

大分高専 学生員 ○神 田 隆 雄
大分高専 正会員 平 野 喜三郎
大分高専 正会員 丸 山 巖

1. まえがき

RC部材が偏心荷重を受けるときの応力計算は、(1)コンクリート全断面を有効と考慮して計算する場合と、(2)コンクリートの引張部を無視して計算する場合との二つの場合があり、それぞれ異なる式を用いて計算を行なう。従って、どちらの場合の計算式を使用するかを判定するための判別計算が必要であり、その判定基準として次の三つの場合がある。

- (a) 偏心荷重が枝内に作用するか、枝外に作用するかを判定する。
- (b) 引張応力の大きさが同時に生じる圧縮応力の $\frac{1}{4}$ より大きい、小さいかを判定する。
- (c) 引張応力の大きさが同時に生じる圧縮応力の $\frac{1}{10}$ より大きい、小さいかを判定する。

(a)の場合の判定については、長方形断面と円形断面には既に判別式が求められている(文献1)。しかしその計算公式は大変複雑で、計算に手間がかかる。長方形断面については、(3)、計算例を参照)。また丁形断面や台形断面などの特殊断面については計算公式が求められていない。更に(b)および(c)の場合については、どの断面にも判別式が求められていない。そこで本論文では新しい判別式を提案する。

本論文で提案する判別式は、上述の(a)、(b)、(c)のいずれの場合にも適用できる。またこの判別式は長方形断面や円形断面はもとよりあらゆる断面(但し一軸対称)に適用でき、電卓を用いて短時間に計算することができ。

2. 判別式の提案

図-1 (a)に示す任意断面が偏心荷重を受けるときの中立軸位置は (b)図の換算有効断面について次式より求めることができる。

$$G_m \cdot \bar{e} = I_m \quad \text{----- ①}$$

本論文では①式を変形した新しい判別式を提案する。

- (a) 偏心荷重が枝内に作用するか、枝外に作用するかの判別

偏心荷重が断面の枝内に作用する場合は、中立軸位置は図-2 (a)に示すように断面の縁において引いた接線(X-X軸)と一致する。(b)図のように中立軸(N-N軸)がX-X軸より下側にあれば、全断面圧縮(偏心荷重は枝内)となり、X-X軸より上側にあれば、断面の一部に引張(偏心荷重は枝外)となる。従って

$$G_x \cdot \bar{e} \leq I_x \quad \text{----- ②} \quad G_x \cdot \bar{e} > I_x \quad \text{----- ③}$$

とすると、②式は偏心荷重が枝内の場合、③式は偏心荷重が枝外の場合となる。

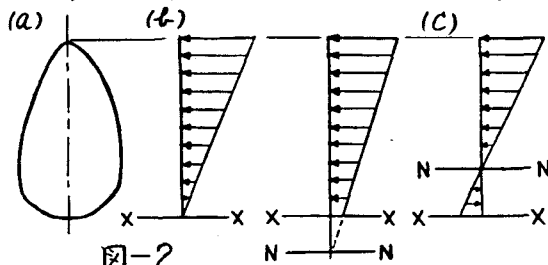


図-2

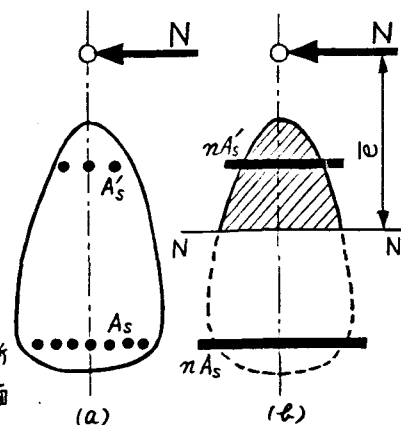


図-1

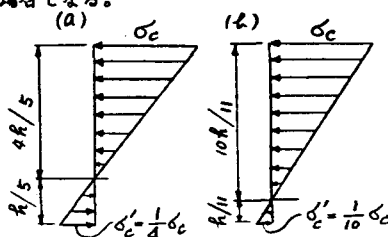


図-3

(4)および(5) 引張応力の大きさが同時に生じる圧縮応力の $\frac{1}{4}$ (%)より大きい小さいかの判別

図-3(2)に示すように引張応力が圧縮応力の $\frac{1}{4}$ のときは、中立軸位置は断面の高さを4:1に内分するX-X軸と一致する。いま中立軸(N-N軸)がX-X軸より上側にあれば $\frac{1}{4}$ の $\frac{1}{4}$ となり、X-X軸より下側にあれば $\frac{1}{4}$ の $\frac{1}{4}$ となる。従って②および③式を用いて、 $\frac{1}{4}$ の $\frac{1}{4}$ の大きさを比較できる。またX-X軸を図-3(4)のように断面の高さを10:1に内分する点とすれば、②、③式を用いて、 $\frac{1}{10}$ の $\frac{1}{10}$ の大きさを比較できる。

3. 計算例

偏心荷重が柱内に作用するか、柱外に作用するかを判定するための計算例を示す。図-4の長方形断面について、従来の判別法と本論文の判別法との比較計算を行なう。

軸方向圧縮力 $N = 200 \text{ t}$, 曲げモーメント $M = 10 \text{ t}\cdot\text{m}$

$A'_s = 7.94 \text{ cm}^2$ (4-D16), $A_s = 22.92 \text{ cm}^2$ (8-D19)

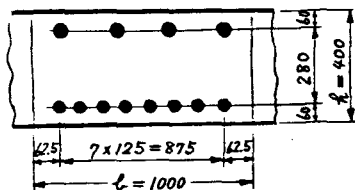


図-4

従来の判別法

$$\frac{e}{h} = \frac{6}{40} = 0.15$$

$$\frac{e}{h} = 1 - \frac{e}{h} = 1 - 0.15 = 0.85$$

$$\bar{e} = \frac{A'_s}{A_s} = \frac{7.94}{100 \times 40} = 0.001985$$

$$\eta \bar{e} = 15 \times 0.001985 = 0.02978$$

$$\bar{e} = \frac{A_s}{A_s} = \frac{22.92}{100 \times 40} = 0.005735$$

$$\eta \bar{e} = 15 \times 0.005735 = 0.08603$$

$$\frac{A'_s}{A_s} = 1 + \eta (\bar{e} + \bar{e})$$

$$= 1 + 15 (0.001985 + 0.005735) = 1.116$$

$$C'_s = 0.5 - \frac{e}{h} = 0.5 - 0.15 = 0.35$$

$$C_s = \frac{e}{h} - 0.5 = 0.85 - 0.5 = 0.35$$

$$\frac{e}{h} = \frac{1}{2} + \frac{\eta (\bar{e} - \bar{e})}{A'_s / A_s} = \frac{1}{2} + \frac{15 \times 0.35 (0.005735 - 0.001985)}{1.116}$$

$$= 0.5 + 0.01764 = 0.5176$$

$$\frac{e}{h} = 1 - \frac{e}{h} = 1 - 0.5176 = 0.4824$$

$$C'_s = \frac{e}{h} - \frac{e}{h} = 0.5176 - 0.15 = 0.3676$$

$$C_s = \frac{e}{h} - \frac{e}{h} = 0.85 - 0.6176 = 0.3324$$

$$\begin{aligned} \frac{e}{h} &= \frac{\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{A'_s}{A_s} \right)^2 + \left(\frac{e}{h} \right)^2 + \eta \bar{e} (C'_s)^2 + \eta \bar{e} (C_s)^2}{\left(\frac{e}{h} \right) \cdot \left(\frac{A'_s}{A_s} \right)} \\ &= \frac{\frac{1}{2} (0.5176^2 + 0.4824^2) + 0.02978 \times 0.3676^2 + 0.08603 \times 0.3324^2}{0.5384} \\ &= \frac{\frac{1}{2} (0.1386 + 0.1123) + 0.004024 + 0.007585}{0.5384} = 0.181 \end{aligned}$$

$$\frac{e}{h} = \frac{M}{N h} = \frac{10}{200 \times 0.4} = 0.125$$

$$\frac{e}{h} < \frac{e}{h} \therefore \text{偏心荷重は柱内に作用する。}$$

本論文の判別法

$$\begin{aligned} I_x &= \frac{e}{h} \frac{A'_s}{A_s} + \eta \{ A'_s (h-d')^2 + A_s (h-d)^2 \} \\ &= \frac{100 \times 40^3}{3} + 15 \{ 7.94 (40-6)^2 + 22.92 (40-34)^2 \} \\ &= 2283000 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G_x &= \frac{e}{h} \frac{A'_s}{A_s} + \eta \{ A'_s (h-d') + A_s (h-d) \} \\ &= \frac{100 \times 40^2}{2} + 15 \{ 7.94 (40-6) + 22.92 (40-34) \} \\ &= 86110 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$e = \frac{M}{N} = \frac{10 \times 10^3}{200} = 5 \text{ cm}$$

$$\bar{e} = \frac{A'_s}{A_s} = \frac{40}{2} + 5 = 25 \text{ cm}$$

$$G_x \cdot \bar{e} = 86110 \times 25 = 2153000 \text{ cm}^4$$

$$G_x \cdot \bar{e} < I_x \therefore \text{偏心荷重は柱内に作用する。}$$

4. まとめ

本論文で提案する計算手法の特長を列記すると次のようである。

- (1) 提案する公式は簡単に覚えやすく、電卓を用いて短時間で計算することが出来る。
- (2) 長方形断面、円形断面はもとより、あらゆる断面(但し一軸対称)に適用できる。
- (3) 偏心荷重が柱内に作用するか、柱外に作用するかの判定ができるのはもとより、引張応力の大きさが同時に生じる圧縮応力の $\frac{1}{4}$ (%)より大きい小さいかも判定することが出来る。

(参考文献)

- (1) 斎藤 界: R.C.部材、P.C.部材の計算例とその解説 (現代社)
- (2) 平野 九山: 第33回年次学術講演会講演概要集 V-167 (P.331~P.332)
- (3) 谷口 忠: 構造力学 (裳華房) P.238~P.239