

大分高専 正会員 〇平野 喜三郎
大分高専 正会員 丸山 徹

1. まえがき

偏心荷重をうける鉄筋コンクリート部材の応力計算は、非常に複雑で学生や初級技術者には難解である。また、従来の解法には次のような欠点がある。(1) 断面に引張応力が生ずるか否かを決定するため、与えられた断面の校距距離を求めなければならない (2) 断面全部に圧縮応力のみが生ずる場合と、断面の一部に引張応力が生ずる場合とは、応力計算式が著しく異なる (3) 応力計算式は、長方形・丁形・円形・正多角形などの断面については誘導されているが、その他の断面(特殊断面)については誘導されていない。

そこで、上記の欠点を改良するため簡単な計算手法を提案する。この計算手法により、長方形・丁形はもとよりあらゆる一軸対称断面の応力を、電卓を用いて簡単に求めることができる。

2. 構造力学公式の鉄筋コンクリート部材への応用

偏心荷重をうける単一部材の中立軸の位置は、周知のように(文献

(1) 参照)、次式で与えられる。

$$G_n \cdot \bar{e} = I_n \quad (1)$$

ここで、 $\bar{e}$ は中立軸から偏心荷重の作用点までの距離である。

偏心荷重をうける単一部材の縁応力は、偏心荷重の中立軸に関するモーメント M_n および 中立軸に関する断面係数 W_{n1} , W_{n2} を用いて、次式で求められる。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{M_n}{W_{n1}} \\ \sigma_2 &= \frac{M_n}{W_{n2}} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

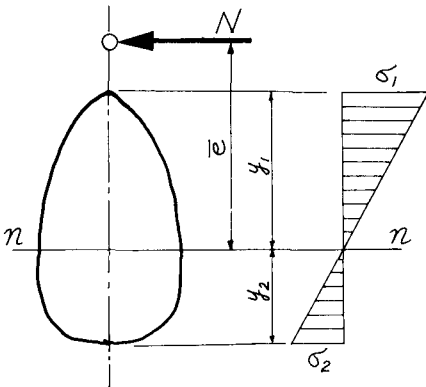


図-1

ここで、 $M_n = N \cdot \bar{e}$, $W_{n1} = I_n / y_1$, $W_{n2} = I_n / y_2$

構造力学公式を鉄筋コンクリート部材へ応用するには、次の2つの条件を考慮すればよい。(1) 鉄筋コンクリート部材断面をコンクリートのみからなる断面に変換する。鉄筋断面の変換係数は $n = E_s / E_c$ である (2) 引張応力を無視する。この2つの条件を考慮していわゆる換算有効断面を作成すれば、この断面はコンクリートのみからなるので、通常構造力学公式を適用してコンクリート部分の応力を求めることができる。鉄筋部分の応力はコンクリート部分の応力を n を用いて逆変換すれば求められる。

3. 中立軸位置の決定法 および応力計算法

(1) 式を換算有効断面に適用して、次式のように変形する。

$$\Delta E = G_{in} \cdot \bar{e} - I_{in} \quad (3)$$

図-2(a)に示すような断面変化点1, 2, 3, ...に中立軸があるものと仮定して、その時の ΔE の値を(3)式より求め、図-2(b)のように示す。この場合、中立軸の位置は断面変化点3と4との間にあることがわかる。次に、点3と4の間を適当に分割して中立軸位置を仮定して、 ΔE の値が最も小さくなる位置を求めればよい。中立軸の位置が決定すれば、換算有効断面について中立軸に関する断面2次モーメント

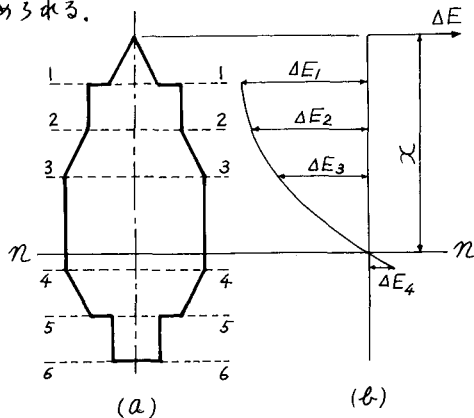


図-2

I_{in} を決定することができる。

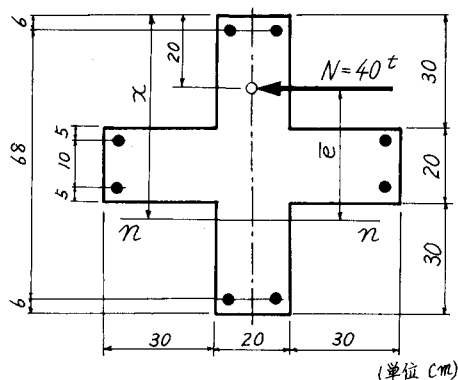
$$\left. \begin{array}{l} \text{コンクリート上縁} \quad \sigma_c = \frac{M_{in}}{W_{in1}} \\ \text{引張鉄筋} \quad \sigma_s = n \cdot \frac{M_{in}}{W_{in2}} \end{array} \right\} \quad (4)$$


图-3

4. 計算例

図-3 に示すような偏心荷重をうける十字形断面(鉄筋はすべて $\phi 22$) に生ずる応力を, (3)式および(4)式を利用して求めてみる。まず、鉄筋断面をコンクリートと等価値の断面に換算する。 $nA_s = 15 \times 7.742 = 116.13 \text{ cm}^2$

(1) 中立軸位置の決定

中立軸位置が十字形の断面変化点にあるものと仮定して、(3) 式の $4E$ の値を求めると、表-1 の段階Ⅰようになる。この結果より、中立軸位置は $x = 50 \sim 80 \text{ cm}$ の間にあることがわかる。段階Ⅱで、 $x = 50 \sim 80 \text{ cm}$ の区間で、 $4E$ の値が最小になる中立軸位置を探す。結局、中立軸位置は $x = 51.4 \text{ cm}$ となる。従って、 $y_1 = 51.4 \text{ cm}$ 、 $y_2 = 22.6 \text{ cm}$ 、 $I_{cn} = 1,436,932 \text{ cm}^4$

表-1

段階	α	$\bar{e}$	G_{ic}	G_{is}	G_{in}	I_{ic}	I_{is}	I_{in}	ΔE
I	30.0	10.0	9 000	-4 645	4 355	180 000	320 751	500 751	-457 201
	50.0	30.0	37 000	4 645	41 645	993 333	320 751	1 314 084	-64 734
	80.0	60.0	112 000	18 585	130 585	5 373 333	1 017 525	6 390 858	1 444 242
II	51.0	31.0	39 210	5 110	44 320	1 069 540	330 506	1 400 046	-26 126
	52.0	32.0	41 400	5 574	46 974	1 150 187	341 190	1 491 377	11 791
	51.5	31.5	40 323	5 342	45 665	1 109 306	335 732	1 446 038	7 596
	51.4	31.4	40 100	5 597	45 697	1 102 264	334 688	1 436 932	-2 046

(2) コンクリート上縁および引張鉄筋の応力

(4) 式を利用して応力計算を行う. $M_{in} = N \cdot \bar{e} = 40 \times 10^3 \times 31.4 = 1,256,000 \text{ kg} \cdot \text{cm}$

$$W_{in1} = I_{in} / y_1 = 1,436,932 / 51.4 = 27,956 \text{ cm}^3 \quad W_{in2} = 1,436,932 / 22.6 = 63,581 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_c = \frac{M_{in}}{W_{inl}} = \frac{1,256,000}{27,956} = 44.9 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_s = n \cdot \frac{M_{in}}{W_{in2}} = 15 \times \frac{1,256,000}{63,581} = 296 \text{ kg/cm}^2$$

5. あとがき

計算例でわかるように、(3)式と(4)式を用いて偏に荷重をうける特殊断面の応力を簡単に求めることができる。ここにあげた計算例は断面の一部に引張応力を生ずる場合であるが、断面全部に圧縮応力のみが生ずる場合についても、全く同様に(3)式と(4)式を用いて応力を求めることができる。結局、この2つの公式を利用すれば偏に荷重が核内か核外かの判定をせずに応力を求めることができる。

〔参考文献〕

- (1) 谷口 忠：建造力学(裳華房) P. 238 ~ P. 239
- (2) S.P. Timoshenko, J.M. Gere : *Mechanics of Materials*
- (3) 昭和53年度 土木学会西部支部 研究発表会講演集 P. 321 ~ P. 322