

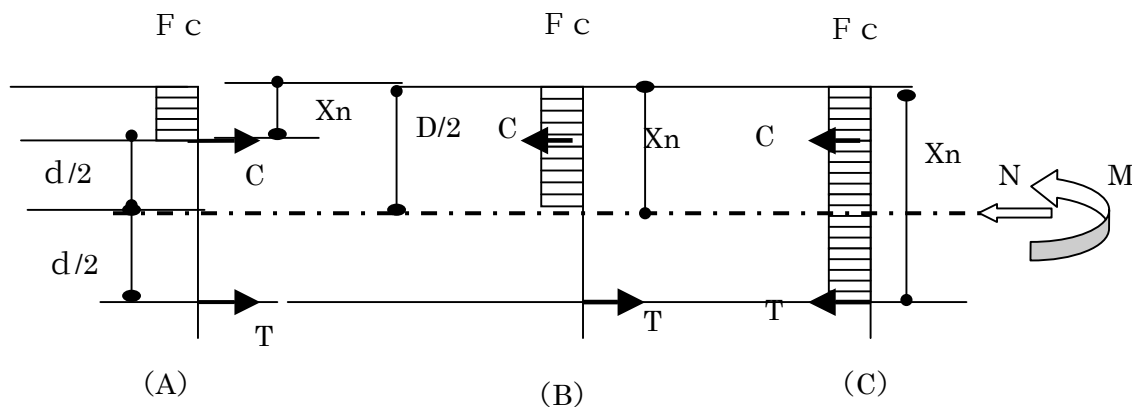
**課題3** (柱 曲げ) (11/12) 修正 2004.11.12  
教科書 (p112) 演習問題5-1に示す断面を次のように読み替え(ただし 中段筋は無いものとする)

主筋 3-D22(SD35)→ 3-D22(SD345) すなわち  $\sigma_y = 345\text{N/mm}^2$   
コンクリート  $F_c$  210kgf/cm<sup>2</sup> → 30N/mm<sup>2</sup>

諸記号等：

$d$ ：鉄筋間距離(=0.8D)  $B$ :断面幅,  $D$  断面せい  
コンクリート外縁から鉄筋重心までの距離 : 0.1D  
コンクリートの応力は  $F_c$  で矩形分布、

下図に示す応力状態 (A) ~ (C) での  $M, N$  を求め、図示せよ  
またこれから何が言えるか考えよ。



(A) の場合： $X_n = 0.1D$  (B) の場合： $X_n = D/2$  (C) の場合： $X_n = 0.9D$  である。

下記以外の場合、鉄筋応力  $C$  および  $T$  は それぞれ圧縮 および引張で降伏している。

(A) の場合は 圧縮鉄筋が圧縮で降伏、応力 0 引張で降伏している場合について計算する

(C) の場合は 引張鉄筋が圧縮で降伏、応力 0 引張で降伏している場合について計算する

ヒント

コンクリート応力 および鉄筋応力は圧縮の場合を正とすると

軸力は  $N = C_c + C + T$  である。

ただし  $C_c$  は圧縮コンクリートの合力、 $C, T$  はそれぞれ圧縮鉄筋 引張鉄筋の合力  
曲げモーメントについては 断面重心回りで左回りを正として計算する

(右回りを正としてもよいが  $M$  の符号が変わる)

解答  $\sigma_y = 345 \text{ N/mm}^2$   $a_t = 1161 \text{ mm}^2$   $d = 0.2D = 480 \text{ mm}$

$F_c = 30 \text{ N/mm}^2$

コンクリート外縁から鉄筋重心までの距離  $0.1D$

鉄筋重心間距離  $d = 0.2D = 480 \text{ mm}$

鉄筋は圧縮で降伏，応力 0，引張で降伏の 3 ケース 圧縮鉄筋 引張鉄筋量が同じであるから

降伏時の鉄筋応力は  $C_c = T = a_t \cdot \sigma_y = 4.01 \times 10^5 \text{ N}$

コンクリート圧縮合力  $C = F_c \cdot b \cdot X_n$  ( $X_n$ : 中立軸位置)

題意により

$X_n = 0.1D$  (A)  $0.5D$  (B)  $0.9D$  (C) の 3 ケース

A の場合  $C = 1.08 \times 10^6 \text{ N}$

B の場合  $C = 5.4 \times 10^6 \text{ N}$

C の場合  $C = 9.72 \times 10^6 \text{ N}$

### 軸方向の釣り合い

$C$ ,  $C_c$ ,  $T$  は絶対値で 釣り合い式では向きを考え正負を選ぶことにすると

$C$ ,  $C_c$ ,  $T$  とも圧縮の時  $N = C + C_c + T$

でありいずれかが引張の時は マイナスとなる

たとえば  $T$  が引張の時  $N = C + C_c - T$

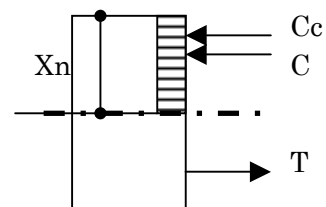
### 曲げモーメントの釣り合い

断面重心回りの釣り合い

右図の場合 (引張鉄筋が 引張降伏)

$C$ ,  $C_c$ ,  $T$  とも断面重心回りに同じ向きの回転を生じるから

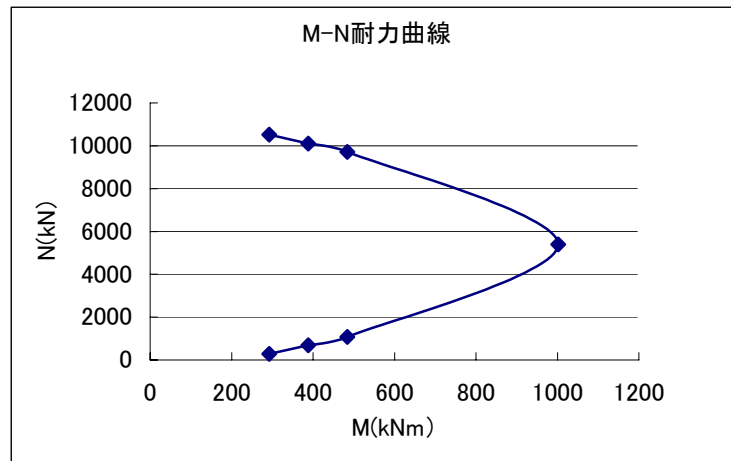
$$M = T \cdot (D/2 - 0.1D) + C \cdot (D/2 - 0.1D) + C_c \cdot (D/2 - X_n/2)$$



たとえば  $T$  が圧縮であると上式第 1 項はマイナスとなる。

なお 釣合はどの点回りに立ててもいいが，一般には外力の  $N$  が含まれる。

(軸力が断面重心に作用しているので断面重心回りに釣り合いを考えると外力  $N$  が釣り合い式に含まれない)



### 図示と知見

計算結果をなめらかな曲線で結ぶ上図のような M-N 曲線が得られる

$X_n=0.5D$  の時の  $N$  に関して対象で この時  $M$  が最大となる. (ただし図には  $X_n$  を記入していない)

すなわち 作用軸力が小さい ( $X_n$  が  $0.5D$  以下) 範囲では軸力が大きいほど曲げ耐力は増加する

テキスト 図 4. 7 と上図の差は 図 4. 7 は終局状態 (圧縮ひずみを規定) である. 一方上図は 全塑性状態 (コンクリートも  $F_c$  を保ったまま無制限に変形できる) の M-N であることに起因する.