

## 授業の補足メモ: 5章 軸力と曲げをうける部材: 授業の補足メモ

5/24/2004

吉川 弘道

### 5-3 軸力と曲げを受ける部材の終局耐力(p.87 ~)

5-3-1 相互作用図の考え方 - 無筋コンクリートの場合

5-3-2  $M_u-N'_u$  破壊包絡線 - 鉄筋コンクリートの場合

\*\*いずれの場合も、相互作用図と破壊包絡線は、同じと考えてよい。2つの量(軸力と曲げ)がお互いに関係しているので、'相互作用図(interaction curve)'と呼ぶ。線上の値は、部材の破壊を意味するので、'破壊包絡線(failure envelope)'と呼ぶ。

#### ・終局断面耐力と終局断面力

終局断面耐力:  $N_u$ ,  $M_u$  (破壊包絡線上の値)      u:ultimate

設計断面力 :  $N_d$ ,  $M_d$  (部材に作用する断面力)      d:design

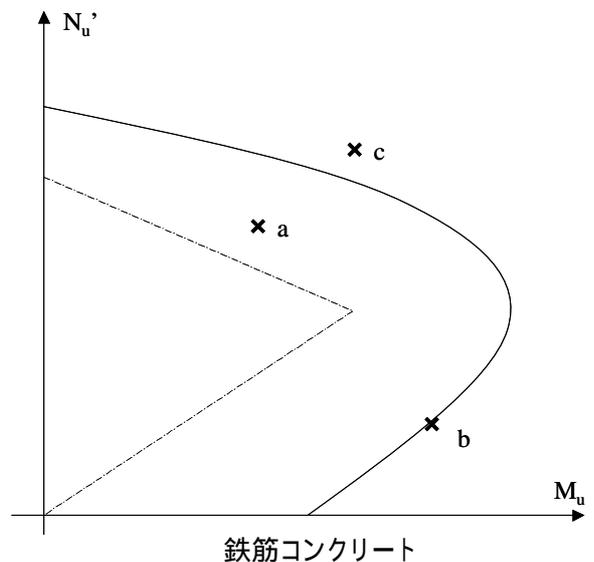
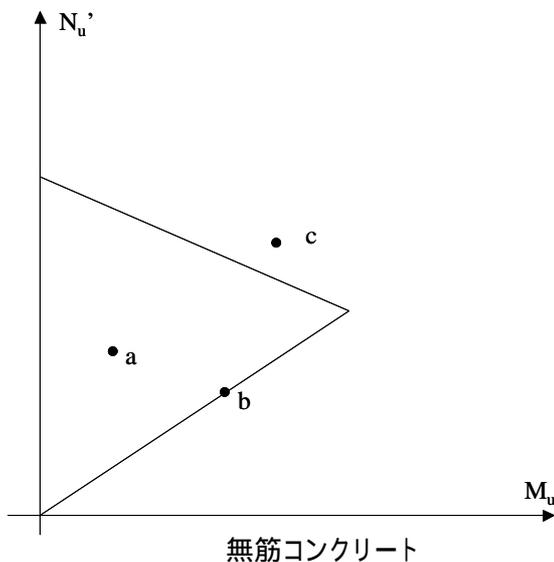
#### ・破壊包絡線 (failure envelope)

設計断面力 ( $N_d$ ,  $M_d$ ) の座標が、破壊包絡線 (終局断面耐力 ( $N_u$ ,  $M_u$ )) に対して、

a: 内側にある      破壊しない

b: 線上にある      破壊している、

c: 外側にある      とくに破壊している



## 5章の課題の考え方と内容:

課題 # 1: <<例題 5.2>>について、任意断面を設定して、2例計算せよ(p.81 ~ 82)。

- ・ 教科書の例題とは異なる条件(最大耐力と材料条件)にて、2例断面を設計せよ。
- ・ この場合、断面寸法と鉄筋量(鉄筋比)の2つが未知数のため、設定した条件のもと解答は無限に存在する。
- ・ 断面耐力  $N'_{ou}$  に対する設計断面耐力  $N'_{oud}$  の比は、0.60 ~ 0.65 程度になるが、これは、3つの安全係数(3章参照\*\*駄洒落ではない!!)の結果であり、数値そのものに特に意味はない。

課題 # 2: 図 5-7 を、各自の設定した断面にて、再度、図化せよ(p.87 ~ 88)。

- ・ 教科書の計算例(図 5-7)と異なる条件を設定し、引張強度の異なる 3 例を計算/図化せよ。
- ・ とくに断面寸法については、長方形断面とし、幅/高さともに1m程度とせよ。この結果、例えば、軸圧縮耐力  $N'u$  は、数 10MN 程度となる(例えば、40MN 4000tonf)。

課題 # 3: 上記の課題 # 2 にて設定した断面を再度用いて、<<例題 5.3>>を計算/図化せよ(p.97 ~ 98)。

- ・ Step1: 課題 # 2 にて設定した断面(幅  $b$  高さ  $h$ )を用い、鉄筋比  $\rho$ (引張鉄筋比)が、 $\rho = 1\%$ 、および  $2\%$  程度なるように断面の配筋(単鉄筋長方形断面)を決定せよ。また、材料特性(コンクリート圧縮強度  $f'_c$ 、鉄筋の降伏強度  $f_y$ )を設定せよ(ただし、教科書とは異なる値を仮定すること)
  - \*\*通例、柱の場合、正負対照の複鉄筋断面(圧縮鉄筋比 = 引張鉄筋比)とするが、ここでは、簡単のため、圧縮鉄筋を無視して、単鉄筋断面とする\*\*
- ・ Step2: 各断面について、3つの主要点、中心軸圧縮破壊、釣合い破壊、純曲げ破壊の値(終局断面耐力:  $N_u$ ,  $M_u$ )を算定せよ。

- ・ 中心軸圧縮破壊：  
 <<例題 5.2>>に従い算定せよ。安全率は考えない。
- ・ 釣合い破壊：  
 次ページの算定式を用いると便利。
- ・ 純曲げ破壊の値：  
 4章を参照にせよ。とくに、(3) 曲げ終局耐力(under-reinforcement の場合)  
 および<<例題 4.3>>(単鉄筋の場合)での算定手順に従うこと。
- ・ Step3: 上記の算定結果を表にて示し、図化する。このとき、次の2つの単位系を用いること。

\*強度単位による表示      縦軸/軸力  $\frac{N'_u}{bd_1}$  [N/mm<sup>2</sup>]、横軸/曲げ  $\frac{M_u}{bd_1^2}$  [N/mm<sup>2</sup>]

\*実単位系による表示      縦軸/軸力  $N'_u$  [MN]、横軸/曲げ  $M_u$  [MN・m]

最初に、強度単位にて算定し、次に実単位を求めるとよい。

釣合い破壊時における終局断面耐力 ( $N'_{ub}$ 、 $M_{ub}$ ) の算定式  
(p.94 ~ 95 を単鉄筋の場合について、書きかえている)

### # 1: 実単位表示

$$\text{等価応力ブロックの高さ: } \frac{a_b}{d_1} = \frac{\beta \varepsilon'_{cu}}{\varepsilon'_{cu} + f_y / E_s} \quad (5.33)$$

$$\text{釣合い破壊時の軸力: } N'_{ub} = k_3 f'_{cd} b a_b - A_{s1} f_y \quad (5.34)$$

$$\text{釣合い破壊時の曲げ: } M_{ub} = k_3 f'_{cd} b a_b \left( d_1 - \frac{a_b}{2} \right) - N'_{ub} (e' - e_b) \quad (5.35)$$

$$\text{釣合い破壊時の編心量: } e_b = M_{ub} / N'_{ub} \quad (5.36)$$

\*\*\* 上式は、編心軸圧縮を、図心Gに作用する軸力  $N'_{ub}$  と曲げモーメント  $M_{ub} = N'_{ub} (e' - e_b)$  に置き換え、引張鉄筋廻りのモーメントの釣合いを考えている。また、軸力のモーメントアームは、 $e' - e_b = (e_b + y_t) - e_b = y_t$  となり、 $y_t \cong h/2 - (h - d_1) = d_1 - h/2$  とすると簡便となる。

### # 2: 強度単位表示

ここで、上記諸式を  $N'_{ub} / b d_1$ 、 $M_{ub} / b d_1^2$  のように強度単位 ( $N / mm^2$ ) に換算すると

計算が簡略化する。すなわち、結果のみを示すと、

$$\text{釣合い破壊時の軸力: } \bar{N}'_{ub} \equiv \frac{N'_{ub}}{b d_1} = k_3 f'_{cd} \frac{a_b}{d_1} - p_1 f_y \quad \text{ただし } p_1 = A_{s1} / b d_1 \quad (5.34)'$$

$$\text{釣合い破壊時の曲げ: } \bar{M}'_{ub} \equiv \frac{M_{ub}}{b d_1^2} = k_3 f'_{cd} \frac{a_b}{d_1} \left( 1 - \frac{a_b}{2 d_1} \right) - \frac{N'_{ub}}{b d_1} \left( 1 - \frac{h}{2 d_1} \right) \quad (5.35)'$$

$$\text{釣合い破壊時の編心量: } \frac{e_b}{d_1} = \frac{M_{ub} / b d_1^2}{N'_{ub} / b d_1} \quad (5.36)'$$