

九州共立大学工学部 正会員 加賀美一三
 " " " 学生会員 新田真二郎

1. 緒言 鉄筋コンクリート部材に対して、設計上の力学的定数と経済的設計が要望され、内外とも終局強さ設計法が発表され各々の研究基礎にもとづいた設計法を採用している国と弾性設計法と併用している米国などがあり、本邦においては部材の一部のみに用いており、なを土木学会において長期に亘り検討審議中である。Kernの弾性理論式はばりの破壊条件と考えた荷重荷重通過全端に亘り、力学的定数上十分の要がありまた経済的にも不利が伴うものである。著者の一人は鉄筋コンクリート部材の合理的設計法として、Bernoulliの平面保持の法則にもとづいて弾性係数比または塑性係数比による既往の設計法と、部材応力をModified stress-strain Diagramとしての近似解法を好ましくないことを指摘し、多くの実験により発表された荷重場における応力分布形を定め、特にばり破壊時の応力-ひずみ曲線はほぼ5次放物線であることを結論し、これにもとづいて終局強さ設計法を単鉄筋コンクリートばりについて誘導し、文献を通している。本報告は以上の基礎を築くにもとづいての複鉄筋コンクリート長方形ばりの終局強さ設計法について述べておきたいことにする。

2. 複鉄筋コンクリートばりの応力図

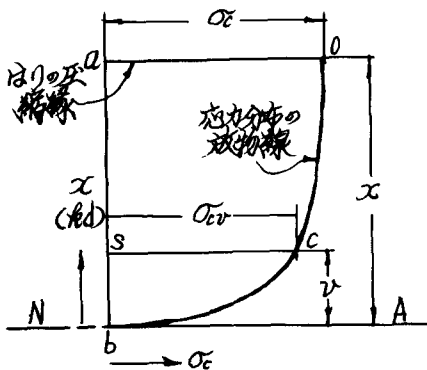


図-1 終局強さ設計法に用いる圧縮帯コンクリートの応力分布形

著者の一人が発表している応力分布形は図-1 のごとくであり、これに誘えの関係は中立軸上の点を原点とするととき $\sigma_r = \epsilon v$, $\epsilon = \text{半数}$ (1) 1. 放物線形の面積を F とすると

$$F = \int_0^x (\epsilon v) v dv, \quad F = \mu x \alpha \epsilon, \quad \mu = n/(n+1) \quad (2)$$

中立軸および圧縮帯より、放物線図の図心までの距離をそれぞれ $\bar{x}$, $\bar{x}'$ とすれば

$$\bar{x} F = \int_0^x (\epsilon v) v v dv = \alpha \epsilon n / (n+1) \cdot x^2$$

$$\bar{x} = (n+1) / (2n+1) \cdot x \quad (3), \quad \text{したがって}$$

$$\bar{x} = n / (2n+1) \cdot x = \nu x, \quad \nu = n / (2n+1), \quad (4)$$

一般に鉄筋コンクリート部材においては、著者の多くの実験結果が示すように圧縮帯コンクリートの応力分布形は5次放物線となる。5次とすると応力分布面積係数 μ および

ひずみ係数より応力分布形の図心までの距離係数 ν は 0.834 および 0.454 となる。

3. 複鉄筋コンクリート長方形ばりの破壊曲げモーメント式および設計式 (1) 複鉄筋コンクリートばりの応力関係

この場合の応力関係は図-2 のごとくとする。

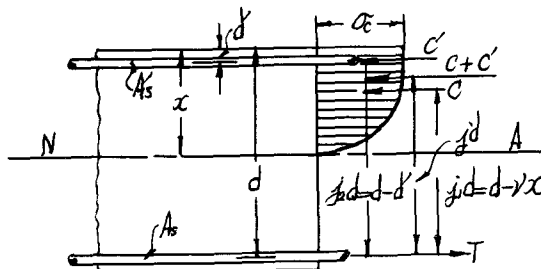


図-2 複鉄筋コンクリート長方形ばりの応力関係

$j d = C' \text{ と } A_s \text{ との距離} = d - d' = (1 - \nu) d$, $j d = (C_j + C'_j) d / (C + C')$, $T = \sigma_s p d$, $C = \mu \sigma_c b d$,

$$T_e = \sigma_p b d, C' = \sigma_s A_s', T_1 + T_2 = C + C', M_{1e} = C' j d = \mu \sigma_s k (1 - \nu k) b d^2, M_{1s} = T_1 j d = \sigma_s p (1 - \nu k) b d^2,$$

$$M_{2e} = C' j d = \sigma_s p' (1 - \nu k) b d^2, M_{2s} = T_2 j d = \sigma_s A_s' (1 - \nu k) d, \text{ かつとき}$$

$$M_0 = (C + C') j d = C j d + C' j d = \mu \sigma_s k (1 - \nu k) b d^2 + \sigma_s p' (1 - \nu k) b d^2 \quad (5)$$

$$M_0 = T_1 j d = T_1 j d + T_2 j d = \sigma_s p (1 - \nu k) b d^2 + \sigma_s p' (1 - \nu k) b d^2$$

かつ、 $p_1 + p_2 = p, p_1 = p - p_2, T_2 = C' \sim \sigma_s p' b d = \sigma_s p' b d, p_2 = (\sigma_s / \sigma_s) p', M_{1s} =$

$$\sigma_s (p - p) (1 - \nu k) b d^2 + \sigma_s p_2 (1 - \nu k) b d^2 \text{ となり}$$

$$M_0 = \sigma_s p (1 - \nu k) b d^2 - \sigma_s p' (1 - \nu k) b d^2 + \sigma_s p' (1 - \nu k) b d^2 \quad (6)$$

中立軸位置係数、 k は $C + C' = T$ の関係より、 $\mu \sigma_s k b d + \sigma_s p' b d = \sigma_s p b d$ となり

$$k = (\sigma_s p - \sigma_s p') / \mu \sigma_s \quad (7)$$

(2) 破壊曲げモーメント 複鉄筋コンクリートばりの場合、 μ 学的安定と経済的側面であるため、単鉄筋コンクリート部材の破壊時の破壊時における平衡状態に達することから理論的に必要であるのと同様、はり圧縮側において σ_s は σ_{su} に σ_s は σ_y に、引張側において σ_s は σ_y に達することであるので、(5)、(6)、(7) 式は (8)、(9)、(10) 式として成立する場合である。

$$(5) \text{ 式は, } M_u = \{ \mu \sigma_{su} k (1 - \nu k) + \sigma_y p' (1 - \nu k) \} b d^2 \quad (8)$$

(6) 式は、 $\sigma_y = \sigma_y$ とみなり差支えないので

$$M_u = \{ (p - p') (1 - \nu k) + p' (1 - \nu k) \} \sigma_y b d^2 \quad (9)$$

$$(7) \text{ 式は, } k = \sigma_y (p - p') / \mu \sigma_{su} \quad (10)$$

(3) 算値の算出の一部の結果 表 11 において、 M_{1e} は実験による破壊曲げモーメント値、 M_u は (8) 式による計算値、 M_0 は弾性理論式 $M_0 = \{ \mu p (1 - \nu k) j b d^2 \sigma_{su} \} / k$ による計算値とする。

複鉄筋コンクリート長方形ばりの M_{1e}, M_u, M_0 と $M_{1e}/M_u, M_0/M_u$ の値

試体番号	$\sigma_{su}, \text{kg/cm}^2$	$\sigma_y, \text{kg/cm}^2$	$p, \%$	$p', \%$	d/d	k	M_{1e}, kgcm	M_u, kgcm	M_0, kgcm	M_{1e}/M_u	M_0/M_u
1	224	3520	1.78	1.67	0.261	0.132	122000	109600	112	114000	1.02
2	224	3520	2.35	1.22	0.336	0.314	130000	126000	163	97500	1.33
3	224	3520	3.80	1.26	0.377	0.451	139000	150000	0.930	128000	1.28
4	232	3520	1.78	1.07	0.265	0.128	119000	111000	107	122000	0.972
5	232	3520	2.93	1.26	0.292	0.304	147000	126000	117	97800	1.30
6	232	3520	3.70	1.23	0.354	0.449	157000	156000	101	145000	1.50
7	266	3520	1.95	1.17	0.275	0.160	107000	95900	109	93900	1.14
8	266	3520	2.90	1.24	0.282	0.341	117000	126000	0.944	96100	1.24
9	206	3520	4.19	1.40	0.308	0.570	125000	132000	0.948	77900	1.61
10	258	3520	1.88	1.13	0.230	0.123	108000	85500	1.26	134000	0.802
11	258	3520	2.82	1.22	0.307	0.247	115000	125000	0.944	122000	0.967
12	258	3520	4.07	1.35	0.350	0.444	112000	154000	0.798	124000	0.905

(4) 複鉄筋コンクリート長方形ばりの設計式

複鉄筋コンクリートばりにおいては、単鉄筋長方形ばりの場合の μ 学的、経済的算値である μ の有効性と、 d の配筋を受けの場合にて、 d_{min} と A_s と d と d_{min} の間にある μ が一般であるから、コンクリートには σ_{su} 、引張鉄筋には σ_y を生ずる場合の p を求めればよい。その安全率とすると、(8)、(9) 式より (11)、(12) 式の設計式が得られる。

$$\sigma_{su} / b d^2 = \mu \sigma_{su} k (1 - \nu k) + \sigma_y p' (1 - \nu k)$$

$$\therefore p' \geq \{ \sigma_{su} / b d^2 - \mu \sigma_{su} k (1 - \nu k) \} / \sigma_y (1 - \nu k) \quad (11)$$

$$\sigma_{su} / \sigma_y b d^2 = (p - p') (1 - \nu k) + p' (1 - \nu k)$$

$$p' \geq \{ p (1 - \nu k) - \sigma_{su} / \sigma_y b d^2 \} / \{ (1 - \nu k) - (1 - \nu k) \} \quad (12)$$

(11)、(12) 式の k 、(10) 式の計算には p を p_{ex} として計算、 $p' \geq p_{ex}$ とすれば設計されかねことになる。