

V-303

図解法による複鉄筋部材の耐力計算

大分工業高等専門学校 正員 平野 喜三郎

1. はじめに

複鉄筋部材の耐力計算においては、破壊時に引張 圧縮の両鉄筋がともに降伏している場合と、引張鉄筋は降伏し圧縮鉄筋は降伏していない場合との、2つのケースがある。そこで、どのケースにあてはまるかを決定するための判定公式が必要である。更に、T形断面の場合は、長方形ブロックの高さ a がフランジ内にあるか、それともウェブ内にあるかを決定するための判定公式が必要である。学生および初級技術者にとっては、上記の2種類の判定公式は極めて繁雑であり、複鉄筋部材の耐力計算は相当難解のようである。

一方、鉄筋コンクリートの理論は適当な仮定の上に立脚しているので、厳密な数値計算は不要であり、図解法による近似計算が望ましいと言える。

そこで、本論文では、学生および初級技術者を対象として、図解法による耐力計算の手法を提案する。この手法は、「力の釣合い条件の適用」を前面に打ち出したもので、曲げを受ける部材と偏心軸力を受ける部材の両方について示すことにする。

2. ϵ_y' -line, t' -line および T -line(1) ϵ_y' -line

これは、圧縮鉄筋が降伏しているか、それとも非降伏であるかの判定を行うための境界線であり、次式で与えられる。

$$\epsilon_y' = \frac{7350}{7350 - f_{yd}'} \cdot d' \quad \dots\dots\dots (1)$$

(2) t' -line

T形断面を解析する場合、長方形断面扱いとT形断面扱いとの判別が必要である。その判別のための境界線として次式を用いる。

$$t' \geq t/0.8 \quad \dots\dots\dots (2)$$

(3) T -line

曲げ破壊時に引張鉄筋は降伏していると仮定すると、引張鉄筋に作用する全引張力は簡単な式で表せる。すなわち、長方形断面扱いの場合は式(3)を、T形断面扱いの場合は式(4)をそれぞれ用いればよい。

$$T_1 = f_{yd} \cdot A_s \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 $A_{st} = 0.85f'_{cd} \cdot (b - b_w) \cdot t / f_{yd}$

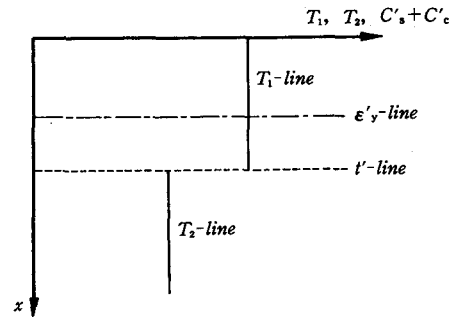


図-1

表-1

ϵ_y' -line	上方	$C'_s = E_s \cdot \left(0.0035 \frac{x-d'}{x}\right) \cdot A'_s$
	下方	$C'_s = f'_{yd} \cdot A'_s$
t' -line	上方	$C'_c = 0.68f'_{cd} \cdot b \cdot x$
	下方	$C'_c = 0.68f'_{cd} \cdot b_w \cdot x$

$$T_2 = f_{yd} \cdot (A_s - A_{st}) \quad \dots\dots\dots (4)$$

3. 曲げを受ける場合の図解法

(1) 図解法の概略

複鉄筋ばり（長方形断面、T形断面）の中立軸位置は、「力のつりあい条件（水平方向の力の和が零）」を用いて求められる。図解法の手順を以下に示す（図1参照）

1) 横軸方向に T_1 、 T_2 、 $C'_c + C'_s$ 、縦軸方向に中立軸位置 x をそれぞれとる。

- 2) T_1 および T_2 の値を求め、図中に表示する。
 - 3) x の値を逐次代入して $C'_c + C'_s$ の値を算出し、その値を図中にプロットする。このとき用いる計算式を表-1に示す。
 - 4) T_1 （または T_2 ）と $C'_c + C'_s$ との交点を図上で求めれば、中立軸位置 x が得られる。
- (2) 計算例（T形断面ばり、文献(1) P. 34）

〔条件〕

$b = 90\text{cm}$, $b_w = 60\text{cm}$, $t = 15\text{cm}$,
 $d = 70\text{cm}$, $d' = 7\text{cm}$,
 $A'_s = 3\text{D}32 = 23.83\text{cm}^2$,
 $A_s = 12\text{D}35 = 114.79\text{cm}^2$,
 $f'_{cd} = 210\text{kgf/cm}^2$, SD35使用。

〔準備計算〕

$\epsilon_y' = 13.36\text{cm}$, $t' = 18.75\text{cm}$,
 $T_1 = 401,765\text{kgf}$, $T_2 = 321,440\text{kgf}$ 。

図-2に示すように中立軸位置 x を 20cm , 24cm , 26cm , 28cm と仮定し、 T_a と $C'_c + C'_s$ との交点を求めて、 $x = 27.8\text{cm}$ が得られる。曲げ耐力 M_u は、引張鉄筋まわりのモーメントから、次式を用いて簡単に求められる。

$$M_u = C'_s \cdot (d - d') + C'_c \cdot (d - 0.4x) + A_{st} \cdot f_{yd} \cdot (d - t/2) \dots \dots \dots (5)$$

4. 偏心軸力を受ける場合の図解法

(1) 図解法の概略

偏心軸力 N'_u の作用点に関するモーメントのつりあい式を作成して、次式を得る。

$$(e' + 0.4x) \cdot C'_c = (e' + d) \cdot T - (e' + d') \cdot C'_s \dots \dots \dots (6)$$

曲げを受ける場合と同様にして、 x の値を逐次代入して(6)式の左辺および右辺の値を算出する。その後図上において両辺の値の交点を求めると、中立軸位置 x が得られる。なお、引張鉄筋の降伏判定のための境界線として、次式を用いる。

$$\epsilon_y = \frac{7350}{7350 + f_{yd}} \cdot d \dots \dots \dots (7)$$

(2) 計算例（長方形断面部材、文献(1) P. 49）

図3の断面（部材高さの中央からの偏心距離 $e = 50\text{cm}$ ）について図解法による計算を行い、中立軸位置 $x = 18.2\text{cm}$ を得た。なお、断面耐力 N'_u 、 M_u は力のつりあい条件を用いて簡単に求められる。

5. あとがき

鉄筋コンクリート工学演習においては、数式に数値をあてはめ解答結果があれば満足し、理論を完全に理解していない学生が多い。そこで、「力のつりあい条件の適用」を前面に打ち出した解法が必要であると考え、本解法を提案する。

- 〔参考文献〕1) 岡田、伊藤、平沢、不破：鉄筋コンクリート工学（鹿島出版会）
 2) 村田、越川、国府：入門 鉄筋コンクリート工学（技報堂出版）

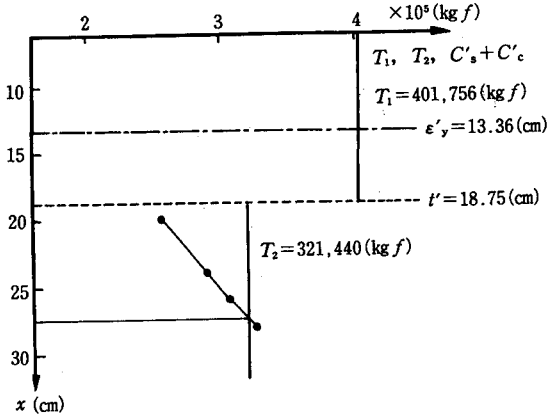


図-2

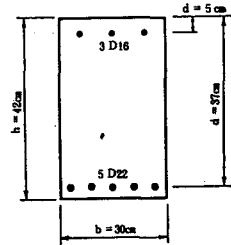


図-3