S &= [A_w f_{wsy} / s] z \end{aligned}$$

- ▶  $f_{vc} = 0.20 \sqrt[3]{f_c} \leq 0.72$  (N/mm<sup>2</sup>)
- ▶  $f_c$  : コンクリートの圧縮強度 (N/mm<sup>2</sup>)
- ▶  $f_{wsy}$  : せん断補強筋の降伏強度 (N/mm<sup>2</sup>)
- ▶  $s$  : せん断補強鉄筋の配置間隔
- ▶  $z$  : 圧縮応力合力の作用位置から引張鋼材図心までの距離で、一般に  $j_d/1.15$



# 係数 $\beta_d$ 、 $\beta_p$ 、 $\beta_n$

- ▶  $\beta_d = \sqrt[4]{1/d} \leq 1.5$        $d$  : 有効高さ(m)
- ▶  $\beta_p = \sqrt[3]{100\rho_v}$        $\rho_v$  : 引張鋼材の鉄筋比(=  $A_s/bd$ )
- ▶  $\beta_n = 1 + M_0/M < 2.0$  (圧縮軸力の作用する 場合)

$M_0$  :  $M$ が作用する断面引張縁において、軸方向力によって発生する応力を打ち消すのに必要な曲げモーメント