

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)'¹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)'²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

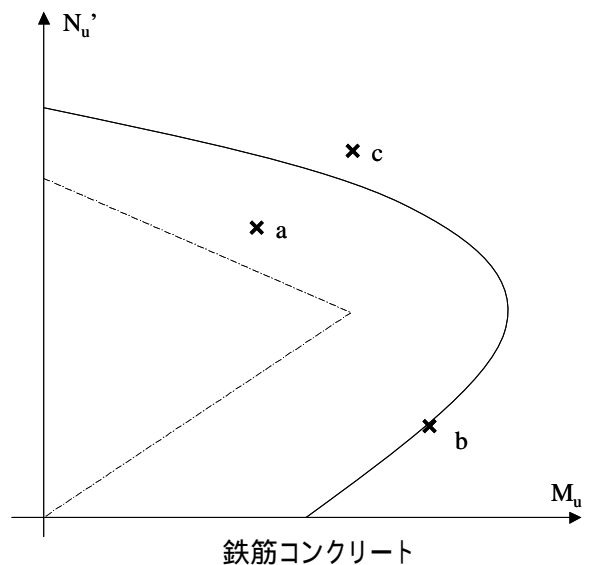
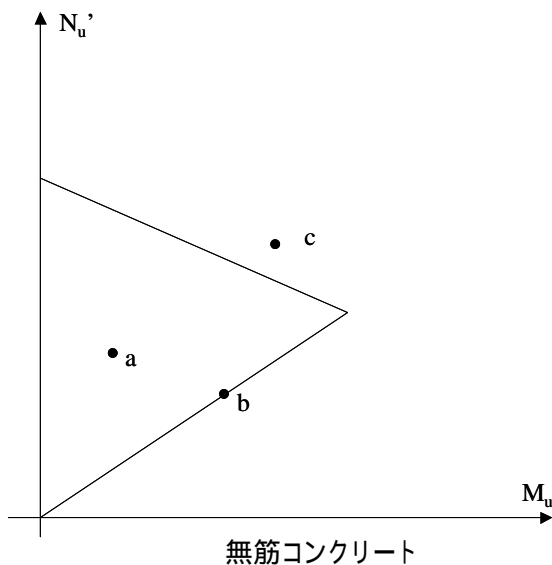
・破壊包絡線 (failure envelope)

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 ρ (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/mm²]、横軸/曲げ $\frac{M_u}{bd_1^2}$ [N/mm²]

*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、

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

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

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